

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y
AMBIENTAL**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA**



**“APLICACIÓN DE LA NORMA AWS D1.1 EN LA INSPECCIÓN DE
SOLDADURAS EN LAS UNIONES DE LAS ESTRUCTURAS
METÁLICAS, DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA REFINERÍA
DE TALARA”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

GUTIERREZ CHUQUISPUMA, ROGGERS JAMES

**Villa El Salvador
2017**

DEDICATORIA:

Dedico mi proyecto de ingeniería a toda mi familia que con su apoyo han hecho posible que pueda desarrollarme y culminar con éxito mis estudios profesionales.

AGRADECIMIENTO

A mis padres que me apoyaron incondicionalmente en esta etapa de mi vida académica. A los profesores de la Universidad Tecnológica de Lima Sur, por sus aportes para profundizar mis conocimientos y crecimiento personal.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1. Descripción de la Realidad Problemática.....	10
1.2. Justificación del Proyecto.....	11
1.3. Delimitación del Proyecto.....	12
1.4. Formulación del Problema.....	13
1.5. Objetivos.....	13
1.5.1. Objetivo General.....	13
1.5.2. Objetivos Específicos.....	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	14
2.2 Bases Teóricas.....	18
2.3 Marco Conceptual.....	93
CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN Y APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DE SOLDADURAS EN LAS ESTRUCTURAS DE LA AMPLIACION DE LA REFINERIA DE TALARASEGÚN NORMA AWS D1.1 2010	
3.1 Descripción del procedimiento de inspección de soldadura.....	97
3.2 Aplicación del Plan de Inspección de soldadura.....	109
3.3 Revisión y Consolidación de resultados.....	111
3.4 Resultados obtenidos	115
CONCLUSIONES	116
RECOMENDACIONES	117
BIBLIOGRAFÍA	118
ANEXOS	121

LISTADO DE FIGURAS

- Figura N° 01: Clasificación de los procesos de soldadura.
- Figura N° 02: Soldadura por arco eléctrico.
- Figura N° 03: Esquema de la soldadura GMAW
- Figura N° 04: Esquema general del equipo de soldadura GMAW
- Figura N° 05: Junta a TOPE
- Figura N° 06: Soldadura junta de esquina
- Figura N°07: Tipo junta en T
- Figura N°08: Junta de Traslape
- Figura N° 09: Junta de borde
- Figura N° 10: Principales tipos de soldadura
- Figura N° 11: Dimensiones y sección resistente de una junta de filete
- Figura N° 12: Soldadura de Ranura
- Figura N° 13: Soldadura de Tapón
- Figura N° 14: Esquema de sobre posición para juntas de tope en chapas planas.
- Figura N° 15: Esquema de sobre posición para juntas circulares y longitudinales de tope
- Figura N° 16: Esquema de sobre posición para juntas y otras superficies en ángulo.
- Figura N° 17: MT
- Figura N° 18: PT
- Figura N° 19: UT a.
- Figura N° 20: UT b.

LISTADO DE TABLAS

- Tabla N° 01: Relación de Tipo de Corriente y Polaridad
- Tabla N° 02: Características de los aceros empleados en la construcción
- Tabla N° 03: Aceros estructurales especificaciones, ASTM para tuberías, láminas, planchas.
- Tabla N° 04: Ejemplos de códigos de soldadura
- Tabla N° 05: Especificaciones
- Tabla N° 06: Ejemplos de estándares
- Tabla N° 07: Valores Máximo y mínimos X, Y, Z.
- Tabla N°08: valores máximo y mínimo para X, Y, Z, W.
- Tabla N° 09: Valores máximo y mínimo de X, Y, a+b, W.
- Tabla N° 10: Tipo y Método aplicable al procedimiento.
- Tabla N° 11: Entrantes visibles removibles con solvente / Revelator no-acuoso
- Tabla N°12: T-672 MINIMUM DWELL TIMES
- Tabla N°13: TESTING ANGLE (SEE 6.26.5.2)
- Tabla N°14: Area of welds THCKNESS

INTRODUCCIÓN

La inspección de construcciones soldadas podría definirse como el conjunto de actividades encaminadas a asegurar un determinado grado de fiabilidad de un conjunto soldado, mediante la verificación del mismo por medios adecuados durante diferentes fases del proceso productivo.

La importancia del proceso de inspección se desprende de la responsabilidad de los equipos y construcciones que actualmente se fabrican por soldadura, los cuales, en determinadas condiciones de fallo, afectan seria y directamente a la seguridad pública. Ejemplo de estos son: Aviones, buques, trenes, plantas generadoras de energía (térmicas, hidroeléctricas y nucleares), complejos petroquímicos y transformadores de energía, puentes, estructuras metálicas, conducciones y transporte de gases y líquidos, etc.

El convencimiento de la importancia de inspeccionar estos conjuntos soldados, ha sido la causa de que, en todos los países industrializados se hayan publicado códigos, especificaciones y normas relativos a su construcción e inspección.

Además, en la mayoría de dichos países, es la propia administración la que establece la obligatoriedad de construir e inspeccionar siguiendo unas determinadas normas, así como que el personal que las ejecute tenga unos conocimientos y experiencia mínimos. Al mismo tiempo, la industria también se ha hecho eco de esta necesidad, casi se puede decir que no existe una

empresa industrial competitiva que no disponga de normas o instrucciones propias, estableciendo las bases de fabricación e inspección necesarias para que los conjuntos o equipos por ella fabricados, cumplan los requisitos de seguridad que los organismos, nacionales e internacionales, fijan para el buen comportamiento en servicio de las construcciones soldadas

Los principales códigos de calificación de soldadura utilizados en el Perú son los elaborados por la AWS (American Welding Society) y la ASME (American Society of Mechanical Engineers). Se elige el código de acuerdo al tipo de servicio que ofrecerá la soldadura; es decir, las características de los esfuerzos y el metal base usado.

El código de calificación de soldadura que regirá este proyecto de ingeniería será el ANSI /AWS D1.1 2010 Structural Welding Code Steel; cuyo contenido da los parámetros necesarios para el diseño, calificación y fabricación de soldaduras ejecutadas en aceros aptos para estructuras.

Como parte del Proyecto de Modernización de la Refinería de Talara (PMRT), la Empresa Técnicas Metálicas SAC, está desarrollando estructuras metálicas que luego serán trasladadas para el montaje en campo en la Refinería, motivo por el cual es de mucha importancia realizar el proceso de inspección de soldadura apoyándose en normas que garanticen un control de calidad óptimo.

En ese sentido en el presente proyecto de ingeniería describió la aplicación de la norma AWS D1.1 2010 en la inspección de soldadura en las uniones de las

estructuras metálicas del Proyecto de Mejoramiento de la Refinería de Talara, motivo por el cual se dividió el proyecto en 3 capítulos.

En el Capítulo I, se describe el planteamiento del problema, que está basado en el riesgo o consecuencias que se generaría, si no se aplicara de forma correcta la inspección de soldadura en las uniones de la estructuras basándose en la norma AWS D1.1 2010.

En el Capítulo II, se describe el marco teórico en la cual se sustenta la propuesta de solución, referente a cómo reducir o eliminar las consecuencias de no usar de forma correcta un plan de inspección. Estas bases teóricas están relacionadas a los alcances y protocolos definidos por la norma AWS D1.1 2010 y los ensayos no destructivos aplicados a estructuras metálicas tales como Ensayos de tintes penetrantes, Ensayos de partículas magnéticas y Ensayos Radiográficos.

Finalmente en el Capítulo III, se desarrolla la propuesta de solución, para lo cual inicialmente se describe el procedimiento y el diagrama de flujo del procedimiento de ensayo, para luego aplicar el ensayo a una viga como arte del proyecto de mejoramiento de la refinería de Talara. Culminando con la presentación de resultados.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

A nivel mundial la industria de materiales y en especial la metalúrgica han experimentado grandes cambios en las últimas décadas del siglo XX, sobre todo debido a las grandes exigencias a que están sometidos los componentes de máquinas y estructuras en donde de presentarse una falla ocasionaría no solo un alto costo material sino también un alto costo humano por defectos que no se detectaron, como en el caso de la industria nuclear, aeroespacial, etc.

Es por ello, que en la empresa Técnicas Metálicas SAC, con el propósito de reducir los riesgos de alguna falla en cuanto a soldadura en las uniones de estructuras metálicas a ser montadas en la Refinería de Talara, surge la necesidad de aplicar técnicas de mayor control de calidad como son los ensayos no destructivos, no solo como control de calidad de

productos y estructuras, sino como una manera de reducir costos, ya que evita la producción en serie de productos defectuosos o en el caso de estructuras el colapso de ésta por soldaduras defectuosas de las partes que constituyen dicha estructura, por lo que al mismo tiempo es imperativo la creación de técnicas para ejecutar dichos ensayos.

Así también actualmente en la empresa Técnicas Metálicas, debido a la falta de preparación del personal para realizar soldaduras o en su defecto contar con personal no calificado, se realizan soldaduras ineficientes, lo que posteriormente podría ocasionar un mal funcionamiento o reducción de la vida útil de la máquina o estructura, con lo que su reparación incrementa drásticamente el costo total de fabricación.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La inspección de las soldaduras puede realizarse por varias razones, quizás, la razón más importante sea determinar si la soldadura tiene una calidad adecuada para su aplicación objetivo. Para evaluar la calidad de una soldadura, en primer lugar se debe tener algún tipo de parámetro con el cual comparar sus características.

En ese sentido el proyecto de ingeniería se justifica ya que describirá la aplicación de la norma AWS D1.1 2010 en la inspección de soldadura de las uniones de estructuras metálicas del proyecto de mejoramiento de la Refinería de Talara, con la finalidad de identificar fallas de forma oportuna y a tiempo, para corregirla en la misma empresa Técnicas Metálicas SAC y para que dichas fallas no lleguen al momento del montaje en planta.

Pudiendo generarse así la aplicación de penalidades por incumplimiento en la calidad del producto ofrecido.

Además al implementar la inspección de soldadura con ensayos no destructivos bajo la norma AWS D1.1 2010 no solo se tendrá un método de control económico con respecto a otros existentes, sino que también se obtendrán resultados de mayor confiabilidad, ya que estos métodos presentan mejor visibilidad de defectos.

1.3 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

1.3.1 ESPACIAL

El proyecto se desarrollará en la empresa Técnicas Metálicas, Planta: Km. 17.5 antigua Panamericana Sur, Lima – 42.

1.3.2 TEMPORAL

El trabajo comprende el periodo de Octubre 2016 a Febrero 2017.

1.3.3 CONCEPTUAL

Este trabajo no contemplará aspectos económicos debido a que esta información está restringida por la política de la empresa, solo contemplará aspectos técnicos prácticos.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La falta de la aplicación correcta de una Norma aceptada internacionalmente en la inspección de soldadura en las uniones de estructuras metálicas, disminuye la calidad de las mismas generando riesgo de fallas en el proceso de montaje en planta que se han detectado, por tal motivo se propone la norma basada en la AWS D1.1 2010 ampliamente conocida y recomendada, que con su correcta aplicación en la uniones de estructuras metálicas disminuirá las fallas en el proceso de montaje.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Verificar si mediante la aplicación correcta de la Normas AWS D1.1 2010 en la inspección de soldadura en las uniones de estructuras metálicas del Proyecto de Ampliación de la Refinería de Talara, mejora la calidad de estas últimas.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los métodos de ensayo no destructivos aplicables según la norma AWS D1.1 2010 a la inspección de soldaduras en las uniones de las estructuras metálicas del Proyecto de Mejoramiento de la Refinería de Talara.
- Aplicar los procedimientos de ensayo no destructivos según la Norma AWS D1.1 2010 a las uniones de las soldaduras de las estructuras metálicas del Proyecto de Mejoramiento de la Refinería de Talara.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

JULCAPARÍ (2010), en su tesis titulada “Planeación en procedimiento de soldadura para mejorar uniones soldadas en aceros ASTM A36 en la empresa MOTA- ENGIL PERÚ”, para optar el título de Ingeniero Mecánico en la Universidad del Centro del Perú de Huancayo, concluye que: “Los trabajos realizados empíricamente, no siempre es un buen camino cuando se quiere mejorar. Las normas AWS D1.1:2010 - Soldadura de Acero Estructural nos lleva de forma segura a este fin.

La estandarización del procedimiento durante los trabajos en soldadura, al cumplirse de manera rigurosa, más un programa detallado de control durante la ejecución garantiza resultados óptimos en la aplicación.

La estandarización no es un obstáculo ni solo un requerimiento administrativo; su consciente cumplimiento ahorra tiempo a las empresas que la utilizan y contribuye a asegurar la calidad de las uniones soldadas. Con ayuda de este planeamiento, se logra comprender los pasos a seguir para reportar fallas durante la inspección y aprobar las reparaciones de los cordones de soldadura”.¹

CAISAGUANO (2013), en su tesis titulada “Desarrollo de procedimientos de soldadura, calificación de soldadores y control de calidad de estructuras soldadas de acuerdo con AWS D1.1 2010, para optar el título de Ingeniero Mecánico en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador de Quito, concluye que: “Se desarrolló una metodología para una adecuada comprensión del código AWS D1.1 – 2010, y en función de esto se ha podido realizar los procedimientos- guía para: la calificación de la habilidad del personal de soldadura, el control de calidad de soldaduras de producción en estructuras de acero, los criterios de aceptación para inspección de soldadura para los métodos de inspección visual, líquidos penetrantes, partículas magnéticas, y ultrasonidos, la inspección de soldadura en una estructura soldada, para los métodos de inspección visual, líquidos penetrantes, partículas magnéticas y ultrasonidos”.²

¹JULCAPARI, M. (2010). Planeación en procedimiento de soldadura para mejorar uniones soldadas en aceros ASTM A36 en la empresa MOTA- ENGIL PERÚ. (Tesis de Pre Grado). Universidad del Centro del Perú de Huancayo, Perú.

² CAISAGUANO, D. (2013). Desarrollo de procedimientos de soldadura, calificación de soldadores y control de calidad de estructuras soldadas de acuerdo con AWS D1.1 2010 (Tesis de Pre Grado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.

PÉREZ (2009), en su tesis titulada “Influencia de la utilización de insertos de varilla corrugada sobre las soldaduras de perfil estructural”, para optar el título de Ingeniero Mecánico en la Universidad Central del Ecuador de Quito concluye que: “El procedimiento de soldadura (WPS) elaborado para la unión por soldadura de perfiles estructurales conformados en frío en junta a tope y en posición plana y horizontal, cumple con los requerimientos de calificación establecidos en AWS D1.1 2010 Structural Welding Code Steel. El procedimiento de soldadura realizado para la unión de varilla y perfil por soldadura SMAW, no aprobó los ensayos de calificación visual, no destructivos y de doblado. Estos resultados determinan que la junta disímil no puede ser calificada bajo los requerimientos de AWS D1.1 2010”.³

NIEBLES (2009), en su libro titulado “Diseño para la fabricación y ensamble de productos soldados”, señala que: “A partir de los resultados arrojados por la matriz de decisión, el método de unión mecánico más apropiado para la estructura soporte de la máquina para ensayos de fatiga de materiales a flexión rotativa es el método de unión por soldadura. Para el desarrollo de la metodología se parte del diseño conceptual y funcional de la estructura soporte, se tienen en cuenta los factores que inciden en el diseño y, por último, se desarrolla cada uno de los componentes en los que se soporta la aplicación efectiva del DFMA de productos soldados acorde con la base de conocimiento establecida para

³ PEREZ, M. (2009). Influencia de la utilización de insertos de varilla corrugada sobre las soldaduras de perfil estructural. (Tesis de Pre Grado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

los mismos. Todo lo anterior se refleja en el diseño preliminar y de detalle de la estructura soporte. La norma que aplica para el diseño y fabricación de este producto es la AWS D1.1 – 2010 que hace referencia a estructuras estáticas soldados en aceros”.⁴

JEFFUS (2009), en su libro titulado “Soldadura principios y aplicaciones”, señala refiriéndose al código AWS D1.1 – 2010 que: “Este Código cubre las especificaciones (requisitos) aplicables a estructuras de acero al carbono y de baja aleación. Está previsto para ser empleado conjuntamente con cualquier código o especificación que complemente el diseño y construcción de estructuras de acero. Quedan fuera de su alcance los recipientes y tuberías a presión, metales base de espesores menores a 1/8 Pulg 24 (3.2 mm), metales base diferentes a los aceros al carbono y de baja aleación y los aceros con un límite de fluencia mínimo mayor a 100,000 lb / pulg² (690 MPa)”.⁵

MINILO (2007), en su libro titulado “Inspector de Soldadura AWS QC1:2007”, señala que: “Aunque la finalidad de la inspección de soldadura en todo los casos es prácticamente la misma; determina si los ensamblajes soldados cumplen con los requisitos especificados, dependiendo de la parte que contrata los servicios de inspección, se pueden señalar diferentes enfoques, cometidos, alcances y limitaciones en la participación del inspector. La diferencia más evidente en este

⁴NIEBLES, E. (2009). Diseño para la fabricación y ensamble de productos soldados. Barranquilla, Colombia: UNINORTE.

⁵JEFFUS, L. (2019). Soldadura principios y aplicaciones. Madrid, España: PARANINFO

sentido queda de manifiesto al considerar la forma en que el código AWS D1.1 2010 / D1.1M:2006 Structural Welding Code – Steel (Código de Soldadura Estructural para Acero), se refiere a las funciones de inspección. Este código, establece como “funciones separadas” a la inspección y pruebas durante la fabricación y/o montaje y a la inspección y pruebas de verificación. Las funciones y responsabilidades del inspector en este texto son abordadas desde el punto de vista de la inspección y pruebas de verificación descritas en el código AWS D1.1 2010”.⁶

2.2 BASES TEORICAS

2.2.1 SOLDADURA

Mendoza (2010). La coalescencia localizada de metales o no metales producidas por el calentamiento de los materiales a la temperatura de soldadura, con o sin la aplicación de presión, o por la aplicación de presión solamente y con o sin uso de materiales de aporte.⁷

2.2.2 PROCESOS DE SOLDADURA

Existe una gran variedad de procesos de soldadura, varios métodos y técnicas de aplicación y una extensa cantidad y variedad, en constante aumento, de metales base y de aporte, por lo que una revisión de tales procesos necesariamente resulta incompleta.

⁶ MINILO, C. (2007). Inspector de Soldadura AWS QC1:2007. Santiago de Chile, Chile: INCHISOL.

⁷MENDOZA, W. (2010). Especificación de Procedimientos de Soldadura W.P.S. según Código D1.1-2010 A.N.S.I. /A.W.S. Barranquilla, Colombia: UNINORTE.

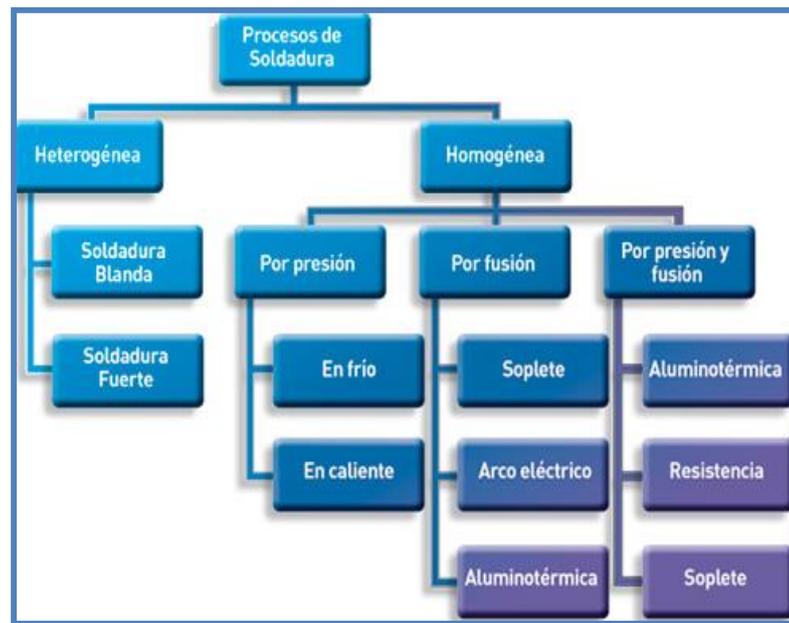


FIGURA N° 01: CLASIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA

Procesos de soldadura considerados por el código AWS D1.1-2010:

- SMAW - Soldadura de arco con electrodo revestido.
- SAW - Soldadura de arco sumergido.
- GMAW - Soldadura de arco con electrodo metálico y gas de protección.
- FCAW - Soldadura de arco con electrodo de corazón de fundente.
- GTAW - Soldadura de arco con electrodo de tungsteno.
- ESW - Soldadura con electro-escoria.
- EGW - Soldadura con electro-gas.
- Soldadura de pernos (Stud Welding).

Debido a que en este trabajo se tratarán específicamente los procesos SMAW, GMAW y lo que involucra sus aspectos

técnicos, de producción, metalúrgicos, económicos y de otra índole, las consideraciones de este capítulo se limitan a los dos procesos, que son abordados desde los puntos de vista más estrechamente relacionados con la inspección de soldadura.

- **SOLDADURA POR ARCO**

Pastor (2002). En la soldadura por arco, el intenso calor que se necesita para fundir el metal es producido mediante un arco eléctrico, el mismo que se forma entre la pieza de trabajo y un electrodo, el electrodo generalmente es un alambre o varilla especial.⁸

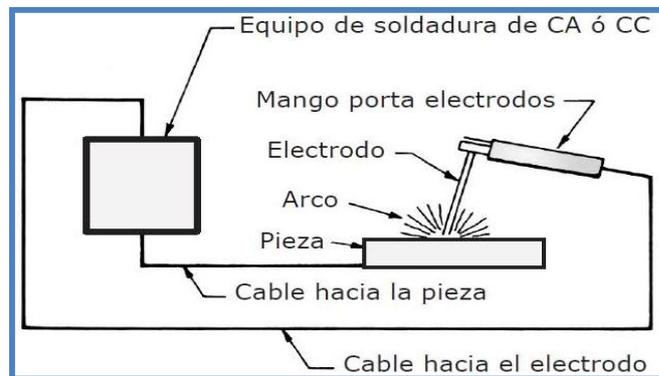


FIGURA N° 02: SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO

- **El arco eléctrico**

El arco se forma cuando se produce una descarga de corriente elevada entre (19 y 2000 amperios) y de baja tensión (entre 10 – 50 voltios). La corriente de soldadura que pasa a través del aire (de gran resistencia) genera un

⁸PASTOR, M. (2010). Introducción a la Metalurgia de la soldadura. Riobamba, Ecuador: ESPOCH.

calor muy intenso en el arco el cual puede ser de 3200 a 5500 °C.

- **SOLDADURA POR ARCO DE METAL BLINDADO**

De acuerdo al código AWS D1.1 2010 para aceros estructurales” e “Inspectores de soldadura AWS QC1:2007” correspondientemente, se realiza la siguiente mención:

- **Descripción del proceso SMAW:**

La Soldadura de Arco Manual o SMAW es también conocida como Soldadura de Electrodo Cubierto, Soldadura de Varilla o Soldadura de Arco Eléctrico, es la más antigua y más versátil de todos los diferentes procesos de soldadura de arco. Un Arco Eléctrico es mantenido entre la punta de un electrodo cubierto y la pieza a trabajar.

Las gotas de metal derretido son transferidas a través del arco y son convertidas en un cordón de soldadura, un escudo protector de gases es producido de la descomposición del material fundente que cubre el electrodo, además, el fundente también puede proveer algunos complementos a la aleación, la escoria derretida se escurre sobre el cordón de soldadura donde protege el metal soldado aislándolo de la atmósfera durante la solidificación, esta escoria también ayuda a darle forma al

cordón de soldadura especialmente en soldadura vertical y sobre cabeza. La escoria debe ser removida después de cada procedimiento.

- **Descripción del equipo de soldadura:**

La máquina de soldar es la fuente de energía eléctrica que establece un circuito cerrado.

Se utilizan dos cables, uno para conectar el porta electrodo a una de las terminales de la máquina (cable o terminal del electrodo), el otro cable conecta a la pinza de tierra (cable de tierra o de la pieza de trabajo).

- **VARIABLES MÁS RELEVANTES**

Características eléctricas del proceso de soldadura por arco:

- La soldadura puede ser hecha con CD o CA. El tipo específico de corriente utilizada influye en el rendimiento del electrodo.

TABLA N° 01: RELACIÓN DE TIPO DE CORRIENTE Y POLARIDAD.

TIPO DE CORRIENTE	TIPO DE POLARIDAD	TERMINAL (+)	TERMINAL (-)
CD	Polaridad directa (PD)	Cable de tierra	Cable del electrodo
	Polaridad inversa (PI)	Electrodo	Tierra (pieza de trabajo)
CA	No aplica	-	-

Caída de voltaje: Si se usa CA, la caída de voltaje en los cables es menor.

- **Baja corriente:** La CD ofrece mejores características de operación y un arco más estable.
- **Espesor del metal:** La CD se puede usar para soldar láminas y también secciones gruesas. Las condiciones del arco en los niveles de corriente bajos requeridos para materiales delgados son más estables cuando se usa CD.
- **Inicio del arco:** Con CD el encendido del arco es más fácil.
- **Longitud del arco:** La soldadura con arco corto (bajo voltaje de arco) es más fácil con CD que con CA.
- **Desviación o soplo del arco:** La desviación del arco es un problema frecuente cuando se usa CD y es un problema significativo cuando se suelda acero ferrítico a causa de los campos magnéticos que rodean al arco.

- Existen curvas típicas de salida voltaje-amperaje de las fuentes de potencia tanto de CD como de CA, estas curvas pueden ser de voltaje o corriente constante.
 - La fuente de potencia para el proceso SMAW debe ser del tipo de corriente constante, porque el cambio en la corriente es menor para un cambio dado en el voltaje del arco (longitud del arco), debido a la pendiente de la curva voltaje-amperaje (dentro del intervalo de soldadura)
 - La corriente constante ayuda en el arranque de la soldadura.
 - El voltaje constante evita que el electrodo se pegue en el pozo de soldadura.
 - Las fuentes de voltaje constante requieren mantener la longitud del arco constante.
 - Las curvas voltaje-amperaje más planas (voltaje constante) permiten mantener un control más preciso del tamaño del pozo de soldadura (cantidad de metal de aporte que se deposita), debido a que permite al soldador variar la corriente de soldadura dentro de un intervalo específico con solo modificar la longitud del arco.
 - Para el soldador es difícil mantener la longitud del arco constante.

- Características metalúrgicas del proceso de soldadura por arco:
 - El metal líquido en el pozo es producido por la contribución del metal base y el metal de aporte.

2.2.3 ELECTRODOS Y METALES DE APORTE

Mendoza (2010). Un electrodo consumible debe ser diseñado para que conduzca eficientemente la corriente, para suministrar el metal de aporte y sustancias protectoras del metal en el pozo de soldadura.

