CARTEL CON SISTEMA LED .
DISEÑO Y DIMENSIONADO SECCIONAL DE LA ESTRUCTURA METALICA.

Daniel Osvaldo Troglia Ing. Civil. U.N.C.
troglia@gmail.com www.lambdaingenieriasa.com

RESUMEN

En el presente trabajo se exponen los aspectos más importantes del diseño y del cálculo seccional y de uniones, de la Estructura Metálica del Cartel ubicado en el centro de la ciudad de Córdoba, frente al Centro Comercial PATIO OLMOS. Provincia de Córdoba. República Argentina

El mismo se encuentra emplazado sobre la terraza de la Casa Radical, y tiene una dimensión total de 7000 mm x 11500 mm, y está separado 6000 mm del nivel de terraza a los efectos que el mismo pueda ser fácilmente visualizado.

Las características más relevantes del proyecto fueron la generación de una estructura soporte que recibiera, resistiera y pudiera transmitir los esfuerzos a los puntos de la estructura existente adecuados para tal fin. Además las dimensiones del cartel generaron el diseño de una adecuada estructura reticulada de columnas y vigas en el plano de la pantalla y de tensores (tracción) y puntales (compresión) que le otorgaran la rigidez necesaria.

Se aplicó la Normativa CIRSOC 301-2005 (perfiles laminados) y 302-2005 (secciones tubulares). Se utilizaron secciones del Grupo IV y tubos con uniones directas.

Las vinculaciones a la estructura existente se realizaron con anclajes químicos, la gran mayoría sobre niveles superiores de columnas

ABSTRACT

In the present work the most important aspects of the design and the sectional and union calculation are exposed, of the Metallic Structure of the Cartel located in the center of the city of Córdoba, in front of the PATIO OLMOS Shopping Center. Province of Cordoba. Argentinian republic

It is located on the terrace of the Radical House, and has a total dimension of 7000 mm x 11500 mm, and is separated 6000 mm from the terrace level so that it can be easily visualized.

The most relevant characteristics of the project were the generation of a support structure that received, resisted and could transmit the efforts to the points of the existing structure suitable for that purpose. In addition, the dimensions of the poster generated the design of a suitable cross-linked structure of columns and beams in the plane of the screen and of tensors (traction) and struts (compression) that would give it the necessary rigidity.

The Regulation CIRSOC 301-2005 (rolled profiles) and 302-2005 (tubular sections) was applied. Group IV sections and tubes with direct connections were used.

The links to the existing structure were made with chemical anchors, the vast majority on higher levels of columns

INTRODUCCION

Se plantean los elementos más importantes del diseño y el dimensionamiento seccional y de las uniones de la Estructura Metálica ejecutada para soporte de un Cartel de importantes dimensiones ubicado en el centro de la ciudad de Córdoba, frente al Centro Comercial PATIO OLMOS. Provincia de Córdoba. (ver Figuras 1, 2, 3 y 4).

En primer lugar se indican las características geométricas de la Estructura Soporte (vista lateral, sección transversal), y los materiales utilizados.

Luego se verifican seccionalmente algunos de los elementos más importantes que componen la estructura principal formadas principalmente por estructuras reticuladas.

Después se indican las verificaciones de algunas de las uniones y resoluciones constructivas del proyecto: el montaje se planteó en etapas, colocando en primera instancias con anclajes con varillas roscadas y anclaje químico y luego se fueron plateando las columnas principales en dos o tres tramos abulonadas, para luego montar el resto de la estructura con uniones soldadas (algunas pre-armadas de taller) y otras en obra.

Figura Nº1: Fotografía del Montaje de la Estructura del Cartel

Figura Nº2: Montaje del emplazamiento del Cartel

Figura Nº3: Fotografía de la Estructura

Figura Nº4: Fotografía dela Estructura

DATOS DE LA ESTRUCTURA SOPORTE. MATERIALES

El Cartel consta de una Estructura formada por 4 columnas principales (armada con 2PNU160 y diagonalizaciones, sección del Grupo IV según CIRSOC 301-2005, denominadas CMT1), apoyadas sobre la fachada vinculadas mediante insertos a flexión sobre columnas y estructura Prefabricada Tipo ASTORI; sobre las cuales se apoyan una cuadrícula de perfiles para fijación de los LEDS.

Una de las 4 columnas no se encuentra directamente apoyada sobre un inserto en el Hormigón existente, sino sobre un sistema de apeo formado por una viga de sección cajón que se encuentra apoyada sobre un inserto y sobre una viga reticulada (ver figura 5), debido a la imposibilidad de apoyarse en ese punto; esta viga reticulada se encuentra vinculada a la estructura existente a través de un inserto en un extremo y

sobre una columna secundaria en el otro, con el mismo criterio que las otras tres columnas principales.

Por otra parte estas columnas principales se encuentran vinculadas a otras columnas internas (secundarias, CMT2) mediante puntales de sección de 4 ángulos (grupo IV) (elementos con rigidez a compresión); estas columnas internas también se vinculan mediante insertos; entre estas columnas perimetrales e internas se realiza una plataforma de entrepiso que va a servir de plataforma de trabajo y mantenimiento del cartel. (ver figura 6,7 y 8)

Los Perfiles laminados son F-24, con tensión de fluencia F_y=235 MPa, y F_u=370 MPa. Los tubos son TE-22 con F_y=230 MPa y F_u=420 MPa.

Para las chapas utilizadas tanto para la de cierre como los rigidizadores se utilizó acero F-24, con F_y=250 MPa y F_u=400 MPa.

Las soldaduras se dimensionaron con una tensión de rotura del Electrodo de F_w=0.6 F_{EXX}, F_w= 0.6 x 480 MPa = 288 MPa, como mínimo.

Los bulones son de tipo ASTM A-325, F_y > 800 MPa.

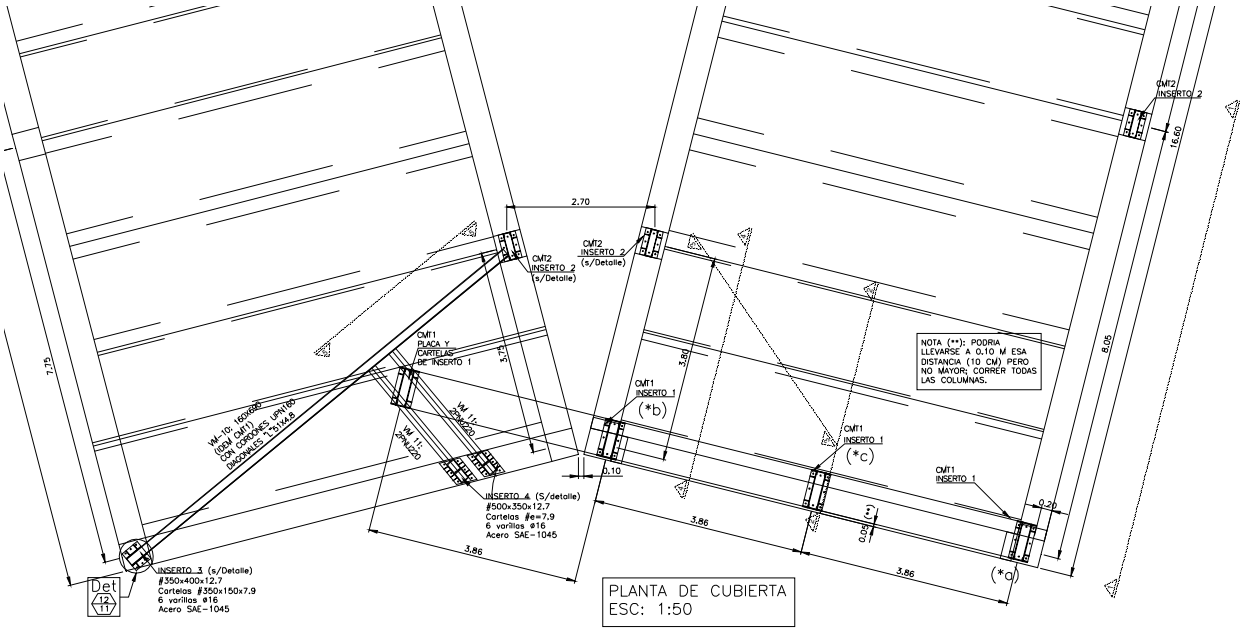


Figura Nº5: Planta de Insertos.

