

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



**“SUPERVICION DE LA FABRICACION DE
TUBERIAS FORZADAS DE LAS CENTRALES
HIDROELECTRICAS ANGEL I, II Y III.
CONTRATISTAS Y MINEROS SAC. PUNO”**

**TRABAJO ACADÉMICO PARA OBTENER EL TITULO
PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

LUIS ALBERTO PARRAGA VALVERDE

Callao, Mayo, 2018

PERU

ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TITULO PROFESIONAL
MODALIDAD: INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA
PROFESIONAL

A los VEINTISIETE días del mes de DICIEMBRE del dos mil dieciocho, siendo las 11:15 horas, se procedió a la instalación del Jurado de Exposición de Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía (Resolución Decanal N° 012-2018-D-FIME-J-EXP-ITSF), conformado por los siguientes docentes:

- **PRESIDENTE** : **Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY**
- **SECRETARIO** : **Ing. VICTORIANO SÁNCHEZ VALVERDE**
- **VOCAL** : **Ing. JOSÉ LUIS HUMBERTO URRUTIA TICONA**
- **ASESOR** : **Ing. PEDRO BALTAZAR DE LA CRUZ CASTILLO**

Con el fin de dar inicio a la **EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** presentado por el Sr. Bach. en Ing. Mecánica **PARRAGA VALVERDE, Luis Alberto**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO**, expondrá el **Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional**, titulado "**SUPERVISIÓN DE LA FABRICACIÓN DE TUBERÍAS FORZADAS DE LAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS ANGEL I, II Y III CONTRATISTAS Y MINEROS SAC. PUNO**"

Con el quórum reglamentario de Ley se dio inicio a la Exposición de **Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional** de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente, luego de las preguntas formuladas y efectuadas las deliberaciones pertinentes, se acordó dar por Aprobado con el calificativo de Quince (15) al Sr. Bach. Ing. Mecánica **PARRAGA VALVERDE, Luis Alberto**.

Con lo que se dio por cerrada la sesión a las 12:15 del día 27 de Diciembre del 2018.


Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY
PRESIDENTE


Ing. VICTORIANO SÁNCHEZ VALVERDE
SECRETARIO


Ing. JOSÉ LUIS HUMBERTO URRUTIA TICONA
VOCAL


Ing. PEDRO BALTAZAR DE LA CRUZ CASTILLO
ASESOR

DEDICATORIA

A mis padres, mi esposa que siempre me apoyo en todo momento y mis hijos que me dieron la fuerza necesaria de seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos los involucrados a conseguir y cumplir mi meta, a Dios por darme fuerza necesaria para cumplir mis objetivos, a mi asesor por brindarme sus consejos y críticas para este trabajo

A los mencionados, muchas gracias.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	7
I. OBJETIVOS	8
1.2 Objetivo General	8
1.2 Objetivos Específicos	8
II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN.....	9
2.1 Breve Reseña Histórica	9
2.2 Misión	9
2.3 Visión	9
2.4 Valores.....	10
2.5 Política de calidad.....	10
2.6 Organigrama de la Empresa.....	11
2.7 Organigrama de la obra	12
2.7.1 Cargo y Funciones.....	12
III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA O INSTITUCIÓN.....	13
3.1. Servicios.....	13
3.1.1. Obras Mineras	13
3.1.2 Obras Hidroeléctricas	15
3.1.3 Obras de Infraestructura Vial	18
3.2 Principales Clientes	19
IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERIA.....	20
4.1 Descripción del tema	20

4.2 Antecedentes	21
4.2.1 Antecedente Nacional.....	21
4.2.2 Antecedente Internacional	22
4.3 Planteamiento del problema	22
4.4 Justificación.....	22
4.5 Marco teórico	23
4.5.1 Centrales hidroeléctricas	23
4.5.2 Tipos de Centrales Hidroeléctricas	23
4.5.3 Capacidad de Generación de Plantas Hidroeléctricas.....	25
4.5.4 Turbinas Hidráulicas.....	25
4.5.5 Tubería forzada	30
4.5.6 Fabricación.....	36
4.5.7 Normas ASTM.....	41
4.5.8 Flujograma de procedimiento de construcción de tubería forzada.....	42
4.5.9 Grafico de la Curva S.....	43
4.6 Fases del proyecto	44
4.6.1 Primera Fase: Almacén, habilitado, armado y apuntalado.....	44
4.6.2 Segunda Fase: Soldadura y control de calidad (ASME).....	56
4.6.3 Tercera Fase: Proceso de liberado de producto	75
V. EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICO.....	77
5.1 Evaluación técnica.....	77
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
6.1 Conclusiones	82
6.2 Recomendación	83
VII. REFERENCIALES	84
VIII. ANEXOS Y PLANOS	86

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1 CONSTRUCTORES Y MINEROS S.A.C.....	11
FIGURA N° 2 OBRA Y CONSTRUCTORES Y MINEROS S.A.C.....	12
FÍGURA N° 3 CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA DE LIXIVIACIÓN.....	14
FÍGURA N° 4 CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA DE LIXIVIACIÓN.....	14
FÍGURA N° 5 JOYA GENERADORA DE ENERGÍA.....	15
FÍGURA N° 6 GENERADORA DE ENERGÍA.....	16
FÍGURA N° 7 CENTRAL HIDROELÉCTRICAS ÁNGEL I.....	16
FÍGURA N° 8 CENTRAL HIDROELÉCTRICAS ÁNGEL II.....	17
FÍGURA N° 9 CENTRALES HIDROELÉCTRICAS ÁNGEL III.....	17
FIGURA N° 10 REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA.....	18
FÍGURA N° 11 MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES.....	19
FÍGURA N° 12 TURBINAS PELTON.....	27
FÍGURA N° 13 TURBINAS FRANCIS.....	29
FIGURA N° 14 TURBINAS KAPLAN.....	29
FÍGURA N° 15 TIPO DE TUBERÍA URALITA.....	31
FÍGURA N° 16 TIPO DE TUBERÍA ARMADA.....	31
FÍGURA N° 17 TIPO DE TUBERÍA HORMIGÓN.....	32
FÍGURA N° 18 TIPO DE TUBERÍA METÁLICA.....	32
FÍGURA N° 19 APOYO EN TUBERÍAS FORZADAS.....	33
FÍGURA N° 20 ANCLAJE EN TUBERÍA FORZADA.....	33
FIGURA N° 21 JUNTAS DE DILATACIÓN EN TUBERÍAS FORZADAS.....	34
FÍGURA N° 22 ACOPLAMIENTO EN TUBERÍAS FORZADAS.....	34
FÍGURA N° 23 ROTURA DE TUBERÍA POR PRESENCIA DE SOBREPRESIONES.....	36
FÍGURA N° 24 APLASTAMIENTO DE TUBERÍA.....	36
FÍGURA N° 25 RECEPCIÓN DE MATERIALES.....	35
FÍGURA N° 26 APILADO.....	46
FÍGURA N° 27 REGISTRO DEL MATERIAL.....	44
FÍGURA N° 28 VERIFICANDO DIMENSIONES.....	46
FÍGURA N°29 PROCESO DE TRAZADO.....	44
FÍGURA N°30 TRAZO CON LA REGLA.....	51

FÍGURA N° 31 TRAZO LONGITUDINAL.....	47
FÍGURA N° 32 PROCESO DE CORTE	51
FÍGURA N° 33 CORTE LONGITUDINAL.....	47
FÍGURA 34 PREPARANDO CORTE TRANSVERSAL	51
FÍGURA N° 35 CORTE TRANSVERSAL.....	48
FÍGURA N° 36 PROCESO DE ROLADO	52
FÍGURA N° 37 LAMINA EN EL PROCESO ROLADO.....	48
FÍGURA N° 38 PROCESO POR PLANTILLA	52
FÍGURA N°39 SE APUNTALA LA VIROLA.....	48
FÍGURA N° 40 USO DE LA PLANTILLA	52
FÍGURA N° 41 TRASLADO A LA ZONA SOLDADURA.....	48
FÍGURA N° 42 MEDICIÓN VIROLA	53
FÍGURA N° 43 PONER ARRIOSTRES VARILLON.....	49
FÍGURA N° 44 ENGRAMPADO VARILLON	53
FÍGURA N°45 NIVELANDO JUNTA CIRCUNFERENCIA.....	49
FÍGURA N° 46 PREPARANDO VARILLON	53
FÍGURA N° 47 APLICANDO TÉCNICA CORDEL.....	49
FÍGURA N° 48 VERIFICANDO DIÁMETRO	54
FÍGURA N° 49 LIMPIEZA DE BISEL.....	50
FÍGURA N° 50 PREPARANDO BACKING	54
FÍGURA N° 51 MONTAJE DE VARILLON.....	50
FÍGURA 52 VERIFICANDO DIÁMETRO BACKING	54
FÍGURA N° 53 PRECALENTAMIENTO VIROLA.....	53
FÍGURA N° 54 ANTES DEL SOLDEO.....	58
FÍGURA N° 55 VERIFICANDO TEMPERATURA.....	53
FÍGURA N°56 SE REALIZA PASE	58
FÍGURA N°57 SE REALIZA PASES DE SOLDADURA.....	53
FÍGURA N° 58 LIMPIEZA DE RAÍZ.....	59
FÍGURA N° 59 PRECALENTAMIENTO PARTE.....	54
FÍGURA N° 60 SE REALIZA PASE DE RAÍZ CIRCUNFERENCIAL	59
FÍGURA N° 61 SE REALIZA PASES DE SOLDADURA.....	54
FÍGURA N° 62 LIMPIEZA DE RAÍZ.....	59
FÍGURA N° 63 VERIFICANDO IMPERFECCIONES SUPERFICIALES.....	66
FÍGURA N° 64 INSPECCIÓN A SIMPLE VISTA	66

FÍGURA N° 65 SOLO DETECTA FALLAS SUPERFICIALES	66
FÍGURA N° 66 CONTROL DE ENSAYO TINTES PENETRANTES	67
FÍGURA N° 67 APLICACIÓN DEL PENETRANTE CIRCUNFERENCIAL	67
FÍGURA N° 68 APLICACIÓN DEL REVELADOR VERIFICA DISCONTINUIDAD	67
FÍGURA N° 69 CONTROL ENSAYO ULTRASONIDO CORDÓN SOLDADURA.....	68
FÍGURA N° 70 CONTROL ENSAYO ULTRASONIDO CIRCUNFERENCIAL	68
FÍGURA N° 71 ENSAYO CONTROL GAMMAGRAFÍA CIRCUNFERENCIAL.....	68
FÍGURA N° 72 APLICANDO PLACA RADIOGRÁFICA AL VARILLON.....	69
FÍGURA N° 73 REPARACIÓN CRUCE DE JUNTAS SOLDADAS J9	73
FÍGURA N° 74 REPARACIÓN CRUCE DE JUNTAS SOLDADAS J10	73
FÍGURA N° 75 LAS SOLDADURAS DE REPARACIÓN DEBERÁN SER VERIFICADA	74
FÍGURA N° 76 SE IDENTIFICA EL VARILLON CON SU SERIE.....	74
FÍGURA N° 77 SE TERMINA EL VARILLON CON SU OREJA DE IZAJE Y BACKING	74
FÍGURA N° 78 APILADO DE TUBERÍAS	75
FÍGURA N° 79 CARGANDO TUBERÍA EN LA PLATAFORMA	76
FÍGURA N° 80 2 MONTACARGAS PARA CARGUÍO DE TUBERÍAS	76
FÍGURA N°81 TRANSPORTE DE TUBERÍA HACIA GRANALLADO Y PINTURA	76

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1 PRECIOS UNITARIOS TRAZADO CORTE Y BIZELADO	78
TABLA N° 2 PRECIOS UNITARIOS ROLADO	79
TABLA N° 3 PRECIOS UNITARIOS ARMADO	80
TABLA N° 4 PRECIOS UNITARIOS SOLDADURA.....	81

INTRODUCCIÓN

La demanda de energía eléctrica en el país cada día es mayor, es por ello de los 14 proyectos de centrales hidroeléctricas proyectadas en la cuenca de Inambari, tres ya tienen luz verde y están en ejecución con una inversión de 70 millones de dólares y están ubicadas en el departamento de Puno, provincia Carabaya, distrito Ollachea.

El proyecto comprende las centrales hidroeléctricas de Ángel I, Ángel II y Ángel III; las mismas que entrarían en funcionamiento a finales del año 2017, generando 60 megavatios de energía eléctrica.

Las tres nuevas centrales hidroeléctricas que están siendo construidas por la Generadora de Energía del Perú, tendrán una potencia de 19,95 megavatios y utilizarán las aguas del río Chiamayo.

La energía generada será entregada al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional-SEIN, en la subestación – SE San Gabán a través de una línea de transmisión de 138kv.

Con ello se considera que la Amázonía de Puno, es uno de los lugares estratégicos para la producción de energía limpia, con el aprovechamiento de los torrentes del río, como el caso de la Central Hidroeléctrica de San Gabán, que dota energía a la región Puno, a través del sistema interconectado.

Con las nuevas centrales hidroeléctricas en San Gabán, se potenciará la generación eléctrica en la zona sur del país y se mejorará el déficit energético que aún existe.

El propósito del informe, es evidenciar la importancia de un procedimiento de fabricación de tuberías forzadas de una central hidroeléctrica, el cual nos permita trabajar en base a un conjunto de acciones planificadas como es la ejecución del proceso de fabricación.

Constructores y Mineros Contratistas Generales S.A.C somos una empresa peruana que opera en el sector de la construcción, realizando obras de infraestructura principalmente en los sectores económicos de minería, energía y comunicaciones.

I. OBJETIVOS

1.2 Objetivo General

Control e inspección de la fabricación de tuberías forzadas para las Centrales Hidroeléctricas Ángel I, II y III, ubicada en el distrito Ollachea provincia Carabaya – Puno, con el fin de garantizar el cumplimiento de las normas de calidad que implica las tuberías forzadas y controlar el avance del proyecto de acuerdo a la planificación de contrato.

1.2 Objetivos Específicos

- Elaborar la ingeniería básica de la fabricación de tuberías forzadas de las Centrales Hidroeléctricas Ángel I, II y III.
- Evaluar programas de fabricación en los procesos de tuberías forzadas.
- Supervisión, control e inspección de la fabricación de tuberías forzadas.

II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

2.1 Breve Reseña Histórica

Somos una empresa peruana que opera desde 1996, ejecutando obras de infraestructura para los sectores públicos y privados, en áreas de minería, energía, infraestructura vial y otras. Nuestra empresa se compromete con sus clientes a desarrollar sus proyectos dando toda nuestra capacidad empresarial y profesional para brindar un servicio con los más altos índices de seguridad protección al medio ambiente y calidad, respetando y cumpliendo los estándares y procedimientos de trabajo exigidos

2.2 Misión

Proveer de soluciones integrales en todas las ramas de la ingeniería y la construcción, aplicando los más altos estándares de calidad.
Contamos con un equipo de profesionales altamente especializados con el objetivo principal de cubrir todos los requerimientos de nuestros clientes

2.3 Visión

Ser la empresa contratista en Minería, Energía y Comunicaciones, líder en el mercado nacional de la construcción, con notable proyección internacional como proveedores de soluciones integrales en ingeniería y ejecución de proyectos.

2.4 Valores

- Respeto
- Honestidad
- Seriedad y Cumplimiento
- Trabajo en equipo
- Pasión por hacer las cosas

2.5 Política de calidad

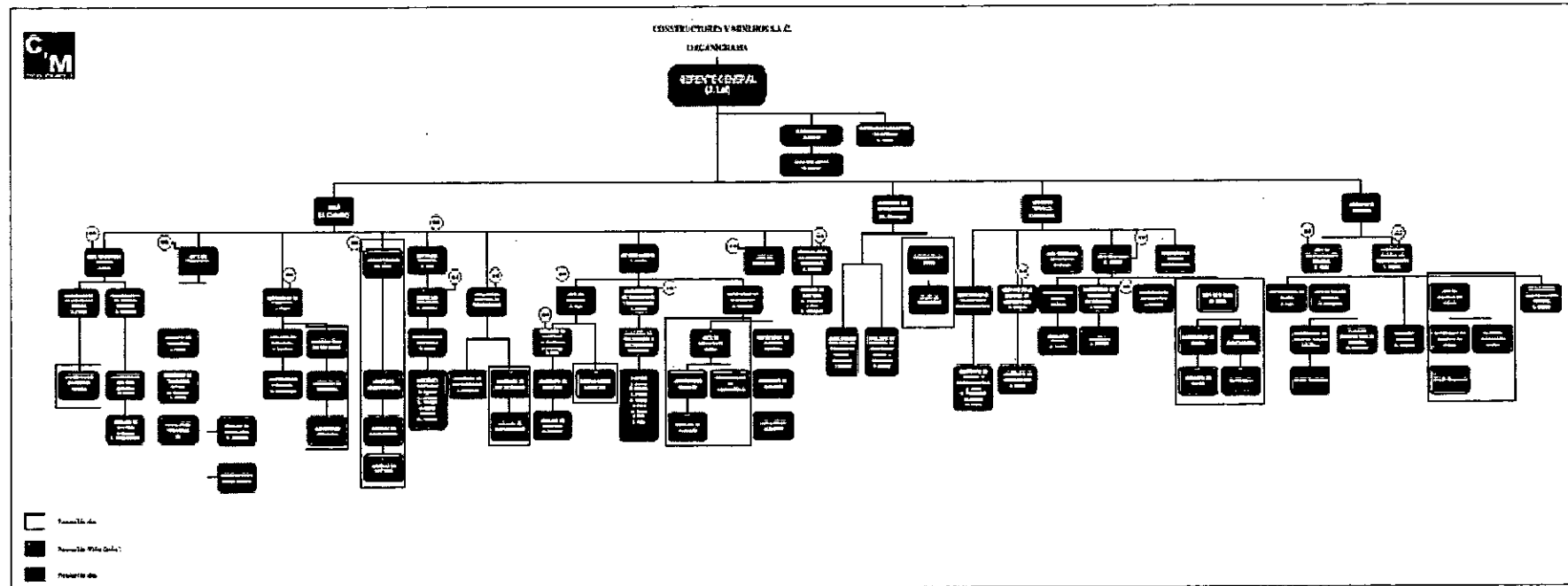
Constructores y Mineros S.A.C ha adoptado una Política de Calidad en el trabajo para asegurar el manejo responsable de todas sus actividades en la prestación de servicios de Ingeniería.

Podemos decir que es una empresa dedicada a realizar proyecto de Obras mineras, Obras Hidroeléctricas y Obras de Infraestructura Vial. Nuestras actividades están orientadas a:

- Brindar el debido soporte técnico -logístico, con productos de calidad y a precios competitivos, en el mercado local y externo.
- Desarrollar ventajas competitivas de manera eficaz, eficiente y confiable, con la finalidad de mantener clientes totalmente satisfechos.
- Mejorar continuamente nuestros productos, trabajando en equipo para el cumplimiento de nuestros objetivos.

2.6 Organigrama de la Empresa

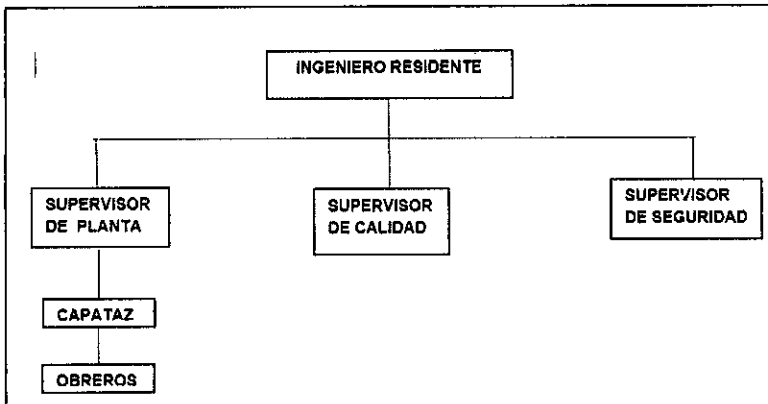
Figura N° 1 CONSTRUCTORES Y MINEROS S.A.C



Fuente: CONSTRUCTORES Y MINEROS S.A.C

2.7 Organigrama de la obra

Figura N° 2 OBRA Y CONSTRUCTORES Y MINEROS S.A.C



Fuente: Elaboración propia

2.7.1 Cargo y Funciones

En el principal proyecto mis principales actividades fueron:

- Instruir y designar al personal encargado de cada actividad mediante el desarrollo diario del AST, así como el correcto cumplimiento del procedimiento propuesto.
- Asegurar que el personal haga uso de los implementos de seguridad necesarios para cada actividad
- Ejecutar los trabajos correspondientes cumpliendo con los procedimientos de calidad, salud, seguridad y medio ambiente establecidos.
- Planificar y distribuir el personal y equipos según programa, de acuerdo a lo indicado por los responsables de este trabajo.
- Impartir la charla de seguridad de 5 minutos.
- Supervisar al personal y equipo en la realización del trabajo encomendando.

III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

Actividades desarrolladas por la empresa

La empresa está constituida hace más de 14 años, en base a los esfuerzos desplegados por sus directivos y sus colaboradores que lo entornan, la empresa es, además un importante generador de nuevas fuentes de trabajo, a través de su participación en la Construcción de Presas, Canchas de Lixiviación, Obras Viales, Hidráulicas, Explotación Minera y de Obras en general.

Constructores y Mineros Contratistas Generales SAC, cuenta con un plantel de profesionales altamente calificados para el desarrollo y construcción de proyectos de gran envergadura sumando a la capacidad y calidad de recursos, que le han permitido alcanzar un sostenido crecimiento que va de acuerdo con las metas y objetivos planteados. Actualmente, contamos con maquinarias de última generación y una moderna filosofía empresarial que se basa en la práctica de tres principios: HONESTIDAD en nuestras relaciones; CALIDAD de nuestros servicios y RESPONSABILIDAD SOCIAL para con la Comunidad, el Medio Ambiente y Seguridad de los trabajadores.

3.1. Servicios

3.1.1. Obras Mineras

El Perú es un país minero por excelencia y esto se ve reflejado en los niveles de inversiones en las diversas actividades de la minería.

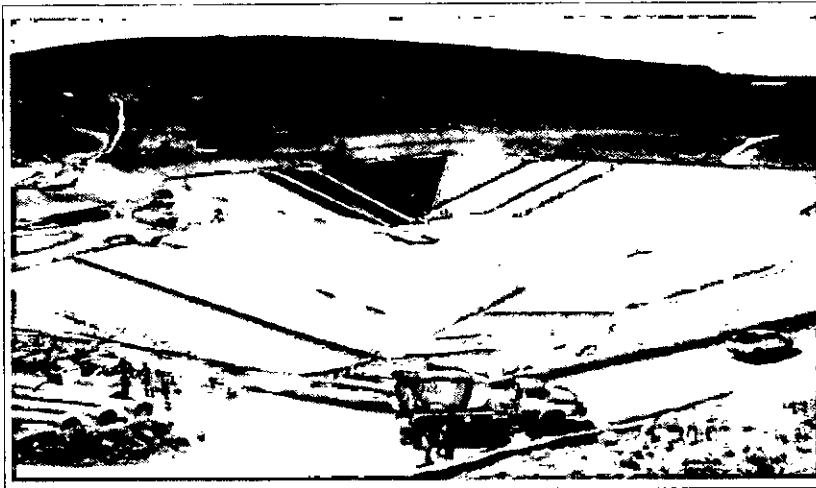
En los últimos años diversos capitales extranjeros vienen invirtiendo en el desarrollo de la minería, realizando obras de diversas características tales como:

- Canchas de Lixiviación.
- Presas de Relaves.
- Minados.
- Movimiento de tierras masivo.

- Construcción de plataformas para Campamentos y plantas industriales.
- Carreteras en los complejos mineros.

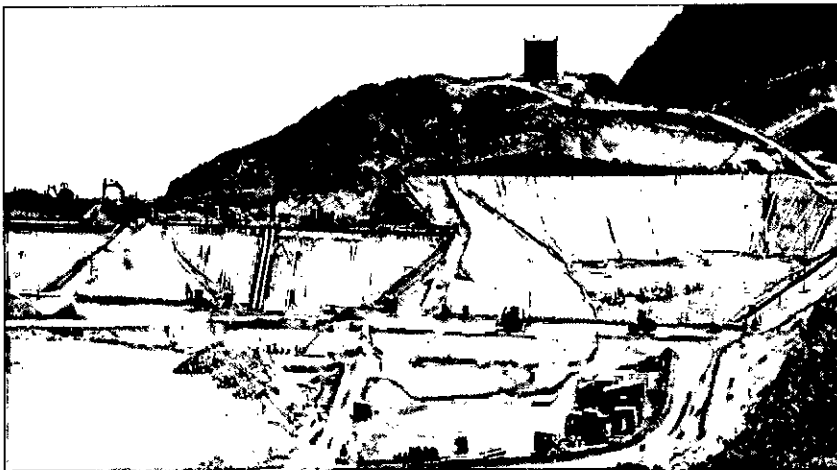
En ese sentido, CyM ha venido contribuyendo en el desarrollo del país a través de su participación en obras como las indica.

Figura N° 3 Construcción de plataforma de lixiviación



Fuente: CONSTRUCTORES Y MINEROS S.A.C

Figura N° 4 Construcción de plataforma de lixiviación



Fuente: CONSTRUCTORES Y MINEROS S.A.C

3.1.2 Obras Hidroeléctricas

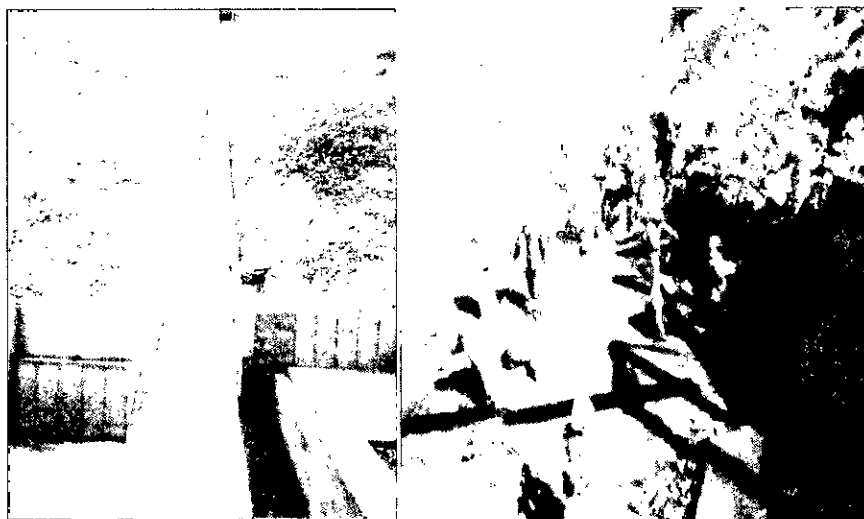
El potencial energético del Perú es muy importante, en especial el potencial hidroeléctrico, tal como lo demuestran los diversos estudios técnicos desarrollados tanto por el sector estatal como por el sector privado.

Es así que en los registros del Ministerio de Energía y Minas se tienen registrados diversos proyectos hidroeléctricos, comprometidos no sólo a nivel de estudios de factibilidad sino también con compromiso de ejecución de obras.

En ese sentido, CyM viene siendo un socio estratégico de los inversionistas en este tipo de proyectos, brindando su experiencia y capacidad técnica en la construcción de centrales hidroeléctricas.

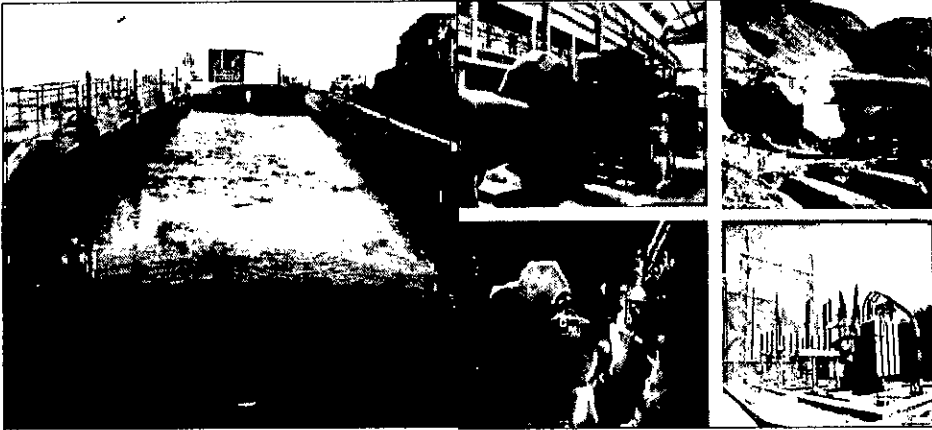
- Construcción de Centrales Hidroeléctricas (túneles).

Figura N° 5 Joya generadora de energía



Fuente: CONSTRUCTORES Y MINEROS S.A.C

Figura N° 6 Generadora de energía



Fuente: CONSTRUCTORES Y MINEROS S.A.C

Figura N° 7 Central hidroeléctricas ángel I



Fuente: CONSTRUCTORES Y MINEROS S.A.C

Figura N° 8 Central hidroeléctricas ángel II



Fuente: CONSTRUCTORES Y MINEROS S.A.C

Figura N° 9 Centrales hidroeléctricas ángel III



Fuente: CONSTRUCTORES Y MINEROS S.A.C

3.1.3 Obras de Infraestructura Vial

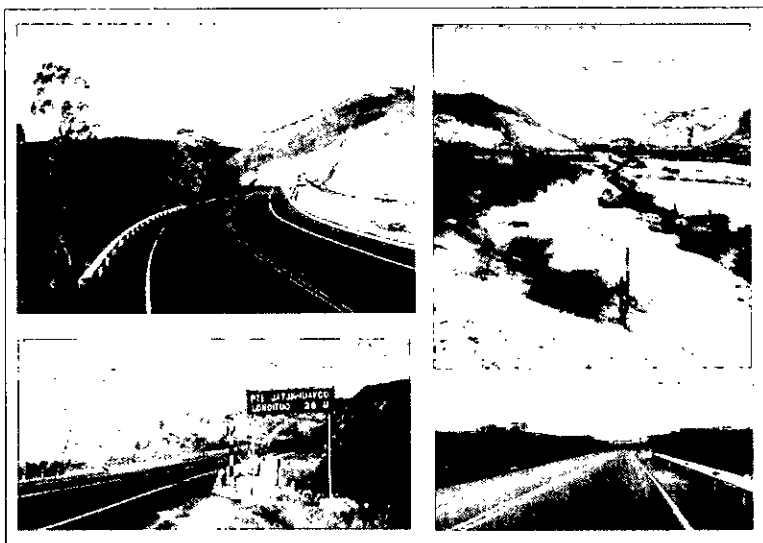
El Perú es un país con una gran extensión de territorio y por ende, con una gran variedad de climas y de accidentes geográficos.

Buscando integrar toda la población y, asimismo, con el objetivo de brindar las facilidades de comunicación que posibiliten las diversas actividades económicas en el país, el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, a través de su unidad ejecutora Pro Vías, viene dirigiendo diversos procesos de licitación de obras viales.

En ese sentido, CyM viene siendo partícipe activo de estos procesos y de esta forma, viene contribuyendo con el desarrollo del país de la infraestructura vial del Perú.

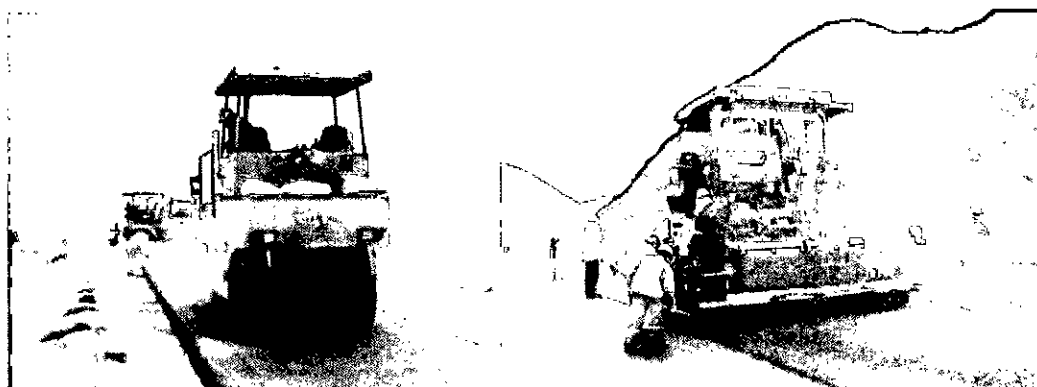
- Construcción, Mejoramiento, Rehabilitación y Mantenimiento de Carreteras a nivel de mezcla asfáltica en caliente y con polímeros.

Figura N° 10 Rehabilitación y mejoramiento de la carretera



Fuente: CONSTRUCTORES Y MINEROS S.A.C

Figura N° 11 Ministerio de transporte y comunicaciones



Fuente: CONSTRUCTORES Y MINEROS S.A.C

3.2 Principales Clientes

- Volcán Compañía Minera SAA
- Gobierno Regional de San Martin
- MTC – PROVIAS NACIONAL
- Minera IRL SA
- GEPSA
- Compañía Minera ARES SAC
- Minera Yanacocha SRL
- Compañía Minera Milpo SAA
- Compañía Minera Barrick Misquichilca SA

IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERIA

4.1 Descripción del tema

El potencial energético del Perú es muy importante, en especial el potencial hidroeléctrico, tal como lo demuestran los diversos estudios técnicos desarrollados tanto por el sector estatal como por el sector privado. Es así que en los registros del Ministerio de Energía y Minas se tienen registrados diversos proyectos hidroeléctricos comprometidos no sólo a nivel de estudios de factibilidad sino también con compromiso de ejecución de obras.

En ese sentido, C y M viene siendo un socio estratégico de los inversionistas en este tipo de proyectos, brindando su experiencia y capacidad técnica en la construcción de centrales hidroeléctricas.

Una central hidroeléctrica es un sistema hidráulico diseñado y construido con el propósito de generar energía eléctrica a través de la energía hidráulica que provee el caudal de los cursos del agua. La energía generada se envía, a través de cables de alta tensión, hasta las centrales de distribución y transformación de la electricidad.

El proyecto comprende las centrales hidroeléctricas de Ángel I, Ángel II y Ángel III; las mismas que entrarían en funcionamiento a finales del año 2017, generando 60 megavatios de energía eléctrica.

Las tres nuevas centrales hidroeléctricas que están siendo construidas por la empresa Generadora de Energía del Perú, tendrán una potencia de 19,95 megavatios y utilizaran las aguas del río Chiamayo.

Con ello se considera que la Amazonia de Puno, es uno de los lugares estratégicos para la producción de energía limpia; con el aprovechamiento de los torrentes del río, como el caso de la Central Hidroeléctrica de San Gabán, que genera energía a la región Puno, a través del sistema interconectado.

Con las nuevas centrales hidroeléctricas en San Gabán, se potenciara la generación eléctrica en la zona sur del país y se mejorara el déficit energético que aún existe.

Motivo por lo cual es necesario un procedimiento, para la ejecución de un proceso de fabricación de las tuberías forzadas de la central hidroeléctrica ángel I, II y III y su posterior montaje de dichas tuberías.

4.2 Antecedentes

4.2.1 Antecedente Nacional

Oviedo (1989) en su tesis su titulada "Tuberías forzadas de la hidroeléctrica de Machupiccu", cuyo objetivo principal fue referirse a tuberías forzadas en centrales Hidroeléctricas de características similares a las que se tiene en el Perú, abarcando desde la concepción como proyecte hasta su puesta en funcionamiento, teniendo su aplicación práctica en la tubería forzada de la Ampliación de la Hidroeléctrica de Machupicchu.

La presente tesis nos permitió saber el desarrollo de la fabricación de tuberías forzadas de centrales hidroeléctricas, así como también el funcionamiento y la supervisión para el desarrollo de un proyecto, que es de suma importancia, para atestiguar el cumplimiento de las normas internacionales, el material, el tiempo de ejecución adecuado, para ello es necesario que el personal de supervisión sean experimentados.

Mollinedo (2017) en su tesis titulada "Soldabilidad del acero ASTM a-517 gr. b para la aplicación en tubería forzada de la central hidroeléctrica Huanza – Lima" cuyo objetivo principal fue establecer un procedimiento de soldadura adecuado para el material acero ASTM A-517 Gr B, que fue utilizado para la fabricación de la tubería forzada de la central hidroeléctrica de Huanza.

La presente tesis nos permitió comprender las principales definiciones sobre la soladura, el acero, discontinuidades, ensayos mecánicos, entre otros conceptos básicos que respaldan para generar este informe.

4.2.2 Antecedente Internacional

Valencia y Rincón (2013), en su tesis titulada "Criterios de diseño y montaje para una central hidroeléctrica con capacidad de generación de 20 MW"; tuvo como objetivo tener en cuenta los parámetros y criterios de la ingeniería mecánica que son requeridos para el desarrollo de proyectos de esta magnitud, pues es notable el fuerte desarrollo del área mecánica para el óptimo funcionamiento de una pequeña central hidroeléctrica.

La presente tesis nos permitió saber los principales criterios de diseño y montaje mecánico que se deben tomar en cuenta a la hora de desarrollar proyectos de generación de energética con el aprovechamiento de recurso hídrico.

Gavidia y Subía (2015), en su tesis titulada "Elaboración de los procedimientos de fabricación y montaje de una estructura de acero para un edificio tipo", su principal objetivo fue analizar los procedimientos para la fabricación y montaje de edificios de estructuras metálicas.

La presente tesis nos permitió saber el proceso de fabricación de aceros, ventajas y desventajas de la aplicación.

4.3 Planteamiento del problema

¿Cómo realizar la supervisión del proceso de fabricación de tubería forzadas de la central hidroeléctrica ángel I, II y III?

4.4 Justificación

El desarrollo y cumplimiento de la supervisión de control e inspección en la fabricación de tuberías forzadas, ayudará a tener un mejor control en los diferentes procesos de fabricación, así como también cumplir con el cronograma establecido para el inicio del proyecto y garantizar la calidad de todos los procesos realizados en Ángel I, II y III.

4.5 Marco teórico

4.5.1 Centrales hidroeléctricas

Según Alajo y Anchatuña (2013) menciona que: Una central hidroeléctrica se genera electricidad a través de la energía hidráulica. La principal función de estas centrales es aprovechar la energía potencial gravitatoria que posee la masa de agua de un cauce natural en virtud de su desnivel, también conocido como salto geodésico. Por lo que, una central hidroeléctrica, en definitiva, es una instalación diseñada para aprovechar la energía que se genera mediante el movimiento del agua y transformarla en energía eléctrica. (p.23).

4.5.2 Tipos de Centrales Hidroeléctricas

Según Alajo y Anchatuña (2013), las centrales hidroeléctricas son de tipo:

a) Según su concepción arquitectónica:

- Centrales al aire libre, al pie de la presa, o relativamente alejadas de esta. Están conectadas por medio de una tubería en presión.
- Centrales en caverna, generalmente conectadas al embalse por medio de túneles, tuberías en presión, o por la combinación de ambas.

b) Según su régimen de flujo:

- Centrales de agua fluyente: También denominadas centrales de filo de agua o de pasada, utilizan parte del flujo de un río para generar energía eléctrica. Operan en forma continua porque no tienen capacidad para almacenar agua, no disponen de embalse.
Turbinan el agua disponible en el momento, limitadamente a la capacidad instalada. En estos casos las turbinas pueden ser de eje vertical, cuando el río tiene una pendiente fuerte u horizontal cuando la pendiente del río es baja.

- Centrales de embalse: Es el tipo más frecuente de central hidroeléctrica. Utilizan un embalse para reservar agua e ir graduando el agua que pasa por la turbina. Es posible generar energía durante todo el año si se dispone de reservas suficientes. Requieren una inversión mayor.
- Centrales de regulación: Almacenamiento del agua que fluye del río capaz de cubrir horas de consumo.
- Centrales de bombeo o reversibles: Es una central hidroeléctrica que además de poder transformar la energía potencial del agua en electricidad, tiene la capacidad de hacerlo a la inversa, es decir aumentar la energía potencial del agua consumiendo para ello energía eléctrica. Estableciéndose de esta manera que las centrales se utilizan como un método de almacenamiento de energía. Están concebidas para satisfacer la demanda energética en horas pico y almacenar energía en horas. Aunque lo habitual es que estas centrales turbinen, bombeen el agua entre dos embalses a distinta altura, existe un caso particular llamado centrales de bombeo puro donde el embalse superior se sustituye por un gran depósito cuya única aportación de agua es la que se bombea del embalse inferior.

c) Según su altura de caída del agua:

- Centrales de alta presión: Que corresponden a alturas considerables y que son las centrales de más de 200 metros de caída del agua, por lo que se debía utilizar turbinas Pelton.
- Centrales de media presión: Son las centrales con caída de agua de 20 a 200 metros, siendo dominante el uso de turbinas Francis, aunque también se puedan usar Kaplan.

- Centrales de baja presión: Que corresponden a bajas alturas, son centrales con desniveles de agua de menos de 20 m, siendo usadas las turbinas Kaplan.
- Centrales de muy baja presión: Son centrales correspondientes con nuevas tecnologías, pues llega un momento en el cual las turbinas Kaplan no son aptas para tan poco desnivel, suelen situarse por debajo de los 4 metros.

4.5.3 Capacidad de Generación de Plantas Hidroeléctricas.

Un criterio utilizado para agrupar proyectos hidroeléctricos es el de la potencia de generación.

