SECCIÓN 08: SUMINISTRO

DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

24\_266\_OC\_E03

www.coordinadorelectrico.cl

ÍNDICE

[8.1 ALCANCE 4](#_Toc51338274)

[8.2 NORMAS 4](#_Toc51338275)

[8.3 MATERIALES 5](#_Toc51338276)

[8.3.1 ACERO ESTRUCTURAL 5](#_Toc51338277)

[8.3.2 PERNOS DE CONEXIÓN 5](#_Toc51338278)

[8.3.3 MARCAS 6](#_Toc51338279)

[8.3.4 SOLDADURA 6](#_Toc51338280)

[8.4 INICIO PROCESO DE COMPRA 7](#_Toc51338281)

[8.5 ARMADO DE PRUEBA 7](#_Toc51338282)

[8.6 PRUEBAS DE CARGA 8](#_Toc51338283)

[8.7 FABRICACIÓN 8](#_Toc51338284)

[8.7.1 TOLERANCIAS 10](#_Toc51338285)

[8.7.1.1 Dimensiones de los materiales 10](#_Toc51338286)

[8.7.1.2 Tolerancias de fabricación 10](#_Toc51338287)

[8.7.1.3 Diámetro de los agujeros 10](#_Toc51338288)

[8.7.1.4 Rectilineidad 11](#_Toc51338289)

[8.7.1.5 Pernos y arandelas 11](#_Toc51338290)

[8.7.2 PERNOS DE ANCLAJE 11](#_Toc51338291)

[8.8 PELDAÑOS EMPERNADOS (ESCALINES) 12](#_Toc51338292)

[8.9 PROTECCIÓN ANTICORROSIÓN 12](#_Toc51338293)

[8.10 INSPECCIÓN DE FABRICACIÓN 14](#_Toc51338294)

[8.11 SISTEMA DE MUESTREO 14](#_Toc51338295)

[8.12 PRUEBAS DE ADHERENCIA 15](#_Toc51338296)

[8.13 EMBALAJE, ACOPIO Y TRANSPORTE 16](#_Toc51338297)

[8.14 RECEPCIÓN EN FÁBRICA 17](#_Toc51338298)

[8.15 DOSSIER DE CALIDAD 17](#_Toc51338299)

[8.15.1 PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS QUE DEBERÁ CUMPLIR EL FABRICANTE. 17](#_Toc51338300)

[8.15.2 CERTIFICADOS DE CALIDAD HOMOLOGADOS POR LABORATORIOS CHILENOS SEGÚN CORRESPONDA 18](#_Toc51338301)

[8.15.3 PACKING 18](#_Toc51338302)

[8.16 GARANTÍA 18](#_Toc51338303)

[8.16.1 ANEXO HOJA DE CARACTERISTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS 19](#_Toc51338304)

[8.16.2 ANEXO EJEMPLO PROTOCOLO ARMADO DE PRUEBA 20](#_Toc51338305)

[8.16.3 ANEXO EJEMPLO PROTOCOLO CONTROL GALVANIZADO 21](#_Toc51338306)

[8.16.3.1 Control de espesores 21](#_Toc51338307)

[8.16.3.2 Control de adherencia 22](#_Toc51338308)

[8.16.4 ANEXO CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO (ADHERENCIA) 23](#_Toc51338309)

[8.16.4.1 Prototipos de rechazo 23](#_Toc51338310)

[8.16.4.2 Prototipos de aceptación 23](#_Toc51338311)

[8.16.5 ANEXO EJEMPLO PROTOCO INSPECCIÓN ELEMENTOS TERMINADOS 25](#_Toc51338312)

[8.16.6 ANEXO EJEMPLO PROTOCOLO PACKING LIST 26](#_Toc51338313)

[8.16.7 ANEXO CRITERIOS PARA INSPECCIÓN DE ARMADO DE PRUEBA 27](#_Toc51338314)

# ALCANCE

Establecer requisitos mínimos para todo el proceso de diseño y suministro de las estructuras metálicas asociadas a los proyectos de Subestaciones y Líneas de transmisión del GRUPO SAESA.

Como objetivos específicos se busca alinear lo siguiente:

* Requisitos de suministro
* Requisitos de fabricación
* Requisitos de transporte
* Requisitos de almacenamiento

# NORMAS

* ASTM A6 General requirements for rolled structural steel bars, plates, shapes and sheet piling.
* ASTM A36 Especificación normalizada para el acero estructural.
* ASTM A123 Standard Specifications for Zinc (hot galvanized) Coating On Products Fabricated from Rolled, Presed and Forged Steel Shapes, Plates, Bars and Strips.
* ASTM A143 Standard Practice for Safeguarding against embrittlement of Hot-Dip Galvanized Structural Steel Products and Procedure for detecting embrittlement.
* ASTM A153 Standard specification for Zinc Coating (Hot – Dip) on Iron and Steel Hardware.
* ASTM A394 Steel transmission tower bolts zinc coated and bare (Pernos).
* ASTM A572 Standard specification for High-Strength Low-Alloy Columbium - Vanadium.
* ASMT A780/A780M Standard Practice for Repair of Damaged and Uncoated Areas of Hot-Dip Galvanized Coatings
* AWS D1.1 American Welding Society - Structural Welding Code.
* NCh 203 Of.2006 Acero para uso estructural.
* ASTM-B602-88-2010 Standard Test Method for Attibute Sampling of Metallic and Inorganic Coatings
* ASTM A673 Estándar Specification for Sampling Procedure for Impact Testing of Structural Steel
* ASTM F436 Standard Specification for Hardened Steel Washers Inch and Metric Dimensions

Para todos los textos y normas citados en estas especificaciones se deberá considerar la última edición.