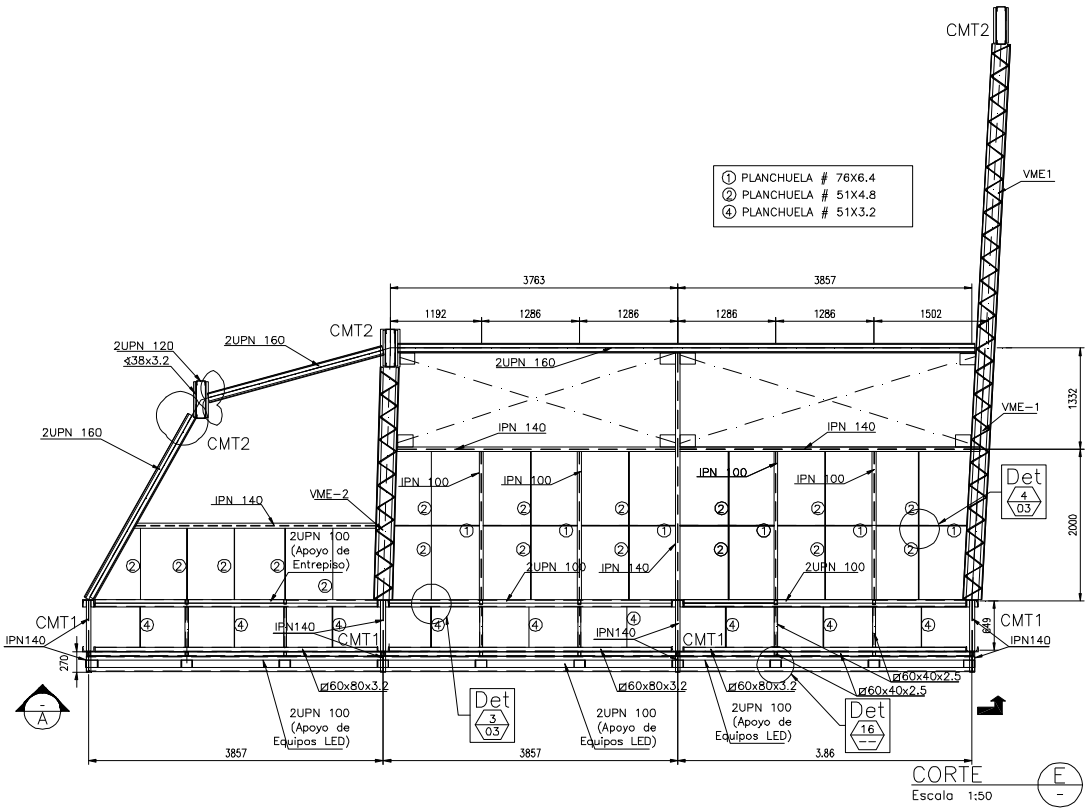


Figura Nº6: PLANTA. Estructura de Entrepiso

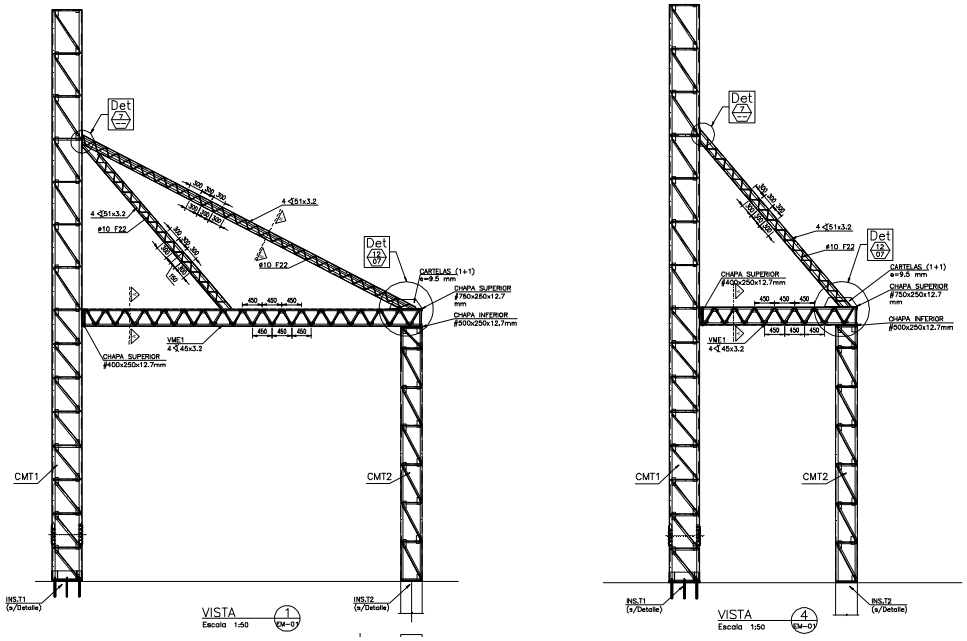


Figura Nº7: Vistas Laterales de Puntales-Tensores.