- Pico – Centrales Hidroeléctricas: hasta 5 KW
- Micro – Centrales Hidroeléctricas: de 5 a 100 KW
- Mini – Centrales Hidroeléctricas: de 100 a 1000 KW
- Grandes Centrales Hidroeléctricas: Su potencia supera los 5000 KW

4.5.4 Turbinas Hidráulicas

La turbina hidráulica es un motor rotativo que convierte en energía mecánica, la energía de una corriente de agua. El elemento básico de la turbina es la rueda, rotor o rodete, que cuenta con palas, hélices, cuchillas o cubos colocados alrededor de su circunferencia, de tal forma que el fluido en movimiento produce una fuerza tangencial, que impulsa la rueda y la hace girar. Esta energía mecánica se transfiere a través de un eje, para proporcionar el movimiento de una máquina, un generador eléctrico o una hélice.

Clasificación Turbinas Hidráulicas

Las turbinas hidráulicas se clasifican en dos grandes grupos, turbinas de acción y turbinas de reacción. Las turbinas de acción son aquellas en las cuales el agua impacta en el alabe de la turbina a presión atmosférica; en este caso el agua es dirigida hacia los alabes a través de un inyector, que convierte la energía potencial del agua en energía mecánica a través de cambios de sección.

En las turbinas de reacción el agua llega a los alabes a una presión superior a la presión atmosférica, pero también a una velocidad alta, es decir, su ingreso conlleva la introducción de energía cinética y energía potencial, que son transformadas por la turbina en energía mecánica y rotación.

En la actualidad, las turbinas que dominan el campo en las centrales hidroeléctricas son:

- a) Pelton (de acción)**
- b) Francis (de reacción)**
- c) Kaplan (de reacción)**
- d) Bulbo (de reacción)**

El rendimiento de todas ellas supera el 90%. Podemos comparar sus rendimientos en función con el porcentaje del caudal nominal para las que fueron diseñadas.

Los elementos constitutivos de una turbina son:

- Canal de llegada (lámina libre) o tubería forzada (flujo a presión).
- Caja Espiral: transforma presión en velocidad.
- Distribuidor.

- Rodete.
- Tubo de aspiración.

a) Turbinas Pelton

Es el modelo más antiguo de turbinas y una de las más utilizadas en el mundo, esta máquina funciona por el impacto del chorro del agua sobre los alabes (o cucharas). Las turbinas Pelton, como turbinas de acción o impulso, están constituidas por la tubería forzada, el distribuidor y el rodete, ya que carecen tanto de caja espiral como de tubo de aspiración o de descarga.

Figura N° 12 Turbinas Pelton



Fuente: Aquera (2011)

Dado que son turbinas diseñadas para operar a altos valores de H , la tubería forzada suele ser bastante larga, por lo que se debe diseñar con suficiente diámetro como para que no se produzca excesiva pérdida de carga de fluido entre el embalse y el distribuidor. De ello se establece que la turbina Pelton es una máquina de diseño y construcción robusta, de alta confiabilidad y permite altas eficiencias.

A diferencia de la mayoría de los demás modelos, se caracteriza también por su alta eficiencia cuando trabaja a caudales parciales.

Las turbinas Pelton constan con los siguientes elementos o partes principales.

- Rotor.
- Inyector.
- Carcaza
- Eje
- Sistema de regulación

También contiene las siguientes características.

- Es una turbina de acción, de flujo tangencial, formada por una o más toberas y un rodete provisto de un determinado número de cucharas.
- El rango de aplicación de las turbinas Pelton está delimitado a velocidades específicas bajas. Cabe decir que aprovecha grandes saltos y caudales reducidos, pudiéndose obtener eficiencias del orden de 85%.
- Para su fabricación requiere de una planta industrial que cuente con: fundición, equipos de soldadura y corte, maquinas herramientas básicas como torno, cepillos y taladro. Generalmente se fabrica el rodete y las toberas por fundición.

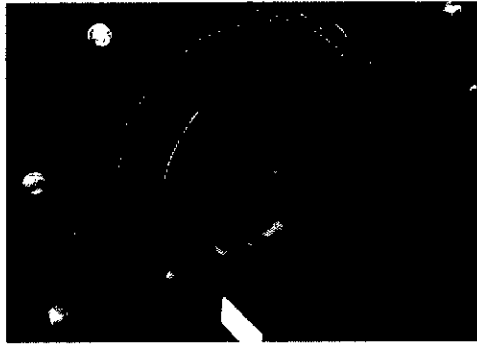
b) Turbina Francis

Este tipo de turbina fue desarrollada por James B. Francis. Se trata de una turbina de reacción de flujo interno que combina conceptos tanto de flujo radial como de flujo axial.

Las turbinas Francis son turbinas que se pueden diseñar para un amplio rango de saltos y caudales, siendo capaces de operar en rangos de desnivel que se van de los diez metros hasta varios cientos de metros.

Esto junto con su alta eficiencia, ha hecho que este tipo de turbina sea el más ampliamente usado en el mundo, principalmente para la producción de energía eléctrica mediante centrales hidroeléctricas.

Figura N° 13 Turbinas Francis



Fuente: Aquera (2011)

c) Turbina Kaplan

Estas turbinas son de reacción de flujo axial, con un rodete que funciona de manera semejante a la hélice de un barco. Se emplean en saltos de pequeña altura.

Las amplias palas o álabes de la turbina son impulsadas por agua a alta presión liberada por una compuerta. Los alabes del rodete en las turbinas Kaplan son siempre regulables y tienen forma de una hélice, mientras que los álabes de los distribuidores pueden ser fijos o regulables. Si ambos son regulables, se dice que la turbina es una Kaplan verdadera; si solo son regulables los álabes del rodete, se dice que la turbina es una turbina Semi-Kaplan.

Figura N° 14 Turbinas Kaplan



Fuente: Aquera (2011)

4.5.5 Tubería forzada

Se utiliza tuberías forzadas cuando el declive es mayor al 5%, si no se usan canales. En las instalaciones hidroeléctricas las tuberías de presión, tienen por objeto conducir el agua desde un nivel superior a uno inferior, para transformar la energía potencial en energía mecánica.

Para el dimensionamiento de la tubería forzada se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

- El diámetro se selecciona de acuerdo con un análisis técnico y económico que permita determinar el diámetro que causa el menor número de pérdidas y su costo no sea elevado.
- El espesor está en función de la sobrepresión y resistencias del tipo de material usado en las tuberías de presión.
- El material de la tubería permite seleccionar, tuberías de mayor resistencia a los esfuerzos mecánicos.
- Debido a que el costo de esta tubería puede presentar gran parte del presupuesto de la pequeña central, es prioritario optimizar su diseño no solo los costos de mantenimiento sino la inversión inicial.

4.5.5.1 Características de las tuberías forzadas

- Impermeabilidad.
- Resistencia de corrosión del agua.
- Resistencia a sobrepresiones por golpe de ariete.
- Facilidad de unión.

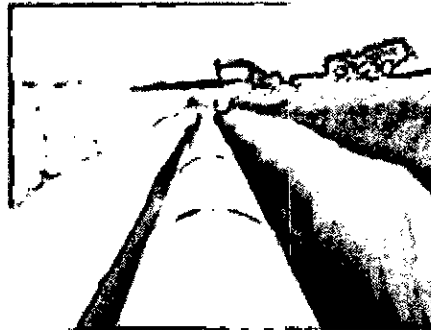
4.5.5.2 Tipos de tubería

- a) Uralita.
- b) Hormigón armado.
- c) Hormigón pre comprimido.
- d) Metálicas

a) Uralita

Se emplea en saltos de poca potencia, con muy buenos resultados, y son muy buenos resultados, y son muy recomendables por su bajo costo. Generalmente son enterradas en zanjas.

Figura N° 15 Tipo de tubería Uralita



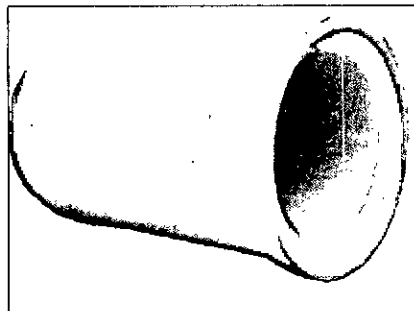
Fuente: Aquera (2011)

b) Hormigón Armado

Estas tuberías se utilizan en caso de gran caudal y alturas de salto de hasta 50 metros. Por las circunstancias del costo de adquisición y transporte de la tubería, resulta más económica la de hormigón.

Generalmente estas tuberías son enterradas o semienterradas pero casi nunca al aire.

Figura N° 16 Tipo de tubería Armada

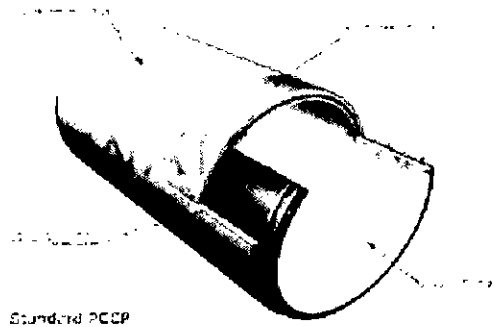


Fuente: Aquera (2011)

c) Hormigón pre comprimido

Están constituidas por tubos de hormigón armado con una ligera armadura longitudinal de hierro, cuyo objeto es obtener una estructura resistente al esfuerzo longitudinal, este tipo de tuberías puede ser utilizado en saltos de hasta 500 metros. Generalmente, estas tuberías van por lo general enterradas.

Figura N° 17 Tipo de tubería Hormigón



Fuente: Aquera (2011)

d) Metálicas o de Presión

Las tuberías metálicas son muy empleadas, pues pueden adaptarse fácilmente a las más altas presiones son más utilizadas las tuberías de palastro de acero que las de hierro ya que las primeras tienen mayor resistencias y resulta mas económica.

Figura N° 18 Tipo de tubería Metálica



Fuente: CYM

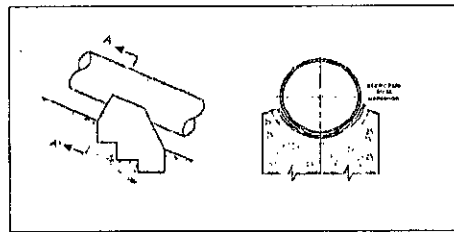
4.5.5.3 Accesorios de las Tuberías Forzadas

- a) Apoyo
- b) Anclajes
- c) Junta de dilatación
- d) Acoplamiento

a) Apoyos

Es un resorte para evitar flexiones de la tubería. Por lo general, son de concreto con metal antifricción debido a la dilatación de la tubería.

Figura N° 19 Apoyo en tuberías forzadas

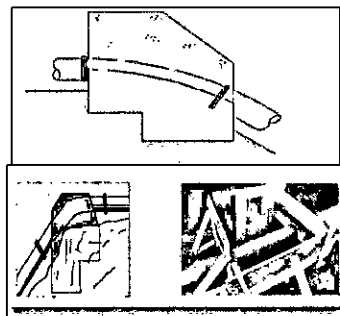


Fuente: CEDEÑO (2014)

b) Anclajes

En los cambios de sección y de perfil de la tubería, contrapesan esfuerzos en las tuberías de presión. Antes y después de cada anclaje, debe existir una junta de dilatación o explosión que absorba y evite deformaciones en las tuberías. Los anclajes son de hormigón armado.

Figura N° 20 Anclaje en tubería forzada

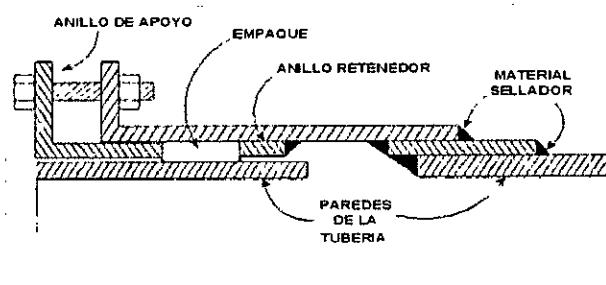


Fuente: CEDEÑO (2014)

c) Juntas de dilatación

Se colocan en cada cambio de perfil, además de permitir la dilatación de la tubería procura mayor rapidez en su montaje. Se trata de dos tubos unidos por medias empaquetaduras y prensaestopas

Figura N°21 Juntas de dilatación en tuberías forzadas

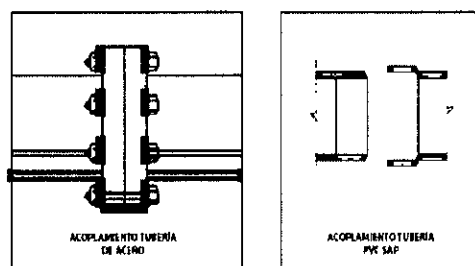


Fuente: CEDEÑO (2014)

d) Acoplamiento

Los tramos de tubería son unidos mediante soldadura o brida cuando la tubería es de acero, cuando la tubería es de PVC el acoplamiento es rígido utilizándose pegamento o a través de una unión flexible.

Figura N° 22 Acoplamiento en tuberías forzadas



Fuente: CEDEÑO (2014)

4.5.5.4 Cámara de Carga

La cámara de carga es una estructura hidráulica que se construye generalmente entre el final de un conducto libre y la iniciación de la turbina de presión, por tal motivo ella une un sistema a pelo libre con uno a presión. Sus principales funciones son:

- Producir la sedimentación y eliminación de materiales sólidos que vienen por el canal.
- Impedir la entrada en la tubería de presión de materiales sólidos de arrastre y flotantes.
- Desalojar el exceso de agua en las horas en las que la cantidad de agua consumida por las turbinas es inferior al caudal de diseño y el caso que se presente el efecto de sobrepresión causado por el golpe de ariete.
- Mantener sobre la tubería una altura de aguas suficiente para evitar la entrada de burbujas de aire que puedan afectar el óptimo funcionamiento de las tuberías y la turbina.

4.5.5.5 Golpe de Ariete

El fenómeno transitorio del golpe de ariete, consiste en la alternativa de depresiones y sobrepresiones debido al movimiento oscilatorio del agua en el interior de la tubería, es decir básicamente es una variación de presión causado por un cambio brusco en la velocidad del flujo.

El valor de la sobrepresión debe tenerse en cuenta a la hora de dimensionar las tuberías pues pueden causar la rotura o el aplastamiento de tuberías al no poder estas soportar tales sobrepresiones y depresiones.

Figura N° 23 Rotura de tubería por presencia de sobrepresiones



Fuente: CyM

Figura N° 24 Aplastamiento de tubería por presencia de depresiones



Fuente: CYM

4.5.6 Fabricación

Según Octavio, J. (1989):

a) Conocimiento de condiciones previas para inicio de la fabricación

Previo al inicio de la parte operativa de la fabricación de cualquier pieza y en este caso de la tubería forzada, se deben tener definidos todos los parámetros que intervienen en dicha operación, lo que corresponde a los siguientes datos.

✓ Datos del diseño

Se refieren a:

- El material a utilizarse en las diferentes partes de la tubería
- Dimensiones finales para cada parte, incluyendo diámetros, espesores, longitudes, etc en cuya determinación intervienen las limitantes por transporte y montaje.

✓ Datos limitantes por transporte y montaje

Tenemos:

- Longitud máxima
- Altura máxima
- Ancho máximo
- Peso máximo

Estos datos son fruto de las características físicas y geográficas para el transporte, así como las técnicas operativas para el montaje, factores que hacen se toman ciertos limitantes a la magnitud de ciertas características.

Para la tubería de la central hidroeléctrica angel I, II y III las dimensiones de las tuberías o virolas, se encuentran especificadas en los planos.

b) Elementos de la tubería forzada

Los elementos de la tubería forzada no son otra cosa que las diferentes partes de que está conformada y es fruto del diseño ejecutivo, desarrollado en forma previa a la fabricación, en base al cual los diferentes talleres que tienen a su cargo esta operación, proceden a la fabricación de dichas partes.

Todo este diseño en el que se basa la fabricación, debe estar plasmado en planos, donde se indiquen todas las medidas, acabados, etc. Las características de las diferentes partes de la tubería son mostradas en los planos correspondientes.

c) Tolerancias de fabricación

Tolerancia es, el margen o diferencia de lo real con lo teórico, que se concierte en la cantidad o calidad de las cosas o de las obras que se contratan. En el caso que tratamos aquí, se refiere a la tolerancia en la fabricación de las partes de la tubería, siendo las que se toman en cuenta en forma general las siguientes:

- Diferencia de la forma circular.
- Desencaje de las soldaduras oblongas.
- Desencaje de las soldaduras circunferenciales.
- Medición de saliente de soldadura.
- Doblegamiento de la soldadura.
- Tolerancia de la forma circular.
- Diferencia de la longitud desarrollada.
- Rectitud de los tubos
- Espesor de paredes.
- Tolerancia de diámetro.

d) Fabricacion propia

Es la real fabricacion de la tuberia en las diferentes piezas o partes en que se la diseño, refiriendose especificamente a todas las actividades que se dan en la planta de fabricación.

Se debe tener en cuenta que entre las piezas a fabricar, dadas sus características, habrá las que se hacen a partir de planchas de acero.

✓ Calderería

Es la parte de la fabricacion en que se realiza sobre las planchas provenientes de la metalurgia, el trazo y el corte de las mismas, de acuerdo al desarrollo de las piezas tabulares, de manera a conformar las diferentes partes de la tubería.

Se han de tener en cuenta los procesos posteriores, el tipo de soldadura a utilizar, algún tipo de unión especial etc, de manera a obtener la pieza, con la forma y tolerancias deseadas e indicadas.

✓ Rolado

Proceso posterior a la calderería que se caracteriza, por la dación de la curvatura deseada a las planchas de acero, de manera a unir mediante soldadura (tanto longitudinal como circunferencial), obteniendo la parte de tubería deseada.

Todo este proceso se realiza en la máquina llamada, Rola o roladora, cuya determinación de tamaño es función del espesor de la plancha y del diámetro de tubería a conformar.

✓ Soldadura

Proceso en la fabricación mediante el cual se unen las planchas ya roladas, para darles la forma definitiva y permanente, es decir la tubular con las dimensiones deseadas.

Para lograr buenas soldaduras, es decir aquellas que posean uniformidad, seguridad y excelencia, la mayor parte de tuberías es diseñada, fabricada e instalada, así como probada, bajo uno o más códigos establecidos por sociedades, asociaciones y normas internacionales, tales como:

- Sociedad Americana de Soldadura (AWS).
- Sociedad Americana de Pruebas de Materiales (ASTM).
- Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME)

Para realizar una soldadura, debe en primer lugar indicarse la norma o normas bajo la que se este trabajando. Dichas normas establecen normalmente los siguientes requisitos:

Primero: Debe especificarse el procedimiento exacto de la soldadura, que incluya, que incluya:

- Material a ser soldado.
- Tipo y tamaño de los electrodos.
- Contorno y grado de bisel en los bordes.
- Direccion de la soldadura.
- Cantidad de corriente (Amperios), si es necesario.
- Tipo de corriente (corriente alterna C.A; corriente directa C.d; corriente directa polaridad normal C.d.p.n).
- Respaldos o anillos de enfriamiento cuando son necesarios.
- Temperatura del material en la vencia de la union a soldar.
- Tratamiento termico despues de soldar, cuando es necesario.

Segundo: Concierno al soldador en si mismo, una vez que el fabricante o contratista a establecido, experimentado y aprobado el procedimiento, usando uno de los codigos existentes o su propia variacion.

Cada soldador debe calificar demostrando su habilidad para ejecutar soldaduras aceptables, usando el mismo sistema descrito en las normas del procedimiento de calificacion. Solo entonces es el soldador certificado para hacer soldaduras en los materiales y en la posicion indicadas en el procedimiento de calificacion.

Tercero: El conocimiento del regimen de distribución de esfuerzos y del valor de los mismos en los respectivos lugares, determina la clase y las características de los empalmes soldados.

Las tuberias forzadas generalmente estan incluidas dentro de estas dos clases de soldaduras. La selección de la calidad de soldadura depende de :

- ✓ Modo de calculo
- ✓ Calidad del material empleado
- ✓ Ejecucion de la soldadura

4.5.7 Normas ASTM

En los últimos años, la producción del acero a nivel mundial ha tenido cambios significativos. Actualmente existen en el mercado nacional e internacional una gran variedad de tipos de acero que se usan profusamente en la industria de la construcción, naval, mecánica, petrolera y en diversas estructuras especiales, y que evolucionaron debido a las necesidades derivadas de los avances tecnológicos acelerados en los diversos campos de la ingeniería.

Los aceros estructurales laminados en caliente, se producen en forma de placas, barras y perfiles de diversas formas.

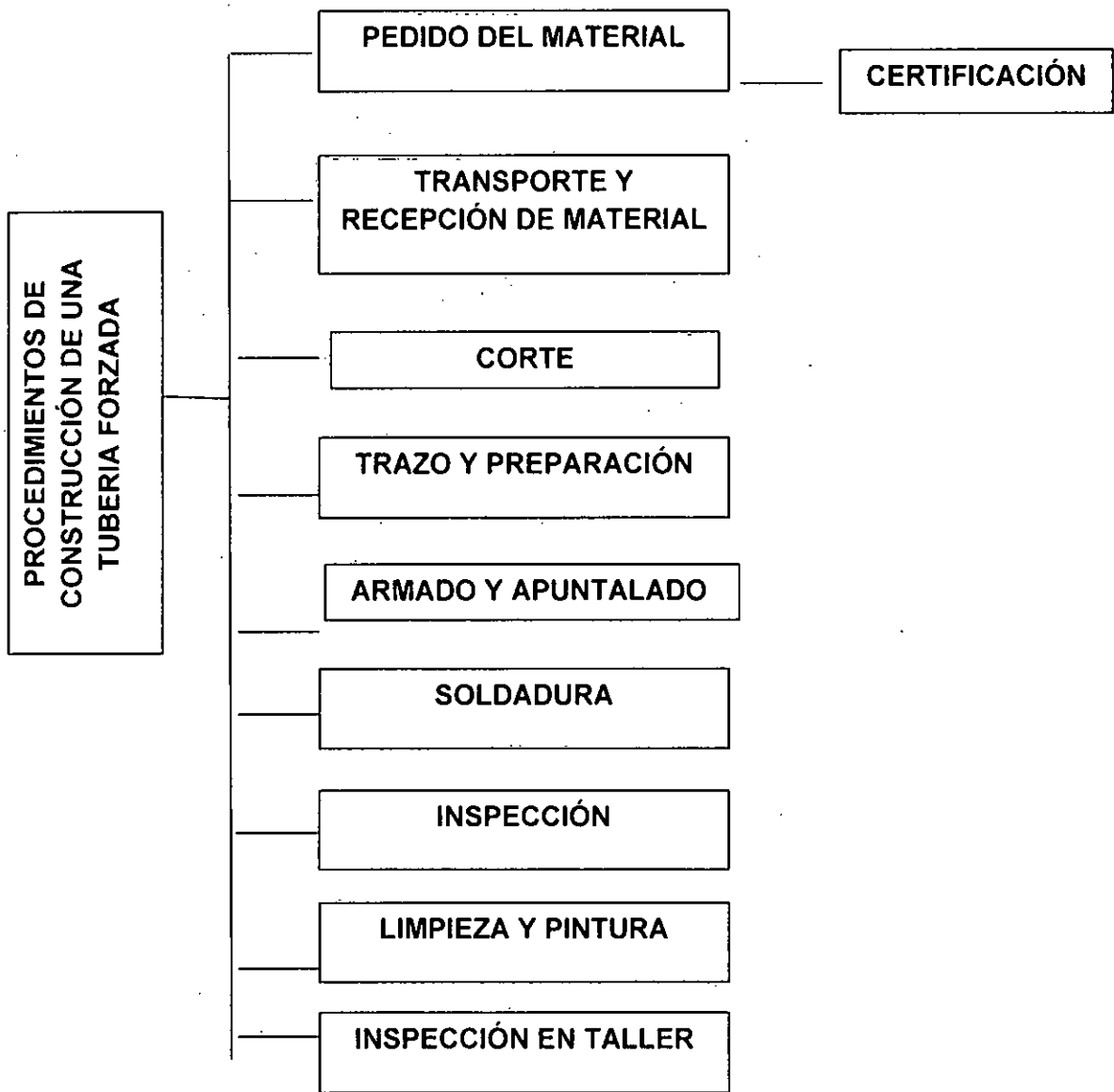
Las normas aprobadas por la ASTM para placas y perfiles laminados en caliente son A36, A529, A572, A242, A588, A709, A514, A852, A913 y A992. La norma A709 es especial, en ella se definen aceros convenientes para la construcción de puentes.

4.5.7.1 ASTM A572.

Este acero está disponible en varios grados dependiendo del tamaño del perfil y grueso de la placa. El grado 50, con $F_y = 345 \text{ MPa}$ o 50 ksi ($3\ 515 \text{ kg/cm}^2$) y $F_u = 450 \text{ MPa}$ o 65 ksi ($4\ 570 \text{ kg/cm}^2$) está disponible en todos los tamaños y espesores de placa hasta 100 mm (4 in). Este es el grado de acero estructural más utilizado actualmente en el mercado estadounidense, aunque está siendo sustituido rápidamente por el acero A992 en perfiles tipo W.

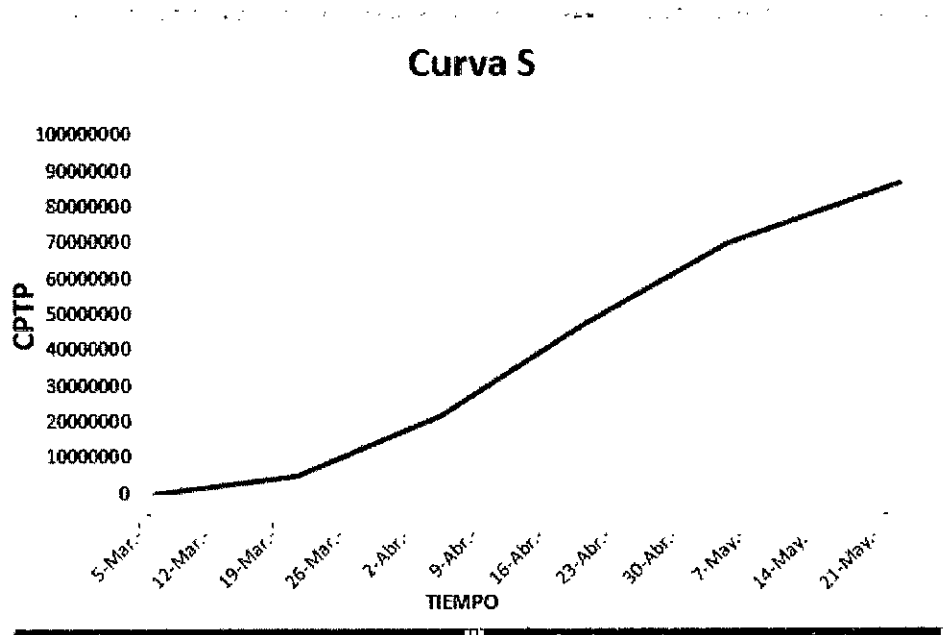
En la fabricación de estructuras metálicas fabricadas con aceros de alta resistencia ASTM A529, 572 y 992 se recomienda utilizar electrodos E 7018 (Resistencia mínima a la ruptura en tensión del metal de soldadura, $F_{EXX} = 70 \text{ ksi} = 4\ 920 \text{ kg/cm}^2$, el 1 corresponde a electrodos adecuados para cualquier posición: plana, horizontal, vertical o cobrecabeza).

4.5.8 Flujograma de procedimiento de construcción de tubería forzada



Fuente: Elaboración propia

4.5.9 Grafico de la Curva S



Fuente: Elaboración Propia

4.6 Fases del proyecto

Supervisión de la fabricación de las tuberías de la central hidroeléctrica ángel I, II, III, va consistir en las siguientes fases:

4.6.1 Primera Fase: Almacén, habilitado, armado y apuntalado

4.6.1.1 Proceso, almacén y habilitados

Las planchas calidad ASTM-A 572 Grado 50 serán trasladadas desde los almacenes de Contratistas y Mineros S.A.C en Ate hasta el km 40 Sumapacha Lurín, según cronograma establecido. Las planchas metálicas deben estar descansando sobre cuartón de madera de 2 ½ x 1 ½ , separados por sus espesores de 9,12,16,19 y 20 mm.

Personal de habilitado trabajara con una hoja de registro de recepción de materiales donde se encuentra el, Ítem, descripción, cantidad, certificado, colada y observaciones.

El supervisor define con criterios para establecer y registrar la trazabilidad de todos los elementos fabricados, a lo largo de todo el proceso de fabricación de la tubería.

El proceso de trazado consiste en reproducir sobre una superficie metálica las cotas o referencias necesarias para el desarrollo de los procesos de fabricación.

El trazo se realizara conforme las indicaciones de los planos de desarrollo,

4.6.1.2 Labor del supervisor en el proceso de habilitado

El supervisor deberá verificar la concordancia entre el número de serie, identificar colada del material de la plancha metálica y el que figura en el certificado de calidad recibido (trazabilidad). Todas las planchas serán verificadas en sus dimensiones antes del trazo, posteriormente se realizara el trazo de acuerdo a lo indicado en los planos, el personal asignado para el habilitado deberá controlar las siguientes dimensiones; ancho (mm), longitud (mm) y diagonales (mm), con una tolerancia entre diagonales de +/- 2mm.

El inspector de control de calidad verificara las dimensiones de la plancha antes del corte y después del corte.

Las dimensiones para corte de panchas metálica y biseles, se realiza con el plano de desarrollo, para cada virola elaborada por ingeniería.

Antes de iniciar el corte de planchas deberá pre calentarse a una temperatura de 125°C.

Inspeccionar que todo corte, enviado a la zona de armado tenga la información escrita, desarrollo de cada plancha calidad ASTM-A572 Grado 50 según sus espesores, verificar medida de longitud de corte, diagonales, tipo de bisel, ángulo de bisel, talón y limpieza.

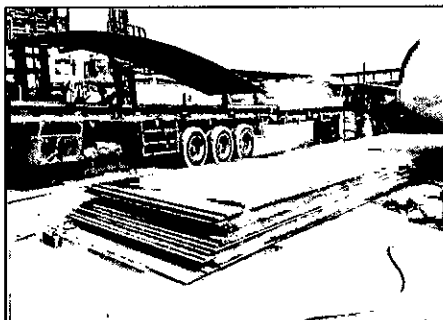
El corte de las planchas metálicas, se realizaran por medio de equipo de corte automático llamado Oxicorte.

Figura N° 25 Recepción de materiales



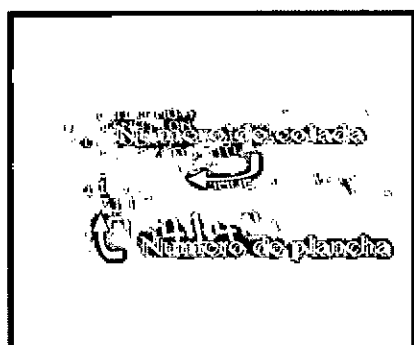
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 26 Apilado



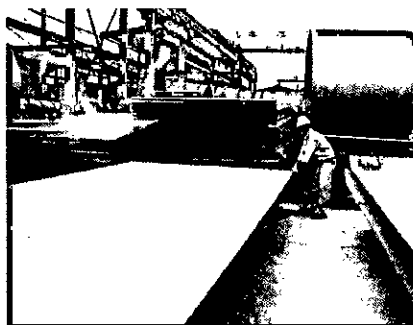
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 27 Registro del material



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 28 Verificando dimensiones



Fuente: Elaboración propia

CERTIFICADO DE CALIDAD DEL MATERIAL

中華(高)鋼鐵有限公司產品質量證明書
ZHONGGUO (HIGH) IRON AND STEEL CO., LTD. CERTIFICATE OF PRODUCT QUALITY

廠名: 中華(高)鋼鐵有限公司
 廠址: 廣東省廣州市
 電話: 8111
 電報掛號: 2111
 電傳掛號: 2111

產品名稱: 鋼板
 規格: 1000x1000x10
 數量: 10000
 批號: 10000

物理性能		化學成分		機械性能		其他性能	
項目	單位	項目	單位	項目	單位	項目	單位
屈服強度	MPa	碳	%	抗拉強度	MPa	磷	%
抗拉強度	MPa	錳	%	斷裂收縮率	%	硫	%
斷裂收縮率	%	矽	%	冷彎	180°	銅	%
冷彎	180°	鉻	%	熱處理	正火	錳	%
熱處理	正火	鎳	%	表面質量	合格	錳	%
表面質量	合格	銅	%	尺寸公差	合格	錳	%
尺寸公差	合格	錳	%	包裝	合格	錳	%
包裝	合格	錳	%	貯存	合格	錳	%
貯存	合格	錳	%	運輸	合格	錳	%
運輸	合格	錳	%	安裝	合格	錳	%
安裝	合格	錳	%	使用	合格	錳	%
使用	合格	錳	%	維護	合格	錳	%
維護	合格	錳	%	修理	合格	錳	%
修理	合格	錳	%	廢棄	合格	錳	%
廢棄	合格	錳	%	回收	合格	錳	%
回收	合格	錳	%	其他	合格	錳	%
其他	合格	錳	%				

中華(高)鋼鐵有限公司
ZHONGGUO (HIGH) IRON AND STEEL CO., LTD.
 總經理: 張三
 副經理: 李四
 地址: 廣東省廣州市
 電話: 8111

Fuente: CYM

REGISTRO DE RECEPCIÓN DE MATERIALES

		CONTROL DE CALIDAD						CORTEO #1	
		REGISTRO DE INSPECCIÓN DE RECEPCIÓN DE MATERIALES						REVISOR	I
							FECHA	MAY 29 2010	
							PÁGINA	1 de 1	
1.- NOMBRE DEL PROYECTO: CENTRALES HIDROELÉCTRICAS ANDEL I, II, III									
CLIENTE: GEPSA						PROVEEDOR: COMASA		FECHA DE RECEPCIÓN	07 ago 11
ORDEN DE COMPRA Nº: 00503853								FECHA DE RECEPCIÓN	07 ago 11
ORDEN DE COMPRA IF:								REGISTRO No:	
2.- INSPECCIÓN:									
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISCONTINUIDAD	BC	BP	Nº CERTIFICADO	Nº COLADA	RESULTADO	OBSERVACIONES
1	PL. ASTU ANO GR 50 12 X3000 X 1200 mm	7	-	-	f	0070151022100313162	161070667	C	H
2	PL. ASTU ANO GR 50 12 X3000 X 1200 mm		-	-	f	0070151022100313162	161070667	C	
3	PL. ASTU ANO GR 50 12 X3000 X 1200 mm		-	-	f	0070151022100313167	161070670	C	
4	PL. ASTU ANO GR 50 12 X3000 X 1200 mm		-	-	f	0070151022100313163	161070670	C	
5	PL. ASTU ANO GR 50 12 X3000 X 1200 mm		-	-	f	HB6 41291 2 1	16552741 3	C	
6	PL. ASTU ANO GR 50 12 X3000 X 1200 mm		-	-	f	HB6 4116 1 1	16552781 3	C	
7	PL. ASTU ANO GR 50 12 X3000 X 1200 mm		-	-	f	HB6 41291 2 1	16552782 1	C	
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
<small>LEYENDA: C= Conforme NC= No Conforme rechazado, R= Retenido, BR= Re-Work, CA= Continúa según el LMI en proceso, AN= No detectado, BC= Suministro según el Cliente, SP= Suministro según el Proveedor</small>									
3. COMENTARIOS:									
Según ASTM A81 AEM 2010									
4. APROBACIÓN:									
SUPERVISIÓN CALIDAD			SUPERVISIÓN ALMACEN			SUPERVISIÓN CLIENTE			
Nombre:			Nombre:			Nombre:			
Firma:			Firma:			Firma:			
Fecha:			Fecha:			Fecha:			

Fuente: CYM

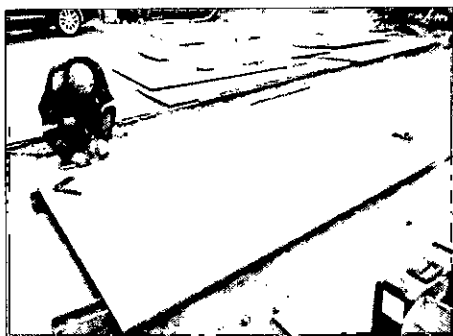
4.6.1.3 Proceso de armado y apuntalado

- Proceso posterior a la calderería que se caracteriza, por la dación de la curvatura deseada a las planchas calidad ASTM-A572 Grado 50 de acero, de manera a unir mediante soldadura (tanto longitudinal como transversal), obteniendo la parte de tubería deseada. Todo este proceso se realiza en la maquina llamada, Rola o roladora, cuya determinación de tamaño es función del espesor de plancha a tratar y del diámetro de tubería a conformar. El proceso de rolado se realiza con la ayuda de una plantilla, esta plantilla tiene la curvatura del diámetro que deberá tener la virola, se deberá controlar la ovalidad, el perímetro y la redondez.
- Después de haber rolado la plancha metálica se procede al apuntalamiento de la virola, que debe ser precalentada la zona a soldarse.
- Traslado de la virola mediante montacarga, hacia la zona del soldeo.
- Entrega de planos al técnico calderero (diseño de bisel, tolerancia dimensional)
- Presentar, armar y apuntalar. En esta etapa el técnico calderero debe tener especial cuidado con la orientación, alineamiento, giros, abertura de raíz, junta de diseño.
- El técnico calderero armaran tramos de 2 virolas para la parte horizontal y 3 virolas para la parte vertical.
- El trabajo del soldador será poner puntos de soldadura exclusivamente dentro de la zona del bisel de la junta circunferencial. No se permite ningún punto de soldadura fuera del bisel ni realizar ningún tipo de defecto de soldadura en el metal base.
- El técnico calderero luego de finalizado el apuntalado debe verificar todas las dimensiones.

4.6.1.4 Labor del supervisor en el proceso de armado y apuntalado.

- Se verifica los planos de desarrollo para los cortes de las planchas de espesor 9, 12, 16, 19 y 20 mm.
- Las planchas metálicas son dimensionados sus lados y sus diagonales, verificando sus medidas como manda el plano de su desarrollo.
- Se verifica la limpieza de los biseles.
- Luego del rolado se verifica diámetro del tubo, su redondez.
- Prensado: Dicha virola antes del soldeo pasará a la zona del prensado para verificar su Hi-low, por medio de gatas hidráulicas se irá corrigiendo e ira apuntalando, al finalizar esta actividad queda para aplicar soldadura a la junta circunferencial, este prensado es verificado según plan de Calidad establecido
- Verificar que todo soldador está calificado para realizar los trabajos de apuntalado. Todo soldador debe ser homologado sustentado con un Procedimiento de Calificación de Soldador de acuerdo a la sección IX del código ASME
- Verificar que el material de aporte cumple con el Procedimiento de Calificación de Soldadura (WPS)
- Antes del apuntalado se debe colocar los arriostres en la parte central y extremos de las dos tuberías.
- Finalizado el apuntalado de dos tuberías, personal de Control de Calidad debe verificar lo siguiente: alineamiento de las tuberías utilizando la técnica del cordel, abertura de raíz.

