

Fabricación y Montaje de Estructuras Metálicas

Procedimiento

Esta Norma sustituye y cancela su revisión anterior.

Cabe a la CONTEC - Subcomisión Autora, la orientación con relación a la interpretación del texto de esta Norma. La Unidad de la PETROBRAS usuario de esta Norma es el responsable de la adopción y aplicación de sus secciones, subsecciones y enumeraciones.

Requisito Técnico: Prescripción establecida como la más adecuada y que debe utilizarse estrictamente en conformidad con esta Norma. Una eventual resolución de no seguirla ("no-conformidad" con esta Norma) debe tener fundamentos técnico-gerenciales y debe ser aprobada y registrada por la Unidad de la PETROBRAS usuario de esta Norma. Es caracterizado por verbos de carácter impositivo.

Práctica Recomendada: Prescripción que puede utilizarse en las condiciones previstas por esta Norma, pero que admite (y advierte sobre) la posibilidad de alternativa (no escrita en esta Norma) más adecuada a la aplicación específica. La alternativa adoptada debe ser aprobada y registrada por la Unidad de la PETROBRAS usuario de esta Norma. Es caracterizada por verbos de carácter no-impositivo. Es indicada por la expresión: **[Práctica Recomendada]**.

Copias de los registros de las "no-conformidades" con esta Norma, que puedan contribuir para su mejoramiento, deben ser enviadas a la CONTEC - Subcomisión Autora.

Las propuestas para revisión de esta Norma deben ser enviadas a la CONTEC - Subcomisión Autora, indicando su identificación alfanumérica y revisión, el sección, subsección y enumeración a ser revisado, la propuesta de redacción y la justificativa técnico-económica. Las propuestas son evaluadas durante los trabajos de alteración de esta Norma.

"Esta Norma es propiedad exclusiva de Petróleo Brasileiro S. A. - PETROBRAS, aplicación interna y Subsidiarias PETROBRAS y deben ser utilizados por los proveedores de bienes y servicios en virtud de contratos o similares en las condiciones establecidas en la Licitación, Contrato, Acuerdo o similar.

El uso de esta Norma por otras empresas / organizaciones / agencias gubernamentales y las personas es responsabilidad exclusiva de los usuarios."

Presentación

Las Normas Técnicas PETROBRAS son elaboradas por Grupos de Trabajo - GT (formados por Técnicos Colaboradores especialistas de la Compañía y de sus Subsidiarias), son comentadas por las Unidades de la Compañía y por sus Subsidiarias, son aprobadas por las Subcomisiones Autoras - SC (formadas por técnicos de una misma especialidad, representando las Unidades de la Compañía y sus Subsidiarias) y homologadas por el Núcleo Ejecutivo (formado por los representantes de las Unidades de la Compañía y de sus Subsidiarias). Una Norma Técnica PETROBRAS está sujeta a revisión en cualquier tiempo por su Subcomisión Autora y debe ser reanalizada cada 5 años para ser revalidada, revisada o cancelada. Las Normas Técnicas PETROBRAS son elaboradas en conformidad con la Norma Técnica PETROBRAS N-1. Para informaciones completas sobre las Normas Técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

CONTEC

 Comissão de Normalização
Técnica

SC - 04

Construção Civil

Sumario

Prefacio.....	4
1 Alcance	4
2 Referencias Normativas	4
3 Términos y Definiciones	5
4 Símbolos y Siglas	6
5 Términos.....	7
5.1 Documentación	7
5.1.1 Procedimiento para la Recepción, Identificación y Almacenamiento de Materiales y Componentes.....	7
5.1.2 Procedimiento para la Fabricación	7
5.1.3 Procedimiento de Montaje	7
5.1.4 Procedimiento para el Manejo de Cargas.....	8
5.1.5 Procedimiento de Inspección Dimensional.....	8
5.1.6 Procedimiento para la Recepción, Manipulación, Almacenamiento y Manejo de Consumibles de Soldadura	9
5.1.7 Procedimiento para Tratamiento Térmico.....	9
5.1.8 Procedimiento Precaliente	9
5.1.9 Procedimiento para la Inspección Visual y Dimensional de Soldaduras.....	9
5.1.10 Procedimiento Del Llenado Adicional, De Reparación De La Soldadura Y De La Base Metálica.....	10
5.2 Bases para Montaje de las Estructuras	10
5.3 Bases Definitivas.....	10
5.4 Recepción, Identificación y Almacenamiento	11
5.5 Soldadura	13
5.6 Tratamiento Térmico de Alivio de Tensiones.....	14
5.7 Fabricación y Montaje	16
5.8 Inspección	18
5.9 Control Dimensional.....	18
6 Condiciones Específicas	23
6.1 Estructuras Convencionales Soldadas - Inspección.....	23

6.2 Estructuras Convencionales Atornilladas	24
6.2.1 Recepción de Inspección	24
6.2.2 Documentación	25
6.2.3 Montaje	25
6.3 Estructuras Metálicas de Módulos, Auxiliares de Plataformas y Navales	26
6.3.1 Soldadura	26
6.3.2 Inspección de Juntas Soldadas	27
Anexo A - Tabla	31

Figuras

Figura 1 – Espesuras de Referencia	15
Figura 2 - Tolerancias Dimensionales	19
Figura 3 - Tolerancias Dimensionales en Nodo	20
Figura 4 - Medición de Puntos de Nivelación de Pisos	21
Figura 5 - Los Refuerzos Transversales y Perfiles Longitudinales	22
Figura 6 - Tolerancia de Escaleras	22

Tabla

Tabla 1 - Tolerancia de Refuerzos Longitudinales en Perfiles	21
Tabla 2 - Tolerancias de Refuerzos Transversales en Perfiles	21
Tabla 3 - Tipo y Extensión del NDE para Estructuras Soldadas Convencionales para a Accesibilidad .	23
Tabla 4 - Tipo y Extensión de NDE para Estructuras Soldadas Convencionales de Soporte	24
Tabla 5 - Niveles de Inspección	27
Tabla A.1 - Ampliación y Selección de NDEs (Nota 1)	31

Prefacio

Esta Norma es la versión en Español (aprobada en 04/2014) de la PETROBRAS N-293 REV. H 12/2013. En caso de duda, debe ser usada la versión en portugués, que es la válida para todos los efectos.

1 Alcance

1.1 Esta norma establece las condiciones necesarias para la fabricación, el montaje y la inspección de estructuras metálicas convencionales en las unidades de tierra, estructuras metálicas y módulos auxiliares para estructuras metálicas fijas, flotantes, plataformas FSO, FPSO, TLP y SS.

1.2 La aplicación de esta norma se limita a las estructuras metálicas de aceros al carbono y Carbono - Manganeso.

1.3 Esta Norma se aplica a los procedimientos iniciados después de la fecha de su emisión.

1.4 Esta norma contiene los requisitos técnicos y métodos recomendados.

2 Referencias Normativas

Los documentos relacionados a continuación son indispensables a la aplicación de este documento. Para referencias datadas, se aplican solamente las ediciones citadas. Para referencias no datadas, se aplican las ediciones más recientes de los referidos documentos.

PETROBRAS [N-13](#) - Requisitos Técnicos para Servicios de Pintura;

PETROBRAS [N-133](#) - Soldadura;

PETROBRAS [N-134](#) - Tornillos para Hormigón;

PETROBRAS [N-279](#) - Diseño de Estructuras de Acero;

PETROBRAS [N-1594](#) - Ensayos No Destructivos - Ultrasonido de Soldadura;

PETROBRAS [N-1595](#) - Ensayos No Destructivos - Radiografía;

PETROBRAS [N-1596](#) - Ensayos No Destructivos - Líquido Penetrante;

PETROBRAS [N-1597](#) - Ensayo No Destructivo Visual;

PETROBRAS [N-1598](#) - Ensayos No Destructivos - Partículas Magnéticas;

PETROBRAS [N-1644](#) - Construcción de Fundaciones y Estructuras de Hormigón Armado;

PETROBRAS [N-1812](#) - Estructuras de Mar;

PETROBRAS [N-1852](#) - Estructuras de Mar - Fabricación y Montaje de Unidades Fijas;

PETROBRAS [N-1930](#) - Evaluación de Integridad Operacional de la Grúa" offshore ";

PETROBRAS [N-1965](#) - Manejo de Cargas, Inspección, Mantenimiento y Operación de Equipos de Tierras;

PETROBRAS [N-2301](#) - Desarrollo de Documentación Técnica de Soldadura;;

PETROBRAS [N-2719](#) - Almacenamiento de Tubo en Área Descubierta;

ABNT [NBR 5426](#) - Los Planes y Procedimientos para la Inspección por Muestreo de Atributos;

ABNT [NBR 6118](#) - Diseño de Estructuras de Hormigón;

ABNT [NBR 6122](#) - Diseño e Implementación de Fundaciones;

ABNT [NBR 8400](#) - Cálculo de Equipos de Elevación y Manipulación de Cargas;

ABNT [NBR 8800](#) - Diseño de Estructuras Metálicas y Mixtas de Acero y de Hormigón de Edificios;

ABNT [NBR 9062](#) - Diseño e Implementación de Estructuras de Hormigón Prefabricado;

ABNT [NBR 14842](#) - Criterios de Calificación y Certificación de Inspectores de Soldadura;

ABNT [NBR 15523](#) - Calificación y Certificación de Inspector de Control Dimensional;

ABNT [NBR NM ISO 9712](#) - Ensayos No Destructivos - Calificación y Certificación de Personal;

AISC [348](#) - Especificación para Juntas Estructurales utilizando ASTM A325 o Tornillo A490;

API [Spec 2B](#) - Especificación para la Fabricación de Estructuras de Tubos de Acero;

ASME [B1.1](#) - Roscas de Tornillos Unificado en pulgadas (forma de rosca UN y UNR);

ASME [B18.2.1](#) - Tornillos de Cabeza Cuadrada, Hexagonal, Hex. Para Servicio Pesado y Hex. Inclínada, Hex. Brida para Servicio Pesado, Cabeza Socket, y Tornillos para Madera (Serie en pulgadas)

ASME [B18.2.2](#) - Tuercas para Aplicaciones Generales: Tuercas para Tornillos Maquina, Hex, Cuadrada, Hex. Brida y Tuercas de acoplamiento (Serie en pulgadas);

ASTM [A143/A143M](#) - Práctica Estándar para la Protección contra la Aquebradización de Productos de Acero Estructural Galvanizado en Caliente y Del Procedimiento para la detección de aquebradización;

ASTM [A500/A500M](#) - Standard Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes;

ASTM [A501](#) - Especificación Estándar para Tubos Estructurales Conformados en Frío - Con y Sin Costura de Acero al Carbono en Bobinas y Chapas;

AWS [D1.1/D1.1M](#) - Código de Soldadura Estructural.