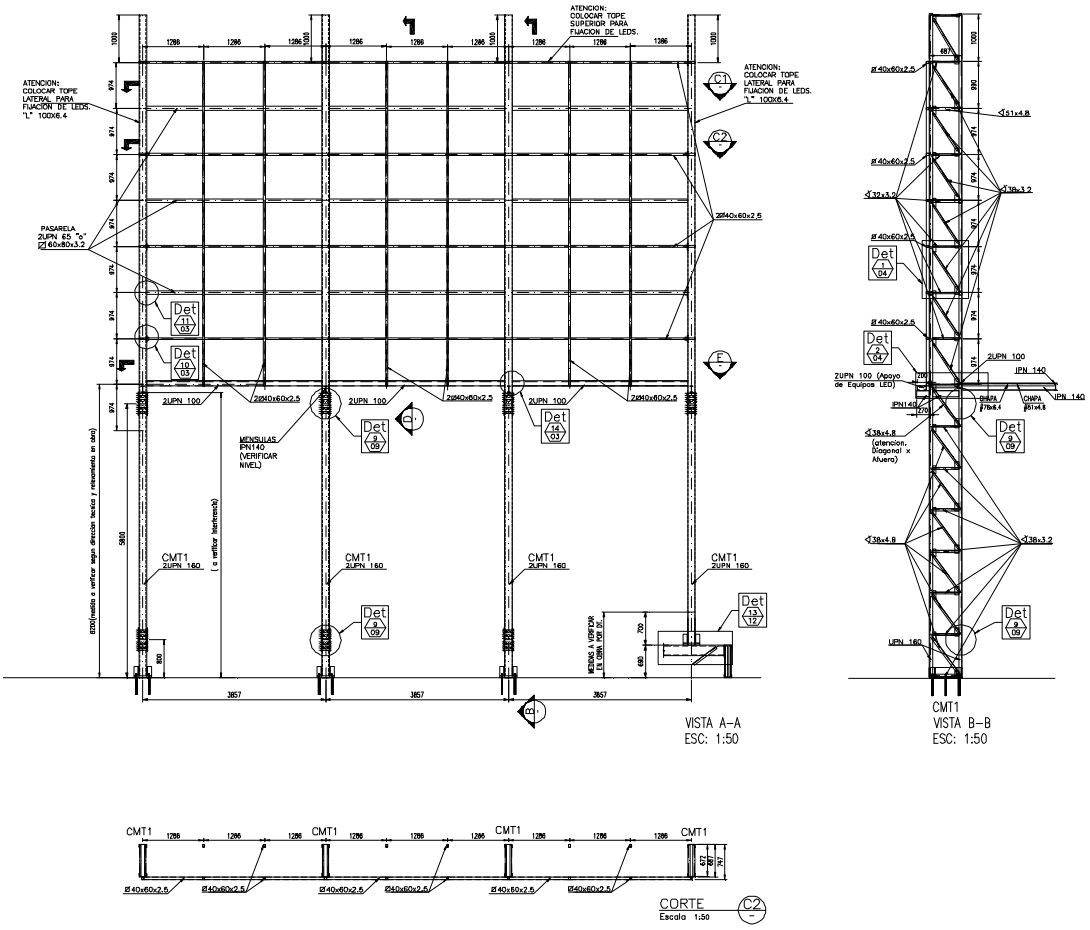


Figura Nº8: Frente, lateral y Planta de Estructura Cartel.

NORMATIVA. DETERMINACION DE ESFUERZOS. RESISTENCIA REQUERIDA

Se utilizó las Normativas por Estados Límites con la mayoración de los estados nominales y la minoración de las resistencias nominales para las diferentes solicitaciones de sección. De acuerdo a lo establecido en general por el Reglamento CIRSOC 105 y en función de lo establecido por el reglamento por estados limites CIRSOC 301, en base al proyecto y a las normas bases las combinaciones de acciones últimas propuestas son:

1.2 D + 1.6 Lr (1)

1.2 D + 1.5 W (2)

0.9 D + 1.5 W (3)

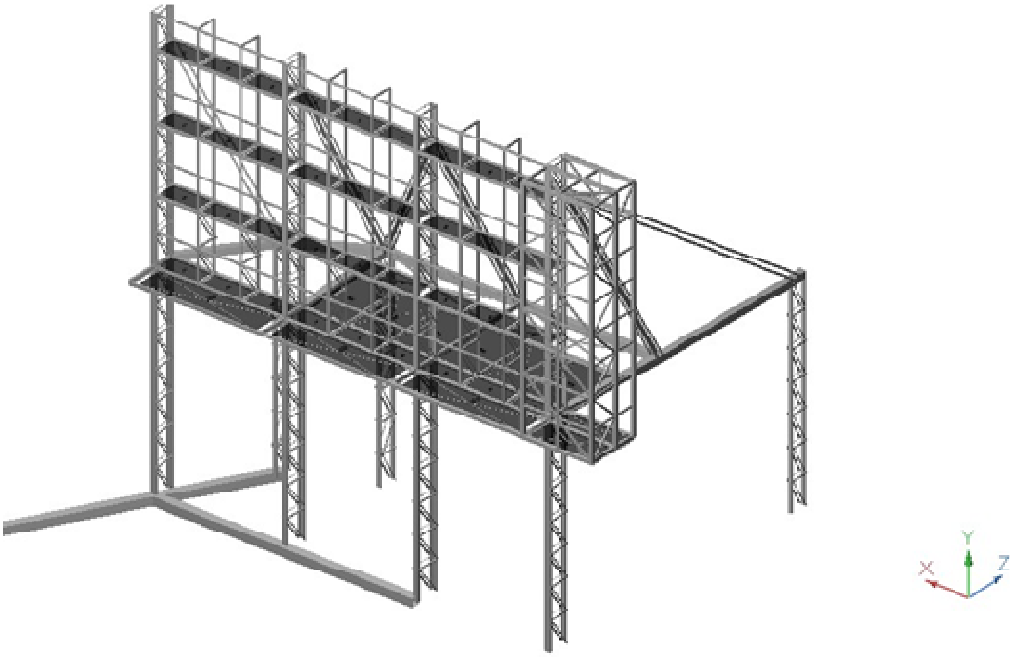
Siendo:

D = Cargas permanentes (Peso propio de entrepiso, estructura).

Lr = Sobrecarga de mantenimiento en pasarelas y entrepiso.

W = Viento en dirección Z y sentidos (+,-) (W1z - W2z).

La Resistencia Requerida es la combinación más desfavorable de las acciones Nominales. Las mismas fueron extraídas del modelo tridimensional [(1)]



.Figura Nº9: Vista modelo Tridimensional, Secciones de Esfuerzos y Resistencia requerida

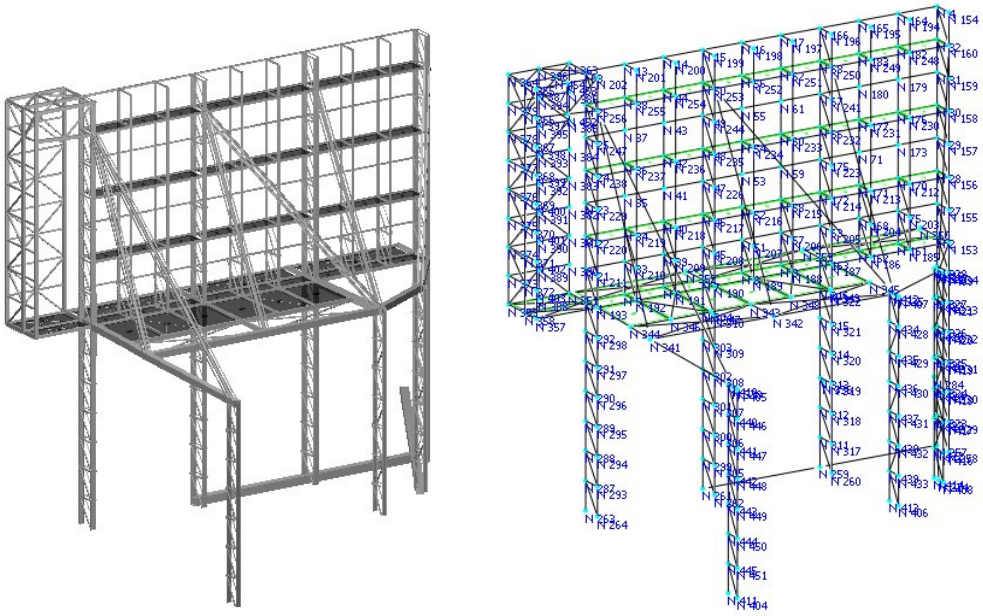


Figura Nº10: Vista Modelo Tridimensional unifilar

[(1)] Los esfuerzos y figuras fueron desarrollados en la Consultora TACCI SRL, mediante el Programa RAM Elements® (Bentley).