Figura N°29 Proceso de trazado



Fuente: Elaboración propia

Figura N°30 Trazo con la regla



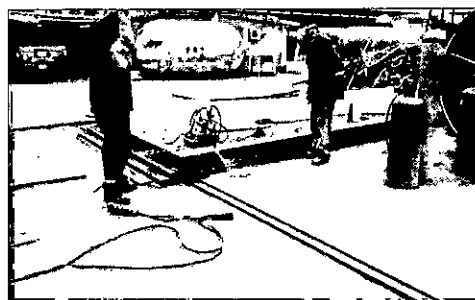
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 31 Trazo longitudinal



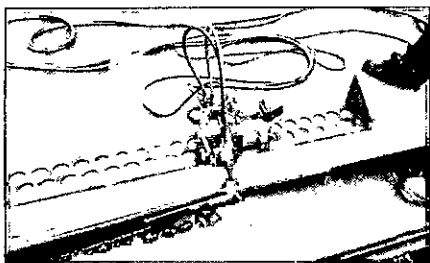
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 32 Proceso de corte



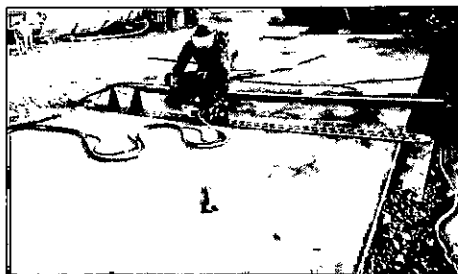
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 33 Corte longitudinal



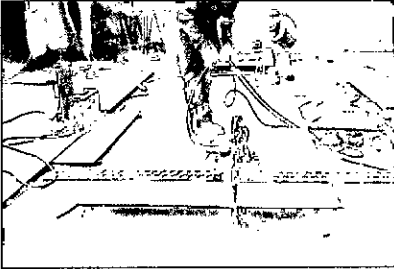
Fuente: Elaboración propia

Figura 34 Preparando corte transversal



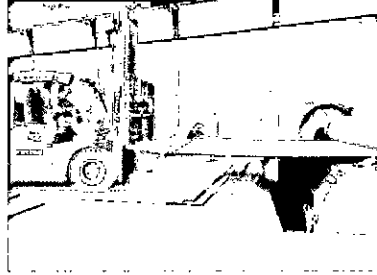
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 35 Corte transversal



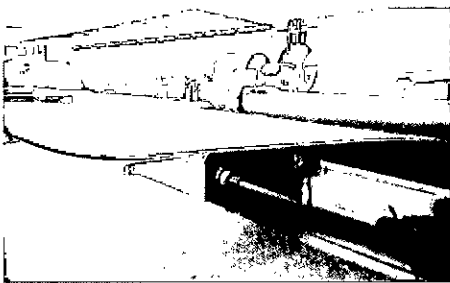
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 36 Proceso de rolado



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 37 Lamina en el proceso rolado



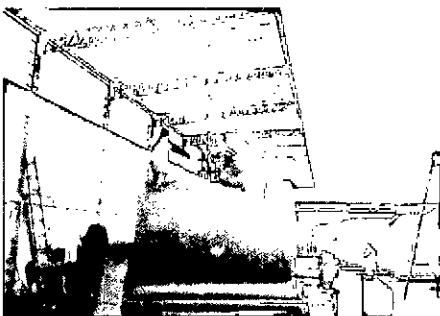
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 38 Proceso por plantilla



Fuente: Elaboración propia

Figura N°39 Se apuntala la virola



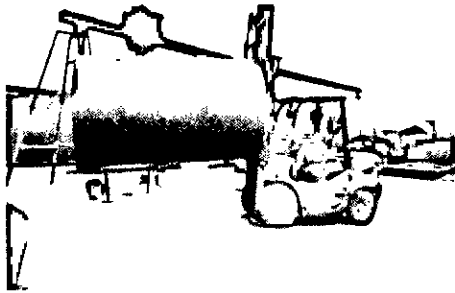
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 40 Uso de la plantilla



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 41 Traslado a la zona soldadura



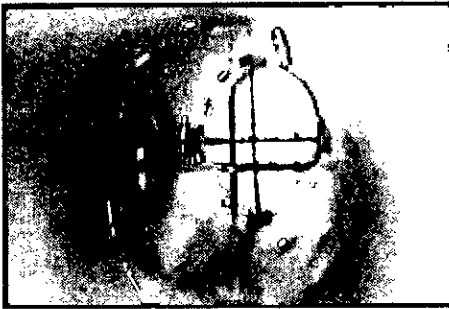
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 42 Medición virola



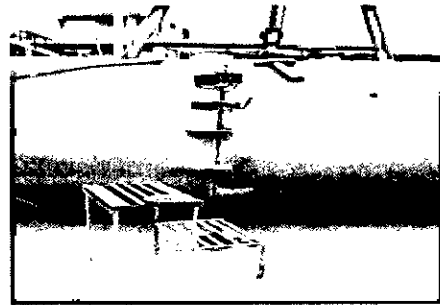
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 43 Poner arriostres varillon



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 44 Engrampado varillon



Fuente: Elaboración propia

Figura N°45 Nivelando junta circunferencia **Figura N° 46 Preparando varillon**

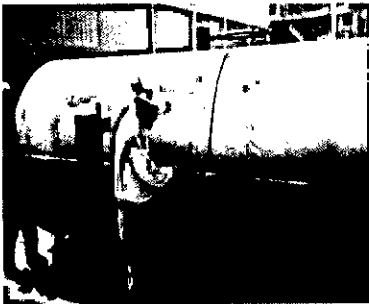


Fuente: Elaboración propia



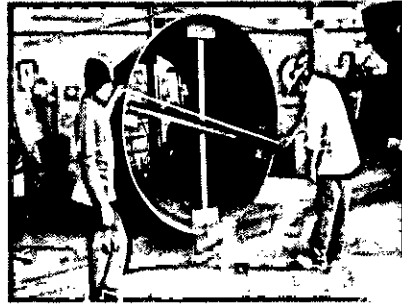
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 47 Aplicando técnica cordel



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 48 Verificando diámetro



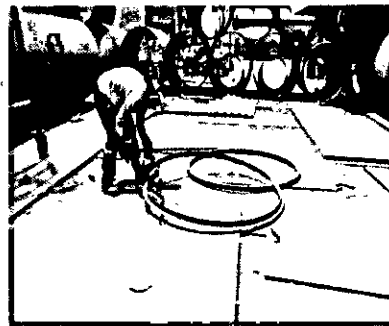
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 49 Limpieza de bisel



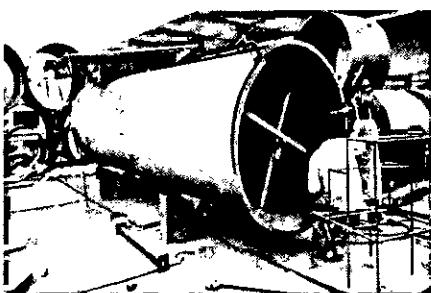
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 50 Preparando backing



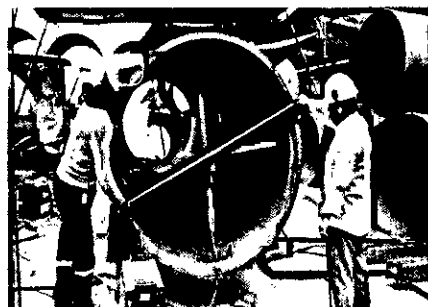
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 51 Montaje de varillon



Fuente: Elaboración propia

Figura 52 Verificando diámetro backing



Fuente: Elaboración propia

4.6.2 Segunda Fase: Soldadura y control de calidad (ASME)

4.6.2.1 Proceso de soldadura

- Identificar con que procedimiento de soldadura WPS se realizara el soldeo.
- Inspeccionar si material de aporte es el correcto.
- Realizar pase de raíz. Verificar los parámetros eléctricos
- Finalizado pase de raíz, realizar la inspección del cordón. Uniformidad del cordón (evitar valles o hendiduras, sobremonta, socavado).
- Si es posible inspeccionar el pase de raíz interior, corregir falta de penetración, socavado, exceso de raíz, falta de fusión.
- Antes de ejecutar el segundo pase, el cordón debe estar limpio de material extraño (escoria, grasa, pintura, óxido, etc.). Preparar el área para realizar el depósito del segundo pase; si es necesario proceder a esmerilar.
- Ejecutar el segundo pase o pase en caliente. Verificar parámetros eléctricos. Soldador verificará el alineamiento de la tubería a medida que realiza proceso de soldadura.
- Ejecutar tercer pase o de relleno (si existe). Verificar el área del depósito de soldadura, libre de material extraño.
- Pase de acabado. Verificar la profundidad de depósito de soldadura. Ancho final del cordón debe ser un parámetro importante. Toda soldadura tendrá una sección transversal uniforme alrededor de la tubería con una transición suave dentro de la superficie de la tubería.
- Toda junta completada será limpiada previamente a la inspección visual. La soldadura y metal base adyacente al cordón será limpiado por medio mecánico apropiado para remover la escoria.
- Inspección visual de tubería incluye cordón de soldadura, dimensión final, alineamiento de accesorios.
- Contaremos con los siguientes equipos para el soldeo:
- 3 Máquina de soldar Miller semi automático multiproceso mezcla-argón 80%-CO₂ 20%; Fuente de poder: XMT 350 CC/CV; Alimentador de Alambre: Suit Casse x treme 12 v 5.

- 1 Máquina de soldar Miller eléctrico CST 280
- Sistema de calentamiento
- Equipos de oxicorte
- Amoladoras

4.6.2.2 Labor del supervisor en el proceso de soldadura

- Confirmar que cada soldador cuenta con un Procedimiento de Calificación de Soldadura (WPS por sus siglas en inglés) aplicable para el tipo de diseño de junta. Debe ir anexo a su máquina de soldar.
- Verificar que todo soldador está calificado para realizar los trabajos de soldeo de las juntas. Todo soldador debe ser homologado sustentado con un Procedimiento de Calificación de Soldador.
- Verificar el material de aporte a usar según indique el Procedimiento de Calificación de Soldadura (WPS).
- Durante el proceso de soldadura verificar los parámetros eléctricos estén dentro del rango del Reporte de Calificación de Procedimiento. (PQR Siglas en inglés).
- Verificar antes del pase de raíz el precalentamiento de la estructura
- Verificar que el personal de Calidad debe realizar la inspección visual del pase raíz. Uniformidad del cordón (evitar valles o hendiduras, sobremonta, socavado). Debe haber una oscilación uniforme. Si es posible inspeccionar el pase raíz interior, corregir falta de penetración, socavado, exceso de raíz, quemones, falta de fusión, posibles micro fisuras.
- Antes de ejecutar el segundo y tercer pase verificar la limpieza y el área del depósito de soldadura.
- Pase de acabado. Antes de ejecutar el pase final verificar la profundidad de depósito de soldadura
- Después de completada la soldadura, personal de Control de Calidad realizará inspección visual de lo siguiente:

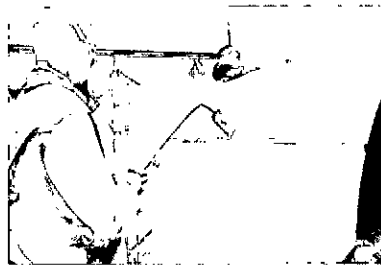
- *Inspección visual de los cordones, para juntas a tope la sobremonta o refuerzo y socavado no excederá la norma o código aplicable.
- Finalizada la Inspección Visual personal de Control de Calidad debe confirmar la inspección escribiendo sobre la superficie de la tubería la palabra "LIBERADO PARA END"

Figura N° 53 Pre calentamiento virola



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 54 Antes del soldeo



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 55 Verificando temperatura



Fuente: Elaboración propia

Figura N°56 Se realiza pase de raíz longitudinal



Fuente: Elaboración propia

Figura N°57 Se realiza pases de soldadura



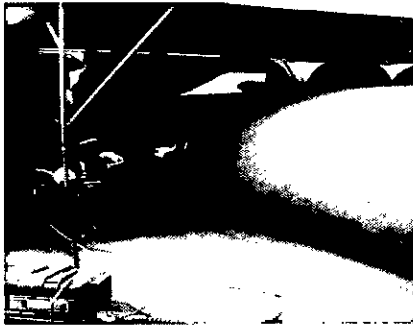
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 58 Limpieza de raíz Interior antes soldeo



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 59 Pre calentamiento parte raíz circunferencial varillon



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 60 Se realiza pase de circunferencial exterior



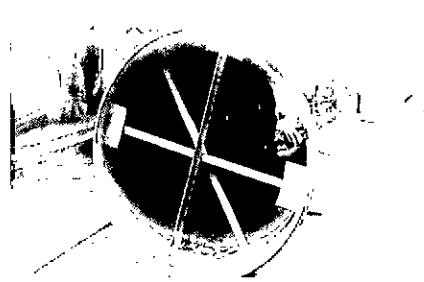
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 61 Se realiza pases de soldadura



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 62 Limpieza de raíz



Fuente: Elaboración propia

CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR) (De acuerdo a ASME Sección IX - 2015)		PQR-100-2016	
		Hoja	1 de 2
		Rev.	0
		Edic. Form.	09/08/2016
IDENTIFICACIÓN		Registro N°: PQR-100-2016	
Nombre de la Empresa: CYM S.A.C.		Rev.: 0	Fecha: 09-08-16
Proceso (s) de soldadura: GMAW		Autorizado por: Fernando Chávez	
Tipo: <input type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Automático <input type="checkbox"/> Máquina <input checked="" type="checkbox"/> Semiautomático			
JUNTA (QW-402)			
T=25.00 mm α= 60° R= 3.0 mm r= 3.0 mm			
METAL DE BASE (QW-403)		TRATAMIENTO TÉRMICO POST-SOLDADURA (QW-407)	
Especificación material: ASTM A- 672		Temperatura: Ninguna	
Tipo o grado: Gr. 50		Tiempo: _____	
P-No. 1 a P-No. 1		Otro: _____	
Espesor de cupón: 25 mm			
Diámetro de cupón: _____			
Otro: _____			
		GAS (QW-408)	
		Composición Porcentual	
		Gas(es)	Mezcla (%)
		Ar/CO2	80% / 20%
		Flujo (LPM)	40,0
METAL DE APORTE (QW-404)		Protección	
Especificación SFA: E 618		Arrestre	
Clasificación AWS: ER 70S-6		Respalde	
Metal de aporte F - No. 6			
		CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (QW-409)	
Análisis de metal de aporte A-No. 1		Corriente: DC	
Tamaño de metal de aporte: 1,20 mm		Polaridad: Positiva	
Otro: _____		Amperaje: Ver tabla	
		Voltaje: Ver tabla	
Espesor de material de soldadura: 28,00 mm		Modo de transferencia para GMAW: Spray	
POSICIÓN (QW-406)		Otro: _____	
Posición de ranura: 1 G		TÉCNICA (QW-410)	
Posición de soldadura: <input type="checkbox"/> Ascendente <input type="checkbox"/> Descendente		Velocidad de avance: 9-12 cm/min	
Otro: _____		Pasada ancha o angosta: Primer pase angosto y demás pases ancho	
PRECALENTAMIENTO (QW-405)		Oscilación: La necesaria	
T° de precalentamiento: Min. 15°C		Pase: <input type="checkbox"/> Simple <input checked="" type="checkbox"/> Multipase	
Temp. entre pases: Max. 150°C		Electrodo: <input checked="" type="checkbox"/> Simple <input type="checkbox"/> Multiple	
Otro: _____		Otro: _____	


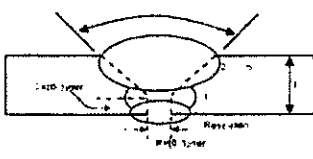
Fuente: CYM

CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (CONTINUACIÓN)

 C Y M <small>CONSTRUCTORA Y METALURGIA</small>	REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR) (De acuerdo a ASME Sección IX - 2015)					PQR-100-2015 Hoja 2 de 2	
						Rev.	0
						Edi. Form.	09/02/2015
PROCESO DE SOLDADO							
Pase	Proceso	Metal de Aporte		Corriente		Velocidad (V)	Velocidad de avance en (m/min)
		Clase	Diam. (mm)	Tipo y polaridad	Amperaje		
1*	GMAW	ER 70S-6	1.20 mm	OCEP	140-150	17-23	9.0-12.0
2* - 5*	GMAW	ER 70S-6	1.20 mm	OCEP	340-400	27-31	9.0-12.0
Back Weld	GMAW	ER 70S-6	1.20 mm	OCEP	340-400	27-31	9.0-12.0
PRUEBAS DE TENSIÓN							
Espección No.	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Área (mm ²)	Carga rotura total (N)	Resistencia máx. (MPa)	Tipo de falla y utilización	
1	19.28	26.21	498.05	26,306	671	Fractura en la soldadura	
2	19.05	25.41	484.06	27,800	559	Fractura en el material base	
Prueba realizada por: Ing. Roberto León Ochoa Fecha: 09-06-15 Int. Tec. y Lugar: Lab-1268-2015, LAB. N°4 UNI - FBI							
ENSAYOS DE DOBLEZ GUADADO							
Tipo y Signo No.				Resultado			
DOBLEZ DE LADO - DL1				ACEPTABLE			
DOBLEZ DE LADO - DL2				ACEPTABLE			
DOBLEZ DE LADO - DL3				ACEPTABLE			
DOBLEZ DE LADO - DL4				ACEPTABLE			
Prueba realizada por: Roberto León Ochoa Fecha: 18-07-15 Int. Tec. y Lugar: 092-15, LAB. INSPECDAC S.A.C							
PRUEBA DE IMPACTO ENSAYO DE CHARPY							
Especímenes	Temperatura de ensayo (°C)	Valores de Impacto		Exposición lateral (mm)			
		Energía Absorbida (Joule)					
---	---	---	---	---			
---	---	---	---	---			
---	---	---	---	---			
---	---	---	---	---			
---	---	---	---	---			
PRUEBA EN SOLDADURA DE PLATE							
Resultado satisfactorio: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Penetración en suelto origen: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>							
Resultado de macroataque: -----							
OTRAS PRUEBAS ANALISIS MACROGRAFICO							
Zona Analizada	Sección	Preparación	Ataque químico	Aumentos			
Muestras y Discontinuidades	-----						
ENSAYO DE DUREZA METODO VICKERS (HV)							
Muestras: -----							
Nombre de soldador: ----- DNI: ----- Estampa No. -----							
Prueba realizada por: ----- Prueba de laboratorio No. -----							
Nosotros certificamos que los datos en este registro son correctos y que los probetas fueron preparadas, soldadas y ensayadas de acuerdo con el requerimiento de la Sección IX del Código ASME 2015							
NOTAS / COMENTARIOS / OBSERVACIONES:							
Ejemplar en revisión.							
NT reporte N°: 3033-01-15 Resultado ACEPTABLE							
Soldador: Rob Danto Heymann León DNI: 8560665 Estampa: W-8813							
APROBACIÓN	INSPECDAC S.A.C.	CALIDAD CYM	CLIENTE				
Nombre y Apellidos	Roberto León	Fernando Chávez					
Fecha							
Inicio							

Fuente: CYM

ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

 ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS) (De acuerdo a ASME Sección IX-2015)		WPS-001-16																	
		Hoja	1 de 2																
		Rev	0																
		Edic Form	09/08/16																
IDENTIFICACION		WPS Nº WPS-001-16																	
Nombre de la empresa: CyM S.A.C.		Rev Nº 0 Fecha 09/08/2016																	
Proceso(s) de soldadura: GMAW		Responsable: Fernando Chavez																	
Tipo: <input type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Automático <input type="checkbox"/> Maquina <input checked="" type="checkbox"/> Semiautomático		Elaborado por: Fernando Chavez																	
		PQR Soporte Nº PQR-100-2016 Detalles																	
JUNTA (QW-402)																			
Diseño de junta: A Tapa con Ranura en Simple "V"																			
Respaldo: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>																			
Material de respaldo (Tipo): <input type="checkbox"/> Metal <input type="checkbox"/> Refractario <input type="checkbox"/> No metálico <input type="checkbox"/> Otro																			
Back Weld: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Metodo.																			
<p><small>El presente dibujo de la fabricación, símbolos de soldadura y descripción escrita debe incluir el arreglo general de las partes a ser soldadas. Donde sea aplicable la apertura de raíz y los detalles de la soldadura deben ser especificados.</small></p>																			
METAL BASE (QW-403)																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nº P</th> <th>f</th> <th>Grupo Nº</th> <th>f</th> <th>Nº P</th> <th>f</th> <th>Grupo Nº</th> <th>f</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Nº P	f	Grupo Nº	f	Nº P	f	Grupo Nº	f	0							
Nº P	f	Grupo Nº	f	Nº P	f	Grupo Nº	f												
0																			
Especificación de tipo y grado																			
A especificación de tipo y grado																			
0																			
Análisis químico y propiedades mecánicas																			
Hasta el análisis químico y propiedades mecánicas																			
Rango de espesores																			
Metal base		Ranura	5 mm - 50 mm	Filete	ilimitado														
Espesor Máximo por Pase a 1/2" (13mm)		Si	X	No															
Otro		-																	
METAL DE APORTE (QW-404)																			
Especificación Nº (SFA)		5.18																	
AWS Nº (Clase)		ER70S-6																	
Nº F		6																	
Nº A		1																	
Diámetro de electrodo		1.20 mm																	
Forma del electrodo		Alambre Solido																	
Metal Depositado																			
Rango de espesores																			
Ranura		Hasta 50 mm																	
Filete		ilimitado																	

Fuente: CYM

ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (CONTINUACIÓN)

ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS) (De acuerdo a ASME Sección IX-2015)		WPS-001-16							
		Hoja	2 de 2						
		Rev	0						
		Edic Form	09/08/16						
POSICIONES (QW-405)		TRATAMIENTO DE POST-CALENTAMIENTO							
Posición(es) de ranura <i>Toda Posición</i>		Rango de temperatura ---							
Progresión Ascendente Descendente ---		Tiempo: ---							
Posición de filete ---		Otro							
PRECALENTAMIENTO (QW-406)		GAS (QW-408) Composición Porcentual							
Temp. Precalentamiento Min.	15°C	Gas(es)	Mezcla (%)	Flujo (LPM)					
Temp. Interpase Max.	150°C	Protección	Ar / Co ₂	80% / 20%					
Mantn. Precalentamiento:	---	Arrastre	---	25 - 40					
		Respaldo	---	---					
CARACTERISTICAS ELECTRICAS (QW-409)									
Corriente AC o DC		Polaridad <i>Positiva</i>							
Rango de amperaje <i>Ver Tabla</i>		Rango de <i>Ver Tabla</i>							
Modo de transferencia en GMAW		<i>Spray</i>							
Velocidad de alimentación de alambre		---							
TÉCNICA									
Pase ancho o angosto		<i>Primer pase Angosto y demás pases Ancho</i>							
Orificio o tamaño de protección gaseosa		---							
Limpieza inicial y entre pasadas (escobillado, esmerilado, etc.)		<i>Escobillado y/o Esmerilado</i>							
Método de limpieza de raíz		<i>Esmerilado</i>							
Oscilación <i>La necesaria</i>		Distancia de boquilla a pieza de trabajo: <i>8,0 mm - 10,0 mm</i>							
Pase múltiple o simple		<i>Múltiple</i> Velocidad de avance (rango): <i>9 cm/min - 12 cm/min</i>							
Electrodo simple o múltiple		<i>Simple</i> Martilleo: ---							
Otro:		---							
PROCEDIMIENTO DE SOLDEO									
Pase o capa (s) soldadura	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje (v)	Velocidad de avance (cm/min)	Otros	
		Clase	Díam.	Tipo & Polaridad	Amperaje (A)				
1º	GMAW	ER70S-G	1.20	DC(+)	140-180	17-23	9-12	---	
2º - n	GMAW	ER70S-G	1.20	DC(+)	340-400	27-31	9-12	---	
Respaldo	GMAW	ER70S-G	1.20	DC(+)	340-400	27-31	9-12	---	
NOTAS COMENTARIOS OBSERVACIONES:									
APROBACION		INSPECDAC S.A.C.		CALIDAD CYM		CLIENTE			
Nombres y Apellidos		Roberto Leon		Fernando Chavez					
Fecha		09/08/16		09/08/16					
Firma									

Fuente: CYM

4.6.2.3 Ensayos no destructivos

- Las soldaduras circunferenciales y longitudinales deberán recibir inspección por ultrasonido y tintas penetrantes a 100% independiente de ser ejecutadas en taller. Todas las uniones o cruces de las soldaduras longitudinales y circunferenciales, hechas en taller o en el sitio, deberán ser inspeccionadas 100% por Rayos x.
- Identificar número de junta y cantidad para ser radiografiada. Debe estar indicado sobre la superficie de la tubería que número de junta va ser radiografiado.
- Ejecutar proceso de radiografía.
- La empresa de END emitirá reporte radiográfico.
- Emitir calco de reparación, número de junta, tipo de defecto y ubicación del defecto.

4.6.2.4 Labor del supervisor en el proceso de ensayos no destructivos

- Verifica el ensayo de tintes penetrantes y ultrasonido que se ejecute correctamente.
- Verificar que la tubería a radiografiar se encuentre en la zona de radiografía.
- Verificar toda la información necesaria para dar inicio el proceso de radiografía, tales como:
 - ✓ Tipo de material de tubería y/o accesorio
 - ✓ Número de junta
 - ✓ Código o estampa de soldador y/o operador
 - ✓ Identificación de Procedimiento de Calificación de Soldadura. (WPS)
 - ✓ Proceso de soldadura con que se ejecutó la junta.
- Verificar que Control de Calidad debe solicitar y mantener los reportes radiográficos emitidos por la empresa de END.
- Verificar que el Personal de Control de Calidad identifica aquellas juntas que tengan reporte radiográfico con status "CONFORME", inmediatamente

procederá hacer la liberación, identificando para ser enviado a la zona de GRANALLA.

- Verificar que el Personal de Control de Calidad mantendrá en Stanby los reportes radiográficos en status "REPARAR". Confirmar que este reporte radiográfico viene acompañado con un calco de reparación con la información siguiente:
 - ✓ N° tubería
 - ✓ Número de junta.
 - ✓ Tipo de defecto
 - ✓ Ubicación del defecto (A partir de un punto de referencia).
 - ✓ Longitud de defecto.
 - ✓ Si es posible identificar que soldador y/o operario hizo la junta o indicar en qué número de pase está el defecto.

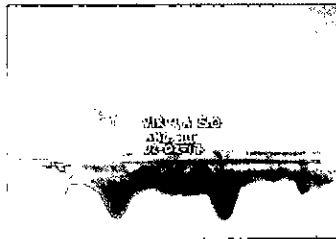
- Verificar que el Personal de Control de Calidad debe confirmar que la información que aparece en el calco debe ser trasladado físicamente a la junta a reparar. Esta labor debe ser ejecutada por personal de la empresa de END.
- Verificar que el Personal de Control de Calidad debe tener una lista donde indica que el producto está por reparar.
- Verificar que el Personal de Control de Calidad debe coordinar con producción para ejecutar la reparación de la junta. Hacer seguimiento a la tubería hasta obtener su segundo reporte de radiografía.
- Verificar que el Control de Calidad debe llevar un archivo de los defectos generados por cada soldador (Defectología).

Figura N° 63 Verificando imperfecciones superficiales



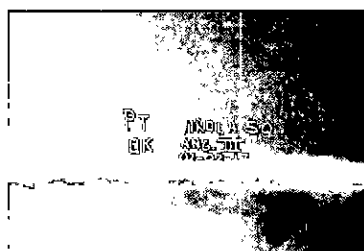
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 64 Inspección a simple vista



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 65 Solo detecta fallas superficiales



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 66 Control de ensayo tintes penetrantes



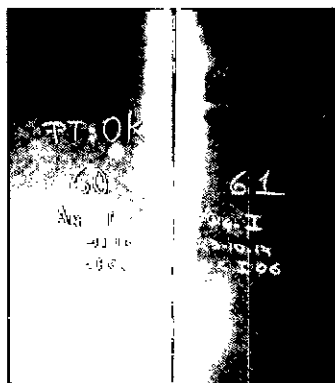
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 67 Aplicación del penetrante circunferencial



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 68 Aplicación del revelador verifica discontinuidad circunferencial



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 69 Control ensayo ultrasonido cordón soldadura longitudinal interior



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 70 Control ensayo ultrasonido circunferencial exterior



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 71 Ensayo control Gammagrafia circunferencial



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 72 Aplicando placa radiográfica al varillon



Fuente: Elaboración propia

INFORME RADIOGRAFICO VARILLON

INSTRUMENTAL		REPORTE DE INSPECCIÓN MEDIANTE GAMMAGRAFIA INDUSTRIAL				PROYECTO: CENTRAL HIDROELÉCTRICA ANGEL I, II Y III		REPORTE N°: 4056-01-13	
CLIENTE: CONSTRUCIONES Y MINERAS CENTRALES GENERALES S.A.C. ELEMENTO EVALUADO: VARILLON EQUIPO: SIEMENS HEC DISEÑO DE JUNTA: 3 PUNOS LIGEROS (RANDEZ) 20 x 200 mm A TORNILLOS: 3 mm x 2.5"		N° DE OBREROS: 2 N° DE PUNOS: 3 N° DE TORNILLOS: 3		TIPO DE SOLDADURA: 2143 N° DE OBREROS: 2 N° DE PUNOS: 3 N° DE TORNILLOS: 3		TIPO DE SOLDADURA: 2143 N° DE OBREROS: 2 N° DE PUNOS: 3 N° DE TORNILLOS: 3		ORGANISMO: INSTRUMENTAL DIRECCIÓN: INSTRUMENTAL FECHA: 01/11/2013	
PREPARADOR: INSTRUMENTAL OPERADOR: INSTRUMENTAL		INSPECCIÓN: INSTRUMENTAL N.º TORNILLOS: 3		CALIFICACIÓN: INSTRUMENTAL N.º TORNILLOS: 3		CALIFICACIÓN: INSTRUMENTAL N.º TORNILLOS: 3		CALIFICACIÓN: INSTRUMENTAL N.º TORNILLOS: 3	
Nº	DESCRIPCIÓN ELEMENTOS	ANÁLISIS	EFECTOS	JUNTA	UNICA	ACEPTADO	RECHAZADO	OTROS	REMARKS
1	VARILLON (PUNTA)		OK	100% OK		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		OK
2						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
6						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
7						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
8						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
9						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
10						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
11						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
12						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
13						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
14						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
15						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
16						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Clase de Inspecciones de acuerdo a ASME VIII División 2013					
Integridad del metal	A1	Perforación puntual	D1	Distorsión	E1
Perforación del metal	A2	Entalpe de soldadura	E1	Distorsión	E2
Perforación del metal en frío	A3	Condiciones de servicio de soldadura	D2	Distorsión	E3
Integridad del metal	B1	Condiciones de servicio	D3	Distorsión	E4
Integridad del metal	C	Distorsión de soldadura	D4	Distorsión	E5
Perforación incompleta	D	Trazo longitudinal	E2	Distorsión	E6

DESARROLLADO POR:		APROBADO POR:			
INSTRUMENTAL	OPERADOR	REVISOR	REVISOR	REVISOR	REVISOR
					01/11/2013

Fuente: CyM

INFORME RADIOGRAFICO CODO

INSPEDAR		REPORTE DE INSPECCIÓN MEDIANTE GAMMAGRAFIA INDUSTRIAL						Procedimiento ISO 9001:2015	
Av. Chile, 1, Barrio San José, 9101 - 9102 TEL: (56) 2 2333 4444 FAX: (56) 2 2333 4444 www.inspedar.cl		Proyecto: CENTRAL HIDROELÉCTRICA ANGEL I, II Y III						Estado: 16/08/2017 Número: 020 Reporte N°: 3950-01-17	
CLIENTE		CONSTRUCCIONES Y MINEROS CONTRATISTAS GENERALES S.A.S.C.				FECHA DE INSPECCIÓN		LUGAR DE INSPECCIÓN	
ELEMENTO EVALUADO:		CANTIDAD PARTIDAS:		NÚMERO DE EXPOSICIONES:		MATERIA:		SISTEMA DE SOLDADURA:	
EQUIPO:		CNC:		370		ASTM A 200 B, SE:		ALFOSA:	
RAZONADO:		Nº DE EXPOSICIONES:		3		TIEMPO EXP.:		MATERIA:	
CÓDIGO DE SINTA:		TIPO DE FILM RADIOGRÁFICO:		TAPADO DE FILM RADIOGRÁFICO:		0.5mm:		FANTASMAS:	
A TORN EN V:		S 400 F 22 C:		10 X 330 mm:		2.5		S. 1.0mm a 1.5mm:	
PENETRANTE:		TIPO:		RADIACION:		TIPO DE:		S. 2.0mm a 3.0mm:	
T ASIN II:		TILLO:		A. 1000:		A. 1000:		S. 3.0mm a 5.0mm:	
ITEM	CÓDIGO DE ELEMENTO	WELDED	WELDED	WELDED	WELDED	ACCEPTADO	RECHAZADO	WELDED	RECHAZADO
1	CODO 2W F218 / 220 - A1		WELDED	WELDED	P1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	WELDED	WELDED
2			WELDED	WELDED	P2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	WELDED	WELDED
3						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
6						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
7						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
8						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
9						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
10						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
11						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
12						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
13						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
14						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
15						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
16						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Clase de imperfecciones de acuerdo a ASME VIII Edición 2013

Aa	Penetración superficial	Da	Fuente transversal	Ea	
Ab	Porosidad dispersa	Db	Rehacer de raíz	Fa	
Ac	Porosidad alineada en raíz	Ea	Concavidad interior de raíz	Ga	
Ba	Escoria entre cordones	Fa	Concavidad exterior	Ha	
C	Falta de fusión	Ga	Descentramiento High Edge	Ia	
D	Penetración incompleta	Ha	Fritura longitudinal	J	

NOTA: Se evaluará de acuerdo a ASME VIII Edición 2013

DIRECCIONES	APROBACIÓN FINAL			
	RESPONSABLE	MEMBRE	FECHA	FECHA
EMPRESA END	POBEN POLEON GALVADE			16/08/2017
SUBCONTRATISTA				
CONTRATISTA				
EMPLEADOR				

Fuente: CyM

4.6.2.5 Proceso reparación de junta soldada

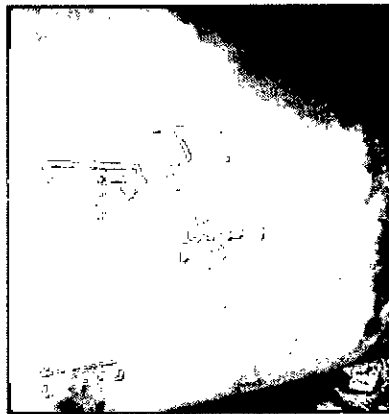
- Designar al soldador para hacer la reparación.
- El soldador se le debe entregar el calco con la información de N° tubería número de junta, tipo de defecto, ubicación del defecto y longitud de defecto.
- Identificar el WPS que usara para reparar.
- Antes de proceder a reparar confirmar que N° tubería y el número de junta a reparar.
- El soldador al momento de realizar la búsqueda del defecto debe comparar la forma física encontrada con forma del calco. Personal de Calidad debe dar visto bueno de la eliminación del defecto.
- Antes de realizar la reparación inspeccionar, la limpieza y adecuado bisel.
- Ejecutar el proceso de soldadura controlando los parámetros según WPS.
- Terminada la reparación Identificar:
- N° Tubería
- Número de junta (Debe llevar la letra "R" junto al número de junta que indica que la junta fue reparada)
- Estampa del soldador
- Procedimiento de Calificación de Soldadura.
- Persona de Control de calidad debe realizar inspección visual e identificar para el envío a la zona de NDT.
- Confirmar resultado de placa, emitir un segundo reporte de radiografía. Statu "CONFORME".
- Identificar tubería para el envío a la zona. (Personal Calidad).

4.6.2.6 Labor del supervisor en el proceso de reparación de junta soldada

- Las tuberías a reparar se traslada a su área de trabajo correspondiente.
- Se verifica documento entregado por END que indica que tubería y junta se va a reparar.
- El soldador que hace la reparación, es indicado por el supervisor.
- Se hace la limpieza mecánica en el área a reparar.

- Se confirma documento entregado por END donde se encuentra el segundo reporte de la radiografía, esperando su conformidad.

Figura N° 73 Reparación cruce de Juntas soldadas J9



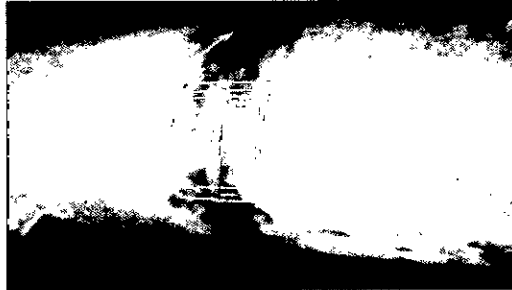
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 74 Reparación cruce de juntas soldadas J10



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 75 Las soldaduras de reparación deberán ser verificadas en 100% por radiografías



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 76 Se identifica el varillon con su serie



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 77 Se termina el varillon con su oreja de izaje y backing



Fuente: Elaboración propia

4.6.3 Tercera Fase: Proceso de liberado de producto

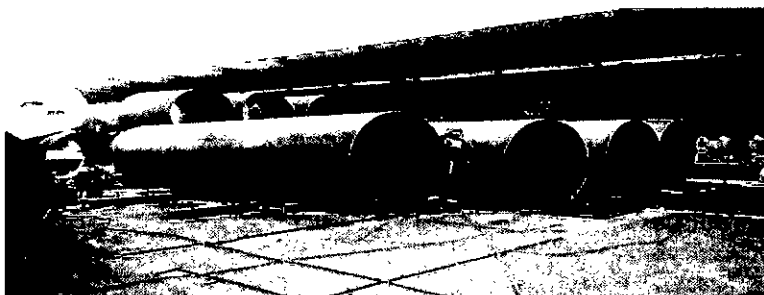
4.6.3.1 Liberación de productos terminados en fierro negro

- Confirmar que la tubería ha sido liberado. Que existe reporte de liberación dimensional y reporte de soldadura.
- Identificar tubería con sus respectivos números de secuencia del montaje, para el envío a la zona. (Labor ejecutado por Personal de Control de Calidad).
- Confirmar que las tuberías tenga reporte radiográfico.
- Trasladar las tuberías a zona de envío hacia el granallado y pintura.

4.6.3.2 Labor del supervisor de productos terminados en fierro negro

- Se verifica documento (reporte radiográfico) de conformidad por parte de END.
- Se supervisa la limpieza mecánica de los productos terminados.
- Se identifica las tuberías para su liberación.
- Se supervisa el traslado de la tubería para el envío a la zona.

Figura N° 78 Apilado de tuberías



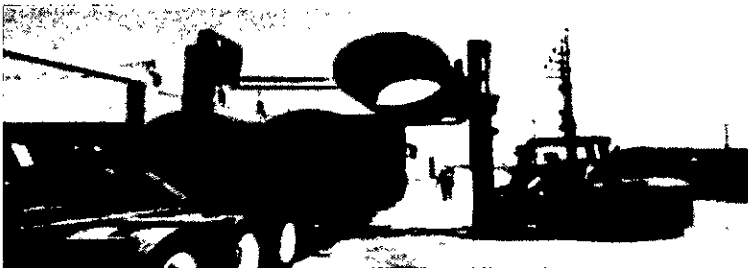
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 79 Cargando tubería en la plataforma



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 80 2 Montacargas para carguío de tuberías



Fuente: Elaboración propia

Figura N°81 Transporte de tubería hacia granallado y pintura



Fuente: Elaboración propia

V. EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICO

5.1 Evaluación técnica

Durante las etapas del proyecto, la gerencia de operaciones solicita informes al área de planeamiento y costos para evaluar el avance, la rentabilidad.

El área de costos brindara los datos reales de las horas hombre, horas máquina, servicio de terceros, materiales utilizados y gastos generales, analizando la rentabilidad del proyecto y las mejoras que se puedan realizar.

El área de planeamiento será la encargada de elaborar el cronograma base y sus modificaciones respectivas según la necesidad del proyecto así como los cuadros de avances de la producción correspondiente.