NOTA Para los documentos referidos en esta Norma y que solamente la versión en Portugués esté disponible, el órgano de la PETROBRAS que utiliza esta Norma debe ser consultado para cualquier información para la aplicación específica.

3 Términos y Definiciones

A los efectos de este documento se aplican a los siguientes términos y definiciones que las que aparecen en PETROBRAS [N-1812](#)

3.1 componentes

cualquier elemento estructural utilizado como parte de un conjunto o subconjunto

3.2 estructuras metálicas convencionales

estructuras metálicas industriales, en tierra o en plataformas que apoyan directamente las cargas, equipos o sistemas, y que permite el acceso. Se subdivide en dos tipos según se describe en 3.2.1 y 3.2

3.2.1**estructuras convencionales de soporte**

estructuras metálicas industriales, en tierra o en plataformas que apoyan directamente las cargas, equipos o sistemas, tales como: pórticos, soportes de tubos, soportes de equipamientos, vertientes, la torre de la antorcha en las unidades industriales y casas de plataformas fijas, flotante, FSO, FPSO, TLP y SS

3.2.2**estructuras convencionales para la accesibilidad**

estructuras metálicas, en tierra o en las plataformas, y para ofrecer acceso a equipo y del sistema, tales como: escaleras, barandas, pasamanos, plataformas de acceso, plataformas operativas, pisos y accesorios de plataformas

3.3**estructuras metálicas de módulo de plataforma**

estructuras metálicas responsables de la integridad del módulo y que soportan las cubiertas de plataformas

3.4**estructuras auxiliares de acero para plataformas**

estructuras independientes de metal o cubiertas que se complementan , como los brazos de los quemadores , la estructura de la grúa de pedestal, sondas de producción y mantenimiento de pozo, helipuerto, boyas de amarre , manflotas pescantes de los botes salvavidas , monorriel , estructuras de " pull-in "/" pull-out "

3.5**estructuras marinas**

estructuras metálicas que se integran los cascos y cubiertas de navíos, FPSO, FSO, SS, Jack ups, así como boyas de único punto de amarre

3.6**pisos en " cubiertas de acero"**

pisos mixtos en molde de acero que se incorporan en el sistema para soportar las cargas

4 Símbolos y Siglas

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas;
AISC	- "American Institute of Steel Construction";
API	- "American Petroleum Institute";
ASME	- "American Society of Mechanical Engineers";
ASTM	- "American Society for Testing and Materials";
AWS	- "American Welding Society";
END	- Ensayos No Destructivos;
FPSO	- "Floating Production Storage and Offloading Systems";
FSO	- "Floating Storage and Offloading Systems";
IEIS	- Instrucciones de Ejecución y Inspección de Soldaduras;
JAPT	- Ángulo de Juntas con Total Penetración;
JASA	- Ángulo de Juntas con Soldadura en Ángulo;
JTPT	- Ángulo a Tope con Total Penetración;
SS	- Semi-Sumergible;
TLP	- "Plataforma de la Pierna a la Tracción".

5 Términos

5.1 Documentación

5.1.1 Procedimiento para la Recepción, Identificación y Almacenamiento de Materiales y Componentes

Debe contener al menos:

- a) el objetivo;
- b) las normas;
- c) las definiciones;
- d) criterios de Conferencia de documentos de fabricación: certificado de fabricación de los componentes, certificados de calidad de los materiales, informes de ensayos no destructivos y exámenes dimensionales;
- e) el método y el alcance de la inspección de entrada, incluyendo los siguientes elementos: identificación, el estado general de la superficie, inspección dimensional y protección de piezas y componentes;
- f) sistema de identificación y métodos de marcado;
- g) la definición de las condiciones de almacenamiento, la división de las áreas de almacenamiento y el método de almacenamiento y conservación de todos los componentes y materiales utilizados;
- h) los métodos de manejo de materiales y componentes;
- i) la seguridad en el almacenamiento de productos inflamables.

5.1.2 Procedimiento para la Fabricación

Debe contener al menos:

- a) objetivo;
- b) las normas y los documentos de diseño de fabricación;
- c) las definiciones;
- d) procesos de conformación incluidos los requisitos para el control del grado de conformación y en el caso de la conformación en caliente, el rango de temperaturas y método para el control de temperatura permitidos;
- e) a secuencia de la soldadura de los componentes y el método de control y corrección de las deformidades;
- f) método de acoplamiento, ajuste y fijación de los componentes;
- g) pre-montaje;
- h) control dimensional (tolerancias, previo estudio de las contracciones post- soldadura, variaciones de temperatura, equipos, métodos, referencias, asentamientos admisibles de apoyo y plan de la inspección que contiene fases de ejecución).

5.1.3 Procedimiento de Montaje

Debe contener al menos:

- a) objetivo;
- b) las normas y los documentos de diseño de fabricación;
- c) las definiciones;
- d) tipos de bases y soportes temporales y permanentes, sillas de girar y apoyo con pivote;
- e) método de alineación y nivelación de la estructura de soporte;
- f) la secuencia de montaje y la soldadura de la estructura;
- g) métodos de acoplamiento, de pre - ajuste y fijación de los componentes a la estructura:
 - posición relativa de los componentes (método y equipos de verificación, medidas y ubicaciones para estas mediciones);

- dispositivos de ajuste y pre - fijación (tipos, la aplicación, la cantidad, el espaciamiento y dimensiones;
- h) los tipos de andamios, escaleras y ascensores (plan de instalación, inspección y mantenimiento);
- i) la atención general que se adoptará en la soldadura;
- j) método de control y la corrección de la deformidad;
- k) control dimensional (tolerancias, previo estudio de las contracciones post- soldadura, cambios de temperatura, los asentamientos permisibles de soportes, deformaciones antes, durante y después del montaje, pre - deformación, secciones de los ejes y plan de inspección que contiene etapas de ejecución).

5.1.4 Procedimiento para el Manejo de Cargas

Debe cumplir con PETROBRAS [N-1930](#) y [1965](#) y los dispositivos de elevación deberán cumplir las disposiciones de la ABNT [NBR 8400](#).

Debe contener al menos:

- a) objetivo;
- b) las normas;
- c) las definiciones;
- d) condiciones generales:
 - máquinas disponibles;
 - catálogos y tablas;
 - accesorios usados;
 - inspección de la maquinaria y accesorios;
- e) plan de manejo de carga (Plan de " Rigging ");
 - memorias de cálculo;
 - memoria descriptiva con todas las fases de manipulación de la carga.

5.1.5 Procedimiento de Inspección Dimensional

Debe contener al menos:

- a) objetivo;
- b) las normas;
- c) las definiciones;
- d) los componentes deben ser examinados;
- e) los equipos utilizados y las plantillas;
- f) el método de inspección dimensional para los componentes;
- g) el método de inspección dimensional de subconjuntos;
- h) los métodos de inspección dimensional de la estructura, que cubran al menos los siguientes puntos:
 - columnas;
 - tubo de refuerzo;
 - vigas principales;
 - vigas de cierre;
 - truss Vigueta;
 - los pisos, los mamparos y otros paneles endurecidos;
 - escaleras y pasarelas;
 - muros estructurales;
 - elevación y geometrías;
- i) métodos de utilización de equipos de topografía;
- j) las tolerancias;
- k) informes.

5.1.6 Procedimiento para la Recepción, Manipulación, Almacenamiento y Manejo de Consumibles de Soldadura

Debe contener al menos:

- a) objetivo;
- b) las normas aplicables;
- c) las definiciones;
- d) sistema de control para la distribución de consumibles para los soldadores y operadores de soldadura;
- e) los requisitos exigidos por PETROBRAS [N-133](#).

5.1.7 Procedimiento para Tratamiento Térmico

Debe contener al menos:

- a) objetivo;
- b) las normas;
- c) las definiciones;
- d) las especificaciones y / o características de los equipos de calefacción utilizados: dimensiones y capacidad;
- e) la disposición física de las partes que están bajo tratamiento;
- f) la forma de colocación de termopares remoción e inspección de la zona después de la eliminación;
- g) cantidad y locales de los componentes: bocetos con la cantidad y locales de los termopares, así como su posición en relación con los elementos de calefacción y aislamiento entre los termopares - termopar / elementos de calefacción;
- h) las características del material de los termopares;
- i) la región que debe ser calentada y aislada;
- j) método para el aislamiento térmico;
- k) método de la preparación de las piezas: bloqueo, soportes y retirada del tratamiento térmico;
- l) los parámetros de tratamiento térmico;
- m) los registros e informes con los resultados.

5.1.8 Procedimiento Precaliente

Debe cumplir con los requisitos especificados en PETROBRAS [N-133](#) y por lo menos:

- a) objetivo;
- b) las normas;
- c) las definiciones;
- d) métodos y equipos que se utilizarán;
- e) tipo, composición del combustible y oxidante;
- f) el método y el alcance de la verificación y medición de los límites máximos y mínimos de temperatura.

5.1.9 Procedimiento para la Inspección Visual y Dimensional de Soldaduras

El procedimiento deberá incluir al menos:

- a) objetivo;
- b) las normas de referencia;
- c) el método de ensayo;
- d) estado de superficie disponible;
- e) método de preparación de la superficie;
- f) estado de la superficie requerida para la prueba;
- g) iluminación requerida;

- h) los instrumentos;
- i) inspección (relación de las discontinuidades, las irregularidades que se examinen y / u observaciones que se va tener);
- j) secuencia de prueba;
- k) requisitos adicionales;
- l) sistemática del registro de los resultados.

5.1.10 Procedimiento Del Llenado Adicional, De Reparación De La Soldadura Y De La Base Metálica

Debe cumplir con PETROBRAS [N-133](#) y debe contener por lo menos.

- a) objetivo;
- b) las normas aplicables;
- c) las definiciones;
- d) métodos y equipo para el llenado adicional;
- e) método para la eliminación de defectos:
 - fases de la inspección, y la ejecución de los ensayos no destructivos;
 - limitaciones en el tamaño de los defectos de la reparación, los tipos de defectos, posiciones, acabados;
 - métodos de eliminación del metal de la región de defecto;
- f) procedimiento de soldadura aplicable de quien ejecútalo;
- g) las inspecciones finales (examen no destructivo);
- h) cantidad máxima de las reparaciones en el mismo lugar.

5.2 Bases para Montaje de las Estructuras

5.2.1 El diseño de las bases para las fases de montaje debe cumplir con la ABNT [NBR 6118](#), [NBR 6122](#) y [NBR 9062](#)

5.2.2 La preparación del suelo, y la ejecución de bases y estructuras de hormigón armado (bloques y pistas de embarque) deben cumplir con PETROBRAS [N-1644](#).

