DISEÑO ESTRUCTURAL CUBIERTA METÁLICA

INTITUCIÓN EDUCATIVA SAN ANTONIO

MUNICIPIO DE JARDÍN

CÁLCULO ESTRUCTURAL

CALCULÓ: INGENIERO HERNANDO GONZÁLEZ HENAO

MATR. 30615 ANT.

MARZO DE 2022

Tabla de contenido

1.GENERALIDADES.....1

2. ESTRUCTURA Y SUPOSICIONES DE DISEÑO.....1

3. ESTUDIO DE SUELOS, NORMAS Y CIMENTACIONES 2-3

4. ESPECIFICACIONES.....4

5. CARGA MUERTA.....4-5

6. CARGA VIVA 5

7. CARGA DE VIENTO 5-9

8. RESISTENCIA DE MATERIALES ACERO Y CONCRETO.....10-11

9. NORMAS ACERO.....9-10

10. CARACTERÍSTICAS DE SOLDADURAS Y PERNOS 11-12

11. SÍSMICA DE LA ESTRUCTURA.....12-13

12. ESPECTRO DE DISEÑO.....13-16

13. CORTANTE BASAL.....16-17

14. COMBINACIONES DE CARGA.....17

15. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.....18-19

16. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN.....19

19. GEOMETRÍA, COORDENADAS Y RESTRICCIONES.....20

20. SECCIONES Y MATERIALES DE ELEMENTOS ESTRUCTURA.....20

21.CARGAS MUERTAS, VIVAS, DE VIENTO Y SÍSMICAS.....21-23

22. DERIVAS MAYORES DE LA ESTRUCTURA SEGÚN CARGA.....24

23. DISEÑO DE FUNDACIONES.....25-25B

24. LISTA DE MATERIALES..... 25

25. FORMATO DE PRESENTACIÓN DE MEMORIAS ESTRUCTURALES... ...26-27

26. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN.....28

27. RESUMEN DISEÑO ESTRUCTURAL..... 28-39

28. DISEÑO DE PERNOS, PLATINAS Y SOLDADURAS 40-45

Generalidades

El Municipio de Jardín (Dpto. de Antioquia) realiza el diseño estructural de la cubierta metálica para la placa polideportiva de la Institución Educativa San Antonio, dicha cubierta tiene una longitud de 34.00 m. y un ancho de 22.00 m, para una área de 748.00 m2, se plantea la construcción de 7 pórticos en secciones tubulares de acero, cerchas con perfiles Acesco tipo cajón, o sea 6 luces de 5.25 m, dos voladizos de 1.25m aprox. y correas en perfiles Acesco como perlines, cubierta en teja termoacustic de Ajover.

Se tuvo presente la topografía del sector y el lote en general para la cubierta

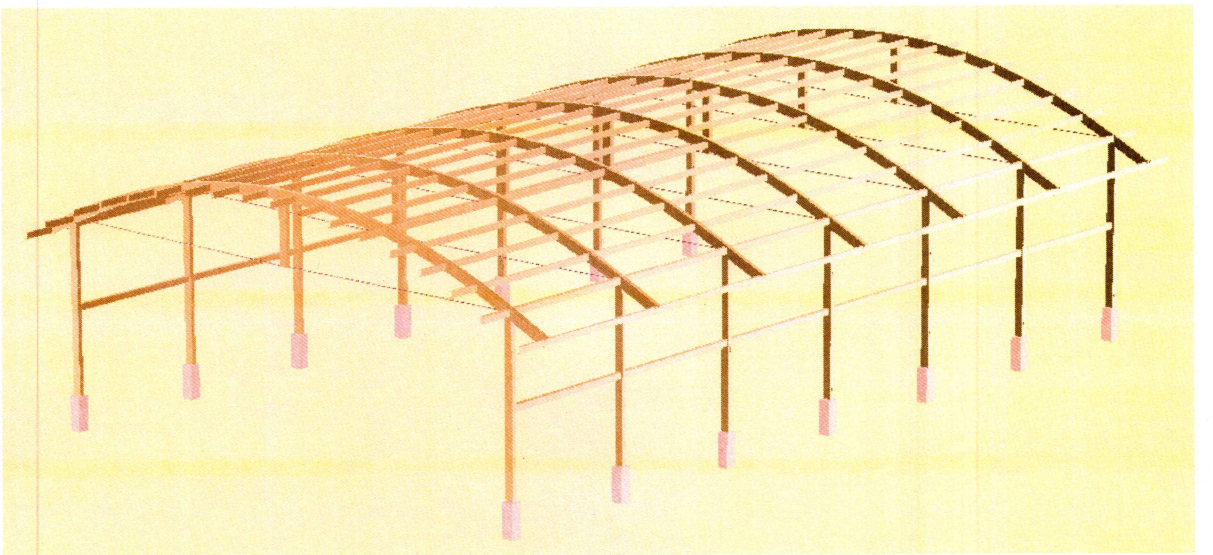
Después de mirar varias opciones como cubiertas a dos aguas con superficies planas, se optó por una cubierta en forma de sección semicircular, que esté en capacidad de cubrir toda la placa polideportiva. Esta propuesta es la que se presenta en estas memorias de cálculo.

De acuerdo con los efectos locales descritos en la Norma Sismo resistente NSR-10 y al mapa de zonificación sísmica de Colombia, el área del proyecto se encuentra dentro de la Zona de Amenaza Sísmica Alta.

El diseño estructural y en particular la solución dada, solo cobija a esta construcción.