VERIFICACIONES SECIONALES

Se plantean algunos de los elementos diseñados para indicar su dimensionado seccional (ver Figura 11)

Figura Nº11: Elementos típicos dimensionados a continuación

- **VERIFICACIO SECCIONAL DE COLUMNAS PRINCIPALES**

Se pueden ver en la siguiente planilla de cálculo las resistencias Requeridas, y las resistencias de diseño de la sección de la columna principal de 160x690 (ver figuras N°11y N°12)

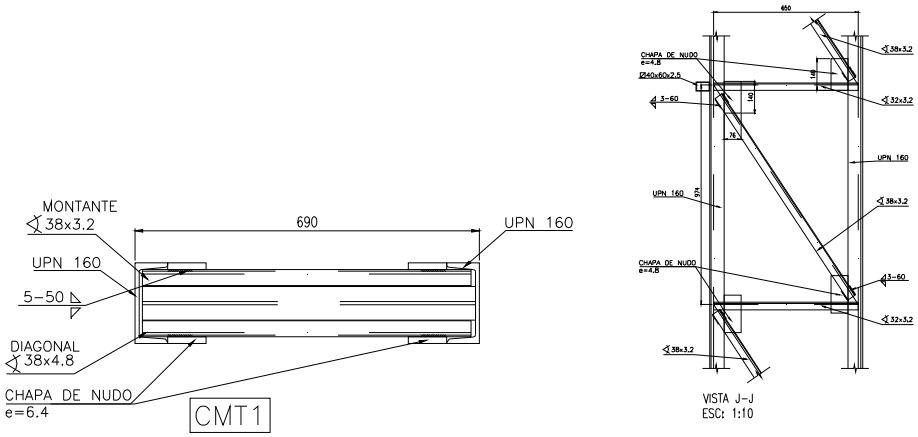


Figura Nº12: Columna CMT1 de 160x690, sección Grupo IV

SECCION TIPO IV: CORDONES 2 PERFILES UPN Y DIAGONALES CON ANGULOS **Reglamento - REGLAMENTO CIRSOC 301-EL**

Nombre de la COLUMNA:

- Datos sección

Ag1 = 24	(cm²)	sección del angulo			
I1x = 925	(cm4)	momento de inercia del angulo alred.eje baric.			
I1y = 85.3	(cm4)	momento de inercia alred.del eje minimo			
dw = 16	(cm)	altura del alma del perfil			
ew = 0.75	(cm)	espesor del alma	no = 2		cantidad de planos de diagonales
bf = 6.5	(cm)	ala del perfil	nm = 1		(1: diagonales solo, 2: diag.y montantes)
ef = 1.05	(cm)	espesor del ala	xe = 1.84	(cm)	distancia al centro de gravedad del ángulo

- Datos geometricos d > b

Dimensiones de la Columna	Altura	D = 70	(cm)
	Ancho	dw = 16	(cm)

- Datos geometricos

L = 1300 (cm) Luz de la columna

Condiciones de apoyo kx = 0.85

kz = 0.35

- Datos de la diagonal plano principal

Ad1 = 2.32	(cm2)	sección diagonal principal (z-z)
rdm1 = 0.71	(cm)	radio de giro mínimo
ld1 = 73.7	(cm)	longitud de la diagonal

- Esfuerzos: Resistencia Requerida

Mux = 20.8	(tn.m)	Vuz = 3.61	(tn)
Muz = 0	(tn.m)	Vux = 0	(tn)
Nu = −2	(tn)		

- ESBELTECES GLOBALES

λz = 73.29 Esbeltez alrededor del eje material (1) Ixx = 55920 cm4 Izz = 1850 cm4

λmx = 36.52 Esbeltez alrededor del eje libre (2) a = 65 cm luz no arriostrada del cordón

- CORDON LONGITUDINAL (1: Eje Material 2: Eje libre)

(1) $\frac{a}{rmin}$ = 34.48 λcz = 0.8 ==> λc = 0.8 ==> Fcrcm = 1.8 (t/cm2)

Rd1 = 73.56 t Md1 = 319.59 (t.cm) ==> f = 0.03 f1 = 0.01 <1

Verifica4 = 1 Verifica0 = 1 Verifica5 = 1

(2) Pu1 = 32.52 t a = 65 cm λc1 = 0.8 ==> Fcrcl = 1.8 (t/cm2)

Rd2 = 36.78 t f2 = 0.88 ==> Verifica1 = 1

- DIAGONAL Principal z-z α1 = 25.8º (Ang diagonal con horizontal)

ND = 2.01 t ld1 = 73.7 cm kd = 0.9

λd1 = 103.8 λcd = 1.13 ==> Fcrd = 1.38 (t/cm2)

Rdd = 2.72 t fd = 0.74

Verifica2 = 1

- Soldadura eg = 0.21 (cm) Lsol = 5.5 (cm)

- PRESILLAS Ip = 435.16 (cm4) tp = 0.79 (cm) hp = 19 (cm)

Tabla Nº13: Diseño de Columna CMT1 a flexo-compresión

- **VERIFICACION SECCIONAL DE SISTEMA DE APEO**

Otro elemento estructural que se quiere mostrar en detalle es el sistema de apeo de la columna que no se podía fijar directamente a la estructura existente de H°A°, (ver figura N°11 y 14). La columna CMT1 se vincula a los 4 PNU220 mediante una unión soldada a través de una placa horizontal de apoyo y cartelas de rigidización. Estos perfiles UPN220 (unidos de a dos formando una sección Cajón) se vinculan a la

viga reticulada mediante otra unión soldada con filetes a una placa que estaba soldada a la viga reticulada (ver figura N°14)

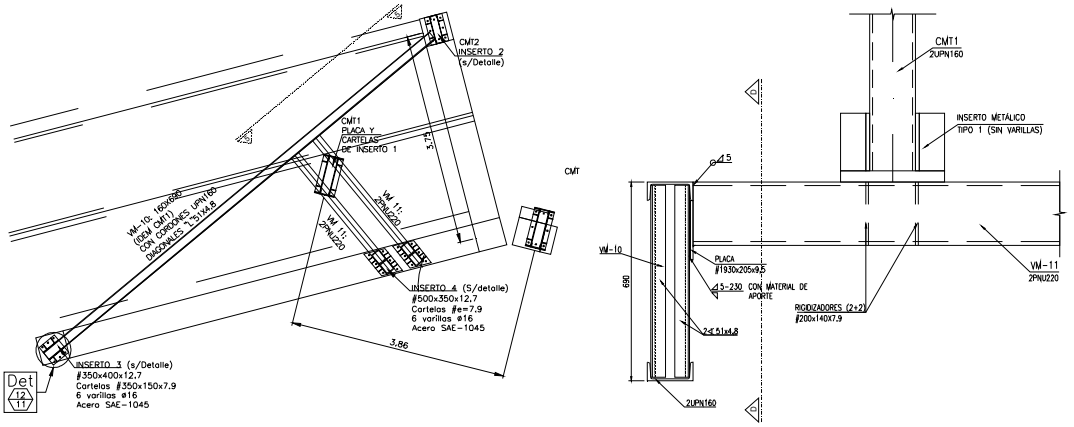


Figura Nº14: Sistema de Apeo. Planta y Vista

En el modelo se materializo un apoyo fijo en cada cordón; las máximas reacciones fueron: R1y=22.81tn y R2y=-18.8 tn
Cada uno de las secciones cajón reciben esas acciones, flexionando hacia abajo y hacia arriba (ver figura N°15)

