

**Espacio Cubierto**

**MEMORIA DE CALCULO  
TENSO ESTRUCTURA  
PUERTO ARICA**

**N° MC-AR-2020-Rev.C**

**“Tenso estructura Arica”**

REV	FECHA	EMITIDO PARA	POR.	REV.	APR.	REV.	APR.
C	31.08.2020	Entrega Cliente	E.H.M				
B	13.08.2020	Entrega Cliente	E.H.M				
A	20.04.2020	Entrega Cliente	E.H.M				
			CONTRATISTA			TECSA	



**fhs**  
INGENIERIA  
ESTRUCTURAL

## **Índice General**

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
1.1 Alcances Generales.....	3
<b>2. CÓDIGOS DE DISEÑO Y NORMAS CONSIDERADAS .....</b>	<b>3</b>
2.1 Cargas.....	3
2.2 Hormigón Armado.....	3
2.3 Acero Estructural.....	4
2.4 Tenso estructura.....	4
2.5 Leyes u Ordenanzas.....	4
<b>3. CARGAS DE DISEÑO .....</b>	<b>4</b>
3.1 Carga Muerta (D).....	4
3.2 Carga Viva (Lr).....	5
3.3 Nieve (S).....	5
3.4 Sismo (E).....	5
3.5 Wind Load (W).....	6
3.6 Temperatura (T).....	¡Error! Marcador no definido.
3.7 Montaje (M).....	6
<b>4. COMBINACIONES DE CARGA .....</b>	<b>7</b>
3.8 Combinaciones en Diseño de Elementos H. Armado.....	7
3.9 Combinaciones para Cálculo Acero y de Capacidad De Soporte del Suelo.....	7
3.10 Control de Deformaciones.....	8
3.11 Métodos de Análisis .....	8
<b>5. ANALISIS ESTRUCTURAL .....</b>	<b>9</b>
5.1 Vista 3D del modelo.....	9
5.2 Carga de Viento Aplicadas .....	10
5.3 Verificación de Elementos .....	10
5.4 Reacciones en Apoyos.....	16

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Alcances Generales

El presente documento presenta la memoria de cálculo de la tenso estructura a construirse en El Puerto de Arica, comuna Arica.

La cubierta se compone de columnas de acero, cables tensados y membrana de cubierta, las uniones se conectan a estructura metálica.

## 2. CÓDIGOS DE DISEÑO Y NORMAS CONSIDERADAS

### 2.1 Cargas

<b>NCh 1537 of. 2009</b>	Diseño Estructural de Edificios – Cargas Permanentes y Sobrecargas de Uso
<b>NCh 431 of.2010</b>	Construcción – Sobrecargas de Nieve
<b>NCh 432 of.2010</b>	Cálculo de la acción del viento sobre las construcciones
<b>NCh 433 of.96 Mod. 2009</b>	Diseño Sísmico de edificios
<b>NCh 2369 of. 2003</b>	Diseño Sísmico de estructuras e instalaciones Industriales
<b>NCh 3171 of.2010</b>	Diseño Estructural – Disposiciones Generales y Combinaciones de Cargas
<b>Decreto DS N° 60</b>	Modificación de la actual norma de Diseño Sísmico NCh 433 Mod. 2009

### 2.2 Hormigón Armado

<b>ACI 318-2008</b>	Building Code Requirements for Structural Concrete 2005, American Concrete Institute.
<b>NCh 430 of. 2008</b>	Hormigón Armado, Requisitos de Diseño y Cálculo.
<b>ACI 207. 1R-05</b>	Guide to Mass Concrete
<b>NCh 204 of. 2006</b>	Acero - Barras laminadas en caliente para hormigón armado
<b>Decreto DS N° 61</b>	Modificación de la actual norma Hormigón Armado, Requisitos de Diseño y Cálculo NCh 430

## 2.3 Acero Estructural

**NCh 427:2016**

Acero para uso Estructural – Requisitos

**AISC 316-05**

Manual of Steel Construction, ASD Ninth Edition, American Institute of Steel Construction.

**A 385 – 03**

Práctica de la Norma para Entregar Revestimientos de Zinc de Alta Calidad (Inmersión en Caliente)

## 2.4 Tenso estructura

**ASCE STANDARD 55-16**

Tensile Membrane Structures TENSINET European Design Guide for Tensile Surface Structures.

## 2.5 Leyes u Ordenanzas

Ley y Ordenanza General de Urbanismo y Construcción

## 3. CARGAS DE DISEÑO

El diseño consulta todas las estructuras de manera de soportar la acción de combinación de las siguientes cargas: carga muerta, cargas fijas o móviles, nieve, sismo, temperatura, viento, impactos, presión de terreno y cualquiera otra carga de importancia que no este citada.

### 3.1 Carga Muerta (D)

Corresponde al peso propio de los elementos estructurales y no estructurales que actúan en forma permanente sobre la estructura. Se incluye en ella peso de equipos de ventilación, ductos, escalerillas eléctricas u otro elemento que genere carga sobre la estructura.

Se consideran los siguientes valores:

Material	Peso Especifico KN/m <sup>3</sup>
Hormigón	24
Hormigón Armado	25
Acero Estructural	78,50
Suelo	18

Material	Peso Especifico KN/m <sup>2</sup>
Membrana	0.01

### 3.2 Carga Viva (Lr)

Corresponden a las determinadas a partir del uso del edificio: como cargas uniformes no permanentes de presión de agua o tierra.