# MATERIALES

## ACERO ESTRUCTURAL

El tipo de acero a utilizar en la fabricación de las estructuras debe ser el especificado en los planos de las estructuras o alguno similar, previa aprobación de EL CLIENTE.

Se deben presentar certificados de materiales, los que deben incluir lo siguiente:

* Composición química del acero de perfiles, planchas y pernos.
* Pruebas de resistencia del acero para perfiles y planchas.
* Pruebas de resistencia de los pernos según estándar ASTM.

La especificación del tipo de acero que presente el Fabricante debe corresponder a la colada con la que se fabricarán las estructuras.

El acero estructural deberá cumplir con los estándares internacionales o nacionales que están indicados en los planos de fabricación, de acuerdo al tipo de acero. Por ejemplo, si se utiliza acero ASTM A36 deberá cumplir a cabalidad, en su proceso de fabricación y pruebas, con todas las especificaciones exigidas por dicho estándar.

Todos los perfiles ángulo serán laminados, los perfiles canal serán de plancha doblada y los perfiles T y doble T de plancha soldada.

Los perfiles y planchas deberán tener resiliencia garantizada de 27 [Joule] a 0 [°C].

El material deberá estar recto, sin óxido suelto o en escamas, sin grasa ni otras suciedades y no podrá ser acero de segunda clase o reutilizado.

## PERNOS DE CONEXIÓN

Los pernos serán de cabeza hexagonal, con tuercas hexagonales con sus bordes redondeados en ambas caras.

Serán de alta resistencia, según norma ASTM A394 Tipo 1, galvanizados.

Se considerará que los pernos llevarán arandela de presión según norma ANSI B18.21.1 (Tabla 3), y en los casos que sea necesario, cuando el hilo del perno no llegue a la plancha, arandela plana circular según norma ASTM F436.

El torque mínimo de los pernos será el indicado en la siguiente tabla, para pernos sin lubricación y galvanizado en caliente, lo que debe ser confirmado por el fabricante y/o suministrador:



La orientación de los pernos será:

* Pernos transversales a la línea: puestos con la tuerca hacia el cuerpo de la estructura.
* Pernos verticales: puestos con la tuerca hacia abajo.
* Pernos en la misma dirección de la línea: puestos con la tuerca dirigidos hacia la misma extremidad de la línea

También se considerará golilla de seguridad autobloqueante o de freno tipo “Palnut” o equivalente para los pernos de conexión. Este elemento se adicionará a la configuración de la conexión con el fin de evitar pernos sueltos producto de vibraciones u otras situaciones.

Antes de comenzar el proceso de fabricación, el Fabricante deberá presentar los certificados que acrediten que todos los materiales (perfiles estructurales, planchas de conexión, pernos de conexión) cumplen con las normas indicadas, estos certificados tienen que ser otorgados por laboratorios de tercera parte y no por el fabricante del producto

Sin perjuicio de lo anterior, el Inspector Jefe podrá presenciar todos los análisis y ensayos que el Fabricante tenga que realizar de acuerdo con lo indicado en las normas de los materiales empleados, y deberá recibir copia de los certificados respectivos.

## MARCAS

Todas las piezas se marcarán a estampa de acuerdo con lo indicado en los planos de fabricación. Las marcas deberán tener una altura mínima de 12 mm y una profundidad no mayor de 1,5 mm. Esta marca se realizará de forma que no quede tapada después del montaje y con el material en negro.

## SOLDADURA

Las soldaduras al arco se ejecutarán de acuerdo con lo indicado en los planos del Contrato.

Las soldaduras solamente serán realizadas en taller, no en el terreno. La soldadura podrá ser implementada en extensiones o canastillos para cables de guardia en marcos de línea y/o marcos de conexión de equipos a las estructuras de soporte.

No se aceptará reparar piezas con soldadura ni rellenar perforaciones con soldadura y luego reperforar.

En caso de que el Inspector Jefe autorice la ejecución de una soldadura, todos los soldadores designados para ejecutar el trabajo deberán estar calificados por un organismo de reconocido prestigio, de acuerdo con lo especificado por la AWS en “Structural Welding Code. Steel”, última edición.

En general, las soldaduras se examinarán por medios no destructivos, radiográficos, ultrasonido, partículas magnéticas, según lo determine el cliente.

# INICIO PROCESO DE COMPRA

Una vez adjudicado el servicio se deberá presentar toda la documentación técnica solicitada en estas especificaciones, principalmente asociada a la calidad del suministro y planes de fabricación y entrega, las que deberán estar en idioma español o inglés.

El Fabricante deberá entregar un programa de fabricación (Carta Gantt) donde se indique inicio y duración del proceso de decapado, galvanizado, embalaje, transporte, pruebas y cualquier otro hito relevante que permita desarrollar un control sobre el proceso y planificar la inspección.