5.2.3 Un sistema de control y compensación de los asentamientos durante el montaje se debe prever.

5.3 Bases Definitivas

5.3.1 La preparación del suelo, y la ejecución de bases y estructuras de hormigón armado deberán estar de acuerdo con PETROBRAS [N-1644](#), ABNT [NBR 6118](#) y ABNT [NBR 6122](#).

NOTA Las dimensiones de la base deben estar de acuerdo con el diseño de bases de estructuras y tienen que anotarse en el certificado de conformidad de la base, de acuerdo con 5.3.6.

5.3.2 Los pernos de anclaje deben estar de acuerdo con PETROBRAS [N-134](#) y cumplir con las siguientes tolerancias:

- a) diámetro: ver código ASME [B1.1](#);
- b) longitud de la rosca: debe ser mayor o igual a la especificada en el diseño de las bases;
- c) el estado de la rosca: no debe presentar grietas y abolladuras o corrosión impidiendo el movimiento de la tuerca;
- d) deberá estar provisto de una protección temporaria contra la corrosión de los anclajes, después de la instalación.

5.3.3 La posición relativa de los pernos de anclaje en la base debe cumplir con las tolerancias establecidas por PETROBRAS [N- 134](#) y [N- 1644](#).

5.3.4 Se debe hacer una marca de ejes y elevación en las bases.

5.3.5 La nivelación de la base debe ser realizada mediante la colocación de cuñas. Las cuñas deben ser de un tamaño y espaciado de manera que soporte la estructura, teniendo en cuenta los siguientes requisitos:

- a) a la elevación debe ser adoptada una tolerancia dentro de ± 1 mm de la elevación del diseño;
- b) las cuñas deben estar contenidas plenamente en la región de soporte;
- c) la altura de la cuña (metal + argamasa) debe ser de no más de 5 mm por encima de la altura especificada en el proyecto;
- d) la anchura mínima de la cuña deberá ser 50 mm;
- e) la longitud mínima de la plataforma será de 100 mm;
- f) después de la colocación de la placa de base de la estructura y de las cuñas debe existir suficiente espacio para llevar a cabo la inyección de hormigón.

5.3.6 El certificado de conformidad debe contener el registro de:

- a) las coordenadas;
- b) la elevación;
- c) dimensión;
- d) la posición relativa entre los pernos de anclaje y la base;
- e) nivelación.

5.3.7 La aplicación de la lechada debe ser realizada de acuerdo con las condiciones establecidas en PETROBRAS [N-1644](#).

NOTA La lechada de bases sólo debe ser ejecutada después de haber sido corregido el plomo y la alineación de la columna y el aprieto final de los tornillos.

5.4 Recepción, Identificación y Almacenamiento

5.4.1 Los materiales y componentes estructurales entregados en los sitios deben ser recibidos por los inspectores de control dimensional, con una especialidad de montaje mecánica, y calificación de acuerdo con ABNT [NBR 15523](#).

5.4.2 Los materiales y componentes estructurales deben ser inspeccionados de acuerdo con los siguientes requisitos:

- a) todos los materiales y los componentes deberán ser revisados de acuerdo con 5.8.4;
- b) todas las chapas, perfiles y tubos deben estar de acuerdo con 5.8.4 y 5.8.5;
- c) los componentes recibidos deben someterse a un examen dimensional de acuerdo con 05:10;
- d) las muescas deben ser sometidas a un examen visual dimensional de acuerdo con 5.8.8;
- e) las juntas soldadas deberán ser sometidas a un examen visual dimensional de acuerdo con 5.8.9 y la verificación de los informes de las inspecciones aplicables;
- f) se debe comprobar si los componentes fueron sometidos a ensayos no destructivos proporcionados.

5.4.3 Las chapas, perfiles o tubos no deben presentar abolladuras, rebabas o bordes dentados o agrietados.

5.4.4 Deben estar numeradas y marcados todos los componentes del acuerdo con el sistema de identificación establecido en el procedimiento de fabricación. La identificación debe coincidir con la numeración adoptada en las certificaciones de materiales y diseños de fabricación certificados.

5.4.4.1 Siempre que sea posible la identificación se efectuará mediante el uso de ponche con las puntas redondeadas.

5.4.4.2 La ubicación de identificación se puede recubrir con barniz, de manera que el marcado se mantiene a través de la utilización del componente, y marcado con pintura de color de contraste para el material de base, asegurando su identificación. Si el componente está pintado inmediatamente después de la pintura y señalización de la identificación se puede leer, se dispensa el uso de barniz.

5.4.4.3 La disposición de identificación debe ser tal que los dígitos están contenidos, como máximo, en un rectángulo de 250 mm x 300 mm o al menos en un rectángulo de 120 mm x 200 mm.

5.4.4.4 Todos los materiales con límite elástico mínimo especificados mayor o igual a 345 MPa (50 ksi), por ejemplo el material de ASTM A 131 Grado AH36, deben ser suministrados directamente por las acerías, con la presentación de sus certificados o las empresas representantes de acerías con entrega de certificados que, evidentemente, certifican que estos clientes son representantes de los fabricantes. Los certificados deben ser mencionados en las facturas de los proveedores y deben tener trazabilidad en relación con las facturas mediante el control de las copias con el sello que contengan la siguiente: la fecha y el número de la factura, la firma del proveedor y el número de la orden de compra. Los materiales suministrados y sin las condiciones mínimas mencionadas no deben ser aceptados por PETROBRAS.

5.4.5 Todos los materiales recibidos deben ser identificados y esta identificación se deben verificar en la base de:

- a) chapas, tubos sin costura o perfiles laminados: Certificado de la acería del material;
- b) los tubos y soldadura: Certificado de fabricación;
- c) los documentos presentados a la galvanización deberán cumplir los requisitos de la ASTM [A143/A143M](#).

5.4.6 La descarga y manipulación de los componentes debe hacerse sin causar daño a los componentes. Se debe evitar el contacto directo de los cables de acero con los componentes pintados. Para el caso de componentes galvanizados, no se permite este contacto.

5.4.7 Los componentes pintados deberán presentar el estado general de la pintura de acuerdo con PETROBRAS [N-13](#).

5.4.8 Consumibles de soldadura deben ser inspeccionados en el recibo y se almacenan como PETROBRAS [N-133](#).

5.4.9 Para el almacenamiento de los materiales (chapas, perfiles, tubos y componentes de estructuras) en lugares expuestos a la intemperie, se debe tener cuidado para evitar que se deforme debido a la posición inadecuada o colocación de refuerzos o encharcamiento insuficiente.

NOTA En caso de que el tiempo de almacenamiento sea superior a tres meses, los materiales deben ser transferidos para debajo de local cubierto o recibir pintura o recubrimiento para protección contra la corrosión.

5.4.10 Los materiales no pueden almacenarse en contacto directo con el suelo. Calzos adecuados deben utilizarse a una distancia mínima de 300 mm del suelo.

5.4.11 Perfiles y tubos galvanizados o pintados deben almacenarse para evitar daños en la capa protectora.

5.4.12 Las juntas deben ser almacenados en los demás con bordes en brecha para un fácil manejo, esta parte debe ser protegida con el producto quedado impermeable. Las placas se deben almacenar con una caída, para facilitar el flujo de agua que cae sobre las placas en el suelo cubierto con grava.

5.4.13 El almacenamiento de los tubos en área abierta debe cumplir con la PETROBRAS [N- 2719](#).

5.4.14 Todos los certificados de materiales y consumibles de soldadura deben ser evaluados y formalmente aceptadas por inspector de soldadura nivel 2.

5.5 Soldadura

5.5.1 Los requisitos no cubiertos por esta norma y por PETROBRAS [N-133](#) debe seguir la AWS [D1/D1.1M](#).

5.5.2 Los procedimientos de soldadura se deben desarrollar y calificar de acuerdo con PETROBRAS [N-133](#) y [AWS D1.1/D1.1M](#), y esta calificación fue presenciado por inspector de soldadura nivel 2.

5.5.3 Los soldadores y operadores de soldadura deben ser calificados por el intérprete del servicio (la agencia de PETROBRAS o contratista), de acuerdo con PETROBRAS [N- 133](#) y AWS [D1.1/D1.1M](#).

5.5.4 Los inspectores de soldadura deberán ser calificados de acuerdo con la ABNT [NBR 14842](#).

5.5.5 Las temperaturas de precalentamiento y entre pasada, así como sus controles, deben seguir los requisitos de PETROBRAS [N-133](#).

5.5.6 Las soldaduras provisionales y por puntos deben cumplir los requisitos de PETROBRAS [N-133](#) y las siguientes condiciones:

- a) las juntas de soldadura deben tener al menos 50 mm de longitud y deben haber tantos como necesario para que el intervalo entre ellos no era más de 400 mm;
- b) para soldar puntos que son retirados por esmerilaje, se debe hacer un examen in situ por líquidos penetrantes o partículas magnéticas;
- c) los puntos de soldadura para ser incorporados en las soldaduras a tope deben ser esmerilados y tener una inspección visual;
- d) todos los dispositivos de montaje deben ser removidos después de la finalización del montaje; cuidado con la eliminación de los dispositivos de montaje son los recomendados por PETROBRAS [N - 133](#).

5.5.7 El marcado de identificación juntas soldadas debe hacerse de acuerdo con PETROBRAS [N -133](#).

5.5.8 Las soldaduras no podrán ser interrumpidas antes de que se completa, por lo menos 25 % del área de la sección transversal de la articulación.

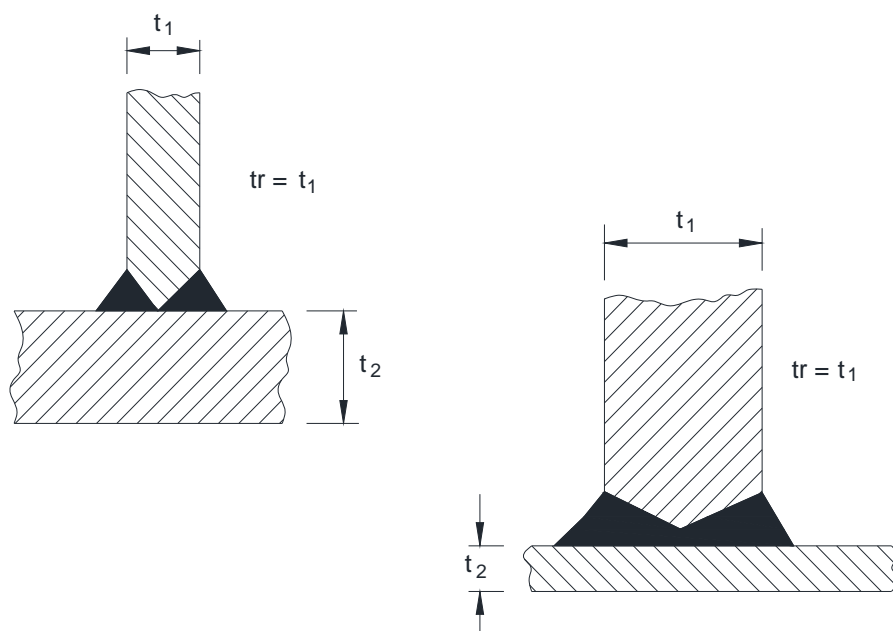
5.5.9 Operaciones de esmerilaje, incluso cuando no se aplica a las reparaciones, deberá rasparse completamente y revisar por inspección visual y ensayo de líquido penetrante o partículas magnéticas.