Estructura y Suposiciones de Diseño

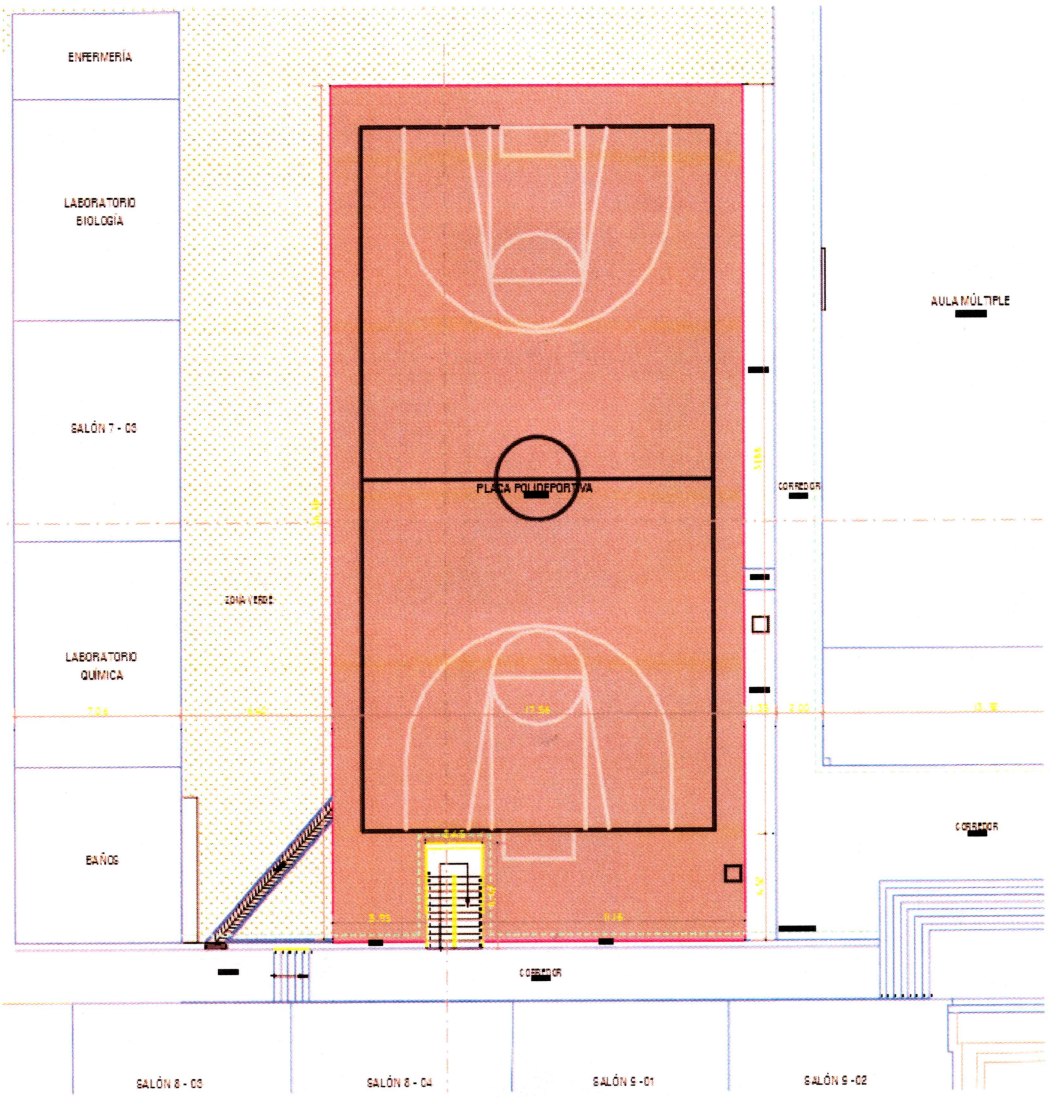
Se trata de una estructura metálica con pórticos (cerchas y columnas) con perfiles tipo Acesco en cajón (aisiBoxlip) y perfiles Acesco de PHR C 220*80*20-2.0 mm. Como correas como se presenta en la siguiente figura:



Estudio de suelos

La empresa E&E Estudios y Ensayos (Inga. Carmen Isabel Aldana B.) realizó el Estudio de Suelos e inspeccionó las condiciones geotécnicas y de fundación para la cubierta en la I.E. San Antonio, el suelo tiene una capacidad de soporte 8.30 ton/m² (83 KN/ m²) aprox, pero como la cubierta es liviana se esperan cargas por debajo de esta capacidad, se plantea una solución de zapatas en concreto con un posible apoyo sobre ciclópeo a una profundidad de 1.50 m.

A esta calificación geotécnica y de suelos se les debe hacer un seguimiento minucioso por parte de los profesionales en la residencia e interventoría de obra, durante el proceso constructivo, controles de obra, etc.



PLACA POLIDEPORTIVA A CUBRIR IE SAN ANTONIO



PLACA POLIDEPORTIVA A CUBRIR

Normas

Normas Colombianas de diseño y construcción Sismo Resistente – NSR-10- Ley 400 de 1997- Decreto 255 de 2010.

Sistema de Cimentación a Diseñar.

De la caracterización físico - mecánica del suelo, y por comportamiento en la Interacción suelo - estructura se puede concluir que la utilización de zapatas aisladas con vigas de amarre en la cimentación es la solución más viable económicamente, óptima y adecuada para suplir a cabalidad las solicitaciones impuestas y requeridas por la estructura y las reacciones del suelo de acuerdo a las exigencias de la NSR-10.

El sistema de cimentación se concibe como un anillo cerrado formado por las vigas de amarre sobre las zapatas aisladas, lo suficientemente rígido para recibir y transmitir los esfuerzos y cargas producidos los momentos de trabajo, así como ante la presencia de movimientos sísmicos.

También se puede analizar una fundación en zapatas aisladas, que soporten los requerimientos de las cargas sin necesidad de vigas de amarre, pero con arriostramiento.

Se trabajó con un coeficiente de disipación de energía R= 6.0, el cual no debió ser afectado por los coeficientes de irregularidad, debido a la regularidad en planta y altura de la estructura metálica de la cubierta.

El Análisis y diseño se realizó con el programa RAM ELEMENTS de Bentley (Elementos finitos) para el análisis de las cargas verticales y masas, se utilizaron los parámetros definidos por el título B de la NSR-10.