Cargas vivas que actúan sobre la estructura:

- Cargas de uso
- Fuerzas dinámicas
- Mantenimiento
- Cargas de construcciones temporales
- Cenizas o polvo acumulado
- Carga de Nieve

Algunos valores mínimos referenciales a considerar:

Descripción	Carga
Techumbres con pendiente bajo 20%	0.3 kN/m <sup>2</sup>
Techumbres con pendiente igual o mayor a 20%	0,5 kN/m <sup>2</sup>
Cargas concentradas o costaneras	1 kN

Cargas no indicadas utilizar NCh 1537 of. 2009. En cubiertas se podrá aplicar reducción por área o pendiente, no se permiten reducciones en cargas en áreas de almacenamiento.

### 3.3 Nieve (S)

Cargas de nieve pueden ser calculadas de acuerdo a procedimiento de la NCh 431 of. 2010 "Sobrecargas de Nieve". Se utilizarán como mínimo los siguientes valores:

$$S \quad : 0.25 \text{ kN/m}^2$$

### 3.4 Sismo (E)

Cargas sismicas deben ser calculadas de acuerdo a lo indicado en la norma NCh 433 of. 1996 Mod. 2009 "Diseño sismico de Edificios", tomando en cuenta la aplicación de decreto de ley que modifica dicha norma. Se utilizará método de análisis Estático

### 3.5 Wind Load (W)

Cargas de viento calculadas de acuerdo a lo indicado en la norma NCh 432 of. 2010

De acuerdo al acápite 5.2.1 la carga mínima aplicar será de 48 Kg/m<sup>2</sup>, valores a aplicar en succión y presión en las combinaciones W1 y W2

Los valores a utilizar según NCh 432:2010

1	Nombre Proyecto	Puerto Arica
2	Ubicación	18° 28'
3	Velocidad Viento (m/s)	30
4	Factor direccionalidad (techos abovedados)	0.85
5	Factor Importancia (catergoria III)	1.15
6	Rugosidad	D
7	Exposicion	D
8	h sobre nivel del suelo (m)	9
9	Caso	1 y 2
10	Factor Topografico kz / kh	1.16
11	Factor Topografico kzt	1
12	G o Gf	1
13	GCpl	1
14	qz o qh (kN/m2)	0.626
15	Cp Muros	
16	Cp Barlovento	0.8
17	Cp Barlovento	-0.2

Se utilizará : W1 = 0.5 KN/m<sup>2</sup> presión  
W2 = -0.5 KN/m<sup>2</sup> succión

### 3.6 Montaje (M)

Se debe considerar como carga de montaje 1 KN aplicado al centro de la costanera

## 4. COMBINACIONES DE CARGA

### 4.1 Combinaciones en Diseño de Elementos H. Armado

$$\begin{aligned}C1 &= 1.4 D \\C2 &= 1.2 D + 1.6 L + 0.5 Lr \\C3 &= 1.2 D + 1.6 Lr + L \\C4 &= 1.2 D + 1.6 Lr + 0.8 W \\C5 &= 1.2 D + 1.6 W + L + 0.5 Lr \\C6 &= 1.2 D + 1.4 E + L \\C7 &= 0.9 D + 1.6 W \\C8 &= 0.9 D + 1.4 E \\C9 &= 1.2 D + 1.6 S\end{aligned}$$

### 4.2 Combinaciones para Cálculo Acero y de Capacidad De Soporte del Suelo

$$\begin{aligned}C1 &= D \\C2 &= D + Lr \\C3 &= D + 0.75 Lr \\C4 &= D + W \\C5 &= D + E \\C6 &= D + 0.75 W + 0.75 Lr \\C7 &= D + 0.75 E \\C8 &= 0.6 D + W \\C9 &= 0.6 D + E \\C10 &= D + S \\C11 &= D + 0.75 S \\C6 &= D + 0.75 W + 0.75 S\end{aligned}$$

#### Definición de Nomenclatura, según norma NCh 3171 of. 2010:

D	= Carga Permanente
Lr	= Carga de Uso de Techo Según NCh 1537
W	= Carga de Viento Según norma NCh 432
E	= Carga sísmica Según NCh 433 y NCh 2369
S	= Carga de Nieve

## 5. CONTROL DE DEFORMACIONES

Se deben considerar las siguientes deformaciones máximas admisibles para el rango elástico:

Deformaciones verticales

Costaneras y techumbres	L / 240
Vigas	L / 360

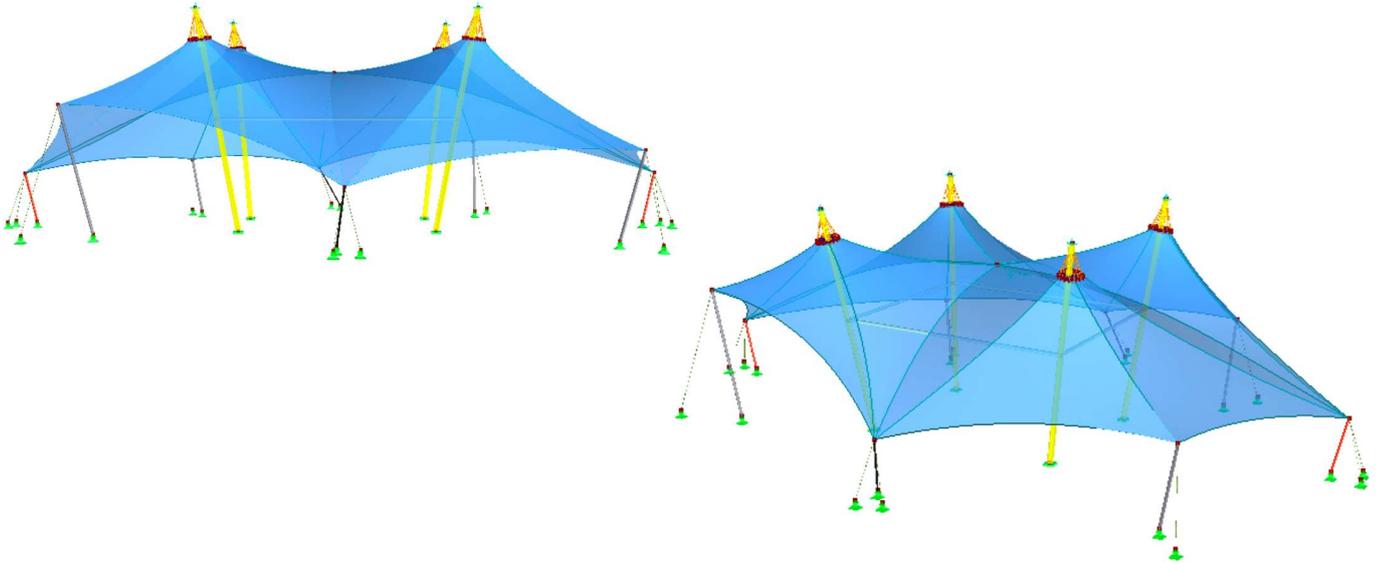
## 6. MÉTODOS DE ANÁLISIS

El análisis y verificación de los elementos estructurales se hará de acuerdo a la tabla siguiente:

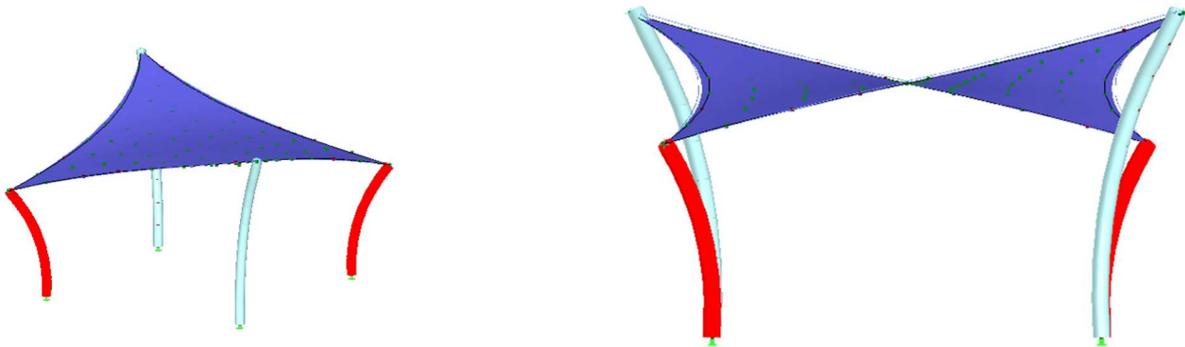
Elemento	Método
Hormigón Armado	Rotura
Acero	Tensiones Admisibles
Madera Laminada	Tensiones Admisibles
Suelo	Tensiones Admisibles

## 7. ANALISIS ESTRUCTURAL

### 5.1 Vista 3D del modelo



### AREA N° 1



### AREA N° 2

## 5.2 Carga de Viento Aplicadas

Según NCh 432:2010, ver forma de aplicación en modelo adjunto

## 5.3 Verificación de Elementos

### 5.3.1 Área N° 1

#### 5.3.1.1 Tensiones por sección

Secc. núm.	Barra núm.	Posición x [m]	P.tens. núm.	Caso de carga	Tipo de tensión	Tensión [kN/cm <sup>2</sup> ]		Razón de tens.
						Existente	Límite	
3	RO 26.7x2.87   ASTM A 53 -							
	43	0.000	7	CR1	Sigma total	15.881	24.132	0.66
	61	0.000	3	CR1	Tau total	0.182	13.932	0.01
	43	0.000	7	CR1	Sigma-eqv	15.882	24.132	0.66
4	RO 168.3x7.11   ASTM A 53 -							
	409	2.109	27	CR1	Sigma total	-1.836	24.132	0.08
	409	4.217	1	CR1	Tau total	0.020	13.932	0.00
	409	2.109	27	CR1	Sigma-eqv	1.836	24.132	0.08
5	RO 88.9x5.49   ASTM A 53 -							
	174	0.195	30	CR1	Sigma total	13.660	24.132	0.57
	175	0.195	3	CR1	Tau total	-5.134	13.932	0.37
	174	0.195	31	CR1	Sigma-eqv	13.855	24.132	0.57
6	RO 168.3x7.11   ASTM A 53 -							
	225	4.454	28	CR1	Sigma total	12.769	24.132	0.53
	225	0.000	1	CR1	Tau total	1.741	13.932	0.12
	225	4.454	28	CR1	Sigma-eqv	12.770	24.132	0.53
7	Cable PG 20   Pfeifer -							
	428	10.747	1	CR1	Sigma total	86.049	100.000	0.86
	411	0.000	1	CR1	Tau total	0.000	57.735	0.00
	428	10.747	1	CR1	Sigma-eqv	86.049	100.000	0.86
13	RO 141.3x6.55   ASTM A 53 -							
	405	1.334	19	CR1	Sigma total	-5.402	24.132	0.22
	408	6.366	10	CR1	Tau total	0.024	13.932	0.00
	405	1.334	19	CR1	Sigma-eqv	5.402	24.132	0.22
14	Tubo 219.1/12.7							
	218	5.739	27	CR1	Sigma total	-9.538	24.132	0.40
	218	0.000	36	CR1	Tau total	4.079	13.932	0.29
	218	5.739	27	CR1	Sigma-eqv	10.362	24.132	0.43
17	Tubo 273/15.1							
	471	0.000	34	CR1	Sigma total	-20.397	24.132	0.85
	208	5.526	7	CR1	Tau total	-1.560	13.932	0.11
	471	0.000	34	CR1	Sigma-eqv	20.402	24.132	0.85