# ARMADO DE PRUEBA

El armado de prueba tiene por finalidad asegurar el correcto calce de las piezas y la factibilidad del montaje y deberá hacerse de acuerdo con los planos de fabricación y montaje correspondientes, previo al inicio de la fabricación en serie.

Previo al armado de prueba, la Fábrica debe modelar todas las piezas que componen la estructura mediante Softwares adecuados, que detecten cualquier interferencia o deficiencia en las conexiones, y comunicar al cliente si los planos se encuentran óptimos para fabricar. De lo contrario se deberán realizar las modificaciones necesarias a los planos y posteriormente comenzar con la fabricación, previa aprobación del cliente.

El armado de prueba deberá hacerse con las piezas en negro, a nivel de piso, e incorporar todos los elementos que conforman la estructura.

Estos prototipos deberán quedar apoyados de forma tal que no se produzcan deformaciones que afecten sus montajes.

La fabricación de las piezas del prototipo deberá cumplir con las presentes especificaciones técnicas.

Los pernos para el prototipo deberán ser suministrados por el Fabricante y deberán tener las mismas características dimensionales que las indicadas en los planos de fabricación de las estructuras. Pudiendo utilizar pernos de menor calidad a lo estipulado en esta especificación, manteniendo el diámetro indicado en los planos correspondientes.

Si es necesario efectuar nuevas perforaciones, se deberá fabricar nuevamente la pieza con las correcciones realizadas.

Si es necesario se podrán efectuar cortes menores en las puntas de las alas en las mismas piezas.

Sin perjuicio de lo anterior, el cliente podrá participar en la inspección de armado de prueba, si así lo estima conveniente, para lo cual el Fabricante deberá informar al comienzo del proceso, mediante una Carta Gantt con la programación, las fechas de ejecución de los armados de prueba en fábrica. Para ello el fabricante deberá disponer de al menos los siguientes recursos:

* Espacio físico en patio de estructuras con techo móvil
* Mesa del tamaño suficiente para trabajar con los planos
* Personal de apoyo y grúas según necesite el equipo de inspección
* Copia en formato A1 de los planos de fabricación.
* Persona que realice las funciones de traducción durante el proceso de inspección, en caso de ser necesario.

El cliente podrá solicitar al fabricante, la inspección del armado de prueba por un laboratorio de tercera parte.

La participación del cliente en la inspección de armado de prueba no libera al Fabricante de la responsabilidad en esta inspección.

# PRUEBAS DE CARGA

Se deberán realizar pruebas de carga a las estructuras altas, como marcos de línea, marcos de barra, torres de trasmisión, etc. donde se someterá a las estructuras (por cada tipo) a las cargas de diseño de acuerdo con el Proyecto de ingeniería. Como resultado de la prueba no se aceptarán piezas que superen la tensión de fluencia del material. En caso de que así ocurra se realizará una investigación para determinar si las causas provienen del diseño o de una mala fabricación.

# FABRICACIÓN

La fabricación de cada estructura sólo podrá comenzar una vez que el Cliente aprueba el armado de prueba de la estructura y los planos de fabricación correspondientes, los que deben incluir las modificaciones motivadas por el armado de prueba.

La fabricación se debe hacer de acuerdo con lo indicado en los planos, considerando lo siguiente:

* No se aceptará el uso de calor para enderezar el material que se empleará en la fabricación.
* En los casos en que durante la fabricación sea necesario usar el calor para doblar piezas o para llevarlas a la geometría especificada, el ADJUDICATARIO deberá proponer un método de aplicación de calor en forma localizada y un sistema de control de la temperatura en la zona calentada. Este proceso deberá contar con la aprobación del Cliente y ser ejecutado en su presencia.
* Los cortes que se ejecutarán al material deberán quedar limpios, sin rebabas y sin deformaciones.
* Se podrá perforar mediante punzonado sólo hasta espesores de 12 mm (½”). Los agujeros en material de mayor espesor se deberán ejecutar con taladro o mediante un punzonado a un diámetro menor y llevado al diámetro final con escariador.
* Los agujeros no deberán presentar rebabas las que, en caso de producirse, deberán ser eliminadas con una herramienta adecuada.
* Los agujeros deberán ser circulares y perpendiculares a las caras del elemento perforado
* En los casos de piezas con dobleces importantes se ejecutará primero el doblez y a continuación las perforaciones cercanas al doblez.
* No se aceptará por ninguna circunstancia la reparación de perforaciones mediante relleno con soldadura y reperforación.
* El ADJUDICATARIO deberá cumplir estrictamente con los perfiles, secciones, espesores, tamaños y detalles de fabricación que muestren los planos.
* El despacho se considerará terminado, una vez que el material se encuentre en las dependencias que el cliente indique para tales efectos, pudiendo ser una bodega u obra donde se realice el montaje de la estructura

Se garantizará la utilización por parte de la fábrica de los materiales de la calidad ofertada mediante los siguientes procedimientos:

El Fabricante seleccionado deberá contar con un plan de aseguramiento de calidad bajo estándares internacionales validados en Chile, tales como ISO. El Fabricante deberá entregar como parte del plan las actividades del proceso y parámetros para el control de calidad de estas, basado en sus propios estándares y las exigencias requeridas en este documento. Dicho plan deberá contener como mínimo la identificación de: actividad, variables a controlar, tolerancia, tipo de inspección y/o ensayo, frecuencia de control, registro asociado, equipo de inspección, medición y ensayo. Todo lo anterior deberá estar de acuerdo con el estándar internacional respectivo. Todos los equipos e instrumentos utilizados para el control del recubrimiento, tanto por parte del fabricante como por el cliente, deben contar con su certificado de calibración, otorgado por un organismo reconocido de tercera parte.

