

1 | 2 | 3 | 4

A

A

B

B

C

C

D

D

E

E

F

F

EO	EMISIÓN ORIGINAL	18-12-2023	INTESAR	INTESAR	INTESAR	INTESAR
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	PROYECTÓ	EJECUTÓ	REVISÓ	VERIFICÓ

LISTA DE REVISIONES

COMITÉ DE ADMINISTRACIÓN DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELÉCTRICO FEDERAL

PROYECTO:  INTEGRACIÓN ELÉCTRICA SUR ARGENTINA S.A.	AMPLIACIÓN LÍNEA DE ALTA TENSIÓN 220kV Y 132kV ENTRE ALUMBRERA Y BELÉN Y NUEVAS ESTACIONES TRANSFORMADORAS EL EJE Y BELÉN, EN LA PROVINCIA DE CATAMARCA
SUPERVISIÓN: 	

NOMBRE		FECHA	OBRA: LAT 220kV ET ALUMBRERA – ET EL EJE LAT 132kV ET EL EJE – ET BELÉN Estructuras metálicas Especificación Técnica		
PROYECTÓ	INTESAR	18-12-2023			
EJECUTÓ	INTESAR	18-12-2023			
REVISÓ	INTESAR	18-12-2023			
VERIFICÓ	INTESAR	18-12-2023			
ARCHIVO:	ARCHIVO	ISO (E) 	EISA 028		
ANTECEDENTES:	HOJA	ESCALA	FORM.	PLANO Nº	REV.
ANTECEDENTES	1/73	S/E	A4	L-ALUBEL-2-01-T-ET-001	EO

1 | 2 | 3 | 4

INDICE

1 OBJETO	3
3 NORMAS TÉCNICAS	4
4 INGENIERIA DE PROYECTO.....	5
5 MATERIALES.....	26
6 TECNOLOGÍA DE FABRIC. - PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	29
7 ELEMENTOS DE UNIÓN.....	36
8 PROTECCIÓN ANTICORROSIVA.....	37
9 GESTIÓN DE LA CALIDAD	42
11 MANIPULACION, EMBALAJE Y TRANSPORTE DE REMESAS	69
12 PDTG - ESTRUCTURAS METALICAS.....	72

1 OBJETO

Las presentes Especificaciones Técnicas tienen por objeto definir los lineamientos para el suministro de estructuras metálicas. Dicho suministro deberá ser concordante con los valores de las respectivas Planillas de Datos Técnicos, incluidas en el pliego

Las estructuras metálicas reticuladas a suministrar por el CONTRATISTA obedecerá a las presentes Especificaciones Técnicas que tienen por objeto definir los lineamientos de proyecto, documentación técnica a presentar, normas técnicas básicas, condiciones de servicio, materiales componentes, procesos de fabricación, características técnicas, inspecciones, ensayos y condiciones de recepción, embalajes, almacenamientos y transporte para el suministro de estructuras metálicas y accesorios que sean de provisión del CONTRATISTA. Dicho suministro deberá ser concordante con los valores de las respectivas Planillas de Datos Técnicos Garantizados que surjan de la oferta.

El CONTRATISTA quedará obligada a cumplir o mejorar los datos que garantice en su oferta.

2 ALCANCE DEL SUMINISTRO

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados.

Todas las estructuras de suspensión y angulares, deberán proyectarse para sostener los conductores con sus cadenas de aisladores, cable de guardia y todos los accesorios necesarios bajo los requerimientos establecidos en estas condiciones técnicas.

Para los vértices y emplazamientos donde se requieran condiciones especiales, se emplearán estructuras de retención angular tipo RA. Para estas estructuras deberán proveerse extensiones adecuadas de cuerpos y patas para obtener variaciones uniformes de altura cada 1,0 m

El proyecto y tecnología de fabricación de las estructuras deberá ajustarse a los requerimientos de estas condiciones técnicas y a las técnicas más recientes en la materia, dándose especial atención a los diseños y metodología de fabricación que permitan reducir los tiempos y costos de montaje.

El suministro deberá incluir, como mínimo, lo siguiente:

Proyecto

Materiales de incorporación

Materiales de consumo

Mano de obra

Equipamiento e instrumental

Tratamientos anticorrosivos

Controles de calidad de la producción

Ejecución de los ensayos de rutina y de remesa

Ensayos de prototipos

Embalajes

Estibas y almacenamiento

Movimientos de carga y transporte a obra.

Deberá considerarse dentro del suministro toda la elaboración de la documentación técnica requerida, la cual deberá desarrollarse de acuerdo a lo indicado en el Apartado 4 de esta Sección.

También formarán parte del suministro los pies de fundación (stubs) para las torres.

Todos los tipos de estructuras incluirán puntos de sujeción o fijación, permanentes o transitorios, para cadenas de aisladores, accesorios, para cable de guardia, carteles de señalización e identificación (peligro, número de piquete, etc.), accesorios para mantenimiento con y sin tensión, como así también los necesarios para el montaje y posterior izaje de las estructuras.

Los componentes del suministro deberán proporcionar, para todas las condiciones de operación previstas, un servicio adecuado y seguro.

En general, deberá incluirse en el suministro todo aquello que fuere necesario para un correcto montaje y servicio de las estructuras suministradas, aun cuando no estuviera indicado explícitamente en la presente especificación.

3 NORMAS TÉCNICAS

El suministro de estructuras estará regido por las presentes condiciones técnicas, las cuales se complementarán con las bases y principios sustentados por las Normas o Publicaciones mencionadas en la presente Sección.

Al respecto, se deberá tener en cuenta lo siguiente:

De la Edición –

Será la última vigente a la fecha de llamado a licitación.

De las Diferencias –

De existir diferencias entre lo expresado por las presentes condiciones técnicas y lo mencionado por las normas, prevalecerán los criterios de las primeras.

De los Sistemas de Unidades –

Cuando las normas contengan tablas con unidades inglesas, se podrá utilizar las equivalencias correspondientes para obtener valores métricos.

4 INGENIERÍA DE PROYECTO

La información contenida en los planos de estructuras incluidas en los planos del pliego, es solamente a título ilustrativo para que se desarrolle un proyecto de detalle del cual se derive una provisión coordinada con los demás suministros de la línea y acorde a los fines buscados.

Sobre la base de esta información el CONTRATISTA deberá ejecutar el proyecto de detalle y tendrá, de acuerdo a su propia metodología constructiva plena libertad en la concepción del diseño y en la selección de materiales en cuanto no contradiga a lo expresado en la presente especificación y no modifique la esencia del proyecto básico.

El CONTRATISTA asumirá la total responsabilidad por el proyecto de las estructuras y por el cumplimiento de los términos establecidos en este Pliego.

Proyecto Básico

El Oferente deberá preparar su propuesta considerando un ante Proyecto donde tenga en cuenta los siguientes detalles que se dan de referencia:

Material: Acero

Disposición: Triangular equilátera, con la ménsula superior desfasada de la inferior para evitar que el desprendimiento de hielo la perjudique. Ménsula para el cable de guardia. En el caso de doble terna, tendrá tres crucetas de diferentes longitudes para los conductores de Al/Ac y cruceta para los dos cables de guardia.

En la presentación, el Oferente deberá presentar las siguientes definiciones:

Longitud mínima de las ménsulas (estructuras autoportantes)

Apertura de las estructuras autoportantes a nivel piso

Alturas libres sobre el terreno, rutas, caminos, líneas, FFCC

Cargas y vientos mínimos sobre estructuras, según el punto 13 de la presente Sección.

El CONTRATISTA coordinará los distintos proyectos de modo que todas las estructuras de igual tipo para sus distintas variantes en altura, aún de diferentes fabricantes de estructuras, tengan el mismo pie de fundación (stub) de modo que se garantice su intercambiabilidad.

Proyecto de Detalle

Generalidades

El CONTRATISTA realizará, entregará y someterá a la aprobación del CONTRATANTE las memorias de cálculo, los planos de taller y de montaje, cómputos, planillas, especificaciones complementarias de fabricación o montaje y toda tarea de ingeniería que sea necesaria.

El CONTRATISTA realizará el diseño de detalle y cálculo de las uniones, chapas de nudo y todos los elementos de fijación que posea la estructura.

El proyecto de detalle tenderá a la sencillez constructiva, la facilidad de montaje y poseerá la mayor cantidad posible de piezas comunes.

Las cavidades que puedan acumular agua estarán provistas de agujeros de drenaje de diámetro adecuado.

Se utilizarán perfiles formando secciones simples o compuestas. Las placas de unión, bulones, tuercas y todo el material será galvanizado por inmersión en caliente.

Para una misma estructura, los perfiles de igual escuadría no podrán ser de distinta calidad.

Documentación para la Provisión

Los planos de montaje junto a la especificación técnica correspondiente, aportarán toda la información requerida para el correcto ensamble y/o erección de las estructuras.

Dicha documentación deberá contener la siguiente información:

Esquemas en simple trazo de las estructuras, indicando los sectores en que está dividida —incluyendo extensiones para variantes en altura si corresponde— y el número de los planos en que se detallan.

Dimensiones generales de las estructuras.

Tabla de pesos de los distintos sectores y del total de cada estructura, incluyendo bulones, chapas y sobrepeso por galvanizado.

Detalle de los puntos de posible utilización para el izaje en forma de sectores separados o unidos entre sí.

Notas aclaratorias:

La especificación técnica de montaje describirá la metodología a emplear, la secuencia operativa, la descripción de los equipos requeridos y sus capacidades y, en general, cualquier otra información necesaria para ejecutar correctamente dicha operación.

Para las estructuras que se vinculen a la fundación mediante “stubs”, el CONTRATISTA requerirá de su proveedor todos los datos necesarios para la confección de las plantillas de montaje.

Especificaciones para el Diseño

Consideraciones generales de diseño

La forma y configuración de las estructuras estará de acuerdo con la presente especificación.

Solo se admitirán optimizaciones que incorporen soluciones que hayan sido experimentadas satisfactoriamente en líneas ya construidas de similares características.

Todas las estructuras serán verificadas para todas las combinaciones de extensiones de patas y de cuerpo.

Las extensiones de patas se deberán poder conectar tanto al cuerpo como a todas las extensiones de cuerpo del tipo de estructura para la cual fueron diseñadas. Todas las extensiones de patas serán intercambiables y diseñadas para cualquier combinación de longitud de patas.

Arrostramientos y marcos de rigidez.

Se proveerán marcos de rigidez horizontales en la parte superior de las patas y en la cintura de las estructuras.

Si fuera necesario para rigidez, estabilidad u otras razones se proveerán marcos de rigidez adicionales en las secciones adecuadas.

Cargas

Para todas las hipótesis de cargas y combinaciones indicadas en el punto 13 de la presente Sección, se deberá efectuar el cálculo estático de las estructuras para determinar los esfuerzos máximos en las barras y las reacciones máximas de las fundaciones.

Las cargas serán las descritas en el punto 13 y se aplicarán los coeficientes de mayoración respecto a la fluencia del material establecidos en el mismo.

Los cálculos deberán tener en cuenta el peso propio de las estructuras o componentes que no estén incluidos en las cargas indicadas.

La carga de viento sobre las estructuras de la línea será una función del coeficiente de fuerza del área expuesta al viento y de la presión que ejerce sobre una superficie plana, según se describe en el punto 13 de esta Especificación.

Para el cálculo, las cargas de viento se pueden considerar como varias cargas concentradas, aplicadas en cantidad razonable de nudos simétricos.

Las estructuras de suspensión deberán ser diseñadas para un ángulo de desvío máximo de 2° con el vano nominal.

La CONTRATISTA deberá prever las cargas producidas por las distintas posibilidades de montaje de la estructura, y verificar todos los elementos de ésta con un coeficiente de seguridad mínimo de 1,5.

Todas las barras, excepto las verticales, serán de sección suficiente como para soportar 125 daN sin deformación permanente. Esta carga será independiente de todos los otros requerimientos de carga y se aplicará verticalmente en el punto que produzca la mayor sollicitación en la barra.

Todas las barras redundantes serán dimensionadas para soportar una carga de tracción o compresión de no menos del 2% de la carga en la barra arriostrada por ellas, además no superarán las esbelteces límites especificadas.

Metodología de cálculo de los elementos estructurales

Significado de los términos utilizados

En estas Especificaciones Técnicas, para designar los términos (dados en daN y cm) que se utilizan en las fórmulas de cálculo, se emplea la siguiente

nomenclatura:

Elementos: Piezas de la estructura que no admiten más división, tales como tuercas, arandelas, chapas, etc.

Componentes: Conjuntos estructurales como por ejemplo crucetas, brazos, cuerpo, extensión de cuerpo, patas y stubs (perfiles empotrados).

Altura nominal de la estructura: Distancia vertical que existe entre la parte superior de la fundación (en terreno horizontal) hasta el eje baricéntrico del dispositivo de fijación de la cadena de aisladores ubicado en la cara inferior de la cruceta.

L = Longitud sin apoyo de una barra, sin modificar por las condiciones de fijación en los extremos.

b = Ancho total del ala de un perfil ángulo.

b' = Ancho libre efectivo del ala de un perfil ángulo, medido desde el lado exterior hasta el borde de la curvatura interna de laminación.

r = Radio de giro del perfil, relacionado con el plano de pandeo en estudio.

t = Espesor del material medido en su parte media (perfil o cartela).

(b'/t) = Relación entre el ancho libre efectivo y el espesor

(b'/t)_{lim} = Relación entre el ancho libre efectivo y el espesor, por encima del cual se deben realizar correcciones a las fórmulas de compresión por la posibilidad que se produzca el pandeo local de la pieza.

(b''/t)_{máx} = Máxima relación aceptada entre el ancho libre y el espesor, que para esta especificación es de VEINTE (20) para cordones de ménsulas y patas de estructuras y de VEINTICINCO (25) para el resto de las barras.

E = Módulo de elasticidad del material E = 2 030 000 daN/cm² para las barras y chapas de acero utilizadas en el proyecto.

K = Factor de empotramiento o factor de longitud efectiva.

Fa = Tensión de compresión axial admisible (de comparación).

fa = Tensión de compresión real.

Fb = Tensión de flexión admisible (de comparación).

fb = Tensión real por flexión.

Ft = Tensión de tracción axial admisible (de comparación)

Fe = Tensión de Euler (de comparación).

$$F_e = \frac{PI^2 * E}{(K * L/r)^2}$$

Esbeltez a partir de la cual la tensión admisible de compresión es independiente del tipo de material.

$$C_c = PI * (2 * E / Fy)^{0,5}$$

Fr = Tensión de rotura garantizada del material.

Fy = Mínima tensión de fluencia garantizada del material.

Fp/fp = Tensión de aplastamiento admisible y real respectivamente, en el vástago del bulón o paredes del agujero.

Fv = Tensión de corte admisible.

fV = Tensión real de corte.

Ftv = Tensión admisible de tracción para una tensión de corte dada.

P = Compresión axial real.