- **ELECTRODOS REVESTIDOS:**

Se produce sobrecalentamiento debido a la elevada resistividad y la reducida sección transversal del material del electrodo.

El sobrecalentamiento excesivo causa deterioro irreversible del revestimiento.

El principio clave de este proceso es la protección, la cual se obtiene por la descomposición del recubrimiento del electrodo en el arco.

En los recubrimientos de los electrodos se incorporan ciertas sustancias químicas para mantener el arco estable y

consistente. En el extremo del electrodo la máquina de soldar entrega la energía en la cantidad y el tipo correctos.⁹

Las principales funciones del recubrimiento son:

❖ Función eléctrica:

- La creación de una atmosfera inerte.
- Hace más fácil el salto del arco.
- Ayuda a mantener el arco.
- Regula la profundidad de penetración.
- Afecta a la longitud del arco y al voltaje de trabajo

❖ Función física:

- La formación de una película de escoria de endurecimiento rápido, que protege la zona fundida de la soldadura y ayuda a darle forma.
- Controla la posición de aplicación en la que puede usarse el electrodo durante la soldadura.
- La naturaleza del revestimiento determina la viscosidad de la escoria líquida y el espesor del revestimiento.
- Acción mecánica de los gases desprendidos por el revestimiento en transporte de las gotas fundidas.
- La viscosidad de las escorias en la soldadura permite la obtención de depósitos en todas las posiciones y la protección total del metal fundido

⁹MENDOZA, W. (2010). Especificación de Procedimientos de Soldadura W.P.S. según Código D1.1-2010 A.N.S.I. /A.W.S. Barranquilla, Colombia: UNINORTE.

❖ Función metalúrgica:

- La adición de elementos al metal de soldadura, a veces agrega agentes de aleación o restaura los elementos perdidos.
- La adición de desoxidantes o limpiadores para refinar la estructura granular del metal de soldadura.
- Los materiales permiten lograr en forma automática una acción de limpieza y desoxidante en el metal fundido.

❖ Otras funciones:

- Mejora el aspecto de la soldadura.
- Reduce la emisión de chispas.

• **CLASIFICACIÓN DE LOS REVESTIMIENTOS:**

- ❖ Revestimientos oxidantes: El metal fundido retiene gran cantidad de oxígeno o de óxido de hierro.
- ❖ Revestimientos ácidos.
- ❖ Revestimientos de óxido de titanio (rutilicos): Estos electrodos permiten realizar soldaduras de muy buen aspecto con buenas características mecánicas, presentan la ventaja de dar una gran estabilidad al arco y facilitan la ejecución de soldaduras en todas las posiciones.
- ❖ Revestimientos celulósicos: Constituidos en base a productos volátiles: Estos electrodos producen una escoria poco voluminosa.

❖ Revestimientos básicos: Los electrodos básicos depositan un metal puro con inclusiones dispersas y estructura fina, que posee elevada capacidad de deformación, alargamientos del 30% y una resistencia de rotura media alta.

- **ELECTRODOS PARA ACEROS AL CARBONO**

La designación AWS A5.1 para una soldadura está formado por una serie de 4 dígitos que lleva como prefijo la letra E que indica que se emplea en la soldadura eléctrica.

Los números que van a la izquierda de los dos últimos dígitos, multiplicados por 1000, dan la resistencia mínima a la tensión, en lb/plg², del metal depositado.

El dígito junto al último número indica las características de la fuente de energía, y el último dígito el tipo de escoria, tipo de arco, penetración, presencia de polvo de hierro.

- **MATERIALES BASE**

Si la pieza de trabajo es delgada y ligera se pondrá muy caliente porque ofrece gran resistencia al paso de la corriente.

- **SOLDADURA DEL ARCO CON GAS**

Naranjo (2011). La soldadura con arco metálico y gas tiene como características principales el uso de gas de protección y la alimentación continua de material de aporte a velocidad constante predeterminada.

La fusión se produce por el calentamiento producido por el arco que se genera entre la punta del electrodo y la pieza de trabajo. La protección del arco se obtiene mediante el uso de gas suministrado en forma externa que puede ser inerte o activo.¹⁰

❖ FUNCIONES DEL GAS PROTECTOR

- Creación de una atmósfera que protege el metal líquido de la acción del oxígeno e hidrógeno del aire.
- Ayuda a estabilizar el arco.

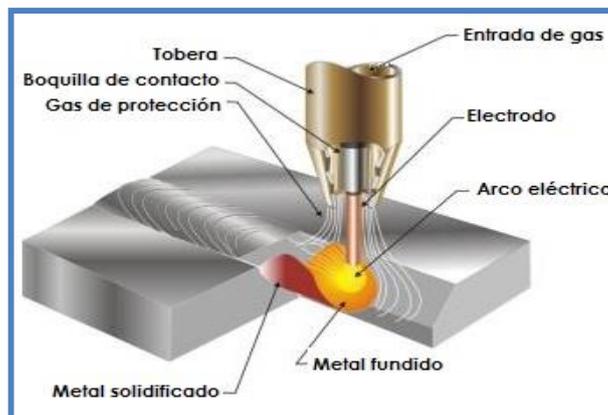


FIGURA N°03: ESQUEMA DE LA SOLDADURA GMAW

❖ EQUIPO DE SOLDADURA GMAW

El equipo básico para este tipo de soldadura debe ser una máquina soldadora que posea la característica voltio - amperio plana (voltaje constante), y además cuenta con: un alimentador de alambre electrodo que impulsa automáticamente el mismo hacia el charco de soldadura a una velocidad constante previamente seleccionada, una

¹⁰ NARANJO, C. (2011). Calificación de soldaduras y soldadores según la sección IX del código ASME Barranquilla, Colombia: UNINORTE.

pistola la cual permite la salida del electrodo y del gas de protección, un contenedor del gas para la protección.

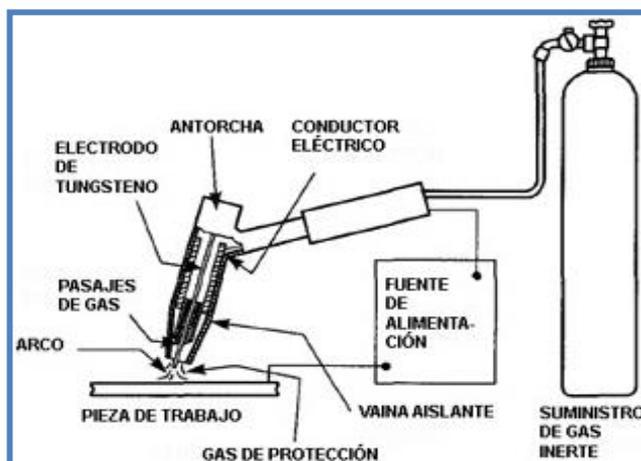


FIGURA N°04: ESQUEMA GENERAL DEL EQUIPO DE SOLDADURA

GMAW

❖ TIPOS DE TRANSFERENCIA DE METAL

El voltaje, amperaje y tipo de gas de protección, determinan la manera en la cual se transfiere el metal desde el alambre electrodo hacia el charco de soldadura.

Existen cuatro tipos de transferencia del metal que son: cortocircuito o por inmersión, spray o por aspersion, globular y por pulsos.

- Cortocircuito (por inmersión)

En cortocircuito la deposición de metal se da cuando el electrodo toca al metal base, lo cual produce un calentamiento y fusión del alambre electrodo en una pequeña longitud así como su posterior desprendimiento.

Esta transferencia metálica se logra con el uso de dióxido de carbono como gas de protección o una mezcla entre dióxido de carbono y argón, además se necesitan voltajes y corrientes bajos.

- Rocío (spray o aspersión):

La deposición por rocío tiene como característica que el metal es transportado a altas velocidades en partículas muy finas a través del arco, aquí las fuerzas electromagnéticas son lo suficientemente fuertes para desprender las pequeñas gotas del electrodo.

En este tipo de transferencia se usa argón y los voltajes y corrientes son elevados.

- Transferencia globular:

En la transferencia globular las gotas de metal de aporte son de gran tamaño por lo que su deposición se da debido a su peso que vence a la tensión superficial que tiende a sujetarlas en la punta del electrodo.

Para que esto ocurra se necesitan voltajes y corrientes altos y como gas protector dióxido de carbono.

- Pulsos:

En la transferencia por pulsos se tiene que la alimentación del electrodo se da de manera pulsada, para este tipo de transferencia de metal se requieren

intensidades altas y se puede usar dióxido de carbono como gas de protección.

❖ **VENTAJAS DE LA SOLDADURA DEL ARCO CON GAS**

- Es un proceso que tiene un alto factor de operación.
- Se pueden tener varios grados de penetración dependiendo del gas de protección.
- Posibilidad de uso en todas las posiciones de soldadura.
- Tiene facilidad para la producción en serie.
- Mejor eficiencia de deposición que el proceso SMAW.
- No produce escoria sobre el cordón de soldadura.

❖ **DESVENTAJAS DE LA SOLDADURA DEL ARCO CON GAS**

- El uso de gas de protección hace que el transporte del equipo no sea fácil.
- El costo del equipo utilizado es mayor que para otros procesos manuales.
- Existe un mayor número de parámetros que se deben controlar.
- Se requiere personal con mayor capacitación.
- Se tiene un mayor riesgo de enfermedades en los soldadores cuando se usa argón como gas de protección.

❖ APLICACIONES DE LA SOLDADURA DEL ARCO CON GAS

- Estanques que contengan productos químicos corrosivos.
- Industria alimenticia, de papel, turbinas, bombas.
- Recipientes y tubería a presión.
- Fabricación de chasis de carrocerías, muebles, extintores.
- Estructuras metálicas de puentes, edificios, entre otras.
- Recuperación de ejes por medio de recargues superficiales y posterior maquinado.

• TIPO DE JUNTAS

Naranjo (2011). Es la unión de los miembros, o de sus extremos, que van a ser unidos o que han sido unidos.

Existen 5 tipos básicos de juntas:¹¹

❖ JUNTA A TOPE (BUTT JOINT)

Está comprendida entre los planos de las superficies de las dos partes. Las juntas a tope pueden ser simples, escuadradas, biseladas, en V, de ranuras de una sola J, de ranura de una sola U, o dobles.

¹¹NARANJO, C. (2011). Calificación de soldaduras y soldadores según la sección IX del código ASME Barranquilla, Colombia: UNINORTE.

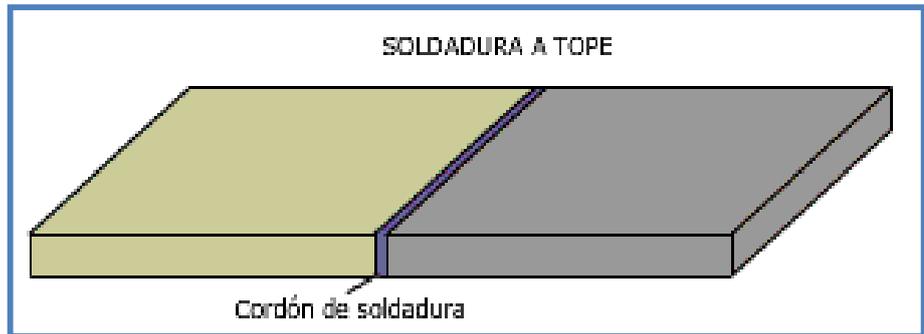


FIGURA N° 05: JUNTA A TOPE

❖ JUNTA DE ESQUINA (CORNER JOINT)

Son los que implica su nombre: soldaduras hechas entre dos partes situadas a un ángulo de 90 grados.

Estas pueden ser de medio traslape, de esquina a esquina, o de inserción completa, y pueden prepararse para formar un solo bisel, una sola V o ranuras de una sola U.

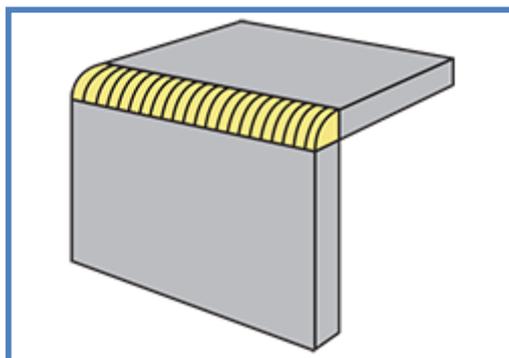


FIGURA N° 06: SOLDADURA JUNTA DE ESQUINA

❖ JUNTA EN “T” (T JOINT)

Son precisamente lo que su nombre indica, pero también puede ser de un solo bisel, de doble bisel, de una J y de doble J.

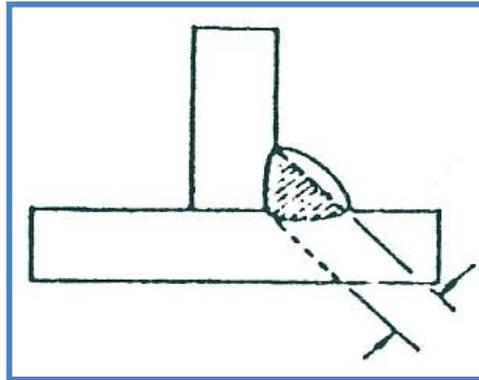


FIGURA N° 07: TIPO JUNTA EN T

❖ JUNTA DE TRASLAPE (LAP JOINT)

Están formadas en esencia por dos piezas de metal solapadas o traslapadas, que se unen por fusión mediante soldadura de puntos, de filete, de tapón o de agujero alargado.

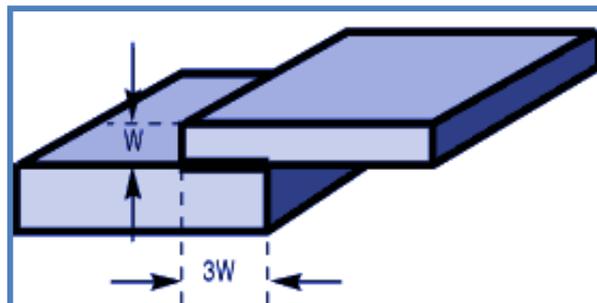


FIGURA N° 08: JUNTA DE TRASLAPE

❖ JUNTA DE BORDE U ORILLA (EDGE JOINT)

Resultan de la fusión de la superficie adyacente de cada parte, de manera que la soldadura quede dentro de los

planos superficiales de ambas partes. Estas pueden ser de una sola brida o de doble brida.



FIGURA N° 09: JUNTA DE BORDE

- TIPOS DE SOLDADURAS

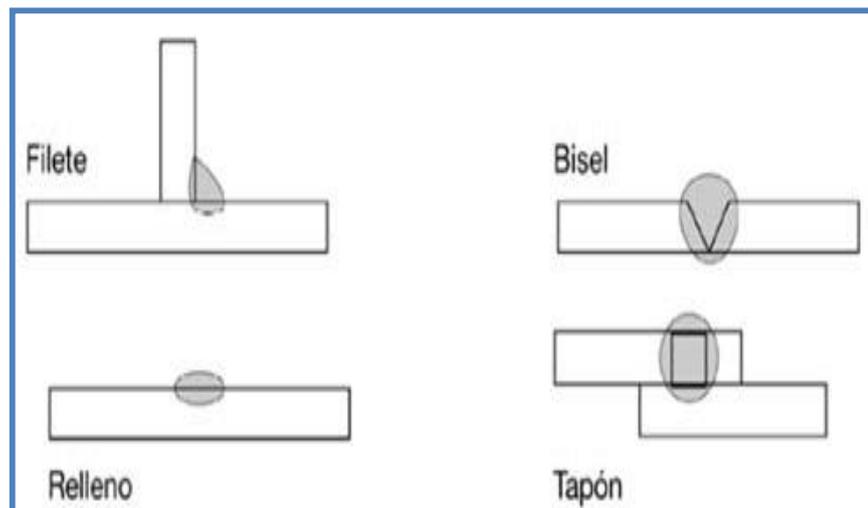


FIGURA N° 10: PRINCIPALES TIPOS DE SOLDADURA

Pastor (2010). Las soldaduras se clasifican en tres categorías: soldaduras de filete, soldaduras de ranura y soldaduras de tapón y muesca, las cuales se muestran en la Figura.12

¹²PASTOR, M. (2010). Introducción a la Metalurgia de la soldadura. Riobamba, Ecuador: ESPOCH.

❖ SOLDADURAS DE FILETE

El cordón de soldadura tiene en su sección transversal un ángulo diedro. Sirve principalmente para unir dos piezas no alineadas entre sí; y por ser este caso muy común en la conexión de miembros estructurales, se emplea en el 80 % de los casos.

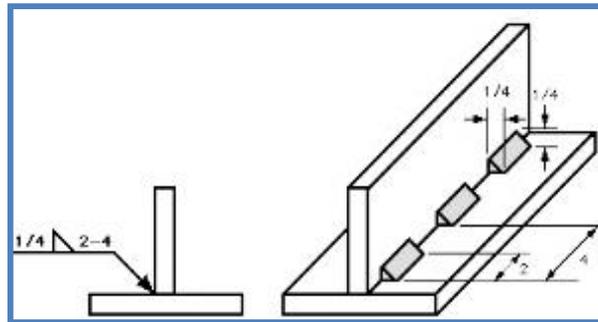


FIGURA N° 11: DIMENSIONES Y SECCIÓN RESISTENTE DE UNA JUNTA DE FILETE

El tamaño de las soldaduras de filete es usualmente determinado por la medida del cateto, aun cuando la soldadura es diseñada por la especificación de la garganta requerida.

Para soldaduras con catetos iguales aplicadas en placas que están orientadas 90° entre sí, la dimensión de la garganta se encuentra multiplicando el tamaño del cateto por 0.707.

El área efectiva de una soldadura de filete es el producto de la longitud efectiva por el espesor de la garganta de la soldadura.

❖ SOLDADURAS DE RANURA

Se obtienen depositando metal de aporte entre los bordes de dos placas que pueden estar alineadas en el mismo plano.

Las soldaduras de ranura comprenden dos sub categorías: soldaduras de ranura con penetración completa (CJP) y soldaduras de ranura con penetración parcial (PJP).

Por definición las soldaduras de ranura con penetración completa tienen una dimensión de garganta igual al espesor del material que ellos unen; y las soldaduras de ranura con penetración parcial tienen una dimensión de garganta menor que el espesor de los materiales unidos.

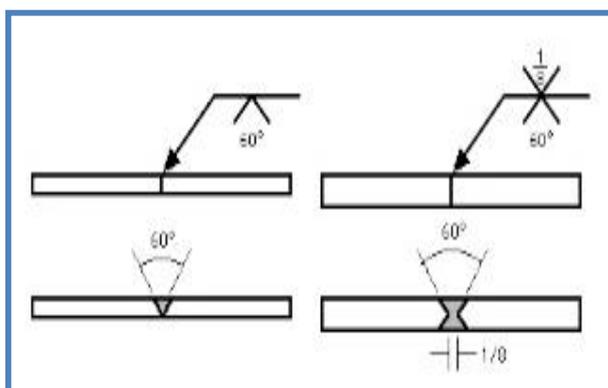


FIGURA N° 12: SOLDADURA DE RANURA

Una garganta efectiva está asociada con una soldadura de ranura con penetración parcial.

Este término es usado para diferenciar entre la profundidad del bisel y la profundidad probable que puede alcanzarse con la fusión.

La máxima longitud efectiva de soldadura para cualquier soldadura a tope, cuadrada o biselada es la longitud de la parte soldada, perpendicular a la dirección del esfuerzo de tensión o compresión.

El área efectiva es el resultado de la multiplicación de la longitud efectiva y el tamaño de la soldadura (E).

El tamaño mínimo de la soldadura de ranura con penetración parcial debe ser igual o mayor que el tamaño de la soldadura.

❖ **SOLDADURAS DE TAPÓN Y MUESCA**

El uso de estas soldaduras es limitado para resistir cargas de corte en juntas planas y paralelas a las superficies o como un medio de transferencia de cargas primarias.

Se hacen en placas traslapadas, relleno por completo con metal de aportación un agujero circular (tapón) o alargado (muesca) hecho en una de ellas y teniendo como fondo la otra placa.

El área efectiva de estas soldaduras es la sección transversal nominal del agujero.

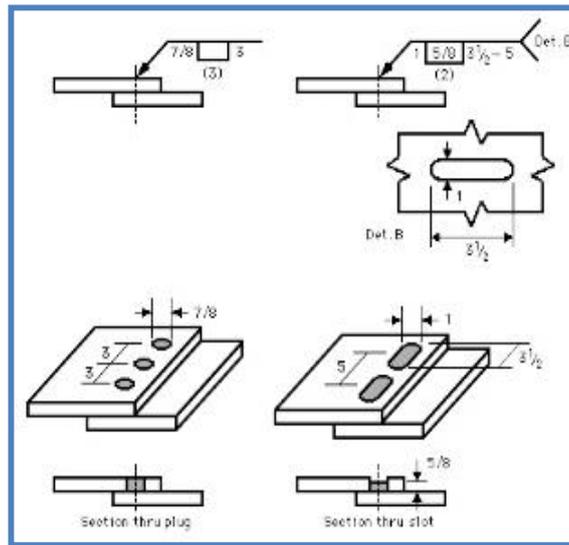


FIGURA N° 13: SOLDADURA DE TAPÓN

- **CONSTRUCCIONES SOLDADAS**

Pastor (2011). Las construcciones soldadas pueden ser hechas de cualquier aleación soldable (por ejemplo aceros estructurales).

Los códigos apropiados para el diseño de soldaduras en estructuras metálicas son el AWS D1.1 2010 y AWS D1.3 de la American Welding Society (AWS).

Además, aunque menos comunes en nuestro entorno son los de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y de la Japanese Welding Research Institute (JWRI), el del International Institute of Welding (IIW), entre los más difundidos. Sin embargo, en el Perú los estándares más difundidos son los de AWS.

Los estándares AWS D1.1 2010 y AWS D1.3 se usan para el diseño de estructuras estática y cíclicamente cargadas

mientras que el AWS D1.5 se usa para el diseño de puentes y estructuras cargadas dinámicamente.

Estas normas cubren los procedimientos de ensayos y criterios de aceptación que verifican la calidad de la soldadura, las cuales se diseñan para garantizar la resistencia y seguridad de las estructuras según el servicio a los que se van a destinar.¹³

❖ **SOLDABILIDAD DE LOS ACEROS**

La soldabilidad del acero, estos se diferencian no solo en la composición del metal en cuestión. Los metales, por ejemplo el acero independientemente de su composición, depende mucho de los tratamientos térmicos.

La soldabilidad del acero mide la capacidad de este que tiene a ser soldado, y depende mucho no solo del material base que va a ser soldado, sino que también depende mucho del material de aportación que se utilice para soldarlo.

La soldabilidad de los aceros al carbono está determinada por el contenido de este elemento. El aumento de mayor cantidad de carbono confiere mayor resistencia al acero, pero también incrementa la templabilidad, lo que hace que, durante la soldadura, aparezcan estructuras de mayor volumen específico que causan tensiones internas con las corrientes deformaciones y la posibilidad de que surja agrietamiento

¹³PASTOR, M. (2010). Introducción a la Metalurgia de la soldadura. Riobamba, Ecuador: ESPOCH.

❖ COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACERO

Bresler (2010). Los aceros que se emplean en la industria son aleaciones y no metales puros como el hierro, el oro, la plata, el estaño, etc. de sus numerosos componentes el hierro es el elemento que entra en mayor proporción y el carbono el que ejerce influencia más decisiva en sus propiedades, características y tratamientos.

El hierro es un elemento metálico capaz de alearse con el carbono desde el 0% al 6,67% de este elemento.

Según el contenido en carbono varían sus propiedades y características.

Así, en la práctica, con un contenido en carbono inferior al 1,7% se conoce la aleación con el nombre de acero, material duro y elástico capaz de absorber impactos y que puede deformarse y extenderse en forma de alambres y chapas.

Cuando el contenido en carbono es superior al 1,7%, la aleación recibe el nombre de fundición, material extremadamente duro y quebradizo que no puede ser deformado ni extendido en forma de alambres o chapas.

El acero es uno de los materiales más utilizados debido a sus propiedades; existen muchas variedades de aceros: aceros al carbono, aceros de baja aleación, aceros al cromo-molibdeno, aceros al carbono-manganeso, aceros de herramientas, aceros inoxidable, aceros para muelles,

etc. que se distinguen por su composición química y propiedades.

Sin embargo, se pueden obtener diferentes propiedades y características de un acero con una determinada composición química tratándolo térmicamente.

Los aceros al carbono, también denominados no aleados, poseen en su composición hierro, carbono, pequeñas cantidades de manganeso (normalmente inferiores al 1,6%) y silicio (normalmente por debajo del 0,55%), como impurezas poseen fósforo y azufre, el contenido de estos elementos actualmente está limitado a un máximo del 0,035% por ser sumamente perjudiciales.

Estos aceros suelen tener un límite elástico inferior a 355 N/mm² y una carga de rotura inferior a 520 N/mm², estando su alargamiento comprendido entre el 10% y el 30%.¹⁴

- Acero ASTM A36:

Es el acero al carbono más común de los que existen para estructuras soldadas.

Son de buena resistencia y soldabilidad, siendo sus principales características las siguientes:

Acero laminado en caliente.

- %C: 0.25 a 0.29, max.
- %Mn: 0.6 a 1.20 max.

¹⁴ BRESLER, B. (2010). Diseño de Estructuras de Acero. Ciudad de México, México: EDITEX.

❖ ACEROS ESTRUCTURALES

El acero estructural es el material más usado para construcción de edificaciones en el mundo.

TABLA N°02: CARACTERÍSTICAS DE LOS ACERO EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN

<u>DESIGNACIÓN ASTM</u>	<u>ACERO</u>	<u>USOS</u>
A – 36	Al carbono	Puentes, edificios estructurales en general, atornillados, remachados y soldados.
A – 242 A – 588	Alta resistencia, baja aleación y resistencia a la corrosión atmosférica	Construcciones soldadas, atornillada, técnica especial de soldadura
A – 514	Templados y revenidos	Construcciones soldadas especialmente.

Es fundamentalmente una aleación de hierro (mínimo 98 %), con contenidos de carbono menores a 1 % y otras pequeñas cantidades de minerales como manganeso para mejorar su resistencia, fósforo, azufre, sílice y vanadio ocasionalmente, para mejorar su soldabilidad y resistencia a las condiciones ambientales. Entre sus ventajas está la gran resistencia a tensión y compresión y el costo razonable.

Su mayor uso como material estructural está en perfiles usados en diferentes estructuras y en las varillas usadas como refuerzo en hormigón armado.