Tabla N° 1 Precios unitarios trazado corte y biselado

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS POR PARTIDA						
PROYECTO CENTRAL HIDROELECTRICA ANGEL 1, 2, Y 3						
Preparación de Presupuesto N° IP-168-2010-Rev 0						
Fabricación de tubería forjada Ø 1600 mm, e=10mm acero						
PARTIDA:	22 01 01 01				Página	1 de
1.100) TRAZADO, CORTE Y BISELADO					Folio N°	101/2016
Incluye					Lugar	Lima
No incluye	Transporte y Montaje				Folio N°	IP-168-2010-Rev 0
UNIDAD	KG	M2	Rendimiento	Kg/hh	Jornada (trabajo)	15
CANTIDAD	189,360.00	3,323.81	0.01755284		Plazo (Días) =	
Hecho por	CDV	Rivado por:	CGD	Aprobado por:	CGD	
IT.	CONCEPTO	Plazo días	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO US\$	TOTAL US\$
1 MATERIALES						
1.1	Materiales A-M	100%	Kg	189,360.00	0.00	0.00
1.2	Peneil ASTM A325	Kg/Ton	15.00	Kg	2840.40	0.00
1.3	DESPESICIOS			Kg	0.00	0.00
TOTAL MATERIALES					0.00	0.00
2 CONSUMIBLES TALLER						
2.1	Soldadura OE-2 Sin-Cable	Electrica =	0.0%	KG	0.0	19.32
2.2	Origeno (10m3)	M3/Ton =	10.0	M3	1893.6	1.45
2.3	Gas MAP (25 Kg)	Gms / Origeno =	1/4	KG	473.4	1.82
2.4	Orico Esmen P	un/Ton =	3.0	UH	569.0	3.50
2.5	Otros consumibles menores			% MO	4,122.73	3.0%
TOTAL CONSUMIBLES - TALLER						5,768.00
3 MANO DE OTRA FARRICACION - TALLER		67500.00 kg/DIA	2.81	cas	Rendimiento (kg/h)	150.00
3.1	Capataz	1.00	HH	42.00	5.96	251.00
3.2	Caldereiro	4.00	HH	168.32	4.47	753.01
3.3	Operario Origenista	6.00	HH	252.48	4.47	1,129.52
3.4	Obrero mecanico	8.00	HH	336.64	2.83	953.81
3.5	Soldador	0.00	HH	0.00	7.40	0.00
3.6	Ayudante mecanico	10.00	HH	420.80	2.09	878.51
3.7	Operador de Guja	0.50	HH	21.04	3.73	78.44
3.8	Operador de Herbapato	0.50	HH	21.04	3.73	78.44
TOTAL MANO DE OTRA					1,262.40	3,273.64
4 EQUIPOS DE PROT. PERSONAL - EPP						
4.1	Equipos de Protección Personal		MO	4,122.73	5%	206.14
TOTAL EQ. PROT. PERSONAL - EPP - TALLER						206.14
5 EQUIPOS TALLER						
5.1	Soldadora arco sumergido	0.0%	H44	0.00	2.50	0.00
5.2	Cement manual (57)	100.0%	H44	336.64	0.30	100.89
5.3	Equipo p+con (carrito de corte)	100.0%	H44	252.48	1.00	252.48
5.4	Taladro Magnético	0.0%	H44	0.00	0.50	0.00
5.5	Montacarga 4Ton	50.0%	H44	10.52	10.00	105.20
5.6	Guja Pórco de 10 Ton	50.0%	H44	10.52	10.00	105.20
5.7	Platillo D2 - MONTACARGA	Consumo (Cantidad)	10	DAL	7.01	3.87
5.8	Posicionadores y yeadores	0.0%	H44	0.00	2.00	0.00
5.9	Rotador C1C	0.0%	H44	0.00	50.00	0.00
5.10	Andamios y tablon	0.0%	H44	0.00	0.35	0.00
5.11	Herramientas menores varias		MO	4,122.73	3.0%	123.68
TOTAL EQUIPOS TALLER					610.16	714.20
COSTO TOTAL DE FARRICACION					US\$	10,811.57
						0.057 \$/kg
						67,695 \$/TON
1.1	TRAZADO, CORTE Y BISELADO		Kg	189,360.00	0.057 \$/kg	10,811.57

Fuente: CYM S.A.C

Tabla N° 2 Precios unitarios rolado

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS POR PARTIDA						
PROYECTO CENTRAL HIDROELECTRICA ANDEL 1, 2, Y 3						
Preparación de Presupuesto N° P-105-2010-Rev.0						
Fabricación de tuberías forzadas Ø 1600, espesor acero 8						
PARTIDA	22.01.01.01				Página	1 de
1.100	TRAZADO, CORTE Y BISELADO				Fecha	16/02/16
Unidad:	Transporte y Montaje	M2	Rendimiento	Kg/h	Unidad (Unidad)	P-105-2010-Rev.0
CANTIDAD	183.360.00	3.323.81	0.61755284		Plazo (días)	15
Hecho por:	CDV	Revisado por:	C.S.O	Aprobado por:	C.S.O	
IT.	CONCEPTO	Plazo días	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO US\$	TOTAL US\$
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS POR PARTIDA						
PROYECTO CENTRAL HIDROELECTRICA ANDEL 1, 2, Y 3						
Preparación de Presupuesto N° P-105-2010-Rev.0						
Fabricación de tuberías forzadas Ø 1600, espesor acero ASTM A-377 Gr						
PARTIDA	22.01.01.02				Página	2 de
1.200	ROLADO				Fecha	16/02/16
Unidad:	Transporte y Montaje	M2	Rendimiento	Kg/h	Unidad (Unidad)	P-105-2010-Rev.0
CANTIDAD	183.360.00	3.323.81	0.61755284		Plazo (días)	15
Hecho por:	CDV	Revisado por:	C.S.O	Aprobado por:	C.S.O	
IT.	CONCEPTO	Plazo días	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO US\$	TOTAL US\$
1 MATERIALES						
1.1	Materiales A-36	100%	Kg	183.360.00	0.00	0.00
1.2	Perforación ASTM A36	Kg/Ton	Kg	2340.15	0.12	0.00
1.3	DESFERDICIOS		Kg	0.00	10%	0.00
TOTAL MATERIALES					0.12	0.00
2 CONSUMIBLES TALLER						
2.1	Soldadura OE-2-MiCrMo	Eléctrica	0.03%	Kg	58.8	16.32
2.2	Choppo (1Pm5)	M3/Ton	0.0	Kg	0.0	1.45
2.3	Gas MAP (25 Kg)	Gas / Choppo	114	Kg	0.0	1.92
2.4	Óleo Esmerl 7	lit/Ton	0.3	lit	57.0	3.60
2.5	Otros consumibles menores	% MTO		5.315.37	5%	265.77
TOTAL CONSUMIBLES TALLER					64.37	1.662.80
3 MANO DE OBRERA FABRICACIÓN - TALLER						
3.1	Cepillar	1.00	HH	123.78	2.00	731.75
3.2	Cebadero	0.00	HH	0.00	4.47	0.00
3.3	Obrero Rolo	2.00	HH	247.53	4.47	1.107.37
3.4	Obrero mecánico	2.00	HH	247.53	2.83	701.53
3.5	Soldador	2.00	HH	247.53	7.42	1.843.31
3.6	Ayudante mecánico	0.00	HH	0.00	2.00	0.00
3.7	Operador de Grúa	2.00	HH	247.53	3.75	922.51
3.8	Operador de Horno	0.00	HH	0.00	3.75	0.00
TOTAL MANO DE OBRERA					8.00	3.113.88
4 EQUIPOS DE PROT. PERSONAL - EMP						
4.1	Equipos de Protección Personal		Kg	5.315.37	5%	265.77
TOTAL EQ. PROT. PERSONAL - EMP - TALLER						265.77
5 EQUIPOS TALLER						
5.1	MAC Soldadora 450 Amp	100.0%	HH	247.53	1.00	371.20
5.2	Soldadora arco sumergido	0.0%	HH	0.00	2.00	0.00
5.3	Esmerli manual C7	100.0%	HH	247.53	0.20	74.20
5.4	Equipo ox-corta (centro de corte)	0.0%	HH	0.00	1.00	0.00
5.5	Plano lapidario	0.0%	HH	0.00	0.50	0.00
5.6	Hidroscapa 4 Ton	0.0%	HH	0.00	10.00	0.00
5.7	Grúa pórtico de 10 Ton	100.0%	HH	123.78	10.00	1.237.23
5.8	Petrolio D2 - MONTACARGA	Consumo (litros)	lit	0.00	3.87	0.00
5.9	Posicionadores y varedoras	100.0%	HH	0.00	2.00	0.00
5.10	Rotadora C12	100.0%	HH	247.53	50.00	12.378.47
5.11	Andamios y tablas	100.0%	HH	123.78	0.15	43.32
5.12	Herramientas menores varias		Kg	5.315.37	3%	159.40
TOTAL EQUIPOS TALLER					742.62	14.262.46
COSTO TOTAL DE FABRICACION					US\$	21.406.39
					0.115 \$/Kg	113.045 \$/TON
1.2	ROLADO		Kg	183.360.00	0.113 \$/Kg	20.715.39

Fuente: CYM S.A.C

Tabla N° 3 Precios unitarios armado

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS POR PARTIDA						
PROYECTO CENTRAL HIDROELECTRICA ANGEL 1, 2, Y 3						
Preparación de Presupuesto N° IF-158-2010-Rev.0						
PARTIDA	22.01.01.01	Fabricación de tubería forzada Ø 1000 mm, e=10mm acero			Página	1 de
1.100	ARMADO				Fecha	10/1/2010
	Incluye:				Lugar	Lima
	No incluye:	Transporte y Montaje			Ppto. N°	IP-158-2010-Rev.0
	UNIDAD	KG	M2	Rendimiento:	Jornada (hora)	15
	CANTIDAD	189,360.00	3,323.81	0.01755284	Plazo (días)	
	Hecho por:	CDV	Revisado por:	CGD	Aprobado por:	CGD
IT.	CONCEPTO	Plazo días	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO US\$	TOTAL US\$
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS POR PARTIDA						
PROYECTO CENTRAL HIDROELECTRICA ANGEL 1, 2, Y 3						
Preparación de Presupuesto N° IF-168-2010-Rev.0						
PARTIDA	22.01.01.03	Fabricación de tubería forzada Ø 1600, e=18mm acero ASTM A-372 Gr			Página	1 de
1.300	ARMADO				Fecha	10/01/2010
	Incluye:				Lugar	Lima
	No incluye:	Transporte y Montaje			Ppto. N°	IP-168-2010-Rev.0
	UNIDAD	KG	M2	Rendimiento:	Jornada (hora)	15
	CANTIDAD	189,360.00	3,323.81	0.01755284	Plazo (días)	
	Hecho por:	CDV	Revisado por:	CGD	Aprobado por:	CGD
IT.	CONCEPTO	Plazo días	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO US\$	TOTAL US\$
1 MATERIALES						
1.1	Materiales A-36 (DE SEGUNDA CONDICION)	1%	Kg	1,693.60	1.13	2,177.64
1.2	Pernos ASTM A328	Kg/Ton= 15.00	Kg	2,843.45	0.60	0.00
1.3	DESPERDICIOS		Kg	2,177.04	1.09%	217.76
	TOTAL MATERIALES				0.61%	2,395.40
2 CONSUMIBLES TALLER						
2.1	Soldadura OE-2.5NCRMo	Eléctrica = 0.08%	KG	113.01	19.32	2,195.05
2.2	Copero (10m3)	M3/Ton = 1.0	M3	189.36	1.43	274.57
2.3	Gas MAF (25 Kg)	Gas /Ton = 1.4	KG	47.52	1.62	80.71
2.4	Disco Esmeril 7"	un/Ton = 1.0	MH	189.01	3.50	665.00
2.5	Otros consumibles menores		% MO	0,729.14	3%	265.67
	TOTAL CONSUMIBLES - TALLER					3,519.02
3 MANO DE OBRA FABRICACION - TALLER 32626.00 PUNTO 5.20 días Rendimiento (tra-h)						
3.1	Capataz	1.00	H-H	87.00	5.66	519.32
3.2	Carpintero	4.00	H-H	348.25	4.47	1,527.85
3.3	Operario Copaneta	2.00	H-H	174.12	4.47	776.85
3.4	Óctavo mecánico	12.00	H-H	1,044.74	2.83	2,980.11
3.5	Soldador	4.00	H-H	348.25	7.46	2,596.50
3.6	Asistencia mecánico	4.00	H-H	348.25	2.66	927.04
3.7	Operador de Grúa	1.00	H-H	87.00	3.73	324.57
3.8	Operador de Halcapato	1.00	H-H	87.00	3.73	324.57
	TOTAL MANO DE OBRA	29.00		2,424.50	3.83 1/h	9,789.14
4 EQUIPOS DE PROT. PERSONAL - EPP						
4.1	Equipos de Protección Personal		MO	0,789.14	5%	489.46
	TOTAL EQ. PROT. PERSONAL - EPP - TALLER					489.46
5 EQUIPOS TALLER 100%						
5.1	MAQ. Soldadora 400 Amp	100.0%	H-H	348.25	1.50	522.37
5.11	Soldadora arco sumergido	0.0%	H-H	0.00	2.50	0.00
5.2	Esmeril manual 6"	100.0%	H-H	348.25	0.30	104.47
5.3	Equipo así-porta (corte de placa)	100.0%	H-H	174.12	1.00	174.12
5.4	Taladro Magnético	0.0%	H-H	0.00	0.50	0.00
5.5	Montacarga 4 Ton	100.0%	H-H	87.00	10.00	870.00
5.6	Grúa Pórtico de 10 Ton	50.0%	H-H	43.53	10.00	435.31
5.7	Patrón D2 - MONTACARGA	Consumo (Giro)	GAL	58.04	3.87	224.68
5.8	Posicionadores y viradores	100.0%	H-H	348.25	2.00	696.50
5.9	Rotadores C/PC	0.0%	H-H	0.00	50.00	0.00
5.10	Andamios y tablonas	100.0%	H-H	87.00	0.35	30.47
5.11	Herramientas menores varias		MO	0,729.14	3%	265.67
	TOTAL EQUIPOS TALLER			1,082.28		3,352.22
COSTO TOTAL DE FABRICACION					US\$	18,835.37
					U/US \$/Kg	0.104836
					100.317 \$/TON	
1.3	ARMADO		Kg	189,360.00	0.103836	19,645.24

Fuente: CYM S.A.C

Tabla N° 4 Precios unitarios soldadura

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS POR PARTIDA						
PROYECTO CENTRAL HIDROELECTRICA ANGEL 1, 2, Y 3						
Preparación de Presupuesto N° IP-188-2010-Rev.0						
PARTIDA:	22.01.01.01	Fabricación de tuberías forjadas Ø 1800 mm, e=19mm acero			Página	1 de
1.100	TRAZADO, CORTE Y BISELADO				Fecha	16/12/2016
	Incluye:				Lugar	Lima
	No Incluye:	Transporte y Montaje			Pto IP	IP-188-2010-Rev.0
	UNIDAD:	KG	M2	Rendimiento:	Jornada (h/día)	15
	CANTIDAD	183.360.00	1.333.81	0.01733284	Plazo (días)	
	Hecho por:	CDV	Revisado por:	CGO	Aprobado por:	CGO
IT.	CONCEPTO	Plazo días	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO US\$	TOTAL US\$
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS POR PARTIDA						
PROYECTO CENTRAL HIDROELECTRICA ANGEL 1, 2, Y 3						
Preparación de Presupuesto N° IP-188-2010-Rev.0						
PARTIDA:	22.01.01.04	Fabricación de tubería de blindaje Ø 1600, e=19mm acero ASTM A-572			Página	1 de
1.400	SOLDADURA				Fecha	16/12/2016
	Incluye:				Lugar	Lima
	No Incluye:	Transporte y Montaje			Pto IP	IP-188-2010-Rev.0
	UNIDAD:	KG	M2	Rendimiento:	Jornada (h/día)	15
	CANTIDAD	183.360.00	1.333.81	0.01733284	Plazo (días)	
	Hecho por:	CDV	Revisado por:	CGO	Aprobado por:	CGO
IT.	CONCEPTO	Plazo días	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO US\$	TOTAL US\$
1 MATERIALES						
1.1	Abrascivos A-36	100%	Kg	183.360.00	0.00	0.00
1.2	Ferros ASTM A324	Kg/Ton 15.00	Kg	2849.40	0.00	0.00
1.3	DESFERDICIOS		Kg	0.00	10%	0.00
	TOTAL MATERIALES					0.00
2 CONSUMIBLES YALLER						
2.1	Soldadura OE-2.5/4C/Mo	Electrica = 0.00%	KG	1.130.2	16.32	21.350.61
2.2	Oxigeno (10m5)	M3/Ton = 0.0	M3	0.0	1.45	0.00
2.3	Gas MAP (25 kg)	Gas / Oxig = 1/4	KG	0.0	1.92	0.00
2.4	Disco Esmeril 7"	un/Ton = 2.0	UN	379.0	3.50	1.326.50
2.5	Otros consumibles menores		% MO	18.026.62	3%	540.80
	TOTAL CONSUMIBLES - YALLER					23.117.91
3 MANO DE OBRA FABRICACION - YALL						
		7425.00 kg/DIA	25.50 días		Rendimiento (q.h-h)	65.00
3.1	Carpenter	1.00	HH	382.50	5.00	2.281.83
3.2	Caldero	0.00	HH	0.00	4.47	0.00
3.3	Operario Oxigenista	0.00	HH	0.00	4.47	0.00
3.4	Oficial mecánico	4.00	HH	1.530.18	2.85	4.335.33
3.5	Soldador	4.00	HH	1.530.18	7.48	11.406.29
3.6	Asistente metalúrgico	0.00	HH	0.00	2.00	0.00
3.7	Operador de Grúa	0.00	HH	0.00	3.75	0.00
3.8	Operador de Habilidad	0.00	HH	0.00	3.75	0.00
	TOTAL MANO DE OBRA	5.00		5.442.81	5.24 \$/h	18.026.62
4 EQUIPOS DE PROT. PERSONAL - EPP						
4.1	Equipos de Protección Personal		MO	18.026.62	5%	901.33
	TOTAL EQ. PROT. PERSONAL - EPP - YALLER					901.33
5 EQUIPOS YALLER						
		100%				
5.1	Soldadora arco sumergido	100.0%	H-M	1.530.18	2.50	3.825.45
5.2	Esmeril manual Ø7"	100.0%	H-M	1.530.18	0.90	459.05
5.3	Equipo ox-corte (canto de corte)	0.0%	H-M	0.00	1.00	0.00
5.4	Taladro Magnético	0.0%	H-M	0.00	0.50	0.00
5.5	Montacarga 4 Ton	0.0%	H-M	0.00	10.00	0.00
5.6	Grúa Férrea de 10 Ton	0.0%	H-M	0.00	10.00	0.00
5.7	Patíneo D2 - MONTACARGA	Consumo (Gh/W/h) = 10	GAL	0.00	3.87	0.00
5.8	Posicionadores y viraoras	100.0%	H-M	1.530.18	2.00	3.060.36
5.9	Rotadores CRC	0.0%	H-M	0.00	50.00	0.00
5.10	Andamios y tablonas	100.0%	H-M	382.55	0.35	133.88
5.11	Herramientas menores y otros		MO	18.026.62	3%	540.80
	TOTAL EQUIPOS YALLER			4.973.09		8.019.56
COSTO TOTAL DE FABRICACION						
					US\$	50.765.42
						0.268 \$/kg
						268.089 \$/TON
1.4	SOLDADURA		Kg	183.360.00	0.288 \$/kg	50.765.42

Fuente: CYM S.A.C

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se realizó el control e inspección de acuerdo a las normas ASTM y C.E.C.T en la fabricación de tuberías forzadas de las centrales hidroeléctricas Ángel I, II Y III.
- Se analizó el plano de fabricación de las tuberías forzadas, que permitió pasar al proceso de corte y trazado.
- Se evaluó los programas de fabricación de tuberías forzadas para asegurar el cumplimiento de las normas internacionales, el material, el tiempo de ejecución adecuado y por consiguiente el cumplimiento del presupuesto.
- Durante los procesos de fabricación y montaje, la parte principal debe ser la supervisión de las uniones soldadas, mediante los métodos de ultrasonido y rayos x o gamma según noma Asme.

6.2 Recomendación

- La empresa debe programar capacitaciones del personal a fin de establecer conocimientos sólidos de una central hidroeléctrica.
- En el proceso de fabricación se debe ejecutar un trabajo continuo, no debe faltar insumos, herramientas para el desarrollo del trabajo en planta.
- En el proceso de fabricación de tuberías, se debe hacer un pre montaje de estas mismas, con el fin de no tener inconveniente en el montaje de obra para evitar pérdida de tiempo y costo.
- Seguir implementando otros procedimientos de control e inspección para mejorar la calidad del producto.

VII. REFERENCIALES

- 1.- ALAJO ALAJO, Diego Vinicio. ANCHATUÑA CHUCHICO, Eddy. **“Diseño y Construcción de una Pico Central Hidroeléctrica en la Hosteria “Los LLanganates ”Ubicada en el sector Las Carmelitas en el kilómetro 65 de la carretera Salcedo-Tena para Generar Energía Eléctrica Limpia”**. Proyecto de grado Ingeniero Electromecánico. Ecuador. Universidad Técnica de Cotopaxi. 2013
- 2.- ASME Section IX – **“Qualification Standard for Welding, Brazing, and Fusing Procedures; Welderss, Brazers; and Welding, Brazing, and Fusing Operators”**. ASME Boiler & Pressure Vessel Code, edition.2013.
- 3.- CACERES VERGARA, Julio Andrés. **“Estudio de pre- factibilidad de la microcentral hidroeléctrica de San Pedro de Huacos”**. Lima- Canta.2006.
- 4.- CEDEÑO MORENO, Miguel Ángel. **“Estandarización del cálculo estructural para tuberías de presión para centrales hidroeléctricas”**. Ecuador. Escuela superior politécnica de Chimborazo. 2014.
- 5.- Guía para el desarrollo de una pequeña central hidroeléctrica, **ESHA**. 2006. 305p.
- 6.- ORTIZ Flores, Ramiro. **“Pequeñas centrales hidroeléctricas, McGraw Hill”**.2001.
- 7.- OVIEDO CORNEJO, Javier Octavio. **“Tuberías forzadas de la hidroelectrica Machu Picchu. Universidad de Ingenieria”**. Tesis de grado. Universidad Nacional de Ingenieria. Perú.1989.

- 8.- PAJUELO SANTOS, Víctor Alejandro. **“Estudio de la Pequeña Central Hidroeléctrica de Monzón”**. Proyecto de grado Ingeniero Civil. Lima. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2007
- 9.-Standard API 650 – **“Welded Tanks for Oil Storage”** – 12va. Ed.2013.
- 10-. FLORES MOLLINEDO, Eslin Angel. **“Soldabilidad del acero ASTM a-517 gr. b para la aplicación en tubería forzada de la central hidroeléctrica Huanza – Lima”**. Tesis de grado. Arequipa. Universidad Nacional de San Agustín .Perú. 2017.
- 11.- YAÑEZ VEGA, Gerzon Fernando **“Diseño hidráulico de la conducción forzada de la central hidroeléctrica aricota 3”**. Tesis de grado. Lima. Universidad Nacional de San Marcos.2016
- 12.- VALENCIA VELEZ, Alejandro. RINCON CASTRO, Cristian Camilo. **“Criterios de Diseño y Montaje para una Central Hidroeléctrica con capacidad de generación de 20 MW”**. Proyecto de grado Ingeniero Mecánico. Santiago de Cali. Universidad Autónoma de Occidente. 2013

<VIII. ANEXOS Y PLANOS

Anexo A.- Plan de calidad

Anexo B.- Registro de control de calidad

Anexo C.- Registro de inspección de materiales

Anexo D.- Procedimientos de control e inspección

Anexo E.- Documentos de ensayos no destructivos

Anexo F.- Procedimiento de inspección radiográfica para juntas soldadas de tuberías de acero de diámetro externo menor a 3.5pulg. (89mm)

Anexo G.- Procedimiento específico de inspección radiográfica para juntas soldadas de tuberías de acero de diámetro externo mayor a 3.5

Anexo H.- Procedimiento de inspección por ultrasonido en juntas soldadas de componentes mayores a 20" (500mm) de diámetro.


Anexo I.- Procedimiento de soldadura

Anexo J.- Especificación técnica de blindaje.

Anexo k.- Cronograma de actividades

Anexo L.- Planos


ANEXO A
PLAN DE CALIDAD

	FORMATO	CÓDIGO: CC-RG-01
	PLAN DE CALIDAD	VIGENTE DESDE 19-02-16
		VERSIÓN: 00 Página 1 / 3

PROYECTO: CENTRAL HIDROELÉCTRICA ÁNGEL I, II Y III

“PLAN DE CALIDAD”

Elaboró:	Revisó:	Aprobó

 CONSTRUCTORES Y MINEROS	FORMATO	CODIGO: CC-RG-01
	PLAN DE CALIDAD	VIGENTE DESDE 19-02-16
		VERSIÓN: 00 Página 2/9

DATOS GENERALES	
PROYECTO:	
ORDEN DE TRABAJO N° :	CLIENTE:
FECHA DE EMISIÓN:	REVISIÓN:

1. OBJETIVO


Establecer los pasos necesarios para lograr, asegurar y garantizar que los trabajos de fabricación de tuberías forzadas ejecutados por CONSTRUCTORES Y MINEROS S.A.C, cumplan con los requerimientos de la calidad establecidos en los documentos técnicos, tales como especificaciones técnicas y planos del proyecto.

2. ALCANCE

El presente proyecto comprende la "Supervisión de la fabricación de tuberías forzadas de las centrales hidroeléctricas Ángel I, II y III" aplica su sistema de Gestión de calidad a todas las fases de desarrollo, permitiendo satisfacer los requerimientos técnicos contractuales y exigidos.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de "Fabricación de tuberías forzadas de las centrales hidroeléctricas Ángel I, II y III" va facilitar y dará la seguridad para generar la energía en las centrales hidroeléctricas.

	FORMATO	CODIGO: CC-RG-01
	PLAN DE CALIDAD	VIGENTE DESDE 19-02-16
		VERSIÓN: 00 Página 2/9

1. ABREVIACIONES


Organismos y abreviaciones aplicados al proyecto que CONSTRUCTORES Y MINEROS S.A.C satisfacen:

2. CÓDIGOS Y NORMAS

AISC American Institute of Steel Construction
ANSI American National Standards Institute
ASTM American Society for Testing and Materials
RCSC Research Council on Structural Connections
AWS American Welding Society

3. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO


Ref. 6c120093.2016

	FORMATO	CODIGO: CC-RG-01
	PLAN DE CALIDAD	VIGENTE DESDE 19-02-16
		VERSIÓN: 00 Página 3/9

4. DEFINICIONES

En este documento se utilizan los términos definidos y contenidos en el Manual de Gestión de Calidad y los documentos generados por el cliente.

- a) Plan de calidad: Documento que establece las prácticas de calidad específicas, recursos organización y secuencia de actividades pertinentes a un producto, proyecto o contrato particular.
- b) Fabricante: Empresa encargada de la fabricación de tuberías forzadas de la central hidroeléctricas Ángel I, II y III. Fabricante será especificada como C Y M S.A.C.
- c) Contratista principal: Generadora de energía del Perú S.A
- d) Planos: planos de diseño, modelos, listas de materiales, planos suministrados por el propietario u otros, los cuales se adjuntan y forman parte de esta especificación.
- e) Verificación de la calidad: Es la observación selectiva de los procesos de Ingeniería, Abastecimiento, Operación de fábrica, Gestión de la calidad.
- f) Ensayo: Actividad dirigido hacia a la aprobación de un elemento o componente específico.
- g) Procedimiento: Documentación (escrito), implementando y manteniendo en el Sistema de Gestión de la Calidad.

	FORMATO	CODIGO: CC-RG-01
	PLAN DE CALIDAD	VIGENTE DESDE 19-02-16
		VERSIÓN: 00 Página4/9

5. RESPONSABILIDADES

5.1. Gerencia de proyecto

Es responsable de hacer cumplir todas las actividades estipuladas en los procedimientos, a través de las Especificaciones Técnicas planificar e implementar según requerimiento , controlar evaluar avance del proyecto para el cumplimiento de las metas propuestas para el aseguramiento de la calidad.

5.2. Gestión de calidad


Es responsable de hacer cumplir todas las actividades estipuladas en los procedimientos, a través de las Especificaciones Técnicas planificar e implementar según requerimiento, controlar evaluar avance del proyecto para el cumplimiento de las metas propuestas para el aseguramiento de la calidad.

5.3. Administración de contratos

Departamento que controla y administra el proyecto, para lo cual interactúa con los distintos departamentos involucrados en el proceso productivo, para cumplir con las exigencias y plazos indicados por el cliente.

5.4. Gerentes y jefes de departamento

Los gerentes y jefes de los distintos, departamentos, involucrados en la gestión de producción e inspección de control, son los responsables directos para capacitar a todos los involucrados en las exigencias y dar el cumplimiento de las normativas estipuladas en este Plan de Calidad.

	FORMATO	CODIGO: CC-RG-01
	PLAN DE CALIDAD	VIGENTE DESDE 19-02-16
		VERSIÓN: 00 Página5/9

5.5. Jefe de montaje

Asegurar la implementación y cumplimiento del presente plan de calidad, brindando todos los recursos necesarios para tal fin, así mismo será responsable de la planificación, gestión de los recursos en Obra y control y aseguramiento de la calidad.

5.6. Residente de obra

Requerir y proveer los recursos necesarios para garantizar el cumplimiento del presente plan. Se asegurará de contar con las inspecciones y certificaciones a cargo de especialistas o personal competente antes que los equipos sean usados.

5.7. Supervisor de obra


Difundir el presente procedimiento.
Implementar y capacitar a todo el personal designado a esta tarea, y verificar el cumplimiento.

5.8. Supervisor de calidad

Verificar el cumplimiento de los ensayos programados y emitir los correspondientes informe de inspección y protocolos de control.

6. ORGANIGRAMA DEL PROYECTO

Para el desarrollo del proyecto "Centrales hidroeléctricas Ángel I, II y III", C y M ha dispuesto de una organización para la fabricación de tuberías.

	FORMATO	CODIGO: CC-RG-01
	PLAN DE CALIDAD	VIGENTE DESDE 19-02-16
		VERSIÓN: 00 Página 6/9

1. CONTROL DE DOCUMENTOS Y DATOS

7.1 Documentos

Una vez finalizado el proyecto se enviara el Dossier de Calidad en forma fisica (original) y digital, a través del Administrador de contratos de C y M S.A.C.

7.2 Certificados de calidad de materiales

Todos los certificados de calidad de material equipos en general, se adjuntaran en el dossier de calidad del proyecto para ser entregado al cliente.

7.3 Verificación de los productos comprados

Se establece e implementa la inspección y otras actividades necesarias para asegurarse de que el producto comprado cumple con los especificados en la orden de compra.


2. IDENTIFICACIÓN Y MANEJO DE LA DOCUMENTACIÓN

8.1 Documentos

Los documentos técnicos que se generen en el proyecto, serán controlados por el Área de control de calidad.

8.2 Revisión y aprobación

Todos los documentos emitidos por C y M S.A.C, serán revisados y aprobados por el cliente o su representante, dentro de los plazos acordados entre las partes de cada caso.

	FORMATO	CODIGO: CC-RG-01
	PLAN DE CALIDAD	VIGENTE DESDE 19-02-16
		VERSIÓN: 00 Página 7/9

8.3 Archivo

Toda la correspondencia entre C y M S.A.C, será a través del control documentario considerados para el proyecto.

7. CONTROL DE PROCESO

En inspección por END, a uniones soldadas de penetración completa.

- a) Inspección dimensional
- b) Inspección visual de soldaduras

Los puntos de control e inspección son ejecutados por el personal del área de control de calidad, con calificación y competencia.

8. INSPECCIÓN, PRUEBAS Y VERIFICACIÓN


10.1 Inspección

El área de control de calidad realizara la inspección correspondiente y sustentara en un protocolo el cumplimiento de cada actividad.

10.2 Inspección dimensional, visual

La inspección dimensional y visual de la soldadura se realizara de acuerdo a los planos de montaje y a las especificaciones técnicas.

La inspección visual de las uniones soldadas, comprenderá en defectos como socavaciones, poros y otros de acuerdo a AWS D1.5.

	FORMATO	CODIGO: CC-RG-01
	PLAN DE CALIDAD	VIGENTE DESDE 19-02-16
		VERSIÓN: 00 ->ágina8/9

10.3 Inspección por ultrasonido

Para las centrales hidroeléctricas se aplicara el ensayo de ultrasonido. Los resultados obtenidos de ensayo se registraran en el "Informe de ensayo de ultrasonidos a tuberías forzadas".

10.4 Inspección por tintes penetrantes


Se realizara la aplicación tintes penetrantes aleatoriamente a las juntas a filete de los elementos principales para la verificación.

9. CONTROL DE EQUIPO DE MEDICIÓN Y ENSAYO

El área de control de calidad, es responsable de hacer cumplir que todos los equipos de inspección y ensayo cumplan con la certificación de calibrado

10. MANIPULACIÓN, ALMACENAMIENTO Y DESPACHO

Para el almacenamiento, el contratista deberá preparar un terreno cercado designándose áreas de depósitos, áreas libres.

	FORMATO	CODIGO: CC-RG-01
	PLAN DE CALIDAD	VIGENTE DESDE 19-02-16
		VERSIÓN: 00 Página 9/9

11. CONTROL DE REGISTROS DE CALIDAD

13.1 REGISTROS

- a) Los registros son controlados y mantenidos por el área de control de calidad
 b) La documentación se genera en forma paralela a la liberación, archivándose los siguientes registros:

- Certificados de calidad de aceros consumidos
- Certificados de calidad de la soldadura
- Calificación de soldadores y operadores de soldaduras
- Informe elementos pintados.

13.2 DISTRIBUCIÓN



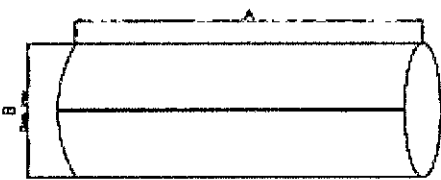
La entrega del dossier de calidad se realizara de acuerdo a los especificados en el Alcance de contrato aprobado por el cliente.

La entrega se realizara a través de control documentario


12. REGISTROS DE LIBERACIONR

- Registro de calidad recepción de materiales
- Registro de calidad de control topográfico
- Registro de calidad Check List de liberación
- Registro de calidad de verificación
- Registro de calidad de inspección visual de soldadura
- Registro de tintes penetrantes

ANEXO B
REGISTRÓ DE CONTROL DE CALIDAD

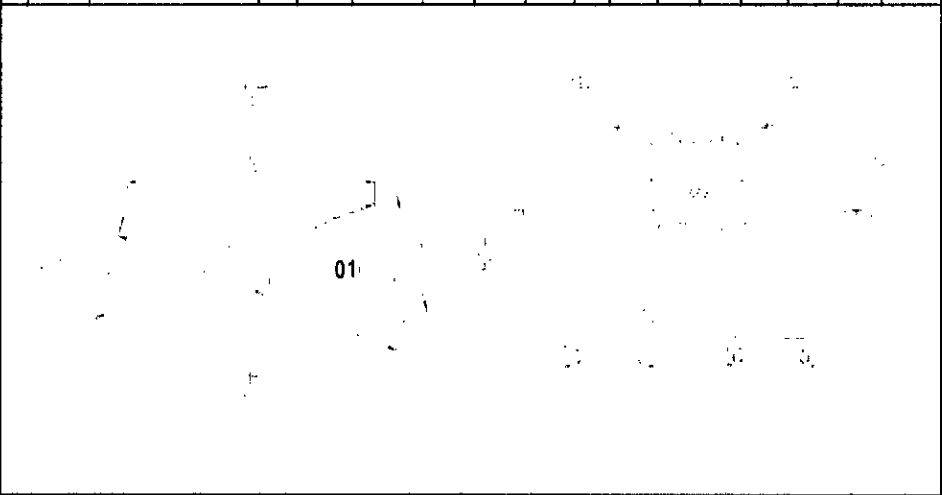
		CONTROL DE CALIDAD		CC-REG-08									
		REGISTRO DE INSPECCIÓN DIMENSIONAL		Rev:	0								
		Fecha:	17.06.10	Rev:	1 de 1								
1.- NOMBRE DEL PROYECTO: CENTRALES HIDROELÉCTRICAS ANGEL I, II, III													
CLIENTE: GEPSA				REGISTRO N°									
ESTRUCTURA: TUBERÍAS O VIROLAS 10 AL 12 ANGEL II				FFCMA - 10-42-2012									
2.- GRAFICO Y/O PLANO ADJUNTO													
													
Tubería X: (10 al 12)													
3.- INSPECCION													
N°	PLANTILLA TUBERIA X	DATA	MON (mm)	DESA. (mm)	DE (mm)	RFNRY (mm)	E. AZULL (mm)	E. AZULL (mm)	ESP. (mm)	RESULT. FINAL	COMEN.	DETALLE DE INSPECCION	RESULTADO
01	10	A.	3480	2450	0	E	-	-	-	E	-	Abstracción de escoria	-
		B.	1580	1487	1	E	-	-	-	C	-	Abstracción de escoria	-
02	11	A.	3480	2452	2	E	-	-	-	E	-	Carbón y escoria	C
		B.	1480	1401	1	E	-	-	-	C	-	Perforación	-
03	12	A.	400	302	0	E	-	-	-	C	-	Perforación	-
		B.	1480	1401	1	E	-	-	-	C	-	Perforación Curvatura	C
												Perforación, alfiler	-
												Perforación	-
												Perforación	-
												Perforación	C
												Perforación	-
												Perforación	C
												Perforación	C
LEENDA: Q = CONFORME NC = NO CONFORME													
3.- COMENTARIOS:													
Inspección según CCTC-2008-05-0001													
4.- APROBACIÓN:													
SUP. CALIDAD		SUP. DE PRODUCCION		SUP. CLIENTE									
FECHA		FECHA		FECHA									

Fuente: CYM

	CONTROL DE CALIDAD		CC-REG-02	
	REGISTRO		Rev	0
INSPECCION DE HABILITADO DE ELEMENTOS			Fecha	24/05/2016
			Pág	1 de 1

1. - NOMBRE DEL PROYECTO: TUBERIA FORZADA CENTRAL HIDROELECTRICA ANGEL III - CHIAMAYO				
CLIENTE: GEPSA			REGISTRO N°	
ESTRUCTURA: PLANCHAS HABILITADAS PARA CONO 01 IZQUIERDO Y DERECHO ANGEL II			FECHA: 17/01/2017	

2. INSPECCION																	
ITEM	COD ELEMENTO	DESCRIPCION	CANT.	DETALLE, BISEL	AGUJEROS	ESPESOR	LONGITUD (A)			LONGITUD (B)			DIAGONAL: 2500m			RESULT. FINAL	
							NOM.	REAL	DIF.	NOM.	REAL	DIF.	C	D	DIF.		
1	01 D	PL ASTM A572 GR 50	1	30'	-	16	2522	2523	1	1005	1004	-1	2586	2589	1	C	
2	01 I	PL ASTM A572 GR 50	1	32'	-	10	2522	2523	1	1005	1008	1	2587	2587	0	C	
3																	
4																	
5																	
6																	




LEYENDA: C = CONFORME, NC = NO CONFORME

3. COMENTARIOS:		


4. APROBACION:		
SUP. CALIDAD	SUP. PRODUCCION	SUP. CLIENTE
FIRMA	FIRMA	FIRMA
FECHA	FECHA	FECHA

Fuente: CYM

	CONTROL DE CALIDAD		CC-PFG-45											
	REGISTRO DE INSPECCION VISUAL DE SOLDADURA				Rev: 0 Fecha: 21 Dic 2016 Pág: 1 de 1									
1. NOMBRE DEL PROYECTO: CENTRALES HIDROELÉCTRICAS ANGEI I, II, III														
CLIENTE: GEPSA				REGISTRO Nº:										
ESTRUCTURA: TUBERÍAS O VROLAS #02, 03, 05 ANGEI II				FECHA: 31-10-2016										
2. GRABADO Y/O PLANO ALZADO														
<p>JX</p> <p>TUBERÍA X: (02, 03, 05)</p>														
3. INSPECCION:														
Nº	CODIGO ELEMENTO	Nº VERTICALES	TIPO JUNTA	TIPO	PROC. DE SOLD.	ELECTRODOS	SOL. FUNDIC.	CANTIDAD DE SOLDADURA (mm)		CANTIDAD DE SOLDADURA (mm)		FECHA	RESULTADO	OBSERVACION
								HTM	HTAL	HTM	HTAL			
01	02 I	J 02 I	TOPE	134-16	GMW	ERTOS-6	NRL 03	-	-	10	10	28-oct-16	C	
02	02 D	J 02 D	TOPE	134-16	GMW	ERTOS-6	NRL 02	-	-	10	10	31-oct-16	C	
03	03 I	J 03 I	TOPE	134-16	GMW	ERTOS-6	JCA 01	-	-	10	10	31-oct-16	C	
04	03 D	J 03 D	TOPE	134-16	GMW	ERTOS-6	NRL 02	-	-	10	10	30-oct-16	C	
05	05 I	J 05 I	TOPE	134-16	GMW	ERTOS-6	NRL 02	-	-	10	10	28-oct-16	C	
06	05 D	J 05 D	TOPE	134-16	GMW	ERTOS-6	NRL 02	-	-	10	10	27-oct-16	C	
07														
08														
09														
10														
11														
12														
LL, RL, NLA, Confesion (C), no Confesion (NC), Secación (SD), Coordinación (C), Falso Control (L), Falso Control (L), Falso Control (L), Falso Control (L), Falso Control (L), Falso Control (L), Falso Control (L), Falso Control (L), Falso Control (L), Falso Control (L), Falso Control (L), Falso Control (L), Falso Control (L), Falso Control (L), Falso Control (L)														
3. COMENTARIOS:														
Inspección según Acta Sección VSI obra N.º 1. CECT Steel Heredia S.A.														
4. APROBACION:														
SUP. CALIDAD					SUP. DE PRODUCCION					SUP. CLIENTE				
FECHA					FECHA					FECHA				

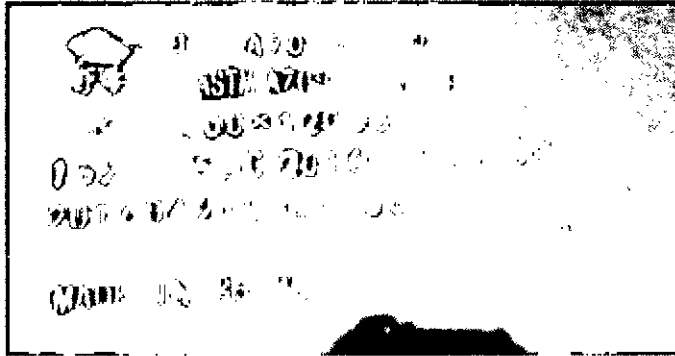
Fuente: CYM

ANEXO C
REGISTRÓ DE INSPECCIÓN DE MATERIALES

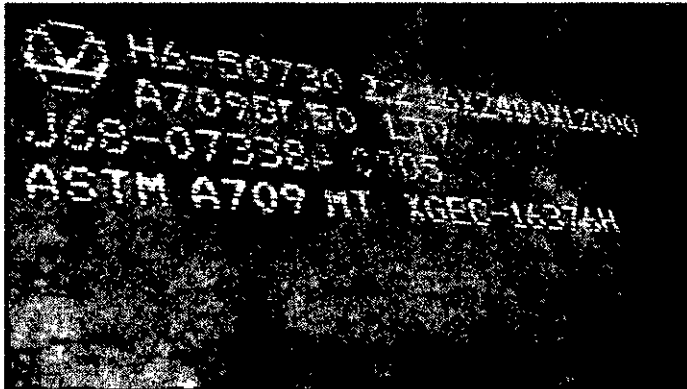
		CONTROL DE CALIDAD				CC-REQ-01			
REGISTRO DE INSPECCIÓN DE RECEPCIÓN DE MATERIALES						REVISIÓN	0		
						FECHA	24/03/2016		
						PÁGINA	1 de 1		
1.- NOMBRE DEL PROYECTO: CENTRALES HIDROELÉCTRICAS ANGEL I, II, III									
CLIENTE: GEPSA		PROVEEDOR: COMASA				FECHA DE RECEPCIÓN:	07-ago-17		
Código de Emisión AF: 009029283						FECHA DE INSPECCIÓN:	07-ago-17		
ORDEN DE COMPRA N°:						REGISTRO N°:			
2.- INSPECCIÓN:									
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISCONTINUIDAD	SC	SP	N° CERTIFICADO	N° COLADA	RESULTADO	OBSERVACIONES
1	PL. ASTM A709 GR-50 12 X3000X12000 mm	↑	-	-	✓	00700150820160373162	101070563	C	H
2	PL. ASTM A709 GR-50 12 X3000X12000 mm		-	-	✓	00700150820160373162	101070563	C	
3	PL. ASTM A709 GR-50 12 X3000X12000 mm		-	-	✓	00700150820160373167	101070570	C	
4	PL. ASTM A709 GR-50 12 X3000X12000 mm		-	-	✓	00700150820160373163	101070570	C	
5	PL. ASTM A709 GR-50 12 X3000X12000 mm		-	-	✓	H86 4E293 2 1	H6500743.0	C	
6	PL. ASTM A709 GR-50 12 X3000X12000 mm		-	-	✓	H86 4E210 1 1	H6500791.0	C	
7	PL. ASTM A709 GR-50 12 X3000X12000 mm		-	-	✓	H86 4E209 2 1	H6500792.1	C	
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
LEYENDA: C= Conforme, NC= No Conforme, rechazado R= Retenido, Res= Resaca, Cs= Caracola, superior, L= Laminado, Ab= Abolladura, SC= Suministrado por el Cliente, SP= Suministrado por el Proveedor									
3.- COMENTARIOS:									
Segun ASTM A81 ABN 2010									
4.- APROBACION:									
SUPERVISIÓN CALIDAD		SUPERVISIÓN ALMACEN			SUPERVISIÓN CLIENTE				
Nombre:		Nombre:		Nombre:					
Firma:		Firma:		Firma:					
Fecha:		Fecha:		Fecha:					

Fuente: CYM

REGISTRÓ DE RECEPCION DE MATERIALES




Fuente: CYM



Fuente: CYM

ANEXO D
PROCEDIMIENTOS DE CONTROL E INSPECCIÓN

	PROCEDIMIENTO	CODIGO: CC-RG-01
	INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA DE TUBERIAS FORZADAS	VIGENTE DESDE 19-02-16
		VERSIÓN: 00 Página 1/9

1. OBJETIVO

Determinar mediante la observación directa de un depósito de soldadura, la forma de perfil, así como las discontinuidades superficiales existentes con la finalidad de proceder a su corrección de acuerdo con la Norma o Código en uso.