5.5.10 Los puntos y la soldadura se pueden iniciar sólo después de la emisión (s) de IEIS aplica (es), elaborada (s) como PETROBRAS [N -2301](#).

5.6 Tratamiento Térmico de Alivio de Tensiones

5.6.1 El tratamiento de calor para aliviar el estrés se debe ejecutar en las siguientes situaciones:

- a) velocidades de deformación en el proceso de fabricación superior de los siguientes límites, debido al acero utilizado:
 - 5 % para los aceros totalmente aluminio calmado (Al contenido de > 0,015 % soluble);
 - 4 % para los aceros de silicio (contenido mínimo de Si de > 0,15 %);
 - 2 % de acero semi-calmado;
- b) la parte superior de las juntas soldadas, o con ángulo de penetración completa con espesor de referencia (TR) de mayor que 63 mm, o juntas tubulares T, Y, y K con un espesor superior a 38 mm (véase la figura 1) de referencia;
- c) cuando se especifica por diseño.



tr = espesores de referencia



Figura 1 - Espesuras de Referencia

5.6.2 Los NDEs de las piezas a tratar con calor se deben realizar antes del tratamiento térmico.

5.6.3 Después del tratamiento térmico, ensayo de partículas magnéticas se debe realizar.

5.6.4 Cuando hay necesidad de reparación después del tratamiento térmico, el tratamiento debe repetirse cuando la profundidad de la reparación excede 51 mm;

5.6.5 El tratamiento térmico para aliviar el estrés debe cumplir los siguientes requisitos:

- a) AWS [D1.1/D1.1M](#)
- b) tratamiento térmico en horno se debe utilizar siempre que sea posible;
- c) el calentamiento de ambos lados se debe utilizar siempre que sea posible;
- d) antes de iniciar cualquier tratamiento térmico se deberá comprobar los registros de calibración de los termopares y pirómetros registradores;
- e) la temperatura debe ser controlada por termopares en contacto efectivo con la parte que está siendo tratada, un número suficiente de termopares debe ser utilizado con el fin de asegurar que los intervalos de temperatura y límites de gradiente especificados, con el fin de minimizar el riesgo de deformaciones y / o tensiones resultantes del tratamiento térmico;
- f) las temperaturas indicadas por los termopares se deben registrar de forma continua en los gráficos, a lo largo de la ejecución del procesamiento;
- g) cuando se aplica el tratamiento térmico local, una región de al menos cinco veces la espesura de referencia de cada lado del material de soldadura se debe mantener en el período de tiempo especificado y temperatura especificada;
- h) la zona calentada debe ser aislada, de manera que la temperatura del material al final del aislamiento no exceda 300 ° C;
- i) es prohibido el tratamiento térmico en las partes que no han aliviado sus pesos, por ejemplo, torres y columnas en general.

5.7 Fabricación y Montaje

5.7.1 Después de trazado y corte, placas de identificación y marcado de la dirección de laminación de piezas y restos deben ser transferidos.

5.7.2 Las discontinuidades en los biseles, así como discontinuidades de la laminación deben ser analizados y evaluados de acuerdo al AWS [D1.1/D1.1M](#).

5.7.3 La espesura de transición para las juntas a tope debe cumplir con AWS [D1.1/D1.1M](#).

5.7.4 Las dimensiones del ángulo de los biseles de los componentes deben cumplir con lo especificado en AWS [D1.1/D1.1M](#), con observación de las tolerancias establecidas en la misma norma.

5.7.5 Las partes a acoplar deben estar completamente inspeccionadas y aprobadas por los ENDS aplicables, como se muestra en la Tabla 5.

5.7.6 Los dispositivos utilizados para ajustar el acoplamiento entre los componentes no deben introducir tensiones en la estructura.

5.7.7 Los biseles afectados por daños en la superficie deben ser reparados por esmerilaje o soldadura, y para ejecutar la reparación, las piezas deben separarse o ser retiradas del lugar en el que están establecidos.

5.7.8 La secuencia de montaje y la soldadura debe llevarse a cabo con el fin de reducir la distorsión. La secuencia de montaje debe aparecer en el procedimiento de montaje como se describe en 5.1.3.

5.7.9 Para que el relleno adicional (" acumulación ") sea posible, la abertura de raíz no excederá de 20 mm o dos veces la espesura de la chapa más delgada, lo que sea menor.

NOTA El llenado debe hacerse con partes disociadas y los biseles se deben reconstituir y con inspección NDE, por partículas magnéticas o líquidos penetrantes.

5.7.10 El local de la estructura, donde los componentes o subconjuntos deben montar primero se deberá comprobar el tamaño y nivel, el acabado, la aprobación de NDE de las reparaciones y las guías adecuadas para el acoplamiento.

5.7.11 Antes del acoplamiento debe ser verificada y registrada las longitudes reales de cada componente, las posiciones relativas de las soldaduras y otros cambios en el estado del componente.

5.7.12 Enmiendas de tope no pueden alojarse, además de las previstas en el diseño. Enmiendas para el uso de componentes sobrantes sólo se permiten si se cumplen los requisitos de PETROBRAS [N-279](#). Estas modificaciones deben ser manejados en el nivel 1 de inspección según se define en el Anexo A de la presente Norma, a menos que otro nivel de inspección es especificado por el diseñador. La composición típica de la enmienda deberá ser definida por el diseñador.

5.7.13 Las tolerancias de ajuste de abertura de raíz de las juntas de piezas en ángulo a soldar con el ángulo de soldadura, se deben considerar y se añaden a las dimensiones de las piernas de soldadura especificadas en el diseño.

5.7.14 En todas las columnas y todas las vigas, cerchas y soportes, los ejes de la pieza y el "norte " del proyecto deberá indicarse. En algunas partes se puede invertir el montaje, que se deben indicar las partes superiores.

5.7.15 La alineación y líneas verticales de las columnas se deben ajustar mediante cuñas metálicas colocadas debajo de la chapa base de las columnas, y se verifican por medio de instrumentos de medición.

5.7.16 La reparación dimensional de los componentes debe hacerse siempre que sea posible, el frío.

NOTA Cuando se utiliza la calefacción localizada, la temperatura local de la unidad no debe superar los 550 °C.

5.7.17 La alineación de las secciones para las juntas a tope debe estar de acuerdo con AWS [D1.1/D1.1M](#).

5.8 Inspección

5.8.1 Inspectores y operadores de ENDs se deben calificar de acuerdo con ABNT [NBR NM ISO 9712](#).

5.8.2 Los inspectores de control dimensional, niveles 1 y 2, se deben calificar de acuerdo con la ABNT [NBR 15523](#). Para los inspectores de control dimensional nivel 2 se requiere calificación basado en el programa de formación específico para los montajes mecánicas y los métodos de topografía industrial, si aplicable.

5.8.3 La inspección por END debe ser lo más cualificado de acuerdo con las normas y procedimientos:

- a) ultrasonido (como PETROBRAS [N -1594](#) para medir la espesura y de acuerdo con AWS [D1.1/D1.1M](#) para la inspección de soldaduras);
- b) la radiografía (como PETROBRAS [N -1595](#));
- c) líquidos penetrantes (como PETROBRAS [N -1596](#));
- d) visual (como PETROBRAS [N - 1597](#));
- e) las partículas magnéticas (como PETROBRAS [N -1598](#)).

5.8.4 Para tubos con diámetro exterior inferior a 400 mm (16"), las tolerancias que se utilizarán serán los prescritos en la norma ASTM [A500/A500M](#) o ASTM [A 501](#), respectivamente, para los tubos conformados en frío o en caliente.

NOTA Para tubos con un diámetro exterior superior a 400 mm (16 "), incluyendo las dimensiones debe cumplir las tolerancias de API 2B.

5.8.5 Las superficies de los biseles deben proporcionar lisa, uniforme y sin surcos profundos, debe ser comprobada de acuerdo con AWS [D1.1/D1.1M](#).

5.8.6 Las soldaduras deben ser inspeccionadas dimensionalmente para comprobar la forma, las dimensiones y la alineación de acuerdo con AWS [D1.1/D1.1M](#).

5.8.7 La inspección de las soldaduras se hará de acuerdo con AWS [D1.1/D1.1M](#), con los criterios de aceptación para estructuras estáticamente y dinámicamente solicitadas, si aplicable.

5.8.8 El alcance de la inspección de soldaduras, y los criterios de aceptación deben estar de acuerdo con 6.1.1 y 6.3.2.

5.9 Control Dimensional

Las tolerancias dimensionales deben estar de acuerdo con los valores establecidos en el proyecto o, en su defecto, se utilizará el valor de los elementos descritos en 5.9.1 y 5.9.2.