El fabricante deberá dar cumplimiento a estas especificaciones técnicas completando la hoja de Características Técnicas Garantizadas (CTG) ofreciendo características iguales o superiores a las solicitadas en esta especificación.

## TOLERANCIAS

#### Dimensiones de los materiales

1. Perfiles y planchas

Los perfiles y planchas laminados que se utilicen deberán cumplir con las tolerancias geométricas que establece la Norma ASTM A6 última edición.

Para las dimensiones de un perfil ángulo de plancha doblada, se aplicarán las tolerancias siguientes:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ancho de ala b | Tolerancia de alas | Tolerancia de espesor e | |
| mm | mm | e≤5 mm | e>5mm |
| b < 50 | ± 1,2 | ± 0,25 | ± 0,3 |
| 50 ≤ b < 65 | ± 1,6 | ± 0,25 | ± 0,3 |
| b ≥65 | ± 2,4 | ± 0,3 | ± 0,4 |

La tolerancia de escuadrado será de 1,5 grados sexagesimales.

#### Tolerancias de fabricación

* Distancia Entre Agujeros
* Para distancias mayores que 0,60 m. : 1,5 mm
* Para distancias menores o iguales que 0,60 m. : 0,8 mm
* En conjuntos de agujeros. : 0,8 mm
* Gramiles : 0,8 mm
* Distancia de agujeros a bordes cortados a tijera : 1,5 mm

#### Diámetro de los agujeros

El diámetro de los agujeros será el indicado en los planos con una tolerancia de + 0,5 mm.

En caso de producirse en el agujero algún defecto de conicidad entre ambas caras de la pieza y/o de ovalado, la tolerancia de desviación respecto al diámetro nominal de la perforación será de 10% del espesor de la pieza con un tope de 1 mm.

#### Rectilineidad

La flecha en una pieza no puede ser mayor que:

* La flecha en una pieza no puede ser mayor que F = L / 1000, siendo L = largo de la pieza.
* La flecha máxima en cualquier sentido y en cualquier trozo de la barra no podrá exceder un 0,2% de la longitud de la cuerda en el trozo considerado.

#### Pernos y arandelas

Las dimensiones y tolerancia de los pernos y tuercas deben cumplir con lo especificado en las normas ANSI B18.2.1 para pernos tipo “Heavy Hex Structural Bolts” y ANSI B18.2.2 para tuercas “Heavy Hex Nuts”. El hilo debe ser “Unified Coarse Thread Series” de la norma ANSI B1.1 y debe tener tolerancia clase 2A para pernos y clase 2B para tuercas. Si los pernos llevan arandelas planas, éstas deberán ser de la serie “NARROW” definida por la tabla 1 de la Norma ANSI B18.22.1, exceptuando el espesor de la arandela, cuya dimensión se indicará en los planos.

Si los pernos llevan arandelas de presión, éstas deberán ser del tipo definido por la tabla 3 de la norma ANSI B18.21.1

## PERNOS DE ANCLAJE

La fabricación de los pernos de anclaje se realizará según lo indicado en los planos y lo estipulado en las presentes especificaciones. El suministro incluye los pernos, las tuercas, contratuercas y golillas de presión. Los pernos de anclaje se fabricarán con acero calidad ASTM A193 Tipo B7.

No se aceptará ningún tipo de soldadura ni doblado en los pernos calidad ASTM A193 Tipo B7. Se aceptará el uso de pernos químicos que cuenten con certificado de calidad frente al desempeño sísmico, previa autorización del Ingeniero Jefe.

Se aceptará fabricar los pernos de anclaje con aceros de calidades ASTAM A36, A240ES, A270ES u otro equivalente, siempre que su uso se haya considerado en sus respectivas memorias de cálculo y que además cumplan con las siguientes exigencias:

* La resiliencia del acero medida en ensayos de impacto según Charpy V-NTOCH, a -10ºC no deberá ser inferior a 27 joules. Los ensayos de resiliencia se deberán efectuar para un mínimo de 3 pernos según lo indicado en la norma ASTM-A370, para probetas cuyo eje mayor coincida con la dirección de laminación.
* El acero deberá tener grano fino y uniforme.
* El ADJUDICATARIO deberá presentar al Cliente, a lo menos quince (15) días antes de iniciar la fabricación los certificados de los ensayos realizados al acero para pernos de anclaje. En dichos certificados se deberá garantizar a lo menos lo siguiente:
* Resiliencia.
* Nivel de inclusiones.
* Tamaño de grano.
* Composición química.
* Características mecánicas: rupturas, fluencia y alargamiento.
* Los pernos se deberán galvanizar por inmersión en caliente, según lo estipulado en la norma ASTM A153.
* Todos los pernos se deberán suministrar con sus tuercas colocadas.

Para estructuras de postes metálicos, estructuras de equipos bajos, estructuras altas y cualquier estructura o equipo que se encuentre en la intemperie, los pernos de anclaje a considerar serán de alta resistencia según norma ASTM A193 Grado B7 lo que garantiza una resiliencia del perno de anclaje de 27 J a -10°C.