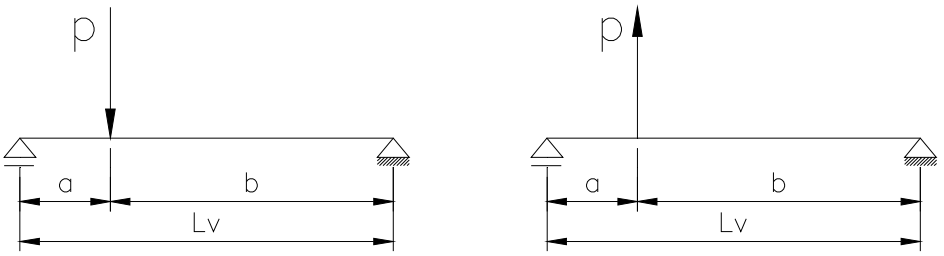


Figura Nº15: Esquema de Cargas sobre las Vigas Cajón 2PUN220

El más desfavorable resulta Mu = P x a x b /Lv

Para la combinación de carga y luz más desfavorable P=Pu2= 18.8 tn , a=0.85 , b=1.7 y Lv = 2.50 mts, la resistencia requerida de flexión resulta Mu=10.86 tm

Como son perfiles laminados no hay estados límites de pandeo local de ala y alma
El estado límite de pandeo lateral, adoptando la fórmula para sección cajón, adoptando una espesor promedio, nos arroja un Lp > a la luz de la viga, por lo tanto no es condicionante.
Por lo tanto, el estado límite de plastificación resulta:

$Md = \Phi b \, Zxx.Fy$ (4)
Md= 0.90 x (292 x 2) x 235 x 0.01 = 1235 t.cm = 12.35 tm

Con Zx1=292 cm^3 (modulo plástico), Fy=235 MPa y Φb=0.90
Entonces Md=12.35 tm > Mu=10.68 ➔ VERIFICA
Las deformaciones al no ser la luz importante, no son condicionantes, y son menores a las admisibles.

La viga reticulada es de similar sección que las columnas, con UN160 de cordón y diagonales con 2 perfiles ángulo (L) de 51x4.8 (2”x5/16”) .

La forma de cálculo es similar, la resistencia requerida resulta Mu=16 tm Vu=5t (global); las resistencias de diseño resultan mayores; se determinan en los cordones de UPN con L1= 88 cm y Ly=890 cm =8.9 m (luz de la viga).

Las diagonales están solicitadas a esfuerzo axil.

Se verifico también la deformación admisible.

VERIFICACION DE UNION DE COLUMNAS A ESTRUCTURA DE HºAº

En la parte inferior, las columnas principales CMT1 (en realidad ya se aclaró que 3) se empotran en la estructura de H°A° existente a través de una unión abulonada entre una placa base con agujeros que se encuentra soldada en la columna y las varillas roscadas en el Hormigón que se colocaron con anclaje químico.

El sistema de transmisión de esfuerzos se completa con cartelas soldadas a los parantes y a la placa de apoyo. Todas estas chapas son de acero F-24. (Ver Esquema de cálculo en Figura Nº16)

Se calculan los insertos para absorber los esfuerzos más desfavorables de flexión (M), normal (N) y corte (V) simultáneos (Resistencia Requerida).

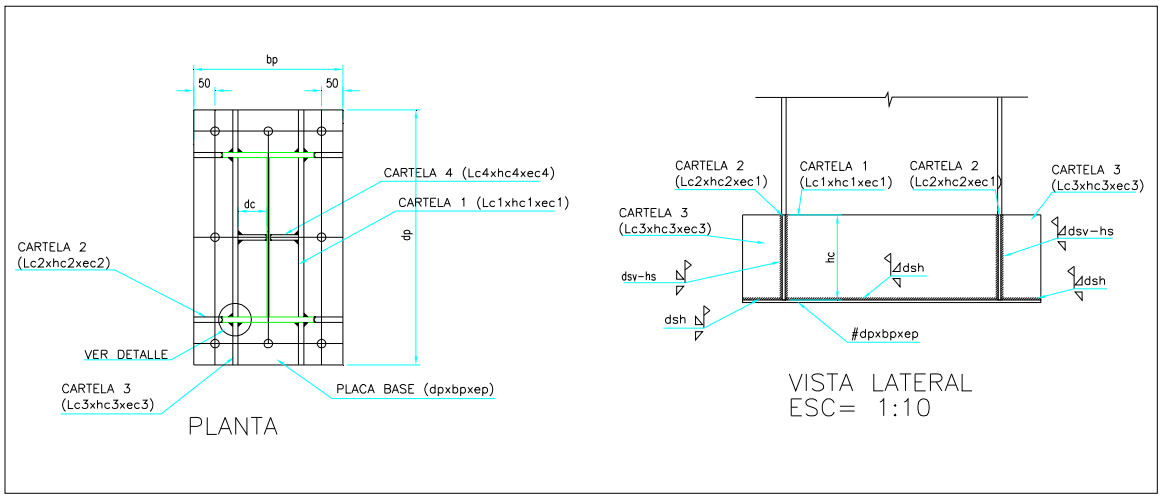


Figura Nº16: Esquema General de Inserto a Flexión

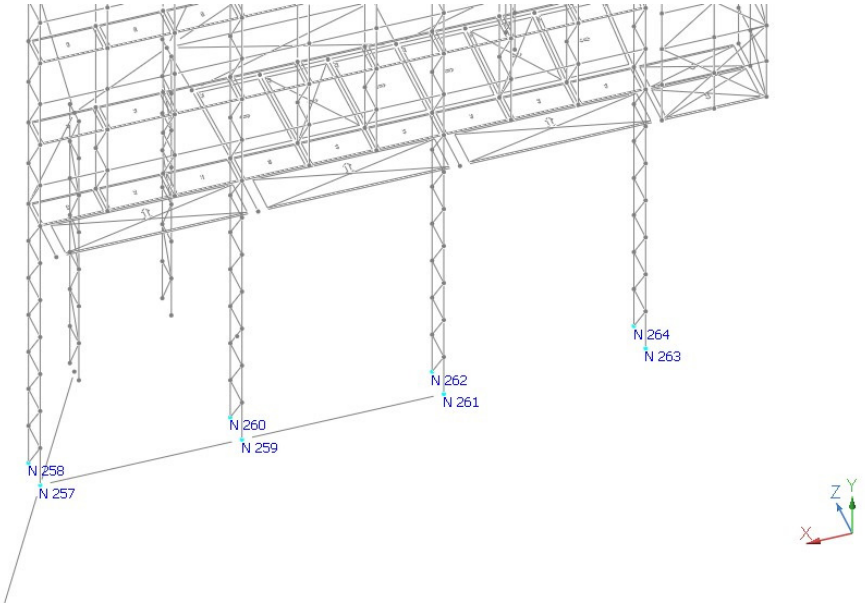


Figura Nº17: Vista Modelo Nudos de apoyo. Apoyos de Columnas

La combinación de los esfuerzos axiles de ambos nudos (ver figura 17) nos arroja los esfuerzos globales máximos de flexo tracción
M_U= 159 kN.m = 15.9 tm
N_U= 30 kN = 3 tn.
V_U= 45 kN = 4.5 tn.

Verificamos el inserto de la Columna CMT1 que se muestra en la Figura N°18

VERIFICACIÓN DE PRESIÓN DE CONTACTO

Se verifica el estado tensional, el equilibrio de la base metálica se da por la compresión que es absorbida por la la placa reaccionando con el Hormigón y la tracción con los anclajes. La placa base de apoyo tiene 36x70 cm. Estamos en el caso III, de flexo-tracción.