5.9.1 Las dimensiones de los paneles deben estar dentro de las tolerancias indicadas en la Figura 2 de esta Norma.

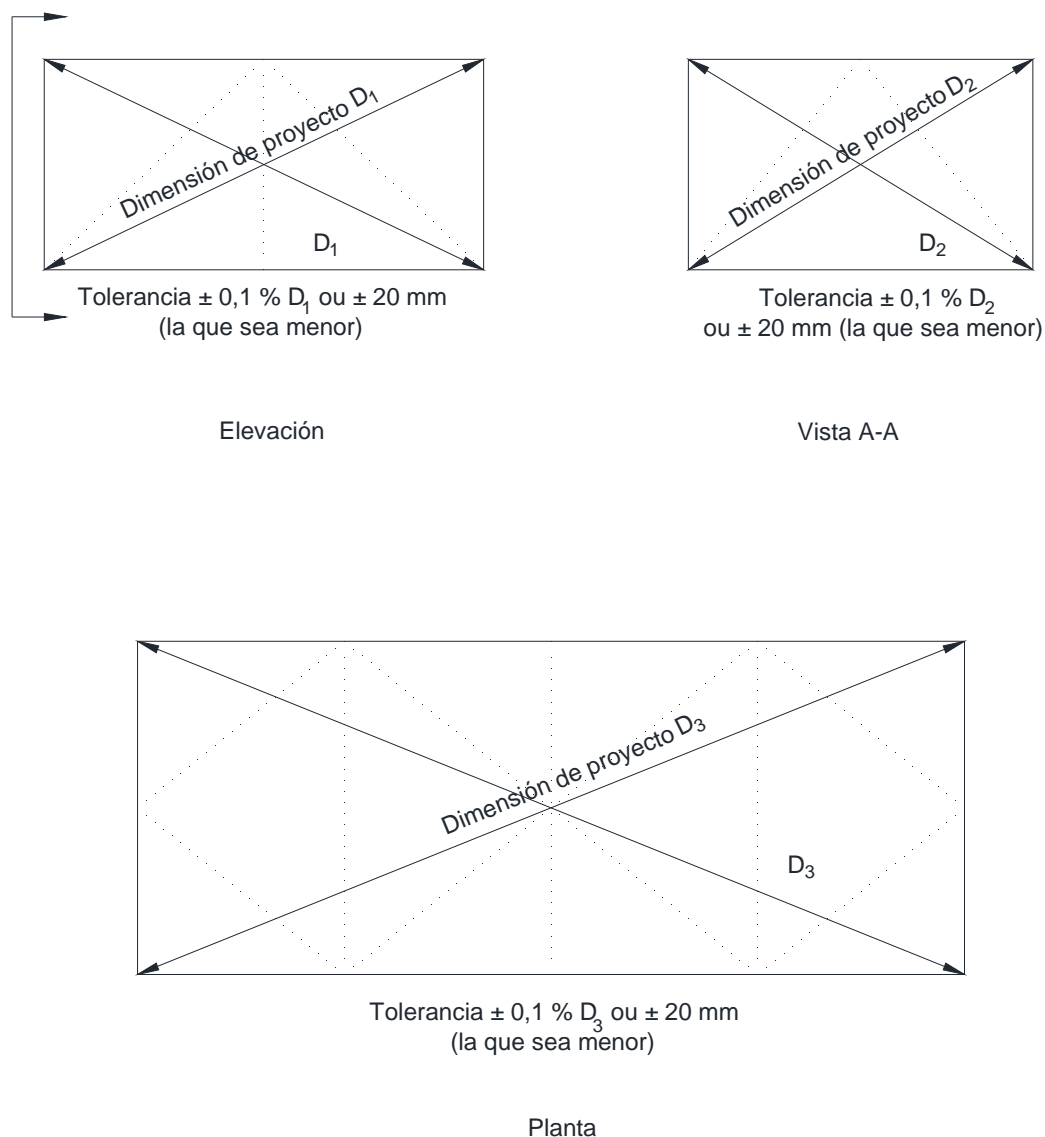
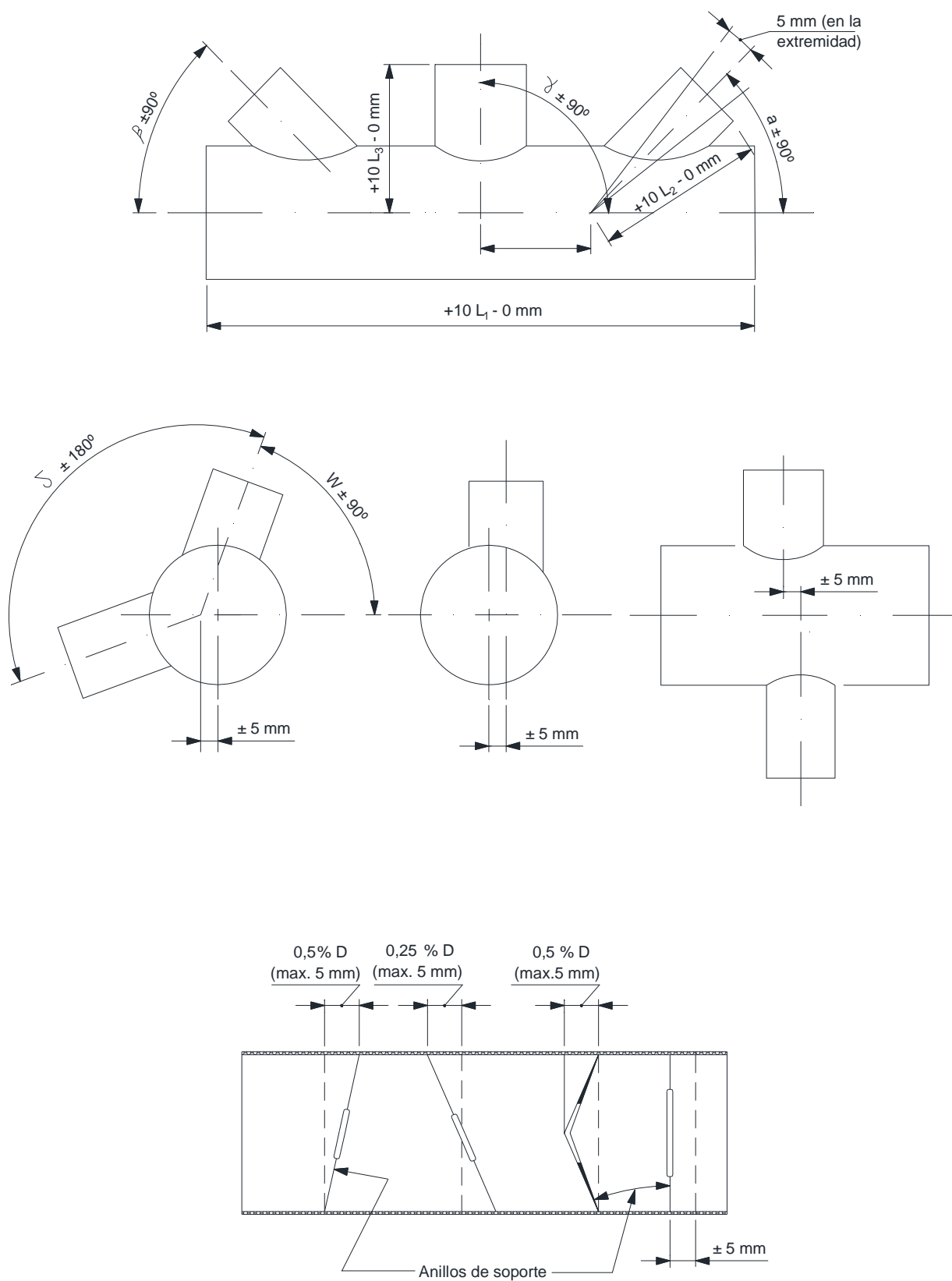


Figura 2 - Tolerancias Dimensionales

5.9.2 Para los nodos tubulares prefabricados, las tolerancias se ajustarán se describe a continuación.

5.9.2.1 Después de soldar el nodo debe cumplir las tolerancias de la Figura 3. Para los nodos de la estructura que se fabricó en el sitio de trabajo (montaje integral sin prefabricación), sólo deben ser controlados los puntos de trabajo.

5.9.2.2 En la extremidad de cada miembro, después de montaje y soldadura, mediciones de lo perímetro y de la redondez se deben hacer. Tales medidas deben estar dentro de las tolerancias establecidas esta norma.


Figura 3 - Tolerancias Dimensionales en Nodo

5.9.3 Para la nivelación de pisos, la máxima diferencia entre el nivel de cualquiera de los puntos es igual a 12 mm, medida en las intersecciones de las vigas principales (véase Figura 4).

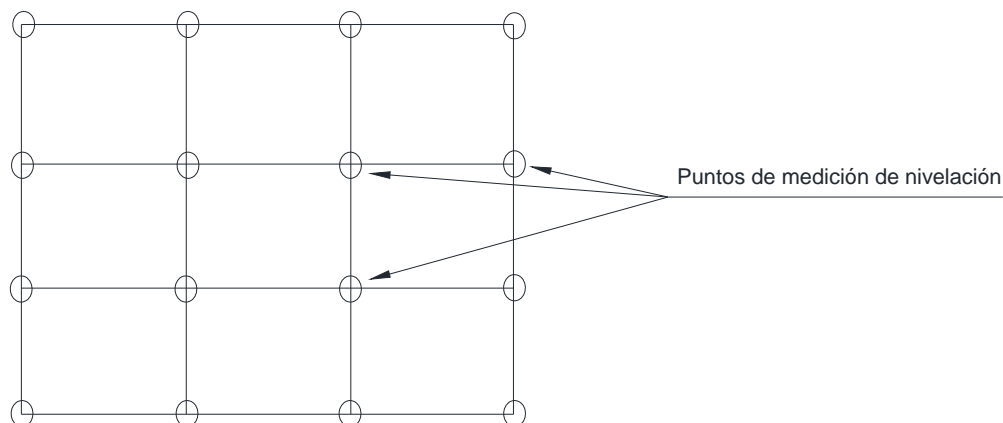


Figura 4 - Medición de Puntos de Nivelación de Pisos

5.9.4 En el caso de los refuerzos longitudinales y transversales, las tolerancias dimensionales deben cumplir con las Tablas 1 y 2, respectivamente, y la Figura 5.

Tabla 1 - Tolerancia de Refuerzos Longitudinales en Perfiles

Tipo	Notación	Dimensión de referencia	Tolerância %
Flecha normal al alma de la viga	F1	Lo	± 0,30
Flecha paralela al alma de la viga	f2	Lo	± 0,30
Rotación	R	b	± 1,5
Desviación de posición	V	h	± 1,0
NOTA Se existente diferentes dimensiones (Lo, b o h), debe adoptarse el valor más bajo de cada caso, como punto de referencia.			

Tabla 2 - Tolerancias de Refuerzos Transversales en Perfiles

Tipo	Notação	Cota de referência	Tolerância %	Valor máximo (mm)
Flecha normal à alma de la viga	f1	h	± 0,30	-
Flecha paralela	f2	h	± 0,30	-
Rotación	R	b	± 1,5	15
Desvio de posição	V	Lo	± 1,0	15
NOTA Se existente diferentes dimensiones (Lo, b o h), debe adoptarse el valor más bajo de cada caso, como punto de referencia.				