**TABLA N° 03: ACEROS ESTRUCTURALES. ESPECIFICACIONES
ASTM PARA TUBERÍAS, LÁMINAS, PLANCHAS.**

A-53	Tubos de acero con o sin costura negros y galvanizados por inmersión en caliente
A-500	Tubos de acero para usos estructurales formados en frío con o sin costura de sección circular y otras formas.
A-501	Tubo de acero al carbono con o sin costura formado en caliente para uso estructural
A-570	Lamina de Acero al carbono laminada en caliente para usos estructural
A-606	Lamina de Acero de baja aleación y baja resistencia. Laminada en caliente
A-607	Lamina de Acero de baja aleación y baja resistencia. Laminada en caliente y frío
A-618	Tubo de acero para uso estructurales de baja aleación y alta resistencia
A-709	Acero estructural para puentes

2.2.4 CÓDIGOS, NORMAS Y ESPECIFICACIONES

Minilo (2007). Los códigos, normas y especificaciones son documentos que rigen y regulan actividades industriales; existe una variedad muy amplia de áreas, productos, servicios y sistemas objeto a las normas, y el alcance, campo de aplicación, extensión y estructura de estas también son muy variados.

Algunas normas, particularmente los códigos, son muy extensos y se refieren a todos los aspectos de su campo de aplicación, por lo que con frecuencia su manejo e interpretación pueden resultar difíciles y provocan una reacción de rechazo por parte de los lectores. ¹⁵

Las normas reflejan el consenso de las partes relacionadas con su campo de aplicación, por lo que cada organización que las prepara tiene comités o grupos de trabajo compuestos por representantes de las diferentes partes interesadas. Todos los miembros de esos comités son especialistas en sus campos, y preparan borradores o versiones preliminares de las normas, mismos que son revisados por grupos más amplios antes de que las versiones finales sean aprobadas.

- **DEFINICIONES DE LOS CÓDIGOS, NORMAS Y ESPECIFICACIONES**

Los códigos, y otros documentos de uso común en la industria tienen diferencias en cuanto a su extensión, alcance, aplicabilidad y propósito.

¹⁵MINILO, C. (2007). Inspectores de Soldadura AWS QC1:2007, Chile, Chile: INCHISOL.

❖ **CÓDIGO (CODE)**

Es un conjunto de requisitos y condiciones generalmente aplicables a uno o más procesos, que regulan de manera integral el diseño, materiales, fabricación, construcción, montaje, instalación, inspección, pruebas, reparación, operación y mantenimiento de instalaciones, equipos, estructuras y componentes específicos.

Es un cuerpo de leyes de una nación, estado o industria y constituyen un soporte legal, están organizados en forma sistemática para su fácil referencia en concordancia con los procesos, procedimientos, materiales y personal involucrado.

Es el documento más importante, pues siempre se considerará obligatorio o mandatorio.

TABLA N° 4: EJEMPLOS DE CÓDIGOS DE SOLDADURA

ANSI / AWS D1.1	Código de soldadura estructural- Acero 1/8 plg
ANSI / API 1104	Soldadura de líneas de tubería e instalaciones relacionadas
ANSI / ASME sec. IX	Calificaciones de soldadura y brazing

❖ **ESPECIFICACIONES**

Es una forma que describe clara y concisamente los requisitos esenciales y técnicos para un material, producto, sistema o servicio.

También indica los procedimientos, métodos, clasificaciones o equipos a emplear para determinar si los requisitos especificados por el producto han sido cumplidos o no.

Consiste en el documento de soporte que contiene una detallada descripción de las partes de un conjunto, allí se ubican características específicas tales como: dimensiones, espesores, composición química, resultados de ensayos, etc.

TABLA N° 05: ESPECIFICACIONES

ANSI / AWS A5.1 a A5.30	Especificaciones para electrodos y materiales de aporte
ANSI / AWS A2.4	Símbolos normalizados para soldadura y ensayos
API 12B	Para tanques cilíndricos para fluidos

❖ **NORMA O ESTÁNDAR (STANDARD)**

Villacres (2009). Es un documento utilizado como bitácora, su aplicación adquiere carácter mandatorio cuando se referencia a un código específico, de igual

forma se utiliza como norma o base de comparación en la ejecución de diferentes actividades.

Aunque el estándar ha sido clasificado independiente con el término “norma”, tal y como es empleado por la AWS, ASTM, ASME y ANSI, es el nombre genérico que se asigna a diferentes documentos y se aplica de manera indistinta a los códigos, especificaciones, métodos, prácticas recomendadas, definiciones de términos, clasificaciones y símbolos por un comité patrocinador (vigilante) de cierta sociedad técnica y adoptados por esta y la combinación de esta.

Los estándares nacionales de USA, son el resultado de un exigente procedimiento de revisión y votación de los diferentes documentos por parte del Instituto Americano Nacional de Estándares-ANSI, para ser adoptadas.

Una vez aprobadas por ANSI, llevarán la identificación de ambas organizaciones, tanto la ANSI como la organización que prepara el estándar.

La norma también llamada estándar es el establecimiento de una condición para el uso como una regla o comparación de cantidad, calidad, valores relativos, etc.; por ejemplo el acero ASTM A36.¹⁶

¹⁶ VILLACRES, C. (2007). Soldadura, Operadores y Soldadores en procesos SMAW y GMAW, de acuerdo al Código AWS D1.1 para Aceros Estructurales, Guayaquil, Ecuador: UNIVERSO.

TABLA N° 6: EJEMPLOS DE ESTÁNDARES

ANSI / ASME	B 31.3
ANSI / AWS	D1.1
ANSI / AWS	D1.3

- **CÓDIGOS ANSI/AWS**

- **❖ INTRODUCCIÓN AL SISTEMA AWS**

La American Welding Society - AWS ha desarrollado estándares, códigos, prácticas recomendadas y guías relacionadas con la construcción de elementos soldados, aportes para soldadura y procedimientos de soldadura. Para establecer la calidad de un producto, estos documentos son consultados.

Para cada situación existirá un documento aplicable, con el cual el producto fabricado debe tener conformidad (AWS D1, 2010).

Todas las normas de la AWS son normas consensuadas voluntariamente que han sido desarrolladas de conformidad con las reglas de la American National Standards Institute - ANSI.

En todos los casos, estas normas llevan la completa autoridad legal del contrato u otro documento que invoque la norma AWS.

American National Standards / AWS es desarrollada a través de un proceso de consenso de desarrollo de normas que llevan juntos los puntos de vista e interés de varios representantes voluntarios para llevar a cabo los consensos. La AWS no es una empresa que presta servicios profesionales u otros servicios.

Alguien usando estos documentos debería confiar en su propio juicio (opinión) independiente o, como propio, buscar el consejo de un profesional competente en pleno ejercicio del cargo justo (exacto, preciso, adecuado) en alguna circunstancia dada.

❖ **CÓDIGO ANSI-AWS D1.1/D1.1 M: 2010**

El código estructural de soldadura - acero, (Structural Welding Code - Steel D1.1) especificación publicada por la AWS, regula el diseño, fabricación, inspección, calificación de procedimientos y personal para la construcción de estructuras soldadas de acero.

Este código cubre los requerimientos de soldadura para cualquier tipo de estructura soldada hecha del comúnmente usado acero estructural al carbono y de baja aleación.

Este código está sujeto a revisión en cualquier momento por el AWS D1.1 2010 Comité sobre Soldadura Estructural.

Este código debe ser revisado cada cinco años, y si no es revisado, este código debe ser o reafirmado o retirado.

Las modificaciones respecto al año anterior aparecen subrayadas con líneas horizontales o verticales.

- Estructura del código ANSI-AWS D1.1/D1.1M:2010:

El código AWS D1.1-2010 contiene 8 secciones:

- ✓ Requerimientos Generales.
- ✓ Diseño de Conexiones Soldadas.
- ✓ WPS's
- ✓ Calificación
- ✓ Fabricación
- ✓ Inspección
- ✓ Soldadura de Pernos
- ✓ Reparación y Reforzamiento de Estructuras Existentes

La AWS D1.1 2010 relaciona tres tipos de soldadura de acuerdo a la configuración de las juntas.

- Soldaduras de ranura (Groove)

- ✓ Ranura Recta
- ✓ Ranura en V
- ✓ Ranura en doble V
- ✓ Ranura en U
- ✓ Ranura en J
- ✓ Penetración parcial

- Soldaduras de filete (Fillet)

- Soldaduras de pernos (Stud)

❖ **END REQUERIDOS POR EL CÓDIGO AWS D1.1-2010 PARA EL CONTROL DE CALIDAD**

Los END son la aplicación práctica del conocimiento técnico-científico logrados en el campo de la física y de las demás ciencias naturales, para la detección y evaluación de discontinuidades y fallas de los materiales, pero también se puede llegar a estudiar la composición y las variaciones de la estructura de los materiales usados en ingeniería.

El código AWS D1.1-2010 provee en su sección 6 de inspección para el control de calidad de soldaduras de producción, cinco su documentación, criterios de aceptación y procedimientos de inspección.

2.2.5 CONTROL DE CALIDAD DE ESTRUCTURAS SOLDADAS

MINILO (2007). El control de calidad de la soldadura en una estructura se basa en la realización de procedimientos y la combinación de éstos formando un sistema de procedimientos.

El sistema de procedimientos de control de calidad (SPCC) es una guía para realizar el control de calidad de una soldadura de producción, donde se especifican todas las variables utilizables y sirven para dar las guías tanto al dueño de la obra, al contratista y

al personal de END de cómo se realizará el control de calidad de la soldadura de la estructura.

Los procedimientos del SPCC son los medios primarios de comunicación de todas las partes involucradas, por consiguiente, deben estar disponibles para el dueño, el ingeniero, el contratista, el inspector y el personal de END y consta de: procedimientos de control de calidad, procedimientos de criterios de aceptación, y procedimientos de inspección; que se desarrollan sobre la base de los requerimientos del código aplicable.

La falta de conformidad con los procedimientos resultaría en inspecciones no idóneas.¹⁷

- **VARIABLES DE CONTROL DE CALIDAD**

En la ejecución del control de calidad se presentan muchas variables, en los procedimientos del sistema de procedimientos de control de calidad (SPCC) se especifican todas las variables que se deben cumplir en el proceso de control de calidad.

Debido a la gran cantidad de variables no se los puede manejar en un solo procedimiento, por lo tanto, se ha desarrollado un SPCC y en cada uno de estos procedimientos se especificaran las diferentes variables que actúan dependiendo del tipo de método de END a realizar y así se puede englobar todas las variables.

¹⁷ MINILO, C. (2007). Inspectores de Soldadura AWS QC1:2007, Chile, Chile: INCHISOL.

En el código AWS D1.1-2010 no se establecen los diferentes parámetros como variables propiamente dicho, es más, no se los especifica de ninguna manera, pero para realizar un adecuado manejo del código en el desarrollo de éste proyecto se los maneja de ésta manera.

- **PROPÓSITO DE LOS PROCEDIMIENTOS**

El propósito del control de calidad es asegurar la calidad de la soldadura de la estructura metálica, para lo cual, se debe realizar una adecuada inspección y evaluación de dicha soldadura en función de requerimientos mínimos del código aplicable.

El propósito de realizar una inspección a través de un procedimiento es garantizar la calidad de la inspección mediante metodologías de inspección similares a otras inspecciones de la misma naturaleza.

El propósito de realizar una evaluación a través de un procedimiento es garantizar una adecuada interpretación de los criterios de aceptación.

- **OBJETIVO DE LOS PROCEDIMIENTOS**

El objetivo del procedimiento de control de calidad es garantizar una metodología adecuada de control según el código aplicable.

El objetivo del procedimiento de inspección es garantizar una metodología de inspección estandarizada según el código aplicable.

El objetivo del procedimiento de criterios de aceptación es garantizar una evaluación apropiada mediante una adecuada interpretación del código aplicable.

- **ESTUDIO DEL CÓDIGO ANSI-AWS D1.1/D1.1M:2010**

En este párrafo se realizará un estudio de la norma ANSI-AWS D1.1/D1.1M:2010, en sus secciones 5 y 6 que corresponden al control de calidad en soldaduras de producción en una estructura metálica, cuyos controles de calidad se realizan mediante inspección visual y otros END que se encuentran claramente definidos en esta norma.

- a) **FABRICACIÓN Y MONTAJE**

La sección 5 del código AWS D1.1-2010 da requerimientos y disposiciones que se aplican como buenas prácticas de fabricación y montaje de estructuras metálicas soldadas y ayudan a garantizar la confiabilidad de las juntas soldadas en cuanto a la resistencia mecánica, la tenacidad, y el comportamiento mecánico que la estructura exige.

Es una forma de explicar y dar directrices a seguir en la producción de las soldaduras, para lo cual, se establecen direccionamientos de las variables desde la especificación, recepción y preparación del material base

hasta la aplicación y control de confiabilidad de la soldadura; cubre los requerimientos de mano de obra y técnicas a ser observadas durante la preparación y producción de los ensamblajes soldados; se especifica como reparar y eliminar las discontinuidades, etc.

b) INSPECCIÓN

La sección 6 del código AWS D1.1-2010, trata sobre la inspección de soldaduras de producción. Los criterios de aceptación para las soldaduras de producción que se encuentran en la sección 6 son distintos de los que se establecieron en la sección 4 de calificación.

La sección 6 del código está dividida en 7 partes:

- Requerimientos generales: Respecto a los inspectores de soldadura.
- Responsabilidades del contratista: Respecto a la inspección.
- Criterios de aceptación
- Es de las más utilizadas, son los criterios de aceptación para soldaduras por los distintos métodos de inspección VT, PT, MT, RT y UT.
- Procedimientos para END
- Son cuestiones de orden normativo, contiene las especificaciones que se deben utilizar para hacer los procedimientos de END.
- Ensayo de radiografía RT

- Dan todos los requerimientos que deben cumplir los procedimientos para hacer éste ensayo.
- Ensayo de ultrasonido para cordones de ranura UT
- Dan todos los requerimientos que deben cumplir los procedimientos para hacer éste ensayo.
- Otros métodos de inspección/exanimación.

• **OBLIGACIONES, TAREAS Y FUNCIONES DEL INSPECTOR PARA LA INSPECCIÓN DE SOLDADURA**

Naranjo (2011). El inspector de soldadura es responsable de asegurar que toda la fabricación y montaje por soldadura sea realizado de acuerdo con los requerimientos de los documentos del contrato.

La inspección de soldadura no es simplemente soldar y ver el cordón; la inspección de soldadura abarca tareas que van antes, durante y después de la soldadura:

El inspector de soldadura durante la inspección debe cumplir con:¹⁸

❖ **Antes de la soldadura:**

- Inspección de los materiales base y electrodos (almacenamiento).
- Inspección de los WPS's.
- Inspeccionar que el PQR esté bien soportado.

¹⁸ NARANJO, C. (2011). Calificación de soldaduras y soldadores según la sección IX del código ASME Barranquilla, Colombia: UNINORTE.

- Inspección de los equipos adecuados y su calibración.
- Inspección del personal de soldadura.
- Inspeccionar la preparación de las juntas.

❖ **Durante la soldadura:**

- Inspección del trabajo y de registros (antes, durante y después de la soldadura).
- Verificar que se suelde según los WPS.
- Inspeccionar las operaciones del montaje, técnicas de soldadura y habilidad de cada soldador u operador.
- Uso de herramientas y equipos apropiados para la inspección visual (VT).
- Identificación de todas las partes inspeccionadas.
- Mantener registros de su trabajo.

❖ **Después de la soldadura:**

- Verificar que las soldaduras estén dentro de los lineamientos que indica el código en el tamaño, posiciones, formas, etc.
- Inspección de la soldadura con los criterios de END y verificar los resultados.

- **REPORTE DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO (PQR)**

Este documento corresponde al anexo del WPS, y en él van detallados todos los pasos que conllevan a la calificación de un procedimiento y el soldador.

En él están relacionados las diferentes pruebas o ensayos realizados y la certificación de aprobación o rechazo firmada por inspector certificado en soldadura.

Cada WPS puede contener uno o varios PQR para efectos contractuales y para efectuar soldaduras similares en el futuro, las pruebas realizadas son igualmente aplicables tanto para la soldadura por máquina como para la soldadura manual, y siempre es obligatoria cuando se trabaja conforme a códigos.

Es obviamente inútil llevar a cabo para cada pequeña variación del material, espesor o método de soldadura un nuevo ensayo de procedimiento. Por consiguiente, los materiales se dividen en grupos que comprenden aleaciones con características similares de soldadura.

Una prueba realizada sobre un metal de uno de los grupos designados se considera aplicable a todas las demás aleaciones dentro del mismo grupo.

Con este principio, se dividen en grupos de espesor de chapa o lámina, procesos de soldadura y posiciones de soldadura (vertical, horizontal, vertical sobre cabeza y plana).

Por ejemplo, el código AWS D1.1 2010 agrupa materiales de espesores mayores a 1/8", mientras que AWS D1.3 agrupa todos los materiales delgados hasta un máximo de 3/16 " de espesor.

Como constancia de haber realizado pruebas de procedimiento se debe llevar el PQR consignando con el mayor detalle posible de las variables esenciales de soldadura, tales como la corriente, número de cordones, calibre y tipo del electrodo utilizado, y, en el caso de soldadura con máquina, las fijaciones o variables de la máquina.

Estas pruebas de calificación se realizan bajo la supervisión de un inspector y/o ingeniero de soldadura.

- **PROCEDIMIENTO PARA LA CALIFICACIÓN DEL WPS**

Se refiere a todas las condiciones presentes en la realización de una soldadura.

El procedimiento se efectuará en un equipo previamente calibrado y calificado, se utilizarán los materiales recomendados en las especificaciones o referenciados con su "reporte certificado de ensayo de material CMRT", y se efectuarán las soldaduras en las condiciones referenciadas en código, las cuales deben corresponder a las que se ejecutarán en el trabajo real de producción.

Posteriormente se someterán los materiales utilizados en el procedimiento (cupones de prueba), a las pruebas (ensayos destructivos y no destructivos) exigidos por el código referenciado, para comprobar la conservación de sus propiedades físicas, su resistencia mecánica, doblado, resistencia al impacto, dureza y análisis químico.

- **CALIFICACIÓN DEL SOLDADOR**

Naranjo (2011). Las pruebas de calificación del soldador se aplican principalmente a la soldadura manual con electrodo recubierto, SMAW, y los métodos de soldadura por procesos GMAW, GTAW, FCAW, SAW, PAW.

En los que la capacidad del operario ejercerá influencia sobre el resultado final.

La necesidad de probar la capacidad de los soldadores se aplica a un gran número de industrias en las que la calidad de soldadura es de gran importancia, tales como la fabricación de recipientes a presión, tubería para industrias químicas y petroleras, estructuras de puentes y edificios, y para las industrias aeronáuticas y automotrices.

Los soldadores que no han sido todavía calificados o los que se han calificado pero no han hecho contrato de soldadura por alrededor de seis meses, deben someterse a recalificación, igualmente los soldadores que sugieran dudas y/o errores en la aplicación.

Los diversos códigos exigen para el operario pruebas de calificación y aún más, las compañías de seguros exigen pruebas de trabajos periódicos de los operarios. Los usuarios en general exigen pruebas de calificación del soldador antes de la fabricación.

- **CONTROL DEL PRODUCTO SOLDADO**

El primer paso para controlar la calidad del producto fabricado es asegurar que el soldador recibe el metal base a soldar con la debida calidad, exento de laminaciones en los bordes de soldadura y equipos en las condiciones óptimas de operación.

El segundo paso es verificar el diseño de junta con las superficies de unión limpias.

En términos más generales, las operaciones previas a la soldadura, se deben llevar a cabo conforme al WPS aplicable.

- **CONTROL DE MATERIALES**

Es uno de los criterios más significativos que se deben tener en cuenta en los procesos de fabricación y va íntimamente relacionada con las especificaciones de procedimientos de soldadura, toda vez que de la idónea selección y verificación de los materiales base y materiales de aporte, dependerán las características y propiedades de las uniones soldadas, se requieren entonces documentos para identificar materiales y diagnosticar su trazabilidad en operación.

Un documento que se debe solicitar al proveedor es el CMRT (certified material test record) reporte certificado de prueba del material, en caso de no poseerlo, se deben hacer los análisis y ensayos metalográficos y mecánicos para que estén ubicados en el estándar.

La información que debe de contener un certificado de calidad de un acero: composición química, propiedades mecánicas, dimensiones, y número de colada que debe ir indicada en la superficie del acero que corresponda el certificado de calidad, en forma de calcomanía.

- **DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS SEGÚN LA NORMA AWS D1.1 APLICADOS EN LA INSPECCIÓN DE LA SOLDADURA**

A continuación se describen los procedimientos de los ensayos no destructivos aplicados, según la norma AW D1.1 2010 en la inspección de la soldadura.

- a) **ENSAYO PARTÍCULAS MAGNÉTICAS (MT)**

- Procedimiento de ensayo por esquema de sobre posición**

- El ensayo será siempre realizado por el método continuo de magnetización, en dos etapas por zona ensayada, siendo esta última realizada con el Yugo posicionando el campo magnético longitudinal aproximadamente perpendicular a la primera etapa.

El esquema de sobre posición depende del tipo de junta.
El espaciamiento entre polos del Yugo y la distancia entre los posicionamientos del Yugo depende del modelo del Yugo utilizado.

Esquema de Sobreposición Para Juntas Soldadas de Tope en Chapas Planas, Juntas Soldadas de Tuberías Con Diámetro \varnothing 1330 mm (52" NPS) Y Superficies Planas sin Soldadura.

El esquema de sobre posición será conforme al definido en la Figura 14 y la tabla 1.

La secuencia del ensayo: 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, etc.

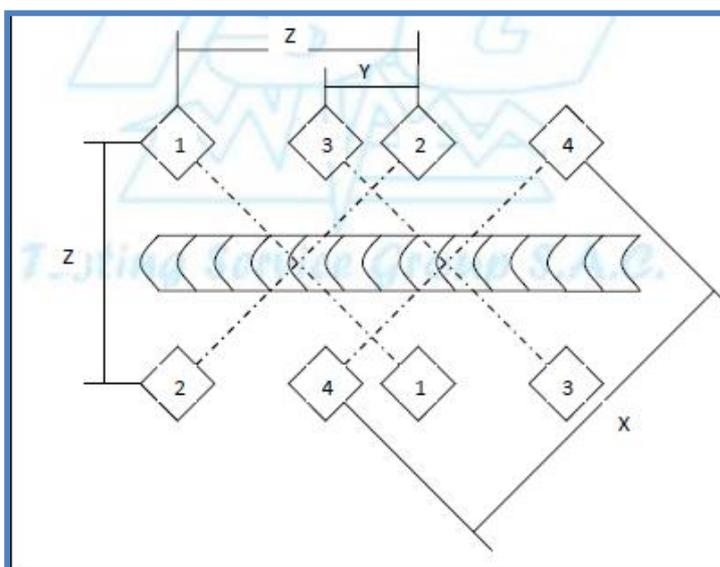


FIGURA N°14: ESQUEMA DE SOBRE POSICIÓN PARA JUNTAS DE TOPE EN CHAPAS PLANAS.

En el ensayo de superficies planas sin soldadura, el esquema mostrado en la Figura 14 será ejecutado con la

sobre posición “Y” hasta que toda la superficie sea inspeccionada.

TABLA N° 07: VALORES MAXIMOS PARA X, Y, Z.

YOKE	X (MAXIMO) (MM)	Y (MINIMO) (MM)	Z (MAXIMO) (MM)
Y6	150	45	106

Esquema de Sobrepresión Para Juntas Circulares y Longitudinales de Tope en Tuberías con Diámetro ϕ 150 mm.

El esquema de sobre posición será conforme está definido en la figura 15 y la Tabla N°8 Secuencia del ensayo:- 1ra Etapa: 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, etc.- 2da Etapa: A-A, B-B, C-C, D-D, etc.

Observaciones: para soldaduras con largura de acabado mayor que 20mm y menor o igual a 50mm, la 1ra Etapa también será hecha por el otro lado de la soldadura, con la secuencia 1'- 1', 2'-2', 3'-3', 4'-4', etc.

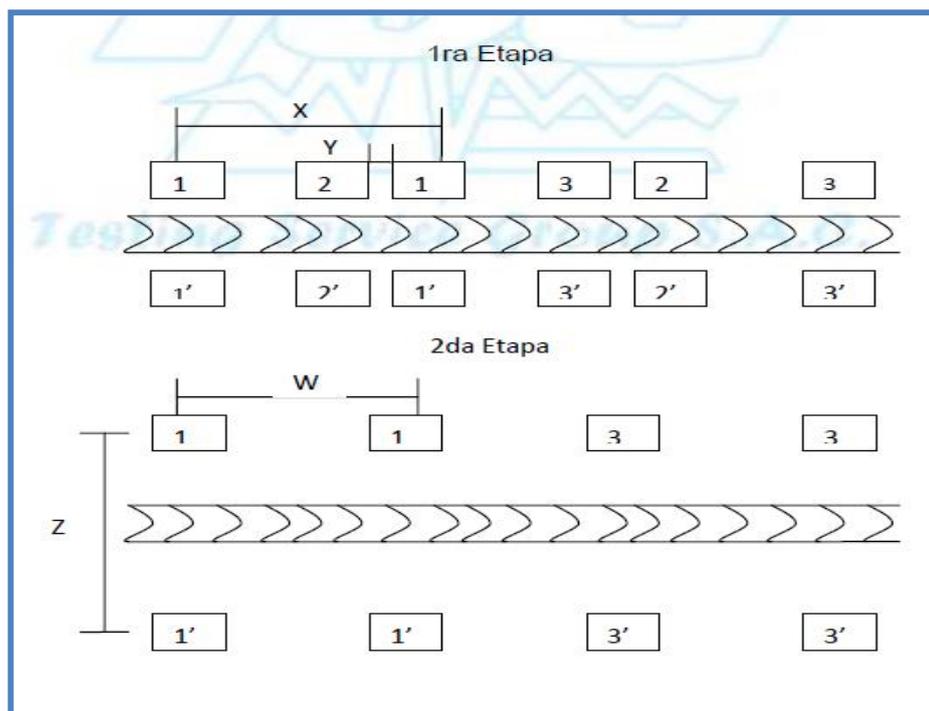


FIGURA N°15: ESQUEMA DE SOBRE POSICIÓN PARA JUNTAS CIRCULARES Y LONGITUDINALES DE TOP

YOKE	X (MAXIMO) (MM)	Y (MINIMO) (MM)	Z (MAXIMO) (MM)	W (MAXIMO) (MM)
Y6 - B	150	25	150	70

TABLA N° 08: VALORES MÁXIMO Y MÍNIMO PARA X, Y, Z, W.

Esquema de Sobre posición Para Juntas Soldadas en Angulo y Otras Superficies en Angulo

El esquema de sobre posición será definido conforme a la Figura N°3 y a la Tabla N°3.

FIGURA N°16.- ESQUEMA DE SOBRE POSICIÓN PARA JUNTAS Y OTRAS SUPERFICIES EN ÁNGULO.