### 5.3.1.1 Tensiones por sección

Secc. núm.	Barra núm.	Posición x [m]	P.tens. núm.	Caso de carga	Tipo de tensión	Tensión [kN/cm <sup>2</sup> ]		Razón de tens.
						Existente	Límite	
19	Cable PG 55   Pfeifer							
	249	0.000	1	CR1	Sigma total	53.270	100.000	0.53
	243	0.000	1	CR1	Tau total	0.000	57.735	0.00
	249	0.000	1	CR1	Sigma-eqv	53.270	100.000	0.53
21	Tubo 60.3/5.5							
	111	0.000	26	CR1	Sigma total	14.999	24.132	0.62
	112	0.000	34	CR1	Tau total	1.920	13.932	0.14
	111	0.000	26	CR1	Sigma-eqv	15.007	24.132	0.62

### 5.3.1.2 Cálculo por sección

Secc. núm.	Barra núm.	Posición x [m]	CC/CO/CR	Razón	Ecuación núm.	del conjunto
3	RO 26.7x2.87   ASTM A 53 -					
	27	1.591	CR1	0.01	≤ 1 100)	Esfuerzos internos insignificantes
	31	1.598	CR1	0.47	≤ 1 101)	Capítulo D - Resistencia a tracción según D2
	31	0.000	CR1	0.09	≤ 1 106)	Capítulo F - Fluencia - Flexión respecto al eje y y/o eje z según F8 o F11
	27	0.000	CR1	0.00	≤ 1 131)	Capítulo F - No se aplica el pandeo local de HSS circular - según F8
	31	0.000	CR1	0.55	≤ 1 333)	Capítulo H - Flexión simple /o biaxial/ con esfuerzo de tracción - según H1.2
4	RO 168.3x7.11   ASTM A 53 -					
	409	2.109	CR1	0.01	≤ 1 106)	Capítulo F - Fluencia - Flexión respecto al eje y y/o eje z según F8 o F11
	409	2.109	CR1	0.00	≤ 1 131)	Capítulo F - No se aplica el pandeo local de HSS circular - según F8
	409	4.217	CR1	0.15	≤ 1 301)	Capítulo E - Pandeo por flexión respecto al eje y según E3
	409	4.217	CR1	0.15	≤ 1 311)	Capítulo E - Pandeo por flexión respecto al eje z según E3
	409	4.217	CR1	0.11	≤ 1 321)	Capítulo E - Pandeo torsional y pandeo flexotorsional según E4
	409	2.109	CR1	0.09	≤ 1 332)	Capítulo H - Flexión simple /o biaxial/ con esfuerzos de compresión axiales - según H1.1
5	RO 88.9x5.49   ASTM A 53 -					
	161	0.000	CR1	0.08	≤ 1 101)	Capítulo D - Resistencia a tracción según D2
	161	0.195	CR1	0.60	≤ 1 106)	Capítulo F - Fluencia - Flexión respecto al eje y y/o eje z según F8 o F11
	160	0.000	CR1	0.00	≤ 1 131)	Capítulo F - No se aplica el pandeo local de HSS circular - según F8
	161	0.000	CR1	0.36	≤ 1 162)	Capítulo G - Resistencia nominal a cortante en el eje y y/o z - según G6
	160	0.000	CR1	0.04	≤ 1 331)	Capítulo H - Flexión biaxial sin esfuerzos axiales - según H1.1
	161	0.195	CR1	0.64	≤ 1 333)	Capítulo H - Flexión simple /o biaxial/ con esfuerzo de tracción - según H1.2
	161	0.000	CR1	0.12	≤ 1 336)	Capítulo H - Resistencia a torsión de HSS circular y rectangular - según H3.1
	161	0.195	CR1	0.64	≤ 1 343)	Capítulo H - HSS sujeta a torsión combinada, cortante, flexión y esfuerzo axial, si $T_r < 0.2 T_c$ - según H3.2
6	RO 168.3x7.11   ASTM A 53 -					
	225	8.908	CR1	0.05	≤ 1 101)	Capítulo D - Resistencia a tracción según D2
	225	4.454	CR1	0.65	≤ 1 106)	Capítulo F - Fluencia - Flexión respecto al eje y y/o eje z según F8 o F11
	225	1.782	CR1	0.00	≤ 1 131)	Capítulo F - No se aplica el pandeo local de HSS circular - según F8
	225	0.000	CR1	0.05	≤ 1 162)	Capítulo G - Resistencia nominal a cortante en el eje y y/o z - según G6
	406	0.000	CR1	0.40	≤ 1 301)	Capítulo E - Pandeo por flexión respecto al eje y según E3
	406	0.000	CR1	0.40	≤ 1 311)	Capítulo E - Pandeo por flexión respecto al eje z según E3