La estructura ha sido diseñada por el método de "Resistencia última".

Especificaciones

Acero de Refuerzo

Fy= 420 Mpa (4200 Kg/cm2 ó 60000 psi) barras

Fy= 350 Mpa (3500 Kg/cm2 ó 50000 psi) Perfiles Acesco A1011 G50

Concretos

Solados: f'c = 7 Mpa (70 Kg/cm2 ó 1000 PSI)
Zapatas, pedestales y vigas de fundación : f'c = 21 Mpa (210 Kg/cm2 ó 3000 PSI)
Módulo de Elasticidad E = 18839 Mpa.
Densidad del concreto reforzado: 2400 Kg/m^3
Densidad de morteros: 1800 Kg/cm^3

Cargas

Evaluación de cargas

Para este proyecto se evalúan las siguientes cargas:

Carga Muerta (D)

Para el cálculo de esta carga se tendrá en cuenta: El peso propio de la Estructura de las cerchas, correas (perlines), tirantas y teja etc. En el programa estructural se evalúa internamente el peso real de la estructura (pórticos, cerchas + columnas).

Según FEDEESTRUCTURAS en su artículo 13.3 enuncia que su peso varía entre 10 y 15 Kg/m2, se toma el mayor valor por seguridad.

PESO PERLINES + CORREAS = 15 Kg/m²

- Peso de la Teja

En este tipo de proyecto se utiliza teja tipo Termoacustic de Ajover, cuyo peso es de 6.6 Kg/m²

Se prefirió tomar 7 Kg/m² para tener mayor seguridad.

CARGA MUERTA TOTAL = 22 Kg/m² (0.22 KN/m2)

Carga Viva (L)

Para la evaluación de esta carga hay que remitirse a la sección B.4.2, Tabla B.4.2.1-2 de la NSR-10, donde se define que para las cubiertas inclinadas de estructuras metálicas, aplica la carga viva de cubierta más alta, ya que la pendiente, aunque es variable, siempre es menor del 15°.

CARGA VIVA PARA CUBIERTA = 50 Kg/m² (0.50 KN/m2)

Por lo tanto la Carga de servicio es de 72 Kg/m² (0.72 KN/m2)

Carga de Viento (W)

Teniendo en cuenta las condiciones de velocidad de viento en la zona de influencia del Municipio de Jardín (Dpto. de Antioquia), Región 3, según discriminación dada en la norma NSR-10, las cargas de viento se calculan por medio del Método simplicado.

Eje A-G **Eje 1-2**

Velocidad (Kph)	**100**	**100**
q (N/m²)	**0.51**	**0.51**
Inclinación (%)	**24.0%**	**24.0%**
Inclinación ° (grados)	**13.7°**	**13.7°**

Sistema Principal

$$p_s = \lambda K_{zt} I P_{S10} \qquad \text{(B.6.4-1)}$$

Kzt = 1.00
I =1.10
Λ = 1.40
P_{S10} = 0.37 (se toma el mayor valor, mayor F.S.)

Ps = 0.57 kN/ m², por Norma B.6.4.2.1.1 Ps min = 0.4 kN/m²

Carga sobre elementos Plano A-G todos los pórticos (kN/m)

Cubierta Nivel

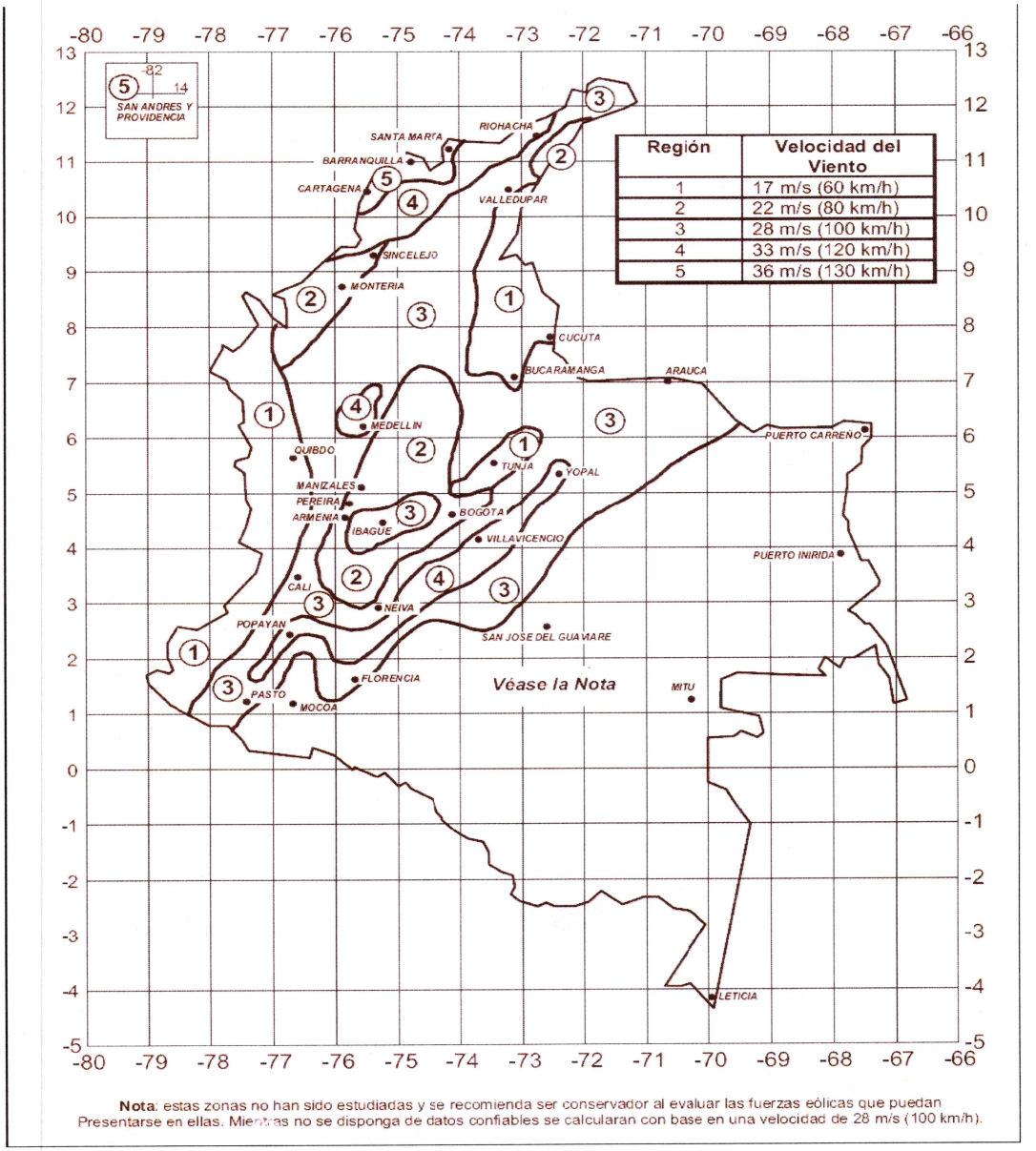
• Correas internas (Ancho aferente 1.30 m.)	0.74	0.74
• Correas externas (Incluye aleros) (Ancho aferente 1.00 m.)	0.57	0.57