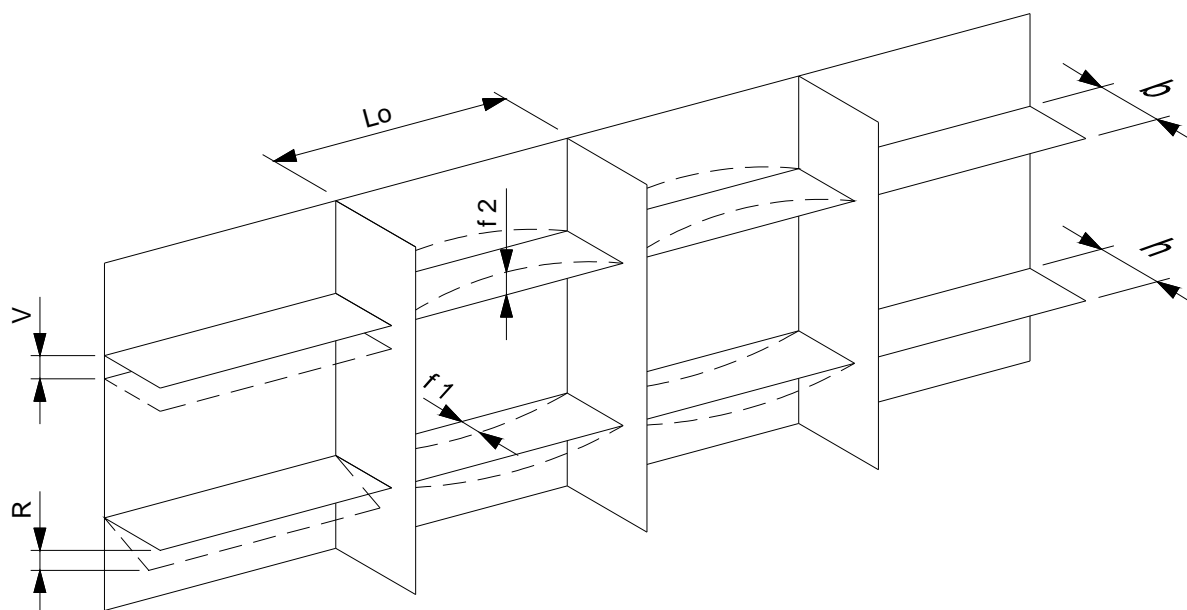


Figura 5 - Los Refuerzos Transversales y Perfiles Longitudinales

5.9.5 Estructuras convencionales de la accesibilidad deben estar dentro de las tolerancias siguientes:

- a) elevación de las plataformas: ± 12 mm del especificado en el proyecto;
- b) las tolerancias de las dimensiones verticales y horizontales entre los pasos de la escalera deben estar dentro de ± 12 mm del especificado en el proyecto (véase Figura 6);
- c) la diferencia en el enchapado de elevación o barandilla en las costuras no debe superar los 2 mm;
- d) la desalineación de las articulaciones cruciformes: $m = t / 2$, máximo 8 mm, donde "t" es la espesura de las placas más delgadas no continuas;
- e) en el enchapado, la tolerancia a la deformación es de 20 mm en medida máxima de flecha con una plantilla de 1 000 mm.

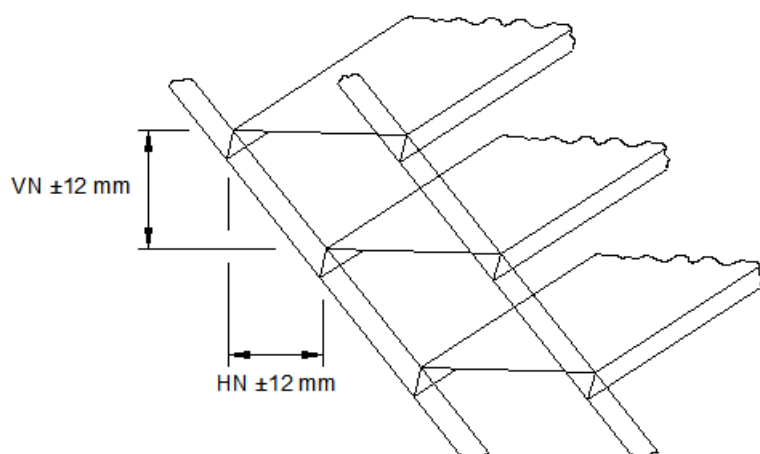


Figura 6 - Tolerancia de Escaleras

6 Condiciones Específicas

6.1 Estructuras Convencionales Soldadas - Inspección

La extensión de los NDEs seguirá el recomendado en esta Norma en los puntos 6.1.1 a 6.1.3 o proyecto, si el proyecto es más estricto.

6.1.1 Todas las soldaduras deben estar completamente inspeccionados visualmente según AWS [D1.1/D1.1M](#).

6.1.2 Las juntas soldadas de estructuras convencionales de acceso deben ser inspeccionados de acuerdo con la Tabla 3. El criterio de aceptación debe establecerse para estructuras estáticamente solicitadas de AWS [D1.1/D1.1M](#).

Tabla 3 - Tipo y Extensión del NDE para Estructuras Soldadas Convencionales para a Accesibilidad

Junta	Espesura	END	Extensión
JTPT JASA JAPT	Cualquier	Partícula magnética, o Líquido Penetrante	5 %
		Visual	100 %
<p>NOTA 1 El alcance de las pruebas que se indican en esta tabla se debe aplicar a cada lote de inspección de juntas soldadas de la estructura. Para las juntas angulares el alcance establecido para la prueba debe aplicarse a cada lado de la junta. A los efectos de la inspección, se entiende como lote el conjunto de las juntas soldadas que tienen geometría similar (JAPT JTPT o JASA), realizados por el mismo soldador y operador de soldadura.</p> <p>NOTA 2 Cuando se inspeccione un lote de juntas soldadas en que se especifican extensión parcial de NDE revelan defectos, otras dos regiones del mismo lote, realizados por el mismo soldador y operador de soldadura, deben ser examinados, cada uno con una extensión original. Si los dos ensayos adicionales no revelaron defectos, el lote puede ser aceptado después de la reparación y la prueba de la zona reparada. Si una de las dos pruebas adicionales revela defectos, debe ser examinado otras dos regiones del mismo lote para cada región defectuosa, realizados por el mismo soldador y soldadura operador, cada uno con una extensión original, y así sucesivamente hasta la aprobación o la inspección, y reparación completa del lote.</p>			

6.1.3 Juntas soldadas de tubos o perfiles, respaldo de las estructuras convencionales de soporte deben ser inspeccionados de acuerdo con la Tabla 4.

Tabla 4 - Tipo y Extensión de NDE para Estructuras Soldadas Convencionales de Soporte

Junta	Espesura	NDE	Extensión
JTPT	< 6 mm	Radiografía	10 %
		Partículas magnéticas	20 %
		Visual	100 %
	≥ 6 mm	Radiografía o ultrasonido	10 %
		Partículas magnéticas	20 %
		Visual	100 %
JASA	Cualquier	Partículas magnéticas	20 %
		Visual	100 %
JAPT	Cualquier	ultrasonido	20 %
		Partículas magnéticas	50 %
		Visual	100 %

NOTA 1 El alcance de las pruebas que se indican en esta tabla se debe aplicar a cada junta soldada de la estructura y debe incluir para cada junta, todos los soldadores y operadores de soldadura que participan en su aplicación. Para las juntas angulares la extensión establecida para la prueba debe aplicarse a cada lado de la junta.

NOTA 2 Al inspeccionar una junta soldada en que se especifica la extensión parcial de NDE revelan defectos, otras dos regiones de una misma junta soldada, adyacentes o no, a discreción de PETROBRAS, realizado por el mismo soldador y operador de soldadura, deben ser examinadas , cada una con longitud original . Si los dos ensayos adicionales no revelaron defectos en la junta soldada estos pueden ser aceptados después de la reparación y la prueba de la región original. Si una de las dos pruebas adicionales revela defectos, toda junta soldada por el soldador u operador de soldadura deberá ser probada.

NOTA 3 Cuando se inspecciona una junta soldada que se especifica la extensión parcial de NDE revelan serios defectos tales como grietas y otros defectos de superficie o inclusiones de escoria alineadas superiores a tres veces la cantidad máxima permitida por los criterios de aceptación aplicables, toda las soldaduras realizadas con el mismo procedimiento de soldadura se deben probar en toda su longitud para caracterizar el período en que no hay más defectos reportados. Una vez determinado este último período, la inspección puede ser llevada de nuevo a la medida establecida en esta tabla.

6.2 Estructuras Convencionales Atornilladas

6.2.1 Recepción de Inspección

6.2.1.1 Se debe comprobar si todos los lotes de tornillos, tuercas y arandelas se identifican con las siguientes características: especificaciones, tipo de rosca, tipo de tuerca, tornillo tipo, tamaño y cantidad.

6.2.1.2 Los certificados de calidad de todos los lotes de tuercas y tornillos, en comparación con las especificaciones ASTM para equipos 6.2.1.2 se deben revisar.

6.2.1.3 Debe ser chequeado por el muestreo (véase 6.2.1.4), en cada parcela, las siguientes características de las tuercas, pernos y arandelas están de acuerdo con el diseño y las especificaciones adoptadas:

- a) símbolo ASTM estampada en el tornillo y la tuerca;
- b) longitud del tornillo;
- c) el diámetro del tornillo y la tuerca, de acuerdo con ASME [B1.1](#);
- d) la altura y la distancia entre las caras y los bordes de la tuerca y la cabeza del perno, de acuerdo con ASME [B18.2.1](#) y códigos [B18.2.2](#);
- e) espesura y de interior y exterior de las arandelas;
- f) el tipo y el paso de rosca;
- g) el estado general como abolladuras, grietas, corrosión y acabado general y están protegidos de manera adecuada (véase 6.2.1.5).

6.2.1.4 El plan de muestreo debe ser de acuerdo con la ABNT [NBR 5426](#) y tienen las siguientes características:

- a) el muestreo simple;
- b) nivel de inspección II;
- c) riesgo del consumidor 10 %;
- d) calidad limite 10 %.

6.2.1.5 Roscas no deben presentar grietas y abolladuras o corrosión que sean un impedimento para el movimiento de la tuerca con respecto al tornillo.

6.2.1.6 El almacenamiento de los pernos, tuercas y arandelas siempre debe hacerse en un lugar cubierto. Los pernos y tuercas deben estar protegidos contra la corrosión por grasa u otros componentes adecuados.

6.2.1.7 Los límites dimensionales para la ejecución del proceso de perforación para aplicar tornillos deben cumplir con la ABNT [NBR 8800](#).

6.2.2 Documentación

El procedimiento de montaje debe contener, además de lo dispuesto en 5.1.3, los siguientes datos:

- a) Las herramientas y los tornillos de fijación (tipo, dispositivos de calibración);
- b) Secuencia del apriete de los tornillos;
- c) El método de aplicación (o control) de la fuerza de pretensado de los tornillos (véase Notas 1 y 2).

NOTA 1 Los métodos que se permiten ABNT [NBR 8800](#) (método de rotación de la tuerca, el método de calibrado de la tecla con cambio manual o llave de torsión, o método de indicador de tracción directa).

NOTA 2 Una vez adoptado el método de calibrado clave o llave con llave de apriete manual, el método experimental para determinar el par de torsión se debe presentar.