5.3.1.2 Cálculo por sección

Secc. núm.	Barra núm.	Posición x [m]	CC/CO/CR	Razón		Ecuación núm.	del conjunto
	403	2.654	CR1	0.36	$\leq 1$	321)	Capítulo E - Pandeo torsional y pandeo flexotorsional según E4
	241	4.320	CR1	0.21	$\leq 1$	332)	Capítulo H - Flexión simple /o biaxial/ con esfuerzos de compresión axiales - según H1.1
	225	4.454	CR1	0.66	$\leq 1$	333)	Capítulo H - Flexión simple /o biaxial/ con esfuerzo de tracción - según H1.2
	225	0.000	CR1	0.17	$\leq 1$	336)	Capítulo H - Resistencia a torsión de HSS circular y rectangular - según H3.1
	241	4.320	CR1	0.62	$\leq 1$	343)	Capítulo H - HSS sujeta a torsión combinada, cortante, flexión y esfuerzo axil, si $Tr < 0.2 Tc$ - según H3.2
13	RO 141.3x6.55   ASTM A 53 -						
	408	3.183	CR1	0.03	$\leq 1$	106)	Capítulo F - Fluencia - Flexión respecto al eje y/o eje z según F8 o F11
	408	1.591	CR1	0.00	$\leq 1$	131)	Capítulo F - No se aplica el pandeo local de HSS circular - según F8
	408	6.366	CR1	0.49	$\leq 1$	301)	Capítulo E - Pandeo por flexión respecto al eje y según E3
	408	6.366	CR1	0.49	$\leq 1$	311)	Capítulo E - Pandeo por flexión respecto al eje z según E3
	408	6.366	CR1	0.20	$\leq 1$	321)	Capítulo E - Pandeo torsional y pandeo flexotorsional según E4
	408	3.183	CR1	0.51	$\leq 1$	332)	Capítulo H - Flexión simple /o biaxial/ con esfuerzos de compresión axiales - según H1.1
14	Tubo 219.1/12.7						
	218	5.739	CR1	0.49	$\leq 1$	106)	Capítulo F - Fluencia - Flexión respecto al eje y/o eje z según F8 o F11
	218	1.640	CR1	0.00	$\leq 1$	131)	Capítulo F - No se aplica el pandeo local de HSS circular - según F8
	218	11.478	CR1	0.04	$\leq 1$	162)	Capítulo G - Resistencia nominal a cortante en el eje y/o z - según G6
	404	0.000	CR1	0.16	$\leq 1$	301)	Capítulo E - Pandeo por flexión respecto al eje y según E3
	404	0.000	CR1	0.16	$\leq 1$	311)	Capítulo E - Pandeo por flexión respecto al eje z según E3
	404	0.000	CR1	0.15	$\leq 1$	321)	Capítulo E - Pandeo torsional y pandeo flexotorsional según E4
	218	5.739	CR1	0.49	$\leq 1$	331)	Capítulo H - Flexión biaxial sin esfuerzos axiales - según H1.1
	218	5.739	CR1	0.46	$\leq 1$	332)	Capítulo H - Flexión simple /o biaxial/ con esfuerzos de compresión axiales - según H1.1
	218	6.559	CR1	0.41	$\leq 1$	336)	Capítulo H - Resistencia a torsión de HSS circular y rectangular - según H3.1
	218	5.739	CR1	0.22	$\leq 1$	343)	Capítulo H - HSS sujeta a torsión combinada, cortante, flexión y esfuerzo axil, si $Tr < 0.2 Tc$ - según H3.2
	218	5.739	CR1	0.59	$\leq 1$	344)	Capítulo H - HSS sujeta a torsión combinada, cortante, flexión y esfuerzo axil, si $Tr > 0.2 Tc$ - según H3.2
17	Tubo 273/15.1						
	205	5.499	CR1	0.01	$\leq 1$	100)	Esfuerzos internos insignificantes
	207	0.000	CR1	0.91	$\leq 1$	106)	Capítulo F - Fluencia - Flexión respecto al eje y/o eje z según F8 o F11
	205	0.000	CR1	0.00	$\leq 1$	131)	Capítulo F - No se aplica el pandeo local de HSS circular - según F8
	469	0.000	CR1	0.06	$\leq 1$	162)	Capítulo G - Resistencia nominal a cortante en el eje y/o z - según G6
	207	5.568	CR1	0.13	$\leq 1$	301)	Capítulo E - Pandeo por flexión respecto al eje y según E3
	207	5.568	CR1	0.13	$\leq 1$	311)	Capítulo E - Pandeo por flexión respecto al eje z según E3
	207	5.568	CR1	0.11	$\leq 1$	321)	Capítulo E - Pandeo torsional y pandeo flexotorsional según E4
	205	0.000	CR1	0.19	$\leq 1$	331)	Capítulo H - Flexión biaxial sin esfuerzos axiales - según H1.1
	207	0.000	CR1	0.98	$\leq 1$	332)	Capítulo H - Flexión simple /o biaxial/ con esfuerzos de compresión axiales - según H1.1
	208	5.526	CR1	0.14	$\leq 1$	336)	Capítulo H - Resistencia a torsión de HSS circular y rectangular - según H3.1
	207	0.000	CR1	0.98	$\leq 1$	343)	Capítulo H - HSS sujeta a torsión combinada, cortante, flexión y esfuerzo axil, si $Tr < 0.2 Tc$ - según H3.2