El proveedor del perno podrá proponer un estándar distinto al indicado siempre que cumpla con la capacidad del perno dado por el cálculo, que cumpla con la garantía de resiliencia indicada en el párrafo anterior y que su propuesta sea aprobada por al mandante.

# PELDAÑOS EMPERNADOS (ESCALINES)

Para cada torre o estructura alta deberán suministrarse peldaños empernados galvanizados por inmersión en caliente según normas ASTM A153 y ASTM A143, con las características indicadas en los planos del proyecto.

Los peldaños empernados se instalarán en dos (2) montantes de esquina diametralmente opuestos y situados al lado derecho de las caras frontales de los pórticos (Transversal al eje longitudinal de la línea), en las ubicaciones que indican los planos de fabricación y montaje.

Los peldaños empernados serán de diámetro 16 mm ó 5/8”, deben ser fabricados según la norma ASTM A394 Tipo 0. Cada peldaño llevará dos tuercas, una arandela plana y una arandela de presión. Los hilos, dimensiones y tolerancias serán los mismos indicados para los pernos, tuercas y arandelas de la estructura.

# PROTECCIÓN ANTICORROSIÓN

Una vez terminada su fabricación en negro, las piezas componentes de las estructuras deberán ser galvanizadas. La galvanización se efectuará por inmersión en caliente y deberá cumplir con las normas ASTM A123, ASTM A780 y ASTM A143.

Las reparaciones de las áreas no cubiertas, deben cumplir con los puntos 6.2.1 y 6.2.2 de la norma ASTM A123.

Se puede realizar reparaciones, según los métodos señalados en norma ASTM A780.

Para las reparaciones a realizar se deberá utilizar pintura rica en zinc (98% zinc) aplicada con pincel, considerando dejar un espesor de galvanizado 50% mayor que el exigido por norma, quedando prohibido el uso del spray rico en zinc, para mejorar la apariencia superficial del elemento.

Queda estrictamente prohibido realizar pulido con herramientas eléctricas (esmeril angular con grata) en las piezas galvanizadas, ya que afecta en el espesor del recubrimiento y se puede eliminar una de las principales capas de galvanizado que ayudan a prevenir la corrosión (ETA). Solo se permitirá el uso de herramientas manuales para realizar correcciones sobre las piezas galvanizadas.

En caso de que el fabricante utilice, para reparaciones, pintura spray rico en zinc o realice pulido con herramientas eléctricas, el inspector designado por el cliente podrá rechazar la pieza, la que deberá ser re procesada.

En el proceso de terminación, no se eliminarán gotas o exceso de zinc que no presente problemas de funcionamiento de las piezas. En caso de que se requiera remover el exceso de zinc por tema de funcionalidad, se deberán utilizar herramientas manuales.

Para la eliminación de las gotas en el proceso de galvanizado, se solicitará el uso de equipos y pistolas con aire comprimido en la piscina de zinc, lo que permitirá obtener un mayor porcentaje de piezas libres de gotas y evitar el uso de herramientas que puedan eliminar la protección. Se solicitará que los elementos galvanizados, presenten un buen almacenaje y trasporte, ya que las piezas recubiertas con zinc tienen que contar con una ventilación adecuada para que no se acumule la humedad y con esto evitar que se genere que el óxido de zinc, que no sólo da una apariencia dispareja, sino que también acelera el proceso de oxidación del zinc.

Los pernos, tuercas y arandelas serán galvanizados por el proceso de inmersión en caliente y deberán cumplir con las normas ASTM A153 y ASTM A143 última edición.

Una vez galvanizados los pernos y tuercas, ambos se deberán atornillar y se les aplicará aceite.

Se hará inspección visual de los materiales galvanizados cuando estén listos para despacho, con el objeto de verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos.

La toma de muestras para el espesor del galvanizado debe realizarse según norma ASTM 123 y se deben completar los protocolos según criterios del cliente.

De ser necesario realizar re galvanizados, debido a que el daño del recubrimiento no cumple con los criterios de reparación indicados en ASTM 780, el fabricante deberá retirar toda la capa de galvanizado mediante un proceso de decapado en piscina de ácido, y luego someter la pieza al proceso de galvanizado nuevamente. El inspector designado por el cliente deberá recibir a conformidad las piezas posteriores al decapado antes de ser sometidas nuevamente al proceso de galvanizado.

En el caso de realizar decapado a las estructuras, éstas deben quedar sin restos de pintura ni aceite. En caso de que existan estos elementos, se deben quemar o pulir hasta eliminarlos completamente.

Se deben entregar Dossier de calidad de todas las piscinas utilizadas en el proceso de galvanizado y decapado. Además, mostrar el estado de éstas y mantener el cumplimiento del zinc al 98%.

Las piscinas de zinc y decapado deben estar limpias de escoria para asegurar que no se adhieran al material base.

La metodología de colgado debe asegurar que no existan golpes ni roces entre piezas, caídas, daños por amarras y debe garantizar que no recoja escoria.

# INSPECCIÓN DE FABRICACIÓN

El cliente podrá presenciar todos los ensayos que el fabricante tenga que realizar de acuerdo con lo indicado en las normas de los materiales empleados y deberá recibir copia de los certificados respectivos.