6.2.3 Montaje

6.2.3.1 La inclinación con respecto a la normal al eje del plano de los pernos de la superficie de las partes en contacto con las cabezas de los pernos y las tuercas debe ser inferior a 1:20. Para los casos de mayor que 1:20 pendiente, se deben utilizar arandelas.

6.2.3.2 Para conexiones atornilladas, debe tenerse en cuenta que:

- a) el tipo de agujeros y la tolerancia en la posición de los agujeros deberá ser estrictamente de acuerdo con el proyecto;
- b) no se permite la redondez de agujeros, por cualquier medio para causar la coincidencia de los agujeros de los ejes que están en la posición incorrecta debe estar completamente sellada por soldadura mediante procedimiento calificado, y reabierto por los procedimientos apropiados;
- c) los tornillos no pueden ser reemplazados por menor diámetro, incluso una mayor resistencia mecánica y los materiales con o sin arandelas;
- d) se requiere que los tornillos y las tuercas en las fichas de perfiles laminados con pestañas inclinadas a tener arandelas biseladas.

6.2.3.3 En caso de utilizar tornillos de alta resistencia debe seguir los requisitos de la ABNT [NBR 8800](#) y AISC [348](#) y observar que:

- a) que no se utilizan los tornillos que se han retirado de juntas después de un de apriete de torque;
- b) las superficies de contacto son libres de pintura, aceite, grasa;
- c) se utiliza el torque especificado, es obligatoria la determinación experimental diaria del torque a utilizar, utilizando la metodología definida en AISC 348, no admitiéndose el uso de valores de torque obtenidos de las tablas, el ábaco o cálculos.

6.2.3.4 El apriete final de los tornillos se debe hacer solamente después de verificar la correcta posición de las piezas para el examen dimensional.

6.2.3.5 El apriete final de los tornillos se debe hacer con el uso de las teclas correspondientes, no se les permite usar cables de extensión u otros recursos causando apretones excesivos.

6.2.3.6 La secuencia de apriete debe ser establecida a partir de las porciones de mayor rigidez de la estructura a las partes libres.

6.2.3.7 La secuencia de apriete debe repetirse tantas veces como sea necesario hasta que el ajuste de todos los tornillos de la junta alcanza el torque especificado.

6.3 Estructuras Metálicas de Módulos, Auxiliares de Plataformas y Navales

6.3.1 Soldadura

6.3.1.1 Deben ser numeradas las juntas a soldar de forma secuencial con el fin de permitir la trazabilidad de las articulaciones en los informes de inspección.

6.3.1.2 Las reparaciones de soldadura se deben realizar por el procedimiento de soldadura como 5.5.1. En los casos en que se requiere la prueba de impacto, se puede realizar en más de dos reparaciones en un solo lugar de la articulación.

6.3.1.3 Después de la reparación, el NDE se debe realizar en toda la región reparada aumentado en 25 mm de cada extremo.

6.3.1.4 Las pruebas de producción se tomarán de acuerdo con el procedimiento de PETROBRAS [N- 1852](#).

6.3.2 Inspección de Juntas Soldadas

6.3.2.1 Todas las soldaduras deben ser examinadas completamente por el examen visual. Por otra NDEs , la selección debe hacerse de acuerdo con el nivel de inspección definida en la Tabla 5 . El alcance de las pruebas será el que figura en el Anexo A de esta norma.

Tabla 5 - Niveles de Inspección

Nivel de inspección	Estructuras de módulos y auxiliares plataformas	Estructuras navales
I	<ul style="list-style-type: none"> - Cualquier cáncamos - Columnas, arrojamientos ("refuerzos ") de las plataformas fijas ; - Turco de bote salvavidas ; - Grúas de pedestal ; - Intersección de componentes y accesorios de nivel de inspección II y III nivel con accesorios inspección I. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cualquier cáncamos ; - Columnas, arrojamientos (" refuerzos ") y principales cubiertas plataformas flotantes , jackups , FSOs y FPSOs ; - Intersección de componentes y accesorios de nivel de inspección II y III nivel con accesorios inspección I.
II	<ul style="list-style-type: none"> - Otras estructuras definidas como auxiliares, y de módulos; marco y pisos distintos de la cubierta principal - Enchapado (cuando no se consideren parte de la estructura principal) ; - Intersección de componentes y accesorios de nivel III de inspección con componentes y accesorios de nivel de inspección II; 	<ul style="list-style-type: none"> - Marco de cubiertas y pisos distintos de la cubierta principal - Enchapado (cuando no se consideren parte de la estructura principal) ; - Principal y el punto de amarre estructuras individuales de boyas de amarre u mono boyas - Intersección de componentes y accesorios de nivel III de inspección con componentes y accesorios de nivel de inspección II.
III	<ul style="list-style-type: none"> - Todos los demás componentes no incluidos en los niveles I y II. 	<ul style="list-style-type: none"> - Todos los demás componentes no incluidos en los niveles I y II.

6.3.2.2 Los criterios para la aceptación de las discontinuidades detectadas a través de NDE debe ser el AWS [D1.1/D1.1M](#) para estructuras estáticamente o dinámicamente solicitadas, según corresponda.

6.3.2.3 Para la prueba de ultrasonidos los criterios de aceptación para discontinuidades PETROBRAS [N -1852](#) debe ser utilizado.

6.3.2.4 Todas las juntas tratadas térmicamente deben ser plenamente examinadas por partículas magnéticas después del tratamiento.

6.3.2.5 Después de la reparación, en la medida de NDEs debe aumentarse en 25 mm de cada extremo .

6.3.2.6 Las estructuras internas de los módulos convencionales y auxiliares deben seguir los criterios de aceptación establecidos en 6.3.2.2 y 6.3.2.3.

6.3.3 Fabricación y Montaje

6.3.3.1 La fabricación y montaje de tubos y perfiles estructurales y otros componentes que los soldados deben seguir las disposiciones de PETROBRAS [N-1852](#).

6.3.3.2 En las juntas tubulares no deben ser utilizados para la técnica de la apertura de ventanas en el elemento secundario, siendo preferible el uso de " boquillas " obedeciendo los límites establecidos en PETROBRAS [N - 279](#).

6.4 Piso "Cubierta de Acero"

6.4.1 Recepción, Identificación y Almacenamiento del Sitio de Trabajo

6.4.1.1 La " Cubierta de Acero " se debe proporcionar en fardos firmemente con cinturón con el fin de evitar la vibración durante el transporte puede aplastar las piezas.

6.4.1.2 Cuando en la llegada del material en el trabajo, el responsable de la descarga debe comprobar las etiquetas de identificación de los fardos, dando el número de piezas y la espesura de la " Cubierta de Acero"

6.4.1.3 Una inspección visual debe llevarse a cabo para asegurar que cualquier panel está dañado y sólo después de esta visita, el material puede ser recibido por el trabajo.

6.4.1.4 En la elevación, el uso de un escudo de madera o de goma, por lo que los materiales no son aplastados y que las correas no se rompen, se recomienda que las correas no reciben directamente contacto con la " Cubierta de Acero". Se recomienda que la distancia entre las correas es igual o inferior a 3,50 m. Todas las precauciones se deben tomar para evitar durante el levantamiento de la " Cubierta de Acero" y de las partes metálicas, el choque de estos materiales. **[Práctica Recomendada]**

6.4.1.5 Después de la elevación de los fardos, la " Cubierta de Acero" debe estar situado en las vigas de acero de la estructura. Si la estructura no es capaz de recibir los paneles, deben ser almacenadas temporalmente en pilas y en el sitio establecido previamente por la inspección, tomar precauciones con el fin de evitar la acumulación de agua en los paneles, con la posibilidad de ocurrencia de "óxido blanco" en el material galvanizado.

6.4.1.6 El almacenamiento temporal debe ocurrir en sitio seco, cubierto, ventilado, con pequeños cambios en la temperatura, protegido de la humedad, y se debe considerar como se describe a continuación:

- a) las pilas deben colocarse en "camas" de madera o de acero, para evitar el contacto directo de la " Cubierta de Acero" con el suelo. Como medida de precaución, la pila debe tener una pendiente para drenar el agua. También debe dejar espacios entre los fardos de la "Cubierta de Acero" que permite la ventilación y evitar la posible condensación de agua entre las hojas;
- b) mismo con el material en embalaje es esencial que las pilas se quedan cubiertas por una lona de material impermeable;
- c) debe evitarse en cualquier forma, que la " Cubierta de Acero" " está mojado. Si esto ocurre, las pilas deben ser deshechos temporalmente y todos los materiales se deben limpiar de forma manual;
- d) el almacenamiento temporal de los materiales galvanizados en el sitio de trabajo no podrá hacerse efectivo por períodos de más de 30 días. Durante este período de almacenamiento, en ningún caso se debe poner la carga en las pilas de " cubierta de acero".



6.4.2 Instalación, Instalación y Hormigón

6.4.2.1 Antes de la instalación de los materiales, el equipo de montaje debe estar provista de los planos de diseño detallados, con la geometría, la paginación y los detalles de montaje de las piezas.

6.4.2.2 Durante el montaje, la información descrita en la paginación dibujos deben ser estrictamente seguidas.

6.4.2.3 Una vez finalizado el montaje de las vigas de la estructura, la instalación de la " Cubierta de Acero" y sus accesorios se puede iniciar, con la parte superior de las vigas está nivelada, seca y libre de suciedad u óxido. **[Práctica Recomendada]**

6.4.2.4 Para la soldadura de conectores de corte tipo espárrago la parte superior debe tener ninguna pintura o recubrimiento, de manera que el proceso de soldadura no se ve afectada adversamente.

6.4.2.5 Después de la conferencia que las vigas de la estructura se dan las condiciones para la nivelación y limpieza, las cargas de la " Cubierta de Acero" se puede abrir, iniciar los servicios de montaje. **[Práctica Recomendada]**

6.4.2.6 Después de la apertura de los fardos, los paneles individuales se deben quitar manualmente y posicionados en el marco metálico, siguiendo las dimensiones y mediciones en la paginación de dibujo. Eventualmente, las esquinas o la frontera pueden ser necesarios recortes en los extremos de los paneles para permitir el ajuste final de la geometría de la estructura. Si es necesario, estas muescas pueden ser alcanzadas por el uso de máquinas con discos de corte de metal.

6.4.2.7 Después de que el ajuste y la alineación, los paneles deben ser fijados a la estructura. Es importante que al final de 1 día de trabajo, ningún panel de " Cubierta de Acero" se deja en la estructura sin fijación previa y todos los fardos abiertos son nuevamente atados.