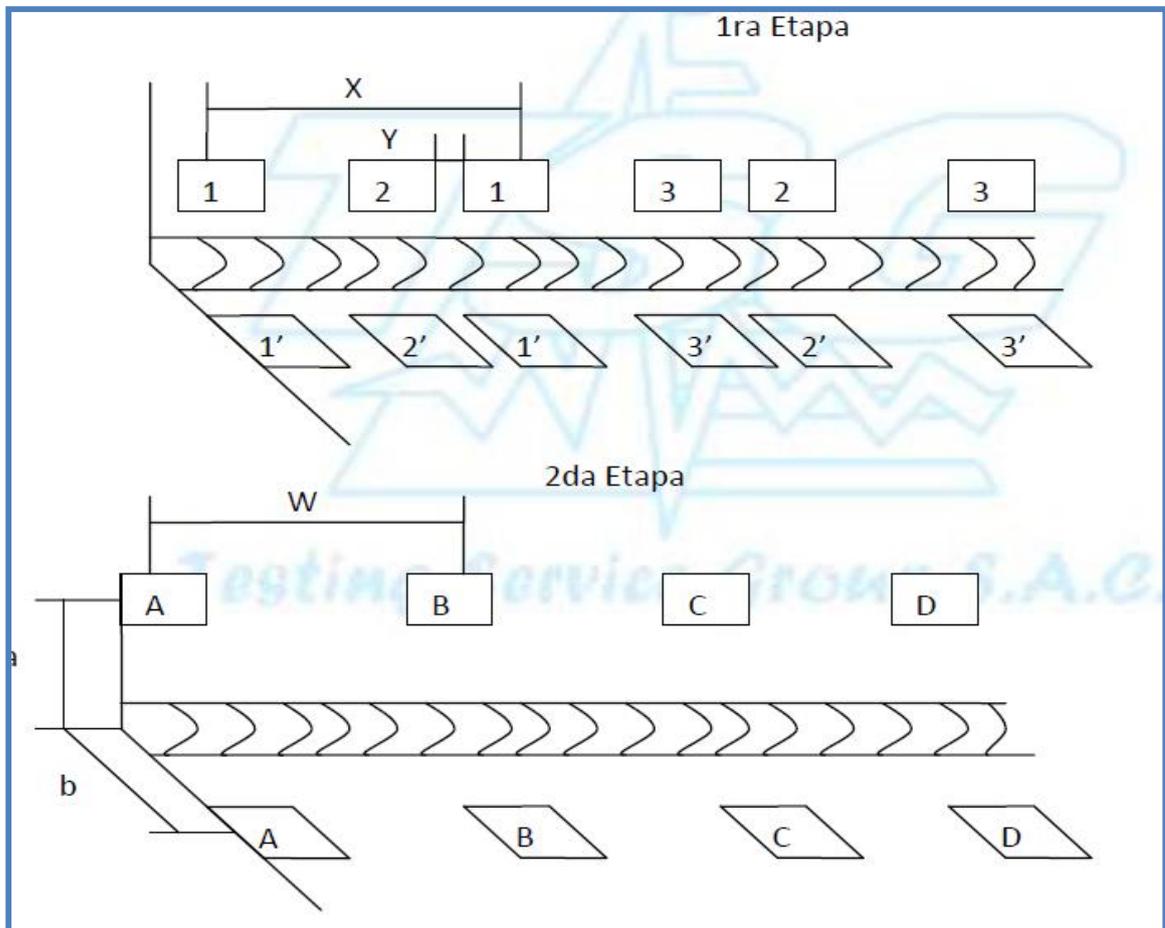


TABLA N° 09: VALORES MÁXIMO Y MÍNIMO DE X, Y, a+b, W

YOKE	X (MAXIMO) (MM)	Y (MINIMO) (MM)	a+b (MAXIMO) (MM)	W (MAXIMO) (MM)
Y6 - B	150	25	150	70

Secuencia del ensayo:

- 1ra Etapa: 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, etc.

- 2da Etapa: A-A, B-B, C-C, D-D, etc.

Para soldaduras con ancho de acabado mayor que 25 mm y menor o igual a 50 mm, la 1ra etapa también será hecha por el otro lado de la soldadura, con secuencia 1'-1', 2'-2', 3'-3', 4'-4', etc.

La 2da Etapa será realizada con la zapata del YOKE alejada por lo menos 30mm del margen de la soldadura.

El ensayo será aplicado solamente cuando el ángulo formado entre los componentes fuera igual o mayor que 90°.

Durante la ejecución del ensayo la zapata del Yugo deberá estar apartada por lo menos 30 mm del margen de la soldadura.

b) ENSAYO DE TINTES PENETRANTES (PT)

METODOLOGÍA

✓ Métodos y Técnicas

Principalmente los métodos se dividen según el método de remoción del penetrante indicados en el documento de referencia (a) y (b), mediante penetrante removible por solvente.

TABLA N°10: TIPO Y MÉTODO DE APLICABLE AL PROCEDIMIENTO

TIPO	METODO	PIGMENTO	CARACTERIZACIÓN
II (Visible)	C	Coloreado	Removible por solvente

**TABLA N° 11: PENETRANTES VISIBLES REMOVIBLES CON SOLVENTE /REVELATOR
NO-ACUOSO**

FABRICANTE	MARCA COMERCIAL	PENETRANTE		REMOVEDOR	REVELADOR	
		REFERENCIA COMERCIAL	METODO APLICACION		REFERENCIA COMERCIAL	METODO APLICACION
Magnaflux	Spotcheck	SKL-SP	Aerosol	Solvente	SKD-S2	Aerosol

Nota:

No se permite el empleo de la mezcla de un conjunto de aerosoles de diferentes marcas.

Los removedores para pre limpieza se eligen según el método de pre limpieza elegido y no necesitan ser de la misma marca que los penetrantes a emplear.

Solamente serán utilizados Traposo papeles absorbentes que no desprendan hilachas o pelusas y generen indicaciones falsas en la prueba.

✓ **Requisitos de Temperatura**

Según ASME V Art. 6-T652: La temperatura del líquido penetrante y superficie de la pieza a ensayar debe mantenerse en el rango de 10°C a 52°C durante el ensayo.

✓ **Preparación de la Superficie**

Estado de la superficie para la realización de la prueba

La superficie a ser probada deberá estar limpia, seca y libre de grasa y polvo, cascarillas, escoria y otras sustancias que puedan interferir en el resultado de la prueba. En el caso de una inspección de soldadura u otras áreas localizadas de la soldadura, la limpieza deben incluir también a una área adyacente como mínimo de 25 mm de largo (metal base y SAC) de acuerdo a T-642 de la referencia (a).

✓ **Técnica de Preparación de la Superficie.**

La superficie será preparada mediante el lijado o cepillado, el que sea más apropiado.

Después de la limpieza mecánica, las superficies deberán ser limpiadas con un solvente apropiado y no-contaminado.

✓ **Modo y Tiempo del secado de Limpieza Previa.**

El secado será por evaporación natural, siendo el tiempo de secado de 5 (cinco) minutos como mínimo.

✓ **Modo y Tiempo de Aplicación de Penetrante**

La aplicación del líquido penetrante será hecha por aerosol conforme a los productos indicados en la tabla

6.2

El tiempo de penetración (Dwell Time) será como mínimo de 5 (cinco) minutos, no pudiendo exceder los 60 (sesenta) minutos. Se debe cumplir los tiempos mínimos indicados en la Tabla T-672 según Par. T-672 del Art. 6 de la Ref. 4 (a).

TABLA N° 12: T-672 MINIMUM DWELL TIMES

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

✓ **Remoción de Exceso de Penetrante**

Para de penetrantes removibles con solvente, el exceso de penetrante será removido inicialmente con paños papeles absorbentes, limpios y secos libre de hilachas y pelusas. Después de esta primera limpieza, deben ser utilizados años o papeles levemente humedecidos con solventes. El solvente nunca debe ser aplicado directamente sobre la superficie de la pieza.

✓ **Modo y Tiempo de Secado antes de la Aplicación de Revelador**

El secado de la superficie será por evaporación natural por lo menos de 5 (cinco) minutos. También aplica el Par.T-674 de la referencia (a).

✓ **Modo y Tiempo Máximo después de la Aplicación del Revelador**

El revelador será aplicado por aerosol, de modo que se obtenga una capa fina y uniforme en toda el área, inmediatamente después del secado de la superficie. El tiempo mínimo de espera antes de evaluar es de 7 min. Y máximo de espera por acción del revelador será de 30 (treinta) minutos.

Antes y durante la aplicación, del recipiente del revelador será vigorosamente agitado para garantizar la homogeneidad de la suspensión.

✓ **Tiempo para la Interpretación**

La interpretación inicial de los resultados deberá ser efectuada después de un tiempo mínimo de 7 min. Después de aplicado el revelador Mayores tiempos hasta 60 minutos son necesarios a juicio en el nivel II o III según se trate del caso específico de ensayo.

La interpretación final de la prueba deberá ser efectuada entre 7 (siete) y 30 (treinta) minutos después de la aplicación del revelador. A juicio del Nivel II o III evaluador, se podrá dar por concluida la evaluación dentro de este rango de tiempo.

✓ **Requisitos adicionales**

○ La iluminación

La ensayo con penetrantes visibles será aplicado con intensidad de luz ambiente solar natural sin obstáculos provocados por sombra o de luz artificial de como mínimo una lámpara de bulbo de potencia de 100W a una distancia máxima de la superficie de ensayo 18 pulg. O equivalente para un mínimo recomendado de 100FC o 1000 lux, se podrá emplear 200W en caso de lugares con geometrías complejas de acceso manual restringido.

○ Limpieza Final

La limpieza final será efectuada con trapos o papeles absorbentes humedecidos con solvente.

c) ENSAYO DE PRUEBAS POR ULTRASONIDOS (UT)

✓ **PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO**

- **Línea “X”** .Una línea “X” para la ubicación de la discontinuidad será marcada en la cara del ensayo del conjunto de partes soldadas, con dirección paralela al eje de la soldadura.

La ubicación de la distancia es perpendicular al eje de la soldadura, basado en los detalles del diseño y cae generalmente en la línea central de las juntas soldadas a Tope. Y cae siempre sobre la cara cercana del miembro conectado de juntas soldadas en esquina y T (la cara opuesta a la cara C).

- **Línea "Y".** Una "Y" acompañada con un número de identificación de la soldadura será marcada claramente en el metal base adyacente a la soldadura que está conforme a UT. Esta marca se utiliza para los propósitos siguientes:
 - (1) Identificación de la Soldadura
 - (2) Identificación de la cara A
 - (3) Dimensión y dirección de la distancia (+ o -) de la "línea de X"
 - (4) Medida de ubicación desde los extremos finales o los bordes
- **Limpieza.** Todas las superficies a las cuales se aplica una unidad de exploración estarán libres de salpicaduras, suciedad, grasa, aceite (diferente al usado como acoplante), pintura.
- **Acoplantes.** El acoplante será de la glicerina o goma de celulosa y mezclado con agua, con una consistencia apropiada. Un agente húmedo puede

ser agregado si es necesario. El aceite ligero de la máquina se puede utilizar para el acoplamiento en los patrones de calibración.

- **Alcance del ensayo.** El metal base completo a través del cual el ultrasonido debe viajar para verificar la soldadura será verificado para los reflectores laminares, usando una unidad de exploración del Haz-recto (requisitos en 5.6) y calibrado en conformidad con 8.4. Si cualquier área del metal base exhibe pérdida total de reflexión posterior o de una indicación igual o mayor que la altura de la reflexión de la parte posterior, está situado en una posición que interfiera con el procedimiento normal de la exploración de la soldadura, su tamaño, localización y profundidad de la cara A será determinada y registrada en el reporte UT y un procedimiento alternativo de exploración de la soldadura será utilizado.
- **Tamaño del reflector.** El procedimiento de la evaluación del tamaño del reflector estará en conformidad con 12.1.
- **Inaccesibilidad.** Si una parte de la soldadura es inaccesible a la prueba en conformidad con los requisitos de la Tabla 6.2. Debido al contenido

laminar registrado en conformidad con 9.5, la prueba será conducida usando uno o más de los siguientes procedimientos alternativos:

1. La superficie de la soldadura será nivelado al ras.
2. Los ensayos de las caras A y B serán realizada.
3. Otros ángulos de la unidad de exploración serán utilizados.

- **Pruebas de Soldaduras.** Las soldaduras serán verificadas usando una unidad de exploración del Haz del ángulo, conforme con los requisitos de 5.7 con el instrumento calibrado en conformidad con 8.5 usando el ángulo según Tabla 6.7. Siguiendo la calibración y durante la prueba, el único ajuste del instrumento permitido es el nivel de la sensibilidad con el control de aumento calibrado (atenuador). El control "reject" será apagado.

Exploración: El ángulo de prueba y el procedimiento de exploración estarán en conformidad con lo mostrado.

Juntas a tope: Todas las soldaduras a tope serán probadas de cada lado del eje de la soldadura. Las esquinas y las juntas en T, serán probadas

sobre todo a partir de un lado del eje de la soldadura. Todas las soldaduras serán probadas usando el patrón o los patrones aplicables de la exploración, es necesario para detectar discontinuidades longitudinales y transversales. Es entendido que como mínimo, todas las soldaduras serán probadas pasando el sonido con el volumen completo a través de la soldadura y el HAZ en dos direcciones transversales.

Indicación de Máximos: Cuando una indicación de la discontinuidad aparece en la pantalla, la indicación máxima obtenible de la discontinuidad será ajustada para producir una desviación horizontal del rastro del nivel de referencia en la exhibición. Este ajuste será hecho con el control de aumento calibrado (atenuador) y la lectura del instrumento en decibeles será utilizado como el nivel de la indicación "a" para calcular el grado de la indicación "d", como se muestra en el informe de prueba.

Factor de Atenuaciones: El factor de la atenuación "c" en el informe de UT será logrado restando 1" de la distancia de la sonido-trayectoria y multiplicando el residuo por 2. Este factor será redondeado al valor más cercano del dB. Los

valores fraccionarios menores a 1/2 dB serán reducidos al nivel inferior de dB y mayor a 1/2 dB al nivel superior.

Clasificación de Indicaciones: La clasificación de la Indicación "d" en el informe de UT, representa la diferencia algebraica en decibeles entre el nivel de la indicación, contra el nivel de referencia con la corrección para la atenuación según lo indicado en las expresiones siguientes:

a. Instrumentos con aumento en dB:

$$a - b - c = d$$

b. Instrumentos con atenuación en dB:

$$b - a - c = d$$

Procedure Chart																		
Material Thickness, in [mm]																		
	5/16 [8]		>1-1/2 [38]		>1-3/4 [45]		>2-1/2 [60]		>3-1/2 [90]		>4-1/2 [110]		>5 [130]		>6-1/2 [160]		>7 [180]	
Application	to	to	to	to	to	to	to	to	to	to	to	to	to	to	to	to	to	to
	1-1/2 [38]	1-3/4 [45]	2-1/2 [60]	3-1/2 [90]	4-1/2 [110]	5 [130]	6-1/2 [160]	7 [180]	8 [200]									
Butt Joint	I	O	I	F	1G or 4	F	1G or 5	F	6 or 7	F	8 or 10	F	9 or 11	F	12 or 13	F	12	F
T-Joint	I	O	I	F or XF	F or XF	F or XF	F or XF	F or XF	F or XF	F or XF	F or XF	F or XF	F or XF	F or XF	F or XF	F or XF	—	—
Corner Joint	I	O	I	F or XF	1G or 4	F or XF	1G or 5	F or XF	6 or 7	F or XF	8 or 10	F or XF	9 or 11	F or XF	13 or 14	F or XF	—	—
ESW/EGW Welds	I	O	I	O	1G or 4	1G or 3	P1 or P3	6 or 7	P3	11 or 15	P3	11 or 15	P3	11 or 15	P3	11 or 15	P3	11 or 15**

The diagrams illustrate the testing angle configurations for different joint types. The Butt Joint shows two faces (A and B) meeting at a weld line. The Corner Joint shows a T-junction with faces A, B, and C. The T-Joint shows a similar junction with faces A and B. The Pitch-and-Catch diagram shows a transmitter and receiver setup for a specific angle. The detailed view at the bottom shows a testing angle with three distinct regions: Top Quarter (70°), Middle Half (70°), and Bottom Quarter (60°), with a ground flush line.

TABLA N° 13: TESTING ANGLE (SEE 6.26.5)

d) ENSAYOS DE PRUEBAS POR RADIOGRAFIAS (RT)

✓ PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO

- Este método de inspección por radiografía Industrial describe la examinacion de diferentes materiales, incluyendo fundición y soldadura para ser ejecutados en inspección de tuberías, tanques, Puentes, Recipientes a presión, Estructuras metálicas. Se aplica para la examinacion por Radiografía en las operaciones NDT de **G Y N INSPECCIONES S.A.C.**

✓ Requerimientos Generales.

- La exanimación de ser ejecutada en concordancia con este procedimiento escrito y considerando las siguientes variables.
 - **Materiales de rango de espesores.**

Los materiales y rangos de espesores serán de acuerdo a las especificaciones técnicas de los materiales y los diseños de los equipos a ser fabricados. Las características y dimensiones del material o elementos ser inspeccionados eran obtenidas de los planes u otros documentos aplicables.

- **Isotopo usado.**

Se utilizara un isotopo de Irido 192 con una actividad máxima de 100 Curies. La actividad proporcionara la capacidad penetrante adecuada.

- **Tamaño de fuente tamaño focal.**

El tamaño está determinado por el fabricante, este debe estar en concordancia con SE-1165 (Standart Test method for Determining the Focal Size of Iridium-192 Industrial Radiographic Sources). El tamaño físico de la fuente que nos da el fabricante es: 0.106 x 0.095 inches y el tamaño focal de 0.142 inches (3.6mm).

- **Distancia mínima.**

La mínima distancia fuente-objeto será aquella que permita cumplir con los requerimientos de la Penumbra Geométrica (Ug), dados en este procedimiento.

La distancia asignada fuente-objeto no será menor a la longitud total de la película que es expuesta a un solo plano. Esta disposición no se aplica a exposiciones panorámicas.

La distancia de la fuente-objeto no será menor a siete veces el espesor de las soldaduras mas el refuerzo y el respaldo (si lo hubiese),

ni tal que la radiación de inspección penetrara cualquier porción de la soldadura representada en la radiografía en ángulo mayor que $26\text{-}1/2^\circ$ desde una línea normal a la superficie de la soldadura. (AWS D1.1, limitaciones de la distancia fuente-objeto).

- **Distancia máxima.**

La distancia máxima para el lado fuente-objeto a la película está sujeta a la geometría y al espesor de la pieza a ser radiografiada

- ✓ **Preparación de las superficies.**

Para materiales incluyendo fundiciones; la superficie debe encontrarse limpia y libre de irregularidades que enmascaren o causen Confusión con la imagen de una discontinuidad.

Para soldaduras; la superficie debe encontrarse limpia y libre de escorias presentando un buen pase de acabado, los refuerzos no excederán con la referencias de los códigos, estándares y especificaciones establecidas, con la finalidad de no enmascarar o causar confusión con la imagen de una discontinuidad.

- ✓ **Radiación dispersa (Backscatter)**

Se efectuara una prueba para determinar si existe la protección adecuada contra la radiación dispersa en parte posterior de la porta película

durante la exposición. Un símbolo “B” de plomo de ½” (12.7mm) de altura y 1/16” (1.6mm) de espesor debe colocarse en la parte posterior de la película. Si aparece una imagen clara del símbolo “B” en un fondo oscuro de la radiografía, la protección de la radiación posterior es insuficiente y la radiografía deberá ser considerada inaceptable. Una imagen oscura del símbolo “B” en un fondo claro no es causa de rechazo.

✓ **Materiales.**

○ **Película.**

Se utilizara películas de marca KODAK AA400, AX5 y N; AGFA D4, D5 y D7 o en todo caso otra marca que proporcione la calidad radiográfica requerida.

○ **Pantallas de intensificadoras.**

Las pantallas intensificadoras se colocan dentro de las fundas de película, en el frente con un espesor adecuado y de acuerdo a la fuente utilizada; al lado posterior se coloca una pantalla de 0.010” de espesor para evitarla radiación dispersa. Las pantallas fluorescentes estarán prohibidas.

✓ **Periodo de verificación.**

Para el densitómetro el periodo de verificación de la calibración será chequeado después de cada 8 horas de uso continuo. Para la película de comparación de lengüeta escalonada el chequeo de verificación deberá ser ejecutado anualmente.

✓ **Técnica Radiográfica**

○ **Técnica de exposición de simple pared.**

En esta técnica de pared simple. La radiación pasa lo a través de una pared de la soldadura (material), la cual será examinada para la aceptación en la radiografía.

○ **Técnica de exposición de doble pared.**

Cuando no es práctico el uso de la técnica de simple pared una de las siguientes técnicas de doble pared deber ser utilizada.

○ **Simple vista de una pared.**

Para materiales y soldaduras en componentes, esta técnica debe ser utilizada cuando la radiación pasa a través de dos paredes y solo la soldadura (material) en la pared lado película esta examinado para la aceptación en la radiografía. Cuando la cobertura completa es requerida para soldaduras circunferenciales (material), un mínimo de tres exposiciones cubrir

120° para cada uno, otro podrían ser realizadas.

- **Doble vista de dos paredes.**

Para materiales y soldaduras en componentes 3½" (89mm) o menor al diámetro nominales, esta técnica debe ser utilizada cuando la radiación pasa a través de dos paredes y la soldadura (materiales) en ambas paredes es examinada para la aceptación de la radiografía.

Para doble vista de dos paredes, solo un indicador lado fuente debe ser utilizado.

- ✓ **Evaluación de las Placas Radiográfica.**

- Las radiografías deben cumplir con los criterios de aceptación y rechazo proporcionados por el cliente, las indicaciones encontradas en las radiografías y caracterizadas como imperfecciones serán evaluadas por su geometría, dimensión y ubicación.
- La evaluación de la radiografía será realizado por un inspector calificado y certificado como Nivel II ó Nivel III, que haya cumplido con la practica recomendada por ASNT yespecificada por Society for nondestructive Testing – Technical Counell – First Document (SNT-TC-1A).

- Los criterios de aceptación y rechazo se encuentra en la documentación suministrada por normas, códigos, especificaciones, estándares o normas internas que sean suministrados por el cliente.

VERSIONES DE LA AWS D1.1 Y ACTUALIZADAS POR LA MISMA.

AÑO	NOMBRE DE LA VERSIÓN
PRIMERA PUBLICACION EN (1928)	CODIGO 1 PARTE A
REVISADA Y REEDITADA EN (1930 Y 1937)	CODIGO 1 PARTE A
REVISADA NUEVAMENTE EN (1941)	D1.10
REVISADO CONSECUTIVAMENTE EN (1946, 1963, 1966 Y 1969)	D2.0
EN (1972)	SE DESIGNO COMO D1.1 (STRUCTURAL WELDING CODE)
FUE REVISADO DE NUEVO (1975,1979,1980,1981,1982,1983,1984,1985,1986, 1988,1990,1994,1996,1998,2000,2004,2006 Y 2008)	PERMANECIENDO EL MISMO NOMBRE DE LA VERSION D1.1 (STRUCTURAL WELDING CODE)

DESDE (1972 A 1988)	EL CODIGO D1.1 CUBRIO LAS SOLDADURAS DE EDIFICIOS Y PUENTES
EN (1999)	PUBLICA LA PRIMERA EDICION DE AASHTO/AWS D1.5 BRIDGE WELDING CODE
EN (1999)	LA AWS D1.1 CAMBIO SUS REFERENCIAS DE EDIFICIOS Y PUENTES A ESTRUCTURAS CARGADAS ESTATICAMENTE Y DINAMICAMENTE , PARA QUE EL CODIGO FUESE APLICABLE A UNA GAMA MAS AMPLIA DE APLICACIONES DE ESTRUCTURAS
ESTA EDICION (2010)	ES LA 22a EDICION DE LA AWS D1.1
EN (2015)	LA ULTIMA VERSION ACTUALIZADA DE LA AWS D1.1

Notas Generales:

1. En donde sea posible, todos los exámenes deberán hacerse desde la Superficie A en el lado (Leg) a menos que se especifique lo contrario en esta Tabla.
2. Las áreas de la raíz de las uniones de soldaduras de ranura simple que tengan respaldo no requieren ser eliminadas mediante el contrato, deberán ser sometidas a prueba en el lado I (leg); en donde sea posible, con la Cara A que este opuesta al respaldo (el esmerilado de la cara de la superficie o las pruebas para las caras adicionales de soldadura pueden ser necesarias para permitir la exploración completa de la raíz de la soldadura).
3. El examen en el Lado Leg II o III deberá hacerse solo para satisfacer las estipulaciones de esta tabla, o cuando sea necesario someter a prueba las áreas de soldadura que son inaccesible debido a una superficie de soldadura no esmerilada, o exista una interferencia con otras partes del componente a soldar, o para cumplir con los requerimientos de 6.26.6.2.
4. Deberá utilizarse un máximo del Lado III (Leg), solamente en donde el espesor o la geometría evita la exploración de las áreas de soldadura completa y los zac en el lado I o lado II (leg I ó leg II).
5. En soldaduras bajo tensión de estructuras cíclicamente cargadas, el cuarto superior del espesor deberá ser sometido a prueba con el Lado (Leg final) de buena calidad que va en progreso desde la Cara B hacia la Cara A; el cuarto del fondo de

espesor deberá ser sometida a prueba con la parte final (leg) de buena calidad que va en progreso desde la Superficie A hacia la Superficie B; es decir el cuarto superior del espesor deberá ser sometido a prueba, ya sea desde la Superficie A en la parte segunda (leg second II) o desde la Superficie B en la parte I (Legone I) según la opción del Contratista, a menos que se especifique en los documentos del Contrato.

6. La superficie de la soldadura indicada deberá esmerilarse enrasada antes de utilizar el procedimiento 1G, 6, 8, 9, 12,14 ó 15. La Superficie A para ambos componentes conectados deberá estar en el mismo plano (ver leyenda en la página siguiente).

Leyenda:

X: Examinar desde la cara "C"

G: Esmerilar al ras la cara de la soldadura

O: No requerido

Cara A: La cara del material de la cual la exploración inicial es ejecutada (en juntas en T y esquina, siga el esquema mostrado).

Cara B: Opuesta a la cara "A" (en el mismo plano)

Cara C: La cara opuesta de la soldadura, en miembros conectados en juntas en T o en esquina.

* -: Requerido solamente donde la indicación de la altura de la referencia mostrada de la discontinuidad se observa en el interface metal soldado/ metal base, mientras busca en el nivel

de exploración con los procedimientos iniciales seleccionados a partir de la primera Columna.