El cliente podrá inspeccionar todas las fases de la fabricación y galvanizado, para ello tendrá amplio acceso a los talleres del fabricante, quien además deberá proporcionar personal auxiliar para ejecutar la inspección.

El cliente rechazará todas las piezas que no cumplan con las tolerancias, así como las secciones asociadas a calidad de galvanizado y al embalaje.

Para garantizar la trazabilidad del proceso de inspección de calidad la inspección del cliente deberá llenar los protocolos establecidos en los anexos de estas especificaciones, tanto para aceptación como rechazo de los lotes y/o piezas, sin perjuicio de que el Fabricante pueda utilizar estos protocolos para su propio control interno, de manera paralela a la inspección del cliente.

El cliente se reserva el derecho de realizar cualquier ensayo adicional. El costo de estos ensayos será de cargo del cliente, con la excepción de aquellos cuyos resultados indiquen material o proceso defectuoso, los que serán de cargo del Fabricante.

# SISTEMA DE MUESTREO

Con la inspección de muestreo se prevé identificar los niveles mínimos de calidad que se consideran satisfactorios, tanto para la toma de espesores de galvanizado como para la verificación de adherencia de las piezas galvanizadas aplica la “Toma de muestra no destructiva” indicada en la Tabla 3 de la norma ASTM-B602-88-2010.



La cantidad de bultos a inspeccionar se enmarcará en alguno de los siguientes casos de revisión, aplicándose los criterios asociados a cada caso:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| N° | Caso de revisión | Piezas en bultos | Tipos de bultos | Criterio de revisión |
| 1 | En un mismo embarque, existen bultos con distintos tipos de piezas | Distintas | Distintos | Realizar la inspección de todos los tipos de pieza con una revisión mínima del 20% del total de bultos del embarque |
| 2 | En un mismo embarque, existen bultos conformados por iguales tipos de piezas y distintos tipos de bultos | Iguales | Distintos | Realizar la inspección de todos los tipos de bultos con una revisión mínima del 20% del total de bultos del embarque |
| 3 | En un mismo embarque, existen bultos conformados por iguales tipos de piezas e iguales tipos de bultos | Iguales | Iguales | Realizar la inspección de al menos el 20% del total de bultos del embarque |

# PRUEBAS DE ADHERENCIA

A continuación, se presentan los criterios de aceptación para las pruebas de adherencia que garantizan esta propiedad, luego del proceso de galvanizado en caliente:

* Sobre el material galvanizado se debe realizar una X con un cuchillo afilado ejerciendo considerable fuerza. La X debe realizarse alejada de los bordes y de las perforaciones que pudiera tener el elemento galvanizado. El ángulo interior debe estar entre los 30 y 45 grados. La X debe ser realizada con ayuda de una guía metálica (regla) para evitar curvaturas en su ejecución.
* El corte debe ser ejecutado una única vez por línea. Estará prohibido repasar el corte.
* Introduciendo la punta del cuchillo en el centro de la X, se debe ejercer palanca una única vez.
* Si se observan desprendimientos en el elemento galvanizado como los mostrados en el anexo “Criterio de aceptación y rechazo”, se deben realizar dos pruebas adicionales en los otros dos testigos del mismo elemento. Si luego de realizar estas tres muestras, dos de ellas presentan rechazo, no importando el grado, según anexo “Criterio de aceptación y rechazo”, entonces se considerará como pieza rechazada.
* Si la pieza está aceptada, pero tiene desprendimientos menores, se debe reparar con pintura rica en zinc.
* Para el método de selección y número de los especímenes de prueba por lote, aplicará lo estipulado en la Tabla 3 de la norma ASTM-B602-88-2010.

Como criterio de aceptación y rechazo, se debe considerar como número aceptable de especímenes rechazados por lote, lo establecido en la tabla 3 de la ASTM-B602-88-2010

# EMBALAJE, ACOPIO Y TRANSPORTE

En caso de embalaje sobre contenedor, éstos deberán ser de apertura superior, para asegurar la revisión por parte de la inspección y la facilidad de carga y descarga.

El Fabricante deberá embalar los diversos elementos del suministro de modo que no sufran deformaciones ni daños durante el acopio y transporte. Para evitar el contacto entre piezas terminadas (galvanizadas) se deberá colocar un cordel trenzado plástico de diámetro mínimo 8 mm entre cada una de las piezas, cuando estas se apilen una sobre otra, para evitar la aparición de moho blanco.

En el caso de piezas pequeñas, como las planchas PL de conexión, también se debe utilizar el cordel de separación y además deben estar puestas dentro de un cajón metálico, forrado con una tela que evite el daño por fricción entre el cajón y las piezas.

Se deberá incorporar un 5% adicional de pernos junto al embalaje de cada estructura.

Todos los paquetes, pallets, barriles, cajas y otros recipientes deberán estar claramente etiquetados en 2 extremos o lados con al menos la siguiente información:

* Tipo de estructura o componente
* Detalle de las piezas en el bulto: tipo y cantidad
* Número de bulto
* Peso del bulto

Todos los bultos con material galvanizado se deben almacenar y transportar sobre madera, tanto dentro como fuera de la Fábrica.

En el caso de las piezas largas, éstas deben ir en el sentido longitudinal del contenedor.

El Fabricante proveerá listas de empaque (packing list) previo al embarque, e información de todos los medios de transporte involucrados.