Pa = Compresión axial admisible.

Pex = Carga crítica de Euler para el pandeo en el plano de lx (respecto al eje "x")

$$P_{ex} = \frac{PI^2 * E * I_x}{(K_x * L_x)^2}$$

Pey = Carga crítica de Euler para el pandeo en el plano de ly (respecto al eje "y").

$$P_{ey} = \frac{PI^2 * E * I_y}{(K_y * L_y)^2}$$

Ix, Iy = Momentos de inercia respecto de los ejes "x" e "y". respectivamente.

Kx * Lx = Longitudes de pandeo efectivas respecto al eje "x"

Ky * Ly = Longitudes de pandeo efectivas respecto al eje "y".

M_x, M_y = Momentos flectores alrededor de los ejes “x” e “y”, respectivamente.

A = Area bruta o nominal; es la sumatoria de los productos de espesor y ancho bruto medidos normalmente al eje de la barra, o normal a la dirección de la resultante de las fuerzas para el caso de cartelas.

A_n = Area neta; es la sección bruta deducida la sección de los agujeros.

Para el cálculo de la tensión en barras, el área neta no podrá ser mayor al 85% de la sección bruta.

D_t = Sección a descontar por la existencia del agujero, igual al producto $D \cdot t$.

d = Diámetro del bulón.

D = Diámetro del agujero a utilizar para determinación de la sección neta.

$D = d$ (mm) + 1,5 mm para agujeros taladrados.

$D = d$ (mm) + 3,5 mm para agujeros punzonados.

s = Espaciamiento longitudinal (paso) entre dos agujeros consecutivos cualesquiera.

g = Espaciamiento transversal entre dos agujeros consecutivos cualesquiera (gramil)

Cálculo de los elementos

Las estructuras serán proyectadas de modo que las tensiones en las diferentes secciones y uniones producidas por las combinaciones más desfavorables de cargas, mayoradas por los coeficientes correspondientes a cada hipótesis no superen las tensiones de comparación que se indican a continuación:

Barras sometidas a esfuerzos de tracción:

a1) Cálculo de la sección neta en uniones abulonadas en ambas alas

La tensión de tracción se considerará uniformemente repartida en la sección neta; para bulones dispuestos en zíg-zag o tresbolillo, la sección neta se calculará de la siguiente manera:

Se restará a la sección bruta la suma de los diámetros multiplicados por el espesor de todos los agujeros en cualquier recorrido que atraviese la pieza, y sumando para cada espacio de gramil, en ese recorrido, la cantidad:

$$\frac{S^2 * t}{4 * g}$$

En consecuencia:

$$A_n = A - \text{Sumatoria } (D * t) + \text{Sumatoria } \left(\frac{S^2 * t}{4 * g} \right)$$

De todas las cadenas posibles de agujeros, deberá considerarse la que tenga sección neta más pequeña y ubicada en la zona donde la barra posea aproximadamente el CIENTO POR CIENTO (100%) de la carga. La sección neta así calculada no podrá ser mayor del 85% de la sección bruta. Para perfiles ángulos el ancho bruto será la suma de los anchos de las alas menos el espesor.

La separación (gramil) entre agujeros que estén en las alas opuestas será la suma de las distancias hasta la arista común de ambas alas menos el espesor.

a2) Cálculo de la sección neta en uniones abulonadas en solo un ala del perfil

Se diseñarán sobre la base de la sección neta. La tensión de comparación será la tensión de fluencia del material $F_t = F_y$.

Si se usan perfiles ángulos de alas desiguales y se conectan mediante el ala corta, el ancho neto será determinado como para un perfil de alas iguales, utilizando las dimensiones del ala corta para ambas alas.

Uniones :

Para 1 solo bulón $A_n = 0,50 A - D * t$

Para 2 bulones $A_n = 0,60 A - D * t$

Para 3 bulones $A_n = 0,70 A - D * t$

Para 4 bulones $A_n = 0,80 A - D * t$

Para 5 bulones $A_n = 0,90 A - D * t$

Para más de 5 bulones $A_n = A - D * t$

Debiendo en todos los casos verificarse que $A_n \leq 0,85 A$

Barras sometidas a esfuerzos de compresión

Se dimensionarán sobre la base de la sección bruta o nominal y la tensión

comparativa para una barra cargada axialmente estará dada por las siguientes expresiones:

Expresiones para determinar la tensión de comparación de piezas comprimidas

Para valores de

$$b1) \quad \text{Caso 1: } (b'/t) \leq (b'/t)_{\text{lim}} = \frac{670}{F_y^{0,5}}$$

Fy se expresa en daN/cm²

tendremos:

para $K*L/r < Cc$

$$Fa = \left[1 - \frac{1}{2} * \frac{(K * L/r)^2}{Cc^2} \right] * F_y \quad (2)$$

$$\text{siendo } Cc = \pi * (2 * E/Fy)^{0,5} \quad (1)$$

para $K*L/r > Cc$

$$Fa = Fe = \pi^2 * E / (K * L/r)^2$$

$$b2) \quad \text{Caso 2: } 670/(Fy)^{0,5} < (b'/t) < 1200/(Fy)^{0,5}$$

se reemplaza el valor de Fy de las ecuaciones Nos. (2) y (1) por el valor de Fcr dado por la siguiente expresión:

$$F_{cr} = \left[1,677 - 0,677 * \frac{b'/t}{(b'/t)_{\text{lim}}} \right] * F_y$$

$$b3) \quad \text{Caso 3: } 1200/(Fy)^{0,5} < (b'/t) < 25$$

se reemplaza el valor de Fy de las ecuaciones Nos. (2) y (1) por el valor de Fcr dado por la siguiente expresión:

$$F_{cr} = 688\,000 / (b'/t)^2$$

Determinación del K*L/r efectivo para distintos tipos de barras

Los valores de K*L/r para componentes del reticulado de la estructura son los siguientes:

Para las barras con conexiones de bulones en ambas caras se puede considerar

la carga centrada, $K = 1$.

Demás barras de compresión con esbeltez L/r de hasta CIENTO VEINTE (120) inclusive:

1) Para barras con cargas concéntricas en ambos extremos de su longitud libre:

$$K \cdot L/r = L/r$$

2) Para barras con cargas concéntricas en un extremo y excentricidades típicas de reticulado en el otro extremo de su longitudinal libre:

$$K \cdot L/r = 30 + 0,75 \cdot L/r$$

3) Para barras con cargas con excentricidades típicas de reticulado en ambos extremos:

$$K \cdot L/r = 60 + 0,5 \cdot L/r$$

Demás barras con esbeltez L/r mayores de CIENTO VEINTE (120):

4) Barras sin restricción a la rotación en ambos extremos de su longitud libre:

$$K=1 \quad \text{si} \quad 120 < L/r < 200$$

5) Para barras parcialmente restringidas contra la rotación en un extremo de su longitud libre:

$$K \cdot L/r = 28,6 + 0,762 \cdot L/r, \quad \text{si} \quad 120 < L/r < 225$$

6) Para barras parcialmente restringidas contra la rotación en ambos extremos de su longitud libre:

$$K \cdot L/r = 46,2 + 0,615 \cdot L/r, \quad \text{si} \quad 120 < L/r < 250$$

Para las barras redundantes: $K \cdot L/r = L/r$, si $0 < L/r < 120$

7) Para barras sin ningún tipo de restricciones al giro en ambos extremos de su longitud libre:

$$K \cdot L/r = L/r, \quad \text{para} \quad 120 < L/r < 250$$

8) Para barras parcialmente restringidas contra rotación en un extremo de su longitud libre:

$$K \cdot L/r = 28,6 + 0,762 \cdot L/r, \quad \text{para} \quad 120 < L/r < 290$$

9) Para barras parcialmente restringidas contra la rotación en ambos extremos de su longitud libre:

$$K*L/r = 46,2 + 0,615 * L/r, \text{ para } 120 < L/r < 330$$

Una conexión compuesta por un solo bulón, ya sea en el extremo o en su punto intermedio, no será considerada capaz de restringir la rotación del nudo. Se considerará que una conexión ofrece una restricción parcial contra la rotación, si la misma está diseñada de modo de disminuir al máximo los esfuerzos adicionales y si las barras del reticulado, al cual la misma se encuentre conectada, poseen la rigidez de flexión necesaria para impedir la rotación del nudo.

Barras sometidas a esfuerzos de flexión

Sobre las fibras extremas $F_b = F_y$

Barras sometidas a esfuerzos de compresión con flexión simultánea en ambos ejes:

Se deberá satisfacer la siguiente expresión

$$\frac{P}{Pa} + \frac{Mx}{Max} * \frac{1}{1 - \frac{P}{Pex}} + \frac{My}{May} * \frac{1}{1 - \frac{P}{Pey}} \leq 1$$

donde:

Max = Momento admisible a flexión dirección x

May = Momento admisible a flexión dirección y

Uniones

e.1) Tensiones de aplastamiento:

Para los perfiles ó chapas la tensión última de aplastamiento se tomará como el menor valor de tensión, que resulte de aplicar las siguientes expresiones:

$$F_P = 2 \cdot F_Y$$

$$F_P = 1,50 \cdot F_r$$

Donde F_Y y F_r son las tensiones de fluencia y resistencia última a tracción de los elementos estructurales.

Para los bulones, la tensión última de aplastamiento se calculará con las siguientes expresiones, según sea el tipo de unión:

$F_P = 1,50 \cdot F_r$ (agujeros en chapas y perfiles de uniones estructurales normales).

$F_P = 1,35 \cdot F_r$ (agujeros para fijación de morsetería y agujeros con bordes biselados ó redondeados).

Donde F_r es la tensión de rotura a tracción del bulón empleado.

e.2) Tensión de corte en bulones, perfiles y chapas:

La tensión última de corte en chapas y perfiles será:

$$F_V = 0,57 \cdot F_r$$

La tensión última de corte en bulones será:

$$F_V = 0,62 F_r$$

Donde F_r es la tensión última de rotura a tracción, del componente metálico analizado.

e.3) Tensión de Tracción en Bulones.

$$F_t = F_y \cdot (\pi/4) \cdot (d - 0,974/n)^2$$

Siendo: d = Diámetro (cm)

n = número de filetes por cm de longitud del bulón

Tensión de tracción admisible para un bulón solicitado al corte:

$$F_{tv} \leq F_t \cdot [1 - f_v/F_V]^{0,5}$$

En la tensión real comparada no se computarán las tracciones debidas al ajuste de bulones, siempre y cuando éstas superen dicha tensión de ajuste.

Stubs

La carga de los stubs al hormigón será transferida totalmente a través de pernos y/o ángulos de traviesas, ubicados en el extremo inferior del mismo; la separación de las traviesas, no será inferior a dos veces el ancho de su ala.

La longitud exacta será proporcionada al fabricante de estructuras por el CONTRATISTA antes de la presentación al CONTRATANTE del proyecto de detalle de las estructuras.

La calidad de hormigón a considerar para el cálculo de las traviesas será la mínima especificada para las fundaciones.

Consideración de disposiciones especiales de barras de reticulado

Diagonales cruzadas a tracción—compresión

La intersección de diagonales cruzadas será considerada punto fijo siempre que las mismas estén unidas en el punto de cruce como mínimo, mediante un bulón de capacidad no menor al VEINTICINCO POR CIENTO (25%) de la carga máxima de la barra y que posea además suplementos de separación de espesor adecuado, de modo que cada diagonal quede contenida en el mismo plano; además la carga de la barra traccionada no deberá ser menor al CINCUENTA POR CIENTO (50%) de la carga de la barra comprimida.

Otros tipos de reticulado

Para el cálculo de $K \cdot L/r$ se emplearán las recomendaciones detalladas en la Norma ASCE Standard 10-97 (año 2000) "Design of Latticed Steel Transmission Structures".

Piezas compuestas formadas por dos o más perfiles simples unidos en forma discontinua por un reticulado triangulado o presillas aisladas abulonadas. La esbeltez de cada barra individual no deberá ser mayor a 50.

Cuando se usen presillas, las mismas deberán ser colocadas, por lo menos, en los tercios del largo total de pandeo y también en sus extremos si ambas barras no están unidas a la misma cartela del nudo.

Cada presilla será fijada a cada barra individual con, por lo menos, dos bulones de diámetro y separación tal que permitan absorber los esfuerzos de corte y momentos a que se halle sometida la misma.

No se permitirán presillas soldadas y, en el caso que la vinculación se realice con bulones comunes, la longitud de pandeo general se deberá incrementar en un 10%.

Se podrá eliminar la chapa de vinculación en el extremo de las barras, si éstas están conectadas con bulones comunes y si se cumple que la distancia entre el extremo de la barra y el eje de la primera presilla es menor al SETENTA Y CINCO POR CIENTO (75%) de la distancia existente entre los ejes de las demás presillas de vinculación.

Las barras comprimidas compuestas por dos perfiles angulares opuestos por el

vértice, serán calculadas solamente respecto del pandeo del eje material y las uniones deberán realizarse con presillas dispuestas alternativamente perpendiculares entre sí.

Las piezas compuestas de dos o cuatro perfiles colocados simétricamente respecto a las placas de unión de los nudos y a una distancia no mayor de tres veces el espesor del perfil, se podrán verificar como una barra maciza de características iguales a la de la barra compuesta, siempre que se verifique que la esbeltez de cada elemento individual no sea mayor a 15. En todos los casos se colocarán, como mínimo dos uniones intermedias entre apoyos.

Cuando $K \cdot L / r > 15$ se calcularán como piezas compuestas, con presillas solicitadas a esfuerzos de corte solamente; las presillas estarán formadas por una placa de unión con un mínimo de dos bulones M12, ubicados en la dirección de la sollicitación de compresión.

Para el cálculo de bulones de cualquier presilla se tomará un coeficiente adicional de 1.5 respecto de las capacidades últimas de corte y aplastamiento.

Los enlaces por celosía o presillas tendrán la resistencia suficiente para soportar esfuerzos transversales no menores al DOS POR CIENTO (2%) del esfuerzo total de la barra compuesta.

Diseño de barras y chapas

Anchos y espesores mínimos

Los espesores mínimos, en mm, serán los siguientes:

Alma de perfiles laminados U o I:4

Barras principales, cordones de crucetas comprimidas y cuernos de cable de guardia:4

Otras barras de la superestructura:4

Chapas de nudo:4,75

El espesor de las chapas de nudo que vinculen a una barra principal con barras del reticulado será mayor o igual al mayor espesor de las barras del reticulado conectadas, incrementado en 1.5 mm.