Carga sobre elementos Plano 1-2 todos los pórticos (KN/m)

Cubierta Nivel

• Correas internas	0.74	0.74
• Correas externas (Incluye aleros)	0.57	0.57

Nota: Z es altura, X y Y en plano (MIDAS GEN).



Región	Velocidad del Viento
1	17 m/s (60 km/h)
2	22 m/s (80 km/h)
3	28 m/s (100 km/h)
4	33 m/s (120 km/h)
5	36 m/s (130 km/h)

Nota: estas zonas no han sido estudiadas y se recomienda ser conservador al evaluar las fuerzas eólicas que puedan Presentarse en ellas. Mientras no se disponga de datos confiables se calcularan con base en una velocidad de 28 m/s (100 km/h).

Procedimiento Simplificado: Presión Básica de Viento, p_{s10} (kN/m^2)

(Exposición B a una altura $h = 10.0$ m, $K_{zt} = 1.0$, con $I = 1.0$)

Velocidad Básica de Viento m/s (km/h)	Angulo de Inclinación de la cubierta (grados)	Caso de Carga	Zonas									
			Presiones Horizontales				Presiones Verticales				Aleros	
			A	B	C	D	E	F	G	H	E_{OH}	G_{OH}
17 (60)	0 a 5	1	0.11	-0.05	0.07	-0.03	-0.13	-0.07	-0.09	-0.06	-0.18	-0.14
	10	1	0.12	-0.05	0.08	-0.03	-0.13	-0.08	-0.09	-0.06	-0.18	-0.14
	15	1	0.13	-0.04	0.09	-0.02	-0.13	-0.08	-0.09	-0.06	-0.18	-0.14
	20	1	0.15	-0.04	0.10	-0.02	-0.13	-0.09	-0.09	-0.07	-0.18	-0.14
	25	1	0.13	0.02	0.10	0.02	-0.06	-0.08	-0.04	-0.06	-0.11	-0.09
		2	----	----	----	----	-0.02	-0.04	-0.01	-0.03	----	----
	30 a 45	1	0.12	0.08	0.09	0.06	0.01	-0.07	0.00	-0.06	-0.04	-0.05
		2	0.12	0.08	0.09	0.06	0.05	-0.04	0.04	-0.03	-0.04	-0.05
22 (80)	0 a 5	1	0.19	-0.10	0.12	-0.06	-0.23	-0.13	-0.16	-0.10	-0.32	-0.25
	10	1	0.21	-0.09	0.14	-0.05	-0.23	-0.14	-0.16	-0.11	-0.32	-0.25
	15	1	0.24	-0.08	0.16	-0.04	-0.23	-0.15	-0.16	-0.11	-0.32	-0.25
	20	1	0.26	-0.07	0.17	-0.04	-0.23	-0.16	-0.16	-0.12	-0.32	-0.25
	25	1	0.24	0.04	0.17	0.04	-0.10	-0.14	-0.08	-0.11	-0.19	-0.17
		2	----	---	---	---	-0.04	-0.08	-0.01	-0.05	---	---
	30 a 45	1	0.21	0.14	0.17	0.11	0.02	-0.13	0.00	-0.11	-0.07	-0.09
		2	0.21	0.14	0.17	0.11	0.08	-0.06	0.07	-0.05	-0.07	-0.09
28 (100)	0 a 5	1	0.29	-0.15	0.19	-0.09	-0.35	-0.20	-0.25	-0.16	-0.49	-0.39
	10	1	0.33	-0.14	0.22	-0.08	-0.35	-0.21	-0.25	-0.17	-0.49	-0.39
	15	1	0.37	-0.12	0.25	-0.07	-0.35	-0.23	-0.25	-0.18	-0.49	-0.39
	20	1	0.41	-0.11	0.27	-0.06	-0.35	-0.25	-0.25	-0.19	-0.49	-0.39
	25	1	0.37	0.06	0.27	0.06	-0.16	-0.22	-0.12	-0.18	-0.30	-0.26
		2	----	----	----	----	-0.06	-0.12	-0.02	-0.08	----	---
	30 a 45	1	0.33	0.23	0.26	0.18	0.03	-0.20	0.01	-0.17	-0.12	-0.13
		2	0.33	0.23	0.26	0.18	0.13	-0.10	0.11	-0.07	-0.12	-0.13
33 (120)	0 a 5	1	0.42	-0.22	0.28	-0.13	-0.51	-0.29	-0.35	-0.22	-0.71	-0.56
	10	1	0.48	-0.20	0.32	-0.11	-0.51	-0.31	-0.35	-0.24	-0.71	-0.56
	15	1	0.53	-0.18	0.35	-0.10	-0.51	-0.33	-0.35	-0.25	-0.71	-0.56
	20	1	0.59	-0.15	0.39	-0.08	-0.51	-0.35	-0.35	-0.27	-0.71	-0.56
	25	1	0.53	0.08	0.38	0.09	-0.24	-0.32	-0.17	-0.26	-0.44	-0.37
		2	---	---	---	---	-0.09	-0.17	-0.03	-0.11	---	---
	30 a 45	1	0.48	0.32	0.38	0.26	0.04	-0.29	0.01	-0.25	-0.17	-0.19
		2	0.48	0.32	0.38	0.26	0.18	-0.14	0.16	-0.10	-0.17	-0.19
36 (130)	0 a 5	1	0.50	-0.26	0.33	-0.15	-0.60	-0.34	-0.41	-0.26	-0.83	-0.65
	10	1	0.56	-0.23	0.37	-0.13	-0.60	-0.36	-0.41	-0.28	-0.83	-0.65
	15	1	0.62	-0.21	0.41	-0.12	-0.60	-0.39	-0.41	-0.30	-0.83	-0.65
	20	1	0.69	-0.18	0.46	-0.10	-0.60	-0.41	-0.41	-0.32	-0.83	-0.65
	25	1	0.62	0.10	0.45	0.10	-0.28	-0.38	-0.20	-0.30	-0.51	-0.44
		2	--	--	--	--	-0.10	-0.20	-0.03	-0.13	--	--
	30 a 45	1	0.56	0.38	0.44	0.30	0.04	-0.34	0.01	-0.29	-0.19	-0.22
		2	0.56	0.38	0.44	0.30	0.22	-0.17	0.19	-0.12	-0.19	-0.22