2. ALCANCE

Desde la recepción de materiales, proceso de fabricación hasta terminar los elementos

3. POLITICA


- a. Los criterios de aceptación se basan en las cláusulas y subcláusulas establecidas en el AWS D1.5 en versión vigente
- b. Toda indicación que sea confusa o poca definida será inspeccionada mediante partículas magnéticas o tintes penetrantes.
- c. El supervisor de control de calidad deben cumplir con los requisitos de calificación de acuerdo al AWS D1.5 sección 6.1.4.

4. RESPONSABILIDADES

El supervisor de control de calidad es responsable de asegurar el cumplimiento de lo indicado en este documento

5. EQUIPOS Y MATERIALES

- Lentes, linternas, espejos
- Galgas
- Vernier
- Huinchas, escala de aceros
- Lámparas

	PROCEDIMIENTO	CODIGO: CC-RG-01
	INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA DE TUBERIAS FORZADAS	VIGENTE DESDE 19-02-16
		VERSIÓN: 00 Página 2/9

6. DESCRIPCIÓN

6.1 TÉCNICA

La inspección visual directa y remota se realizara observando la forma de perfil y comparándolo con lo establecido y de acuerdo los criterios de aceptación mencionados en el numeral 3a.

6.2 CONDICIONES DE INSPECCION

- Limpieza, superficie de la soldadura libre de partículas extrañas
- Iluminación mínima: 1000 Lux
- 4.5.2 Distancio ojo – objeto: 300 milímetros
- 4.5.3 Angulo: (+30,-30°), de inclinación referente al eje perpendicular al elemento observado

6.3 PATRONES DE COMPARACIÓN



a. No se acepta lo siguiente:

- Overlap- o convexidad excesiva
- Concavidad excesiva, cráteres, tamaño de soldadura, cuando excede los criterios de aceptación estipulado en la AWS D1.1
- Socavación o mordedura, que excede el criterio de aceptación de la AWS D1.5.
- Porosidad excesiva
- Inclusión de escoria excesiva
- Fisuras en la soldadura
- Falta de metal de aporte

b. Los perfiles de soldadura deben verificarse de acuerdo a lo indicado en la figura 5.4 del AWS D1.5.

ANEXO E
DOCUMENTOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

INFORME RADIOGRAFICO

		REPORTE DE INSPECCIÓN MEDIANTE GAMMAGRAFIA INDUSTRIAL				Proceso: 015-0001-0001-06 Fecha: 31/08/2017 Estado: CYM REPORTE N°: 4066-01-17			
Av. Olaya 4, Barrio de la Cruz, Lima 2, PE. Perú Teléfono: 011- 4281 1131 www.spectra.pe		Proyecto: CENTRAL HIDROELÉCTRICA ANGEL I, II Y III							
CLIENTE	CONSTRUCTORA Y INGENIERO CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.			PLANTA DE INSPECCIÓN	GRUPO ANGEL I	INDICAR DE PROBLEMAS	SANTO ANGELO		
ELEMENTO EVALUADO	ALICATA	ESPELOR METRICO	M. 1000	RESERVA	3 mm	ALICATA ANGEL I	ALICATA		
EQUIPO	WESTINGHOUSE	Calib.	218.1		TIEMPO EXP.	PROFUNDIDAD	ALICATA		
RADIOGRAFIA	Radio 152	Nº DE EMISIONES	2		0.5 mm	0.5 mm	ALICATA		
DESARROLLO	COMER	LICITACION	LICITACION		RESERVA	RESERVA	ALICATA		
A TOPE DE ALICATA	5 mm J 25C	ACERCA DE	ALICATA ANGEL I		3-4	ALICATA ANGEL I	ALICATA		
PLANTILLA	TIPO	INDICACION	ALICATA ANGEL I		ALICATA ANGEL I	ALICATA ANGEL I	ALICATA		
									
ITEM	DESCRIPCION DE ELEMENTO	ESPELOR	PROCESO	ALICATA	PLACA	ACEPTADO	RECHAZADO	INDICAR PROBLEMAS	UBICACION
1	VARILLÓN PLATA		ANGEL I	ANGEL I		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	C	ANGEL I
2						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
6						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
7						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
8						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
9						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
10						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
11						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
12						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
13						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
14						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
15						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
16						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Clase de Imperfecciones de acuerdo a ASME VIII Edición 2015

Porosidad Agujereada	A1	Porosidad superficial	De	Trazo Transversal	6b
Porosidad dispersa	A2	Reduccion de espesor	K	Trazo longitudinal	6c
Porosidad alineada en espesor	A3	Concentricidad exterior	Dd	Trazo en T	7
Alcornoque	B1	Concentricidad interior	Dc	Trazo en Z	8
Falta de Fusion	C	Desalineamiento High-Low	Dh	Trazo en Y	9
Penetraciones Incompletas	D	Trazo Longitudinal	6a		

NOTA: Se evaluará de acuerdo a ASME VIII Edición 2015

OBSERVACIONES	APROBACION FINAL			
	RESPONSABLE	NOMBRE	FECHA	FECHA
	EMPRESA ENG	INGENIEROS GONZALEZ		01/09/2017
	SUBCONTRATISTA			
	CONTRATISTA			
	EMPLAZADOR			

Fuente: CYM

CLIENTE		CONSTRUCTORES Y INGENIEROS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C			FECHA DE INSPECCION	NUMERO	LUGAR DE TRABAJO	USO	
ELEMENTO EN AZUMBO:		ESPELOR METALICA	20 mm	ACERINO	1 mm	CLASE DE MATERIA	ASTM A 106 Gr. B	SUPERFICIE SOLDADA	ALICATA
EQUIPO		VERTICAL 800	GR:	S/P	TIEMPO EXP. (SE-16-10V/14)	RELACION	ASTM E 192	TEMPERATURA	21
RADIOFONO		Radio P2	NO DE EXPOSICIONES	2	TIEMPO PA (SE-16-10V/14)	TECNICA RADIOGRAF.	2-4	Dist. fuente a objeto	220 mm
DISEÑO DE JUNTA		TIPO DE SOLDADURA	TAMANO DE FILM RADIOGRAFICO	AGRA DA	AGRA DA	24	Dist. fuente a placa	220 mm	Dist. placa a placa
A LOPEZ EN V		5 mm (22%)	AGRA DA	20 x 300 mm	AGRA DA	24	Dist. placa a placa	220 mm	Dist. placa a placa
PERIFEROMETRO		TIPO	NUMERO	AGRA DA	AGRA DA	24	Dist. placa a placa	220 mm	Dist. placa a placa
ASTM B		HOLD	AGRA DA	AGRA DA	AGRA DA	24	Dist. placa a placa	220 mm	Dist. placa a placa


ITEM	CODIGO DE ELEMENTO	ESPELOR	PROCESO	JUNTA	PLAZA	ACEPTADO	RECLAMADO	USO	UBICACION
1	CODO 216 / 216 / 210 AI	-	GRAN	100/100-100	P1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Al, Ac	
2		-	GRAN	100/100-100	P2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Al, Al, C	
3						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
6						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
7						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
8						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
9						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
10						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
11						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
12						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
13						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
14						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
15						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
16						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Clase de Imperfecciones de acuerdo a ASME VIII Edición 2015					
Porosidad Agrupada	Aa	Penetración externa	De	Fuente Transversal	Eb
Porosidad Dispersa	Ac	Resque de raíz	Df	Sacado externo	Fa
Porosidad aleatoria en raíz	Ac	Concavidad interior de raíz	Dg	Sacado externo	Fb
Escoria entre cordones	Ba	Concavidad exterior	Dh	Rechazo de soldadura	T
Falta de Fusion	C	Descentramiento High-Low	Di	Corrosión irregular	U
Penetración Incompleta	D	Fisura Longitudinal	Ee		

NOTA: Se evaluará de acuerdo a ASME VIII Edición 2015

OBSERVACIONES	APROBACIÓN FINAL				
	RESPONSABLE	NOMBRE	FIRMA	FECHA	
		EMERSON CMO	CONTRATISTA GENERAL		15/08/2017
		SUBCONTRATISTA			
		CONTRATISTA			
	EMPLEADOR				

Fuente: CYM

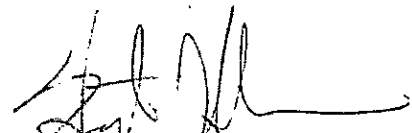
 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3 -2014	PROCEDIMIENTO:
		INS-ASME-RT004-15
		REV. 01
		FECHA: 09/01/2017
		PAG 112 DE 19


**PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA PARA
JUNTAS SOLDADAS DE TUBERÍAS DE ACERO DE DIÁMETRO
EXTERNO MENOR A 3.5Pulg. (89mm)**


DANIEL RAMÍREZ GARCÍA
NIVEL II ASNT TC IA
RT-UT-MT-VT-LP

INSPECDAC S.A.C.

Roberto León Davalos
NIVEL II SNT TC - 1A RT-UT-MT-PT-VT


Hector J Silverman
ASNT NDT Level III 17319

 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 OF 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspedac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3 -2014</p>	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT004-15
		REV. 01
		FECHA: 09/01/2017
		PAG 113 DE 19

INDICE

1. OBJETIVO
2. ALCANCES
3. DOCUMENTACION Y NORMAS DE REFERENCIA
4. CALIFICACION DE LOS INSPECTORES
5. MATERIAL A SER ENSAYADO
6. GENERALIDADES
7. REQUISITOS GENERALES
8. EQUIPOS Y MATERIALES
9. CALIBRACION
10. ENSAYO RADIOGRAFICO
11. EVALUACION
12. DOCUMENTACION
13. FORMATO DE REPORTE DE ENSAYO RADIOGRAFICO

ANEXO F

**PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA PARA
JUNTAS SOLDADAS DE TUBERÍAS DE ACERO DE DIÁMETRO
EXTERNO MENOR A 3.5Pulg. (89mm)**

 <p>Av. Oscar. R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3 -2014	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT004-15
		REV. 01
		FECHA: 09/01/2017
		PAG 114 DE 19

1.- OBJETIVO

El objetivo de la elaboración de este procedimiento de Gammagrafía Industrial está orientado a la estandarización de los parámetros de ejecución de este método, adecuándolos a nuestros requerimientos y necesidades basados en el Código ASME B31.3 - 2014, en la inspección radiográfica para la evaluación de soldaduras a tope en la etapa de fabricación de tuberías de diámetro externo menor o igual a 3.5Pulg. (89mm).

2.- ALCANCES

Este procedimiento a sido elaborado para cubrir los alcances requeridos en el desarrollo del Proyecto, ejecutado por la Empresa

3.- DOCUMENTACIÓN Y NORMAS DE REFERENCIA

- Código ASME secc. V. – 2015 Art. 2
- ASME B31.3 - 2014
- Especificaciones del proyecto.

4.- CALIFICACIÓN DE LOS INSPECTORES

Los inspectores serán entrenados y calificados como Nivel I ó II de acuerdo con los requisitos de la ASNT, Procedimiento SNT-TC-1A.

Cada operador calificado debe de realizar las actividades que son compatibles con su nivel de calificación.

5.- MATERIAL A SER ENSAYADO

Juntas soldadas a tope en tuberías de Acero al Carbono ó Acero Inoxidable de diámetros menores o iguales a 3.5 pulg. (89mm).

 <p>Av. Oscar. R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf/Fax (51 1)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3 -2014</p>	<p>PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT004-15</p>
		<p>REV. 01</p>
		<p>FECHA: 09/01/2017</p>
		<p>PAG 115 DE 19</p>

6.- GENERALIDADES

6.1.- Antecedentes de Identificación de la Inspección a Realizar

La información general de las uniones soldadas a radiografiar será, proporcionada por la compañía a cargo del desarrollo del proyecto y contará con número de proyecto, nombre del fabricante, procedimientos de soldadura, marca de la soldadura, identificación del soldador, planos isométricos, etc.

6.2.- Seguridad Radiológica

El ensayo deberá ser realizado con completa seguridad hacia el público y personal de operadores, para lo cual, se debe cumplir con la normativa vigente proporcionada por el IPEN.

7.- REQUISITOS GENERALES

7.1.- Condiciones Requeridas Para La Superficie a Ser Ensayada y Métodos De Preparación.

Las superficies soldadas que serán ensayadas deberán presentar condiciones adecuadas de modo que no interfieran con el resultado final del ensayo, es decir, la superficie de contacto entre la película y la pieza debe de estar limpia y libre de rugosidades excesivas, ondulaciones, óxidos, salpicaduras de soldaduras, etc.

Si fuera necesario, las superficies podrán ser esmeriladas, escobilladas, raspadas, o preparadas de alguna forma para ejecutar el ensayo.

Previamente las zonas a inspeccionar tendrán que haber pasado la inspección visual efectuada por el responsable de control de calidad de la empresa contratista.

7.2.- Radiación Secundaria

Para verificar la radiación secundaria durante cada exposición, se colocará en la parte posterior de la película un símbolo "B" con las siguientes medidas: 13mm de alto y 1.5mm de espesor.

 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Tel./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3 -2014</p>	<p>PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT004-15</p>
		<p>REV. 01</p>
		<p>FECHA: 09/01/2017</p>
		<p>PAG 116 DE 19</p>

7.3.- Identificación en la Radiografía

Para la identificación y trazabilidad de la unión soldada en la placa radiográfica se deben emplear números y letras de plomo.

En cada placa radiográfica se deberá introducir información mínima, la misma que aparecerá como imagen radiográfica. Esta información deberá contener por lo menos los siguientes datos y en ningún caso deberá interferir con la zona de interés:


- Nombre del proyecto
- Fecha de la Toma Radiográfica
- Ubicación de la placa o Código de Junta
- Indicador de calidad de imagen

Opcionalmente:

- Nombre o las iniciales del nombre del operador
- N° de plano

7.4.- Control del Límite de Densidad Radiográfica

Para controlar la densidad de la película, se usará un densitómetro o una película patrón de comparación de densidades.

 <p>Av. Oscar. R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3 -2014	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT004-15
		REV. 01
		FECHA: 09/01/2017
		PAG 117 DE 19

8.- EQUIPOS Y MATERIALES

La aplicación de éste ensayo requiere el empleo de:

- Una fuente productora de radiación (Rayos Gamma). Para este caso utilizaremos una fuente de emisión de rayos gamma Ir-192.
- Placas radiográficas, que revelada muestren una imagen fotográfica por transparencia.


Esta imagen radiográfica, es el registro de la estructura interna del objeto en una proyección plana, que correctamente interpretada nos permitirá dar información sobre las presencias de discontinuidades, cambios de sección, variaciones de densidades o composición, que pueden o no constituir un defecto.

8.1.- Películas

Se empleará película radiográfica industrial, utilizando las siguientes marcas y tipos de películas:

MARCA ⁽¹⁾ FABRICANTE	TIPO	CALIDAD
AGFA	D4, D5	I
AGFA	D7	II
KODAK	INDUSTREX MX125 (D4), INDUSTREX T200 (D5)	I
KODAK	INDUSTREX AA400 (D7)	II

1) Otra marca deberá aprobarse previamente

 <p>Av. Oscar. R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf/Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3 -2014</p>	<p>PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT004-15</p>
		<p>REV. 01</p>
		<p>FECHA: 09/01/2017</p>
		<p>PAG 118 DE 19</p>

8.2.- Procesamiento de la Pelicula

Para el control de calidad del procesamiento de las placas radiográficas, se usará la guía estándar SE-999 o los párrafos 23 al 26 de la guía estándar para examinación radiográfica dada en el estándar SE-94, puede utilizarse como guía para procesar la película, excepto la Sección 8.1 de SE-999 no es requerido.

8.3.- Chasis

Se utilizarán chasises flexibles de cartón y sus dimensiones serán de acuerdo al tamaño de la placa radiográfica a utilizarse, es decir, estará en función del diámetro, del espesor y ancho del cordón de soldadura que se desea inspeccionar.

Al reutilizar estos chasises, se deberá tener la precaución de revisarlos para ver si están en buenas condiciones.

8.4.- Pantallas

Se utilizarán pantallas de óxido de plomo, una anterior de 0.027mm y una posterior de 0.027mm de espesor esta última para minimizar los efectos de la radiación secundaria.

Alternativamente se podrán utilizar pantallas de plomo de 0.127mm de espesor en vez de las pantallas de óxido de plomo.

La superficie de estas pantallas debe estar pulida para así conseguir un contacto íntimo entre ellas y la película radiográfica.

 <p>Av. Oscar. R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3 -2014	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT004-15
		REV. 01
		FECHA: 09/01/2017
		PAG 119 DE 19

8.5.- Indicador de Calidad de Imagen (I.Q.I)

Se pueden utilizar indicadores de calidad de imagen del siguiente tipo:

De Alambres, los cuales han sido fabricados e identificados en concordancia con los requerimientos dados en el estándar SE-747 del artículo 2 del Código ASME Secc V.

Las designaciones para estos tipos de indicadores de calidad de imagen se dan en la siguiente tabla:

Diámetro			Diámetro		
Set A		Identidad	Set B		Identidad
in.	(mm)		in.	(mm)	
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		
in.	(mm)		in.	(mm)	
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

 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 OF. 1203 Lima Telé/Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspedac.com</p>	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3 -2014	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT004-15
		REV. 01
		FECHA: 09/01/2017
		PAG 120 DE 19

8.6.- Negatoscopio

Se usará un negatoscopio provisto de una ventana de dimensiones de la placa, provisto de una intensidad de 740 lumen como mínimo.

Este negatoscopio contará con una intensidad tal que la luz ilumine las áreas de densidad promedio de la radiografía, sin encandilar ni causar sombras y difundiendo la luz en forma homogénea sobre el área de observación.

9.- CALIBRACION

9.1.- Tamaño de la Fuente

El fabricante o proveedor de la fuente radiactiva deberá proporcionar la data técnica, curvas o tablas de decaimiento, así como el tamaño máximo de la fuente, el cual será válido como verificación del tamaño físico.

9.2.- Densitómetro y Film Comparativo Escalonado de Densidades

9.2.1.- Densitómetro

El densitómetro deberá ser calibrado cada 90 días (3 meses) de uso de la siguiente manera:

a) Mediante el uso de un film de calibración de densidades escalonado debidamente verificado y certificado por el Nacional Institute of Standards and Technology (NIST), el cual contenga como mínimo 5 pasos con densidades neutrales y se usarán desde un mínimo de 1.0 hasta 4.0. El Film comparativo debe ser verificado dentro del último año con un patrón estándar a menos que antes de su primer uso este haya sido mantenido en su empaque original sellado e impermeable, según lo provisto por el fabricante. Los films de calibración se pueden utilizar sin verificación por un año luego de la abertura de su empaque original, con tal que este dentro la vida útil, la cual es indicada por el fabricante.

 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf/Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3 -2014</p>	<p>PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT004-15</p>
		<p>REV. 01</p>
		<p>FECHA: 09/01/2017</p>
		<p>PAG 121 DE 19</p>

b) Se deberá seguir paso a paso las instrucciones del fabricante para la correcta operación del densitómetro.

c) El densitómetro deberá dar las lecturas más cercanas correspondientes del film de calibración para las densidades de los pasos 1.0, 2.0, 3.0 y 4.0.

d) El densitómetro será aceptable si las lecturas proporcionadas no tienen una variación fuera de ± 0.05 unidades de densidad desde los valores correspondientes al film de calibración.

9.2.2.- Film Comparativo Escalonado

El film comparativo deberá ser verificado antes de su primer uso de acuerdo a las indicaciones del fabricante, como sigue:

a) Las densidades de cada paso del film comparativo deberá ser verificado por un densitómetro calibrado.

b) El Film Comparativo será aceptable si la lectura obtenida en cada paso no varía fuera de ± 0.1 unidades de densidad, indicada en el film comparativo escalonado de densidades.

9.2.3.- Verificación Periódica

a) **Densitómetro.** La verificación periódica será como se describe en 9.2.1, así como al inicio de cada cambio, luego de 8 horas continuas de uso o luego de cada apertura, cualquiera que sea primero.

b) **Film Comparativo.** La verificación de las lecturas del film comparativo deberá ser realizada anualmente de acuerdo con 9.2.2.

 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf/Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3 -2014	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT004-15
		REV. 01
		FECHA: 09/01/2017
		PAG 122 DE 19

9.2.4.- Documentación

a) Densitómetro. La calibración del densitómetro requerida por 9.2.1 deberá ser documentada, pero, las lecturas actuales obtenidas no tienen que ser grabadas. Las verificaciones periódicas requeridas por 9.2.3 (a) no tienen que ser documentadas.

b) Film de Calibración Escalonado. La verificación de las lecturas obtenidas en el film de calibración requeridas por 9.2.1 (a) deberán ser documentados, pero las lecturas actuales obtenidas no tienen que ser grabadas.

c) Film de Comparación Escalonado. La verificación de las lecturas obtenidas en el film comparativo requerido por 9.2.2 y 9.2.3 (b) deberán ser documentados, pero, las lecturas actuales obtenidas no tienen que ser grabadas.

10.- ENSAYO RADIOGRAFICO

10.1.- Técnica de Exposición


La técnica de exposición utilizada para la toma de juntas soldadas en tuberías de diámetro externo menor a 3.5" (89mm), será la Técnica de Doble Pared.

10.1. 1.- Técnica de Doble Pared en Tuberías de Diámetro Externo Menor a 3.5" (89mm)

Mediante esta técnica, la radiación pasa a través de las dos paredes del diámetro del tubo y la imagen radiográfica de la soldadura de las dos paredes será la que se observará para la evaluación (Vista de Doble Pared).

En esta técnica solo se deberá usar un penetrómetro ubicado del lado de la película. Al usar esta técnica se deberá tener cuidado de asegurar que la penumbra geométrica no sea excedida.

1) La soldadura puede ser proyectada sobre el plano del film como una forma elíptica, incidiendo el haz de radiación con un ángulo suficiente para separar la imagen de la porción de soldadura del lado de la fuente y de la porción del lado del film, para que estas no se traslapen e interfieran para

 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 Of 1203 Lima Telf/Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3 -2014</p>	<p>PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT004-15</p>
		<p>REV. 01</p>
		<p>FECHA: 09/01/2017</p>
		<p>PAG 123 DE 19</p>

su respectiva evaluación. Cuando se requiere evaluar el desarrollo completo de la soldadura se deberá hacer un mínimo de dos exposiciones cada 90° para cada junta.

2) Para realizar la toma elíptica se deberá tener la consideración de que la distancia Fuente-Película deberá ser siete veces el diámetro de la tubería y el ángulo de inclinación para la exposición respecto al plano de la soldadura deberá ser aproximadamente de 15°.

3) Como una alternativa, la soldadura puede ser radiografiada haciendo incidir el haz directamente sobre el plano del film de tal manera que la porción de la soldadura del lado de la fuente se superpondrá en la porción del lado del film. Cuando se requiere la evaluación total de la soldadura es necesario hacer como mínimo tres exposiciones cada 60° o 120° para cada junta.

4) Si se requiere la evaluación total de la soldadura y no se puede hacer la toma radiográfica con el mínimo número de exposiciones según (1) o (2), deberá hacerse tomas adicionales.



Av. Oscar R. Bonavides 3008 Of. 1203 Lima
 Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ
 www.inspecdac.com

**PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE
 GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL
 SEGÚN ASME B31.3 -2014**

PROCEDIMIENTO:
 INS-ASME-RT004-15

REV. 01

FECHA: 09/01/2017

PAG 124 DE 19

Figura 1 - Técnica de Pared Doble / Vista Doble

Diámetro Externo	Técnica de exposición	Vista Radiográfica	Arreglo fuente/película/soldadura		I.Q.I		Posición de los marcadores
			Vista frontal	Vista lateral	Selección	Posición	
3 1/2" (89mm) o menores	Pared Doble (no menos de 2 exposiciones a 90°)	Pared Doble: Elipse formada por las imágenes del lado de la fuente y el lado del film			Tabla T276	Lado Película	Lado Película
3 1/2" (89mm) o menores	Pared Doble (no menos de 3 exposiciones a 60° o 120°)	Pared Doble: Imagen superpuesta del lado de la fuente y el lado del film			Tabla T276	Lado Película	Lado Película

 <p>Av. Oscar. R. Benavides 3008 Of 1203 Lima Tel./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3 -2014</p>	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT004-15
		REV. 01
		FECHA: 09/01/2017
		PAG 125 DE 19

10.2.- Energía de Radiación

Para la obtención de radiografías se utilizará radiación gamma, Ir- 192. Se deberá usar la técnica adecuada para obtener la sensibilidad radiográfica requerida que en general es influenciada por:

- La selección del film.
- La selección de las pantallas intensificadoras.
- La penumbra geométrica.

10.3.- Dirección de la Radiación

La dirección del haz de radiación será centralizada en el área de interés siempre que sea posible.

10.4.- Penumbra Geométrica

10.4.1.- Determinación de la penumbra Geométrica

La penumbra geométrica será calculada de acuerdo con:

$$Ug = F \cdot d / D$$


Donde:

Ug = Penumbra geométrica

F = Tamaño de la Fuente (máxima dimensión proyectada de la fuente de radiación sobre el plano perpendicular a la distancia D desde la soldadura o el objeto a ser radiografiado)

D = Distancia desde la fuente de radiación a la soldadura u objeto

d = Distancia desde la soldadura del lado de la fuente a la película

 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3 -2014	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT004-15
		REV. 01
		FECHA: 09/01/2017
		PAG 126 DE 19

10.4.2.- Limitaciones de la Penumbra Geométrica

Los valores máximos recomendables para la penumbra geométrica son como siguen:

Material	U _g
Espesor, Pulg. (mm)	Máximo, Pulg. (mm)
Menor a 2 (50)	0.020 (0.51)
De 2 hasta 3 (50 – 75)	0.030 (0.76)
Mayor a 3 hasta 4 (75 – 100)	0.040 (1.02)
Mayor a 4 (100)	0.070 (1.78)

Nota: el espesor del material es el espesor en el cual esta basado la selección del IQI.

10.5.- Localización de las Marcas

Las marcas (ver Figura 2) son las imágenes radiográficas que aparecen en el film, estas por lo general son de plomo y deben ser colocadas sobre el material inspeccionado y no sobre el chasis del film, estas localizaciones deberán ser marcadas permanentemente sobre el material con un marcador de metal, con la finalidad de llevar una adecuada trazabilidad o realizar un mapeo adecuado de las zonas inspeccionadas.

La localización de las marcas deberá ser como sigue:

10.5.1.- Vistas de Pared Doble (Elípticas)

Para vistas elípticas se deberá colocar como mínimo por cada exposición, una marca con las letras A y B adyacentes a la soldadura las cuales indicaran las exposiciones a 90° una respecto a la otra.



Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima
Tel/Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ
www.inspecdac.com

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3 -2014

PROCEDIMIENTO:
INS-ASME-RT004-15

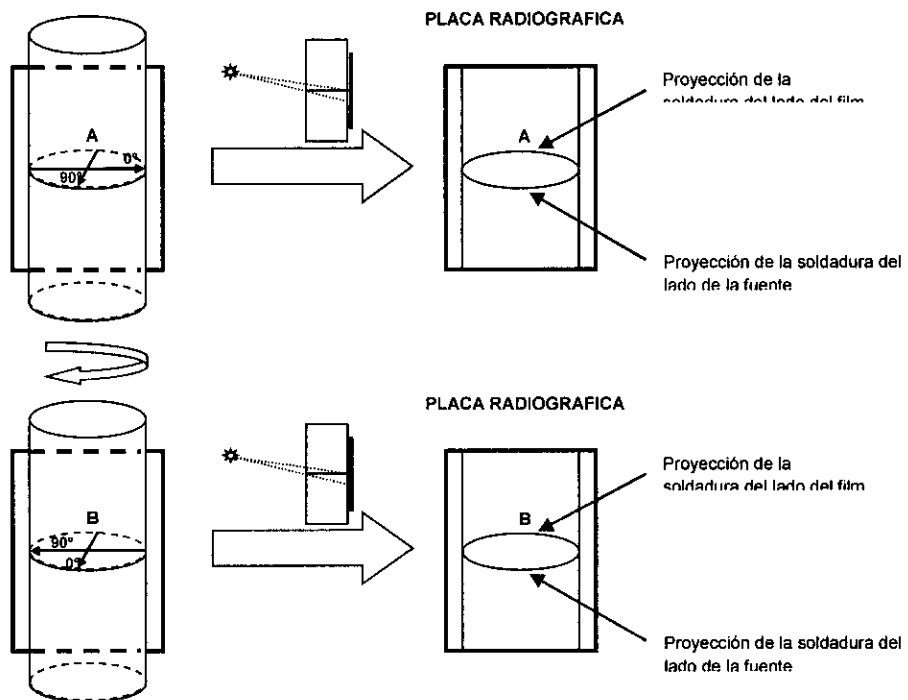
REV. 01

FECHA: 09/01/2017

PAG 127 DE 19

La letra de la marca correspondiente será colocada en la parte central del eje mayor de la elipse y adyacente a la porción de soldadura que estará en contacto con la placa radiográfica en el momento de la exposición. En la imagen radiográfica la letra de la marca adyacente a la porción de la elipse indicará que esta se encuentra del lado del film, mientras que la otra porción de la elipse será la proyección de la soldadura del lado de la fuente (ver figura 2).

Figura 2. Ubicación de las Marcas en Exposiciones Elípticas





Av. Oscar R. Benavides 3088 Of. 1203 Lima
Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ
www.inspeccdac.com

**PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE
GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL
SEGÚN ASME B31.3 -2014**

PROCEDIMIENTO:
INS-ASME-RT004-15

REV. 01

FECHA: 09/01/2017

PAG 128 DE 19

10.5.2.- Mapeo y Colocación de la localización de las Marcas

Cuando la colocación de las marcas sea impracticable se deberá realizar un mapeo dimensionado de la localización de las placas radiográficas, el cual será acompañado del respectivo reporte radiográfico para mostrar las zonas inspeccionadas.

10.6.- Selección del Indicador de Calidad de Imagen (I. Q. I)

10.6.1.- Material


El I.Q.I deber ser del mismo material que se va a radiografiar o en su defecto de algún otro material que sea de menor absorción tal como se indica en SE-747 del Artículo 22 del Código ASME Secc. V.

10.6.2.-Tamaño

Los diámetros del alambre designado como esencial en el I.Q.I, será como se especifica en la tabla T-276.

**TABLE T-276
IQI SELECTION**

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

 <p>Av. Oscar. R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3 -2014	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT004-15
		REV. 01
		FECHA: 09/01/2017
		PAG 129 DE 19

a) Soldadura con Refuerzo

La selección del indicador está basada en el espesor nominal de la pared simple más, el refuerzo de soldadura estimado, el cual no debe exceder el máximo permitido por el código de referencia. Los backing rings o platinas de refuerzos no serán considerados para la selección del I.Q.I.

b) Soldadura sin Refuerzo

La selección del indicador está basada en el espesor nominal de la pared simple. Los backing rings o platinas de refuerzos no serán considerados para la selección del penetrámetro.

10.7.- Uso del I.Q.I para Controlar el Ensayo Radiográfico

10.7.1.- Colocación del I.Q.I

a) I.Q.I del Lado de la Película

El indicador se debe ubicar por el lado de la película en contacto con la parte que se va a examinar, una letra de plomo "F" al menos tan alta, como el número de identificación del indicador, se debe ubicar junto o sobre el indicador.

b) Localización del I.Q.I para Soldadura (Penetrámetro de Alambres).

El indicador se pondrá sobre la soldadura y el código de identificación del mismo estará en el metal base asimismo los alambres deberán colocarse de manera perpendicular a la soldadura.

El número de identificación la letra "F" no deben interferir con el área de interés excepto cuando la configuración geométrica de la soldadura lo haga impracticable.

10.7.2.- Numero de I.Q.Is

Cada placa radiográfica de la elipse deberá mostrar como mínimo la imagen de un I.Q.I. tomando las consideraciones dadas anteriormente.

 Av. Oscar. R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Tel./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3 -2014	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT004- 15
		REV. 01
		FECHA: 09/01/2017
		PAG 130 DE 19

11.- EVALUACION

11.1.- Calidad de la Radiografía


Las zonas de interés de todas las radiografías deberán estar libres de marcas o manchas mecánicas, químicas u otras manchas, para no ser confundidas con la imagen de alguna discontinuidad de la soldadura a ser radiografiada. Tales manchas incluyen, pero no están limitadas a:

- a) Velo,
- b) Defecto del proceso tales como rayas, manchas de agua, o manchas químicas.
- c) Rasguños, marcas de los dedos, arrugas, polvo, etc.
- d) Indicaciones falsas debido a pantallas defectuosas.
- e) Marcas de estática.

11.2.- Densidad Radiográfica

11.2.1.- Límites de Densidad

La densidad transmitida de la película a través de la imagen radiográfica del cuerpo del penetrómetro apropiado y el área de interés, será de un mínimo de 2.0 y un máximo de 4.0 empleando rayos gamma. Se permite una tolerancia de ± 0.05 para las variaciones entre las lecturas dadas por el densitómetro.

 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf/Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3 -2014</p>	<p>PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT004-15</p>
		<p>REV. 01</p>
		<p>FECHA: 09/01/2017</p>
		<p>PAG 131 DE 19</p>

11.2.2.- Variación de la Densidad

a) General. Si la densidad de la radiografía en cualquier parte del área de interés varía por más de un mínimo de 15% o más del 30% de la densidad del cuerpo del penetrómetro, dentro de los rangos (min./max.) especificados en el punto 11.2.1, entonces se debe usar un Penetrómetro adicional para cada área específica y se debe volver a tomar la radiografía. Cuando se calcula la variación permitida en densidad, se puede aproximar redondeado a lo más cercano 0.1 dentro del rango especificado en el punto 11.2.1.

11.3.- Sensibilidad del Penetrómetro

La radiografía debe ser ejecutada con una técnica de sensibilidad suficiente para mostrar el alambre esencial del I.Q.I de alambres, los cuales son indicadores esenciales de la calidad de imagen de la radiografía. Las radiografías deberán mostrar letras y números de identificación de los I.Q.I usados.

11.4.- Excesiva Radiación Secundaria

Si una imagen clara de la "B" como se describe en 7.2, aparece en un fondo oscuro de la radiografía, la protección contra la radiación secundaria es insuficiente y la radiografía deberá ser considerada inaceptable. Una imagen oscura de la "B" en un fondo claro no es causa de rechazo.

11.5.- Evaluación por el Fabricante o Contratista

El Fabricante o Contratista será responsable de la revisión, interpretación, evaluación y aceptabilidad de todas las radiografías para asegurar el cumplimiento del artículo 2 y la sección del código de referencia. Como ayuda para la revisión y evaluación, la documentación requerida por 12.1 de la técnica radiográfica deberá ser completada antes de la evaluación. El formato de revisión radiográfica requerida por 12.2 deberá ser completada durante la evaluación.

Los detalles de la técnica radiográfica y el formato de la revisión radiográfica deberán ser acompañados con las respectivas placas radiográficas.

 <p>Av. Oscar. R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3 -2014</p>	<p>PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT004-15</p>
		<p>REV. 01</p>
		<p>FECHA: 09/01/2017</p>
		<p>PAG 132 DE 19</p>

12.- DOCUMENTACION

12.1.- Detalle de Información del Examen Radiográfico

En ayuda de la propia interpretación radiográfica, se acompañará un documento con el detalle de la técnica empleada en el examen radiográfico, incluyendo un mínimo de información. Adjunto a este procedimiento se anexa la hoja de reporte con la información necesaria para tal fin.

12.2.- Formato de Revisión Radiográfica


El Fabricante o Contratista deberá preparar un formato de revisión radiográfica incluyendo un mínimo de información como sigue:

- a) un listado de la localización de cada radiografía
- b) la información requerida en 12.1, por inclusión o por referencia.
- c) evaluación y disposición de los materiales o soldaduras inspeccionadas.
- d) Identificación del Fabricante o Contratista o representante quien será el que de la aceptabilidad de las radiografías
- e) datos de la evaluación del Fabricante o Contratista.

12.3.- Interpretación

Las radiografías serán examinadas e interpretadas por el inspector de END en cumplimiento con la sección del código de referencia. El inspector tendrá que certificar la interpretación de cada radiografía y tener a disposición el material examinado para la revisión de la interpretación radiográfica.

El inspector que realice los trabajos de gammagrafía industrial deberá contar como mínimo con una certificación en el Nivel II según SNT-TC-1A vigente y calificar en base a los criterios a continuación mencionados.



Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima
 Telf/Fax (51)-726-4514 - LIMA - PERU
 www.inspecdac.com

**PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE
 GAMMAGRAFIA INDUSTRIAL
 SEGUN ASME B31.3-2014**

PROCEDIMIENTO:
 INS-ASME-RT004-15
 REV. 01
 FECHA: 09/01/2017
 PAG 133 DE 19

ASME B31.3-2012

Table 341.3.2 Acceptance Criteria for Welds and Examination Methods for Evaluating Weld Imperfections (Cont'd)

(12)

NOTES:

- (1) Criteria given are for required examination. More stringent criteria may be specified in the engineering design. See also paras. 341.5 and 341.5.3.
- (2) Branch connection weld includes pressure containing welds in branches and fabricated tabs.
- (3) Longitudinal groove weld includes straight and spiral (helical) seam. Criteria are not intended to apply to welds made in accordance with a standard listed in Table A-1 or Table 376.1. Alternative test: Test requires examination of these welds; see para. 341.9.
- (4) Fillet weld includes socket and seal welds, and attachment welds for slip-on flanges, branch reinforcement, and supports.
- (5) These imperfections are evaluated only for welds ≤ 5 mm ($3/16$ in.) in nominal thickness.
- (6) Where two limiting values are separated by "and," the lesser of the values determines acceptance. Where two sets of values are separated by "or," the larger value is acceptable. T_n is the nominal wall thickness of the thinner of two components joined by a butt weld.
- (7) Tightly butted unfaired root faces are unacceptable.
- (8) For groove welds, height is the lesser of the measurements made from the surfaces of the adjacent components; both reinforcement and internal protrusion are permitted in a weld. For fillet welds, height is measured from the theoretical throat, Fig. 378.5.2A; internal protrusion does not apply.
- (9) For welds in aluminum alloy only, internal protrusion shall not exceed the following values:
 - (a) 1.5 mm ($1/16$ in.) for thickness ≤ 2 mm ($3/16$ in.)
 - (b) 2.5 mm ($1/8$ in.) for thickness > 2 mm and ≤ 6 mm ($1/4$ in.)
 For external reinforcement and for greater thicknesses, see the tabulation for symbol L.