Perfiles empotrados en el hormigón:6,35

El mínimo ancho de las alas de perfiles ángulos de alas iguales o desiguales será de: 35

Máxima relación ancho efectivo—espesor:

cordones de ménsulas, vigas, y montantes de estructuras autoportantes:Ac St
52 $(b'/t) \leq 20$

resto de barras:Ac St 37 $(b'/t) \leq 25$

Esbelteces máximas

Barras de tracción:

Barras de tracción en cordones superiores de las ménsulas de la cruceta de las:

Estructuras: 300

Todas las otras barras de tracción: 350

Barras de compresión

Barras principales, cordones de vigas, crucetas y montantes de:

las estructuras: 150

Toda otra barra con tensión de compresión calculada: 200

Barras secundarias, sin tensión calculada (rompetramos): 250

Nudos y empalmes en general

Los nudos y empalmes serán proyectados de manera tal de no producir esfuerzos adicionales que resulten inadmisibles para las piezas que se vinculan.

En general se evitará el uso de chapas de nudo; en caso de ser necesarias, su tamaño será el mínimo compatible con la magnitud de las cargas puestas en juego, es decir que las mismas deberán ser compactas.

En caso de que la intersección de las líneas de gramil de las piezas conectadas a una barra principal no coincida con su eje baricéntrico, o que exista excentricidad en nudos por cualquier otra causa, se presentará junto con los planos constructivos la verificación de la sección en cuestión, teniendo en cuenta los esfuerzos adicionales de flexión debidos a la excentricidad del diseño.

Los empalmes de cordones estarán próximos a los nudos de las diagonales pero sin coincidir con éstos.

Los puntos de empalme del stub con la superestructura estarán por encima del nudo de las diagonales principales.

En el diseño de los elementos de unión se tratará que los bulones, cuyo eje se encuentre en posición preponderantemente horizontal, se ubiquen con sus cabezas del lado interior de la estructura y los de posición vertical con su cabeza hacia arriba.

En el caso de vinculaciones de superficies no coplanas se realizarán dobladuras en correspondencia con la zona adyacente a la de apriete de los bulones en perfiles o chapas de modo de garantizar un perfecto contacto superficial de los elementos vinculados.

Se podrán admitir excepciones de pequeña magnitud en barras secundarias siempre que se demuestre la ausencia de perjuicio.

Cuando sean necesarios separadores en más de un bulón adyacente se utilizará una placa de separación.

Con el objetivo de facilitar el montaje y lograr una adecuada distribución de las cargas en cada bulón, se cuidará que las uniones no presenten un número excesivo de elementos superpuestos, no admitiéndose en cada barra empalmada más de cinco bulones ubicados sobre una misma línea de gramil.

Los empalmes de montantes y cordones de vigas se preferirán realizados con cubrejuntas de corte o doble, se dejará una luz teórica mínima de 10 mm entre los extremos de los perfiles a unir y se utilizarán como mínimo dos bulones en cada ala de los mismos.

Se deberá chaflanar las aristas del ángulo interior del empalme de modo de garantizar el perfecto asiento de las caras de ambos perfiles.

Los gramiles de las piezas a empalmar deberán permitir el correcto abulonado de las piezas, considerando los máximos sobre espesores de laminación correspondientes a la escuadría del ángulo exterior.

El (o los) cubrejunta (s) mantendrán respecto de los perfiles angulares a empalmar, un juego adecuado para facilitar la correcta materialización del abulonado de la unión, no permitiéndose valores del huelgo relativo inferiores a 1 mm.

Las diagonales de hasta 6 metros de longitud no tendrán empalmes; por encima de los 6 metros se aceptará hasta un empalme que se hará por medio de cubrejuntas, con un mínimo de dos bulones por cara; no se admitirá reducción de las secciones de las barras.

Longitud de barras de tracción (cordones superiores de ménsulas)

Con el objeto de que las barras que se encuentren permanentemente traccionadas tomen carga sin deformaciones importantes para la estructura, las mismas se proyectarán más cortas que la longitud teórica necesaria; las barras de hasta 4,5 metros de largo se proyectarán 3 mm más cortas. Las barras de más de 4,5 metros se proyectarán 3mm más cortas más 0,5 mm por cada metro o fracción que exceda los 0,5 metros.

En el caso de que las barras estén empalmadas se preverá una reducción adicional de 1,5 mm por cada empalme.

La reducción realizada deberá ser perfectamente señalada en los planos constructivos y se distribuirá proporcionalmente a lo largo de toda la longitud de la barra, con la excepción de la reducción de los empalmes que se realizará en correspondencia con los mismos

Recortes

Los recortes en los extremos de barras deberán ser de extensión reducida y realizados de tal manera de cumplir con las distancias mínimas requeridas.

Con el objeto de no reducir en forma excesiva la rigidez fuera del plano del reticulado, no se permitirán recortes del ancho total del ala libre en barras importantes, y en barras secundarias se evitarán hasta donde sea posible.

Diseño de uniones

Criterios generales y características de los elementos de unión

En todas las uniones se utilizarán bulones de cabeza y tuerca hexagonal con arandela circular según Norma aplicada.

El diámetro mínimo de los bulones estructurales será de 12 mm (ó ½") y de clase no inferior a 5.6, con tuercas calidad 5, ambas según Normas DIN 267, DIN/ISO 898 (o a las normas ASTM A394, tipo 0, para el bulón; ASTM A563, grado A, para la tuerca y ASTM F436 para la arandela).

Todos los bulones (100%) una vez instalados en las torres, con sus tuercas y arandelas planas, ya controlados y ajustados con el torque final correspondiente, serán punzonados en dos puntos del primer filete debajo de la tuerca, para evitar se aflojen por vibraciones. Los puntos serán protegidos con un galvanizado en frío aplicado con un pincel, y siguiendo las indicaciones del fabricante del producto.

En las estructuras normales de línea se utilizarán, como máximo, dos diámetros

distintos para una misma estructura y no más de cuatro diámetros para la provisión de toda la línea.

En una cualquiera de las barras de un nudo se deberá utilizar solamente un diámetro de bulón.

En toda la provisión de bulones se deberá utilizar solamente una calidad de acero.

En general, en el proyecto de detalle no se admitirán bulones traccionados.

Las dimensiones de bulones, tuercas y arandelas se regirán por las normas DIN 7990, 555 y 7989, respectivamente; la calidad de la zona roscada responderá a la norma DIN 13 parte 20 calidad 6 h (ó a las normas: ASTM A394/A563/F436 y ANSI B.1.1/B.18.2.1/B.18.2.2).

Para la determinación del largo de los bulones de las estructuras se utilizará la tabla de apriete dada por la norma DIN 7990 (ó ANSI B18.2.1/B18.2.2 y ASTM A394); de ser conveniente, el CONTRATISTA podrá alterar la longitud roscada, que será común para cada diámetro. En este caso se hará una adecuación de la tabla de apriete que, previa aprobación del Contratante, será utilizada para determinar la longitud de bulones de toda la obra.

La longitud de bulones se calculará con la longitud nominal de apriete; para los casos en que el espesor del paquete a unir coincida con la máxima longitud de apriete y el paquete esté formado por más de dos espesores superpuestos, se utilizará un bulón de mayor longitud.

Las uniones a perfiles U o I, serán con arandelas cuña normalizada (ASTM o DIN)

Tensión de apriete de los bulones

El par de apriete de bulones necesario será aplicado con torquímetro calibrado al diámetro de cada bulón, según los valores indicados en la tabla de diámetros máximos de bulones en función del ancho de ala:

Tipo de bulón	Ala mínima conectada	Par de apriete (*)
	(mm)	(kg.m)
M12	35	4

M16	50	10
M20	60	20
M22	65	27
M24	75	75

(*) Los pares de ajuste corresponden a bulones de calidad 5.6

Dimensiones en negro y para el cincado posterior

Las partes roscadas de bulones y tuercas deberán prepararse con los huelgos adecuados para que, luego del cincado permitan el roscado a mano, sean intercambiables y homogéneas. El roscado de las tuercas se aceptará luego del galvanizado en caliente de las mismas.

Será aceptado que las roscas de tuercas no se encuentren cincadas.

Soldaduras

Podrán utilizarse soldaduras sólo en casos excepcionales, cuando no pueda obtenerse una solución sencilla y segura mediante abulonado (presillas, suplementos, etc.).

El proyecto se ajustará a la norma ANSI/AWS D1.1, así como la simbología a utilizar.

También se observará lo siguiente:

Los cordones serán cerrados y continuos.

No se admitirá la exposición de interfases entre elementos soldados que permitan el ingreso de ácidos y por reflujo el deterioro del galvanizado.

Cuando el proyecto lleve a la ejecución de elementos con espacios cerrados por soldadura, se adicionarán agujeros, a los efectos de evitar sobrepresiones interiores durante el galvanizado.

Agujeros

Además de los agujeros necesarios para las uniones propias del reticulado, se deberán prever agujeros con otras finalidades, de acuerdo a lo que se indica a continuación:

Sujeción del cable de guardia y conductor

El CONTRATISTA suministrará al fabricante de estructuras la información necesaria para realizar el diseño definitivo de las sujeciones del cable de guardia y conductor.

Agujeros necesarios para las tareas de montaje y mantenimiento

La ubicación y detalles para el diseño de los agujeros necesarios para el mantenimiento específico de las distintas estructuras serán coordinadas a través del Contratante.

Para las estructuras de suspensión se diseñarán fijaciones para sostén de aparejos en el eje de la cruceta y a 30 cm hacia adentro de las fijaciones de las fases externas. Para las suspensiones del cable de guardia y las estructuras de retención y terminales se preverán agujeros. Los mismos serán de 40 mm de diámetro y tendrán la capacidad de soportar las cargas de construcción y mantenimiento en las estructuras respectivas.

Agujeros para la colocación de carteles indicadores; de puesta a tierra y de protección catódica

Se deberán prever agujeros en las estructuras para la instalación de:

Carteles de peligro

Carteles indicadores de numeración de estructura y de fase (R, S, T).

La ubicación de dichos carteles será indicada por el CONTRATANTE.

Carteles anti-trepado

Para las conexiones de puesta a tierra y protección catódica se preverá un agujero de 14 mm a una distancia de 500 mm del tope de la base, en las cuatro patas de las estructuras y a no más de 500 mm de la fijación del cable de guardia.

Antes de la aprobación para fabricación se podrán rectificar los valores arriba consignados.

Juego entre bulones y agujeros

Los diámetros nominales de los agujeros estructurales de las estructuras metálicas serán 1,5 mm mayores que los diámetros nominales de los respectivos bulones.

Los agujeros para instalación de grilletes u otros elementos similares tendrán un

diámetro nominal 2 mm mayor que el diámetro del perno que ellos alojarán.

Distancias mínimas y máximas para agujeros

Distancias a los bordes medidas en la dirección de la fuerza en mm

La distancia mínima desde el centro del agujero al borde del perfil ó cartela, medida en la dirección de la fuerza transmitida, ó con un ángulo de hasta 45° respecto de ella, será igual a la mayor distancia que se obtiene de las siguientes expresiones:

$$e = 1,2 P / Fr$$

$$e = 1,3 d$$

$$e = t + d/2$$

Donde:

e = Distancia del centro del agujero al extremo de la barra.

P = Esfuerzo transmitido por el bulón (solicitud de tracción en la barra).

Fr = Resistencia a tracción mínima de la barra.

t = Espesor del elemento a unir.

d = Diámetro nominal del bulón.

Distancia a los bordes medida en la dirección normal a la fuerza en mm

$f_{\text{mín}} = 0,85 e_{\text{mín}}$ para perfiles laminados.

$f_{\text{mín}} = 0,85 e_{\text{mín}} + 0,0625 \Psi$ para perfiles plegados.

Donde:

$f_{\text{mín}}$ = Distancia del centro del agujero al borde.

$e_{\text{mín}}$ = el menor valor obtenido con las expresiones indicadas en "a".

Ψ : Factor de reducción de unidades (en mm = 25,4)

Distancia mínima entre centro de agujeros en mm.

$$S_{\text{mín}} = 1,2 P / Fr \times t + 0,6 d.$$

Donde:

S_{min} es la mínima distancia entre agujeros y los otros elementos tienen el significado indicado en a).

Nota: Los casos que requieran una medida de escape ésta será indicada y en ningún caso será menor que las arriba mencionadas.

Prescripciones para agujeros con mayor juego

Para casos especiales, como por ejemplo agujeros con más juego, se utilizarán las expresiones indicadas en el código ASCE.

Previsiones para Escalamiento

En las estructuras de retención y terminales, una de las patas, estará dotada de pernos de escalamiento de diámetro 5/8" x 215 mm, con cabeza hexagonal, longitud roscada 65 mm con dos tuercas y arandela de espesor 4.8 mm, dispuestos a espacios no mayores de 400 mm entre ejes.

Dichos pernos comenzarán 2,5 metros por encima del tope de la base.

Sistema de Anti-Escalamiento

El acceso a las torres por parte de toda persona que no esté debidamente autorizada para ello por razones de servicio está prohibido. Por tal razón, todas las estructuras deberán contar con un elemento que impida o dificulte en grado sumo, salvo que se trate de acciones de intención manifiesta, el acceso a las torres.

5 MATERIALES

Generalidades

En el presente punto se indican las características técnicas que deberán cumplir los materiales básicos empleados para la elaboración del suministro, a excepción de los correspondientes a la ejecución de bulones, tuercas y arandelas que se incluyen en el punto 7 (Elementos de Unión) y de los materiales base para el proceso de protección anticorrosiva que se indican en el punto 8.

Las estructuras se fabricarán con perfiles y chapas de acero calmados de grano fino austenítico.

La materia prima laminada en caliente deberá ser nueva y homogénea, no debiendo presentar:

Cascarillas de laminación

Fisuras

Poros

Exfoliaduras

Inclusiones de material refractario.

Cualesquiera de estos defectos serán causales suficientes para su rechazo por parte de la Inspección. Tampoco serán aceptadas reparaciones de ninguna índole de los defectos superficiales.

Los materiales deberán acreditar legítima calidad, amparados en certificados originales o fotocopias autenticadas, donde el laminador responsable de su procesamiento acreditará los siguientes parámetros de referencia:

- Nro. y fecha de colada de la usina.
- Valores de composición química.
- Dimensiones del material.
- Tonelaje.
- Fecha de procesamiento.
- Características y propiedades mecánicas.

Perfiles

Los perfiles a emplear en las estructuras deberán ser normalizados, laminados en caliente (no se aceptan perfiles conformados en frío) y deberán cumplir con alguna de las siguientes normas:

Normas IRAM:

Características mecánicas:

IRAM/IASU-500/503:F-24, F-36, F-26 sólo para perfiles “U” e “I”

Características geométricas y tolerancias de laminación:

Perfiles “U” de alas inclinadas según IRAM/IAS: U-500/509

Perfiles “I” de alas inclinadas según IRAM/IAS: U-500/511

Perfiles “L” de alas inclinadas según IRAM/IAS: U-500/558

Planchuelas según IRAM/IAS: U-500/657

Normas norteamericanas:

Características mecánicas:

ASTM: A-36

ASTM: A-242 Grado 50

ASTM: A-441 Grado 50

ASTM: A-572 Grado 50

Características geométricas:

según ASTM: A-6

según AISC (Manual of Steel Construction Structural Shapes)

Tolerancias de laminación

según ASTM: A-6

según AISC (Manual of Steel Construction/ Standard Mill Practice).