Factor de Ajuste por
Altura del Edificio y Exposición, λ

Altura Media del Edificio (m)	Exposición		
	B	C	D
4,5	1.00	1.21	1.47
6,0	1.00	1.29	1.55
7,5	1.00	1.35	1.61
9,0	1.00	1.40	1.66
10,5	1.05	1.45	1.70
12,0	1.09	1.49	1.74
13,5	1.12	1.53	1.78
15,0	1.16	1.56	1.81
16,5	1.19	1.59	1.84
18,0	1.22	1.62	1.87

Materiales.

RESISTENCIA ESPECÍFICA DEL CONCRETO.

La resistencia especificada para el concreto a utilizar en la estructura, se ha determinado como f´c = 21MPa.
Cuando la instalación productora de concreto no tenga registros de ensayos de resistencia en obra, esta debe determinarse con la tabla C.5.3.2.2.

RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN REQUERIDA CUANDO NO HAY DATOS DISPONIBLES PARA ESTABLECER UNA DESVIACIÓN ESTANDAR DE LA MUESTRA

TABLA C.5.3.2.2

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'_c < 21$	$f'_{cr} = f'_c + 7.0$
$21 \le f'_c \le 35$	$f'_{cr} = f'_c + 8.3$
$f'_c > 35$	$f'_{cr} = 1.10f'_c + 5.0$

MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO:

Para establecer la elasticidad del concreto utilizado para el análisis y por ende la construcción del proyecto, se han observado las siguientes recomendaciones de la norma:

C.8.5.1 El módulo de elasticidad, Ec , para el concreto puede tomarse como:

$w_c^{1.5} 0.043\sqrt{f'_c}$ (en MPa).

Para valores de densidad del concreto comprendidos entre 1440 y 2560 kg/m3.
Para concreto de densidad normal, Ec puede tomarse como:

$$4700\sqrt{f'_c}$$

C.8.5.4.2-La relación de poisson para el concreto debe terminarse por medio del ensayo de cilindros de concreto, realizado de acuerdo con la norma NTC 4025 (ASTM C469). En el caso de que no se disponga del valor experimental puede utilizarse un valor de 0.20.

LIMITE DE ELASTICIDAD DEL ACERO.

Para la construcción de la obra deberá adquirirse Acero de Refuerzo Corrugado con un límite de elasticidad mínimo de Fy = 420MPa, las condiciones de elasticidad del mismo se asumirán de acuerdo con las condiciones de la norma:

C.8.5.5- MODULO DE ELASTIDAD DEL ACERO DE REFUERZO - El módulo de elasticidad para el acero de refuerzo no pre esforzado puede tomarse como Es =200 000 MPa. El módulo de elasticidad Es para tendones de refuerzo, debe determinarse por ensayos o puede utilizarse el suministrado por el fabricante.

NORMAS Y TIPOS DE ACERO A UTILIZAR

F.2.1.3.1- Acero estructural - en estas especificaciones se acepta el uso de los materiales que cumplen con las siguientes normas:

NTC 248. Barras corrugadas laminadas en caliente (ASTM A615).

NTC 1920. Acero estructural. (ASTM A36)

NTC 3470. Tubería de acero soldada o sin costura, negra y cubierta de zinc por inmersión en caliente (ASTM 53 Grados B).

NTC 1950. Acero estructural de alta resistencia y de baja aleación (ASTM A242).

TNC 1986. Tubería estructural de acero al carbono, formada en frió, soldada o sin costura, de cualquier configuración (ASTM A500)

TNC 2374. Tubería estructural de acero al carbono, formada en caliente, soldada o sin costura (ASTM A501)

TNC 3347. Laminas y platinas de acero al carbono laminadas en caliente, en calidad estructural (ASTM A570 Grados 40, 45 y 50)

TNC 1985. Acero de resistencia, de baja aleación colombio-vanadio de calidad estructural (ASTM A572)

TNC 2012. Acero estructural de alta resistencia de baja aleación, con punto de fluencia mínimo de 345 MPa, hasta 100 mm de espesor (ASTM A588)

NTC 4001. Tubería estructural de alta resistencia y baja aleación, formada en caliente con o sin costura (ASTM A618)

NTC 4005. Acero estructural para puentes (ASTM A709)

NTC 4007. Especificaciones para el acero al carbono-manganeso de alta resistencia y calidad estructural (ASTM A 529)

CARACTERISTICAS DE LAS SOLDADURAS.