La tensión de trabajo será: $ftra := NU \cdot 10 \cdot \frac{e - \frac{d}{2} + h1}{b \cdot \frac{7}{32} \cdot hr^2}$ $ftra = 4.5$ MPa

La fuerza necesaria en los pernos de anclaje necesaria es

$Zu2 := ftra2 \cdot \frac{hr}{4} \cdot b2 \cdot 10^{-1} + NU$ $Zu2 = 294.1$ kN Fuerza de tracción en pernos de anclaje

f_{tra} = 4.5 MPa = 45 kg/cm^2 (5)

Z_U=294 kN = 29.4 Tn (6)

ANCLAJES

De acuerdo a la memoria y los planos de proyecto, los anclajes son varillas de diámetro 22 mm de acero SAE-1045; la capacidad del anclaje es:

$R_{d1} = \Phi_U \, Ag \, F_y$ (7)

$R_{d1} = 0.75 \times (2.2^2 \times \pi/4) \times 400 \times 0.1 = 114 \text{ kN} = 11.4 \text{ tn}$

La Resistencia de diseño total tracción resulta:

$R_{dT}=114 \times 3 = 342 \text{ kN} > Z_U=294 \text{ t}$ ➔ Verifica

La capacidad a corte $R_{dV} = 3 \times 77.5 = 232 \text{ kN} >>> 45$ ➔ Verifica ampliamente

PLACA (360x700x38.1)

La placa se encuentra flexada por compresión y por tracción.

La tensión de compresión resultó:

$f_c = 45 \text{ Kg/cm}^2 << 0.5 f'_c = 105 \text{ Kg/cm}^2$ ➔Verifica

Flexión de Placa. Compresión

Momento en la placa: $Mp = 45 \times 10.3^2 / 2 = 2387 \text{ Kg.cm.}$

Módulo resistente elástico $S = 3.81^2 \times 1 / 6 = 2.42 \text{ cm}^3$

La tensión resulta:

$f = 2387 / 2.42 = 986 \text{ Kg/cm}^2 < 0.9 \times 2350 = 2110 \text{ Kg/cm}^2$ ➔ Verifica

Flexión de Placa. Tracción

$T_{U1} = Z_U/3 = 294 \text{ kN} /3 = 98 \text{ kN} = 9.8 \text{ t}$ (máxima tracción)

Momento en la placa:

$Mp = 36 \text{ t.cm} = 36000 \text{ Kg.cm.}$

Módulo resistente elástico $S = 10 \times 3.81^2 / 6 = 24 \text{ cm}^3$

La tensión resulta:

$f = 36000 / 24 = 1500 \text{Kg/cm}^2 < 0.9 \times 2350 = 2110 \text{ Kg/cm}^2$ ➔Verifica

CARTELAS (#200x12.7)

Flexión por Compresión

Resulta el caso más desfavorable, al no haber tramo de cartela en voladizo

$hr/4 \approx 16.5$ $Pc=(16.6 - 6) \times 45 \text{ Kg/cm}^2 \times 36 \text{ cm} / 2 = 8586 \text{ Kg} = 8.6 \text{ tn}$

$Mc = Pc \times 10.6/2 = 45506 \text{ kg.cm.}$

Módulo resistente elástico $S = 20^2 \times 1.27 / 6 = 85 \text{ cm}^3$

La tensión resulta:

f = 45506 / 85 = 535Kg/cm^2 ≈ 0.9 x 2350 = 2110 Kg/cm^2➔Verifica

Se verificaron luego los estados límites de flexión: PLT y PLF.

En las figuras 18, 19ª y 19b se indican los detalles de algunos de los insertos típicos y en la figura N°20 el montaje del mismo.

Se dimensionan las soldaduras, de acuerdo al Reglamento (1)

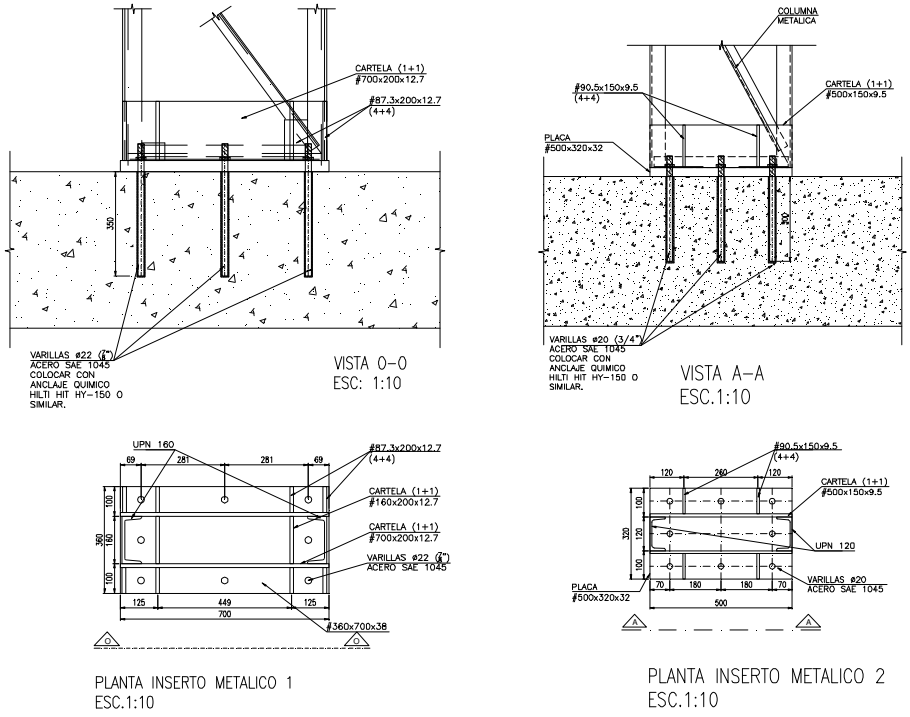


Figura Nº18: Detalle de Insertos 1 (de CMT1) y 2 (de CMT2)

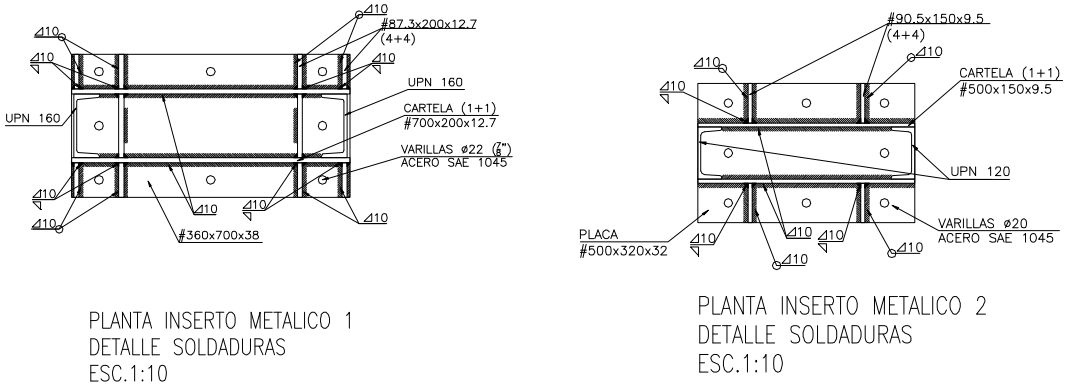


Figura Nº19a: Detalles de Soldaduras de Insertos.