Normas alemanas:

Características mecánicas:

St. 37 según DIN 17100

St. 52 según DIN 17100

Características geométricas:

Perfiles Doble "T" de alas inclinadas según DIN 1025

Perfiles "U" de alas inclinadas según DIN 1026

Perfiles angulares de alas iguales según DIN 1028

Perfiles angulares de alas desiguales según DIN 1029

Tolerancias de laminación:

según Manual del Acero en la Construcción (Stahl imHochbav) Ap. 2.9.3. a 2.9.5 inclusive.

Chapas

Las características mecánicas, geométricas y tolerancias de chapas de fabricación nacional deberán ajustarse a lo regulado por la norma IRAM/IAS: U-500/042, Calidades F-24 y F-30.

Las características mecánicas, geométricas y tolerancias de chapas de fabricación extranjera deberán ajustarse a lo regulado en las normas ASTM y DIN.

CUADRO COMPARATIVO DE CALIDADES DE ACERO

ACERO CALIDAD	NORMA	TENS. DE FLUENCIA MÍNIMA (MPa)	TENS. DE ROTURA MÍNIMA (MPa)	ALARGAMIENTO ESPEC. (%)
F-24	IRAM/IAS U-500/503	240	370	24-26
St-37	DIN 17100			
A-36	ASTM: A-36	253	408	20-23
F-36	IRAM/IAS U-500/503	360	520	20-22
St-52	DIN 17100			
A-572 gr.50	ASTM: A-572	351	459	18-21

6 TECNOLOGÍA DE FABRICACIÓN - PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

Selección

La secuencia de mecanizado de los elementos del suministro, solamente tendrán curso de iniciación cuando se hubiese cumplimentado la selección previa del

material, sobre la base de:

- Verificación de inexistencia de defectos superficiales.
- Identificación clara y precisa de los aceros, en concordancia con las calidades previstas.
- Verificación de las características físico-químicas.

Enderezado

Los perfiles deberán tener aristas rectas y alas planas. Si la falta de rectitud del material en bruto lo tornara no mecanizable o no permitiera cumplir las tolerancias de estas especificaciones, el enderezado podrá ser realizado en frío mediante el empleo de prensas hidráulicas (cuyos registros y comandos sean sensitivos y ejerzan presiones controladas), o bien mediante la aplicación de trenes de rodillos. De manifestarse la necesidad de enderezados locales y puntuales, previa aprobación de la Inspección actuante, podrá hacerse uso de mazas y/o utilaje similar.

Los procesos mecánicos aplicados para el enderezado no deberán dañar o producir modificaciones en la superficie, ni introducir alteraciones en la estructura metalográfica del material.

Se tendrá especial cuidado en el acopio de materiales antes y después del mecanizado, para evitar alabeos.

Corte

El corte de elementos estructurales, sean perfiles o chapas, deberá realizarse teniendo en cuenta las siguientes indicaciones:

Las superficies de los cortes serán planos perpendiculares a las caras de los elementos.

Los bordes serán terminados cuidadosamente, debiendo estar libres de rebabas, filos u ondulaciones.

Los procesos mecánicos aplicados deberán ser preferentemente en frío, por medio de cizallas, sierras o tranchas. Los métodos de tipo oxicorte deberán ser por implementación del tipo mecánico pantográfico o por control numérico. Quedará sujeto a previa autorización del CONTRATANTE la aplicación de oxicortes de accionamiento manual.

Todos los cortes realizados mediante oxicorte serán ejecutados con un mínimo de 3 mm por sobre la medida nominal, ajustándose luego por amolado, cepillado

u otro procedimiento, a la medida de plano.

No se admitirán los bordes de laminación como bordes de cartelas, aun cuando sean terminados por amolado, debiendo descartarse no menos de 25 mm.

Doblado

En virtud de las condiciones que imponga el diseño, podrán requerirse piezas que demanden ángulos de doblado grandes o pequeños. Los procedimientos empleados para realizar ambos doblados serán los siguientes:

Piezas de pequeños ángulos de hasta 5° en perfiles y 15° en chapas: se podrán doblar en frío; aun cuando sea en una o dos direcciones. Para garantizar una deformación uniforme se requerirá el empleo de matrices de conformación.

Piezas de ángulos grandes: se deberán calentar en forma indirecta en hornos o muflas cuya temperatura sea controlada. El rango impuesto de trabajo deberá oscilar entre los 650°C y 900°C, debiendo observarse una coloración próxima al rojo cereza. Deberá suspenderse la operación cuando el acero llegue al rojo oscuro. No podrá repetirse el calentamiento más allá de tres veces consecutivas como secuencia de trabajo sobre el mismo componente. Aún con la aplicación de temperatura, el conformado en caliente, independientemente del número de direcciones del doblado, deberá ejecutarse empleando matrices de conformación que impidan deformaciones o deterioros.

En ambos procesos de doblado, el radio de doblado mínimo interno deberá ser igual o mayor que tres veces el espesor de la pieza.

Agujereado

Los agujeros a realizarse sobre los componentes deberán ajustarse a lo siguiente:

Deberán ser cilíndricos y perpendiculares a las superficies.

Los bordes deberán ser de corte limpio y sin rebabas ni rasgaduras.

Los agujeros próximos a la zona de doblado se efectuarán con posterioridad al mismo.

Los agujeros podrán realizarse mediante taladro o punzón.

En las piezas cuyos espesores sean mayores a 16 mm, el agujereado deberá realizarse con taladro únicamente.

Se permitirá el punzonado previo al taladrado hasta un diámetro 3 mm menor que el agujero terminado.

Las piezas de hasta 16 mm de espesor podrán ser agujereadas por punzonado, sin que se aprecien distorsiones que impliquen cambio de espesor en las piezas. Para ello, se deberá realizar una frecuente supervisión de filo en punzones y ajustes de matrices.

Para los agujeros resultantes por punzonado, los diámetros mínimos permitidos serán:

Piezas de materiales con fluencia menor o igual que 2400 daN: $D \geq t$.

Piezas de materiales con fluencia mayor o igual que 3600 daN: $D \geq (t+1,5 \text{ mm.})$, donde:

D = Diámetro del agujero

t = Espesor del material a punzonar

La conicidad y tolerancia de los agujeros deberán cumplir con lo establecido en el Apartado correspondiente.

No se aceptará:

El relleno de agujeros mal realizados.

Microfisuras o minigrietas producidas por desgarro debido a herramental desafilado o en estado deficiente.

Aplastamiento o cambios de sección, por exceso de impacto, sobre las piezas agujereadas por punzonado.

Soldadura

Las soldaduras se ejecutarán de acuerdo con el Código ANSI/AWS D1.1.

Los electrodos y procedimientos de soldadura a utilizar dependerán de las propiedades físicas del material base y de los espesores de los elementos a unir. Preferentemente se utilizarán electrodos de bajo contenido de hidrógeno

Los electrodos y la tecnología de soldadura a emplear deberán responder a la norma antes mencionada.

Antes del comienzo de las tareas el Fabricante deberá presentar los Procedimientos de Soldadura a utilizar y los controles de calidad de las

ejecuciones para la aprobación del CONTRATANTE.

En dicho procedimiento se deberá suministrar, como mínimo, la siguiente información:

Preparación de superficies.

Pre calentamiento si corresponde.

Tipo de electrodo, según la posición de soldado y al proceso a emplear

Cantidad de pasadas

Secuencia de pasadas y sentidos de avance.

Terminación superficial.

Deberán resultar cordones lisos y continuos, sin inclusiones ni poros. Las secuencias y sentidos empleados serán tales que no produzcan alabeos, deformaciones o esfuerzos internos por diferencias térmicas.

La inspección del trabajo de soldadura consistirá, además de la inspección visual, en la ejecución de ensayos no destructivos sobre piezas terminadas o en terminación y, excepcionalmente, ensayos destructivos.

La frecuencia y tipo de los ensayos a realizar quedarán a exclusivo juicio del CONTRATANTE y, en el caso de ser ensayos no destructivos, podrán ser exámenes radiográficos, de ultrasonido o de tintas penetrantes.

Identificación y Marcación

Los elementos (perfiles, chapas, conjuntos soldados) se deberán identificar con una combinación de números y letras, grabadas por estampado en frío, que indiquen:

Tipo de estructura (SA, RA30, RA60/TA)

Número de posición del elemento (de acuerdo a plano)

(D) derecha; o (I) izquierda y calidad del material

Cuño del fabricante

Número de colada del material (combinación de dos letras a definir por Gestión de Calidad del fabricante de estructuras; podrá estar a continuación del campo "d" o en el extremo de la barra).

A las posiciones de las estructuras prototipo que serán ensayadas, se les agregará la letra "P"

Dicha combinación coincidirá con la indicada en los planos constructivos que hayan sido aprobados, siendo las características y condiciones de identificación las siguientes:

Se realizará con cuños de caracteres de no menos de 16 mm de altura, de forma tal que su impronta sea legible luego del galvanizado y su profundidad no altere la sección resistente. No será permitido el regrabado. Las improntas transcriptas erróneamente deberán borrarse por amolado superficial.

Los elementos idénticos deberán tener la misma designación, debiendo la marca grabada colocarse en el mismo lugar de modo tal que sea visible, aún luego de montada la posición en la estructura (o sea hacia el exterior, hacia arriba y cerca del extremo inferior).

Los elementos de longitudes mayores de 5 metros se identificarán con marcas en ambos extremos, aproximadamente a 400 mm de los mismos.

Los elementos de acero de alta resistencia deberán llevar grabada, como identificación accesorio, la letra "H" mayúscula.

El proceso de grabado deberá ser anterior al proceso anticorrosivo de galvanizado por inmersión en caliente. No se aceptarán elementos grabados "a posteriori" del galvanizado.

Tolerancias de Fabricación

Las piezas y conjuntos componentes elaborados deberán ajustarse en un todo a las tolerancias dimensionales de fabricación indicadas a continuación. Cuando sea necesario utilizar tolerancias diferentes, éstas deberán indicarse en los planos correspondientes.

Dichas tolerancias se establecen para piezas y componentes sin galvanizar, siendo la rectitud de las barras y los ángulos de doblez las únicas variables dimensionales a tomar en cuenta "a posteriori" del tratamiento de protección anticorrosiva.

Rectitud de perfiles

Flecha máxima: $2/1000$ de la longitud entre centros de nudos que impidan el pandeo de la pieza.

Longitud de barras

Se supeditar  a la sumatoria de las distancias entre agujeros extremos y las distancias a bordes.

Distancias:

Entre agujeros en general: $\pm 1,6$ mm

Entre el conjunto de agujeros de una misma unión, ubicados en una o ambas alas: $\pm 0,8$ mm

Entre agujeros a bordes cortados:

a) Para barras: $-0; + 3$ mm

b) Para chapas: $-0; + 4$ mm

Gramiles

En general: $\pm 0,8$ mm

Adicionalmente se deberá verificar que, para los agujeros de una misma unión, la máxima diferencia entre los errores en los valores medidos, con su signo, no supere 0,8 mm.

En el proyecto de detalle se contemplarán los posibles sobre espesores de laminación y galvanizado, como así también la acumulación de tolerancias en ambas piezas unidas.

Diámetros de agujeros:

En general para agujeros taladrados: (diámetro nominal del bulón) + $(1,5 \pm 0,2)$ mm.

Condiciones para agujeros resultantes por punzonado, en función del diámetro del agujero (D), espesor del material (t) y calidad y/o espesor de material:

a) Calidades F24; St—37; A.36: $D = t \leq 16$ mm.

b) Calidades F36; St—52; ASTM Grado 50: $D - 1,5 = t \leq 16$ mm.

Cuadro Determinante de Conicidades y Juegos Admisibles para Agujeros

Punzonados

Espesores (t) a punzonar (mm)	3,2	4,8	6,4	7,9	9,5	12,7	15,9
Conicidad admitida (mm)	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8
Juego máximo respecto del D del bulón (mm)	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,9	2,1
Juego mínimo respecto del D del bulón (mm)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Juego medio máximo respecto del D del bulón (mm)	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7

Perpendicularidad: Como regla práctica, deberá poder comprobarse que un cilindro de diámetro igual al diámetro nominal del agujero, menos 0,3 mm y con una tolerancia de $\pm 0,02$ mm posicionado dentro del agujero, verifica la perpendicularidad respecto de las caras de contacto del conjunto, mediante el empleo de una escuadra.

Ángulos de doblez:

Caso general de doblez, en chapas y perfiles: 6:300

Doble de perfiles con empalme con cubrejunta: 3:300

Doble de perfiles con empalme por solape: 2:300

Aperturas y cierres de alas de perfiles: 5:300

7 ELEMENTOS DE UNIÓN

Bulones, Tuercas y Arandelas

En todas las uniones se utilizarán bulones, tuercas y arandelas según lo indicado en el punto correspondiente de las presentes especificaciones.

Protección Anticorrosiva

La protección anticorrosiva será realizada mediante la aplicación de cinc por inmersión en caliente, según la norma ASTM A-153 de acuerdo a lo especificado en el Apartado 8.

Tolerancias de Fabricación

Los procesos de fabricación deberán ajustarse a los efectos de cumplimentar las tolerancias indicadas en las normas antes mencionadas.

El inicio de la fabricación de los conjuntos bulón, tuerca y arandela, quedará supeditado a la aprobación por parte del CONTRATANTE de una previa especificación técnica, donde se incluirán las características e informaciones necesarias para obtener una fabricación ajustada a las normas, dimensiones y tolerancias expresadas en mm para los tamaños de bulones a emplear.

8 PROTECCIÓN ANTICORROSIVA

Generalidades

Este punto indica específicamente los requerimientos, características, metodologías y limitaciones impuestas al proceso de galvanizado por inmersión en caliente, que obrará como protección anticorrosiva de las estructuras.

Materiales a Emplear

Materia Prima a Emplear

Se deberán emplear lingotes de zinc de calidad tal que los niveles de impurezas individuales no alteren las características del recubrimiento, tales como: aspecto, espesor y estructura.

La calidad del lingote de zinc para galvanización deberá responder a algunas de las siguientes normas alternativas:

GOB (Good Ordinary Brands)

Donde el porcentaje de plomo está en el orden del 1 al 1.5% (Zn4 en BS-3436) o su equivalente para la norma BS-37301 1ra. Revisión, para la denominación Zn 98,5%.

Prime Western C. de ASTM B-6, Tabla 1, cuya composición química responde a los siguientes porcentajes:

	Mínimo por diferencia	máximo
Tenor de Zinc	98%	
Tenor de Plomo		1,4%
Tenor de Cadmio		0,2%
Tenor de Hierro		0,05%

IRAM 576 - Cinc en Lingotes-Calidad S-2

ABNT-EB-302- Cinc primario-Especificaciones

Lo dicho con respecto a los porcentajes de impurezas del cinc se refiere al cinc como materia prima o cinc de primera fusión.