F.2.1.3.6- Metal de aporte y fundente para soldadura- Los electrodos y fuentes para soldadura deberán cumplir con una de las siguientes normas del Código correspondiente de la Sociedad Americana de soldadura (American Welding Society).

CARACTERISTICAS DE LOS PERNOS Y ARANDELAS

F.2.1.3.4- Pernos, arandelas y tuercas - los pernos de acero deberán cumplir con las siguientes normas:

NTC 858. Tornillos, pernos y partes similares roscadas. Requisitos generales (ASTM A449)

NTC 4028. Pernos de acero de alta resistencia, clase 10.9 y 10.9.3 para juntas de acero estructural (ASTM A490)

NTC 4034. Elementos de fijación. Especificación para tornillos y pernos de acero al carbono con 40 MPa (6000 psi)de resistencia a la tención (ATMS A307)

NTC 2191. Especificación para electrodos de acero al carbono para soldadura de arco metálico protegido (AWS A5.1).

NTC 2253. Especificaciones para electrodos de acero al carbono de baja aleación para soldadura de arco (AWS A5.5)

NTC 3570. Especificaciones para metales de aporte de acero de baja aleación para soldadura de arco (AWS A5.28)

TNC 3623. Especificaciones para electrodos de acero de baja aleación y fuentes para soldadura de arco sumergido. (AWS A5.23)

NTC 2632. Especificaciones para metales de aporte de acero al carbono par soldadura de arco con protección de gas (AWS A5.18)

NTC 2677. Especificaciones para electrodos de acero al carbono y fuentes para soldadura de arco sumergido (AWS A5.17).

AWS A 5.20. Especificaciones para electrodos de acero al carbono para soldadura de arco con fuente en el núcleo.

AWS A5.29. Especificaciones para electrodos de acero de baja aleación para soldadura de arco fundente en el núcleo.

ASTM A194.Tuercas de acero al carbono y aleado para pernos que trabajen en condiciones de servicio de alta presión y alta temperatura.

ASTM A325. Pernos estructurales de acero, tratados térmicamente, con resistencia mínima a la tensión de 825 o725 MPa

ASTM A 563. Tuercas de acero al carbono y de aleación.

ASTM F436. Arandelas de acero templado.

Sísmica.

Análisis Estructural de la Edificación.

De acuerdo con la ubicación geográfica de la construcción, según el Apéndice A-3 NSR-10, se encuentra que está ubicada en Zona de Amenaza Sísmica Alta, luego el coeficiente de aceleración pico efectiva es Aa = 0.25. Por tal razón, se analizará la estructura sometida a cargas gravitacionales y a fuerzas sísmicas.

Espectro de Diseño.

Coeficiente de Sitio.

Los efectos locales según el tipo de suelo D dado en el estudio geotécnico son los consignados en la tabla A.2.4-1 NSR-10:

Tabla A.2.4-1
Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\overline{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\overline{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s> $\overline{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\overline{N} \geq 50$, o $\overline{s}_u \geq 100$ kPa (≈1 kgf/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\overline{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 > $\overline{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈1 kgf/cm²) > $\overline{s}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kgf/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\overline{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w ≥ 40% 50 kPa (≈0.50 kgf/cm²) > $\overline{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con índice de Plasticidad IP > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

ESPECTRO DE DISEÑO

Del Apéndice A-4 el Municipio de Jardín situado en el Departamento de Antioquia está en una zona de riesgo sísmico Alto y tiene los siguientes valores para el análisis sismorresistente:

- Aa = 0.25
- Av = 0.30
- Ae = 0.20
- Ad = 0.11

El espectro de aceleraciones de la NSR-10 es Sa = (1.2*Av*Fv*I)/T Ecuación A.2.6-1
El periodo de vibración se cálcula con la ecuación A.4.2-3 y es T = Ct*(h^α)
El periodo de vibración To = 0.1 (Av*Fv)/(Aa*Fa) y Tc = 0.48 (Av*Fv)/(Aa*Fa) A.2.6-2
y Sa = 2.5*Aa*Fa*I meseta del espectro ecuación A.2.6-3 de la NSR-10

Fa=1.30 y Fv=1.80 figuras A.2.4-2 y A.2.4-1

Tabla A.2.4-4

Valores del coeficiente F_v, para la zona de periodos intermedios del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo **F** debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