Los bultos serán tales que sea imposible extraer elementos sin abrirlos completamente. El peso máximo de cada bulto será de 1500 kg. Los perfiles más grandes se atarán con flejes galvanizados o aluminizados y tendrán alambre galvanizado de diámetro mínimo 3 mm pasados por agujeros extremos de todos los perfiles.

Para facilitar un proceso ordenado de despacho, recepción y descarga en destino, las entregas tendrán una secuencia lógica a ser acordada con el cliente. Asimismo, el embalaje será por torre individual o por piezas similares, según se establezca de común acuerdo.

Los pesos de las piezas serán calculados de acuerdo con el AISC S303-5 (Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges). Según corresponda, el fabricante incluirá el peso de:

* Todas las piezas
* Todos los bultos
* Todas las estructuras completas por tipo y altura.

En caso de fabricación en el extranjero los embalajes de madera deberán cumplir con la resolución N° 133 del Ministerio de Agricultura que establece regulaciones cuarentenarias para el ingreso de embalajes de madera. Esta regulación fue modificada por resolución N° 2859.

El embalaje y el método de transporte deberán ser sometidos a la revisión, comentarios y aprobación por parte del cliente antes de ser recibidos.

# RECEPCIÓN EN FÁBRICA

El cliente emitirá un certificado de recepción provisional del suministro. Esta recepción provisional no exime de responsabilidad al fabricante en caso de detectar cualquier defecto de fabricación en las etapas de montaje o puesta en servicio.

# DOSSIER DE CALIDAD

El Dossier de calidad deberá ser entregado junto con la oferta técnica del Fabricante.

## PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS QUE DEBERÁ CUMPLIR EL FABRICANTE.

* Control de materias primas
* Pre tratamientos mecánicos (material en negro)
* Procedimiento para desengrase.
* Procedimiento de decapo
* Procedimiento de neutralizado
* Galvanizado
* “Fijado” (último proceso luego del galvanizado)
* Registro del control interno (protocolos) del fabricante por cada proceso antes indicado
* Certificado de tercera parte del baño de zinc, donde se muestren las concentraciones de zinc y las temperaturas registradas.

## CERTIFICADOS DE CALIDAD HOMOLOGADOS POR LABORATORIOS CHILENOS SEGÚN CORRESPONDA

* Aceros
* Planchas
* Pernos
* Galvanizados

## PACKING

* Listado de bultos detallado en Excel
* Tipos de piezas que componen cada bulto
* Peso de cada bulto

# GARANTÍA

El Fabricante deberá entregar una garantía de al menos 36 meses desde la entrega del material en fábrica o bien 24 meses desde la puesta en marcha del Proyecto en el que están siendo utilizadas las estructuras, lo que se cumpla primero.