También serán verificados los porcentajes de las impurezas en el cinc de la cuba, o cinc de segunda fusión, expresados en %: Al=0,038 máx.; Fe=0,06 máx.; Pb=1,5 máx.; Zn=98 min.

Tecnología y Procedimientos de Producción (Proceso)

Se dará gran importancia a la preparación de las superficies a tratar. No se admitirán superficies con grasas, aceites, óxidos y pinturas.

Por lo expuesto, serán considerados parte del proceso los siguientes tratamientos:

Tratamientos preliminares:

- Desengrase
- Granallado (ver nota)
- Decapado
- Fluxado
- Secado o precalentamiento.
- Inmersión del material en cinc fundido

Tratamientos posteriores:

- Enfriado
- Pasivado o cromatación superficial

Nota: El tratamiento de granallado resulta indicado para la eliminación de escorias de soldaduras, preparación de piezas de fundición en hierro maleable y gris.

Características Requeridas de la Capa de Cinc

La capa de recubrimiento de cinc deberá cumplir con las condiciones siguientes:

Uniformidad del Recubrimiento

Cualesquiera de los componentes y/o piezas deberá soportar, según se indica, las cantidades de inmersiones de un minuto cada una, en una solución de sulfato de cobre (Ensayo de Preece) antes de materializarse un depósito adherente de cobre y luego de haberse desalojado el zinc.

Componentes y/o Piezas	Número de Inmersiones
Bulones, tuercas, arandelas de diámetro M16 o inferiores y otros elementos menores no especificados	5 (cinco)
Bulones, tuercas, arandelas de diámetro M20 o mayores. Espesores y/o suplementos	7 (siete)
Perfiles, chapas y demás componentes con espesores mayores a 4,8 mm	7 (siete)

Los ensayos serán practicados según las normas ASTM A-123 y A-239.

Adherencia de la Capa de Cinc

La capa de cinc deberá presentar una adherencia firme al material base.

La tendencia a la exfoliación del recubrimiento se determinará según la norma ASTM A-123/A- 123M-02

Espesores y Masa del Recubrimiento

Los espesores y masas de recubrimientos mínimos exigibles estarán de acuerdo a las normas ASTM: A-123, A-153 y A-394, respectivamente. En el cuadro que se adjunta a continuación, se indican los recubrimientos mínimos, de acuerdo a las siguientes condiciones:

Condición A: Indica el valor mínimo del promedio de todos los valores obtenidos sobre las muestras extraídas de un lote.

Condición B: Indica el valor mínimo individual de cualquier muestra extraída de un lote.

Las prácticas de laboratorio, ejecución de los ensayos y cálculos requeridos para la determinación de la masa del recubrimiento y su uniformidad, serán efectuados según las normas ASTM: A-90, A-123 y A-239, respectivamente.

Se admitirá también el cálculo de espesores aplicando la siguiente equivalencia: 0,143 micrones corresponden a 1 g/m².

Componente y/o Pieza	Masa de Recubrimiento (g/m ²)		Espesores (micrones)	
	A	B	A	B
Fundiciones:	610	550	85	77
Perfiles, barras y chapas de espesor menor o igual que 4,8 mm	610	550	85	77
Perfiles, barras chapas de espesor mayor que 4,8 mm	700	610	98	85
Bulones y tuercas de diámetros mayores a 9,52 mm. Arandelas espesor entre 4,76 y 8,00 mm	500	460	70	64
Bulones y tuercas de diámetros menores o iguales a 9,52 mm. Arandelas espesor menor a 4,76 mm	305	259	44	37

Requerimientos de Aspecto. Apariencia y Técnicas Operativas Complementarias al Tratamiento

A fin de ampliar y esclarecer las condiciones de calidad requeridas en el tratamiento de protección anticorrosiva, se destaca lo siguiente:

Aspecto o apariencia visual

El recubrimiento deberá ser liso, continuo y presentar una cierta tonalidad de brillo.

Deberá estar exento de imperfecciones tales como:

Áreas sin revestimiento

Manchas de óxido.

Rugosidad generalizada

Recubrimiento irregular (granulosidades, gotas y chorreaduras).

Corrosión blanca.

Ampollas.

Técnicas operativas complementarias al tratamiento.

Cada pieza será tratada en una sola inmersión, no permitiéndose la aplicación del tratamiento por partes.

Las patas de fundación (stubs) se galvanizarán por completo en toda su extensión para evitar los posibles escurridos de óxido de la parte no tratada (o sea la extensión que se empotra en el macizo de hormigón), sobre la tratada.

No será permitido el uso de herramientas o útiles tales como limas y/o rasquetas.

No se admitirá una reducción del diámetro de los agujeros por acumulación de cinc en más de 0,5 mm.

De producirse, no se permitirá la apertura por escariado o limado. Será permitido en cambio el empleo de accesorios sobre el cinc fundido tales como trefiladores de vapor y/o aire comprimido, paños y/o sogas de amianto u otros métodos que no perjudiquen el cincado.

No se permitirá el mecanizado sobre piezas componentes ya galvanizadas, a excepción de:

Enderezado de chapas y perfiles por deformaciones resultantes del tratamiento

de galvanizado, debiendo restaurarse la rectitud por empleo de prensas hidráulicas de presión controlada, cuidando no dañar las superficies galvanizadas.

Serán de aplicación las tolerancias de rectitud de barras establecidas en el Apartado correspondiente del presente Documento de Licitación.

Ajustes de ángulos de doblez y cierres o aperturas de alas.

Se empleará un proceso similar a lo expuesto para el enderezado.

Ejecución de roscas en las tuercas

Podrán ejecutarse "a posteriori" del tratamiento de galvanizado, debiendo guardarse las tolerancias originales de fabricación, según el Apartado correspondiente del presente Documento de Licitación.

A los artículos o piezas pequeñas se les aplicará una centrifugación a los efectos de eliminar el exceso de cinc, inmediatamente después del tratamiento de galvanizado, mientras el recubrimiento está todavía fundido.

Los excesos de galvanizado que no puedan eliminarse por centrifugación, podrán removerse mediante un cepillo de alambre de aplicación manual o mecánica, inmediatamente después de la galvanización y antes de que el recubrimiento solidifique. Este tratamiento tiende a reducir el espesor y por lo tanto el valor protector del recubrimiento, debiendo por consiguiente limitarse exclusivamente a las partes roscadas.

No será permitido el empleo de soluciones, tintas y/o pinturas para efectuar reparaciones sobre áreas galvanizadas con defectos o imperfecciones, sin la autorización previa del CONTRATANTE.

Se deberá tener especial control sobre las temperaturas de los baños de decapado de cinc, a los efectos de no producir fragilidad del material base. A tal efecto se tendrá en cuenta lo establecido en las Norma ASTM A-143.

9 GESTIÓN DE LA CALIDAD

Introducción

El Control de Calidad de la producción será realizado mediante la ejecución de los siguientes ensayos:

Ensayos de rutina o fabricación.

Ensayos de remesa o aceptación.

Ensayos de rutina o fabricación

Es el conjunto de acciones de control que el CONTRATISTA le debe exigir al Fabricante sobre los materiales que conforman el suministro.

Se indica a continuación la información básica que, como mínimo, deberá comprender:

- a) Diagramas de procesos - Etapas de control (Plan de inspección y ensayos).
- b) Ordenamiento secuencial de los procesos de fabricación, donde quedarán establecidas las etapas de control, las características a controlar y la descripción de los medios con que se efectuará dicho control.

En este documento, el CONTRATANTE fijará su participación indicando los puntos de presencia o de detención obligatoria.

Además, se deberá indicar:

- Características a cumplir por el suministro con sus respectivas tolerancias, ensayos de laboratorio, etc.
- Normas de muestreo y niveles de calidad (AQL).
- Sector responsable que efectuará cada control e instrumental que deberá aplicarse en cada operación.

Dentro de los Diagramas de Proceso se considerarán, como mínimo, las siguientes Etapas de Control:

Recepción de materia prima

El CONTRATISTA identificará y controlará todo el material ingresado. Para avalar la ejecución de los controles, el CONTRATISTA deberá contar con la siguiente documentación:

Boletas de ingreso de material con la respectiva identificación, número de colada, cantidad de material ingresado, fecha de ingreso y número de remito. Ubicación, número de stock, etc., de manera de poder ubicarlo e identificarlo rápidamente con facilidad.

Certificados de calidad.

Registro de inspección de materiales.

Si la inspección se realiza por muestreo, éste se ejecutará bajo los lineamientos de la norma IRAM 15 o norma equivalente.

La norma, el plan de muestreo, el nivel de inspección y el nivel de calidad

aceptable (AQL) se indicarán en los procedimientos de recepción de materiales respectivos.

Registro de muestras y de partidas aprobadas y rechazadas.

Proceso de fabricación.

El CONTRATISTA deberá controlar el proceso de fabricación siguiendo las indicaciones incluidas en el diagrama de proceso o plan de inspección y ensayos.

Los tipos de controles a realizar serán visuales, dimensionales, funcionales, ensayos destructivos y no destructivos, para verificar que el suministro cumple con los requerimientos y especificaciones contractuales.

Cuando la inspección directa no sea factible o resulte dificultosa, se deberán monitorear los métodos de proceso.

Los artículos que no presenten conformidad con los requerimientos contractuales se considerarán rechazados, debiéndose identificarlos clara y correctamente, y se los eliminará del ciclo de fabricación.

Si el control es por muestreo el inspector del CONTRATISTA deberá acuñar en forma indeleble los artículos a los cuales se les realizó el control.

Todos los ensayos o controles realizados por muestreo se ejecutarán bajo los lineamientos de la norma IRAM 15 o norma equivalente.

La norma, el plan de muestreo, el nivel de inspección y el nivel de calidad aceptable (AQL) se indicarán en los procedimientos de ensayos respectivos.

Inspección final

El CONTRATISTA deberá asegurarse que cada lote haya sido inspeccionado, en todos los puntos de control, antes de someterlo a la inspección de aceptación por parte del CONTRATANTE. Se deberá indicar en el plan de inspección y ensayos, como mínimo, lo siguiente:

Características a cumplir por la provisión con sus respectivas tolerancias, ensayos de laboratorio, etc.

Sector responsable que efectuará cada control e instrumental que deberá aplicarse en cada operación.

Cronograma de tareas

El cronograma de tareas correspondiente al Plan de Gestión de Calidad deberá tener suficientes detalles como para permitir la total participación de la

Inspección, en todas las tareas que ella juzgue conveniente.

Procedimientos, especificaciones e instrucciones de inspección y control

Todas las tareas que realice el personal del CONTRATISTA, en lo relativo a los controles de calidad, se registrará por procedimientos escritos.

Requerimientos de Gestión de Calidad para Subcontratistas

El Plan de Gestión de Calidad se hará extensivo a los eventuales Subcontratistas, siendo el CONTRATISTA responsable de las acciones que realicen ellos, debiendo extender y/o adecuar a cada uno de ellos los requerimientos de calidad del Plan con la aplicación de los respectivos controles.

Características de equipos de medición y máquinas de ensayos

El CONTRATISTA deberá disponer de la documentación pertinente y probatoria donde conste el estado de calibración, la frecuencia de su verificación y la descripción del método de todo el equipamiento afectado al Gestión de Calidad para la fabricación de las estructuras.

Los aparatos de medición empleados tales como balanzas, medidores de espesores, micrómetros, calibres, cintas métricas, máquinas de tracción, etc., serán calibrados periódicamente, siendo obligatoria la presentación de los certificados de contraste, que no deberán tener una antigüedad mayor de SEIS (6) meses.

Dichos certificados de contraste deberán ser emitidos por laboratorios de renombre, quedando al sólo juicio del CONTRATANTE la aceptación de los entes que avalen dichos certificados.

Procesos de fabricación especiales.

Se deberá realizar el Control de la documentación.

Registros de calidad

El CONTRATISTA mantendrá registros de calidad que evidencien que los resultados están encuadrados dentro de los requerimientos contractuales.

Como mínimo estos registros incluirán:

- Certificados de calidad de materia prima.
- Protocolos de ensayos de lotes de materia prima, de componentes semielaborados y de partidas terminadas y, en general, de cualquier tipo de acción.

- Toda acción realizada sobre algún elemento del suministro, deberá generar un registro en un formulario específico donde se deberán documentar todos los datos del elemento y de la acción en sí misma.
- Cuando se ejecuten acciones de naturaleza excepcional no previstas, se deberá adjuntar al protocolo un informe de ejecución.

Todo protocolo deberá reflejar, en forma clara y concreta, lo siguiente:

- Identificación del protocolo (numeración secuencial).
- Lugar y fecha de la acción.
- Identificación de los procedimientos y/o normas y/o especificaciones a emplear en las acciones, etc.
- Identificación del equipo utilizado en la ejecución de la tarea.
- Operador del equipo utilizado.
- Identificación del lote de materiales sometido a ensayos, indicando el número de partida, lote y características especiales.
- Identificación de la documentación complementaria (informes de laboratorios y de ensayos, disconformidades, etc., según corresponda).
- Registro de todos los parámetros relevados en el control.

Para la producción seriada el CONTRATISTA podrá proponer un registro simplificado sujeto a la aprobación del CONTRATANTE.

Información sobre la muestra representativa (consignándose únicamente lo requerido específicamente para la tarea, por ejemplo: dimensiones de probetas para el ensayo de tracción, etc.).

Resultados de las acciones:

- Dictamen de aprobación o rechazo.
- Observaciones.
- Firmas de los actuantes.
- Registro de aceptación y/o rechazos por proveedor y/o Subcontratista y por lote de cada partida.
- Informe o reporte de novedades.
- Protocolos de ensayos de remesa.
- Listado de normas y/o especificaciones aplicables.
- Informes de auditorías.
- Informes de acciones correctivas.
- Reportes e informes de no-conformidad.
- Registro de control de recepción y envío de documentación de Gestión de Calidad.
- Registro de calificación de procedimientos de soldadura.
- Registro de calificación de soldadores y/u operadores de máquinas de soldar.
- Registro de emisión de procedimientos.

- Registro de participación del sector de Gestión de Calidad en la emisión de documentos de otros sectores.
- Registro de aprobación de documentación de Gestión de Calidad de los Subcontratistas.
- Registro de firmas y altas y bajas del personal:
- Listado de personal actuante, antecedentes de cada uno y descripción de tareas.
- Listado de personal de cada departamento con la firma completa, firma abreviada, cuño (si corresponde), fecha de alta y baja. Este listado deberá actualizarse a medida que se produzca una baja o una alta, y se confeccionará teniendo en cuenta todo el personal que firme documentación o aplique su cuño.
- Registro del personal de Gestión de Calidad
- Listado de personal actuante, antecedentes de cada uno y descripción de tareas.
- Registro de calificación de proveedores y/o Subcontratistas.
- Registros y controles de los estados de las inspecciones.