**PROCEDIMIENTO DE ENSAYO
 DE GAMMAGRAFIA INDUSTRIAL
 SEGUN ASME B31.3-2014**

PROCEDIMIENTO:	INS-ASME-RT004-
	15
REV.	01
FECHA:	09/01/2017
PAG	134 DE 19



Criterion Value Notes for Table 341.3.2

Symbol	Criteria	Acceptable Value Limits (Note (6))										
A	Extent of imperfection	Zero (no evident imperfection)										
B	Depth of incomplete penetration Cumulative length of incomplete penetration	$\leq 1 \text{ mm } (1/16 \text{ in.})$ and $\leq 0.2T_w$ $\leq 38 \text{ mm } (1.5 \text{ in.})$ in any 150 mm (6 in.) weld length										
C	Depth of lack of fusion and incomplete penetration Cumulative length of lack of fusion and incomplete penetration (Note (7))	$\leq 0.2T_w$ $\leq 38 \text{ mm } (1.5 \text{ in.})$ in any 150 mm (6 in.) weld length										
D	Size and distribution of external porosity	See BPV Code, Section VIII, Division 1, Appendix 4										
E	Size and distribution of internal porosity	For $T_w \leq 6 \text{ mm } (1/4 \text{ in.})$, limit is same as D For $T_w > 6 \text{ mm } (1/4 \text{ in.})$, limit is $1.5 \times D$										
F	Slag inclusion, tungsten inclusion, or elongated inclusion Individual length Individual width Cumulative length	$\leq T_w/3$ $\leq 2.3 \text{ mm } (1/8 \text{ in.})$ and $\leq T_w/3$ $\leq T_w$ in any 12T _w weld length										
G	Slag inclusion, tungsten inclusion, or elongated inclusion Individual length Individual width Cumulative length	$\leq 2T_w$ $\leq 3 \text{ mm } (1/8 \text{ in.})$ and $\leq T_w/2$ $\leq 4T_w$ in any 150 mm (6 in.) weld length										
H	Depth of undercut	$\leq 1 \text{ mm } (1/16 \text{ in.})$ and $\leq T_w/14$										
I	Depth of undercut	$\leq 1.5 \text{ mm } (1/16 \text{ in.})$ and $\leq (T_w/4)$ or $1 \text{ mm } (1/16 \text{ in.})$										
J	Surface roughness	$\leq 500 \text{ min. } R_a$ in accordance with ASME B46.1										
K	Depth of root surface concavity	Total joint thickness, incl. weld reinforcement, $\geq T_w$										
L	Height of reinforcement or internal protrusion (Note (8)) in any plane through the weld shall be within limits of the applicable height value in the tabulation at right, except as provided in Note (9). Weld metal shall merge smoothly into the component surfaces.	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;"><u>For T_w, mm (in.)</u></td> <td style="width: 50%;"><u>Height, mm (in.)</u></td> </tr> <tr> <td>$\leq 6 (1/4)$</td> <td>$\leq 1.5 (1/2)$</td> </tr> <tr> <td>$> 6 (1/4), \leq 13 (1/2)$</td> <td>$\leq 3 (1/4)$</td> </tr> <tr> <td>$> 13 (1/2), \leq 25 (1)$</td> <td>$\leq 4 (1/2)$</td> </tr> <tr> <td>$> 25 (1)$</td> <td>$\leq 5 (1/2)$</td> </tr> </table>	<u>For T_w, mm (in.)</u>	<u>Height, mm (in.)</u>	$\leq 6 (1/4)$	$\leq 1.5 (1/2)$	$> 6 (1/4), \leq 13 (1/2)$	$\leq 3 (1/4)$	$> 13 (1/2), \leq 25 (1)$	$\leq 4 (1/2)$	$> 25 (1)$	$\leq 5 (1/2)$
<u>For T_w, mm (in.)</u>	<u>Height, mm (in.)</u>											
$\leq 6 (1/4)$	$\leq 1.5 (1/2)$											
$> 6 (1/4), \leq 13 (1/2)$	$\leq 3 (1/4)$											
$> 13 (1/2), \leq 25 (1)$	$\leq 4 (1/2)$											
$> 25 (1)$	$\leq 5 (1/2)$											
M	Height of reinforcement or internal protrusion (Note (8)) as described in L. Note (9) does not apply.	Limit is twice the value applicable for L above										

ASME B31.3-2014

Notes follow on next page

13.- FORMATO DE REPORTE DE ENSAYO RADIOGRAFICO

 ASPECDA <small>Av. Oscar A. Benavides 2008, Torre 11, D. 82 Lima Tel: (01) 417-4887 - 11966 - PERÚ aspecda@aspecdas.com www.aspecda.com.pe</small>		REPORTE DE INSPECCIÓN MEDIANTE			Código : 001-16				
		GAMMAGRAFIA INDUSTRIAL			Emisión : 27/03/2016				
Revisión : 000									
CLIENTE			FECHA DE INSPECCION						
ELEMENTO EVALUADO:	ESPEZOR MATERIAL:	SOBREMENTO A:	CLASE DE MATERIAL:	LUGAR DE TRABAJADO					
EQUIPO	GDG		TIEMPO EXP.:	SUPERFICIE SOLDADA:					
RADIOISOTOPO	Nº DE EXPOSICIONES		10 min	PANTALLAS					
DISEÑO DE JUNTA	TIPO DE FILM RADIOGRAFICO	TAMAÑO DE FILM RADIOGRAFICO	DENSIDAD PEL.	TECNICA RADIOGRAF.					
TIEMPO TEMPERATURA REVELADO	POSICION	1. PERILLA A	RADIACION A TRAVES DE:	D. Fuente a objeto					
PENETRIMETRO:	TIPO:	L. FUENTE	UNA PARED	D. objeto a film					
			DOBLE PARED	Permetro Geometrica					
CALIDAD RADIOGRAFICA									
II									
									
ITEM	ELEMENTO	CODIGO	JUNTA	BOLDADOR	PLACA	ACEPTADO	PRECIALIZADO	TIPO DE DEFECTO	UBICACION
1						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
6						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
7						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
8						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
9						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
10						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
11						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
12						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
13						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
14						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
15						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Porosidad Agrupada Ab Porosidad Dispersa Ac Escoria entre cordones Ba Falta de Fusión C Penetración Incompleta D		Penetración excesiva De Rehuye de raíz K Concavidad interior de raíz Da Concavidad exterior Db Descentramiento High-Low Dh Fisura Longitudinal Ea		Fisura Transversal Eb Socavado interno Fa Socavado externo Fb Inclusión de Tungsten T					
OBSERVACIONES			APROBACIÓN FINAL						
			RESPONSABLE	NOMBRE	FIRMA	FECHA			
			EMPRESA END						
			SUBCONTRATISTA						
			CONTRATISTA						
			EMPLEADOR						

Página 1

ANEXO G

**PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO DE INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA
PARA JUNTAS SOLDADAS DE TUBERÍAS DE ACERO DE
DIÁMETRO EXTERNO MAYOR A 3.5**



Av. Oscar. R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima
Telf/Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ
www.inspecdac.com

**PROCEDIMIENTO DE ENSAYO
DE GAMMAGRAFÍA
INDUSTRIAL
SEGÚN ASME B31.3-2014**

PROCEDIMIENTO:
INS-ASME-RT005-15


REV. 00


FECHA: 01/02/2015

PAG 137 DE 20

**PROCEDIMIENTO ESPECIFICO DE INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA
PARA JUNTAS SOLDADAS DE TUBERÍAS DE ACERO DE
DIÁMETRO EXTERNO MAYOR A 3.5"**


INSPECDAC S.A.C.
Jonathan Santisicban Banca
NIVEL II SNT-TC-IA
RT-UT-MT


DANIEL RAMIREZ GARCIA
NIVEL II SNT-TC-IA
RT-UT-MT-LP


Hector J. Silverman
ASNT NDT Level III 17319

 <p>Av. Oscar. R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3-2014	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT005-15
		REV. 00
		FECHA: 01/02/2015
		PAG 138 DE 20

INDICE

1. OBJETIVO
2. ALCANCES
3. DOCUMENTACION Y NORMAS DE REFERENCIA
4. CALIFICACION DE LOS INSPECTORES
5. MATERIAL A SER ENSAYADO
6. GENERALIDADES
7. REQUISITOS GENERALES
8. EQUIPOS Y MATERIALES
9. CALIBRACION
10. ENSAYO RADIOGRAFICO
11. EVALUACION
12. DOCUMENTACION
13. FORMATO DE REPORTE DE ENSAYO RADIOGRAFICO

 <p>Av. Oscar. R, Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3-2014</p>	<p>PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT005-15</p>
		<p>REV. 00</p>
		<p>FECHA: 01/02/2015</p>
		<p>PAG 139 DE 20</p>

1.- OBJETIVO

El objetivo de la elaboración de este procedimiento de Radiografía Industrial está orientado a la estandarización de los parámetros de ejecución de este método adecuándolos a nuestros requerimientos y necesidades, basados en el código ASME B31.3 – 2014 (el cual nos indica realizar la inspección basándonos en el código ASME Sección V – 2015), en la inspección radiográfica para la evaluación de soldaduras a tope en la etapa de fabricación de tuberías de diámetro externo mayores a 3.5 pulgadas (89mm).

2.- ALCANCES

Este procedimiento ha sido elaborado para cubrir los alcances requeridos en el desarrollo del Proyecto, ejecutado por la Empresa

3.- DOCUMENTACIÓN Y NORMAS DE REFERENCIA

- Código ASME Sección V – 2015 Art. 2 y Art. 22
- Código ASME B31.3 – 2014 Capítulo VI
- Especificaciones del proyecto.

4.- CALIFICACIÓN DE LOS INSPECTORES

Los Inspectores serán entrenados y calificados como Nivel I ó II de acuerdo con los requisitos de la ASNT, Procedimiento SNT-TC-1A.

Cada operador calificado debe de realizar las actividades que son compatibles con su nivel de calificación.

 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3-2014</p>	<p>PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT005-15</p>
		<p>REV. 00</p>
		<p>FECHA: 01/02/2015</p>
		<p>PAG 140 DE 20</p>

5.- MATERIAL A SER ENSAYADO

Juntas soldadas a tope en tuberías de Acero al Carbono ó Acero Inoxidable de diámetros mayores a 3.5 pulg. (89mm)

6.- GENERALIDADES

6.1.- Antecedentes de Identificación de la Inspección a Realizar

La información general de las uniones soldadas a radiografiar será, proporcionada por la compañía a cargo del desarrollo del proyecto y contará con número de proyecto, nombre del fabricante, procedimientos de soldadura, marca de la soldadura, identificación del soldador, planos isométricos, etc.

6.2.- Seguridad Radiológica

El ensayo deberá ser realizado con completa seguridad hacia el público y personal de operadores, para lo cual, se debe cumplir con la normativa vigente proporcionada por el IPEN.


7.- REQUISITOS GENERALES

7.1.- Condiciones Requeridas Para La Superficie a Ser Ensayada y Métodos De Preparación.

Las superficies soldadas que serán ensayadas deberán presentar condiciones adecuadas de modo que no interfieran con el resultado final del ensayo, es decir, la superficie de contacto entre la película y la pieza debe de estar limpia y libre de rugosidades excesivas, ondulaciones, óxidos, salpicaduras de soldaduras, etc.

Si fuera necesario, las superficies podrán ser esmeriladas, escobilladas, raspadas, o preparadas de alguna forma para ejecutar el ensayo.

Previamente las zonas a inspeccionar tendrán que haber pasado la inspección visual efectuada por el responsable de control de calidad de la empresa contratista.

 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3-2014	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT005-15
		REV. 00
		FECHA: 01/02/2015
		PAG 141 DE 20

7.2.- Radiación Secundaria

Para verificar la radiación secundaria durante cada exposición, se colocará en la parte posterior de la película un símbolo "B" con las siguientes medidas: 13mm de alto y 1.5mm de espesor.

7.3.- Identificación en la Radiografía

Para la identificación y trazabilidad de la unión soldada en la placa radiográfica se deben emplear números y letras de plomo.

En cada placa radiográfica se deberá introducir información mínima, la misma que aparecerá como imagen radiográfica. Esta información deberá contener por lo menos los siguientes datos y en ningún caso deberá interferir con la zona de interés:

- Nombre del proyecto
- Fecha de la Toma Radiográfica
- Ubicación de la placa o Código de Junta
- Indicador de calidad de imagen

Opcionalmente:

- Nombre o las iniciales del nombre del operador
- N° de plano

7.4.- Control del Límite de Densidad Radiográfica

Para controlar la densidad de la película, se usará un densitómetro o una película patrón de comparación de densidades.

 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf/Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3-2014</p>	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT005-15
		REV. 00
		FECHA: 01/02/2015
		PAG 142 DE 20

8.- EQUIPOS Y MATERIALES

La aplicación de éste ensayo requiere el empleo de:

- Una fuente productora de radiación (Rayos Gamma). Para este caso utilizaremos una fuente de emisión de rayos gamma Ir-192.
- Placas radiográficas, que revelada muestren una imagen fotográfica por transparencia.

Esta imagen radiográfica, es el registro de la estructura interna del objeto en una proyección plana, que correctamente interpretada nos permitirá dar información sobre las presencia de discontinuidades, cambios de sección, variaciones de densidades o composición, que pueden o no constituir un defecto.

8.1.- Películas

Se empleará película radiográfica industrial, utilizando las siguientes marcas y tipos de películas:

MARCA ⁽¹⁾ FABRICANTE	TIPO	CALIDAD
AGFA	D4, D5	I
AGFA	D7	II
KODAK	INDUSTREX MX125 (D4), INDUSTREX T200 (D5)	I
KODAK	INDUSTREX AA400 (D7)	II

(1) Otra marca deberá aprobarse previamente

 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 Of 1203 Lima Telf/Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3-2014</p>	<p>PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT005-15</p>
		<p>REV. 00</p>
		<p>FECHA: 01/02/2015</p>
		<p>PAG 143 DE 20</p>

8.2.- Procesamiento de la Película

Para el control de calidad del procesamiento de las placas radiográficas, se usará la guía estándar SE-999 o los párrafos 23 al 26 de la guía estándar para examinación radiográfica dada en el estándar SE-94 del artículo 22 del código ASME Secc V.

8.3.- Chasis

Se utilizarán chasises flexibles de cartón y sus dimensiones serán de acuerdo al tamaño de la placa radiográfica a utilizarse, es decir, estará en función del diámetro, del espesor y ancho del cordón de soldadura que se desea inspeccionar.

Al reutilizar estos chasises, se deberá tener la precaución de revisarlos para ver si están en buenas condiciones.

8.4.- Pantallas

Se utilizarán pantallas de óxido de plomo, una anterior de 0.027mm y una posterior de 0.027mm de espesor esta última para minimizar los efectos de la radiación secundaria.

Alternativamente se podrán utilizar pantallas de plomo de 0.127mm de espesor en vez de las pantallas de óxido de plomo.

La superficie de estas pantallas debe estar pulida para así conseguir un contacto íntimo entre ellas y la película radiográfica.

8.5.- Indicador de Calidad de Imagen (I.Q.I)

Se pueden utilizar indicadores de calidad de imagen del siguiente tipo:

 <p>Av. Oscar. R. Benavides 3008 Of 1203 Lima Tel/Fax (51 1)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3-2014</p>	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT005-15
		REV. 00
		FECHA: 01/02/2015
		PAG 144 DE 20

De Alambres, los cuales han sido fabricados e identificados en concordancia con los requerimientos dados en el estándar SE-747 del artículo 22 del Código ASME Secc V.

Las designaciones para estos tipos de indicadores de calidad de imagen se dan en la siguiente tabla:

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

 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3-2014</p>	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT005-15
		REV. 00
		FECHA: 01/02/2015
		PAG 145 DE 20

8.6.- Negatoscopio

Se usará un negatoscopio provisto de una ventana de dimensiones de la placa, provisto de una intensidad de 740 lumen como mínimo.

Este negatoscopio contará con una intensidad tal que la luz ilumine las áreas de densidad promedio de la radiografía, sin encandilar ni causar sombras y difundiendo la luz en forma homogénea sobre el área de observación.

9.- CALIBRACION

9.1.- Tamaño de la Fuente

El fabricante o proveedor de la fuente radiactiva deberá proporcionar la data técnica, curvas o tablas de decaimiento así como el tamaño máximo de la fuente, el cual será válido como verificación del tamaño físico.

9.2.- Densitómetro y Film Comparativo Escalonado de Densidades

9.2.1.- Densitómetro

El densitómetro deberá ser calibrado cada 90 días de uso de la siguiente manera:

a) Mediante el uso de un film de calibración de densidades escalonado debidamente verificado y certificado por el Nacional Institute of Standards and Technology (NIST), el cual contenga como mínimo 5 pasos con densidades neutrales y se usarán desde un mínimo de 1.0 hasta 4.0. El Film comparativo debe ser verificado dentro del último año con un patrón estándar a menos que antes de su primer uso este haya sido mantenido en su empaque original sellado e impermeable, según lo provisto por el fabricante. Los films de calibración se pueden utilizar sin verificación por un año luego

de la abertura de su empaque original, con tal que este dentro la vida útil, la cual es indicada por el fabricante.

 Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf./Fax (51 1) 726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3-2014	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT005-15
		REV. 00
		FECHA: 01/02/2015
		PAG 146 DE 20

b) Se deberá seguir paso a paso las instrucciones del fabricante para la correcta operación del densitómetro.

c) El densitómetro deberá dar las lecturas más cercanas correspondientes del film de calibración para las densidades de los pasos 1.0, 2.0, 3.0 y 4.0.

d) El densitómetro será aceptable si las lecturas proporcionadas no tienen una variación fuera de ± 0.05 unidades de densidad desde los valores correspondientes al film de calibración.

9.2.2.- Film Comparativo Escalonado

El film comparativo deberá ser verificado antes de su primer uso de acuerdo a las indicaciones del fabricante, como sigue:

a) Las densidades de cada paso del film comparativo deberá ser verificado por un densitómetro calibrado.

b) El Film Comparativo será aceptable si la lectura obtenida en cada paso no varía fuera de $\pm 0.02D$ unidades de densidad ó 1% para cada paso correspondiente cualquiera que sea mayor, de acuerdo a las indicaciones dadas por el fabricante.

9.2.3.- Verificación Periódica

a) **Densitómetro.** La verificación periódica será como se describe en 9.2.1, así como al inicio de cada cambio, luego de 8 horas continuas de uso o luego de cada apertura, cualquiera que sea primero.

b) **Film Comparativo.** La verificación de las lecturas del film comparativo deberá ser realizada anualmente de acuerdo con 9.2.2.

 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf/Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMA GRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3-2014	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT005-15
		REV. 00
		FECHA: 01/02/2015
		PAG 147 DE 20

9.2.4.- Documentación

a) Densitómetro. La calibración del densitómetro requerida por 9.2.1 deberá ser documentada pero, las lecturas actuales obtenidas no tienen que ser grabadas. Las verificaciones periódicas requeridas por 9.2.3 (a) no tienen que ser documentadas.

b) Film de Calibración Escalonado. La verificación de las lecturas obtenidas en el film de calibración requeridas por 9.2.1 (a) deberán ser documentados, pero las lecturas actuales obtenidas no tienen que ser grabadas.

c) Film de Comparación Escalonado. La verificación de las lecturas obtenidas en el film comparativo requerido por 9.2.2 y 9.2.3 (b) deberán ser documentados pero, las lecturas actuales obtenidas no tienen que ser grabadas.

10.- ENSAYO RADIOGRAFICO

10.1.- Técnica de Exposición

Según la exposición relativa de la película y la fuente de radiación en función de la forma, dimensión y accesibilidad de la unión soldada se usará una de las siguientes técnicas de exposición:

10.1.1.- Técnica de Pared Simple en Tuberías de Diámetro Externo Mayor a 3.5" (89mm)

a) Exposición Panorámica. Esta técnica se utilizará cada vez que sea posible el acceso por un extremo de la tubería cercano a la junta soldada. La fuente será ubicada en el centro de la junta circunferencial del tubo y se irradiará el 100% de la junta, debe verificarse que la distancia fuente-película se encuentre dentro de los parámetros definidos por el Ug (Geometrical Unsharpness) de modo tal que no se genere una penumbra geométrica excesiva.

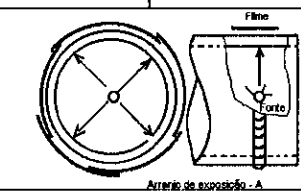
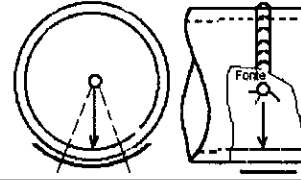
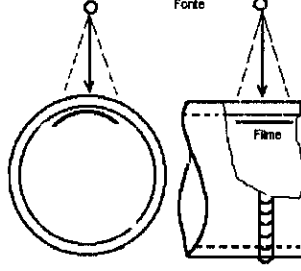
b) Exposición Individual. Esta técnica se utilizará cada vez que no sea aplicable la técnica de exposición panorámica. La fuente será ubicada en el centro del área de interés ya sea por el interior o exterior de la tubería en la sección de soldadura a inspeccionar a una distancia fuente-película que se encuentre dentro de los parámetros definidos por el Ug (Geometrical Unsharpness) de modo tal que no se genere una penumbra geométrica excesiva.

 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 Of 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3-2014</p>	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT005-15
		REV. 00
		FECHA: 01/02/2015
		PAG 148 DE 20

10.1.2.-Técnica de Doble Pared en Tuberías de Diámetro Externo Mayor a 3.5" (89mm)

Cuando no se puede realizar la técnica de Pared Simple, es necesario utilizar la técnica de Doble Pared - Vista Simple, en la cual, la radiación pasa a través de dos paredes de la tubería y solamente la soldadura de la pared que se encuentra del lado de la película es la que se observará en la radiografía. Cuando se requiera la evaluación del 100% de la junta soldada de la tubería, se deben efectuar como mínimo tres exposiciones cada 120°.

Figura 1 - Técnica de Pared Simple / Vista Simple

Diámetro Externo	Técnica de exposición	Vista Radiográfica	Arreglo fuente/película/soldadura		ICI		Posición de los marcadores
			Vista frontal	Vista lateral	Selección	Posición	
Mayor a 3.5" (89mm)	Pared Simple	Vista Simple			Tabla 2	Lado Fuente Lado Película	Cualquiera
Mayor a 3.5" (89mm)	Pared Simple	Vista Simple			Tabla 2	Lado Fuente Lado Película	Película
Mayor a 3.5" (89mm)	Pared Simple	Vista Simple			Tabla 2	Lado Fuente Lado Película	Fuente



Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima
 Telef/Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ
 www.inspecdac.com

**PROCEDIMIENTO DE
 ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA
 INDUSTRIAL
 SEGÚN ASME B31.3-2014**

PROCEDIMIENTO:
 INS-ASME-RT005-15
 REV. 00
 FECHA: 01/02/2015
 PAG 149 DE 20

Diámetro Externo	Técnica de exposición	Vista Radio - gráfico	Arreglo fuente/película/soldador		ICI		Posición de los marcadores
			Vista frontal	Vista lateral	Selección	Posición	
Mayor a 3.5" (89mm)	Pared	Vista Simple	<p>Arranjo de exposição - D</p>	Tabla T-276	Lado Fuente	Lado Película	
	Doble (no menos de 3 exposicion)				Lado Película		
Mayor a 3.5" (89mm)	Pared	Vista Simple	<p>Arranjo de exposição - E</p>	Tabla T-276	Lado Fuente	Lado Película	
	Doble (no menos de 3 exposicion)				Lado Película		

10.1.3.- Traslape Entre Películas Adyacentes

Cuando se requiera radiografiar una junta soldada mediante un arreglo de películas sucesivas, se deberá considerar un traslape entre los extremos de las películas sucesivas como mínimo de 25mm.

 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf/Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3-2014</p>	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT005-15
		REV. 00
		FECHA: 01/02/2015
		PAG 150 DE 20

10.2.- Energía de Radiación

Para la obtención de radiografías se utilizará radiación gamma, Ir- 192. Se deberá usar la técnica adecuada para obtener la sensibilidad radiográfica requerida que en general es influenciada por:

- La selección del film.
- La selección de las pantallas intensificadoras.
- La penumbra geométrica.

10.3.- Dirección de la Radiación

La dirección del haz de radiación será centralizada en el área de interés siempre que sea posible.

10.4.- Penumbra Geométrica

10.4.1.- Determinación de la penumbra Geométrica

La penumbra geométrica será calculada de acuerdo con:

$$Ug = F \cdot d / D$$

Donde:

- Ug** = Penumbra geométrica
- F** = Tamaño de la Fuente (máxima dimensión proyectada de la fuente de radiación sobre el plano perpendicular a la distancia D desde la soldadura o el objeto a ser radiografiado)
- D** = Distancia desde la fuente de radiación a la soldadura u objeto
- d** = Distancia desde la soldadura del lado de la fuente a la película

 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 OF 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3-2014</p>	<p>PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT005-15</p>
		<p>REV. 00</p>
		<p>FECHA: 01/02/2015</p>
		<p>PAG 151 DE 20</p>

10.4.2.- Limitaciones de la Penumbra Geométrica

Los valores máximos recomendables para la penumbra geométrica son como siguen:

Material	Ug
Espesor, Pulg. (mm)	Máximo, Pulg. (mm)
Menor a 2 (50)	0.020 (0.51)
De 2 hasta 3 (50 – 75)	0.030 (0.76)
Mayor a 3 hasta 4 (75 – 100)	0.040 (1.02)
Mayor a 4 (100)	0.070 (1.78)

Nota: el espesor del material es el espesor en el cual esta basado la selección del IQI.

10.5.- Localización de las Marcas

Las marcas (ver Figura T-275) son las imágenes radiográficas que aparecen en el film, estos por lo general son de plomo y deben ser colocadas sobre el material inspeccionado y no sobre el chasis del film, estas localizaciones deberán ser marcadas permanentemente sobre el material con un marcador de metal con la finalidad de llevar una adecuada trazabilidad o realizar un mapeo adecuado de las zonas inspeccionadas.

En el caso que se requiera inspeccionar el 100% de una junta soldada circunferencial en la tubería y se realice una exposición panorámica o exposiciones sucesivas a doble pared el marcador de referencia utilizado será una cinta métrica con números de plomo cuya escala será dada en tramos de cada 5cm o 10cm cualquiera que sea practicable, colocándose una marca del punto cero como referencia en el material base.

La localización de las marcas deberá ser como sigue:

 Av. Oscar. R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf/Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3-2014	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT005-15
		REV. 00
		FECHA: 01/02/2015
		PAG 152 DE 20

10.5.1.- Vista de Pared Simple

a) Marcas Del Lado de la Fuente. Las marcas de localización serán colocadas del lado de la fuente al radiografiar lo siguiente:

- 1) Empalmes longitudinales en la tubería;
- 2) Secciones de soldadura circunferencial (exposiciones individuales) cuyo lado cóncavo esté hacia la fuente y cuando la distancia fuente-material es menor que el radio interior del tubo;
- 3) Secciones de soldadura circunferencial (exposiciones individuales) cuyo lado convexo esté hacia la fuente.

b) Marcas Del Lado de la Película.

- 1) Las marcas de localización serán colocadas en el lado de la película, al radiografiar secciones de soldadura circunferencial (exposiciones individuales) cuyo lado cóncavo está hacia la fuente y cuando la distancia fuente-material es mayor que el radio interior del tubo.
- 2) las marcas de localización serán colocadas en el lado del film al radiografiar secciones de soldadura a doble pared.
- 3) Como una alternativa para la colocación de las marcas del lado de la fuente dado en 10.5.1 (a)(1), las marcas de localización se pueden colocar en el lado del film cuando la radiografía demuestre cobertura más allá de la ubicación de las marcas demostrado por la Fig. T-275(e), y cuando esta alternativa sea usada deberá ser documentada en acuerdo con 12.1.

c) Marcas de Cualquiera de los Lados. Las marcas de localización se pueden colocar en el lado de la fuente o el lado del film cuando la soldadura circunferencial radiografiada cuyo lado cóncavo esté hacia la fuente y la distancia fuente-material sea igual al radio interior del tubo (exposición panorámica).



Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima
Tel/Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ
www.inspecdac.com

**PROCEDIMIENTO DE
ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA
INDUSTRIAL
SEGÚN ASME B31.3-2014**

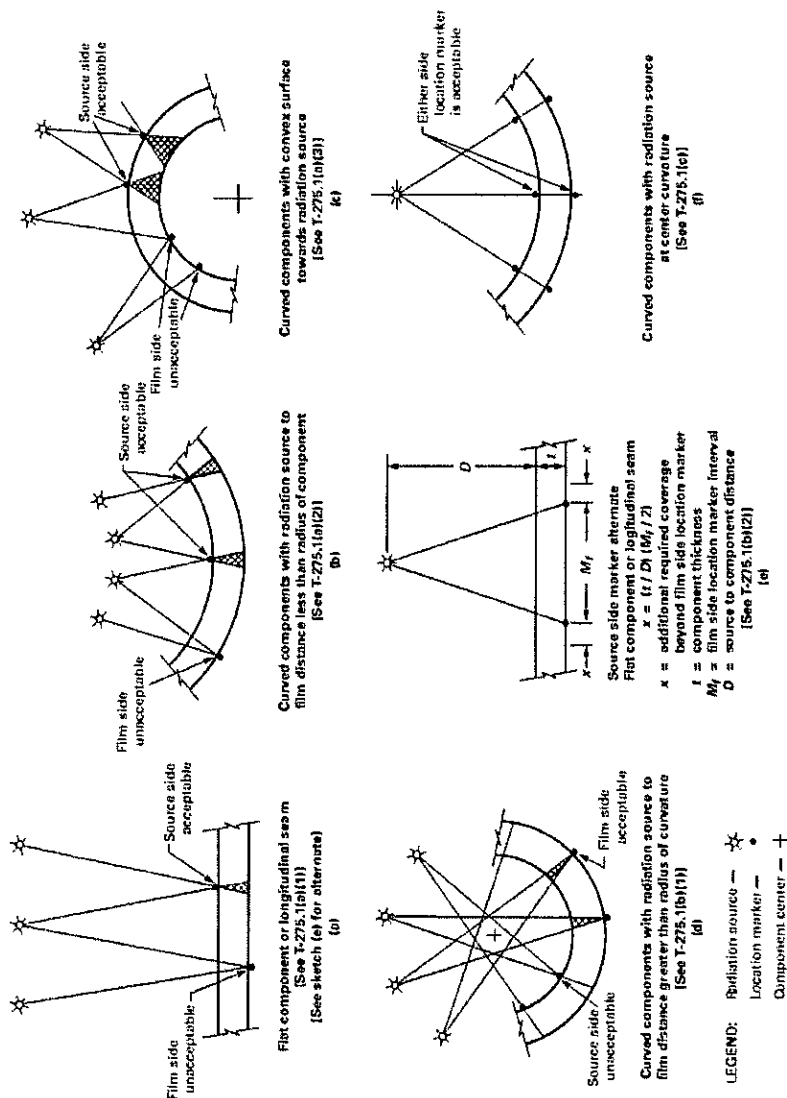
PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT005-15
REV. 00
FECHA: 01/02/2015
PAG 153 DE 20

10.5.2.- Mapeo y Colocación de la localización de las Marcas

Cuando la colocación de las marcas sea impracticable se deberá realizar un mapeo dimensionado de la localización de las placas radiográficas, el cual será acompañado del respectivo reporte radiográfico para mostrar las zonas inspeccionadas.

La adecuada ubicación de las marcas de acuerdo con 10.5 se observa en la figura T-275

FIG. T-275 LOCATION MARKER SKETCHES



 <p>Av. Oscar. R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Tel/Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3-2014	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT005-15
		REV. 00
		FECHA: 01/02/2015
		PAG 154 DE 20

10.6.- Selección del Indicador de Calidad de Imagen (I. Q. I)

10.6.1.- Material

El I.Q.I deber ser del mismo material que se va a radiografiar o en su defecto de algún otro material que sea de menor absorción tal como se indica en SE-747 del Artículo 22 del Código ASME Secc. V.

10.6.2.-Tamaño

Los diámetros del alambre designado como esencial en el I.Q.I, será como se especifica en la tabla T-276.

TABLE T-276
IQI SELECTION

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

 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspeccion.com</p>	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3-2014	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT005-15
		REV. 00
		FECHA: 01/02/2015
		PAG 155 DE 20

a) Soldadura con Refuerzo

La selección del indicador está basada en el espesor nominal de la pared simple más, el refuerzo de soldadura estimado, el cual no debe exceder el máximo permitido por el código de referencia. Los backing rings o platinas de refuerzos no serán considerados para la selección del I.Q.I.

b) Soldadura sin Refuerzo

La selección del indicador está basada en el espesor nominal de la pared simple. Los backing rings o platinas de refuerzos no serán considerados para la selección del penetrámetro.

10.7.- Uso del I.Q.I para Controlar el Ensayo Radiográfico

10.7.1.- Colocación del I.Q.I

a) **I.Q.I del Lado de la Fuente.** El I.Q.I será colocado del lado de la fuente de la junta soldada examinada, a excepción de la condición descrita en 10.7.1(b).

b) **I.Q.I del Lado de la Película.** Cuando no sea practicable colocar el I.Q.I en el lado de la fuente, el I.Q.I será colocado en el lado del film en contacto con la material base de la soldadura a ser examinada. Una letra "F" del plomo será puesta adyacente al I.Q.I.

c) Localización del I.Q.I para Soldadura (Penetrámetro de Alambres).

El indicador se pondrá sobre la soldadura y el código de identificación del mismo estará en el metal base asimismo los alambres deberán colocarse de manera perpendicular a la soldadura.

El número de identificación y la letra "F" no deben interferir con el área de interés excepto cuando la configuración geométrica de la soldadura lo haga impracticable.

 <p>Av. Oscar. R. Bonavides 3008 OE 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3-2014</p>	<p>PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT005-15</p>
		<p>REV. 00</p>
		<p>FECHA: 01/02/2015</p>
		<p>PAG 156 DE 20</p>

10.7.2.- Número de I.Q.Is

Cuando unos o más films se utilizan para una evaluar una junta soldada, por lo menos una imagen del I.Q.I aparecerá en cada radiografía excepto lo que se indica en (b) líneas abajo.

a) I.Q.I Múltiples. Si los requisitos de 11.2 son cubiertos usando más de un I.Q.I, uno de ellos será representante del campo de interés más claro y el otro del campo de interés más oscuro; las densidades obtenidas en la radiografía serán consideradas como densidades aceptables.

b) Casos Especiales

1) Para juntas soldadas circunferenciales donde la fuente se pone en el eje de la circunferencia para una sola exposición, se deberá colocar por lo menos tres I.Q.Is, espaciados aproximadamente 120 grados, y se requerirán las condiciones siguientes:

a) Cuando la circunferencia completa es radiografiada usando unos o más films, o;

b) Cuando una sección o secciones de la circunferencia, donde la longitud entre los extremos de la longitud a radiografiar se extienden en 240° o más, usando una o más películas. Se puede requerir localizaciones adicionales de películas para obtener el espaciamiento necesario de los I.Q.I.

2) Para juntas soldadas circunferenciales donde la fuente se pone en el eje de la circunferencia para una sola exposición, se deberá colocar por lo menos tres I.Q.Is, de los cuales uno colocado en cada extremo de la extensión de la circunferencia radiografiada y uno aproximadamente en el centro de la extensión, y se requerirán las condiciones siguientes:

a) Cuando una sección de la circunferencia, donde la longitud es mayor de 120 grados y menor de 240 grados y se radiografía usando solo un film, o;

b) Cuando una sección ó secciones de la circunferencia, donde la longitud entre los extremos de la sección radiografiada es menor de 240°, usando mas de un film.

3) En (1) y (2) arriba, donde existan soldaduras longitudinales que colindan con la junta circunferencial, se colocará un I.Q.I adicional por cada junta longitudinal en el extremo de la sección más alejada desde la intersección con la junta circunferencial que es radiografiada.



Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima
Telé/Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ
www.inspecdac.com

**PROCEDIMIENTO DE ENSAYO
DE GAMMAGRAFÍA
INDUSTRIAL
SEGÚN ASME B31.3-2014**

PROCEDIMIENTO:
INS-ASME-RT005-15

REV. 00

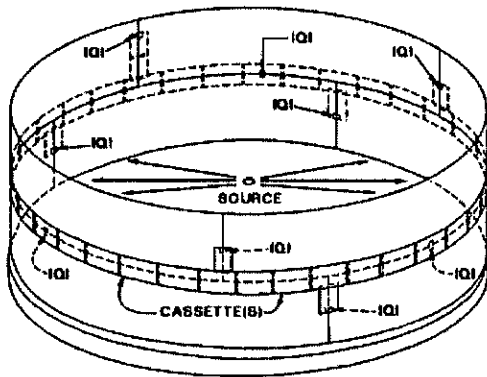
FECHA: 01/02/2015

PAG 157 DE 20

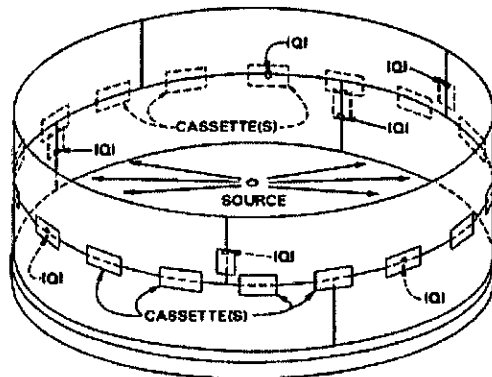
4) Para juntas longitudinales donde la fuente es colocada en la parte central de la sección a radiografiar y se utilizará más de tres films en una sola exposición, se deberán colocar por lo menos tres I.Q.Is, uno colocado en cada extremo de la sección radiografiada y uno en el centro aproximado de la sección.

Figura 2. Número y Ubicación de I.Q.Is

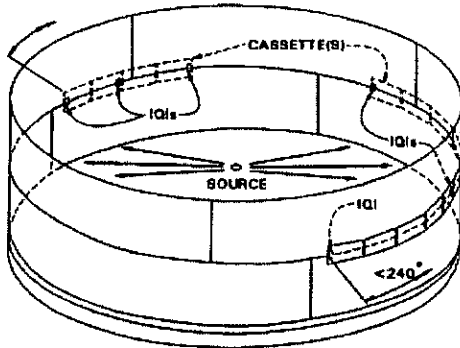
Junta circunferencial radiografiada al 100%



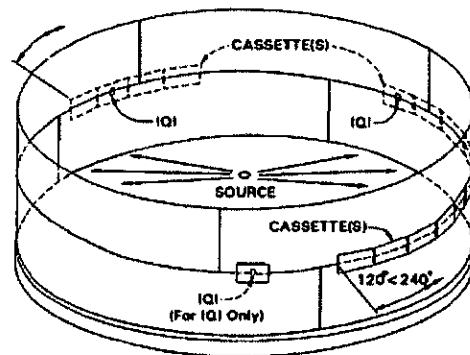
Sección de junta circunferencial radiografiada mayor a 240° o más



Sección o secciones de Junta circunferencial radiografiada menor a 240° o más



Sección o secciones de junta circunferencial radiografiada igual o mayor a 120° y menor que 240°



 <p>Av. Oscar. R. Benavides 3008 OF. 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3-2014</p>	<p>PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT005-15</p>
		<p>REV. 00</p>
		<p>FECHA: 01/02/2015</p>
		<p>PAG 158 DE 20</p>

11.- EVALUACION

11.1.- Calidad de la Radiografía

Las zonas de interés de todas las radiografías deberán estar libres de marcas o manchas mecánicas, químicas u otras manchas, para no ser confundidas con la imagen de alguna discontinuidad de la soldadura a ser radiografiada. Tales manchas incluyen, pero no están limitadas a:

- a) Velo,
- b) Defecto del proceso tales como rayas, manchas de agua, o manchas químicas.
- c) Rasguños, marcas de los dedos, arrugas, polvo, etc.
- d) Indicaciones falsas debido a pantallas defectuosas.
- e) Marcas de estática.

11.2.- Densidad Radiográfica

11.2.1.- Límites de Densidad

La densidad transmitida de la película a través de la imagen radiográfica del cuerpo del penetrómetro apropiado y el área de interés, será de un mínimo de 2.0 y un máximo de 4.0 empleando rayos gamma. Se permite una tolerancia de ± 0.05 para las variaciones entre las lecturas dadas por el densitómetro.

11.2.2.- Variación de la Densidad

b) General. Si la densidad de la radiografía en cualquier parte del área de interés varía por más de un mínimo de 15% o más del 30% de la densidad del cuerpo del penetrómetro, dentro de los rangos (min./max.) especificados en el punto 11.2.1, entonces se debe usar un penetrómetro adicional para cada área específica y se debe volver a tomar la radiografía.

11.3.- Sensibilidad del Penetrómetro

La radiografía debe ser ejecutada con una técnica de sensibilidad suficiente para mostrar el alambre esencial del I.Q.I de alambres, los cuales son indicadores esenciales de la calidad de imagen de la radiografía. Las radiografías deberán mostrar letras y números de identificación de los I.Q.I usados.

 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspedac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3-2014</p>	<p>PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT005-15</p>
		<p>REV. 00</p>
		<p>FECHA: 01/02/2015</p>
		<p>PAG 159 DE 20</p>

11.4.- Excesiva Radiación Secundaria

Si una imagen clara de la "B", como se describe en 7.2, aparece en un fondo oscuro de la radiografía, la protección contra la radiación secundaria es insuficiente y la radiografía deberá ser considerada inaceptable. Una imagen oscura de la "B" en un fondo claro no es causa de rechazo.

11.5.- Evaluación por el Fabricante o Contratista

El Fabricante o Contratista será responsable de la revisión, interpretación, evaluación y aceptabilidad de todas las radiografías para asegurar el cumplimiento del artículo 2 y la sección del código de referencia. Como ayuda para la revisión y evaluación, la documentación requerida por 12.1 de la técnica radiográfica deberá ser completada antes de la evaluación. El formato de revisión radiográfica requerida por 12.2 deberá ser completada durante la evaluación.