NOTA Se recomienda que, en un principio, ejecutar una fijación preliminar con remaches y posteriormente a la fijación de las vigas de soporte está garantizado para ser ejecutado fijación definitiva de los paneles mediante soldadura eléctrica. **[Práctica Recomendada]**

6.4.2.8 La evaluación final de la estructura "Cubierta de Acero" debería aplicarse mediante soldadura de tapón o capuchón de soldadura. La implementación de cada uno de estos puntos de soldadura debe seguir las recomendaciones del fabricante de la " Cubierta de Acero " y los dibujos de diseño.

6.4.2.9 Debe ser hecha el montaje y soldadura de los complementos necesarios y habituales en este tipo de estructura "Cubierta de Acero", tales como paneles de ajuste, cierre lateral, y otros, como lo indica el fabricante de la "Cubierta de Acero".

6.4.2.10 Durante y después de la instalación de los paneles, no se recomienda para almacenar los materiales en la plataforma. Como para el montaje de equipos tales como máquinas de soldadura o tambores de electrodos deben ser colocados en la plataforma.

6.4.2.11 Utilizando placas de madera se recomienda para distribuir el peso del equipo en la " Cubierta de Acero ", evitando daños localizados. **[Práctica Recomendada]**

6.4.2.12 Los conectores de corte deberán ser aplicados después de completa la montaje de la " Cubierta de Acero", que se fija a las vigas a través de las bajas olas de los paneles de acuerdo con los locales de los conectores provistos en los diseños.

6.4.2.13 Para la calidad de la soldadura de los "espárragos" no se ve comprometida, se recomienda que la aplicación de los conectores se produce después de la instalación de la "Cubierta de Acero" ". También se recomienda que, al cabo de 1 día de trabajo, todas las regiones correspondientes conectores con "Cubierta de Acero" ya montados se aplican. **[Práctica Recomendada]**

6.4.2.14 Debe proporcionarse para la instalación de los " espárragos", todos los aparatos y los equipos necesarios para realizar la soldadura de acuerdo con los criterios de seguridad y calidad requerida para este tipo de servicio.

6.4.2.15 El no poder bombear el hormigón, el transporte vertical de agregados, cemento y aditivos necesarios para la fabricación del piso debe hacerse a través de la elevación vertical con bolsas con capacidad de hasta 1 200 kg.

6.4.2.16 La colocación de un refuerzo adicional y alambre soldado deben seguir estrictamente las disposiciones en el marco de dibujo.

6.4.2.17 Antes de realizar el piso de hormigón, una limpieza general debe realizarse en la superficie del " Cubierta de Acero" mediante el uso de chorros de agua y toda la suciedad y las impurezas que puedan afectar la resistencia del hormigón debe ser removida.

6.4.2.18 El piso de hormigón debe ser realizado con el fin de evitar la acumulación de materiales y personal en la plataforma. Bajo ninguna circunstancia se permite la formación " tortas "de hormigón, durante el lanzamiento. Si la colada tiene que ser interrumpida sin toda la superficie del piso se ha concretado, la interrupción se realiza fuera de los ejes de las vigas de soporte de la siguiente manera:

- a) en la región sobre vigas perpendiculares de las nervaduras: se debe realizar la interrupción, a una distancia equivalente a 1/ 3 del vano de los paneles;
- b) en la región sobre vigas paralelas a las costillas: interrupción debe ocurrir antes de que el eje de la viga alrededor de su eje de 1 m;
- c) después de la finalización de hormigonado, el curado se realiza similar al proceso habitual de pisos macizos de hormigón armado.

Anexo A - Tabla
Tabla A.1 - Ampliación y Selección de NDEs (Nota 1)

Nivel de Inspección (Ver Nota 2)	Tipo de soldadura (Ver las notas 4 y 8)		Extensión de los ensayos (%) (Ver Notas 3 , 4 , 5, 9 , 10, 11 , 12, 13 , 14 y 16)		
			ER (Ver Nota 15)	US	PM (Ver Notas 6 e 7)
I	Chapas e perfiles	JASA	-	-	100
		JTPT	-	50	100
		JAPT	-	100	100
	Tubos	JASA	-	-	100
		JTPT longitudinal	5	50	100
		JTPT circular	5	100	100
		Tubular	-	100	100
II	Chapas e perfiles	JASA/JTPT	-	-/50	50/50
		JASA/JAPT	-	-/50	20/50
	Tubos	JTPT longitudinal	5	20	20
		JTPT circular	5	20	50
		Tubular	-	20	20

NOTA 1 Las extensiones de las pruebas que figuran en esta tabla seguirán los mismos requisitos definidos en PETROBRAS N -1852 para la "cubierta".

NOTA 2 La extensión de los ensayos mencionados en esta tabla para los niveles de inspección I y II son aplicables para cada soldadura. Soldaduras componentes de nivel III de inspección deberán ser inspeccionadas únicamente por ensayo visual.

NOTA 3 El alcance de los ensayos se puede reducir a la mitad de las soldaduras realizadas por proceso automático (arco sumergido), a excepción de las soldaduras de tronco existentes.

NOTA 4 Los símbolos utilizados significan :

- a) JASA: junta de soldadura de filete de ángulo;
- b) JTPT: junta a tope con penetración total ;
- c) JAPT: Junta en ángulo con penetración completa;
- d) ER: Las pruebas radiográficas ;
- e) US: pruebas de ultrasonido ;
- f) PM: ensayo de partículas magnéticas.

NOTA 5 Cuando la inspección de una soldadura que se especifica en la extensión parcial revelar defectos, otras dos regiones adyacentes de la misma de soldadura deben ser examinados con cada uno de la extensión original. Si los dos ensayos adicionales no revelaron defectos, la soldadura puede ser aceptada después de la reparación y la prueba de la región original. Si una de las dos pruebas adicionales revela defectos, toda la soldadura se someterá a ensayo.

NOTA 6 En el frente interno, donde hay acceso, aplique el mismo porcentaje.

NOTA 7 En las regiones que no tienen acceso a la prueba de partículas magnéticas se pueden utilizar líquidos penetrantes.

NOTA 8 Aplicables a las juntas en ángulo con soldadura en ángulo de las uñas ángulo de estacas.

NOTA 9 Si especificado el tratamiento térmico de alivio de la tensión de una soldadura, la NDE, excepto para la radiografía se repetirá en la misma medida se indica en la Tabla, después del tratamiento.

NOTA 10 En los casos de reparación de ranuras, la superficie deberá ser probada con tinte penetrante, al 100%, o por medio de partículas magnéticas (técnica de electrodos).



Tabla A.1 - Extensão e Seleção de NDEs (Continuación)

- NOTA 11 En el caso de llenado adicional con soldadura en la ranura, la superficie deberá ser probada al 100% de líquido penetrante y ultrasonido.
- NOTA 12 Cuando se requiera prueba radiográfica parcial, de preferencia, debe ser examinado ambos extremos.
- NOTA 13 En locales de miembros de nivel I y II, donde se eliminan las soldaduras temporales, ensayo de partículas magnéticas se realizará sobre el 100 % de la superficie después del esmerilaje.
- NOTA 14 La aplicación de NDE sólo 24 horas se deben tomar después de la finalización de las soldaduras. Cuando se realiza después de un tratamiento de pos calentamiento, como PETROBRAS [N-133](#), requisitos relativos a acero al carbono manganeso, el END puede llevarse a cabo así que la pieza ha alcanzado la temperatura ambiente.
- NOTA 15 Juntas con penetración completa soldadas por un solo lado , sin una junta de cobre , excepto las juntas circunferenciales en estacas, debe tener el porcentaje de inspección no destructiva completado para:
- a) JTPT = 100 % ER
b) JAPT = 100 % US
- NOTA 16 Para JTPT donde hay acceso a ensayo visual por el lado de la raíz de la soldadura y en los casos en que no hay acceso , pero la vida a la fatiga de la junta excede 100 años, la prueba radiográfica puede ser sustituida por prueba ultrasónica. El porcentaje de otras pruebas se debe mantener, como se muestra en esta tabla.

ÍNDICE DE REVISIONES	
REV. A, B, C, D y E	
No existe índice de revisiones.	
REV. F	
Partes Afectadas	Descripción de la Alteración
1.1, 2, 3, 4, 4.2, 4.4, 4.51, 4.5.2, 4.8	Revisado
Nota del ítem 5.1.3	Eliminado
5.1.5 y 5.1.10	Revisado
5.1.11	Incluido
5.2.2.2	Eliminado
5.3.1, 5.4.1, 5.4.3.4, 5.4.7, 5.6.1 inciso b), 5.6.2 inciso b)	Revisado
5.6.7	Eliminado
5.6.8 a 5.6.10	Renumerado
Nota de los ítems 5.7.3, 5.7.4 y 5.7.6.1	Eliminado
5.7.7	Renumerado
5.7.8	Revisado y Renumerado
5.7.9, 5.7.10, 5.7.10.1	Renumerado
5.7.10.2	Revisado y Renumerado
Figura 1	Revisado
5.7.11 a 5.7.15	Renumerado
5.7.11.2.1, 5.7.12	Incluido
5.9.2, 5.9.3 inciso a), 5.9.4	Revisado
5.9.7	Eliminado
5.9.8 a 5.9.11	Renumerado
Nota del ítem 5.9.9	Eliminado
Ítems 5.9.11 y 5.10.3	Eliminados
6.1.1.3.1, 6.1.1.3.2, 6.1.1.4.1, 6.1.1.4.2, 6.1.1.4.3	Incluido
6.2.1.1 a 6.2.1.5	Revisado

ÍNDICE DE REVISIONES	
REV. F	
Partes Afectadas	Descripción de la Alteración
6.2.1.7	Renumerado
6.2.3 a 6.2.5	Revisado y Renumerado
Figura 4, Figura 5	Revisado
6.2.6	Renumerado
6.2.6.1 inciso b)	Revisado
6.2.6.1 nota inciso b)	Eliminado
Figura 7	Renumerado
6.2.6.2	Revisado y Renumerado
6.3.3.3, 6.3.3.3 inciso c)	Revisado
6.4	Incluido
REV. G	
Partes Afectadas	Descripción de la Alteración
Todas	Revisadas
REV. H	
Partes Afectadas	Descripción de la Alteración
2	Revisado
3	Revisado
4	Revisado
5.1.7, 5.1.7.10 y 5.7.11	Eliminado y Renumerado del conteúdo
5.3.2, 5.3.3 y 5.3.5	Revisado
5.4.1, 5.4.4, 5.4.7, 5.4.9 y 5.4.10	Revisado
5.5, 5.5.7 y 5.5.10,	Revisado
5.6.2 y 5.6.3	Revisado
5.7.8, 5.7.9 y 5.7.16	Revisado
5.8.1, 5.8.2, 5.8.4, 5.8.5 y 5.8.11	Revisado
5.9 (todo)	Revisado
6.1 (todo)	Revisado
6.2.1.3 y 6.2.1.6	Revisado