El CONTRATISTA deberá:

Proveer los medios para asegurar que las inspecciones y ensayos requeridos sean realizados y que la aceptabilidad del producto con respecto a las inspecciones y ensayos realizados sea conocida en todos los sectores donde estén dispuestos los artículos.

Establecer y mantener un sistema de indicadores de estado (etiquetas o sellos, etc.), que demuestren la aceptación, rechazo u otro estado de los artículos.

Indicar la identidad del CONTRATISTA y su inspector en dichas etiquetas, sellos, etc.

Proveer las medidas a tomar para el control de los indicadores de estados de inspecciones.

Determinar la autoridad para aplicar o quitar los indicadores.

Procedimientos para el Reemplazo de Elementos Rechazados

A los efectos de cumplimentar lo indicado en este punto, el CONTRATISTA deberá emitir procedimientos de Gestión de Calidad en el proceso de fabricación y galvanizado para el reemplazo de elementos rechazados, los que deberán contemplar la verificación de la totalidad de los elementos, sin considerar los muestreos previstos.

Auditorías de Calidad

El CONTRATANTE dispondrá de representantes y/o inspectores que realicen auditorías, como una herramienta de gestión para el seguimiento y verificación de la implementación efectiva de los sistemas de gestión de calidad de las provisiones. Estos deberán cumplir con los requerimientos de la norma ISO 9001.

A tal efecto se desarrollará un proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias y evaluarlas objetivamente a fin de determinar hasta qué punto se cumple los requerimientos.

Los auditados deberán poner a disposición de los representantes y/o inspectores de toda la documentación e información requerida para llevar a cabo exitosamente las citadas auditorías.

Los objetivos serán los siguientes:

Determinación del grado de conformidad del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) del auditado

Evaluación de la capacidad del SGC para asegurar el cumplimiento de los requerimientos contractuales

Evaluación de la eficacia del SGC para lograr los objetivos especificados

Identificación de áreas potenciales de mejora del SGC.

Tipos de Auditorías

Está previsto realizar dos tipos de auditorías:

Auditorías de sistema:

Serán realizadas al inicio de cada subcontrato de provisión y con posterioridad, si los resultados de auditorías de proceso o problemas en las entregas mostraran indicios de que el proveedor estuviera teniendo fallas sistémicas.

Auditorías de proceso:

Serán realizadas mientras dure el subcontrato de provisión.

Frecuencia de Auditorías

Está previsto realizar como mínimo una auditoría mensual en las fábricas de cada Subcontratista mientras dure la fabricación de materiales y/o productos.

Programa de auditorías

Se elaborará un cronograma mensual de visitas que contemplará:

Cronograma de fabricación, programa de verificaciones de ensayos y pruebas, de manera que la auditoría coincida con etapas estratégicas del proceso.

Necesidad de realizar más de una visita a las fábricas que presenten algún riesgo en cuanto a cumplimientos de entrega o de calidad, para cuya evaluación se considerará los resultados de auditorías anteriores y los informes de problemas en el desarrollo de la obra.

Reportes de no-conformidad

El CONTRATISTA será responsable por la disposición de todo el material no conforme, incluyendo el de los subcontratistas. Por consiguiente, deberá establecer un sistema para el efectivo control del material no conforme. Si la disconformidad es menor, la desviación podrá ser superada sin alteraciones de diseño, ya sea por retrabajos o reemplazos inmediatos.

Si la disconformidad es mayor, o sea que la desviación no permite dar cumplimiento a los requerimientos contractuales, deberá someterse a la aprobación del CONTRATANTE la acción correctiva que se estime más adecuada.

El material que resulte rechazado no podrá ser utilizado por ningún motivo en otra parte del suministro y será segregado, con una marca indeleble de rechazo, en un “parque cerrado” del CONTRATISTA.

Acciones de orden correctivo

El CONTRATISTA deberá establecer y mantener sistemas tales que:

Identifiquen cada lote desde la recepción, durante las distintas etapas del proceso, hasta la terminación del producto.

Asignen a cada lote una única identificación.

Registren la identificación en todo el proceso de fabricación, inspección y ensayos.

Cuando en el ciclo de fabricación se observen lotes sin identificar o cuya identificación no sea expresamente clara, la Inspección los considerará “rechazados”, eliminándolos del ciclo productivo.

Manipulación, almacenaje y expedición

El CONTRATISTA deberá establecer y mantener un sistema de control del

manipulación, almacenaje y expedición para preservar los materiales de eventuales daños.

El almacenaje o estiba deberá asegurar el mantenimiento de la calidad del producto.

Croquis de control dimensional

El CONTRATISTA deberá confeccionar un croquis para cada posición de la estructura, que permita realizar con facilidad el control dimensional de la pieza fabricada. En este croquis se indicarán las dimensiones nominales, máximas y mínimas de cada medida susceptible de ser controlada.

Armado en Fábrica

Antes de comenzar el proceso de producción en serie se verificará el ajuste de las distintas posiciones que conformen las estructuras, su intercambiabilidad y las facilidades de montaje. A tal efecto, el CONTRATISTA montará en posición horizontal y en presencia de la Inspección, una estructura completa galvanizada de cada tipo, incluyendo sus extensiones.

El CONTRATISTA deberá efectuar las modificaciones que sean necesarias para mejorar el armado, como así también las decididas durante los ensayos de prototipos.

Estas modificaciones deberán ser incluidas en los documentos de proyecto y serán de aplicación en la fabricación de todas las estructuras involucradas.

Comenzado el proceso de producción en serie, el CONTRATISTA deberá realizar verificaciones de intercambiabilidad de piezas producidas, en forma periódica, mediante la prueba de elementos sobre una estructura premontada.

El premontaje de esta estructura no podrá ser suplantado por el montaje de la estructura prototipo para ensayo de carga.

Ensayos de Remesa o Aceptación

Es el conjunto de acciones que, en presencia de la Inspección, se realiza sobre un conjunto de unidades completas, de un mismo ítem de un suministro.

El CONTRATANTE comprobará la calidad garantizada mediante la ejecución de los ensayos de remesa o aceptación. La práctica de los mismos se efectuará según y conforme a lo siguiente:

Todos los ensayos y controles que se indican en este Apartado se efectuarán sobre la remesa ordenada y con almacenamiento preliminar.

La remesa deberá estar constituida por un conjunto de unidades completas, de un mismo ítem de suministro, que se presentarán para su aprobación de una sola vez.

El volumen de la remesa deberá guardar relación con las cantidades mensuales que fueran comprometidas por el Fabricante al CONTRATISTA en su Cronograma de Fabricación y Entrega.

El CONTRATISTA no deberá presentar para su aprobación remesas sobre las cuales no se hayan cumplimentado, todos los ensayos y controles de rutina, desde la verificación de la materia prima hasta las comprobaciones de montaje, pasando por los demás controles y ensayos intermedios.

Niveles de ensayo

Los ensayos se realizarán por el sistema de doble muestreo. Existirán tres (3) niveles de ensayo, a saber:

Nivel 1

Consistirá en:

Comprobación de cantidades mediante control físico.

Examen visual del material.

Verificación de características mecánicas.

Verificación de composición química.

Nivel 2

Consistirá en:

Examen visual de mecanizado y control de soldaduras

Verificación dimensional

Verificación de ensamble y/o intercambiabilidad de componentes

Nivel 3

Consistirá en:

Examen visual de la protección anticorrosiva.

Verificación de la protección anticorrosiva.

Por cada nivel de ensayos se emitirá un dictamen independiente. En el caso de

que los resultados de los TRES (3) niveles resulten satisfactorios, la Inspección dará por aprobado el material correspondiente a esa remesa, protocolizando lo actuado y emitiendo los certificados de liberación.

De no resultar satisfactorios alguno de los niveles, aún luego de la ejecución del doble muestreo, el CONTRATANTE procederá de la siguiente manera:

Nivel 1 no satisfactorio

Todos aquellos componentes que se correspondieren en un mismo espesor, diámetro, escuadría y de una misma calidad, cuyo ensayo resultara no satisfactorio, serán rechazados, identificados y colocados en ‘parque cerrado’ a total disposición del CONTRATANTE hasta haberse cumplido con la Recepción del suministro, quien no aceptará ni aprobará ningún pedido por parte del CONTRATISTA de nuevos controles y/o selecciones del material.

En cuanto a los restantes elementos para los cuales existan muestras con resultados satisfactorios, el CONTRATANTE podrá dar su aprobación correspondiente al Nivel 1 o bien quedará facultado para exigir la realización de controles adicionales, a los efectos de emitir su posterior aprobación.

Nivel 2 no satisfactorio

En primera instancia se procederá al rechazo de toda la remesa, debiendo el CONTRATISTA solicitar al CONTRATANTE la correspondiente autorización para proceder a una selección del material componente de la remesa rechazada.

De otorgar el CONTRATANTE, a su sólo y exclusivo juicio dicha autorización, el CONTRATISTA deberá proceder de la siguiente manera:

Identificar los componentes de la remesa.

Seleccionar los componentes, así individualizados, a los efectos de integrar una nueva remesa para su aprobación.

Constituir una nueva remesa integrada en forma separada por el material recuperado resultante de la selección y por una segunda remesa de componentes nuevos que completarán las cantidades requeridas.

Guardar un registro de la aplicación del procedimiento antedicho y determinar con exactitud el destino de los componentes involucrados, quedando aquél a entera disposición del CONTRATANTE, y debiendo segregar, en “parque cerrado”, los componentes que resultaran rechazados definitivamente.

Nivel 3 no satisfactorio

En primera instancia se procederá al rechazo de toda la remesa, debiendo el

CONTRATISTA solicitar al CONTRATANTE la correspondiente autorización para proceder al reprocesamiento de los componentes.

El CONTRATANTE podrá, a su sólo y exclusivo juicio, autorizar el reprocesamiento.

En este caso, la remesa no será desmembrada, debiéndose reprocesar, y luego solicitar nueva inspección, como un único conjunto, quedando facultada la Inspección para establecer controles con mayor rigurosidad.

Ensayos de Nivel 1

Verificación de cantidades

Por conteo se controlarán físicamente las cantidades de componentes que formarán la remesa. Las mismas se efectuarán sobre un listado ordenado de los elementos que deberá presentar el CONTRATISTA.

Perfiles y chapas

Examen visual del material

Se verificará visualmente la pieza controlando en especial, sin ser esto limitativo, lo siguiente:

Defectos del material base por existencia de fisuras.

Defectos del material base por existencia de exfoliaciones.

Defectos del material base por existencia de poros.

Verificación de características mecánicas

El control consistirá en la verificación de las características mecánicas de los materiales mediante la ejecución de los ensayos de tracción y plegado.

En las chapas que conforman conjuntos soldados se les efectuará adicionalmente ensayos de resiliencia (Charpy)

Las acciones serán efectuadas sobre la base de las normas siguientes:

Tracción: IRAM—IAS—U—500—102 ó ASTM A—370 ó DIN 50146/— 50125.

Plegado: IRAM—IAS—U—500—103 ó ASTM A—370 ó DIN 1605.

Charpy: IRAM—IAS—U—500—016 ó ASTM E—23

El ensayo de tracción se realizará con graficación simultánea de la curva carga—

deformación.

La remesa se subdividirá en lotes de acuerdo a escuadrías en perfiles y a espesores en chapas.

Los lotes serán considerados como de 'colada no identificada', por consiguiente, se extraerá UNA (1) muestra y DOS (2) contramuestras por cada lote de 20 t o fracción.

Las tensiones de fluencia y rotura y los alargamientos deberán cumplir con los valores establecidos en las normas de la documentación presentada y aprobada por el CONTRATANTE.

Si los valores obtenidos de una muestra no fueran satisfactorios, se realizarán los ensayos de las DOS (2) contramuestras correspondientes, debiendo dar ambas resultado satisfactorio.

Verificación de la composición química

Sobre las mismas muestras extraídas para realizar las verificaciones de las características mecánicas, se efectuará la verificación de la composición química. Tal verificación se realizará según normas:

Material de origen nacional: IRAM—IAS—U—500 503 (tabla V) ó 042.

Material de origen importado: Según normas de provisión de los materiales (ASTM o DIN), según Apartados 5.

La metodología de los ensayos se realizará según normas IRAM 850, 852, 854, 856 y 857, cuando el material sea de origen nacional y con normas ASTM o DIN, cuando sea importado.

Bulones, tuercas y arandelas

A los efectos de la selección para las distintas acciones y verificaciones que se indican precedentemente, toda la remesa, en correspondencia con la remesa de estructuras presentada para aprobación, se subdividirá en lotes según el siguiente criterio:

No se consideran divisiones por tandas de tratamiento térmico.

Bulones: Por diámetro y longitudes nominales

Tuercas: Por diámetro nominal.

Arandelas: Por diámetro nominal.

Examen visual del material

Se verificará visualmente en los componentes integrantes de la remesa, en especial controlando, sin ser esto limitativo, lo siguiente:

Defectos de forjado o mecanizado.

Fisuras de cabezas en bulones.

Imperfecciones de roscado.

Terminaciones de extremos de vástagos en bulones.

Verificaciones de características mecánicas:

Bulones

Ensayos de resistencia a tracción axial y cizallamiento, según lo indicado por normas DIN 267 y DIN/ISO 898 (ASTM A 370/A 394).

Tuercas

Ensayos según lo prescripto por normas DIN 267 y DIN/ISO 898 (ASTM A 563).

Arandelas

Ensayos según lo indicado por normas DIN 267 y DIN/ISO 898 (ASTM F436).

Muestreo

Según norma IRAM 5220 Tabla II, de acuerdo al volumen de la remesa se extraerán muestras y contramuestras; en caso de fallas, las mismas serán el doble de las cantidades indicadas a continuación:

Cantidad de piezas de la remesa	Cantidad de muestras		Condición de rechazo	
	E.noD.	E.D.	A	R
0 a 500	8	3	0	1
501 a 3 200	13	5	0	1
3 201 a 35 000	20	5	0	1

Más de 35 000	32	8	0	1
---------------	----	---	---	---

Donde:

E. no D.: Ensayo no Destructivo

E.D: Ensayo Destructivo

A: Aprobado

R: Rechazado

Verificación de la composición química

La misma se realizará dentro de los límites establecidos por las normas DIN 267 y DIN/ISO 898 (ASTM A394/A563/F436).

Las muestras para realizar esta verificación y las condiciones de rechazo serán igual en cantidad que las tomadas para los ensayos mecánicos destructivos.

10 ENSAYOS DE NIVEL 2

Perfiles y chapas

Examen visual de mecanizado

Se verificará visualmente la terminación de la pieza, controlando en especial lo siguiente:

Defectos de mecanizado en bordes cortados, en agujeros punzonados y/o en dobleces.

Defectos de soldadura por existencia de escoria, por existencia de fisuras o poros y/o por falta de continuidad del cordón.

Verificación dimensional

El CONTRATANTE podrá realizar las verificaciones dimensionales en forma expeditiva, sobre el material galvanizado de la remesa, o bien efectuar los controles dimensionales sobre los materiales en negro durante el proceso de fabricación.