Los detalles de la técnica radiográfica y el formato de la revisión radiográfica deberán ser acompañados con las respectivas placas radiográficas.

La conformidad deberá ser completada antes de la presentación de las radiografías y deberán ser acompañadas de la documentación del inspector.

12.- DOCUMENTACION

12.1.- Detalle de Información del Examen Radiográfico

En ayuda de la propia interpretación radiográfica, se acompañará un documento con el detalle de la técnica empleada en el examen radiográfico, incluyendo un mínimo de información. Adjunto a este procedimiento se anexa la hoja de reporte con la información necesaria para tal fin.

 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 Of 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL SEGÚN ASME B31.3-2014</p>	<p>PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT005-15</p>
		<p>REV. 00</p>
		<p>FECHA: 01/02/2015</p>
		<p>PAG 160 DE 20</p>

12.2.- Formato de Revisión Radiográfica

El Fabricante o Contratista deberá preparar un formato de revisión radiográfica incluyendo un mínimo de información como sigue:

- a) un listado de la localización de cada radiografía
- b) la información requerida en 12.1, por inclusión o por referencia.
- c) evaluación y disposición de los materiales o soldaduras inspeccionadas.
- d) Identificación del Fabricante o Contratista o representante quien será el que de la aceptabilidad de las radiografías
- e) datos de la evaluación del Fabricante o Contratista.

12.3.- Interpretación

Las radiografías serán examinadas e interpretadas por el inspector de END en cumplimiento con la sección del código de referencia. El inspector tendrá que certificar la interpretación de cada radiografía y tener a disposición el material examinado para la revisión de la interpretación radiográfica.

El inspector que realice los trabajos de gammagrafia industrial deberá contar como mínimo con una certificación en el Nivel II según SNT-TC-1A vigente.

Table 341.3.2 Acceptance Criteria for Welds and Examination Methods for Evaluating Weld Imperfections

Criteria (A to M) for Types of Welds and for Service Conditions [Note (1)]										Weld Imperfection	Examination Methods			
Normal and Category M Fluid Service			Severe Cyclic Conditions			Category D Fluid Service					Visual	Radiography	Magnetic Particle	Liquid Penetrant
Type of Weld		Fillet [Note (4)]	Type of Weld		Fillet [Note (4)]	Type of Weld			Branch Connection [Note (2)]					
Butt, Miter Groove & Branch Connection [Note (2)]	Longitudinal Groove [Note (3)]		Butt, Miter Groove & Branch Connection [Note (2)]	Longitudinal Groove [Note (3)]		Butt, Miter Groove & Branch Connection [Note (2)]	Longitudinal Groove [Note (3)]	Fillet [Note (4)]			Branch Connection [Note (2)]			
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	Crack	✓	✓	✓	✓
A	A	A	A	A	A	C	A	N/A	A	Lack of fusion	✓	✓	...	...
B	A	N/A	A	A	N/A	C	A	N/A	B	Incomplete penetration	✓	✓	...	...
E	E	N/A	D	D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Internal porosity	...	✓	...	...
G	G	N/A	F	F	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Internal slag inclusion, tungsten inclusion, or elongated indication	...	✓	...	...
H	A	H	A	A	A	I	A	H	H	Undercutting	✓	✓	...	...
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	Surface porosity or exposed slag inclusion [Note (5)]	✓	...	...	...
N/A	N/A	N/A	J	J	J	N/A	N/A	N/A	N/A	Surface finish	✓	...	...	...
K	K	N/A	K	K	N/A	K	K	N/A	K	Concave root surface (suck up)	✓	✓	...	...
L	L	L	L	L	L	M	M	M	M	Weld reinforcement or internal protrusion	✓	...	...	...

GENERAL NOTES:

- (a) Weld imperfections are evaluated by one or more of the types of examination methods given, as specified in paras. 341.4.1, 341.4.2, 341.4.3, and M341.4, or by the engineering design.
- (b) "N/A" indicates the Code does not establish acceptance criteria or does not require evaluation of this kind of imperfection for this type of weld.
- (c) Check (✓) indicates examination method generally used for evaluating this kind of weld imperfection.
- (d) Ellipsis (...) indicates examination method not generally used for evaluating this kind of weld imperfection.

Criterion Value Notes for Table 341.3.2

Symbol	Criterion Measure	Acceptable Value Limits (Note (6))					
A	Extent of imperfection	Zero (no evident imperfections)					
B	Depth of incomplete penetration Cumulative length of incomplete penetration	$\leq 1 \text{ mm } (\frac{1}{32} \text{ in.})$ and $\leq 0.2\bar{T}_w$ $\leq 38 \text{ mm } (1.5 \text{ in.})$ in any 150 mm (6 in.) weld length					
C	Depth of lack of fusion and incomplete penetration Cumulative length of lack of fusion and incomplete penetration (Note (7))	$\leq 0.2\bar{T}_w$ $\leq 38 \text{ mm } (1.5 \text{ in.})$ in any 150 mm (6 in.) weld length					
D	Size and distribution of internal porosity	See BPV Code, Section VIII, Division 1, Appendix A					
E	Size and distribution of internal porosity	for $\bar{T}_w \leq 6 \text{ mm } (\frac{1}{4} \text{ in.})$, limit is same as D for $\bar{T}_w > 6 \text{ mm } (\frac{1}{4} \text{ in.})$, limit is $1.5 \times D$					
F	Slag inclusion, tungsten inclusion, or elongated indication Individual length Individual width Cumulative length	$\leq \bar{T}_w / 3$ $\leq 2.5 \text{ mm } (\frac{1}{16} \text{ in.})$ and $\leq \bar{T}_w / 3$ $\leq \bar{T}_w$ in any $1.2\bar{T}_w$ weld length					
G	Slag inclusion, tungsten inclusion, or elongated indication Individual length Individual width Cumulative length	$\leq 2\bar{T}_w$ $\leq 3 \text{ mm } (\frac{1}{8} \text{ in.})$ and $\leq \bar{T}_w / 2$ $\leq 4\bar{T}_w$ in any 150 mm (6 in.) weld length					
H	Depth of undercut	$\leq 1 \text{ mm } (\frac{1}{32} \text{ in.})$ and $\leq \bar{T}_w / 4$					
I	Depth of undercut	$\leq 1.5 \text{ mm } (\frac{1}{16} \text{ in.})$ and $\leq (\bar{T}_w / 4 \text{ or } 1 \text{ mm } (\frac{1}{32} \text{ in.}))$					
J	Surface roughness	$\leq 500 \text{ min. } R_a$ in accordance with ASME B46.1					
K	Depth of root surface concavity	Total joint thickness, incl. weld reinforcement $\geq \bar{T}_w$					
L	Height of reinforcement or internal protrusion (Note (8)) in any plane through the weld shall be within limits of the applicable height value in the tabulation at right, except as provided in Note (9). Weld metal shall merge smoothly into the component surfaces.	for \bar{T}_w , mm (in.) <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <thead> <tr> <th>Height, mm (in.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\leq 6 (\frac{1}{4})$</td> </tr> <tr> <td>$> 6 (\frac{1}{4}), \leq 13 (\frac{1}{2})$</td> </tr> <tr> <td>$> 13 (\frac{1}{2}), \leq 25 (1)$</td> </tr> <tr> <td>$> 25 (1)$</td> </tr> </tbody> </table>	Height, mm (in.)	$\leq 6 (\frac{1}{4})$	$> 6 (\frac{1}{4}), \leq 13 (\frac{1}{2})$	$> 13 (\frac{1}{2}), \leq 25 (1)$	$> 25 (1)$
Height, mm (in.)							
$\leq 6 (\frac{1}{4})$							
$> 6 (\frac{1}{4}), \leq 13 (\frac{1}{2})$							
$> 13 (\frac{1}{2}), \leq 25 (1)$							
$> 25 (1)$							
M	Height of reinforcement or internal protrusion (Note (8)) as described in L. Note (9) does not apply.	Limit is twice the value applicable for L above					


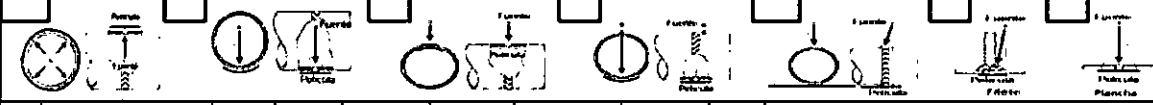
Notes follow on next page

(12) Table 341.3.2 Acceptance Criteria for Welds and Examination Methods for Evaluating Weld Imperfections (Cont'd)

NOTES:

- (1) Criteria given are for modified examination. More stringent criteria may be specified in the engineering design. See also paras. 341.5 and 341.5.3.
- (2) Branch connection weld includes pressure containing welds in branches and fabricated laps.
- (3) Longitudinal groove weld includes straight and spiral helical seam. Criteria are not intended to apply to welds made in accordance with a standard listed in Table A-1 or Table 326.1. Alternative Leak Test requires examination of these welds; see para. 341.9.
- (4) Fillet weld includes socket and seal welds, and attachment welds for slip-on flanges, branch reinforcement, and supports.
- (5) These imperfections are evaluated only for welds ≤ 5 mm ($3/16$ in.) in nominal thickness.
- (6) Where two limiting values are separated by "and," the lesser of the values determines acceptance. Where two sets of values are separated by "or," the larger value is acceptable. T_w is the nominal wall thickness of the thinner of two components joined by a butt weld.
- (7) Tightly butted unbevel root faces are unacceptable.
- (8) For groove welds, height is the lesser of the measurements made from the surfaces of the adjacent components; both reinforcement and internal protrusion are permitted in a weld. For fillet welds, height is measured from the theoretical throat. Fig. 326.5.2A. Internal protrusion does not apply.
- (9) For welds in aluminum alloy only, internal protrusion shall not exceed the following values:
 - (a) 1.5 mm ($1/16$ in.) for thickness ≤ 2 mm ($3/16$ in.)
 - (b) 2.5 mm ($3/16$ in.) for thickness > 2 mm and ≤ 6 mm ($3/4$ in.)For external reinforcement and for greater thicknesses, see the fabrication for symbol L.


13.- FORMATO DE REPORTE DE ENSAYO RADIOGRAFICO

		REPORTE DE INSPECCION MEDIANTE GAMMAGRAFIA INDUSTRIAL			Código : 001-16 Emisión : 27/05/2016 Revisión : 000				
Av Oscar R. Benavides 3008, Torre B, Of. 302 Lima Tel: (51) 647 4987 - LIMA - PERU administracion@inspeccion.com www.inspeccion.com.pe									
CLIENTE				FECHA DE INSPECCION					
ELEMENTO EVALUADO:	ESPESOR MATERIAL:	BODREMENT A:	CLASE DE MATERIAL:	LUGAR DE TRABAJO	SUPERFICIE SOLDADA:				
EQUIPO	Gd ₀		TIEMPO EXP.:		PANTALLAS 0.05° FRONTAL <input type="checkbox"/>				
RADIOISOTOPO	N° DE EXPOSICIONES		10 min		a 90° POSTERIOR <input type="checkbox"/>				
DISEÑO DE JUNTA	TIPO DE FILM RADIOGRAFICO	TAMAÑO DE FILM RADIOGRAFICO	DENSIDAD PEL.	TECNICA RADIOGRAF.	D. fuente a objeto	D. objeto a filme			
TIEMPO / TEMPERATURA REVELADO					Penumbra Geometrica				
PENETRIMETRO:	TIPO:	POSICION	L. REJOLILLA <input type="checkbox"/>	L. FUENTE <input type="checkbox"/>	RADIACION A TRAVES DE:	UNA PARED <input type="checkbox"/>			
					DOBLE PARED <input type="checkbox"/>	CALIDAD RADIOGRAFICA			
						II			
									
ITEM	ELEMENTO	CODIGO	JUNTA	SOLDADOR	PLACA	ACEPTADO	RECHAZADO	TIPO DE DEFECTO	UBICACION
1						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
6						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
7						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
8						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
9						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
10						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
11						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
12						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
13						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
14						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
15						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Porosidad Agrupada Aa Porosidad Dispersa Ac Porosidad alineada en raíz Ae Escoria entre cordones Bb Falta de Fusión C Penetración Incompleta D		Penetración excesiva De Rehuye de raíz K Concavidad interior de raíz Da Concavidad exterior Db Descentramiento High-Low Dh Fisura Longitudinal Ea		Fisura Transversal Eb Socavado Interno Fa Socavado externo Fb Inclusión de Tungsten T					
OBSERVACIONES			APROBACIÓN FINAL						
			RESPONSABLE	NOMBRE	FIRMA	FECHA			
			EMPRESA END						
			SUBCONTRATISTA						
			CONTRATISTA						
			EMPLEADOR						

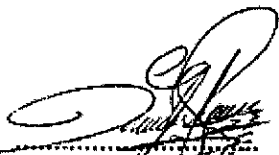
Página 1

ANEXO H

**PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO EN
JUNTAS SOLDADAS DE COMPONENTES MAYORES A 20"
(500mm) DE DIAMETRO**

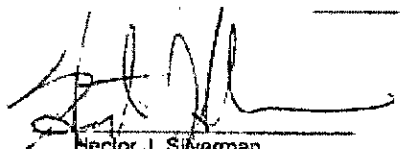
 Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf/Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE ULTRASONIDO	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-UT001- 16
	SEGÚN ASME SECC V – 2015	REV. 04
	Sistema de Gestión de Calidad	FECHA: 28/12/16
		PAG 1 DE 16


**PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO EN
 JUNTAS SOLDADAS DE COMPONENTES MAYORES A 20”
 (500mm) DE DIAMETRO**


 DANIEL RAMIREZ GARCÍA
 NIVEL II ASNT TC IA
 RT-UT-MT-VT-LP

INSPECDAC S.A.C.


 Roberto León Davalos
 NIVEL II SNT TC - IA RT-UT-MT-PT-VT


 Hector J. Silverman
 ASNT NDT Level III 17319

 Av. Oscar. R, Bonavides 3008 Of 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE ULTRASONIDO	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-UT001- 16
	SEGÚN ASME SECC V – 2015	REV. 04
	Sistema de Gestión de Calidad	FECHA: 28/12/16
		PAG 2 DE 16

INDICE

1. OBJETIVO
2. ALCANCES
3. DOCUMENTACION Y NORMAS DE REFERENCIA
4. CALIFICACION DE LOS INSPECTORES
5. MATERIAL A SER ENSAYADO
6. CONDICIONES REQUERIDAS PARA LA SUPERFICIE A SER ENSAYADA Y
MÉTODOS DE PREPARACIÓN
7. ACOPLANTE
8. EQUIPOS DE ULTRASONIDO
9. TRANSDUCTORES
10. TÉCNICA OPERACIONAL DEL ENSAYO
11. DOCUMENTACION
12. FORMATO DE REPORTE DE ENSAYO POR ULTRASONIDO

 <p>Av. Oscar. R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE ULTRASONIDO</p>	<p>PROCEDIMIENTO: INS-ASME-UT001- 16</p>
	<p>SEGÚN ASME SECC V – 2015</p>	<p>REV. 04</p>
	<p>Sistema de Gestión de Calidad</p>	<p>FECHA: 28/12/16</p>
		<p>PAG 3 DE 16</p>

1.- OBJETIVO

El objetivo de este procedimiento de Ultrasonido está orientado a la estandarización de los

parámetros de ejecución de este método, adecuándolos a nuestros requerimientos y necesidades

basados en el código ASME Secc. V – 2015, en la inspección con Ultrasonido para la evaluación de

soldaduras con penetración completa de componentes de acero de diámetro mayor a 20 pulg.

(500mm).

2.- ALCANCES


Este procedimiento ha sido elaborado para cubrir los alcances requeridos de inspección por Ultrasonido método convencional Pulso – Eco, en el desarrollo de Proyectos de fabricación y montaje de componentes de acero de diámetros mayores a 20pulg. (500mm), utilizando para la evaluación de las juntas soldadas los criterios de aceptación del código ASME SECC. VIII – 2015.

3.- DOCUMENTACION Y NORMAS DE REFERENCIA

Código ASME Secc.V - 2015, artículo 4

Código ASME Secc.VIII – 2015 Apéndice Mandatorio 12, criterios de aceptación

Norma ASTM E-164 Standard Practice for Ultrasonic Contact Examination of Weldments

 Av. Oscar. R. Benavides 3008 OF. 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE ULTRASONIDO	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-UT001- 16
	SEGÚN ASME SECC V – 2015	REV. 04
	Sistema de Gestión de Calidad	FECHA: 28/12/16
		PAG 4 DE 16

4.- CALIFICACIÓN DE LOS INSPECTORES

Los operadores serán entrenados y calificados como nivel I o II de acuerdo con los requisitos de la

ASNT, Procedimiento SNT-TC-1A. El operador nivel II en ultrasonido, responsable de los trabajos de inspección realizará la inspección, interpretará, evaluará y reportará los resultados obtenidos.

5.- MATERIAL A SER ENSAYADO


- a) Acero al Carbono Juntas soldadas en tanques o tuberías de diámetro mayor a 20"
- b) Acero Inoxidable Juntas soldadas en tanques o tuberías de diámetro mayor a 20"

6.- CONDICIONES REQUERIDAS PARA LA SUPERFICIE A SER ENSAYADA Y MÉTODOS DE

PREPARACIÓN

Superficie adyacente a la soldadura (área de Barrido del metal base)

- a) Las superficies que serán ensayadas deberán presentar condiciones adecuadas de modo que no interfieran con el resultado final del ensayo, es decir la superficie de contacto entre el transductor y la pieza debe de estar limpia y libre de rugosidades excesivas, ondulaciones, óxidos, salpicaduras de soldaduras y pinturas, etc. por lo menos en 1.5 pasos de área de barrido, calculados en función del espesor del material base a inspeccionar y del ángulo del transductor empleado.
- b) Si fuera necesario las superficies podrán ser esmeriladas, escobilladas, raspadas, o preparadas de alguna forma para ejecutar el ensayo.

 <p>Av. Oscar. R. Bonavides 3008 Of. 1203 Lima Tel/Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE ULTRASONIDO	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-UT001- 16
	SEGÚN ASME SECC V – 2015	REV. 04
	Sistema de Gestión de Calidad	FECHA: 28/12/16
		PAG 5 DE 16

c) Deberá de haber una transición suave entre el metal base y el cordón de soldadura. Cuando fuera necesario un acoplamiento sobre el cordón de soldadura, el refuerzo de la misma deberá ser totalmente removido.

d) El estado de la habilitación de las superficies de ensayo debe ser indicado en los reportes de inspección por ultrasonidos.

7.- ACOPLANTE

Como acoplante entre la superficie de la pieza y el transductor se utilizará una base de metil celulosa diluida en agua (Pegamento de papel tapiz).

8.- EQUIPOS DE ULTRASONIDO

Deben ser utilizados equipos de ultrasonido de tipo pulso-eco según se describe a continuación.

Tabla 8.1

FABRICANTE	MODELO (*)
OLYMPUS	EPOCH XT
OLYMPUS	EPOCH XT
OLYMPUS	OMNI SCAN MX
GENERAL ELECTRICS	PHASOR XS
TRU-SONIC	TRU-TEST

(*) Todos digitales con interfase a computadora

9.- TRANSDUCTORES

 Av. Oscar. R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE ULTRASONIDO	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-UT001- 16
	SEGÚN ASME SECC V – 2015	REV. 04
	Sistema de Gestión de Calidad	FECHA: 28/12/16
		PAG 6 DE 16

Dependiendo del espesor y la configuración de la junta a inspeccionar se utilizarán transductores de ondas longitudinales acoplados a zapatas angulares o transductores angulares integrados para la inspección con haz transversal (angular) y transductores de haz normal para la inspección del material base los cuales son listados en la siguiente tabla:

Tabla 9.1


MARCA	MODELO	TIPO	DIÁMETRO	ÁNGULO	FRECUENCIA
KEIYU	AWS-45	Normal	0.625"x0.750"	45°	2.25Mhz
KEIYU	AWS-60	Normal	0.625"x0.750"	60°	2.25Mhz
KEIYU	AWS-70	Normal	0.625"x0.750"	70°	2.25Mhz
KEIYU	AWS/EN	Normal	16mmx18mm	70°	2.25Mhz

Los transductores deben ser seleccionados considerando los ángulos de biselado, espesor y posición de la junta a ser inspeccionada.

10.- TÉCNICA OPERACIONAL DEL ENSAYO

10.1.- Requerimientos del Equipo de Ultrasonido

Se utilizará un instrumento ultrasónico del tipo pulso-eco (ver tabla 8.1). El instrumento será capaz de operar en frecuencias sobre el rango de por lo menos 1MHz a 5MHz y será equipado con un control de ganancia en unidades de 2dB o menos. El control de rechazo (Reject) estará en la posición de "off" (apagado) para todas las examinaciones, a menos que se demuestre que no afecta las linealidades de la examinación.

 <p>Av. Oscar. R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Tel/Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspeccion.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE ULTRASONIDO</p>	<p>PROCEDIMIENTO: INS-ASME-UT001- 16</p>
	<p>SEGÚN ASME SECC V – 2015</p>	<p>REV. 04</p>
	<p>Sistema de Gestión de Calidad</p>	<p>FECHA: 28/12/16</p>
		<p>PAG 7 DE 16</p>

10.2.- Unidades de Búsqueda (Transductores)

La frecuencia nominal deberá ser desde 1MHz hasta 5MHz, a menos que las variables, tales como la estructura del grano del material, requieran el uso de otras frecuencias para asegurar la penetración adecuada o una mejor resolución. Las unidades de búsqueda con cuñas de contacto contorneadas se pueden utilizar para ayudar el acoplamiento ultrasónico.

10.3.- Bloques de Calibración

10.3.1.-General


a) Reflectores

Se deberán utilizar reflectores especificados (es decir, agujeros perforados de lado, agujeros de fondo plano, muescas, etc.) para establecer las referencias primarias de la respuesta del equipo.

b) Material

(1) Soldaduras del Mismo Material. El material y la especificación del cual se fabricará el bloque será del mismo a inspeccionar o de N°-P equivalente que se encuentre dentro del grupo de materiales que serán examinados. Para los propósitos de este procedimiento, los materiales con N°-P 1, 3, 4, y 5 se consideran equivalentes.

(2) Soldaduras de Materiales Disímiles. La selección del material del bloque será basada en el material del lado de la soldadura desde la cual la examinación será conducida. Si la examinación es conducida de ambos lados, los reflectores de calibración serán proporcionados en ambos materiales.

 <p>Av. Oscar. R. Benavides 3008 Of 1203 Lima Telf/Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE ULTRASONIDO	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-UT001- 16
	SEGÚN ASME SECC V – 2015	REV. 04
	Sistema de Gestión de Calidad	FECHA: 28/12/16
		PAG 8 DE 16

c) Calidad

Antes de la fabricación, el material del bloque será examinado totalmente con un transductor de haz normal. Las áreas que contengan una indicación que exceda la reflexión del eco de fondo serán excluidas de las trayectorias de haz requeridas para alcanzar los reflectores de calibración.

d) Acabado Superficial

El acabado de la superficie de exploración del bloque será representativo de los acabados de las

superficies de exploración del componente a ser examinado.

e) Curvatura del Bloque

Materiales de diámetros mayores a 20" (500mm). Para las examinaciones en materiales donde el

diámetro superficial de examinación es mayor de 20" (500mm), puede ser utilizado un bloque

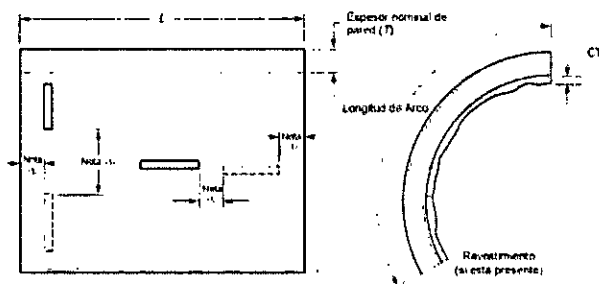
esencialmente de la misma curvatura (ver figura T-434.3), o alternativamente, un bloque de

calibración básico de forma plana (ver figura T-434.2.1).

- (1) Bloque de Calibración Básico Curvo.** La configuración y los reflectores de los bloques de calibración básicos serán fabricados según lo mostrado en la figura T-434.3. El bloque de calibración básico será una sección de la tubería del mismo tamaño nominal y cédula. El tamaño de bloque y las localizaciones de los reflectores deberán ser los adecuados para realizar la calibración con los haces angulares usados.

 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Tel/Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE ULTRASONIDO	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-UT001- 16
	SEGÚN ASME SECC V – 2015	REV. 04
	Sistema de Gestión de Calidad	FECHA: 28/12/16
		PAG 9 DE 16


Figura T-434.3 Bloque de Calibración Básico Curvo



NOTAS GENERALES:

- (a) La longitud mínima del bloque de calibración (L) será de 8 " (200mm) o 8T, cualquiera que sea mayor.
- (b) La longitud mínima del arco será 8 " (200mm) o 3T, cualquiera que sea mayor.
- (c) Las profundidades de las muescas serán a partir de 8%T mínimo hasta 11%T máximo. Los anchos de las muescas serán máximos de 1/4" (6 mm). Las longitudes de las muescas serán de 1" (25mm) mínimo.
- (d) El ancho máximo de la muesca no es crítico. Las muescas deben ser hechas de fondo plano de cambios de sección esquinados.
- (e) Las longitudes de muesca serán suficientes para calibrar con un mínimo de 3 a 1 Relación señal / ruido.
- (f) Se utilizarán dos bloques cuando se examine una soldadura que ensamble dos espesores diferentes de material y un solo bloque no cumpla los requisitos. Requisitos de T-434.3.
- (g) Cuando se utiliza un bloque plano como lo permite T-434.1.7.1, se pueden omitir las dos muescas axiales y se puede reducir la anchura del bloque a 4 pulgadas. (100 mm), siempre que el I.D. Y O.D. Se colocan muescas en superficies de examen opuestas del bloque. Cuando el revestimiento no está

presente, sólo Se requiere una muesca siempre que se pueda acceder a cada superficie de examen durante las calibraciones.

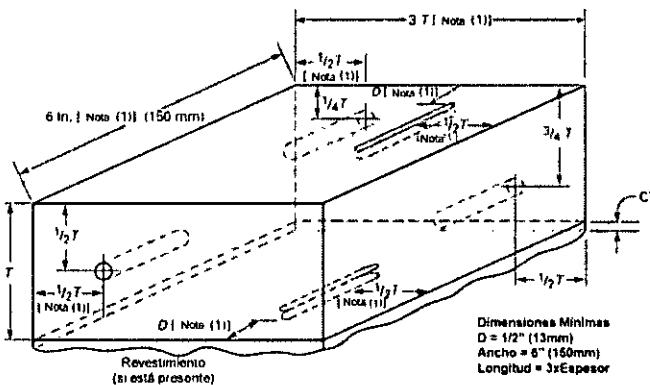
 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE ULTRASONIDO	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-UT001- 16
	SEGÚN ASME SECC V – 2015	REV. 04
	Sistema de Gestión de Calidad	FECHA: 28/12/16
		PAG 9 DE 16

NOTA:


(1) Las muescas no deben estar situadas a menos de $1 / 2T$ o $1/2$ pulg. (13 mm), lo que sea mayor, a cualquier borde del bloque o a otras muescas.

(2) **Bloque de Calibración Básico Plano** La configuración y los reflectores del bloque de calibración básico deberán ser como las mostradas en la figura T-434.2.1. Las localizaciones y el tamaño del bloque deberán ser adecuados para realizar la calibración con los haces angulares usados.

Figura T-434.2.1 Bloque De Calibración Para Superficies Planas o Tuberías Mayores a 20" (500mm) de Diámetro



Espesor de la Soldadura (t), Pulg. (mm)	Espesor del Bloque de Calibración (T), Pulg. (mm)	Diámetro del Agujero, Pulg. (mm)	Dimensiones de la Muesca, Pulg. (mm)
Hasta 1 (25)	$\frac{3}{4}$ (19) o t	3/32 (2.5)	Prof. De la Muesca = 1.6% Ta 2.2% T
Sobre 1 (25) hasta 2 (50)	$1\frac{1}{2}$ (38) o t	1/8 (3)	Ancho de la Muesca = $\frac{1}{4}$ (6) máx.
Sobre 1 (50) hasta 2 (100)	3 (75) o t	3/16 (5)	Long. De la Muesca = 1 (25) mín.
Sobre 2 (100)	$t \pm 1$ (25)	[Note (2)]	

 <p>Av. Oscar. R. Bonavides 3008 Of. 1203 Lima Tel./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE ULTRASONIDO</p>	<p>PROCEDIMIENTO: INS-ASME-UT001- 16</p>
	<p>SEGÚN ASME SECC V – 2015</p>	<p>REV. 04</p>
	<p>Sistema de Gestión de Calidad</p>	<p>FECHA: 28/12/16</p>
		<p>PAG 10 DE 16</p>


10.4.- Identificación de las Áreas de Examinación de la Soldadura

- a) Localización de la Soldadura. La localización de las soldaduras y su identificación serán registradas en un mapa de soldadura o en un plano de identificación.
- b) Marcas. Si las soldaduras van a ser marcadas permanentemente, se pueden utilizar punzones con tipos. Las marcas después de aplicadas no serán más profundas de 3/64" (1.2 mm).
- c) Sistema de Referencia. Cada soldadura será localizada e identificada por un sistema de puntos de referencia. El sistema permitirá la identificación de cada línea central de la soldadura y la designación de intervalos regulares a lo largo de la longitud de la soldadura.

10.5.- Técnicas

Las técnicas descritas en este procedimiento dan por entendido que son dadas para aplicaciones donde los transductores de elementos simples o duales son usados para producir:

- a) Ondas longitudinales de haz normal, a las cuales generalmente se les llaman exámenes con haz normal.
- b) Ondas longitudinales de haz angular, donde están presentes y se refractan tanto las ondas longitudinales y ondas transversales en el material bajo examen. Cuando son utilizadas para la medición de espesores, estas exámenes se consideran generalmente como exámenes con haz normal. Cuando son utilizados para exámenes de soldadura, generalmente se llaman exámenes con haz angular.
- (c) Ondas de corte de haz angular, donde los ángulos incidentes en las cuñas producen solamente ondas refractadas de corte en el material bajo examen y generalmente son llamadas exámenes con haz angular.

 Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE ULTRASONIDO	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-UT001- 16
	SEGÚN ASME SECC V – 2015	REV. 04
	Sistema de Gestión de Calidad	FECHA: 28/12/16
		PAG 11 DE 16

10.6.- Calibración

10.6.1.- Comprobación de la Linealidad del Instrumento

Los requisitos (a) y (b) abajo deberán ser cubiertos de manera que no se exceda en intervalos de un año para instrumentos digitales, o antes del primer uso de allí en adelante.

a) Linealidad de la Altura de la Pantalla. La linealidad de la altura de la pantalla del instrumento ultrasónico será evaluada de acuerdo con el apéndice mandatorio I del Código ASME Secc. V - 2015.

b) Linealidad del Control de la Amplitud. La linealidad del control de la amplitud del instrumento ultrasónico será evaluada de acuerdo con el apéndice mandatorio II del Código ASME Secc. V -2015.

10.6.2.- Requisitos Generales de Calibración

a) Sistema Ultrasónico. Las calibraciones incluirán el sistema ultrasónico completo y serán realizadas antes del uso del sistema en el rango de espesores bajo examinación.

b) Superficie de Calibración. Las calibraciones serán realizadas desde la superficie (convexo o cóncavo) correspondiente a la superficie del componente de el cual la examinación será realizada.


10.6.3.- Acoplante

Se utilizará el mismo acoplante para la examinación y para la calibración.

10.6.4.- Cuñas de Contacto

Las mismas cuñas de contacto que se utilizarán durante la examinación serán utilizadas para la calibración.

10.6.5.- Controles Del Instrumento.

 <p>Av. Oscar. R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Tel/Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE ULTRASONIDO</p>	<p>PROCEDIMIENTO: INS-ASME-UT001-16</p>
	<p>SEGÚN ASME SECC V – 2015</p>	<p>REV. 04</p>
	<p>Sistema de Gestión de Calidad</p>	<p>FECHA: 28/12/16 PAG 12 DE 16</p>

10.6.6. - Temperatura

Para la examinación por el método de contacto, el diferencial de la temperatura entre el bloque de calibración y las superficies de examinación estará dentro de 14°C.

10.6.7.- Calibración del Equipo Para la Examinación

Para la calibración del equipo debemos seguir los siguientes pasos:

10.6.7.1.- Determinación del “index point” o punto de salida del haz.


Colocar el transductor sobre el patrón V1 o V2 y orientarlo hacia la superficie curvada de modo tal que en el equipo se obtenga una reflexión de máxima amplitud. En el patrón V1 o V2 existe una marca que indica el punto en el cual se obtiene el pico de mayor amplitud, este punto será indicativo del punto por donde está saliendo el haz desde el transductor. Este punto de salida del transductor debe marcarse con tinta para tener la referencia.

10.6.7.2.- Determinación del Ángulo de Salida del Haz

El ángulo de salida del haz se obtiene también de estos patrones (V1 o V2) colocando el transductor en la zona graduada en ángulos y haciendo incidir una onda hacia el orificio existente en estos patrones, hasta obtener la máxima amplitud posible, en ese instante hacer coincidir con la marca del “index point” y establecer a que ángulo le pertenece, si la variación es mayor de 2° con respecto al ángulo nominal del transductor, se debe corregir la zapata o cambiar de transductor.

10.6.7.3.- Calibración en Distancia

Para utilizar una adecuada escala de pantalla, será suficiente contar con una distancia de recorrido de haz, hasta de 3 medios pasos de modo tal que podamos obtener una buena visibilidad de las zonas en evaluación. Las escalas a utilizar dependerán del espesor a evaluar y el ángulo del transductor que se utilice. Definitivamente para espesores delgados de 5mm por ejemplo, se empleará una escala de 50mm y un transductor de 70°.

 <p>Av. Oscar. R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE ULTRASONIDO</p> <p>SEGÚN ASME SECC V – 2015</p> <p>Sistema de Gestión de Calidad</p>	<p>PROCEDIMIENTO: INS-ASME-UT001- 16</p>
		<p>REV. 04</p>
		<p>FECHA: 28/12/16</p>
		<p>PAG 13 DE 16</p>

En general una buena escala para transductores angulares debe ser tal que permita el barrido total de la soldadura y la zona térmicamente afectada. Se deberá considerar que la escala cubra 3 medios pasos de barrido.

10.6.8.- Calibración Para la Evaluación de Discontinuidades

10.6.8.1.- Calibración del Sistema Mediante Técnicas de Amplitud Distancia (DAC)

a) Bloque(s) de Calibración. Las calibraciones serán realizadas utilizando los bloques de calibración mostrado en la figura T434.3 o T-434.2.1.

b) Técnicas. El haz angular será dirigido hacia el reflector de calibración de manera que origine una respuesta máxima en el campo de interés. El control de ganancia será fijado de modo que esta respuesta sea de $80\% \pm 5\%$ de la altura de la pantalla completa. Éste será el nivel de referencia primario. El transductor entonces será manipulado, sin cambiar los ajustes del instrumento, para obtener las respuestas máximas de los otros reflectores de calibración en las trayectorias del haz para generar la curva de corrección de amplitud-distancia (DAC). Estas calibraciones establecerán la calibración del rango de distancia y la corrección de amplitud-distancia.

c) Calibración con Haz Angular. Como sea aplicable, la calibración proporcionará las siguientes medidas:


(1) calibración del rango de distancia;

(2) distancia-amplitud;

(3) medida de la amplitud del eco de la muesca superficial en el bloque de calibración básico.

d) Calibración con Haz Normal. La calibración proporcionará las siguientes medidas:

(a) calibración del rango de distancia;

 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf./Fax: (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspectac.com</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE ULTRASONIDO</p>	<p>PROCEDIMIENTO: INS-ASME-UT001- 16</p>
	<p>SEGÚN ASME SECC V – 2015</p>	<p>REV. 04</p>
	<p>Sistema de Gestión de Calidad</p>	<p>FECHA: 28/12/16</p>
		<p>PAG 14 DE 16</p>

10.7.1.2.- Velocidad de Barrido

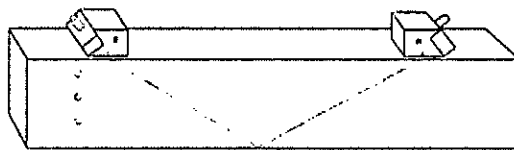
La velocidad de barrido (velocidad de exploración) no excederá 6pulg./seg. (150 mm/seg.).

10.7.2.- Nivel de Sensibilidad de la Exploración

El nivel de sensibilidad de la exploración será ajustado como mínimo 6dB más alto que el nivel de referencia ajustado.


La corrección por transferencia debe ser realizada, para la estandarización exacta de la sensibilidad. Esto asegurará de que las diferencias entre características acústicas, superficies de exploración y forma de la parte, entre la calibración estándar y el bloque de calibración sean consideradas al realizar la calibración estándar de la sensibilidad. Cuando sea requerido, los valores de la corrección por transferencia se deben determinar inicialmente antes de la examinación y cuando el tipo de material, la forma, espesor y superficie de exploración varían de tal modo que la diferencia de los valores excede $\pm 25\%$ de los valores originales esperados. Los valores de la corrección por transferencia se deben determinar según lo demostrado en la figura 10.2.

Figura 10.2 Corrección por Transferencia



Procedimiento:
1. Coloque dos transductores angulares de características similares sobre el bloque de calibración que se utilizará en la posición demostrada arriba.
2. A través del uso de métodos de transmisión, maximice la indicación obtenida y obtenga un valor en dB de la indicación. A partir de ahí construya una curva DAC la cual servirá para determinar la corrección por transferencia en cualquier espesor.
3. Transfiera los dos transductores similares a la pieza que se examinará, y oriente en la misma dirección en la cual será realizada la exploración, y obtenga un valor en dB de las indicaciones según lo explicado arriba.
4. La diferencia en dB entre el bloque de calibración y el obtenido en la pieza para el espesor inspeccionado que en su momento se debe registrar y utilizar para ajustar la sensibilidad estándar.

10.8.- Evaluación

 <p>Av. Oscar. R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Tel./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERU www.inspectdac.com</p>	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE ULTRASONIDO	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-UT001- 16
	SEGÚN ASME SECC V – 2015	REV. 04
	Sistema de Gestión de Calidad	FECHA: 28/12/16
		PAG 15 DE 16

10.8.1.- General


Se reconoce que no todos los reflectores ultrasónicos indican defectos, ya que ciertas discontinuidades metalúrgicas y condiciones geométricas pueden producir indicaciones no relevantes.

Se incluyen en esta categoría las planchas segregadas en la zona afectada por el calor que llegan a ser reflexivos después de su fabricación. Bajo la examinación con haz normal, éstos pueden aparecer como puntos o indicaciones lineales. Bajo la examinación con haz angular, las indicaciones que se determinan como originadas debido a las condiciones superficiales (tales como geometría de la raíz de la soldadura) o las variaciones en estructura metalúrgica en materiales austeníticos se pueden clasificar como indicaciones geométricas. La identidad, la amplitud máxima, la localización, y la extensión del reflector que causa una indicación geométrica deben ser registradas. Los pasos siguientes serán tomados para clasificar una indicación como geométrica:

- a) Interpretar el área que contiene el reflector, de acuerdo con el procedimiento aplicable de examinación.
- b) Trazar y verificar las coordenadas del reflector. Preparar un bosquejo seccional que demuestre la posición del reflector y las discontinuidades superficiales tales como la raíz.
- c) Revisar la fabricación o los planos de preparación de la soldadura. Otras técnicas ultrasónicas o métodos no destructivos de examinación pueden ser provechosos en la determinación de la posición verdadera, del tamaño, y de la orientación de un reflector.

11.- DOCUMENTACIÓN

11.1.- Registro de las Indicaciones

 <p>Av. Oscar R. Benavides 3008 Of. 1203 Lima Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ www.inspecdac.com</p>	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE ULTRASONIDO	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-UT001- 16
	SEGÚN ASME SECC V – 2015	REV. 04
	Sistema de Gestión de Calidad	FECHA: 28/12/16
		PAG 16 DE 16

11.1.2.- Indicaciones Rechazables

Las indicaciones rechazables serán registradas. Como mínimo, serán registrados el tipo de indicación (es decir, Grieta, Falta de Fusión, Escoria, etc.), la localización, y la extensión (es decir, longitud).

En el caso de defectos que serán reparados, el inspector debe identificarlos con tinta en su verdadera dimensión, (localización, amplitud y profundidad) en las soldaduras examinadas.

11.1.3.- Reparaciones

Todas las discontinuidades inaceptables deben ser removidas, reparadas y re inspeccionadas más un área de 25mm adyacentes a la reparación de acuerdo con el mismo procedimiento de ensayo utilizado.


En el caso de que el defecto se encuentre cercano a la superficie, este puede ser eliminado sin reparación por soldadura, siempre y cuando la eliminación del defecto no afecte el espesor mínimo requerido para el componente.