## 5.3.2 Área N° 2

### 5.3.2.1 Cálculo por barra

Barra núm.	Posición x [m]	CC/CO/ CR	Razón	Ecuación núm.	del conjunto
5	Sección núm. 5 - RO 219.1x8.18   ASTM A 53				
	0.096	CR1	0.01	≤ 1	100) Esfuerzos internos insignificantes
	0.000	CR1	0.01	≤ 1	101) Capítulo D - Resistencia a tracción según D2
	0.384	CR1	0.06	≤ 1	106) Capítulo F - Fluencia - Flexión respecto al eje y y/o eje z según F8 o F11
	0.000	CR1	0.00	≤ 1	131) Capítulo F - No se aplica el pandeo local de HSS circular - según F8
	0.000	CR1	0.05	≤ 1	162) Capítulo G - Resistencia nominal a cortante en el eje y y/o z - según G6
	0.384	CR1	0.02	≤ 1	331) Capítulo H - Flexión biaxial sin esfuerzos axiales - según H1.1
	0.384	CR1	0.07	≤ 1	333) Capítulo H - Flexión simple /o biaxial/ con esfuerzo de tracción - según H1.2
	0.384	CR1	0.05	≤ 1	336) Capítulo H - Resistencia a torsión de HSS circular y rectangular - según H3.1
0.384	CR1	0.07	≤ 1	343) Capítulo H - HSS sujeta a torsión combinada, cortante, flexión y esfuerzo axial, si Tr< 0.2 Tc - según H3.2	
6	Sección núm. 5 - RO 219.1x8.18   ASTM A 53				
	0.384	CR1	0.01	≤ 1	100) Esfuerzos internos insignificantes
	0.000	CR1	0.01	≤ 1	101) Capítulo D - Resistencia a tracción según D2
	0.384	CR1	0.05	≤ 1	106) Capítulo F - Fluencia - Flexión respecto al eje y y/o eje z según F8 o F11
	0.000	CR1	0.00	≤ 1	131) Capítulo F - No se aplica el pandeo local de HSS circular - según F8
	0.000	CR1	0.05	≤ 1	162) Capítulo G - Resistencia nominal a cortante en el eje y y/o z - según G6
	0.384	CR1	0.06	≤ 1	333) Capítulo H - Flexión simple /o biaxial/ con esfuerzo de tracción - según H1.2
	0.384	CR1	0.04	≤ 1	336) Capítulo H - Resistencia a torsión de HSS circular y rectangular - según H3.1
0.384	CR1	0.06	≤ 1	343) Capítulo H - HSS sujeta a torsión combinada, cortante, flexión y esfuerzo axial, si Tr< 0.2 Tc - según H3.2	
7	Sección núm. 5 - RO 219.1x8.18   ASTM A 53				
	0.000	CR1	0.01	≤ 1	100) Esfuerzos internos insignificantes
	0.000	CR1	0.01	≤ 1	101) Capítulo D - Resistencia a tracción según D2
	0.384	CR1	0.03	≤ 1	106) Capítulo F - Fluencia - Flexión respecto al eje y y/o eje z según F8 o F11
	0.192	CR1	0.00	≤ 1	131) Capítulo F - No se aplica el pandeo local de HSS circular - según F8
	0.000	CR1	0.05	≤ 1	162) Capítulo G - Resistencia nominal a cortante en el eje y y/o z - según G6
	0.384	CR1	0.04	≤ 1	333) Capítulo H - Flexión simple /o biaxial/ con esfuerzo de tracción - según H1.2
	0.384	CR1	0.03	≤ 1	336) Capítulo H - Resistencia a torsión de HSS circular y rectangular - según H3.1
0.384	CR1	0.04	≤ 1	343) Capítulo H - HSS sujeta a torsión combinada, cortante, flexión y esfuerzo axial, si Tr< 0.2 Tc - según H3.2	
10	Sección núm. 5 - RO 219.1x8.18   ASTM A 53				
	0.192	CR1	0.00	≤ 1	100) Esfuerzos internos insignificantes
	0.000	CR1	0.01	≤ 1	101) Capítulo D - Resistencia a tracción según D2
	0.000	CR1	0.06	≤ 1	106) Capítulo F - Fluencia - Flexión respecto al eje y y/o eje z según F8 o F11
	0.000	CR1	0.00	≤ 1	131) Capítulo F - No se aplica el pandeo local de HSS circular - según F8
	0.000	CR1	0.07	≤ 1	162) Capítulo G - Resistencia nominal a cortante en el eje y y/o z - según G6
	0.000	CR1	0.04	≤ 1	331) Capítulo H - Flexión biaxial sin esfuerzos axiales - según H1.1
	0.000	CR1	0.06	≤ 1	333) Capítulo H - Flexión simple /o biaxial/ con esfuerzo de tracción - según H1.2
	0.000	CR1	0.07	≤ 1	336) Capítulo H - Resistencia a torsión de HSS circular y rectangular - según H3.1
	0.000	CR1	0.06	≤ 1	343) Capítulo H - HSS sujeta a torsión combinada, cortante, flexión y esfuerzo axial, si Tr< 0.2 Tc - según H3.2