En el caso de optar por el primer método el control se reducirá a:

- Verificación de escuadrías y espesores.
- Verificación de largos de perfiles y chapas.

- Verificación de gramiles, pinzas y dobleces.
- Verificación de diámetros, ovalización, conicidad y perpendicularidad de agujeros.

A tal efecto se constituirán TRES (3) lotes sin distinción de las escuadrías:

Lote 1: formado por la totalidad de los perfiles.

Lote 2: formado por la totalidad de las chapas.

Lote 3: formado por la totalidad de las piezas especiales.

Muestreo

Los tamaños de las muestras se definirán según los lineamientos de la norma IRAM 15 con un plan de muestreo doble normal.

Nivel de Inspección: S-4

Nivel de calidad aceptable (AQL): 2,5

El CONTRATANTE tendrá la opción, ante la aprobación de CUATRO (4) remesas consecutivas, de pasar a una inspección simplificada o bien, ante el rechazo de una remesa, de pasar a una inspección estricta.

Dicha condición se podrá revertir nuevamente de aprobarse CUATRO (4) remesas consecutivas bajo inspección estricta, pasándose nuevamente a una inspección normal o simplificada.

Si el CONTRATANTE optara por realizar el control dimensional de los materiales en negro, podrá hacerlo por medio de:

Auditorías a los ensayos de rutina y armado en fábrica, dentro de los términos de los apartados correspondientes del presente Documento de Licitación.

Control sobre remesa antes del proceso de galvanizado. En este caso el CONTRATANTE manifestará su intención al CONTRATISTA y éste deberá presentar la remesa a inspección antes de la aplicación anticorrosiva. La conformación de los lotes y los tamaños de muestras serán iguales a las de control dimensional sobre remesas galvanizadas.

Verificación de las tolerancias

Cuando se efectúen controles sobre remesas de material en negro, deberán verificarse las tolerancias indicadas en el Apartado correspondiente del presente Documento de Licitación.

Cuando se efectúen controles sobre remesas de materiales galvanizados, se

deberán verificar las tolerancias de agujeros indicadas en el Apartado correspondiente del presente Documento de Licitación.

La Verificación de ensamble y/o intercambiabilidad de componentes, se efectuará sobre las estructuras armadas en fábrica donde la Inspección haya completado la verificación dimensional, conjuntamente con las verificaciones de ensamble e intercambiabilidad. En todos los casos esta verificación se realizará sobre materiales galvanizados.

Se procederá a verificar, sobre las estructuras armadas en fábrica, la intercambiabilidad de un número de muestras por lo menos igual al controlado durante la verificación dimensional.

De comprobarse desviaciones, y al sólo juicio del CONTRATANTE, se podrán ejecutar adicionalmente con las muestras anteriores y con nuevas muestras complementarias, prearmadas de por lo menos tres partes de la estructura por cada tipo de estructura que se presente en la remesa.

Bulones, tuercas y arandelas

Verificación dimensional

Consistirá en la verificación dimensional de bulones, tuercas y arandelas, según lo requerido por las normas DIN 7990, 555 y 7989, respectivamente (ASTM A394/A563/F436; ANSI B1.1/B.18.2.1/B.18.2.2).

Muestreo

Las muestras se seleccionarán de acuerdo a lo establecido en la norma IRAM 5220. Tabla 1.

Nivel de calidad aceptable (AQL): 2,5

Verificación de ensamble y armado

Se verificará el enroscado a mano y sin mayor esfuerzo de las tuercas en sus respectivos bulones. Dicha comprobación se realizará sobre la totalidad de las muestras tomadas para el control dimensional.

Ensayos de Nivel 3

Perfiles y chapas

Examen visual de la protección anticorrosiva

Se verificará visualmente la terminación de la pieza, controlando en especial lo

siguiente:

Defectos superficiales del cincado.

Uniformidad de color y brillo.

Porosidades, grumos o ampollas.

Verificación del cincado

El mismo se realizará de acuerdo a la norma ASTM A—123, salvo disposiciones en contrario en estas especificaciones.

Muestreo y verificaciones

Toda la remesa será considerada como un único lote realizándose:

Verificación de espesor de la capa de cinc por el método magnético, de acuerdo a lo establecido en la norma ASTM A—123 sobre DIEZ (10) muestras cada MIL (1 000) piezas del lote o fracción.

Verificación del peso de la capa de cinc o gramaje, según lo establecido por la norma ASTM A—90, sobre TRES (3) muestras cada MIL (1 000) piezas del lote o fracción.

Verificación de uniformidad de la capa de cinc o ensayo de Preece según lo establecido por la norma ASTM A—239, sobre TRES (3) muestras cada MIL (1 000) piezas del lote o fracción.

Verificación de la adherencia de la capa de cinc, según lo establecido por la norma ASTM A—123 sobre DIEZ (10) muestras cada MIL (1 000) piezas del lote o fracción.

Precautoriamente, por cada muestra se extraerán conjuntamente DOS (2) contramuestras, para el caso de tener que repetirse alguna verificación.

Bulones, tuercas y arandelas

Examen visual de la protección anticorrosiva

Se verificarán visualmente los elementos componentes de la remesa, controlando en especial lo siguiente:

- Defectos de cincado.
- Falta de uniformidad y brillo.

- Grumos, ampollas y porosidades.
- Obstrucción de roscas.

Verificación del cincado

Se realizarán las siguientes comprobaciones:

- Verificación de peso de la capa de cinc o gramaje sobre zonas sin rosca, de acuerdo a lo previsto en la norma ASTM A—90.
- Verificación de uniformidad de la capa de cinc o ensayo de Preece, de acuerdo a la norma ASTM A—239.

Muestreo

Se realizará según lo indicado por la norma IRAM 5220 (Tabla II) y, de acuerdo al volumen de la remesa, se extraerán muestras y contramuestras; si se produjeran fallas las muestras serán el doble de las cantidades indicadas a continuación:

Cant. de piezas de la remesa	Cantidad de muestras E.D.	Condición de rechazo	
		Aceptación	Rechazo
0 a 500	3	0	1
501 a 3 200	5	0	1
3 201 a 35 000	5	0	1
más de 35 000	8	0	1

E.D. = Ensayo Destructivo

Las cantidades antes mencionadas serán extraídas específicamente para cada una de las verificaciones.

Comprobaciones de embalaje y almacenamiento

Cumplimentados los controles y ensayos mencionados, el CONTRATISTA podrá proceder al embalaje definitivo de acuerdo a lo establecido en el Apartado correspondiente. Concluido éste, el CONTRATANTE verificará el embalaje y la documentación inherente al despacho a obra del suministro.

Procedimientos Generales

Procedimiento de archivo de documentación

El CONTRATISTA deberá emitir un procedimiento adecuado para archivar los registros de Gestión de Calidad de manera que sea simple su localización.

Deberá proveer un ambiente adecuado de manera de minimizar el deterioro o daño y prevenir el extravío de los documentos.

Deberá poner a disposición de la Inspección los registros de Gestión de Calidad para su análisis y revisión, en el momento en que le sean solicitados.

Procedimiento de conformación de historial técnico

El CONTRATISTA deberá emitir un procedimiento de compilación de documentos, tanto de Ingeniería como de Gestión de Calidad, para conformar el Historial Técnico, el que será entregado al CONTRATANTE como parte de la provisión en un plazo no mayor a TREINTA (30) días de aprobada la fabricación de las estructuras.

El CONTRATANTE podrá requerir copia de la documentación que se vaya generando durante la fabricación, la que tendrá carácter informativo.

11 ENSAYOS DE PROTOTIPOS

Ensayos de Carga

Generalidades

Una vez concluido cada ensayo de carga sobre el prototipo, el material rescatable de la estructura no podrá ser utilizado en la presente provisión.

Estación de Ensayos

Será una instalación proyectada a tal efecto y todos sus elementos de accionamiento y medición tendrán una capacidad acorde con el tamaño y las cargas de todas las estructuras a ensayar.

Dispondrá de fundaciones especialmente construidas o, alternativamente, de

puntos de apoyo rígidos.

Tendrá un equipo adecuado para la aplicación medición y lectura de las cargas puestas en juego; los elementos de medición se ubicarán lo más cerca posible al punto de aplicación de las cargas.

La descripción de la estación de ensayos propuesta en la etapa de licitación será ampliada en la etapa contractual, incluyendo cantidad, ubicación, principio de funcionamiento, alcance, precisión y gráficos o tablas de calibración de todos los dinamómetros transductores de carga u otros implementos de medición.

Torre a Ensayar y Altura

Se ensayará a la rotura una torre de Suspensión S.

La estructura a ensayar será la de mayor altura proyectada.

Materiales

La estructura a ensayar deberá estar galvanizada. Con el objeto de evitar ensayar una estructura circunstancialmente más resistente que las de producción normal, el material a emplear para su fabricación será seleccionado de manera de cumplir con las siguientes condiciones:

La tensión de fluencia del material utilizado para la fabricación de la estructura de ensayo será, en lo posible, lo más cercana a la tensión de fluencia nominal mínima, en un todo de acuerdo con los distintos tipos de acero o, en su defecto, será lo más representativa posible de la fluencia media a utilizar durante la fabricación seriada.

Luego del ensayo se analizarán las piezas más comprometidas de la estructura, muy especialmente las que originaron su falla; en el caso de que la tensión de fluencia de las barras utilizadas sea mayor que la nominal de cálculo se procederá de la siguiente manera:

Para cada una de las barras más comprometidas, a criterio del CONTRATANTE, se determinará la fluencia real del material utilizado, como promedio ponderado de no menos de TRES (3) ensayos de tracción de cada barra.

Posteriormente se evaluará la mayor resistencia producida por el aumento de la tensión de fluencia, se calculará la sobre resistencia con relación al tipo de esfuerzo que produjo la falla, utilizando para ello las expresiones del diseño básico; luego se compararán estas capacidades aumentadas con las nominales del proyecto, definiéndose un coeficiente de sobre resistencia de la barra en cuestión.

$$K = \frac{\text{Resistencia teórica de la barra real del ensayo (Fym=Real)}}{\text{Resistencia teórica de la barra de cálculo (Fy = Nominal)}}$$

Si definimos genéricamente con:

C = Coeficiente de seguridad de la estructura respecto de la carga última para las distintas hipótesis.

NOTA: Se lo puede interpretar como coeficiente de mayoración.

Cr = Coeficiente de seguridad real de la estructura, obtenido del ensayo de la misma.

Ks = Coeficiente de sobre resistencia de las barras analizadas como críticas.

Se pueden presentar las siguientes posibilidades:

Si $K_s \leq 1,10$ se aprobará el ensayo del prototipo, siempre que se cumpla que el coeficiente de seguridad obtenido del ensayo sea mayor o igual al coeficiente de seguridad exigido en el cálculo para la hipótesis ensayada ($Cr \geq C$).

En este caso no existirá ningún tipo de condicionamiento extra de los materiales a utilizar en la fabricación seriada de las estructuras.

Si $K_s > 1,10$ se aprobará el ensayo del prototipo, siempre que exista una sobre resistencia de la estructura ensayada tal que el coeficiente obtenido del ensayo sea mayor o igual al NOVENTA POR CIENTO (90%) del coeficiente de seguridad exigido en el cálculo para la hipótesis ensayada, multiplicado por el factor de sobre resistencia correspondiente ($Cr \geq C \times 0,90 \times K_s$).

En este caso tampoco existirá ningún tipo de condicionamiento extra de los materiales a utilizar en la fabricación seriada de las estructuras.

Si $K_s > 1,10$ pero la estructura no posee sobre resistencia, o sea que $Cr < C \times 0,90 \times K_s$, quedará a consideración del CONTRATANTE la aprobación del ensayo del prototipo con un condicionamiento extra del uso de materiales, por ejemplo, que el CONTRATISTA se comprometa a utilizar materiales de fluencia mínima, no inferior a la fluencia promedio de las barras utilizadas en el ensayo.

Esto se aplicará a las barras más comprometidas de la estructura y muy especialmente en piezas cuyo $K \cdot L/r < 75$

Los bulones, tuercas y arandelas serán de las medidas y calidades aprobadas y estarán galvanizados por inmersión en caliente.

Fabricación

Las piezas de los suministros para ensayo deberán ser identificadas con una marca adicional al marcado normal, que las identifiquen como estructura para ensayo.

Para la fabricación se usarán los mismos métodos de perforación y doblado, se aplicarán las mismas tolerancias y, hasta donde sea posible, se emplearán los mismos equipos y procesos automáticos de fabricación. Se deberá prever la posibilidad de fabricación en lugar próximo a la estación de ensayos y, con carácter de urgente, de piezas dañadas prematuramente o que surjan de cambios de proyecto como resultado de los ensayos.

Notificación

El CONTRATANTE será notificado de los ensayos, presentándose a aprobación la siguiente documentación:

Diagrama en simple trazo con dimensiones mostrando los distintos puntos de carga, magnitud y direcciones de las cargas a ser aplicadas.

Un diagrama mostrando el sistema a emplear para aplicar las cargas.

Una tabla por ensayo mostrando las cargas requeridas en los distintos puntos de la estructura para las distintas etapas de carga.

A los efectos de los plazos se considera a los de montaje como parte de los ensayos.

Ensayos

Montaje

El montaje de las estructuras a ensayar se efectuará en presencia de los representantes del CONTRATANTE.

Los ensayos se realizarán de acuerdo con la Norma IEC 652 "Loading Test on Overhead Line Towers"

Este montaje no sustituirá al ensayo de armado.

Se apretarán los bulones a los pares especificados, una vez que hayan sido colocados todos los bulones y alineadas las estructuras o sus partes.

Cuando se haya especificado una diferencia en las capacidades del cuerno y el resto de la estructura, para estados con cargas longitudinales de falla actuando sobre los mismos, se deberá cargar toda la estructura con dichas cargas longitudinales y se incrementarán las aplicadas a uno de los cuernos hasta llegar

a la rotura; posteriormente se reforzarán los cuernos y se aplicarán cargas cuyo valor resulte de incrementar la carga de rotura del cuerno en un 20%, debiéndose verificar el perfecto funcionamiento del resto de la estructura.

Las tolerancias de montaje deberán verificarse de acuerdo al siguiente detalle:

Desviación de la vertical

La estructura montada no deberá presentar desplazamientos mayores que 0,002 veces la altura al punto considerado.

Desviación entre el eje de la cruceta y el eje normal a la línea

No deberá superar los 0,5 grados.

Mediciones

Antes de realizar los ensayos, se verificará la precisión de todo el equipamiento, efectuándose los ajustes y calibraciones necesarias.

Se implementará una coordinación adecuada a fin de que haya suficiente tiempo para las lecturas de todos los equipos de mediciones, a fin de evitar confusiones respecto a la etapa a la cual corresponde. La misma, así como los métodos y equipos de mediciones, deberá tener la conformidad del CONTRATANTE.