11.1.4.- Reporte de Examinación

Como mínimo, la siguiente información será registrada en la hoja de reporte para ensayos de ultrasonido, para cada examinación ultrasónica:

- (a) identificación y revisión del procedimiento;
- (b) identificación ultrasónica del instrumento (incluyendo número de serie del fabricante);
- (c) identificación de los transductores (tipo, frecuencia, y tamaño);
- (d) ángulo del haz usado usado;
- (e) marca o tipo de acoplante usado;

12.- FORMATO DE REPORTE DE ENSAYO POR ULTRASONIDO

 <p>Av. Oscar R. Penabazco 2008 Of. 1203 Lima Tel: 814 611470-Fax: 11882 - 11181 administrativo@ispecda.com www.ispecda.com</p>		<p align="center">REPORTE DE INSPECCION CON ULTRASONIDO</p>			N° REPORTE						
					FECHA						
							PAG. 01 DE 01				
CLIENTE:				OT:							
PROYECTO:											
EQUIPO:											
Material	Espesor (mm)	Código de Junta	Estampa Soldador	Producto: <input type="checkbox"/> Soldadura <input type="checkbox"/> Fundido <input type="checkbox"/> Forjado			Condición de superficie: <input type="checkbox"/> Escobillada <input type="checkbox"/>				
Código/Norma Referencia			Criterio Aceptación			Procedimiento N°					
Método de Examinación			Acoplante			Equipo: Marca / Serie / Modelo					
Palpador					Datos de calibración						
Tipo	Marca	Modelo	Dimensión (mm)	Angulo	Frec. (MHz)	Bloque	Ø (mm)	Ref. (dB)			
Normal											
Angular 1						Escala (mm)					
Angular 2						Corrección Transf (dB):					
Diseño de Junta:			Cara de Barido:			Ganancia de ensayo (dB):					
Croquis del Elemento Inspeccionado											
LONG. INSPECCIONADA m											
Item	N° Inspección	Angulo	Categoría de Ensayo	Discontinuidad						Tipo de Discontinuidad	Evaluación
				Ganancia Respecto DAC	Longitud (mm)	Profundidad (mm)	Ubicación				
							x (mm)	y (mm)			
Observaciones:											
CALIFICACION:				<input type="checkbox"/> CONFORME			<input type="checkbox"/> NO CONFORME				
Lugar y Fecha Ejecución			Inspector Nivel II UT			Cliente					
<p><small>Ensayos no Destructivos, Radiografía Industrial, Ultrasonido, Partículas Magnéticas, Tintes Penetrantes, Calibración de Espesores, Análisis de Falla, Metalografía no Destructiva, Dureza no Destructiva, Análisis Químico, Absortividad en Soldadura, Supervisión, Certificación de Soldadores, Ensayos Mecánicos, Certificaciones, Pruebas Hidráulicas, Neumáticas y de Vacia, Venta De Tintes Penetrantes</small></p>											

ANEXO I
PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

**ESPECIFICACION DE
PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA
(WPS)**
(De acuerdo a ASME Sección IX-2015)

WPS 134 36
E
C-12345

IDENTIFICACION

WPS No. 134 36

Revisión: 01

Fecha: 15/03/2023

Elaborado: [Nombre]

Revisado: [Nombre]

APROBADO: [Nombre]

INSTANTANEO POR RESISTENCIA CALIENTE

WPS No. 134 36

Revisión: 01

Fecha: 15/03/2023

Elaborado: [Nombre]

Revisado: [Nombre]

APROBADO: [Nombre]

PROCESAMIENTO (WPS)

Material: [Material]

Proceso: [Proceso]

Posición: [Posición]

Preparación de bordes: [Preparación]

Preparación de la superficie: [Preparación]

Preparación de la raíz: [Preparación]

Preparación de la cara: [Preparación]

Preparación de la espaldada: [Preparación]

Preparación de la raíz: [Preparación]

Preparación de la cara: [Preparación]

Preparación de la espaldada: [Preparación]

Preparación de la raíz: [Preparación]

Preparación de la cara: [Preparación]

Preparación de la espaldada: [Preparación]

CONDICIONES DE SOLDADURA

Temperatura ambiente: [Temperatura]

Temperatura de precalentamiento: [Temperatura]

Temperatura de intercalado: [Temperatura]

Temperatura de enfriamiento: [Temperatura]

Temperatura de almacenamiento: [Temperatura]

Temperatura de servicio: [Temperatura]

Temperatura de inspección: [Temperatura]

Temperatura de reparación: [Temperatura]

Temperatura de limpieza: [Temperatura]

Temperatura de secado: [Temperatura]

Temperatura de almacenamiento: [Temperatura]

Temperatura de servicio: [Temperatura]

Temperatura de inspección: [Temperatura]

Temperatura de reparación: [Temperatura]

Temperatura de limpieza: [Temperatura]

Temperatura de secado: [Temperatura]

PROCESAMIENTO DE SOLDADURA

Proceso: [Proceso]

Posición: [Posición]

Preparación de bordes: [Preparación]

Preparación de la superficie: [Preparación]

Preparación de la raíz: [Preparación]

Preparación de la cara: [Preparación]

Preparación de la espaldada: [Preparación]

Preparación de la raíz: [Preparación]

Preparación de la cara: [Preparación]

Preparación de la espaldada: [Preparación]

Preparación de la raíz: [Preparación]

Preparación de la cara: [Preparación]

Preparación de la espaldada: [Preparación]

CONDICIONES DE SOLDADURA

Temperatura ambiente: [Temperatura]

Temperatura de precalentamiento: [Temperatura]

Temperatura de intercalado: [Temperatura]

Temperatura de enfriamiento: [Temperatura]

Temperatura de almacenamiento: [Temperatura]

Temperatura de servicio: [Temperatura]

Temperatura de inspección: [Temperatura]

Temperatura de reparación: [Temperatura]

Temperatura de limpieza: [Temperatura]

Temperatura de secado: [Temperatura]

Temperatura de almacenamiento: [Temperatura]

Temperatura de servicio: [Temperatura]

Temperatura de inspección: [Temperatura]

Temperatura de reparación: [Temperatura]

Temperatura de limpieza: [Temperatura]

Temperatura de secado: [Temperatura]

PROCESAMIENTO DE SOLDADURA

Proceso: [Proceso]

Posición: [Posición]

Preparación de bordes: [Preparación]

Preparación de la superficie: [Preparación]

Preparación de la raíz: [Preparación]

Preparación de la cara: [Preparación]

Preparación de la espaldada: [Preparación]

Preparación de la raíz: [Preparación]

Preparación de la cara: [Preparación]

Preparación de la espaldada: [Preparación]

Preparación de la raíz: [Preparación]

Preparación de la cara: [Preparación]

Preparación de la espaldada: [Preparación]

CONDICIONES DE SOLDADURA

Temperatura ambiente: [Temperatura]

Temperatura de precalentamiento: [Temperatura]

Temperatura de intercalado: [Temperatura]

Temperatura de enfriamiento: [Temperatura]

Temperatura de almacenamiento: [Temperatura]

Temperatura de servicio: [Temperatura]

Temperatura de inspección: [Temperatura]

Temperatura de reparación: [Temperatura]

Temperatura de limpieza: [Temperatura]

Temperatura de secado: [Temperatura]

Temperatura de almacenamiento: [Temperatura]

Temperatura de servicio: [Temperatura]

Temperatura de inspección: [Temperatura]

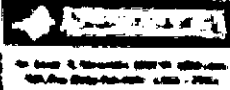
Temperatura de reparación: [Temperatura]

Temperatura de limpieza: [Temperatura]

Temperatura de secado: [Temperatura]

Fuente: CYM

CERTIFICADO DE HOMOLOGACIÓN DE SOLDADOR

	CERTIFICADO DE HOMOLOGACION DE SOLDADOR	1070 1110 16	
	WELDER, WELDING OPERATOR OR TACK WELDER	Rango	10-1
		Categoría	A
		Fecha	01/05/17

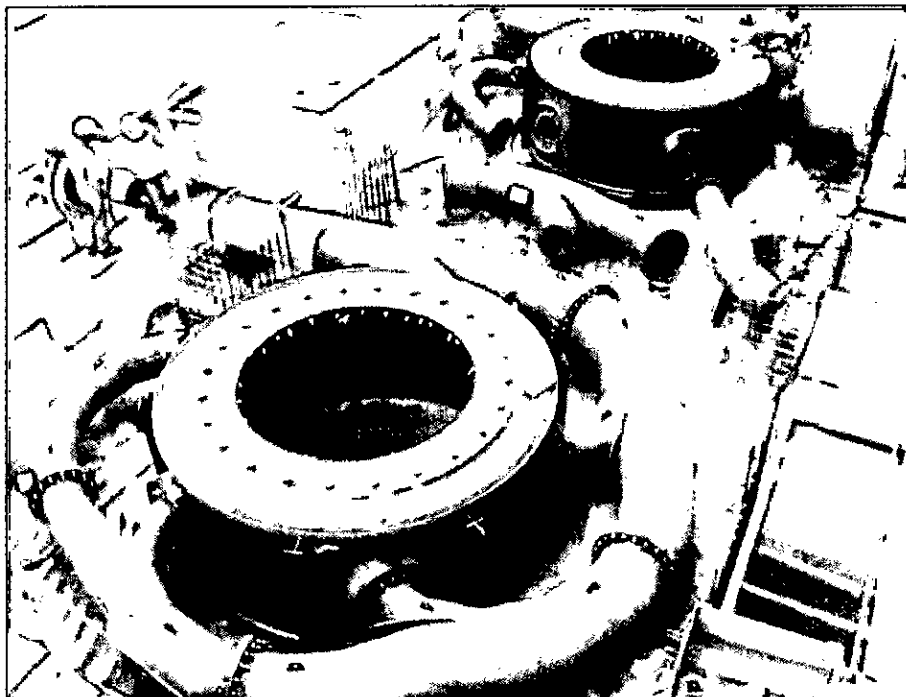
Nombre de la compañía: INSPECCAL S.A.C.		Proyecto: 1110 16	
Nombre y apellido del soldador: ROBERTO LUIS LÓPEZ		Tipo de Prueba: Prueba 0	
Edad: 35 años	Experiencia en: WELD	NPI Referencia: WPA 1110 16	
Composición Metal base: ASTM A36 Gr. 30	Material: ES 00 MIG	<input checked="" type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Clases
Verificación de certificaciones (CEN / EN):	Tipo de prueba (Certificación):		Rango Laboral:
Pruebas de laboratorio:	CIAN	CIAN	
Material base:	ASTM A36 Gr. 30	ASTM A36 Gr. 30	
Temperatura máxima admisible (admisión de metal):	Con Preheating	Con Preheating	
<input checked="" type="checkbox"/> Preheating <input type="checkbox"/> No preheating			
Velocidad de avance (cm/min):	100 (100%)	100 (100%)	
Distribución de arco (EPA):	EA 135	EA 135	
Distancia entre el cable y el cable:	25 CM	25 CM	
Velocidad de avance (cm/min):	100	100	
Temperatura ambiente (Tamb):	25°C	25°C	
Temperatura de precalentamiento:	Preheating	Preheating	
Temperatura máxima por cada proceso:	25°C	25°C	
Resistencia a la tracción (Din. 10, 10, 10, 10):	50	50	
Procedimiento de soldadura (WPS):	WPS 1110 16	WPS 1110 16	
Tipo de gas (WPS):	CIAN / CIAN	CIAN / CIAN	
Gas de protección o de precalentamiento (WPS):	CIAN / CIAN	CIAN / CIAN	
Velocidad de avance (WPS):	100	100	
Calentamiento (WPS):	Preheating	Preheating	
<input checked="" type="checkbox"/> Aprobado por WPS (10-1)			
<input checked="" type="checkbox"/> Aprobación de inspección visual (ISA-100-2) ACEPTABLE			
<input type="checkbox"/> Reporte de Pruebas de Densidad Radiológica			
<input checked="" type="checkbox"/> [1] [1] [1] [1] [1] [1]		<input type="checkbox"/> [1] [1] [1] [1] [1] [1]	
Tipo	Resultado	Tipo	Resultado
Defectos de todo I	Aceptable	Defectos de todo II	Aceptable
Defectos de todo II	Aceptable	Defectos de todo III	Aceptable
Defectos de todo III	Aceptable	Defectos de todo IV	Aceptable
Supervisión Certificada por: Roberto Luis López		Fecha: 01/05/17	
Aprobación de programa de soldadura (según especificaciones técnicas de inspección de soldadura):		ACEPTABLE	
NIVEL II RT STN - IC - SA		Nombre de Inspector: Roberto Luis López	
Firma: [Firma]		Firma: [Firma]	

AFIRMACIÓN	INSPECCAL S.A.C.	CALIDAD CYM	CLIENTE
Nombre y Apellido:	[Firma]	[Firma]	
Fecha:	01/05/17	01/05/17	
Firma:	[Firma]	[Firma]	

Fuente: CYM

Anexo J
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE BLINDAJE

ESPECIFICACION TÉCNICA BLINDAJE



Centrales Hidroeléctricas Ángel I, II y III, Perú

B

Suministro, Fabricación, Transporte y Montaje de los blindajes

Especificación Técnica

1 INTRODUCCION

1.1 Objeto

Estas Especificaciones Técnicas cubren los requisitos para fabricación, pintura, inspección, pruebas y ensayos.

En esta Especificación están descritos los detalles necesarios para los blindajes incluidos en el suministros, sin embargo, ciertas particularidades deberán ser definidas y verificadas por el FABRICANTE, con base en su tecnología y experiencia, considerando que en los blindajes sean incorporados los requisitos aquí especificados, garantizando que los mismos operaran satisfactoriamente, tendrán una durabilidad adecuada y serán de fácil mantenimiento.

El FABRICANTE será responsable por la calidad técnica de manera de garantizar la operación y la durabilidad compatibles con los blindajes en cuestión y deberá suministrar todo lo que sea necesario para el buen funcionamiento de las instalaciones y para el adecuado cumplimiento integral de la finalidad prevista.

2. ALCANCE DEL SUMINISTRO

2.1 Equipos, Materiales y Servicios Incluidos en el Suministro

El suministro comprende los materiales, mano de obra, fabricación, control de calidad, ensayos en el taller, embalaje, transporte, montaje, supervisión de fabricación supervisión de montaje y puesta en operación completo de los Blindajes de las Centrales Hidroeléctricas Ángel I, II y III.

2.1.1 General

El suministro de los blindajes incluye los componentes, servicios y actividades relacionadas a continuación, sin embargo, no se limita a los elementos listados.

- Suministro, incluyendo especificaciones y pedidos de compra y suministro de materias primas necesarias en concordancia con la ingeniería de fabricación y con los mejores procedimientos de control de calidad.
- Listas de materiales, manuales y planos de montaje, operación y mantenimiento y manuales de puesta en operación, tales como.
- Listado completo de todos los planos de montaje;
- Plan de calidad;
- Planos de montaje de los blindajes, en escala, incluyendo la relación de los blindajes (listas de material ;
- Procedimientos de inspecciones, pruebas e instrucciones para control de calidad;
- Lista de embalaje y envío;
- Documentos de fabricación certificados (Data Book de fabricación).
- Manual de montaje.
- Planos de transporte, cuando sea necesario, indicando el peso, dimensiones máximas externas, centro de gravedad y puntos de izamiento de piezas separadas o del embalaje;

- Lista de embalajes y embarque.
- Fabricación, incluyendo toda la mano de obra y materiales necesarios.
- Fabricación, suministro y montaje de las piezas metálicas fijas empotradas en hormigón de segunda etapa con todos sus elementos de fijación (barras, pernos, tuercas, etc.) de modo que pueda posibilitar su montaje desde las piezas fijas empotradas en hormigón de primera etapa.
- Herramientas y dispositivos especiales necesarios al montaje, o mantenimiento de los equipos.
- Materiales para el montaje e instalación en el sitio de la obra, incluyendo electrodos, pines, pernos, arandelas, barras y todos los otros elementos necesarios, con una adición del 5 % (cinco por ciento) con relación a la cantidad teórica necesaria;
- En carácter de préstamo provisorio, todos los aparatos, materiales y dispositivos necesarios a la realización de los ensayos en el taller del FABRICANTE y en el sitio de la obra;
- Inspección de soldaduras en el taller, por radiografía, ultrasonido, tintas penetrantes y otros métodos especificados;
- Pintura completa de todos los equipos, incluso pinturas de fondo y acabado necesarias a los retoques efectuados en el sitio de la obra, incluyendo preparación y protección de las superficies;
- Pre-montaje en el taller para verificaciones dimensionales;
- Ensayos y pruebas en el taller, con emisión de certificados;
- Desmontaje necesario para el transporte;
- Embalaje de protección para el transporte;
- Almacenaje de los blindajes en el taller hasta el embarque para transporte;

- Carga y transporte de los blindajes del taller hasta el sitio de la obra;
- Descarga y almacenaje de los blindajes en el sitio de la obra hasta lo inicio del montaje.
- Mantenimiento de los blindajes almacenados en el sitio de la obra;
- Supervisión de montaje y de recepción en el sitio de la obra;
- Montaje de todos los blindajes suministrados (incluyendo piezas fijas de primera);
- Pruebas y ensayos destructivos y/ o no destructivos aplicados en el montaje de campo;
- Supervisión y puesta en operación de todos los blindajes suministrados y montados;
- Electrodo para las soldaduras a ser efectuadas durante en el montaje en el sitio de la obra;
- Dispositivos utilizados en los ensayos de los equipos en el sitio de la obra, por préstamo.

2.1.2 Planos y documentos de referencia

Los planos y documentos relevantes para este suministro son;

NÚMERO	DESCRIPCION
00-Planos de Licitación	
DE-AG-4400 Rev 0	Pique de Presión -Tubería Forzada Diseño del Blindaje-Espesores de Plancha
DE-AG-4401 Rev 0	Pique de Presión –Túnel de Alta Presión Diseño de Blindaje-Espesores de plancha
Informe Técnico 6C0120048-11-4	Blindaje de Tubería Forzada-Diseño Estructural
Memorándum 01 de Julio de 2016	Requisitos esenciales para la fabricación, montaje y hormigonado de lo blindajes Centrales Hidroeléctricas Ángel I, II y III.
C.E.C.T	Comité Europeen de la Chaudronnerie et de la Tolie(European committee for Boilermaking and kindred Steel Structures). Recommendations for the Design, Manufacture and Erection of Steel Penstocks of Welded Construction for Hydro Electric Installations.

3. CRITERIOS DE FABRICACIÓN

3.1 Tubería de presión

El blindaje de este suministro empieza en la Cámara de Carga de cada una de las centrales Hidroeléctricas Ángel I, II y III y termina en la Caverna de Máquinas hasta el punto de empalma con las tuberías de cada una de las válvulas esféricas a la entrada de cada turbina

Los espesores mencionados en los planos DE-AG-4400 Rev 0 y DE-AG-4401 Rev 0 son valores del diseño básico, los cuales deben ser respetados por el FABRICANTE.

3.2 Criterios de fabricación

La fabricación de todos los elementos del blindaje debe obedecer a los requisitos y directrices aplicables del C.E.C.T - Comi-é Europpen de la Chaudronnerie et de la Tolerie (European Committe for Boilermaking and kindred Steel Structures).

El fabricante queda informado que para el dimensionamiento del blindaje fue considerado:

- Presión normal de inyección del hormigón de 0.35 MPa.
- Un sobre – espesor de corrosión de 1.0 mm en toda la extensión del blindaje
- Una eficiencia de las juntas soldadas de las chapas barloadas de 100%, una vez que todas las juntas estructurales de tope deberán ser ensayadas por el fabricante a través de radiografías o gammagrafías o por ultrasonidos en un 100% de la longitud de los cordones.
- El método de análisis a la presión externa fue hecho según Amstutz, adoptándose el coeficiente de seguridad de 1.3, con relación la presión crítica de pandeo. Para este cálculo se consideró una holgura radial entre el blindaje circundante igual a 0.02% del radio interno del blindaje, por lo anterior, se consideró que el relleno entre la plancha de acero y la roca se hará con un diseño de mezcla particular considerando concreto expansivo.
- No será necesario hacer inyecciones de cemento en el gap concreto – acero.

El fabricante deberá instalar estructuras provisionales para refuerzo interno del blindaje durante el hormigonado. Las estructuras deberán ser diseñadas, suministradas, transportadas, montadas y desmontadas por el fabricante que será, para todos los efectos, responsables por cualquier deformación que resulte del hormigonado.

4. CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS Y PARTES

4.1 General

Todos los materiales empleados en la fabricación deberán ser nuevos y de primera calidad y sus propiedades mecánicas y composición química deberán ser comprobadas por medio de ensayos realizados de acuerdo con Standard aplicables.

Deberán ser previstos agujeros de drenaje en los locales de posible acumulación de agua, con diámetro de por lo menos 25 mm.

Las piezas fijas empotradas en hormigón de segunda etapa deberán ser suministradas con todos sus elementos de fijación de tal forma para posibilitar su montaje desde las piezas de espera empotradas en hormigón de primera etapa. Los pernos de reglaje deberán permitir el alineamiento y la colocación en nivel de las piezas fijas con relación a los ejes principales de la estructura.

4.2 Blindaje de acero

4.2.1 General

Los segmentos del blindaje deberán ser suministrados con biseles, listos para la soldadura a los segmentos adyacentes en el sitio de la obra. El fabricante deberá optimizar la subdivisión de los tramos a ser soldador en taller de acuerdo con su experiencia y en función de los recursos de fabricación empleados y de medio previstos para el montaje.

Las soldaduras circunferenciales y longitudinales deberán recibir inspección por ultrasonido y tintas penetrantes a 100% independiente de ser ejecutadas en taller o en el sitio. Todas las uniones o cruces de las soldaduras longitudinales y

circunferenciales, hechas en taller o en el sitio, deberán ser inspeccionadas 100% por Rayos X.

Deberán ser atendidas las exigencias de la CECT (European Committee of Boiler, Vessel and Pipework Manufacturers). Las tolerancias deberán ser informadas en el plan de calidad del fabricante.

4.2.2 Preparación de las chapas

Las chapas empleadas en los blindajes podrán ser cortadas o biseladas por medios mecánicos por oxicorte o por corte con plasma. Después del corte y antes que las chapas pasen por otra fase de fabricación, deberá ser removida toda la escoria y el material fundido.

Todas las chapas rectangulares deberán presentar bordes rectos y cantos en ángulos rectos. La diferencia en la largura de dos diagonales no deberá exceder 3 mm. Los bordes rectos de las chapas rectangulares no se deberán desviar de una línea teórica por más de 1.5 mm de cada lado de esta.

Las dimensionales reales de las chapas biseladas no se deberán desviar de un valor superior a 1.5 mm en el ancho y 3 mm en la longitud con relación a las dimensiones mostradas en los planos de fabricación.

Después de ser cortadas y biseladas las chapas deberán ser curvadas en frío de acuerdo con las dimensiones mostradas en los planos aprobadas.

La preparación de los bordes deberá exponer el metal limpio, libre de defectos de laminación, defectos de superficie causados por operaciones de cortes y otros defectos groseros.

Los biseles deberán ser diseñados en función de la soldadura y del espesor de las chapas, de tal manera para asegurar la penetración total de la soldadura y deberán ser ejecutados según lo indicado en los planos aprobados. El proceso de soldadura

adoptado para los componentes deberá asegurar un control apropiado de calentamiento y que considere métodos para el control de deformación.

Las juntas longitudinales de los elementos adyacentes del blindaje no deberán estar alineadas. En la región de la soldadura el espesor de las chapas soldadas no podrá diferir más que 2.0 mm. La distancia máxima entre chapas adyacentes, después el posicionamiento y antes de la soldadura no deberá exceder 4 mm.

Las juntas a ser soldadas desde el interior del blindaje después de montado en el sitio de la obra deberán ser provistas de chapas de cierre en la parte trasera.

El fabricante será responsable por la soldadura, proceso de soldadura, tipo de electrodo y supervisión de soldadura. Deberá suministrar también los electrodos requeridos para la realización de las soldaduras en el sitio de la obra. Para la calificación de los procedimientos de soldadura se deberán efectuar ensayos de impacto Charp V.

Los respectivos anclajes temporales deberán ser dimensionados por el fabricante para resistir a los empujes y cargas de ocurrirán durante el hormigonado. Este deberá ser hecho en lances de 1.0 m de columna neta, o velocidad equivalente para hormigonado continua.

Todas las chapas deberán ser marcadas para facilitar la fabricación y montaje en el sitio de la obra, incluso las de las piezas que no son pre- montadas.

4.2.3 Anillos de refuerzo

No se permite el uso de anillos de refuerzo exteriores a ser soldados a la tubería forzada para aumentar la estabilidad de pandeo de los tubos.

4.2.4 Componentes y accesorios

El fabricante deberá suministrar todos los accesorios necesarios para el montaje del blindaje, mismo que sean embebidos en el hormigón.

Pernos, arandelas y tuercas, deberán ser fabricados de material resistente a la corrosión.

Los tirantes y demás anclajes de blindaje deberán ser suministrados en posiciones y cantidades que posibiliten el posicionamiento preciso del blindaje antes del hormigonado y que mantengan su posición durante el hormigonado.

4.2.5 Materiales

Para todos los aceros de los blindajes de la tubería forzada se deberá utilizar un acero de excelente soldabilidad, de grano fino, resistente al envejecimiento, con características mínimas de acuerdo a la Norma ASTM A572 GRADO 50, suministrando con los siguientes requisitos suplementario: condición de suministro con tratamiento térmico de normalizado, ensayos de inspección por ultrasonidos al 100% del área de las planchas y con ensayos de impacto Charpy V –Notch.

Para controlar el tratamiento térmico de normalizado, el fabricante deberá verificar por medio de certificados de calidad de material que las planchas suministradas cumplen con una relación entre el esfuerzo de rotura y el límite elástico de por lo menos 1.30 veces 450 Mpa / 345 Mpa, planchas con una relación menor a 1.30 veces no serán aceptadas.

La utilización de otros tipos de acero será analizada desde que sean comprobadamente equivalente a los indicados arriba. Por lo tanto, el fabricante deberá presentar informaciones sobre los aceros propuestos que permitan la comparación.

Las chapas empleadas deberán tener sus propiedades mecánicas y composición química comprobadas a través de ensayos, o por medio de certificados de calidad de material emitidos por el propio fabricante de las chapas. En este certificado deberán estar identificados los lotes de fabricación, que deberán ser los mismos de las chapas utilizadas.

5. SOLDADURAS, PRE- MONTAJE EN EL TALLER Y TOLERANCIAS

5.1 Soldaduras y ensayos no destructivos

Las soldaduras deberán ser como definido en las Especificaciones Técnicas Generales. En todos los casos los procedimientos de soldadura y los tratamientos térmicos deberán ser calificados y aprobados por el delegado el contratante antes del inicio de la fabricación.

Todos los soldadores deberán ser calificados conforme las normas. Si el trabajo de cualquier soldador, a cualquier tiempo, parecer cuestionable al delegado del contratante, este soldador deberá ser sometido a nuevo proceso de calificación

Las chapas a ser usadas para calificación de los procesos de soldadura y de los soldadores deberán tener dimensiones que permitan obtener segmentos para pruebas cuya distancia mínima hasta los extremos de la chapa sea 5 cm. Las chapas para calificación deberán ser de material idéntico al que será utilizado en la fabricación del equipo al ser soldado. Las técnicas, incluyendo el tipo de electrodo, posición y velocidad de soldadura, deberán ser idénticas a las que serán utilizadas en la fabricación. El delegado del fabricante deberá presenciar la preparación de todas las chapas. Los costos de todas las calificaciones de procesos y de soldaduras, incluyendo las pruebas físicas, serán de responsabilidad del fabricante, que deberá suministrar al delegado de responsabilidad del fabricante, que deberá suministrar al delegado de las contratantes copias certificadas de los informes de los ensayos físicos realizados.

Ensayos no destructivos

El acabado de las soldaduras deberá ser adecuado para la inspección no destructiva. Si necesario, las superficies deberán ser esmeriladas.

Todas las superficies de las líneas de soldadura hechas a mano deberán ser verificadas por tintas penetrantes o partículas magnéticas.

El responsable por los ensayos deberá marcar cada soldadura aprobada por el con su estampilla, en las dos extremidades de la línea de soldaduras. Soldaduras encontradas sin las marcas o con marcas cuestionables deberán ser examinadas otra vez.

El ensayo ultrasónico deberá ser hecho luego de la calibración cuidadosa del equipo de ensayo, conforme las normas. El equipo de ultrasonidos deberá ser provisto de sistema de registro. Si el ensayo por ultrasonidos revelar un defecto este deberá ser radiografiado. La evaluación hecha por radiografía prevalecerá sobre la hecha por ultrasonido.

Todos los cruces de soldaduras deberán ser radiografiados.

Los defectos deberán ser removidos por amolado inmediatamente después del ensayo.

Las soldaduras de reparación deberán ser verificadas en 100% por radiografías.

El fabricante deberá suministrar al delegado del contratante un informe completo sobre las radiografías, descreyendo todos los defectos.

5.2 Tolerancias

5.2.1 Tolerancias de fabricación del blindaje

Las superficies de las chapas de los segmentos adyacentes montados deberán estar concordantes en el lado interno del blindaje.

Tolerancias definidas por la CECT (European Committee of Boiler, Vessel and Pipework Manufacturers) deberán ser respetadas integralmente.

Las chapas deberán ser barloadas con una curvatura continua, no siendo permitido, en punto alguno, desvíos incompatibles con Standard pertinentes.

Cuidado especial deberá ser ejercido en el alineamiento de los bordes y extremidades de las chapas en trechos adyacentes, para asegurar la concordancia de las superficies dentro de un máximo desvió permisible de 2 mm en cualquier punto.

Es responsabilidad del Supervisor de montaje, la garantía de que estas tolerancias, así como las demás de la CECT, sean atendidas durante el montaje en el sitio de la obra. Para tanto el fabricante deberá suministrar todas las orientaciones técnicas y dispositivos que juzgue necesarios para el perfecto alineamiento en el campo.

6. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

Durante la fabricación y el montaje el fabricante deberá realizar todas las pruebas rutinarias y especiales de acuerdo con las normas aplicables.

Después del montaje, los equipos y sus accesorios deberán ser sometidos a una serie de pruebas de aceptación para evaluación de su desempeño. Las pruebas en el taller y el sitio de la obra deberán incluir, pero no limitarse a los ensayos descritos en los ítems siguientes:

6.1 Ensayos en el taller – Materiales

Las chapas y perfiles deberán ser sometidas a los siguientes ensayos en la siderúrgica, donde aplicable (conforme norma del material, ASTM A572 GRADO 50):

- Ensayo de tracción
- Ensayo de flexión
- Ensayo de impacto (Charpy V) – exigido por solicitud del contratante
- Ensayo ultrasónico al 100% del área de la plancha (en la planta de siderurgia o en el taller)

Ensayos de tintas penetrantes o partículas magnéticas en los bordes después de su preparación para la soldadura.

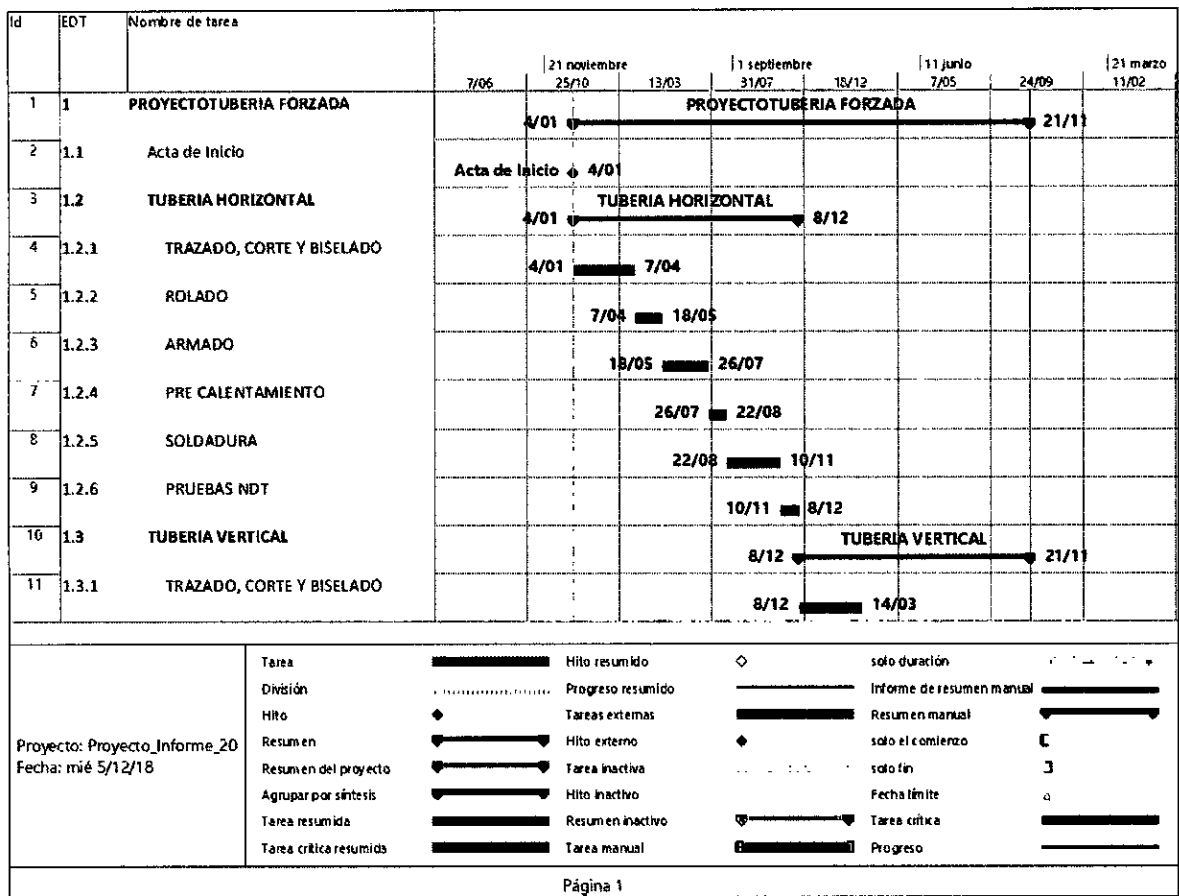
Durante la fabricación, ensayos mecánicos y de dureza deberán ser hechos en todas las soldaduras, automáticas o hechas a mano.

6.2 Verificación dimensionales y de acabado

Antes del montaje de los componentes mecánicos y luego de la aprobación de las soldaduras, tratamientos térmico y maquinado final, todas las partes estructurales y componentes mecánicos deberán ser sometidos a verificación completa de las dimensiones, acabado y calidad de fabricación.

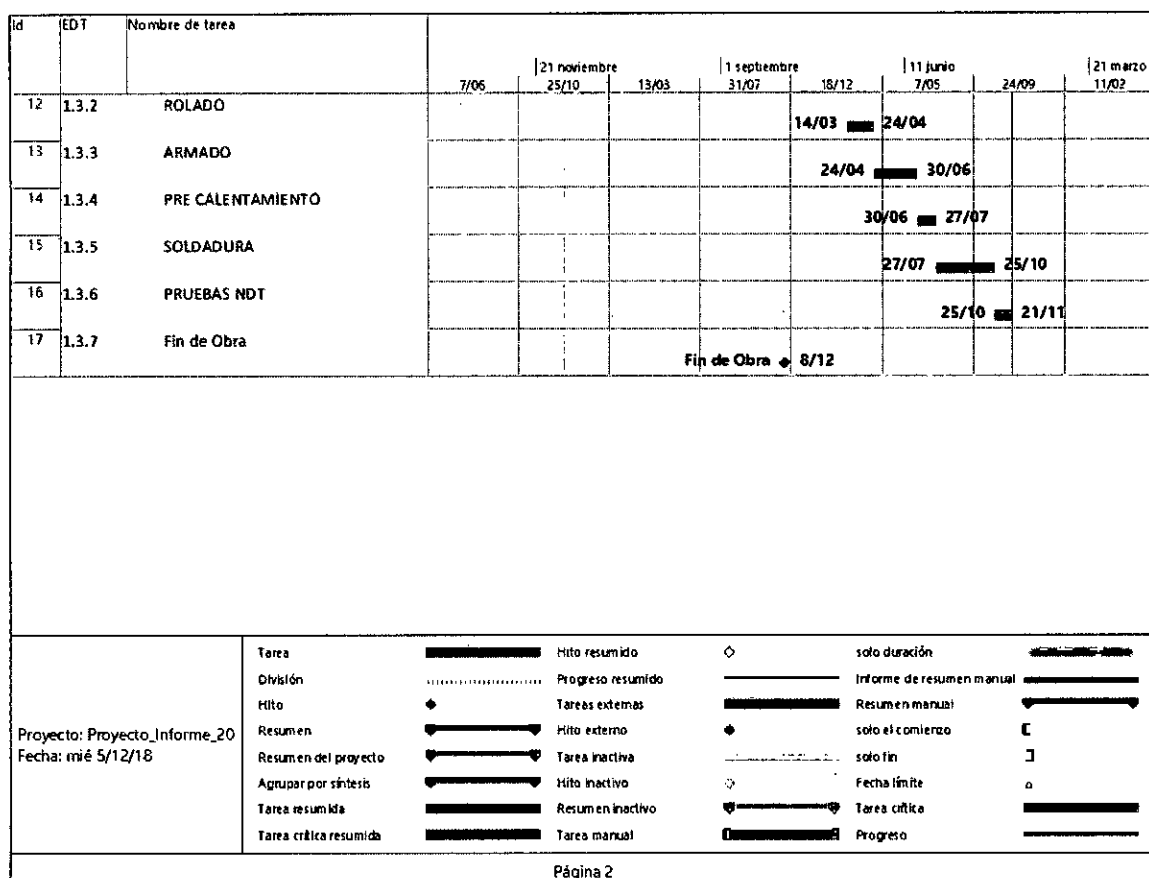
Anexo K
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Cronograma de fabricación de tuberías



Fuente: Elaboración propia

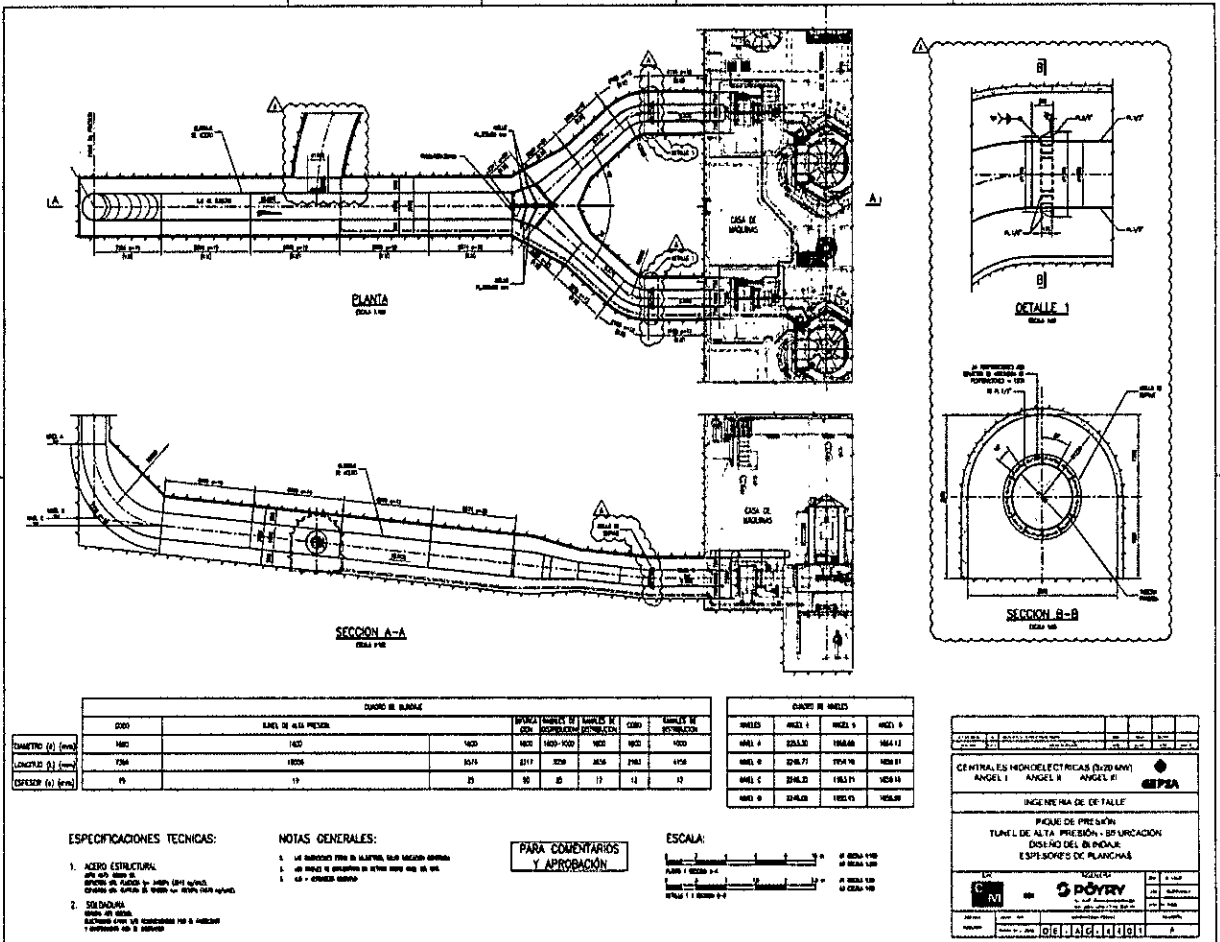
Cronograma de fabricación de tuberías



Fuente: Elaboración propia

Anexo L
PLANOS

TUNEL DE ALTA PRESION



Fuente: CYM