### 5.3.2.1 Cálculo por barra

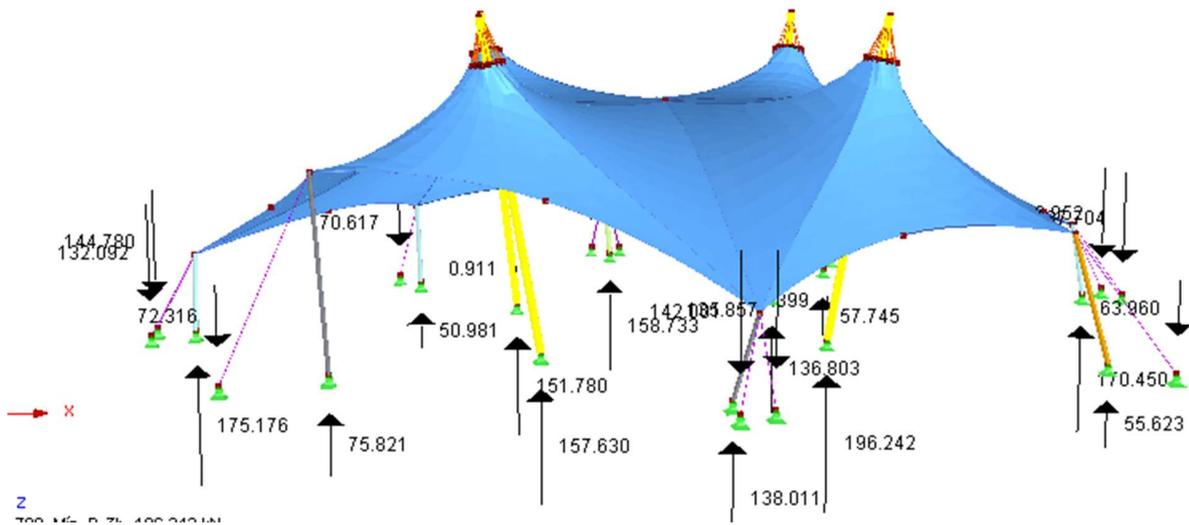
Barra núm.	Posición x [m]	CC/CO/ CR	Razón	Ecuación núm.	del conjunto
11	Sección núm. 5 - RO 219.1x8.18   ASTM A 53				
	0.384	CR1	0.00	≤ 1	100) Esfuerzos internos insignificantes
	0.000	CR1	0.01	≤ 1	101) Capítulo D - Resistencia a tracción según D2
	0.000	CR1	0.06	≤ 1	106) Capítulo F - Fluencia - Flexión respecto al eje y y/o eje z según F8 o F11
	0.000	CR1	0.00	≤ 1	131) Capítulo F - No se aplica el pandeo local de HSS circular - según F8
	0.000	CR1	0.06	≤ 1	162) Capítulo G - Resistencia nominal a cortante en el eje y y/o z - según G6
	0.000	CR1	0.06	≤ 1	331) Capítulo H - Flexión biaxial sin esfuerzos axiales - según H1.1
	0.000	CR1	0.07	≤ 1	333) Capítulo H - Flexión simple /o biaxial/ con esfuerzo de tracción - según H1.2
	0.000	CR1	0.07	≤ 1	336) Capítulo H - Resistencia a torsión de HSS circular y rectangular - según H3.1
0.000	CR1	0.07	≤ 1	343) Capítulo H - HSS sujeta a torsión combinada, cortante, flexión y esfuerzo axil, si Tr< 0.2 Tc - según H3.2	
12	Sección núm. 5 - RO 219.1x8.18   ASTM A 53				
	0.096	CR1	0.01	≤ 1	100) Esfuerzos internos insignificantes
	0.000	CR1	0.01	≤ 1	101) Capítulo D - Resistencia a tracción según D2
	0.384	CR1	0.06	≤ 1	106) Capítulo F - Fluencia - Flexión respecto al eje y y/o eje z según F8 o F11
	0.000	CR1	0.00	≤ 1	131) Capítulo F - No se aplica el pandeo local de HSS circular - según F8
	0.000	CR1	0.06	≤ 1	162) Capítulo G - Resistencia nominal a cortante en el eje y y/o z - según G6
	0.384	CR1	0.06	≤ 1	331) Capítulo H - Flexión biaxial sin esfuerzos axiales - según H1.1
	0.384	CR1	0.07	≤ 1	333) Capítulo H - Flexión simple /o biaxial/ con esfuerzo de tracción - según H1.2
	0.384	CR1	0.08	≤ 1	336) Capítulo H - Resistencia a torsión de HSS circular y rectangular - según H3.1
0.384	CR1	0.07	≤ 1	343) Capítulo H - HSS sujeta a torsión combinada, cortante, flexión y esfuerzo axil, si Tr< 0.2 Tc - según H3.2	
13	Sección núm. 5 - RO 219.1x8.18   ASTM A 53				
	0.384	CR1	0.01	≤ 1	100) Esfuerzos internos insignificantes
	0.000	CR1	0.01	≤ 1	101) Capítulo D - Resistencia a tracción según D2
	0.384	CR1	0.05	≤ 1	106) Capítulo F - Fluencia - Flexión respecto al eje y y/o eje z según F8 o F11
	0.000	CR1	0.00	≤ 1	131) Capítulo F - No se aplica el pandeo local de HSS circular - según F8
	0.000	CR1	0.05	≤ 1	162) Capítulo G - Resistencia nominal a cortante en el eje y y/o z - según G6
	0.384	CR1	0.05	≤ 1	331) Capítulo H - Flexión biaxial sin esfuerzos axiales - según H1.1
	0.384	CR1	0.06	≤ 1	333) Capítulo H - Flexión simple /o biaxial/ con esfuerzo de tracción - según H1.2
	0.384	CR1	0.07	≤ 1	336) Capítulo H - Resistencia a torsión de HSS circular y rectangular - según H3.1
0.384	CR1	0.06	≤ 1	343) Capítulo H - HSS sujeta a torsión combinada, cortante, flexión y esfuerzo axil, si Tr< 0.2 Tc - según H3.2	
14	Sección núm. 5 - RO 219.1x8.18   ASTM A 53				
	0.384	CR1	0.01	≤ 1	100) Esfuerzos internos insignificantes
	0.000	CR1	0.01	≤ 1	101) Capítulo D - Resistencia a tracción según D2
	0.384	CR1	0.03	≤ 1	106) Capítulo F - Fluencia - Flexión respecto al eje y y/o eje z según F8 o F11
	0.192	CR1	0.00	≤ 1	131) Capítulo F - No se aplica el pandeo local de HSS circular - según F8
	0.000	CR1	0.06	≤ 1	162) Capítulo G - Resistencia nominal a cortante en el eje y y/o z - según G6
	0.384	CR1	0.04	≤ 1	333) Capítulo H - Flexión simple /o biaxial/ con esfuerzo de tracción - según H1.2
	0.384	CR1	0.04	≤ 1	336) Capítulo H - Resistencia a torsión de HSS circular y rectangular - según H3.1
	0.384	CR1	0.03	≤ 1	343) Capítulo H - HSS sujeta a torsión combinada, cortante, flexión y esfuerzo axil, si Tr< 0.2 Tc - según H3.2