En los informes deberán constar los valores originales de las lecturas y los corregidos por origen y factores de conversión de unidades.

Las cargas aplicadas se medirán en los lugares próximos a los puntos de aplicación.

Se determinarán desplazamientos longitudinales, transversales y verticales de las estructuras.

Como mínimo se colocarán miras en la cintura, en los extremos de ménsulas y cuernos y en el centro de la cruceta.

Los desplazamientos y deformaciones específicas se determinarán antes de cargar, después de aplicar y mantener cada etapa de carga y después de descargar completamente.

Procedimiento de ensayo

Se aplicarán las cargas correspondientes a cada hipótesis para el diseño de las estructuras, efectuándose un ensayo por hipótesis o combinación de alguno de ellos. Algunas combinaciones dentro de cada hipótesis, e incluso hipótesis completas, podrán ser eliminadas cuando surja claramente que no son

determinantes.

Las cadenas de aisladores serán sustituidas por aparejos que las simulen. Se acordará con la Inspección los puntos de aplicación del viento sobre la estructura y el mecanismo de introducción de las fuerzas.

Para cada condición de carga, las fuerzas se aplicarán en, por lo menos, CINCO (5) etapas:

50% de la carga de diseño.

75% de la carga de diseño

90% de la carga de diseño.

95% de la carga de diseño.

100% de la carga de diseño.

Se entiende como carga de diseño al producto de las cargas dadas en los esquemas multiplicadas por los coeficientes de seguridad correspondientes. Las fuerzas se podrán incrementar en cualquier orden hasta llegar a cada etapa, aunque preferiblemente se hará simultáneamente. Se tendrá cuidado de que ninguna barra soporte una carga extraordinaria debido a una combinación anormal.

Estas etapas de carga se mantendrán el tiempo necesario para hacer con comodidad lecturas de deformaciones y cargas y para inspeccionar visualmente la estructura. La etapa de 100% se mantendrá un mínimo de CINCO (5) minutos.

Además de estas pruebas de carga, las estructuras se ensayarán hasta su destrucción. Esto se hará después de completarse satisfactoriamente todas las pruebas de carga. Generalmente la carga para tal ensayo se obtendrá aumentando las componentes transversales en etapas de 5% por encima del 100%, repitiendo las mediciones en cada etapa hasta la falla. El CONTRATANTE determinará el tipo de carga a aplicar para la destrucción de la estructura y el CONTRATISTA determinará, antes de los ensayos, si es posible el orden de magnitud de la carga de la rotura.

Las cargas se aplicarán de tal manera de evitar efectos dinámicos.

Entre estados de carga las estructuras serán descargadas totalmente, salvo en aquellos estados no críticos en los que el CONTRATANTE podrá autorizar meros ajustes de cargas para pasar de un estado a otro.

Se controlará la descarga a fin de no sobre exigir ninguna pieza.

Resultados

Cada estructura ensayada deberá soportar sin fallar, durante el tiempo indicado, el 100% de cada combinación de cargas especificadas.

Se define como falla cualquier deformación permanente visible de una pieza que pudiera comprometer el desempeño de la estructura y que persista aún en el caso de remover la pieza, o cualquier rotura, fisuración, etc.

No obstante, se admitirán, después de realizados todos los ensayos y en la eventualidad de no llevar la estructura a más del 100% de las cargas de proyecto, las siguientes deformaciones:

Flexión residual de barras dimensionadas sólo para tracción.

Ovalización de no más de la mitad de los agujeros en una unión.

Ligera deformación permanente de no más de la mitad de los bulones en una unión.

Muy ligeras deformaciones de las piezas de las cuales se sujetan cable de guardia y conductores de fase.

En caso de que alguna estructura sufra una falla prematura o no se desempeñe como estaba proyectado, el CONTRATISTA a su costo modificará la estructura y la volverá a ensayar, hasta que se determine que es satisfactoria.

El CONTRATANTE decidirá, teniendo en cuenta la magnitud de las modificaciones efectuadas, si es necesario repetir el ensayo en su totalidad o sólo para las condiciones de carga que provocaron la falla y para las combinaciones no ensayadas aún.

El análisis de la falla y las modificaciones emergentes se harán con la participación del CONTRATANTE.

Sobre la base de los resultados se verificará el diseño de otros tipos de estructuras que tengan similitudes con la ensayada.

Ensayos Adicionales

Después de la conclusión de los ensayos, las estructuras se desmontarán y sus elementos serán examinados visualmente y claramente identificados.

El CONTRATANTE seleccionará a su criterio, piezas componentes de la

estructura ensayada. A tal efecto se extraerán, para su posterior verificación, como mínimo las siguientes cantidades de piezas:

DOCE (12) piezas del conjunto general

Las verificaciones deberán ajustarse y cumplimentar lo requerido en las normas específicas para la inspección y ensayos de materiales. Los ensayos de tracción se efectuarán con la graficación simultánea de la curva carga-deformación.

Los ensayos adicionales que deba hacer el CONTRATISTA para obtener un mejor estudio acerca de excesos en los límites de fluencia, serán por su cuenta y cargo, debiendo ser presenciados por representantes del CONTRATANTE.

Informe

Después de completados los ensayos, el CONTRATISTA preparará un informe completo que incluirá, como mínimo, la siguiente información:

- Tipo de estructura ensayada y descripción general.
- Nombre y domicilio del fabricante y del proyectista de la estructura.
- Obra de la cual se trata.
- Fechas y lugares de los ensayos.
- Nombres de los presentes durante los ensayos.
- Una lista de los distintos planos de detalle y de montaje relativos a la estructura ensayada, incluyendo cualquier modificación de los planos de referencia.
- Un diagrama de la estructura con dimensiones que muestren los diversos puntos de carga y las direcciones de las cargas aplicadas y una tabla con las cargas especificadas.
- Un diagrama que muestre la disposición de los equipos de maniobra utilizados para aplicar las cargas de ensayo.
- Descripción del equipo de ensayo, incluyendo la cantidad, ubicación, tablas o cuadros de calibración y alcance de cada transductor de carga y otros dispositivos de medición, al igual que la precisión del equipo utilizado para medir las cargas de ensayo.
- Una tabla de ensayo que presente las cargas requeridas en los distintos puntos de la estructura y para las diferentes etapas de carga.
- Una tabla de ensayo que muestre los diferentes valores de deformación medidos.
- En el caso de falla (prematura o final):
 - Una tabla que muestre las cargas máximas aplicadas a la estructura inmediatamente antes de la falla.
 - Una breve descripción de la falla.
 - Las características dimensionales y mecánicas de los elementos que fallaron.

- Fotografías en colores que muestren la totalidad de la estructura antes y después de los ensayos y los detalles de cualquier falla.
- Datos meteorológicos durante los ensayos.
- Listas de los elementos de los cuales se extraigan muestras de ensayo y resultados de ensayos de tracción, que incluya una comparación con las cargas y/o tensiones de fluencia y de rotura nominales.

Aprobación

Al recibir la aprobación del desempeño satisfactorio en los ensayos especificados por parte del CONTRATANTE, el CONTRATISTA podrá solicitar al Fabricante el comienzo inmediato de la fabricación de las estructuras, salvo que estuviere programado lo contrario.

12 MANIPULACION, EMBALAJE Y TRANSPORTE DE REMESAS

Requerimientos de Embalaje, Estibado, Almacenamiento y Transporte

El CONTRATISTA presentará para los Ensayos de Recepción remesas que incluirán Tipos completos de estructuras, cuyas cantidades deberán responder al Plan de Entregas aprobado por el CONTRATANTE.

Una vez recepcionados en fábrica los materiales por haber superado los ensayos correspondientes y labrada el Acta respectiva, serán transportados y entregados sobre camión en los obradores o los depósitos que el CONTRATANTE designe. La recepción de estructuras con la conformidad de la Inspección del CONTRATANTE, quedará asentada en copias de los remitos, los que serán distribuidos entre todos los intervinientes incluyendo el transportista de ser necesario.

Todo el material será embalado de tal forma que se eviten daños y distorsiones de las piezas durante el transporte desde el lugar de fabricación, hasta los obradores de montaje del CONTRATISTA.

El CONTRATISTA será responsable de las pérdidas o daños producidos como consecuencia de un embalaje insuficiente o defectuoso.

Requisitos Generales del Embalaje

Los perfiles, chapas, piezas especiales grandes, bulonería y piezas pequeñas serán embalados conservando la premisa que las entregas se efectuarán conformando estructuras completas.

Los paquetes, cajas y cajones deberán ser apilables y permitir la fácil inserción de eslingas por debajo.

El manipuleo de piezas y bultos se realizará de tal manera de no dañar las piezas ni su protección anticorrosiva. A tal efecto no deberán ser golpeadas, raspadas ni arrastradas.

En el izaje de piezas ó bultos se emplearán exclusivamente eslingas ó fajas de nylon.

Los componentes del presente suministro serán embalados de forma tal que se eviten daños y distorsiones ulteriores, durante el transporte.

Cada uno de los atados ó cajones de cada torre transportados, individualmente tendrán una tarjeta de identificación que deberá ser de un material no deformable por la humedad u otros agentes climáticos. Su escritura deberá ser indeleble, conteniendo la siguiente información:

Denominación del CONTRATISTA.

Interconexión (según corresponda).

Número de Remesa.

Número de Bulto.

Peso Neto/Peso Bruto.

Tipo de estructura al que pertenece el contenido.

Domicilio del destinatario y lugar de entrega de la remesa.

Nro. del Acta de Despacho a Obra que liberó a la remesa.

Junto con cada atado o cajón se incluirá la identificación y cantidad de las posiciones que integran cada bulto (en sobre plástico termosellado).

Perfiles

Los perfiles se suministrarán en paquetes que contengan piezas iguales entre sí. Los mismos estarán ordenados por capas separadas, con cuerdas de nylon de 4 mm de diámetro para perfiles de hasta 100 mm de ala y de 6 mm de diámetro, para perfiles de alas mayores.

Los paquetes, del tamaño adecuado para su fácil manipuleo, serán zunchados con flejes de acero, debiendo generarse una separación entre éstos y el material galvanizado, mediante una tira ó faja de nylon tramado.

El zuncho metálico deberá ser galvanizado de 0,8 mm y 19 mm (como mínimo).

Chapas

Las chapas se enviarán en cajones de madera, conteniendo piezas iguales entre sí, cuidando de que no puedan producirse daños en el galvanizado en las tareas de transporte y manipuleo.

Piezas y chapas pequeñas

Las piezas y chapas pequeñas se podrán enviar en paquetes dentro de cajones de madera, y cuyos zunchos sean preferentemente galvanizados.

Bulones, arandelas y espesores

Los bulones serán entregados ensamblados con las correspondientes arandelas y tuercas. Serán clasificados por diámetros y longitudes.

Sub-embalaje

En bolsas y/o sacos cuyas piezas sean iguales entre sí.

Peso máximo: 30 kg.

Características de la bolsa y/o saco: nylon tramado.

Embalaje

En cajones o tambores herméticos cuyas piezas sean iguales entre sí.

Características del cajón: de madera de buena calidad, de aproximadamente 1,30 x 1,30 x 1 m, clavado y zunchado.

Características del tambor: en chapa comercial, de los del tipo para combustible, con tapa y brida de fijación.

Igual procedimiento de embalaje se seguirá para las arandelas y espesores.

Documentación

Lista de materiales por estructura

Se trata de una lista de todos los materiales componentes de cada tipo de torre (perfiles, chapas, bulones, espesores, etc.).

Packing list

Es un documento que tiene la misma información que la Lista de Materiales por Estructura, pero relacionado con el transporte a obra, es decir con indicación de la cantidad de torres (atados y cajones por tipo de torre enviada).

12 - PLANILLA DE DATOS TECNICOS GARANTIZADOS
ESTRUCTURAS METALICAS ANGULARES, TERMINALES Y ESPECIALES

Nro.	DESCRIPCION	UNIDAD	S/PLIEGO	S/OFERTA	OBS.
1.	Generalidades				
1.1	Fabricante	-			
1.2	Denominación	-			
1.3	Dimensiones generales	cm	(*)		
1.4	Forma de la sección transversal	-	Cuadrada		
1.5	Protección anticorrosiva	-	Cincado por inmersión en caliente		
1.5.1	Perfiles y Chapas	-	IRAM 573 ó		
1.5.2	Bulones, tuercas, arandelas	-	IRAM 5336		
2.	Materiales				
2.1	Perfiles				
2.1.1	Proceso de fabricación	-	Laminado en caliente (calmado, de grano fino austenítico)		
2.1.2	Características geométricas	-	IRAM-IAS-U500-558		
2.1.3	Características mecánicas	-	IRAM-IAS-U500-503 (F-24; F-36) ó DIN 17100 (St-37; St-52)		
2.2	Chapas y Planchuelas				
2.2.1	Proceso de fabricación	-	Laminado en caliente (calmado, de grano fino austenítico)		
2.2.2	Características geométricas	-	IRAM-IAS-U500-42		
2.2.3	Características mecánicas	-	IRAM-IAS-U500-042 (F-24 y F- 30)		
2.3	Bulones, tuercas y arandelas				
2.3.1	Proceso de fabricación	-	forjado		
2.3.2	Características geométricas	-	DIN 7990/555/7989		
2.3.3	Características mecánicas	-	DIN 267 (5.6)		

PLANILLA DE DATOS TECNICOS GARANTIZADOS

ESTRUCTURA METÁLICA DE SUSPENSIÓN

Nro.	DESCRIPCION	UNIDAD	S/PLIEGO	S/OFERTA	OBS.
1.	Generalidades				
1.1	Fabricante	-			
1.2	Denominación	-	SM- 4;SM;SM+4;SM+8		
1.3	Dimensiones generales	cm			
1.4	Forma de la sección transversal	-	Rectangular Cincado por inmersión en caliente		
1.5	Protección anticorrosiva	-			
1.5.1	Perfiles y Chapas	-	IRAM 573 ó		
1.5.2	Bulones, tuercas, arandelas	-	IRAM 5336		
2.	Materiales				
2.1	Perfiles				
2.1.1	Proceso de fabricación	-	Laminado en caliente (calmado, de grano fino austenítico)		
2.1.2	Características geométricas	-	IRAM-IAS-U500- 558		
2.1.3	Características mecánicas	-	IRAM-IAS-U500 -503 (F-24; F-36) ó DIN 17100 (St-37; St-52)		
2.2	Chapas y Planchuelas				
2.2.1	Proceso de fabricación	-	Laminado en caliente (calmado, de grano fino austenítico)		
2.2.2	Características geométricas	-	IRAM-IAS-U500- 42		
2.2.3	Características mecánicas	-	IRAM-IAS-U500- 042 (F-24 y F- 30)		
2.3	Bulones, tuercas y arandelas				
2.3.1	Proceso de fabricación	-	forjado		
2.3.2	Características geométricas	-	DIN 7990/555/7989		
2.3.3	Características mecánicas	-	DIN 267 (5.6)		