**** - :** Usar 15" (400mm) ó 20" (500mm) de distancia de calibración de la pantalla.

P : Para enviar y recibir será conducido para la evaluación adicional de la discontinuidad solamente para la mitad central del espesor del material, solo con transductores de 45° o 70°, de igual especificación, ambos ubicados al frente de la soldadura (el transductor se debe sostener en accesorio para controlar la colocación - vea el diseño.).

La calibración de la amplitud para la emisión-recepción es hecha normalmente calibrando una sola unidad de exploración. El que cambia para doblarse las unidades de exploración para emisión recepción de la inspección, allí debe asegurarse que esta calibración no cambie, como resultado de variables del instrumento.

F: Las Indicaciones de la interface del metal soldado/metal base serán evaluadas con transductor de 70°, 60° ó 45°, cualquier trayectoria del sonido este lo más cerca a ser perpendicular a la superficie de fusión sospechada

TABLA N° 14: AREA DE ESPESOR DE SOLDADURA

Procedure Legend			
Area of Weld Thickness			
No.	Top Quarter	Middle Half	Bottom Quarter
1	70°	70°	70°
2	60°	60°	60°
3	45°	45°	45°
4	60°	70°	70°
5	45°	70°	70°
6	70°G A	70°	60°
7	60° B	70°	60°
8	70°G A	60°	60°
9	70°G A	60°	45°
10	60° B	60°	60°
11	45° B	70°**	45°
12	70°G A	45°	70°G B
13	45° B	45°	45°
14	70°G A	45°	45°
15	70°G A	70°A B	70°G B

Longitud de discontinuidades. La longitud de discontinuidades será determinada en conformidad con el procedimiento descrito en 14.

Base para la Aceptación o Rechazo. Cada discontinuidad de la soldadura será aceptada o rechazada en base al grado de la indicación y de su longitud.

Solamente esas discontinuidades que están rechazadas necesitan ser registradas en el informe de ensayos, excepto para las soldaduras señaladas en los documentos del contrato como "fracturas críticas," la capacidad aceptable que está dentro de 6 dB, inclusive la mínima capacidad rechazable será registrado en el informe de pruebas.

Identificación del área rechazada. La discontinuidad rechazada será indicada en la soldadura con una marca, sobre la discontinuidad en su longitud total. La profundidad desde la superficie y la clase de indicación será marcada en el metal base próxima.

Informes de Reexaminaciones. La evaluación de las áreas reparadas reexaminadas de la soldadura, será tabulada en una nueva línea en el formato del informe. Si se utiliza el formulario original del informe, prefijará el número de la indicación R1, R2.Rn.

Reportes adicionales de reparación. Si se utilizan formatos adicionales para reporte de

reparación, la letra R, prefijará el número de reporte.

Reparación. La soldadura rechazada por UT, será reparada por métodos permitidos en 5.26 del código AWS D1.1 2010, Las áreas reparadas serán verificadas nuevamente por UT.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

- **ASTM:** American Society for Testing and Materials. Es una de las organizaciones internacionales de desarrollo de normas más grandes del mundo. En ASTM se reúnen productores, usuarios y consumidores, entre otros, de todo el mundo, para crear normas de consenso voluntarias.
- **AWS:** American Welding Society .Es una organización sin fines de lucro dedicada al avance de la ciencia, la tecnología y la aplicación de la soldadura y sus aliados unión y corte de los procesos, incluyendo la soldadura, soldadura y proyección térmica.
- **Concavidades:** Concavidad externa o falta de relleno Es una soldadura que tiene una disminución de refuerzo externo, por poco depósito de material de aporte en el cordón.
- **Cupón de prueba:** Un cupón de prueba es el ensamble soldado completamente para las pruebas de calificación.

- **Electrodo:** En la soldadura por arco se emplea un electrodo como polo del circuito y en su extremo se genera el arco eléctrico. En algunos casos, también sirve como material fundente.
- **Electrodo continuo:** pueden quedar, al efectuar el cordón de penetración, los restos de alambre electrodo que sobresalen, a veces, varios centímetros de la base de la unión soldada.
- **Erosiones y huellas:** Son un grupo de defectos que tienen un origen mecánico de erosión, deformación o arranque de material.
- **Espécimen de prueba:** Un espécimen de prueba es usualmente una porción del cupón de prueba el cual es escudriñado. Probeta de prueba con la sección reducida compuesta completamente del metal de soldadura.
- **Falta de continuidad del cordón:** Se originan al interrumpir el soldador el cordón y no empalmar bien la reanudación del trabajo. Su severidad es muy variable ya que, en los casos más severos, pueden considerarse auténticas faltas de fusión transversales, en tanto que en otras ocasiones, son simplemente surcos normales al eje del cordón.
- **Fisuras:** Pueden ser clasificadas en:
 - Fisuras longitudinales:** Se pueden producir en el centro del cordón o en la interface del material básico del aporte (por causa de un enfriamiento brusco o falta de correcto precalentamiento en grandes espesores).

- **Inclusiones:** Se consideran inclusiones, las impurezas producidas por gases atrapados en la masa del metal durante el proceso de fusión, o materiales extraños sólidos (metálicos y no metálicos).
- **Martillazos,** golpes en general: Son deformaciones locales producidas por choques de objetos contra el metal base o contra el cordón.
- **Personal de soldadura:** Es el soldador, operario, y/o el armador.
- **Porosidad:** La porosidad gaseosa puede producirse en forma aislada (porosidad esférica aislada), agrupada (nido de poros), en forma alineada, etc.
- **Quemón:** Es una zona de la pasada de raíz donde la penetración excesiva ha causado que el aporte de la soldadura penetre dentro de la misma soplándose. Hay destrucción completa de biseles.
- **Salpicaduras:** Son imperfecciones consistentes, como su nombre lo indica, en esferas las de metal fundido, depositadas aleatoriamente sobre el cordón y su vecindad. Pueden ser provocadas por humedad en el revestimiento del electrodo.
- **Restos de electrodos:** Cuando se suelda con equipos automáticos en atmósfera inerte
- **Soldaduras de cordón:** Se hace en una sola pasada, con el metal de aporte sin movimiento hacia uno y otro lado. Esta soldadura se utiliza principalmente para reconstruir superficies desgastadas, y en muy pocos casos se emplea para juntas.
- **Soldaduras ondeadas:** Se logran haciendo un cordón con algo de movimiento hacia uno y otro lado. Entre estas soldaduras hay también

varios tipos, como el zigzag, el circular, el oscilante entre otros. Esta soldadura también se usa principalmente para la reconstrucción de superficies.

- **Soldaduras de ranura (Groove):** Se realiza entre el espacio que queda entre dos piezas de metal. Estas soldaduras se emplean en muchas combinaciones dependiendo de la accesibilidad, de la economía, del diseño, y del tipo de proceso de soldadura.
- **Soldaduras de filete (Fillet):** Son similares a las de ranura, pero se hacen con mayor rapidez que éstas. Las juntas soldadas de filete son simples de preparar desde el punto de vista de preparación y ajuste de borde, aunque a veces se requieran de más soldadura que en las juntas soldadas de ranura.
- **Soldaduras de tapón (Plug) y de agujero alargado:** Sirven principalmente para hacer las veces de remaches. Se emplean para unir por fusión dos piezas de metal cuyos bordes, por alguna razón, no pueden fundirse.
- **Variable esencial (procedimiento):** Un cambio en una condición de soldadura el cual afecta las propiedades mecánicas de la unión soldada.
- **Variable no esencial (procedimiento):** Un cambio en una condición de soldadura el cual no afecta las propiedades mecánicas de la unión soldada.

CAPÍTULO III

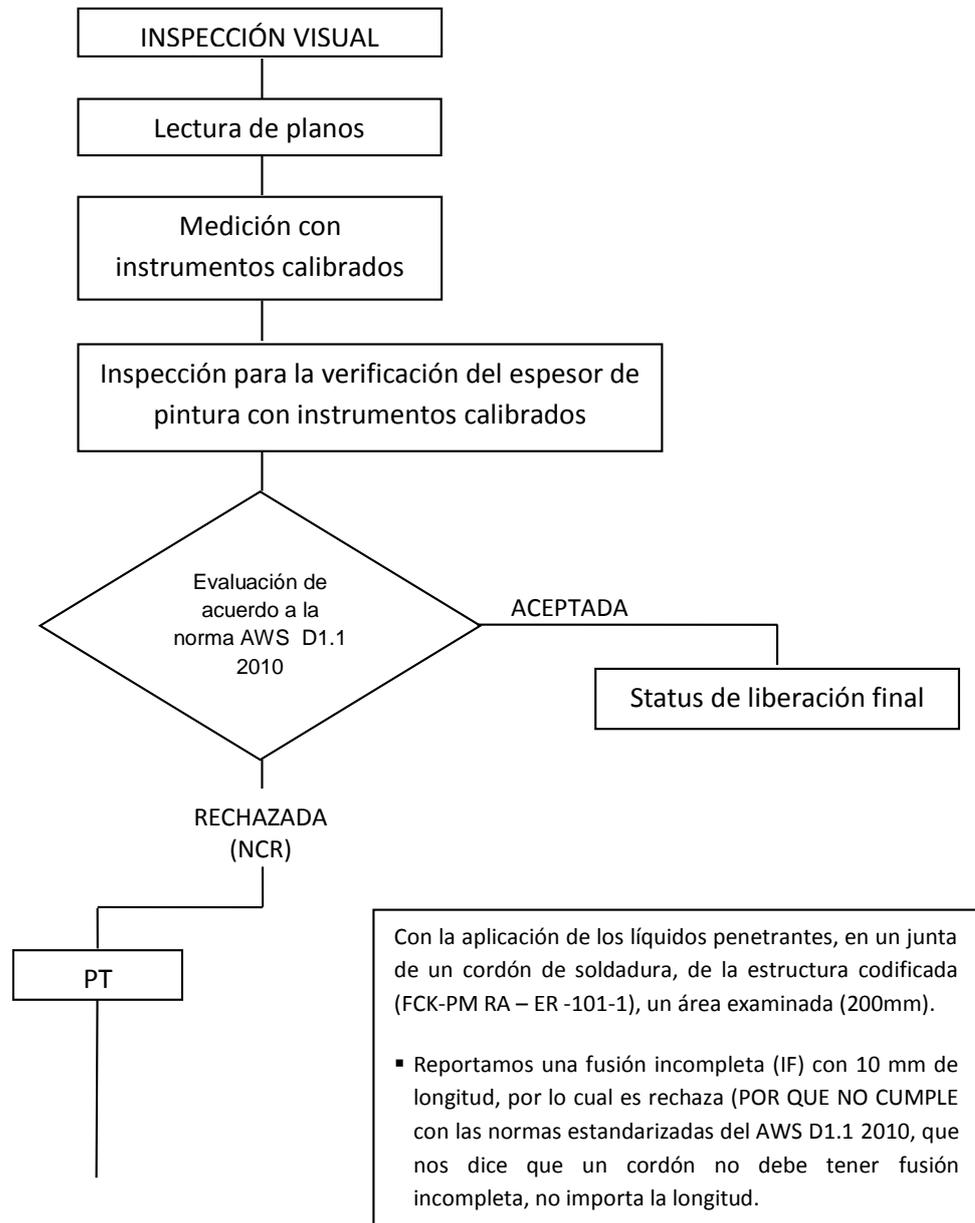
DESCRIPCIÓN Y APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DE SOLDADURA EN LAS ESTRUCTURAS DE LA AMPLIACION DE LA REFINERIA DE TALARASEGÚN NORMA AWS D1.1 2010

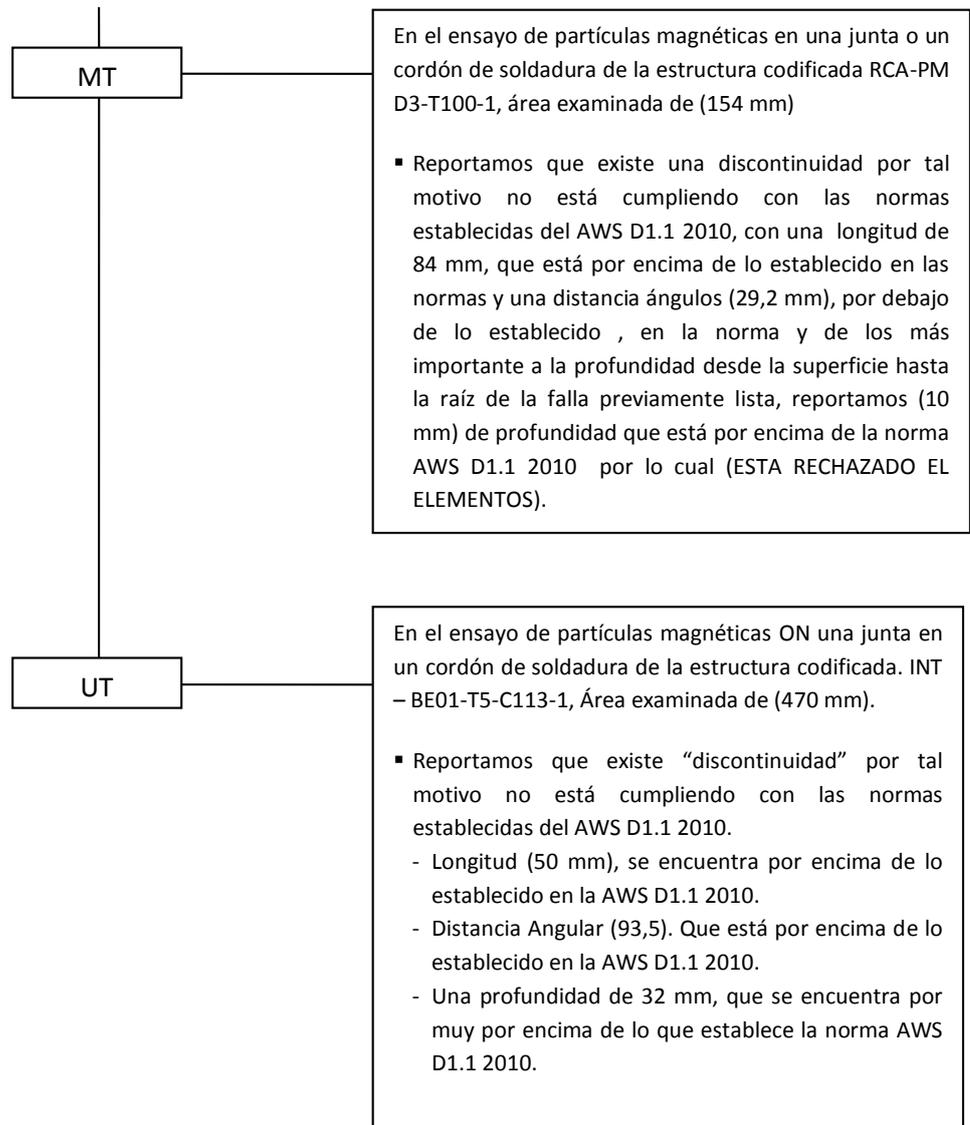
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE INSPECCION DE SOLDADURA

1. Inspección visual de las estructuras metálicas del proyecto de la Refinería de Talara
2. Lectura de planos para verificar si están completas las especificaciones de las estructuras metálicas.
3. Se aplica los instrumentos de medición para verificar si tienen las medidas correspondientes de acuerdo al plano de fabricación.
4. Se realiza la inspección con los instrumentos de calibración de espesor de capa pintura.
5. Evaluar el cumplimiento de la norma AWS D1.1 2010 de acuerdo a la inspección, generando dos posibles reportes:

- a. Reportes de fallas (NCR) y solución para la corrección de la falla.
 - b. Informe de aceptación del cumplimiento de la norma, para que la estructura metálica sea liberada.
6. De acuerdo a la falla detectada se aplica ensayos no destructivos:
- MT: Ensayos por partículas magnéticas
- PT: Ensayo por tintes penetrantes
- UT: Ensayo por ultrasonido

FLUJOGRAMA DEL PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE CALIDAD





	Report of Liquid Penetrant Examination of Welds (PT) Reporte del Examen de Líquidos Penetrantes de Soldaduras (PT)		Code: FORM.GYN-002-13 Revisión: 00 Date: 10/11/2013 Page: 1 of 2						
	Project: OT: 060-2014 – MODERNIZACIÓN DE LA REFINERÍA DE TALARA Customer: TECNICAS METALICAS INGENIEROS S.A.C. Test Procedure: 02070-GEN-QUA-TMI-02-011	Report: INF.GYN-2137-15 (PT) N°2096 Attention: ING. MARLENE CHAUCA (Línea 3) Tipo: ENREJADO	Test Date: 22-NOV-2016 Fecha Ensayo:						
	SKETCH OR PHOTO IDENTIFICATION AND LOCATION OF WELDING DIBUJO O FOTO DE IDENTIFICACION Y LOCALIZACION DE SOLDADURA								
									
Quantity: 06		Total Accepted: 05	Total Rejected: 01						
Line Línea	Weld identification Identificación de soldadura	Joint Junta	Welder Soldador	Area Examined Área Examinada (mm)	Discontinuity Discontinuidad		Interpretation Interpretación		Remarks Observaciones
					Type Tipo	Location (mm) Ubicación (mm)	Accept. Aceptado	Reject Rechazado	
1	FCK-PHRA-ER101_1	J1	S-101	200	IF	10-150	--	X	Reparar
2	FCK-PHRA-ER101_1	J2	S-101	200	--	--	X	--	--
3	FCK-PHRA-ER101_1	J3	S-101	150	--	--	X	--	--
4	FCK-PHRA-ER101_1	J4	S-101	150	--	--	X	--	--
5	FCK-PHRA-ER101_1	J5	S-101	150	--	--	X	--	--
6	FCK-PHRA-ER101_1	J6	S-101	150	--	--	X	--	--
7									
8									
9									
10									
PRE-EXAMINATION PRE-EXAMEN: Surface Preparation: Limpieza manual Preparación de Superficie:		Penetrant Materials: CANTESCO Model: C101-AD101-AP101S-A Batch No.: 0043/0117/0118 Materiales Penetrant es:							
EQUIPMENT: EQUIPO:									
CLASSIFICATION OF PENETRANT EXAMINATION TYPES AND METHODS: CLASIFICACION DE EXAMEN PENETRANTE TIPOS Y METODOS:									
Type II – Visible Penetrant Examination Tipo II – Examen de Penetrante Visible Method A – Water washable Método A – Lavable con agua Method C – Solvent removable Método C – Removable con solvente									
Penetrant dwell time: 10 minutos Tiempo permanencia del penetrante Minimum light intensity: 1000 lux Intensidad mínima de luz Material: A992		Material thickness: 12 mm Espesor de material Surface Temperature: 18°C a 26°C Temperatura de la superficie Welding process: FCAW Proceso de Soldadura:							
POST EXAMINATION: POST EXAMEN: Cleaning (if required): No requerido Limpieza (si es requerido):		Marking Method: Metal Marker Marcando Método:							
IF: Incomplete Fusion Fusión Incompleta EC: External Concavity Concavidad Externa	ESI: Slag Inclusions Inclusiones de Escoria P: Porosity Porosidades	CP: Cluster Porosity Porosidad Agrupada Cracks Fisuras	EU: External Undercutting Socavado Externo AI: Accumulation of Imperfections Acumulación de Imperfecciones						
We, the undersigned, certify that the statements in this record are correct and that the welds were prepared and tested in conformance with the requirements of AWS D1.1/D1.1M (2010) Structural Welding Code –Steel. Nosotros, los abajo firmantes, certificamos que las declaraciones en este registro son correctas y que las soldaduras fueron preparadas y ensayadas en conformidad con los requerimientos del AWS D1.1/D1.1M (2010) Código de Soldadura Estructural-Acero.									
Inspected by: Examinado por:  MORÓN CARRASCO ALONSO Level II ASNT (SNT-TC-1A) VT – PT- MT	Manufacturer or Contractor: Fabricante o Contratista:  WILLIAMS D. GÓMEZ Q. INSPECTOR QC SNT-SNT-TC-1A ASNT PT LEVEL II	Customer: Cliente:  JOSE C. TOVAR ARREDONDO							
ventas@gyninspecciones.com Fijo: (511) 382-1495 / Rpc: 990-316-687 / 966-424-730 gyn.inspecciones@gmail.com www.gyninspecciones.com									

FIGURA N° 1: ENSAYO POR LIQUIDOS PENETRANTES (PT)

EN EL REPORTE INICIAL SE ENCONTRO DISCONTINUIDAD Y/O NO CONFORMIDAD EN LA SOLDADURA (FUSION INCOMPLETA CON 10 mm DE LONGITUD) , QUE POSTERIORMENTE SE REALIZO LAS CORRECCIONES A CADA NO CONFORMIDAD , REALIZANDOSE LAS CORRECCIONES EN SOLDADURA Y POSTERIORMENTE SE REALIZO LAS INSPECCIONES CORRESPONDIENTE , SE LEVANTO LAS OBSERVACIONES MOSTRANDO UN NUEVO REPORTE .

		Report of Liquid Penetrant Examination of Welds (PT) Reporte del Examen de Líquidos Penetrantes de Soldaduras (PT)		Code: FORM.GYN-002-13 Revisión: 00 Date: 10/11/2013 Page: 2 of 2					
Project: OT: 060-2014 – MODERNIZACION DE LA REFINERIA DE TALARA Customer: TECNICAS METALICAS INGENIEROS S.A.C. Test Procedure: 02070-GEN-QUA-TMI-02-011		Report: INF.GYN-2137-15 (PT) N°2096R Attention: ING. MARLENE CHAUCA (Linea 3) Tipo: ENREJADO		Test Date: 22-NOV-2016 Fecha Ensayo:					
SKETCH OR PHOTO IDENTIFICATION AND LOCATION OF WELDING DIBUJO O FOTO DE IDENTIFICACION Y LOCALIZACION DE SOLDADURA									
									
Quantity: 01		Total Accepted: 01		Total Rejected: 00					
Cantidad: 01		Total Aceptado: 01		Total Rechazado: 00					
Line	Weld identification	Joint	Welder	Area Examined	Discontinuity	Interpretation		Remarks	
Linea	Identificación de soldadura	Junta	Soldador	Area Examinada (mm)	Type	Location (mm)	Accept.	Reject	
					Ubicación (mm)	Ubicación (mm)	Accepted	Rejected	Observaciones
1	FCK-PHRA-ER101_1	J1R	S-101	200	--	--	X	--	--
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
PRE-EXAMINATION Surface Preparation: Limpieza manual Preparación de Superficie:						Batch No.: 0043/0117/0118 Lote N°:			
EQUIPMENT Penetrant Materials: CANTESCO Model: C101-AD101-AP101S-A Materiales Penetrantes:						Welding process: FCAW Proceso de Soldadura:			
CLASSIFICATION OF PENETRANT EXAMINATION TYPES AND METHODS CLASIFICACION DE EXAMEN PENETRANTE TIPOS Y METODOS:						Material thickness: 12 mm Espesor de material:			
Type II – Visible Penetrant Examination Tipo II – Examen de Penetrante Visible Method A – Water washable Método A – Lavable con agua Method C – Solvent removable Método C – Removible con solvente						Penetrant dwell time: 10 minutos Tiempo permanencia del penetrante Minimum light intensity: 1000 lux Intensidad mínima de luz			
POST-EXAMINATION Cleaning (if required): No requerido Limpieza (si es requerido):						Marking Method: Metal Marker Marcando Método:			
IF:	Incomplete Fusion	ESI:	Slag Inclusions	CP:	Cluster Porosity	EU:	External Undercutting		
EC:	External Concavity	P:	Porosity	C:	Cracks	AI:	Accumulation of Imperfections		
	Fusión Incompleta		Inclusiones de Escoria		Fisuras		Acumulación de Imperfecciones		
	Concavidad Externa		Porosidades						
We, the undersigned, certify that the statements in this record are correct and that the welds were prepared and tested in conformance with the requirements of AWS D1.1/D1.1M (2010) Structural Welding Code –Steel. Nosotros, los abajo firmantes, certificamos que las declaraciones en este registro son correctas y que las soldaduras fueron preparadas y ensayadas en conformidad con los requerimientos del AWS D1.1/D1.1M (2010) Código de Soldadura Estructural-Acero.									
Inspected by: Examinado por:		Manufacturer or Contractor: Fabricante o Contratista:			Customer: Cliente:				
 MORÓN CARRASCO ALONSO. Level II-ASNT (SNT-TC-1A) VT – PT- MT		 WILLIAMS D. GÓMEZ O INSPECTOR DE ASNT-SNT-TC-1A-VI-1 LEVEL II			 JOSE C. TOVAR ARREDONDO				
ventas@qyninspecciones.com Fijo: (511) 382-1495 / Rpc: 990-316-687 / 966-424-730 qyn.inspecciones@gmail.com www.qyninspecciones.com									

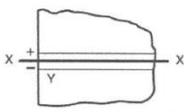
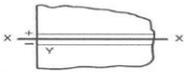
	Report of Ultrasonic Testing of Welds (UT) Reporte de Ensayo Ultrasonido de Soldaduras (UT)		Code: FO.GYN-004 Revisión: 01 Date: 06/01/2013 Page: 1 of 1																
	Project: OT: 060-2014 – MODERNIZACION DE LA REFINERIA TALARA Customer: TÉCNICAS METÁLICAS INGENIEROS S.A.C.	Report: INF.GYN-2129-15 Reporte: N°6113 ✓ Attention: Ing. Marlene Chauca (Linea 3)	Test Date: 28-Noviembre-2016 Fecha Ensayo:																
	Test Procedure: 02070-GEN-QUA-TMI-02-010 Procedimiento Ensayo	Type: COLUMNNA Tipo:																	
																			
Weld identification: INT-BE01-T5-C113_1 Identificación de soldadura:		Area Examined: 870 mm. Área Examinada:																	
Material thickness: 38 mm Espesor de material:		Ultrasonic equipment: KEIYU, Tru-Test V6.2, N/S:110705 Equipo de ultrasonido:																	
Weld joint AWS: T-Joint Unión soldada AWS:		Quality requirements-Section no.: 6.13.2 (Cyclically Loaded) Requerimientos de calidad N°:																	
Welding process: FCAW Proceso de Soldadura:		Welder: S-1526 Soldador:																	
Mat.: A572.GR50																			
Line number Número de Línea	Joint Junta	Indication number Número de indicación	Transducer angle Angulo del Transductor	From face Desde la cara	Leg Pieza (Salto)	Decibels Decibelios				Length Longitud (mm)	Angular distance Distancia angular (mm)	Depth from "A" surface Profundidad desde superficie "A" (mm)	Discontinuity Discontinuidad		Discontinuity evaluation Evaluación de la discontinuidad	Area Examined Área Examinada (mm)			
						a	b	c	d				From X Desde X	From Y Desde Y					
1	J3	1	70°	A	I	42	41	5	-4	50	93.5	32	300	0	Rechazado	470			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
SKETCH OR PHOTO IDENTIFICATION AND LOCATION OF WELDING DIBUJO O FOTO DE IDENTIFICACION Y LOCALIZACION DE SOLDADURA																			
																			
We, the undersigned, certify that the statements in this record are correct and that the welds were prepared and tested in conformance with the requirements of Clause 6, Part F of AWS D1.1/D1.1M (2010) Structural Welding Code –Steel. Nosotros, los abajo firmantes, certificamos que las declaraciones en este registro son correctas y que las soldaduras fueron preparadas y ensayadas en conformidad con los requerimientos del punto 6, Parte F del AWS D1.1/D1.1M (2010) Código de Soldadura Estructural-Acero.																			
Inspected by: Examinado por:	 WILE ROJAS CAJALEON Level II ASNT (SNT-TC-1A) UT-MT					Manufacturer or Contractor Fabricante o Contratista:					 WILLYAMS GOMEZ G. INSPECTOR QC ASNT-SNT-TC-1A/VT/PT LEVEL II					Customer: Cliente:		 JOSE C. TOVAR ARREDONDO	
ventas@gyninspecciones.com Fijo: (511) 382-1495 / Rpc: 990-316-687 / 966-424-730 gyn.inspecciones@gmail.com www.gyninspecciones.com																			

FIGURA N° 1: ENSAYO POR ULTRASONIDOS (UT)

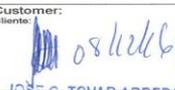
EN EL REPORTE INICIAL SE ENCONTRO DISCONTINUIDAD Y/O NO CONFORMIDAD EN LA SOLDADURA (EXISTE DISCONTINUIDAD MUY PROFUNDA QUE ES RECHAZADA POR LA NORMA AWS D1.1 2010 , LA PROFUNDIDAD ES DE 32 mm FUERA DEL RANGO DE TOLERANCIA SEGÚN NORMA AWS D1.1 2010 Y UNA LONGITUD DE LA DISCONTINUIDAD DE 50 mm QUE ES RECHAZADA POR NORMA AWS D1.1 2010) , QUE POSTERIORMENTE SE REALIZO LAS CORRECCIONES A CADA NO CONFORMIDAD , REALIZANDOSE LAS CORRECCIONES EN SOLDADURA Y POSTERIORMENTE SE REALIZO LAS INSPECCIONES CORRESPONDIENTE , SE LEVANTO LAS OBSERVACIONES MOSTRANDO UN NUEVO REPORTE .