### 5.3.2.1 Cálculo por barra

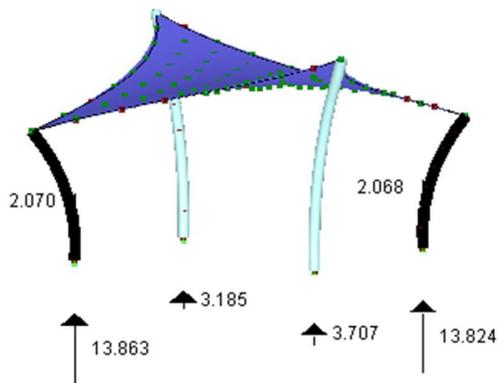
Barra número.	Posición x [m]	CC/CO/ CR	Razón	Ecuación número.	del conjunto
23	Sección número. 6 - RO 219.1x8.18   ASTM A 53				
	0.000	CR1	0.01	≤ 1	100) Esfuerzos internos insignificantes
	0.000	CR1	0.01	≤ 1	162) Capítulo G - Resistencia nominal a cortante en el eje y y/o z - según G6
28	Sección número. 6 - RO 219.1x8.18   ASTM A 53				
	0.251	CR1	0.01	≤ 1	100) Esfuerzos internos insignificantes
	0.000	CR1	0.02	≤ 1	106) Capítulo F - Fluencia - Flexión respecto al eje y y/o eje z según F8 o F11
	0.000	CR1	0.00	≤ 1	131) Capítulo F - No se aplica el pandeo local de HSS circular - según F8
	0.000	CR1	0.02	≤ 1	331) Capítulo H - Flexión biaxial sin esfuerzos axiales - según H1.1
	0.000	CR1	0.02	≤ 1	336) Capítulo H - Resistencia a torsión de HSS circular y rectangular - según H3.1
29	Sección número. 6 - RO 219.1x8.18   ASTM A 53				
	0.000	CR1	0.01	≤ 1	100) Esfuerzos internos insignificantes
	0.502	CR1	0.02	≤ 1	106) Capítulo F - Fluencia - Flexión respecto al eje y y/o eje z según F8 o F11
	0.000	CR1	0.00	≤ 1	131) Capítulo F - No se aplica el pandeo local de HSS circular - según F8
	0.502	CR1	0.02	≤ 1	331) Capítulo H - Flexión biaxial sin esfuerzos axiales - según H1.1
	0.502	CR1	0.02	≤ 1	336) Capítulo H - Resistencia a torsión de HSS circular y rectangular - según H3.1
30	Sección número. 6 - RO 219.1x8.18   ASTM A 53				
	0.000	CR1	0.01	≤ 1	100) Esfuerzos internos insignificantes
	0.502	CR1	0.02	≤ 1	106) Capítulo F - Fluencia - Flexión respecto al eje y y/o eje z según F8 o F11
	0.000	CR1	0.00	≤ 1	131) Capítulo F - No se aplica el pandeo local de HSS circular - según F8
	0.502	CR1	0.02	≤ 1	331) Capítulo H - Flexión biaxial sin esfuerzos axiales - según H1.1
	0.502	CR1	0.02	≤ 1	336) Capítulo H - Resistencia a torsión de HSS circular y rectangular - según H3.1
31	Sección número. 6 - RO 219.1x8.18   ASTM A 53				
	0.167	CR1	0.01	≤ 1	100) Esfuerzos internos insignificantes
	0.502	CR1	0.01	≤ 1	106) Capítulo F - Fluencia - Flexión respecto al eje y y/o eje z según F8 o F11
	0.167	CR1	0.00	≤ 1	131) Capítulo F - No se aplica el pandeo local de HSS circular - según F8
	0.502	CR1	0.02	≤ 1	336) Capítulo H - Resistencia a torsión de HSS circular y rectangular - según H3.1
	0.502	CR1	0.01	≤ 1	343) Capítulo H - HSS sujeta a torsión combinada, cortante, flexión y esfuerzo axial, si $T_{rc} < 0.2 T_c$ - según H3.2
32	Sección número. 6 - RO 219.1x8.18   ASTM A 53				
	0.000	CR1	0.01	≤ 1	100) Esfuerzos internos insignificantes
	0.000	CR1	0.01	≤ 1	162) Capítulo G - Resistencia nominal a cortante en el eje y y/o z - según G6
	0.502	CR1	0.01	≤ 1	336) Capítulo H - Resistencia a torsión de HSS circular y rectangular - según H3.1

## 5.4 Reacciones en Apoyos

### 5.4.1 Reacciones Area N° 1, KN



### 5.4.2 Reacciones Area N° 2, KN



  
Ernesto Hernández M.  
Ingeniero civil