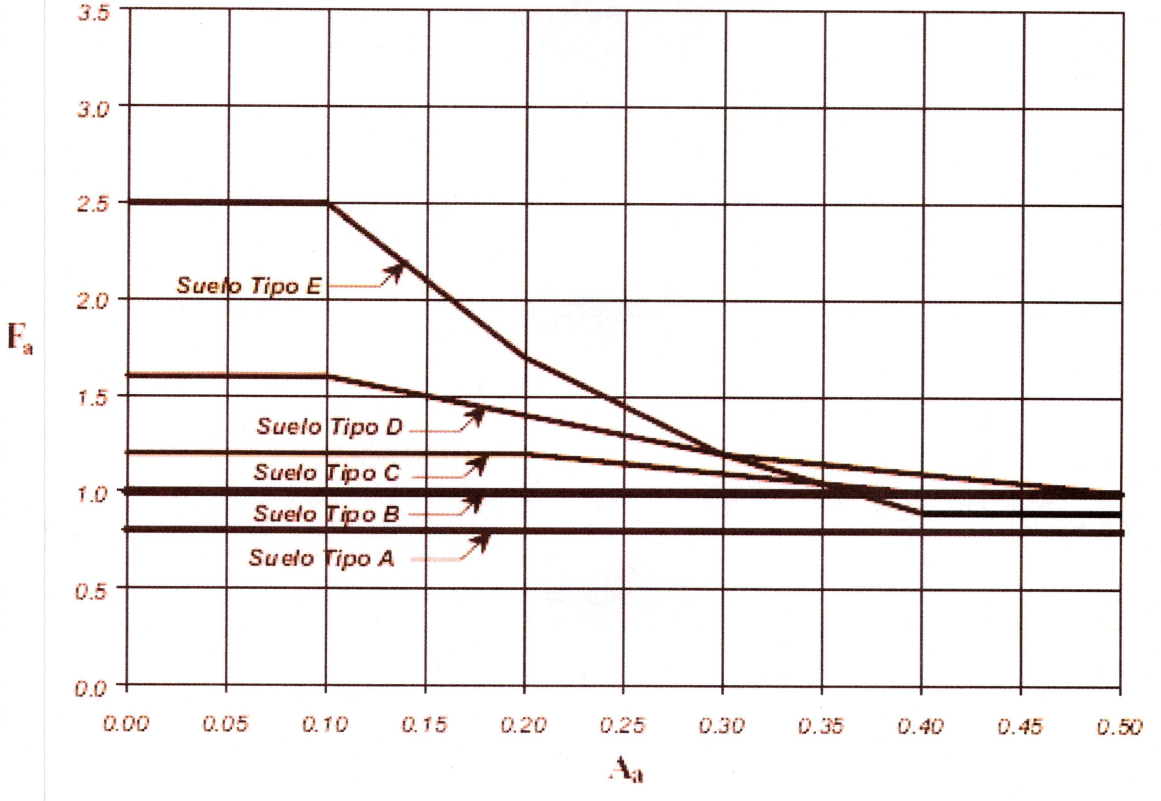


Figura A.2.4-1 - Coeficiente de amplificación F_a del suelo para la zona de períodos cortos del espectro

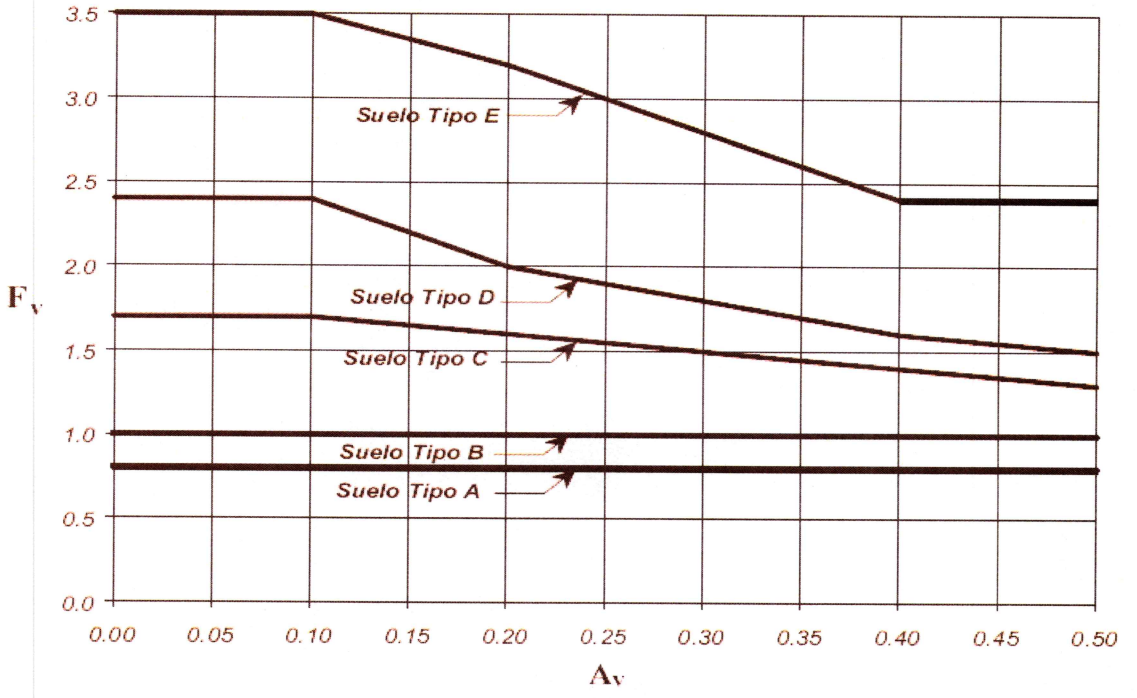


Figura A.2.4-2 — Coeficiente de amplificación F_v del suelo para la zona de períodos intermedios del espectro

A.4.2.2 — Alternativamente el valor de T puede ser igual al período fundamental aproximado, T_a, que se obtenga por medio de la ecuación A.4.2-3.

$$T_a = C_t h^{\alpha} \qquad \text{(A.4.2-3)}$$

donde C_t y α tienen los valores dados en la tabla A.4.2-1.

Tabla A.4.2-1
Valor de los parámetros C_t y α para el cálculo del período aproximado T_a

Sistema estructural de resistencia sísmica	C_t	α
Pórticos resistentes a momentos de concreto reforzado que resisten la totalidad de las fuerzas sísmicas y que no están limitados o adheridos a componentes más rígidos, estructurales o no estructurales, que limiten los desplazamientos horizontales al verse sometidos a las fuerzas sísmicas.	0.047	0.9
Pórticos resistentes a momentos de acero estructural que resisten la totalidad de las fuerzas sísmicas y que no están limitados o adheridos a componentes más rígidos, estructurales o no estructurales, que limiten los desplazamientos horizontales al verse sometidos a las fuerzas sísmicas.	0.072	0.8
Pórticos arriostrados de acero estructural con diagonales excéntricas restringidas a pandeo.	0.073	0.75
Todos los otros sistemas estructurales basados en muros de rigidez similar o mayor a la de muros de concreto o mampostería	0.049	0.75
Alternativamente, para estructuras que tengan muros estructurales de concreto reforzado o mampostería estructural, pueden emplearse los siguientes parámetros C_t y α, donde C_w se calcula utilizando la ecuación A.4.2-4.	$\frac{0.0062}{\sqrt{C_w}}$	1.00

Periodo Fundamental

El periodo de vibración es T = Ct*(h^α) = 0.072*(8.4^0.8) = 0.395 seg.
El periodo de vibración To = 0.1 (Av*Fv)/(Aa*Fa) = 0.1*(0.30*1.80)/(0.25*1.3)= 0.166 seg
y Tc = 0.48 (Av*Fv)/(Aa*Fa) = 0.48*(0.30*1.80)/(0.25*1.3)= 0.798 seg.