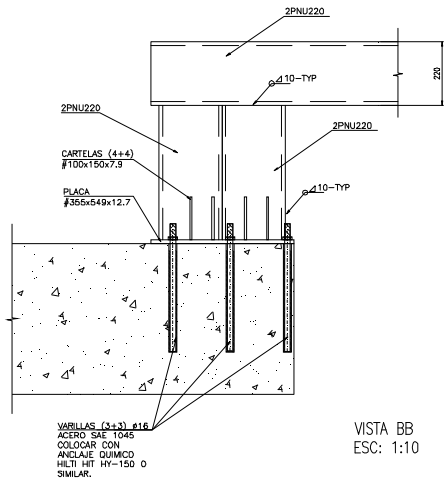


Figura Nº19b: Detalles de Soldaduras de Insertos.

Figura Nº20: Detalle de Anclaje colocado en estructura existente de Cubierta

UNIONES SOLDADAS Y ABULONADAS

- **EMPALME DE COLUMNA**

Las columnas estan formadas por cordones con UPN160; como vimos se plantearon tramos abulonados; se utiliza una UNION ABULONADA TIPO PRETENSADA (según denominación de los Reglamentos (1) y (4) con bulones de Calidad ASTM A-325. La union abulonadas se realiza por las alas y el alma del perfil, utlizando cubrejuntas de ala y alma respectivamente.

Resptando las

La fuerza normal a transmitir por la unión más solicitada es N = 33 t

La cantidad de bulones son 10 (4 +3 x 2), N_{u1}= 33 / 10 = 3.3 t

Las características de los Bulones son: Calidad A-325 Ø19.1 mm (3/4”), con rosca incluida en plano de corte (F_V=330 MPa = 3.3 t/cm^2)

Capacidad del bulón a corte y a aplastamiento:

$R_{d1} = \Phi_U \, Ag \, F_V = 0.75 \times 2.86 \times 3.3 = 7.07 \, t > N_{u1}$ ➔ OK (8)

$R_{d2} = \Phi_U \, 2 \, \Phi_{Bu} \, t \, F_y = 0.75 \times 2.0 \times 1.91 \times 1.27 \times 3.7 = 13.4 \, t >>> N_{u1}$ ➔ OK (9)

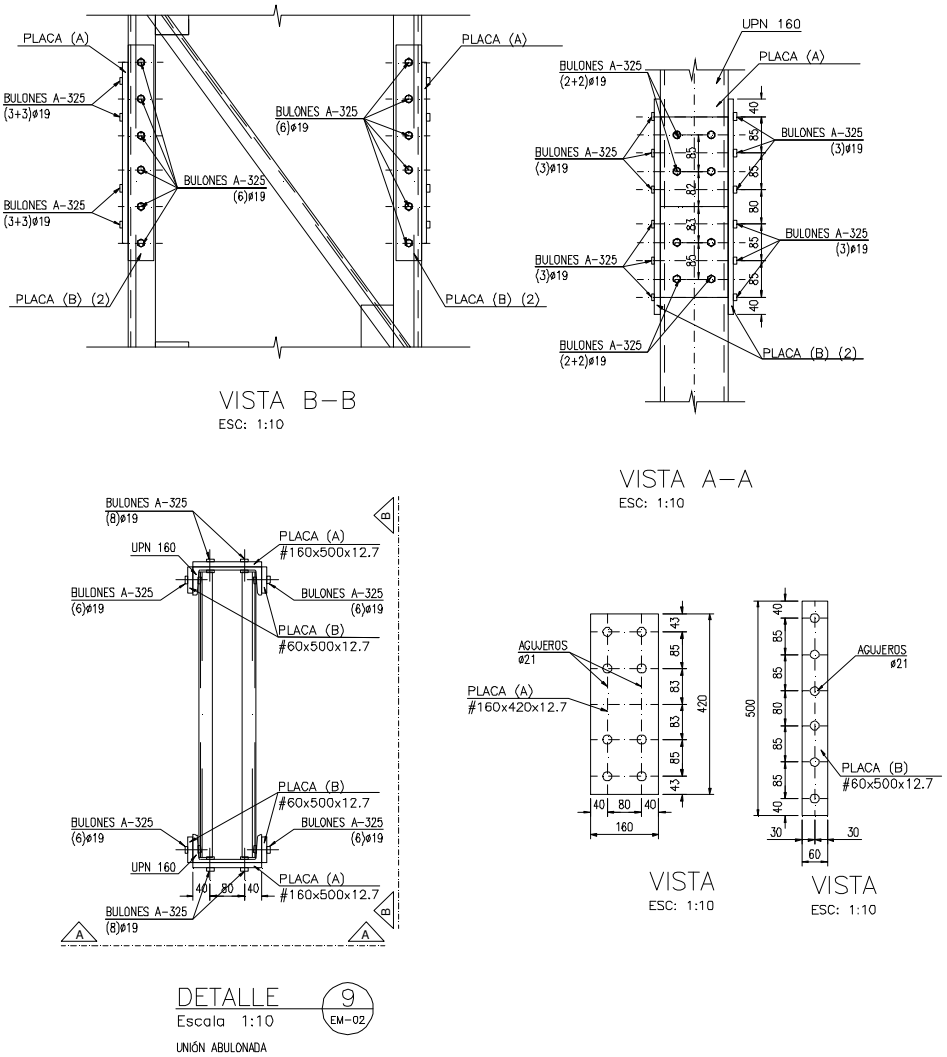


Figura Nº21: Detalles de Unión Abulonada

- **UNION INFERIOR DE COLUMNA Y VIGA DE APEO.**

Se plantea la unión soldada de los perfiles UPN220 a la placa que se encuentra sobre la viga reticulada, se resuelve con una soldadura de filetes (ver Figura N°22). La resistencia de diseño resulta (según Referencias (1) y (3):

$R_d = \phi_w \, F_w \, e_g \, L_s \, n_c$ (10)

Siendo:

ϕ_w=0.6 : coeficiente de minoración de resistencia nominal

F_{EXX}=480 MPa; tensión de fluencia del electrodo

F_w= 0.6 F_{EXX}; tensión de soldadura para Corte en el área efectiva (según tabla J.2.5 de Reglamento (1))

d = cateto de soldadura = 6 mm = 0.6 cm

e_g = 0.707 x d: espesor efectivo del filete de soldadura

L_s = longitud del cordón de soldadura.

n_c = número de cordones de soldadura = 4

R_d = 0.6 x (0.6 x 4.8) x (0.6 x 0.707) x 22 x 4 = 64 t > N_u = 30 t ➔Verifica

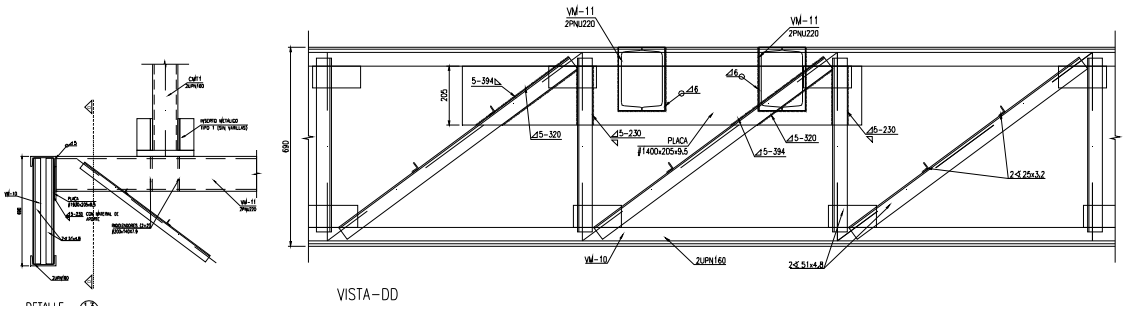


Figura Nº22: Detalles de Unión Soldada

ESTADOS DE SERVICIO.