		Report of Ultrasonic Testing of Welds (UT) Reporte de Ensayo Ultrasonido de Soldaduras (UT)		Code: FO.GYN-004 Revision: 01 Date: 06/01/2013 Page: 1 of 2												
Project: OT: 060-2014 – MODERNIZACION DE LA REFINERIA TALARA Customer: TÉCNICAS METÁLICAS INGENIEROS S.A.C. Test Procedure: 02070-GEN-QUA-TMI-02-010		Report: INF.GYN-2129-15 N°6113R ✓ Attention: Ing. Marlene Chauca (Linea 3) Type: COLUMNA		Test Date: 30-Novembre-2016 Area Examined: 400 mm. Equipment: KEIYU, Tru-Test V6.2, N/S:110705 Quality requirements-Section no.: 6.13.2 (Cyclically Loaded)												
		Weld identification: INT-BE01-T5-C113_1 Material thickness: 38 mm Weld joint AWS: T-Joint Welding process: FCAW		Area Examined: 400 mm. Equipment: KEIYU, Tru-Test V6.2, N/S:110705 Quality requirements-Section no.: 6.13.2 (Cyclically Loaded) Welder: S-1526 Mat.: A572.GR50												
Line number Número de línea	Joint Junta	Indication number Número de indicación	Transducer angle Ángulo del Transductor	From face Desde la cara	Leg Perna (mm)	Decibels Decibelios				Length Longitud (mm)	Angular distance Distancia angular (mm)	Depth from "A" surface Profundidad desde superficie "A" (mm)	Discontinuity Discontinuidad		Discontinuity evaluation Evaluación de la discontinuidad	Area Examined Área Examinada (mm)
						Indication level Nivel de indicación	Reference level Nivel de referencia	Attenuation factor Factor de atenuación	Indication rating Clasificación indicación				From X Desde X	From Y Desde Y		
1	J3R		70°	A		a	41								Aceptado	200
2				B		b	41								Aceptado	200
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																

SKETCH OR PHOTO IDENTIFICATION AND LOCATION OF WELDING
DIBUJO O FOTO DE IDENTIFICACION Y LOCALIZACION DE SOLDADURA



We, the undersigned, certify that the statements in this record are correct and that the welds were prepared and tested in conformance with the requirements of Clause 6, Part F of AWS D1.1/D1.1M (2010) Structural Welding Code –Steel.
Nosotros, los abajo firmantes, certificamos que las declaraciones en este registro son correctas y que las soldaduras fueron preparadas y ensayadas en conformidad con los requerimientos del punto 6, Parte F del AWS D1.1/D1.1M (2010) Código de Soldadura Estructural-Acero.

Inspected by: Examinado por:  WILMERCES GÓMEZ Level II ASNT (NT-1C-1A) UT-ME	Manufacturer or Contractor: Fabricante o Contratista: TÉCNICAS METÁLICAS INGENIEROS S.A.C. WILMERCES GÓMEZ G. INSPECTOR QC ASNT-SNT-TC-1A, V / PT LEVEL II	Customer: Cliente:  JOSE C. TOVAR ARREDONDO
---	---	--

ventas@gyninspecciones.com Fijo: (511) 382-1495 / Rpx: 990-316-667 / 966-424-730 gyn.inspecciones@gmail.com
www.gyninspecciones.com



Report of Particles Magnetic of welds MT

Code: FO.GYN-004
 Revision: 01
 Date: 06/01/2013
 Page: 2 of 2

OT: 060-2014 – MODERNIZACION DE LA REFINERIA TALARA

TÉCNICAS METÁLICAS INGENIEROS S.A.C.

Procedure: 02070-GEN-QUA-TMI-02-010

Report: INF.GYN-2129-15 N°6118

Attention: Ing. Marlene Chauca (Línea 1)

Type: ENREJADO

Test Date: 01-October-2018

Area Examined: 770 mm.

Quality requirements-Section no.: 6.13.2 (Cyclically Loaded)

Welder: S-791 Mat.: A992



Weld identification: RCA-PHD3-T100_1

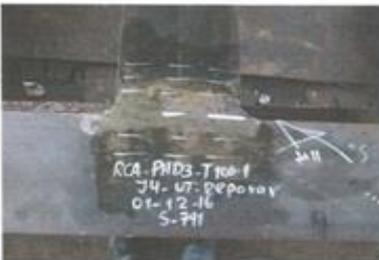
Material thickness: 11.6mm

Weld joint AWS: Butt-Joint

Welding process: FCAW

Joint Junta	Indication number Número de indicación	Transducer angle Ángulo del Transductor	From face Desde la cara	Leg Perna (mm)	Decibels Decibelios				Length Longitud (mm)	Angular distance Distancia angular (mm)	Depth from "A" surface Profundidad desde superficie "A" (mm)	Discontinuity Discontinuidad		Discontinuity evaluation Evaluación de la discontinuidad	Area Examined Área Examinada (mm)
					a	b	c	d				Distance Distancia (mm)			
												From X Desde X	From Y Desde Y		
J1	—	70°	A	—	—	41	—	—	—	—	—	—	—	Aceptado	154
J2	—	70°	A	—	—	41	—	—	—	—	—	—	—	Aceptado	154
J3	—	70°	A	—	—	41	—	—	—	—	—	—	—	Aceptado	154
J4	1	70°	A	I	47	41	0	+6	84	29.2	10	70	0	Rechazado	154
J5	—	70°	A	—	—	41	—	—	—	—	—	—	—	Aceptado	154

SKETCH OR PHOTO IDENTIFICATION AND LOCATION OF WELDING
 DIBUJO O FOTO DE IDENTIFICACION Y LOCALIZACION DE SOLDADURA



The undersigned, certify that the statements in this record are correct and that the welds were prepared and tested in conformance with requirements of Clause 6, Part F of AWS D1.1/D1.1M (2010) Structural Welding Code –Steel.

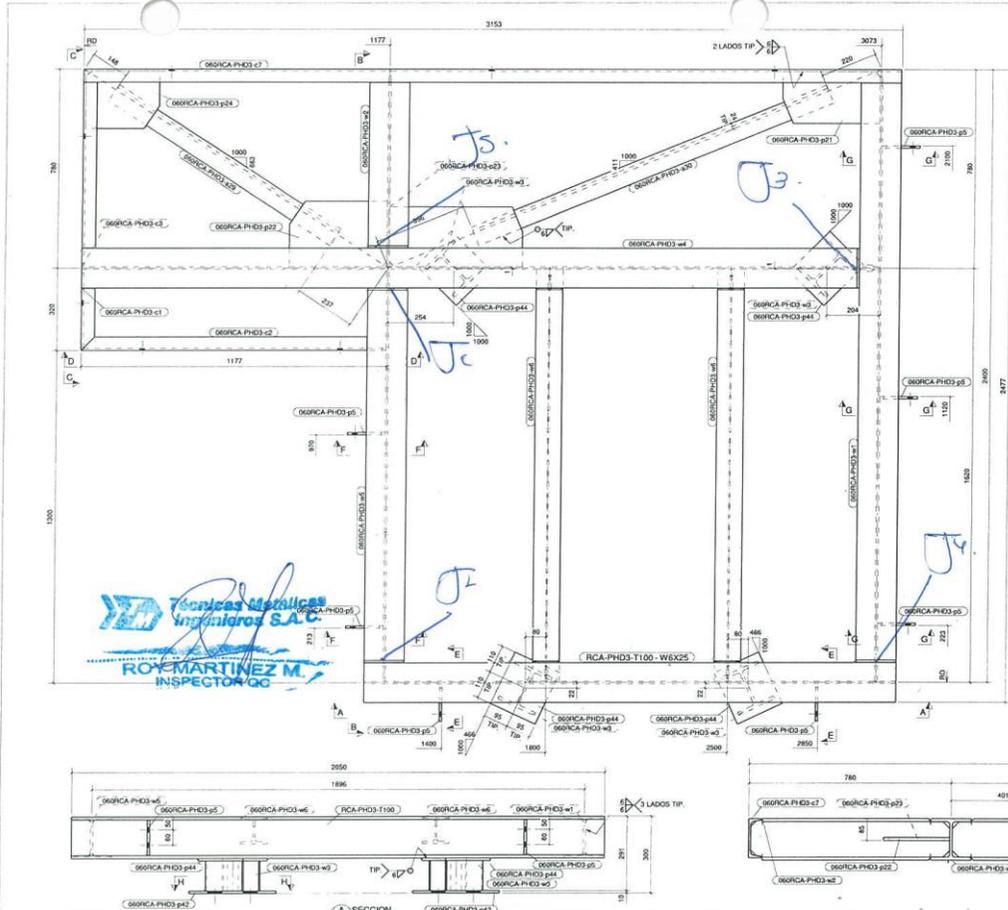
ected by:
WILE ROJAS CASHALION
Level II ASNT (SNT-TC-1A)
UT-MTI

Manufacturer or Contractor:
Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C.
CROY MARTINEZ M
INSPECTION QC

Customer:
JOSE C. TOVAR ARREDONDO

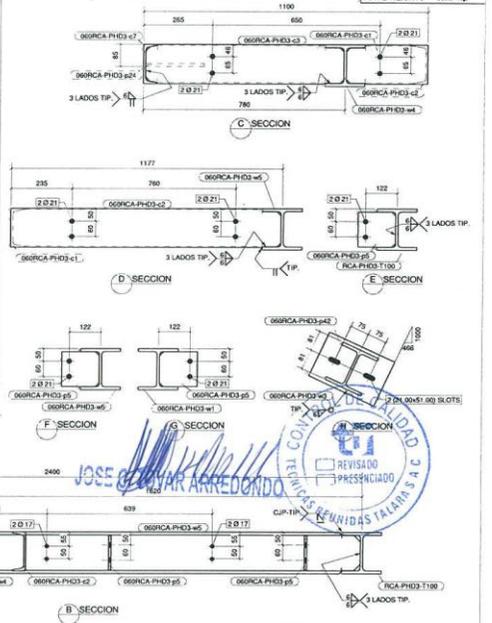
ventas@gyninspecciones.com Fijo: (511) 382-1495 / Rpc: 990-316-687 / 966-424-730 gyn.inspecciones@gmail.com
www.gyninspecciones.com

FIGURA N° 1: ENSAYO POR PARTICULAS MAGNETICAS (MT)



MATERIALS LIST

Item	Mark	Description Profile	Length	Grade	Part.	Units	Weight	Primary Mark	Qty Class	Observations
1		ENREJADO				1	639.0			
2	06ORCA-PH03-e12	1626	AN	1	1	14.3	14.3			
3	06ORCA-PH03-e13X12	1474	AN	1	1	20.1	20.5			
4	06ORCA-PH03-CBK10.5	315	AN	1	1	4.9	4.9			
5	06ORCA-PH03-CBK10.5	1172	AN	1	1	19.3	19.3			
6	06ORCA-PH03-CBK10.5	787	AN	1	1	12.9	12.9			
7	06ORCA-PH03-CBK10.5	3150	AN	1	1	49.1	49.1			
8	06ORCA-PH03-S.S.316L.9	146	60605	1	7	1.5	10.4			
9	06ORCA-PH03-PL12X204.5	376	60561	1	1	7.2	7.2			
10	06ORCA-PH03-PL12X205.2	376	60561	1	1	8.0	8.0			
11	06ORCA-PH03-PL12X233.4	512	60561	1	1	11.3	11.3			
12	06ORCA-PH03-PL12X236.3	283	60561	1	1	6.0	6.0			
13	06ORCA-PH03-PL3.2X190.5	250	60561	4	2	4.0	15.9			
14	06ORCA-PH03-S.S.316L.9	200	60561	4	4	3.1	12.5			
15	06ORCA-PH03-W8X25	2387	AN	1	1	88.7	88.7			
16	06ORCA-PH03-W8X25	787	AN	1	1	28.3	28.3			
17	06ORCA-PH03-W8X25	119	AN	4	4	4.4	17.7			
18	06ORCA-PH03-W8X25	3068	AN	1	1	114.1	114.1			
19	06ORCA-PH03-W8X25	1819	AN	1	1	59.9	59.9			
20	06ORCA-PH03-W8X25	1950	AN	2	2	31.0	62.0			
21	06ORCA-PH03-T100-W6X25	2000	AN	1	1	76.2	76.2			
TOTAL WEIGHT :							639.0 kg			



1. ENREJADO RCA-PH03-T100

REFERENCE ERECTION DRAWINGS	REV	DATE	DESCRIPTION	F.P.P.	M.A.R.	H.A.
	0	05-08-2016	0623/NA/ABRADOR			
DRAWING REFERENCE	REV	DATE	DESCRIPTION	F.P.P.	M.A.R.	H.A.

- FOR GENERAL NOTES SEE DWG: 240K-C2-000-153-101_Rev.1
 - QUALITY STEEL ASTM 992 GRADE 50 (UNO)
 - MINIMUM FLEET WELD 9mm (3/8")
 - WELDING ELECTRODES ACCORDING TO AWS D1.1
 - TECHNICAL SPECIFICATIONS OF MANUFACTURE: 240K-C2-CS-15-021_Rev.1
 - TECHNICAL SPECIFICATIONS OF PAINT: 240K-C2-ES-002_Rev.2
 - CHAMPLAN MIN. 19mm (UNO)
- NOTES FABRICATION

TM
TECNICAS METALICAS

INGENIEROS - S.A.C.
TUCAY 300 - TUMBAYES - AJ

PROYECTO	NOMBRE	FECHA
0623/NA/ABRADOR	T.M.I.	
REVISADO	W.F.Z.	
TRASPASO	C.R.E.	
0623/NA/ABRADOR	F.B.V.	
	H.A.	

PROYECCION

TM
TECNICAS REUNIDAS

PETROPERU

UNIDAD 13 - RCA
PLATAFORMA HORIZONTAL - RCA-D-003
FABRICACION

TM PROJECT NUMBER: 060-2014
N° PLANO: 1401 - RCA-PH03-T100

REV

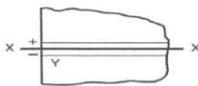
EN EL REPORTE INICIAL SE ENCONTRO DISCONTINUIDAD Y/O NO CONFORMIDAD EN LA SOLDADURA (EXISTE DISCONTINUIDAD POR TAL MOTIVO NO ESTA CUMPLIENDO CON LA NORMA ESTABLECIDA DE LA AWS D1.1 2010 , CON UNA LONGITUD DE 84 mm Y UNA PROFUNDIDAD DE 10 mm DESDE LA SUPERFICIE HASTA LA RAIZ DE LA FALLA PREVIAMENTE LISTA , QUE ES RECHAZADA POR LA NORMA AWS D1.1 2010) , QUE POSTERIORMENTE SE REALIZO LAS CORRECCIONES A CADA NO CONFORMIDAD , REALIZANDOSE LAS CORRECCIONES EN SOLDADURA Y POSTERIORMENTE SE REALIZO LAS INSPECCIONES CORRESPONDIENTE , SE LEVANTO LAS OBSERVACIONES MOSTRANDO UN NUEVO REPORTE .



Report of PARTICULAS MAGNETICAS OF WELD MT

Code: FO.GYN-004
 Código: FO.GYN-004
 Revision: 01
 Fecha: 06/01/2013
 Page: 5 of 5
 Página: 5 of 5

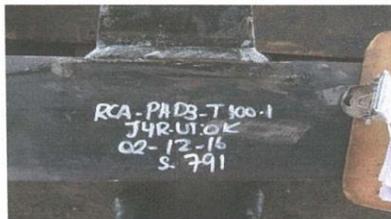
Project: OT: 060-2014 – MODERNIZACION DE LA REFINERIA TALARA
 Report: INF.GYN-2129-15 N°6118R
 Test Date: 02-Diciembre-2016
 Customer: TÉCNICAS METÁLICAS INGENIEROS S.A.C.
 Attention: Ing. Marlene Chauca (Linea 1)
 Test Procedure: 02070-GEN-QUA-TMI-02-010
 Type: ENREJADO
 Welding process: FCAW
 Welder: S-791
 Mat.: A992



Weld identification: RCA-PHD3-T100_1
 Area Examined: 154 mm.
 Material thickness: 11 mm
 Ultrasonic equipment: KEIYU, Tru-Test V6.2, N/S:110705
 Weld joint AWS: T-Joint
 Quality requirements-Section no.: 6.13.2 (Cyclically Loaded)
 Welding process: FCAW
 Welder: S-791
 Mat.: A992

Line number Número de Línea	Joint Junta	Indication number Número de Indicación	Transducer angle Angulo del Transductor	From face Desde la cara	Leg Perna (Salto)	Decibels Decibelos				Length Longitud (mm)	Angular distance Distancia angular (mm)	Depth from "A" surface Profundidad desde superficie "A" (mm)	Discontinuity Discontinuidad		Discontinuity evaluation Evaluación de la discontinuidad	Area Examined Área Examinada (mm)
						a	b	c	d				From X Desde X	From Y Desde Y		
1	J4R		70°	A			41								Acceptado	154
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																

SKETCH OR PHOTO IDENTIFICATION AND LOCATION OF WELDING
 DIBUJO O FOTO DE IDENTIFICACION Y LOCALIZACION DE SOLDADURA



We, the undersigned, certify that the statements in this record are correct and that the welds were prepared and tested in conformance with the requirements of Clause 6, Part F of AWS D1.1/D1.1M (2010) Structural Welding Code –Steel.
 Nosotros, los abajo firmantes, certificamos que las declaraciones en este registro son correctas y que las soldaduras fueron preparadas y ensayadas en conformidad con los requerimientos del punto 6, Parte F del AWS D1.1/D1.1M (2010) Código de Soldadura Estructural-Acero.

Inspected by
 Examinado por

 WILZ ROJAS CAJALEON
 Level II ASNT (SNT-TC-1A)
 UT-MT

Manufacturer or Contractor
 Fabricante o Contratista

 ROY MARTINEZ M
 INSPECTOR QC

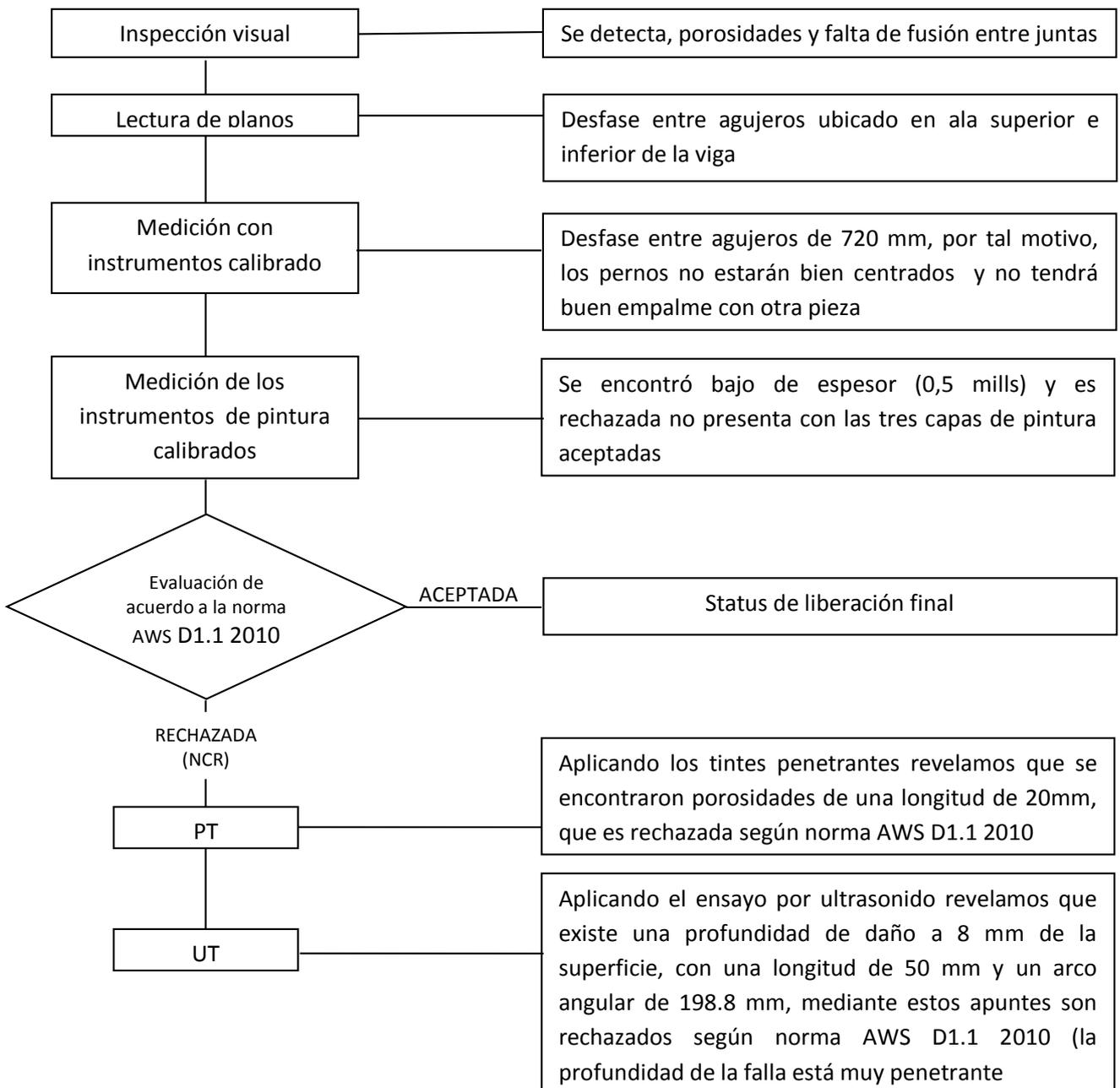
Customer:
 Cliente:

 JOSE C. TOVAR ARREDONDO

3.2 APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DE CALIDAD

Considerando que en el mejoramiento de la ampliación de la Refinería de Talara. Se utiliza diferente tipos de estructuras, vigas, columnas, planchas, etc.

Para este trabajo se tomará como referencia para la aplicación del procedimiento, la inspección de las vigas de la estructura





Report of Liquid Penetrant Examination of Welds (PT)
 Reporte del Examen de Líquidos Penetrantes de Soldaduras (PT)

Code: FORM.GYN-002-13
 Revision: 00
 Date: 10/11/2013
 Page: 5 of 6

Project: OT: 060-2014 – MODERNIZACIÓN DE LA REFINERÍA DE TALARA Report: INF.GYN-2137-15 (PT) Test Date: 11-NOV-2016
 Customer: TECNICAS METALICAS INGENIEROS S.A.C. Attention: ING. MARLENE CHAUCA (Linea 3)
 Test Procedure: 02070-GEN-QUA-TMI-02-011 Typo: **VIGA**

SKETCH OR PHOTO IDENTIFICATION AND LOCATION OF 1
 DIBUJO O FOTO DE IDENTIFICACION Y LOCALIZACION DE SOLDADURA



Quantity: 04 Total Accepted: 03 Total Rejected: 01
 Cantidad: Total Aceptado: Total Rechazado:

Line Línea	Weld identification Identificación de soldadura	Joint Junta	Welder Soldador	Area Examined Área Examinada (mm)	Discontinuity Discontinuidad		Interpretation Interpretación		Remarks Observaciones
					Type Tipo	Location (mm) Ubicación (mm)	Accept. Aceptado	Reject Rechazado	
1	HTF-PV12-C102_1	J2	S-985	200	--	--	X	--	--
2	HTF-PV12-V102_1	J3	S-985	200	P	20-90	--	X	Reparar
3	HTF-PV12-C102_1	J4	S-985	200	--	--	X	--	--
4	HTF-PV12-C102_1	J5	S-985	200	--	--	X	--	--
5									
6									
7									
8									
9									
10									

PRE-EXAMINATION Surface Preparation: Limpieza manual
EQUIPMENT: Penetrant Materials: CANTESCO Model: C101-A/D101-A/P101S-A Batch No.: 0043/0117/0118
CLASIFICACION DE EXAMEN PENETRANTE TIPOS Y METODOS:

Type II - Visible Penetrant Examination
 Tipo II - Examen de Penetrante Visible
 Method A - Water washable
 Método A - Lavable con agua
 Method C - Solvent removable
 Método C - Removible con solvente
 Penetrant dwell time: 10 minutos
 Minimum lgh intensity: 1000 lux
 Material: A992-GR50
 Material thickness: 16 mm
 Surface Temperature: 18°C a 26°C
 Welding process: FCAW

POST EXAMINATION: Cleaning (if required): No requerido Marking Method: Metal Marker

IF: Incomplete Fusion ES: Slag Inclusions CP: Cluster Porosity EU: External Undercutting
 EC: External Concavity P: Porosity C: Cracks AI: Accumulation of Imperfections

We, the undersigned, certify that the statements in this record are correct and that the welds were prepared and tested in conformance with the requirements of AWS D1.1/D1.1M (2010) Structural Welding Code -Steel.
 Nosotros, los abajo firmantes, certificamos que las declaraciones en este registro son correctas y que las soldaduras fueron preparadas y ensayadas en conformidad con los requerimientos del AWS D1.1/D1.1M (2010) Código de Soldadura Estructural-Acero.