## ANEXO HOJA DE CARACTERISTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS



## ANEXO EJEMPLO PROTOCOLO ARMADO DE PRUEBA



## ANEXO EJEMPLO PROTOCOLO CONTROL GALVANIZADO

### Control de espesores



### Control de adherencia



## ANEXO CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO (ADHERENCIA)

### Prototipos de rechazo





### Prototipos de aceptación





## ANEXO EJEMPLO PROTOCO INSPECCIÓN ELEMENTOS TERMINADOS



## ANEXO EJEMPLO PROTOCOLO PACKING LIST



## ANEXO CRITERIOS PARA INSPECCIÓN DE ARMADO DE PRUEBA

| **Detalle a Controlar** | **Descripción** | **Acción** |
| --- | --- | --- |
| Interferencia de piezas | Verificar que las piezas cuenten con los recortes adecuados, con el fin de que no interfieran los extremos de éstas. | De no existir los recortes, proponer recortes en inspección. |
| Largo total de piezas | Verificar que las piezas cuenten con las dimensiones especificadas en el plano y lista de materiales. | Evaluar, si es error de fábrica, pedir el cambio. Si la medida indicada en el plano es insuficiente, proponer el cambio. |
| Largos parciales | Verificar dimensiones entre perforaciones o cualquier dimensión que sea especificada en el plano. | Evaluar, si es error de fábrica, pedir el cambio. Si la medida indicada en el plano es insuficiente, proponer cambio. |
| Diámetro de perforaciones | Verificar que las perforaciones correspondan a los pernos especificados. | Evaluar, si es error de fábrica será necesario agrandar las perforaciones o fabricar nuevamente la pieza. Si la medida indicada en el plano es errónea, proponer cambio. |
| Dimensiones entre las perforaciones de placa base | Verificar las dimensiones entre las perforaciones de la placa base. | Evaluar dimensiones de acuerdo a tolerancias. |
| Dimensiones entre cantoneras en placas base | Esta medición se puede realizar utilizando como referencia, los bordes a la placa base y las dimensiones entre las perforaciones de pernos de anclaje. | Evaluar si la diferencia se debe al poco apriete de los pernos. Pedir apretar los pernos y cuadrar. Si aun así no coincide, buscar la pieza que falla. |
| Dimensiones entre perforaciones de anclaje de equipo | Verificar que las dimensiones correspondan con lo indicado en plano de estructura (placa de soporte de equipo). | Buscar la falla para pedir la corrección. |
| Dimensiones entre perforaciones de anclaje de equipo. Caso desconectadores horizontales. | Verificar que las dimensiones correspondan con lo indicado en plano de estructura (placa de soporte de equipo). | Evaluar. Si la diferencia se debe al poco apriete de los pernos, pedir apretar los pernos y cuadrar. Si aun así no coincide, revisar si la falla se debe a una mala escuadría de la canal o un eje mal trazado en la misma canal. |
| Verificar estado de perforaciones | Verificar que las perforaciones no poseen virutas de acero y que no se encuentran cónicas. | Si se posee guantes revisar con tacto, si no, solo realizar inspección visual. Pedir limpieza. |
| Verificar estado de soldaduras del marco | Verificar que los elementos a unir no se encuentren demasiado separados (más de 2mm), ya que esta diferencia provocará que se rellene solo con material de soldadura. | Realizar inspección visual y si es necesario medir. |
| Verificar cordones de soldadura | Verificar que no sea grosero, es decir, que sea continuo en toda su extensión, que no se encuentre limado al extremo y/o que no posea porosidades. | Si el cordón se encuentra en buen estado y solo posee porosidades, introducir un alambre o un alfiler y verificar su profundidad. No debe ser mayor a la cuarta parte del espesor del cordón. Evaluar si esto se repite y en qué porcentaje. |
| Verificar perfiles | Verificar que las escuadrías correspondan | Verificar que cumplan la nomenclatura y sus ángulos. |
| Verificar diámetro, largo y agarre de pernos | Verificar que los pernos poseen el largo adecuado y que el hilo no se encuentra en el plano de corte. | Realizar inspección visual. |
| Verificar altura de caja de maniobra | Verificar que la altura de la caja de maniobra se encuentra de acuerdo a lo indicado en el plano. | Si la medida no es adecuada, evaluar una solución simple y proponerla. |
| Verificar dimensiones entre perforaciones de cajas de maniobra | Verificar dimensiones entre perforaciones. | Verificar que las distancias correspondan a la medida indicada en los planos. |
| Verificar diámetro de perforaciones de caja de maniobra | Verificar diámetro de perforaciones, de acuerdo a plano. | Verificar que las distancias correspondan a la medida indicada en los planos. |
| Verificar existencia y posición de escalines | Verificar que están de acuerdo a plano, y que estos no interfieren con el resto de las piezas. En caso de interferencia, crear solución de gousset en la misma inspección. | Evaluar si existen, si no existen, proponerlos en el momento. Si alguno interfiere, crear solución en el momento. |
| Verificar golilla soldada para grillete | En la viga, en el sector en donde va el grillete se coloca una golilla por lado y lado para evitar el juego de la ferretería. | Evaluar, si las golillas no existen, solicitarlas. Esto se puede obviar si la pieza que lo soporta posee un espesor de 15mm aprox. |
| Verificar paso entre diagonales | Verificar de acuerdo a plano | Rechazar la pieza en caso de no ser coincidente. |
| Verificar largo de viga | Verificar que posee el largo adecuado, aun cuando no sea el largo indicado en el plano. Verificar extremos en caso de tronco piramidal. | Verificar con plano de diseño, considerar las sumas de las cantoneras de viga en este punto y compararlo con la distancia entre pilares. Verificar que las cantoneras quedan con el largo adecuado |
| Verificar llegada de viga a pilar | Verificar que no existe interferencia entre pernos y que las piezas cuentan con los largos adecuados para la conexión. | Verifica interferencias, principalmente. Corroborar existencia de placas y restringir el abuso de pernos. Verificar perfiles con ángulos distintos a 90° |
| Verificar Marcos de conexión a viga y canastillo | Verificar las piezas que conectan a las piezas de la viga, las que conectan al cuerpo común y las que conectan al canastillo, de acuerdo a lo señalado a interferencia o abuso de pernos. | Verifica interferencias, principalmente. Corroborar existencia de placas y restringir el abuso de pernos. Verificar perfiles con ángulos distintos a 90° |
| Verificar que no exista abuso de pernos | Verificar que los puntos en donde existe una conexión importante de elementos, existan las placas adecuadas y no estén todos los elementos conectados a la misma pieza. | Verificar este punto en los nudos, evitar la conexión de muchos elementos en un mismo punto, sin la ayuda de una placa. |
| Verificar distancia a borde cortado | Verificar que exista la correspondiente distancia entre perforación y borde cortado. En perfiles no debiese ser inferior a 25 mm, en extremos de cantoneras 30 mm, en placas 30 mm. | Evaluar contrarrestando con información del plano. |
| Verificar gramiles | Verificar de acuerdo a plano. | Evaluar contrarrestando con información del plano. |
| Verificar que existan todos los elementos del plano | Verificar contrastando con el plano. | Evaluar contrarrestando con información del plano. Evaluar porque no existe, puede ser que el plano este malo. |
| Verificar que existan los elementos necesarios | Verificar que existan los elementos necesarios de acuerdo al proyecto, aun cuando estos no se encuentren en el plano | Evaluar si falta una pieza que no está incluida en el plano y es necesaria en el diseño. |
| Verificar la placa del canastillo de cable guardia | Verificar que las perforaciones sean concordantes con la ferretería necesaria. | Verificar con plano de diseño o plano de ferretería. |
| Verificar perforaciones para ferretería | Verificar que las perforaciones corresponden con el cable guardia o los anclajes | Verificar con plano de diseño o plano de ferretería. |