- **DEFORMACIONES.**

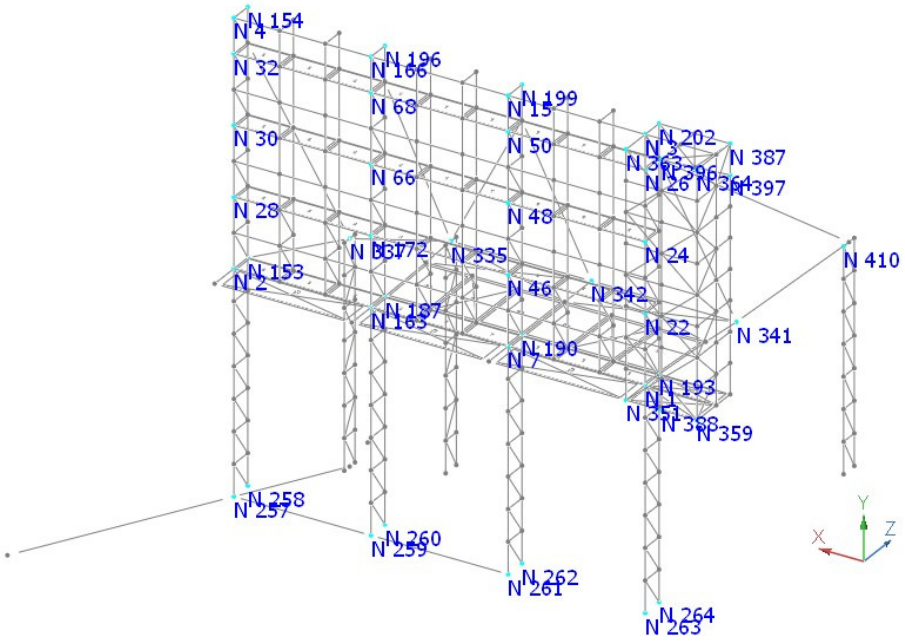


Figura Nº23: Planta modelo - Nudos

Se verifican las deformaciones máximas del modelo elástico para las combinaciones de servicio en los puntos más desfavorables (ver Figura N°23 y Tabla N°24)

Envolvente de desplazamientos nodales

Nota.- **ec**es el estado de carga crítico
Envolvente de desplazamientos nodales para:

CS1=Dd1+Dd2+Dd3
CS2=Dd1+Dd2+Dd3+Lpa1+Lpa2+Lent
CS3=Dd1+Dd2+Dd3+wz
CS4=Dd1+Dd2+Dd3+Wzn
CS5=0.9Dd1+0.9Dd2+0.9Dd3+wz
CS6=0.9Dd1+0.9Dd2+0.9Dd3+Wzn

		Traslación						Rotación			
Nudo		**X** [cm]	**ec**	**Y** [cm]	**ec**	**Z** [cm]	**ec**	**Rx** [Rad]	**ec**	**Rz** [Rad]	**ec**
364	Max	1.795	CS6	-0.119	CS5	6.663	CS3	0.00378	CS3	0.00300	CS3
	Min	-2.270	CS3	-0.594	CS4	-6.490	CS6	-0.00344	CS6	-0.00242	CS6
388	Max	0.153	CS6	0.177	CS5	2.072	CS5	0.02432	CS5	0.00239	CS3
	Min	-0.291	CS3	-0.838	CS4	-2.113	CS4	-0.02512	CS4	-0.00236	CS6
66	Max	-0.082	CS6	0.061	CS5	2.083	CS5	0.00031	CS5	0.00033	CS4
	Min	-0.191	CS2	-0.120	CS4	-2.248	CS4	-0.00040	CS4	-0.00008	CS5
48	Max	-0.082	CS6	0.118	CS5	3.176	CS3	0.00316	CS3	0.00034	CS4
	Min	-0.191	CS2	-0.166	CS4	-3.086	CS6	-0.00250	CS6	-0.00010	CS5
50	Max	-0.130	CS1	0.112	CS5	3.720	CS3	0.00276	CS3	0.00033	CS4
	Min	-0.226	CS2	-0.161	CS4	-3.488	CS6	-0.00205	CS6	-0.00001	CS5
68	Max	-0.130	CS1	0.050	CS5	2.041	CS5	0.00015	CS6	0.00032	CS4
	Min	-0.227	CS2	-0.111	CS4	-2.218	CS4	-0.00023	CS3	0.00000	CS5
30	Max	-0.082	CS6	0.016	CS5	0.806	CS5	0.00033	CS6	0.00044	CS4
	Min	-0.191	CS2	-0.062	CS4	-1.128	CS4	-0.00086	CS3	-0.00007	CS5
410	Max	0.136	CS2	0.075	CS5	1.855	CS5	0.00325	CS5	0.00011	CS6
	Min	-0.098	CS6	-0.084	CS4	-1.904	CS4	-0.00335	CS4	-0.00170	CS2
387	Max	0.870	CS6	0.359	CS6	6.661	CS3	0.00571	CS3	0.00571	CS3
	Min	-1.669	CS3	-1.109	CS3	-6.489	CS6	-0.00550	CS6	-0.00207	CS6
397	Max	0.693	CS6	0.360	CS6	6.147	CS3	0.00604	CS3	0.00452	CS3
	Min	-1.208	CS3	-1.110	CS3	-5.995	CS6	-0.00579	CS6	-0.00190	CS6

Tabla Nº24. Descripción de desplazamientos.

Pueden observarse los desplazamientos máximos horizontales alrededor de 6.6 cm ≈ (H/200), siendo H=13 mts = 1300 cm

AGRADECIMIENTOS

A la empresa CODIGO VISUAL (Sr. Pablo Insaurralde) y al Ing. Héctor Muratore que me contrataron para ejecutar este proyecto.

Al Ing. Gabriel Troglia por transmitir su conocimiento y pasión por la Ingeniería y las estructuras metálicas.

REFERENCIAS

(1) Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios CIRSOC 301-2005

(2) Ejemplos de Aplicación del Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios- CIRSOC 301-2005- Parte I y Parte II.

(3) Reglamento Argentino para la Soldadura de Estructuras de Acero CIRSOC 304 - 2007.

(4) Recomendación para Uniones estructurales con Bulones de Alta Resistencia CIRSOC 305-2007

BIBLIOGRAFIA

- Libro “Estructuras Metálicas por Estados Límites. 7ma Edición. Autor: Ing. Gabriel Troglia.
- Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios CIRSOC 301-2005.
- Comentarios al Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios CIRSOC 301-2005.
- Reglamento Argentino de Elementos Estructurales de Tubos de Acero para Edificios CIRSOC 302-2005.
- Comentarios al Reglamento Argentino de Elementos Estructurales de Tubos de Acero para Edificios CIRSOC 302-2005.
- Reglamento Argentino para la Soldadura de Estructuras de Acero CIRSOC 304 - 2007.
- Recomendación para Uniones Estructurales con Bulones de Alta Resistencia CIRSOC 305-2007.
- Norma AISC.
- Norma AWS
- Ejemplos de Aplicación del Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios- CIRSOC 301-2005- Parte I y Parte II.