Inspected by: MORON CARRASCO ALONSO, Level II ASNT (SNT-TC-1A) VT - PT - MT
 Manufacturer or Contractor: JOSE C. TOVAR ARREDONDO
 Customer: TECNICAS METALICAS INGENIEROS S.A.C.

EN EL REPORTE INICIAL SE ENCONTRO DISCONTINUIDAD Y/O NO CONFORMIDAD EN LA SOLDADURA (SE DETECTO POROSIDADES Y FALTA DE FUSION ENTRE JUNTAS Y UN DESFASE ENTRE AGUJEROS DE 720 mm Y UN BAJO ESPESOR DE PINTURA), QUE POSTERIORMENTE SE REALIZO LAS CORRECCIONES A CADA NO CONFORMIDAD, REALIZANDOSE LAS CORRECCIONES EN SOLDADURA Y POSTERIORMENTE SE REALIZO LAS INSPECCIONES CORRESPONDIENTE, SE LEVANTO LAS OBSERVACIONES MOSTRANDO UN NUEVO REPORTE.

		Report of Liquid Penetrant Examination of Welds (PT) Reporte del Examen de Líquidos Penetrantes de Soldaduras (PT)		Code: FORM.GYN-002-13 Revisión: 00 Date: 10/11/2013 Page: 6 of 6				
Project: OT: 060-2014 - MODERNIZACIÓN DE LA REFINERÍA DE TALARA Customer: TECNICAS METALICAS INGENIEROS S.A.C. Test Procedure: 02070-GEN-QUA-TMI-02-011 Procedimiento Ensayo:		Report: INF.GYN-2137-15 (PT) N°2032R Attention: ING. MARLENE CHAUCA (Línea 3) Tipo: VIGA		Test Date: 11-NOV-2016 Fecha Ensayo:				
SKETCH OR PHOTO IDENTIFICATION AND LOCATION OF WELDING DIBUJO O FOTO DE IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE SOLDADURA								
								
Quantity: 01		Total Accepted: 01		Total Rejected: 00				
Line	Weld Identification	Joint	Welder	Area Examined	Discontinuity	Location (mm)	Interpretation	Remarks
1	HTF-PV12-C102_1	J3R	S-985	200	Type	Ubicación (mm)	Accept. / Reject	Observaciones
2							X / -	-
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
PRE-EXAMINATION Surface Preparation: Limpieza manual		EQUIPMENT Penetrant Materials: CANTESCO Model: C101-AD101-AP101S-A Batch No.: 0043/0117/0118						
CLASSIFICATION OF PENETRANT EXAMINATION TYPES AND METHODS: Type II - Visible Penetrant Examination Method A - Water washable Method C - Solvent removable								
POST EXAMINATION Cleaning (if required): No requerido		Penetrant dwell time: 10 minutos Minimum light intensity: 1000 lux Material: A992-GR50		Material thickness: 16 mm Surface Temperature: 18°C a 26°C Welding process: FCAW				
DEFECTS IF: Incomplete Fusion EC: External Concavity		ESI: Slag Inclusions P: Porosity		CP: Cluster Porosity C: Cracks				
EU: External Undercutting AI: Accumulation of Imperfections		We, the undersigned, certify that the statements in this record are correct and that the welds were prepared and tested in conformance with the requirements of AWS D1.1/D1.1M (2010) Structural Welding Code - Steel.						
Inspected by: MORON CARRASCO ALONSO. Level II ASNT (SNT-TC-1A) VT - PT- MT		Manufacturer or Contractor:		Customer: JOSE C. TOVAR ARREDONDO				

3.3 REVISIÓN Y CONSOLIDACION DE RESULTADOS

A continuación se realiza una interpretación en referencia a cada uno de los ensayos:

3.3.1 REPORTE DE ENSAYO POR ULTRASONIDO (UT)

Se aplicó el Ensayo de Ultrasonido a una viga de acero con codificación INT-BEO1-T5-C113_1, con espesor del material de 27 mm, y un sector examinado de 350 mm, se aplicó el ensayo en una junta tipo T- JOINT, para examinar si existe discontinuidad.

Aplicando el ensayo el resultado obtenido es:

- Existe discontinuidad, sin embargo este valor está en el rango de tolerancias aceptables según la Norma AWS D1.1 2010 del código de soldadura, por lo tanto podemos concluir que la discontinuidad es aceptable.

Tener en cuenta que el proceso de soldadura aplicada es el de FCAW y código del soldador S-1428.

3.3.2 REPORTE DE ENSAYO POR LIQUIDOS PENETRANTES (PT)

Se aplicó el Ensayo de Líquidos Penetrantes a un enrejado de material de acero con codificación DV3-PCC1-ER133_1, con espesor del material de 11mm, el sector examinado es de 154 mm, se aplicó el ensayo en 4 juntas tipo T-JOINT, para examinar

si existe algún tipo de discontinuidad en las juntas del enrejado, aplicando el ensayo el resultado obtenido es:

- Existe discontinuidad pero es tolerable a la norma AWS D1.1 2010, entonces es aceptable.

Tener en cuenta que el proceso de soldadura aplicada es FCAW y que el código del soldador: S-705, la preparación de la superficie es manual, la Intensidad mínima de luz 1000 LUX, el tiempo de permanencia del penetrante es de 10 minutos y finalmente la marca del líquido penetrante es Cantesto.

3.3.3 REPORTE DE ENSAYO POR PARTICULAS MAGNETICAS (MT)

Se aplicó el ensayo de partículas magnéticas a una viga de material de acero con codificación DP1-STRD-T1-V162_1, área examinada de 270mm, se aplicó el ensayo en una junta tipo T-JOINT, para su verificación de discontinuidad, el resultado obtenido es:

- Se mostró que no existe ningún tipo de discontinuidad y el proceso es aceptable, todo en relación a la norma AWS D1.1 2010.

Tener en cuenta para este ensayo que el proceso de soldadura aplicado es FCAW, el código del soldador S-327, la preparación de la superficie es manual y finalmente la marca del instrumento (Galga) que se utilizó en la inspección es Parker.

3.3.4 RESULTADOS OBTENIDOS

El procedimiento de inspección propuesto en este Trabajo, se comenzó a utilizar a partir de 10/04/2016 demostrando en el cuadro comparativo adjunto, la disminución de fallas en las uniones de las estructuras metálicas para la ampliación de la Refinería de Talara.

ANTES DE LA APLICACIÓN DE LA NORMA AWS D1.1 2010 (03/03/2016)				DESPUES DE LA APLICACIÓN DE LA NORMA AWS D1.1 2010 (10/04/2016)			
Tipo de Elemento	Cantidades Fabricadas	Cantidades con Fallas	% de vigas con fallas	Tipo de Elemento	Cantidades Fabricadas	Cantidades con Fallas	% de vigas con fallas
Viga	200	20	10%	Viga	200	4	2 %
Columna	80	8	10%	Columna	80	2	2,5 %

CONCLUSIONES

- Según lo mostrado en 3.3.4 se demostró que con la aplicación de los procedimientos de inspección desarrollados según la norma AWS D1.1 2010, mejoró la calidad de las estructuras metálicas del Proyecto de Ampliación de la Refinería de Talara.
- Se concluye que si es posible la aplicación de los procedimientos de ensayo no destructivos por Líquidos Penetrantes, por Ultrasonido y por Partículas Magnéticas sobre las uniones de las soldaduras de las estructuras metálicas del Proyecto de Ampliación de la Refinería de Talara.
- Finalmente se concluye que se logró verificar que mediante la aplicación correcta de la Normas AW D1.1 2010 en la inspección de soldadura en las uniones de estructuras metálicas del Proyecto de Ampliación de la Refinería de Talara, mejora la calidad de las mismas.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda aplicar los ensayos seleccionados para este trabajo, en forma correcta, siguiendo los procedimientos establecidos en este proyecto de ingeniería.
- Se recomienda realizar una evaluación periódica respecto al cumplimiento de estos ensayos sobre las inspección de soldadura en las uniones de estructuras metálicas del Proyecto de Ampliación de la Refinería de Talara.
- Finalmente se recomienda realizar capacitaciones al personal que trabaja en esta área, y concientizarlos de la importancia del cumplimiento de normas y procedimientos para la mejora de la calidad del producto ofrecido por la Empresa Técnicas Metálicas.

BIBLIOGRAFÍA

- JULCAPARI, M. (2010). Planeación en procedimiento de soldadura para mejorar uniones soldadas en aceros ASTM A36 en la empresa MOTA-ENGIL PERÚ. (Tesis de Pre Grado). Universidad del Centro del Perú de Huancayo, Perú.
- CAISAGUANO, D. (2013). Desarrollo de procedimientos de soldadura, calificación de soldadores y control de de calidad de estructuras soldadas de acuerdo con AWS D1.1 2010. (Tesis de Pre Grado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- PEREZ, M. (2009). Influencia de la utilización de insertos de varilla corrugada sobre las soldaduras de perfil estructural. (Tesis de Pre Grado). Universidad Central del ecuador, Quito, Ecuador.1
- NIEBLES, E. (2009). Diseño para la fabricación y ensamble de productos soldados. Barranquilla, Colombia: UNINORTE.
- JEFFUS, L. (2019). Soldadura principios y aplicaciones. Madrid, España: PARANINFO.
- MINILO, C. (2007). Inspector de Soldadura AWS QC1:2007. Santiago de Chile, Chile: INCHISOL.
- MENDOZA, W. (2010). Especificación de Procedimientos de Soldadura W.P.S. según Código D1.1-2010 A.N.S.I. /A.W.S. Barranquilla, Colombia: UNINORTE.

- MENDOZA, W. (2010). Especificación de Procedimientos de Soldadura W.P.S. según Código D1.1-2010 A.N.S.I. /A.W.S. Barranquilla, Colombia: UNINORTE.
- MINILO, C. (2007). Inspectores de Soldadura AWS QC1:2007, Chile, Chile: INCHISOL.
- VILLACRES, C. (2007). Soldadura, Operadores y Soldadores en procesos SMAW y GMAW, de acuerdo al Código AWS D1.1 2010 para Aceros Estructurales, Guayaquil, Ecuador: UNIVERSO.
- MINILO, C. (2007). Inspectores de Soldadura AWS QC1:2007, Chile, Chile: INCHISOL.
- NARANJO, C. (2011). Calificación de soldaduras y soldadores según la sección IX del código ASME Barranquilla, Colombia: UNINORTE.

BIBLIOGRAFÍA ELECTRONICA

- **Construcciones metálicas**

<http://construccionesmetalicascelr.blogspot.pe/2011/11/control-de-calidad-en-soldaduras.html>

- **tesis**

<file:///C:/Users/eduardo/Downloads/Tesis%20I.%20M.%2082%20-%20Arcos%20Aguilar%20Oswaldo%20Giovanny.pdf>

- **Patología de la edificación / estructuras metálicas/acero/inspección y control**

https://es.wikibooks.org/wiki/Patolog%C3%ADa_de_la_edificaci%C3%B3n/Estructuras_met%C3%A1licas/Acero/Inspecci%C3%B3n_y_control

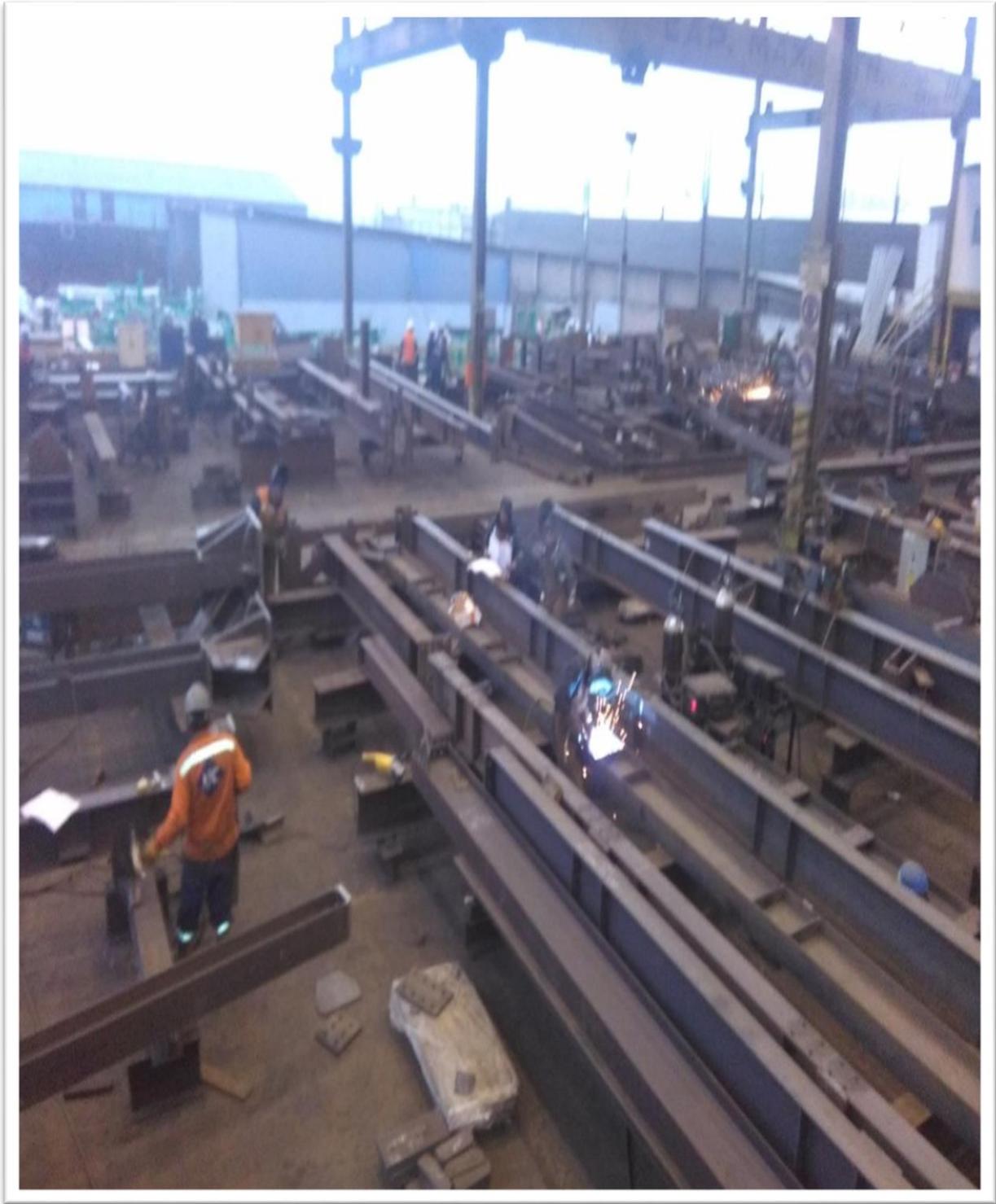
- **Introducción a la inspección de soldadura**

<http://www.esab.es/es/sp/education/blog/an-introduction-to-welding-inspection.cfm>

ANEXOS



PRE MONTAJE DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS TECNICAS METALICAS INGENIEROS S.A.C.



LÍNEA DE FABRICACIÓN (ARMADO Y DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS, TÉCNICAS METÁLICAS INGENIEROS S.A.C.)



LINEA DE FABRICACION (ARMADO Y DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS METALICAS, TECNICAS METALICAS INGENIEROS S.A.C.



MONTACARGA, PARA MOVILIZAR LOS ELEMENTOS ESTRUCTURADOS, TÉCNICAS METÁLICAS



INGENIEROS S.A.C.

GRUAS DE ALTA PRESIÓN Y ALTURAS, PARA CARGAR TONELADAS DE ESTRUCTURAS.



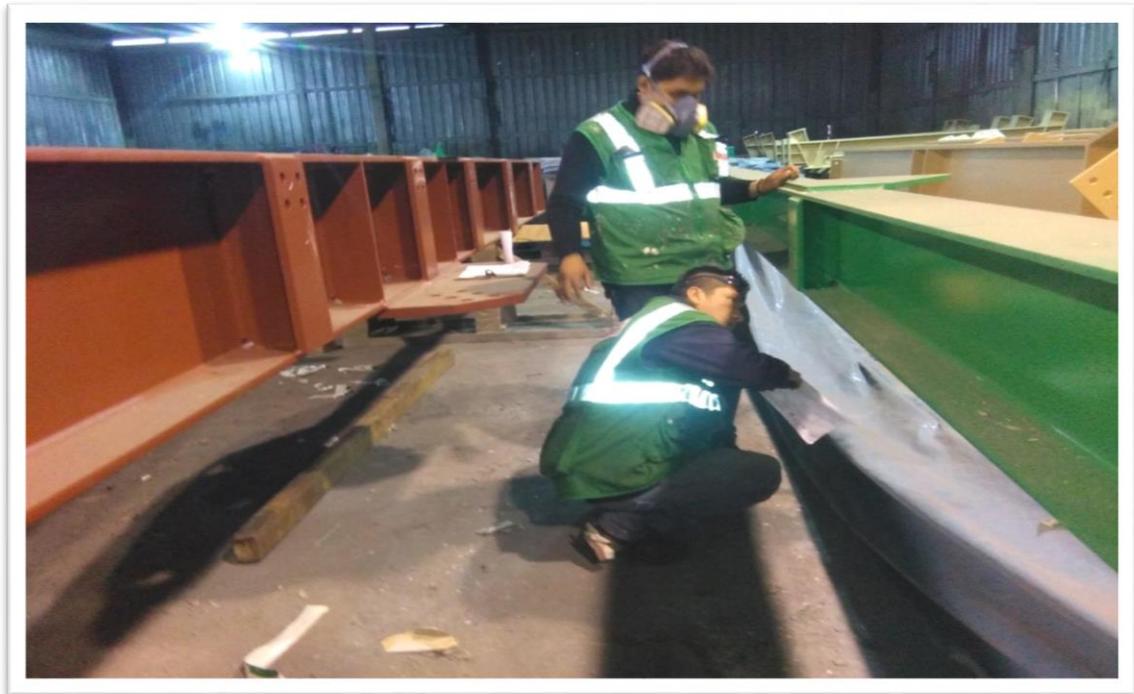
LAS ESTRUCTURAS METALICAS (VIGAS), LISTA PARA SER LLEVADAS ALA AREA DE PINTURA Y SER INSPECCIONADAS.

LOS ELEMENTOS ESTRUCTURADO EN PROCESO DE PINTADO.

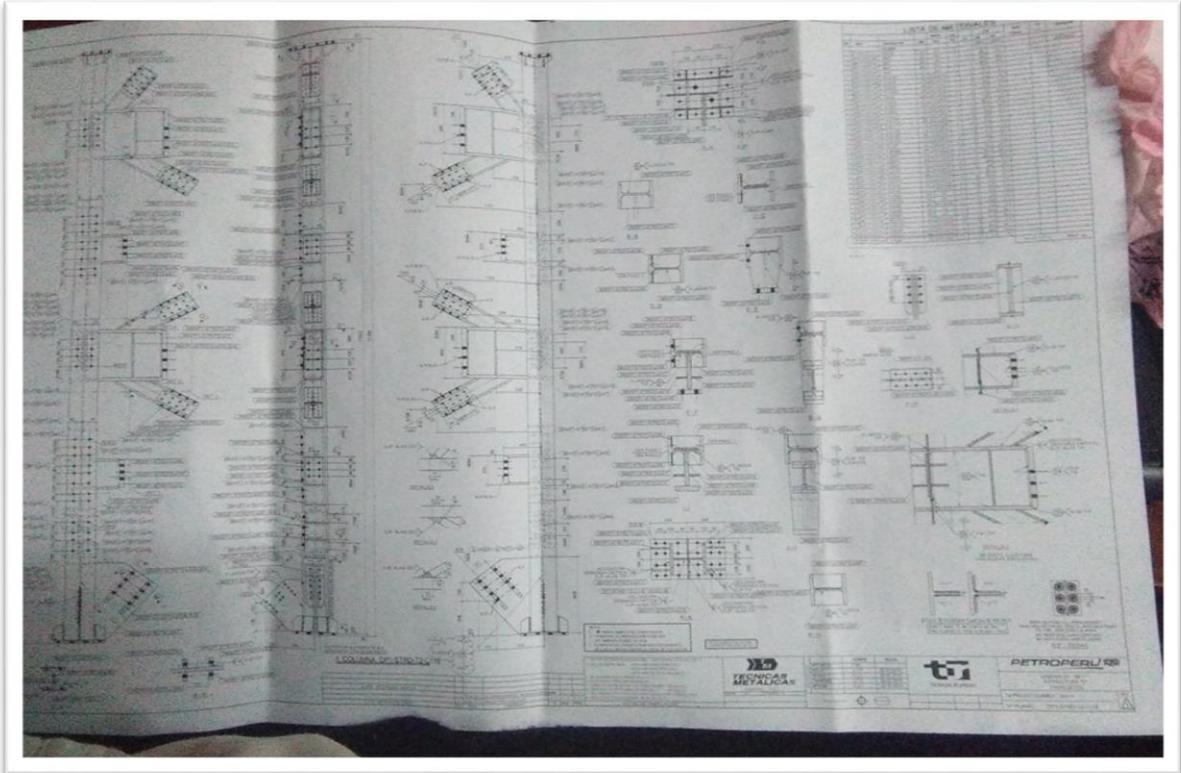




EN LA INSPECCION DE DIMENSIONADO DE LAS ESTRUCTURAS METALICAS.



LA INSPECCION VISUAL DE LOS ELEMENTOS.



LOS PLANOS DE FABRICACION DE LAS ESTRUCTURAS METALICAS.

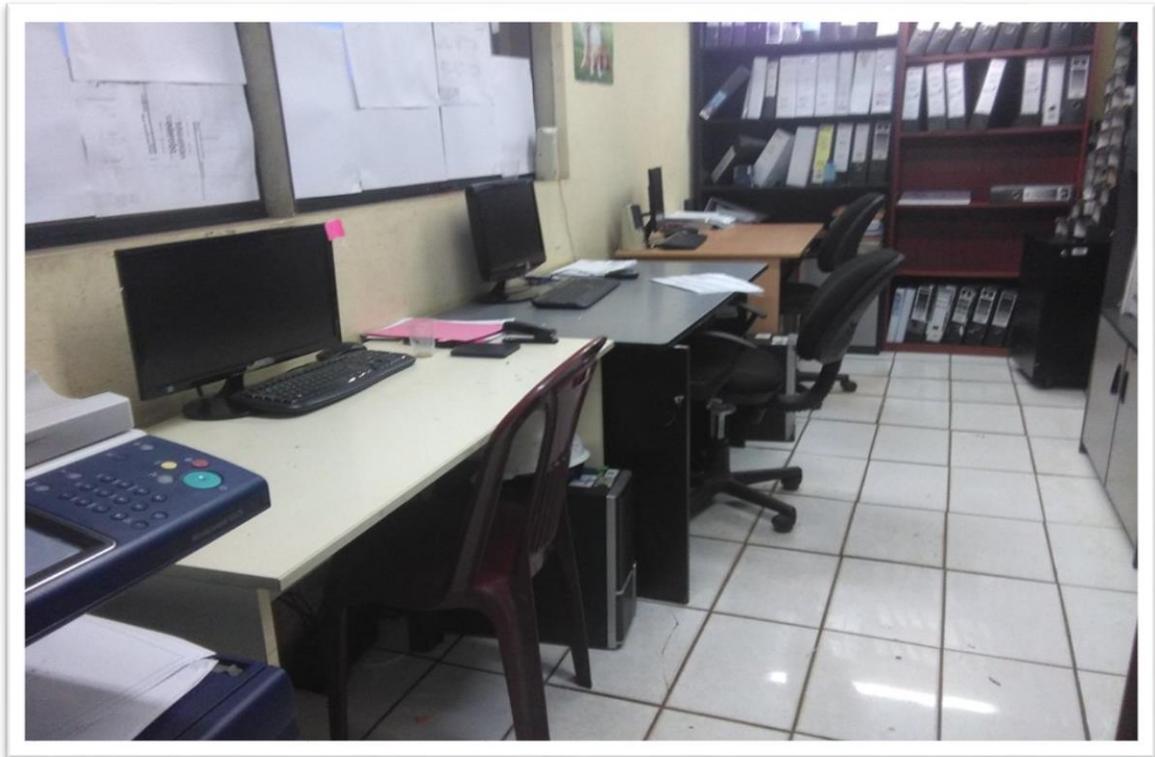


LOS ELEMENTOS DE INSPECCION DE UN INSPECTOR DE CALIDAD.

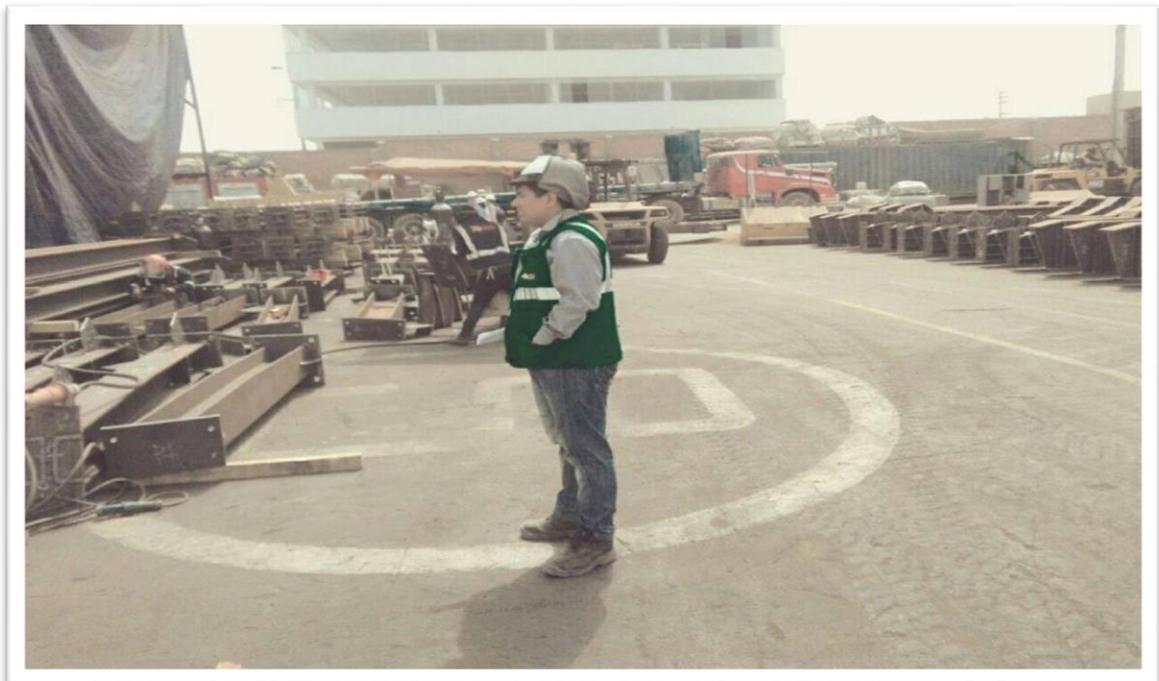


LA INSPECCION TAMBIEN SE REALIZA CUANDO LOS ELEMENTOS ESTAN EN CAMION

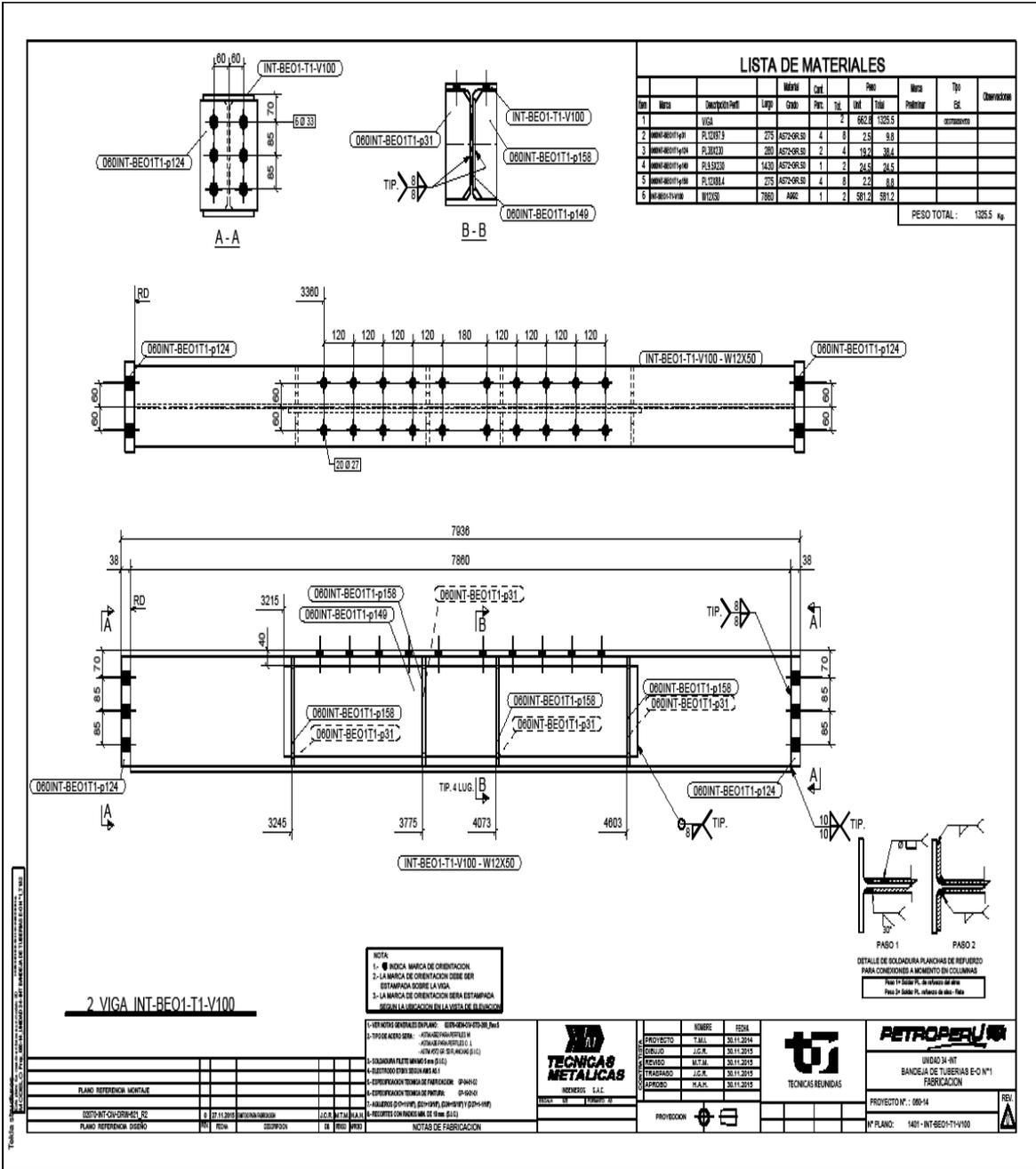




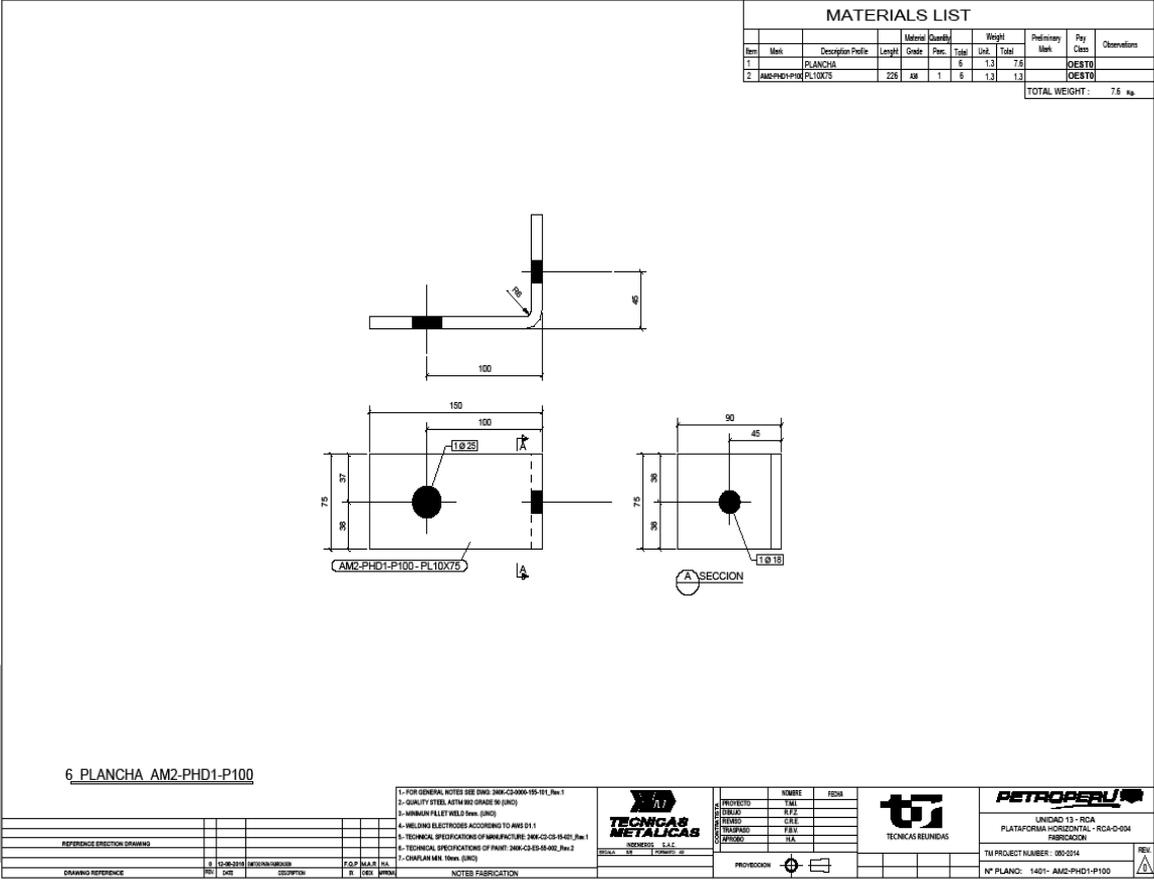
LA OFICINA, DONDE REALIZAMOS LOS DOSSIERES Y ACTAS FINALES, CONTROL DOCUMENTARIO.



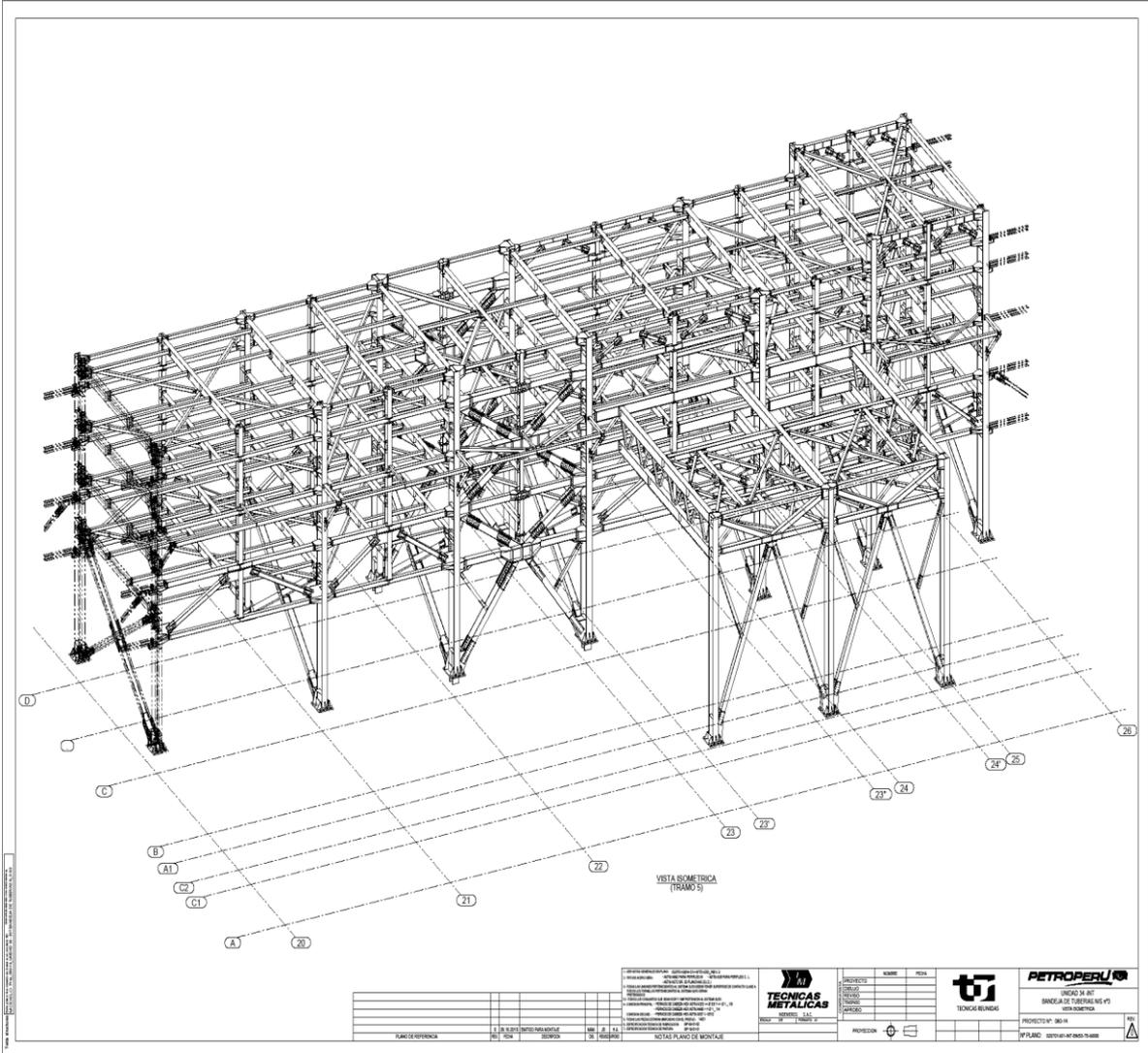
INSPECCION VISUAL DEL CAMPO QUE VAMOS A INSPECCIONAR.



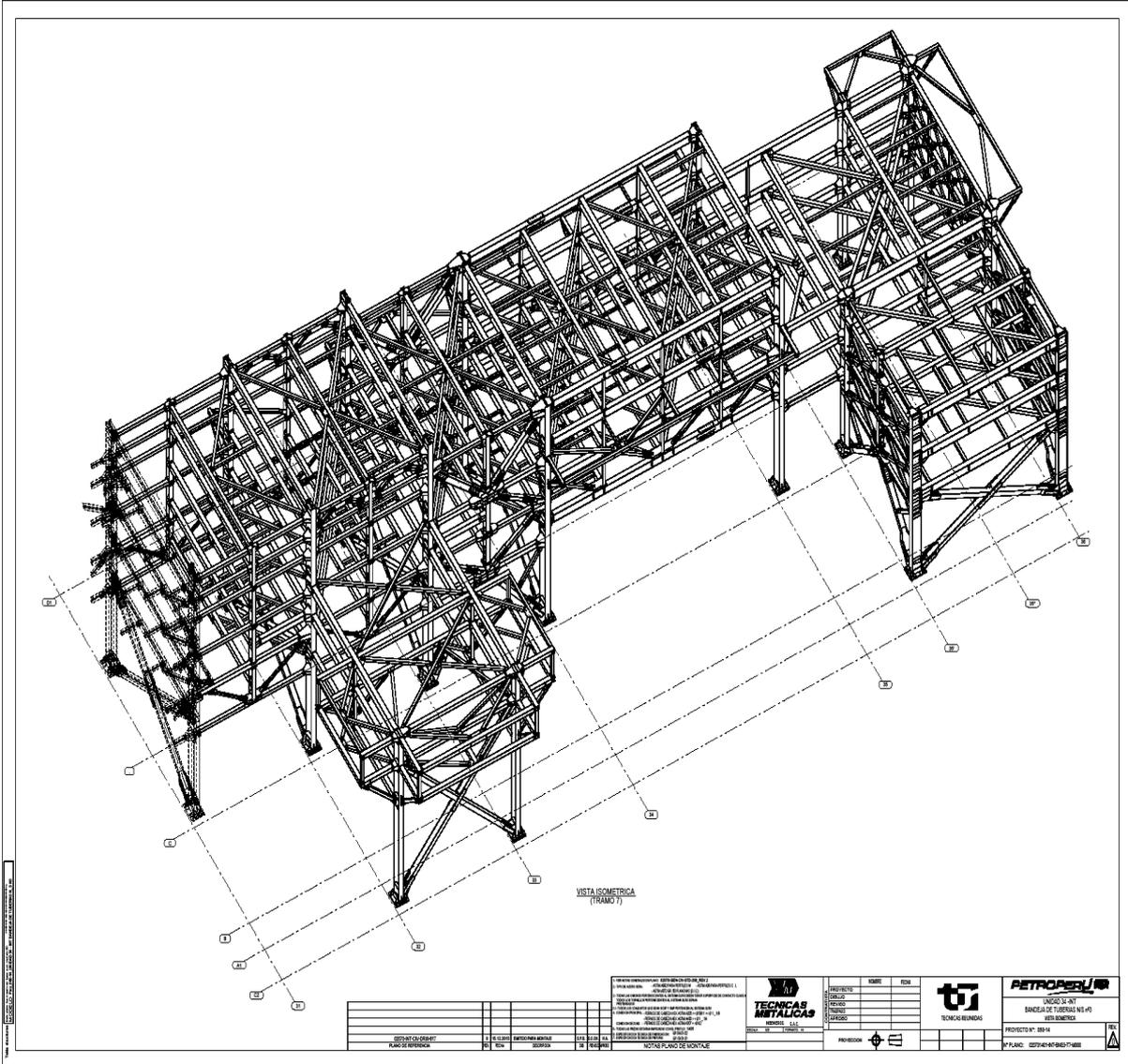
Plano de fabricación de una viga.



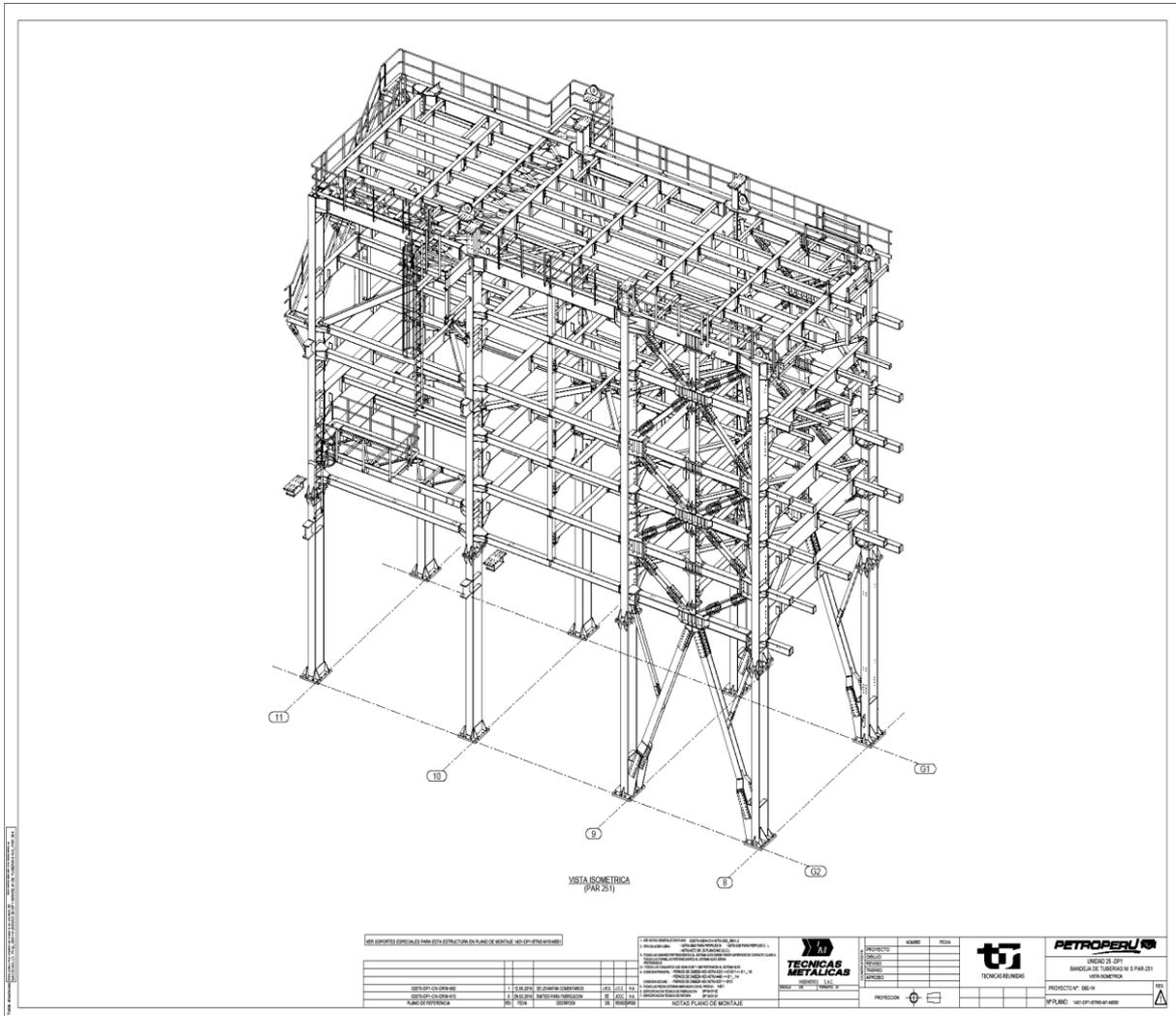
Plano de fabricación de una plancha.



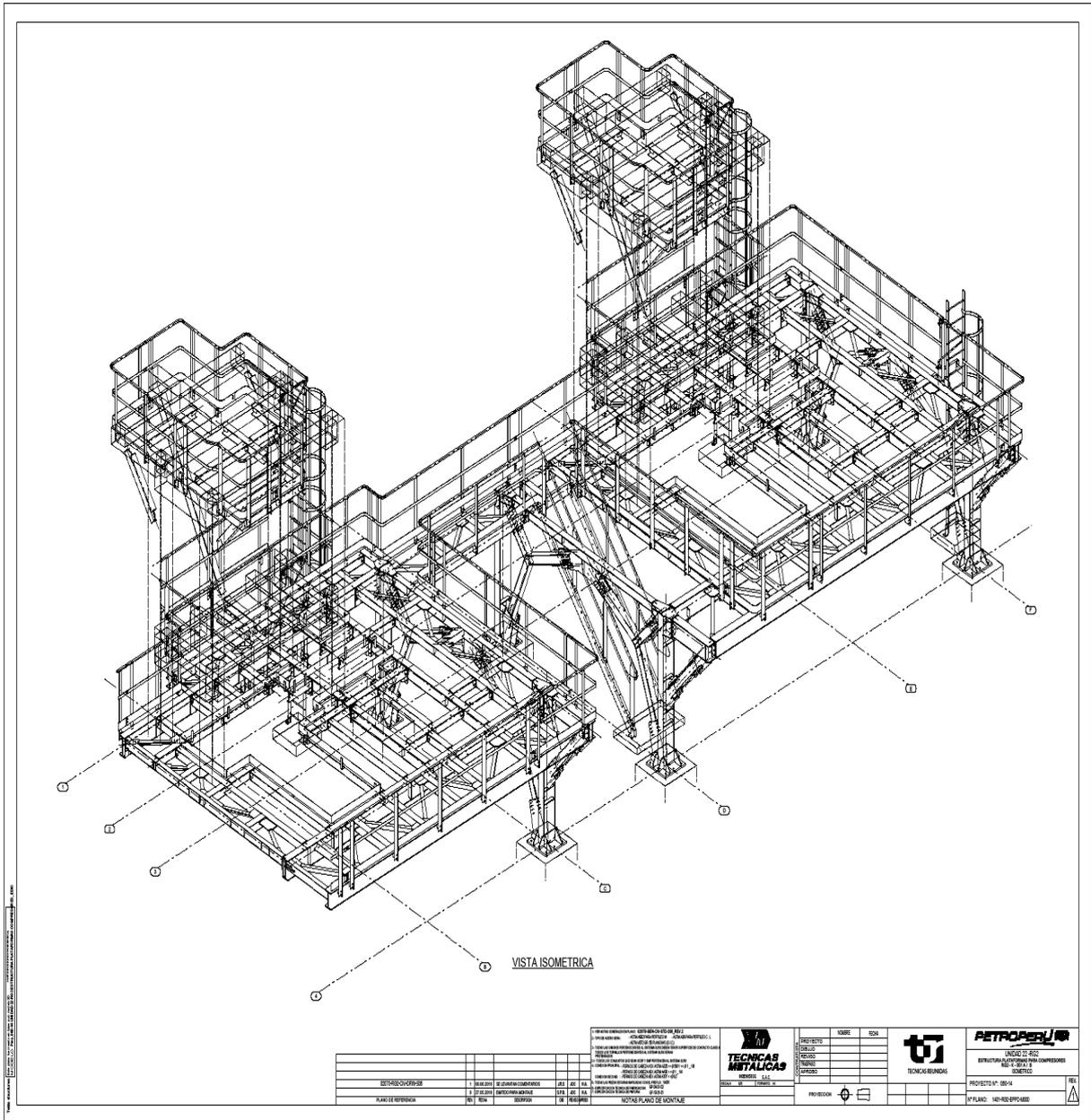
Plano de montaje de las estructuras de la Refinería de Talara.



Plano de montaje de las estructuras de la Refinería de Talara.



Plano de montaje de las estructuras de la Refinería de Talara.



Plano de montaje de las estructuras de la Refinería de Talara.

ENSAYOS DE LIQUIDOS PENETRANTES



Ensayos de líquidos penetrantes a una columna.



Ensayos de líquidos penetrantes a un soporte.

ENSAYOS POR ULTRASONIDOS



Ensayos por ultrasonidos a una placa de estructura metálica.



Ensayos por ultrasonidos a unas vigas.



Ensayo de ultrasonidos a una columna.



**Instrumento de medición para los catetos del cordón de soldadura.
(Galga)**

ENSAYOS POR PARTÍCULAS MAGNETICAS



Ensayos de partículas magnéticas unas vigas.



Ensayos de partículas magnéticas cilindro metálico.

CERTIFICACIONES CON NORMA AWS D1.1 2010 DEL INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD



www.iccsudameris.org

Awards this Certificate to:

**ROGGERS JAMES GUTIERREZ
CHUQUISPUMA**

In Recognition of having successfully completed an educational course:

**PT – PENETRANT TESTING - II
12 Hours**

According to SNT-TC-1A, 2011 Ed.

This certificate is issued as evidence that the required portion of formal training has been satisfactory completed for this limited Scope.

In witness whereof we have affixed our hand and seal

This 18th day of September 2016.

CERTIFICATE NUMBER: T120850PT
INSTRUCTOR: ARTURO HERNANDEZ O.

Arturo M. Hernandez
ASNT Level III PT / PRT / RT / MT / PT
Cert. N° 97444

Manager, Training and
Certification Programs



[Signature]

Administrative Director

This certification Process meets the requirements of ISO 17024
For authentication and valid expiration date verification purposes, contact us to contact@iccsudameris.org

www.iccsudameris.org

This Certification is intended for exclusive use on behalf of the Employer. According with Recommended Practice ASNT-TC-1A, the contract employer's certification will remain valid only for the period of the contract. The employer's certification shall be deemed revoked when contract is terminated.

Be known that in accordance to the documentation provided to this certification body and the examination scores below

ROGGERS JAMES GUTIERREZ
CHUQUISPUMA

Has meet the established written and published requirements of ASNT SNT-TC-1A 2011 for Level II (limited) in

PT – PENETRANT TESTING - WELDS

EXAMINATION	SCORE	DATE
GENERAL	90.0%	SEP – 18 – 16
SPECIFIC	75.0%	SEP – 18 – 16
PRACTICAL	80.0%	SEP – 29 – 16
COMPOSITE SCORE	81.6%	

REQUIRED EXPERIENCE	MEETS
FORMAL TRAINING	MEETS
VISUAL ACUITY EXAM	MEETS
CERTIFICATION NUMBER	C120850PT
VALID DATE	OCT – 03 – 16
EXPIRATION DATE	OCT – 02 – 21
CERTIFICATION BODY	AUSCORP S.A.C

This certificate is issued as evidence that the required examinations; General, Practical and Specific has been satisfactory completed and the Certification in accordance with Employer's written practice, can proceed.

Antonio M. Hernandez
 ASNT Level III PT/RT/UT/MT/AT
 Cert. N° 97444

Manager, Training and
 Certification Programs



The certification Process meets the requirements of ISO 17024 / This certificate remains the property of AUSCORP S.A.C. - ICC SUDAMERIS and shall be return to ICC SUDAMERIS upon demand. For authentication and valid expiration date verification purposes, contact us to contact@iccsudameris.org