Espectro Elástico de Aceleración

El espectro de aceleraciones de la NSR-10 es Sa = (1.2*Av*Fv*I)/T Ecuación A.2.6-1
Sección A.2.6. Se toma el menor de:

$$Sa_1 = \frac{1.2Av*Fv*I}{T} \qquad Sa_2 = 2.5\,Aa*\,Fa\,*I$$

Sa_1 =1.80 Sa_2 = 0.89

Siendo : Sa = 0.89

Coeficiente de Capacidad de disipación de energía R

R = Øa x Øp x Ør x Ro (Øa, Øp = 1.0 sin irregularidades)
Ør = 0.75 (2 ejes en sentido 1-2)
Ro= 7.00 Tabla A.3-3 Tipo d, pórticos de acero estructural (DES).
Ro= 7.00 * 0.9 = 6.30 Nota 3 Uniones Soldadas

La estructura es regular en planta y en altura y no tiene redundancia, por lo tanto

R = 1.0x1.0x0.75x6.30 = 4.72

Cortante en la Base

Sección A.4.3. Artículo A.4.3.1

Vs = Sa * g * m = Sa * W

donde W = Sumatoria de los pesos verticales sobre la estructura de la cubierta incluyendo peso propio.

Calculo de W

Área Cubierta = 22.00 m * 34.00 m = 748.00 m²
Peso de la Cubierta = (748.00 m²) * (22 kg/m²) = 16,456 ton

W total = 16456 kgf

V = 0.89 * 16456 kgf
V = 14645.84 kgf

Carga por Pórtico (7 Pórticos) V = 2092.30 kgf ≈ 2092 Kgf

K = 1.00 para T=0.395 seg.

- Distribución de cargas sísmicas

Nivel	W (kg)	h (m)	Wh^k	$C = wh^k/S\ wh^k$	**V (kg)**
1	2092	8.40	17572.80	1.00	2092.00

Carga por nudo = 2092 Kg/4.70 (R) /14 nudos = 31.80 Kgf ≈ 32 Kgf

APLICACIÓN DE CARGA

La aplicación de las cargas a los nudos de la cercha se hará por medio de áreas aferentes, la cual considera una distribución equitativa del área total de la cubierta sobre cada perlín (o perfil) presente en la misma. Los nudos de la cercha que reciben la carga son los puntos donde las correas llegan sobre la cercha.

COMBINACIÓN DE CARGAS

Se consideran varias hipótesis de cargas teniendo en cuenta las diferentes posibilidades de combinaciones de cargas durante su vida útil propuestas en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistentes NSR-10. Las cargas que se presentan sobre la estructura son:

- Carga Muerta : D
- Carga Viva sobre la cubierta : Lr
- Carga Sísmica : Fs
- Carga SísmicaReducida: E
- Carga Viento : W

Las combinaciones de cargas propuestas, usando el método del estado límite de resistencia (Ver B.2.5 de NSR-10) son las siguientes:

- 1.4 D (B.2.4-1)
- 1.2 D +0.5 Lr (B.2.4-2)
- 1.2 D + 1.6 Lr+0.8 W (B.2.4-3)
- 1.2 D +1.6 W + 0.5 Lr (B.2.4-4)
- 1.2 D +1.0 E (B.2.4-5)
- 0.9 D +1.6 W (B.2.4-6)

- 0.9 D +1.0 E (B.2.4-7)

Debe tenerse en cuenta que la carga de viento viene positiva y negativa según lo anteriormente expuesto, por lo tanto debió realizarse dos veces su combinación. Además, la carga de sismo reducida es distinta en las dos direcciones principales horizontales de la estructura, pero la estructura es simétrica.

EFECTOS ORTOGONALES

Adicionalmente se deben tener en cuenta los efectos ortogonales sección A.3.6.3 y la torsión accidental sección A.3.6.7.1, citados en la NSR-10 en donde se afirma:

A.3.6.3- En zonas de amenaza sísmica intermedia o alta deben considerarse los efectos ortogonales suponiendo la ocurrencia simultánea del 100% de las fuerzas sísmicas en una dirección y el 30% de las fuerzas sísmicas en la dirección perpendicular. Debe utilizarse la combinación que requiera la mayor resistencia del elemento.

Las combinaciones de cargas son las siguientes:

- 1.2 D +(-)1.0 Ex +(-)0.3 Ez
- 0.9 D +(-)1.0 Ex +(-)0.3 Ez
- 1.2 D +(-)0.3 Ex +(-)1.0 Ez
- 0.9 D +(-)0.3 Ex +(-)1.0 Ez

A.3.6.7.1- Debe suponerse que la masa de todos los pisos está desplazada transversalmente, hacia cualquiera de los dos lados, del centro de masa calculado de cada piso, una distancia igual al 5% (0.05) de la dimensión de la edificación en ese piso, medida en la dirección perpendicular a la dirección en estudio. El efecto de la torsión que se genera debe tenerse en cuenta en la distribución del cortante del piso a los elementos verticales del sistema de resistencia sísmica.

La torsión accidental en cada sentido será:

*Torsión en X 1 Nivel = V*5% Long. X = 1.62 ton * 0.05* 34.00 m. = 2.75 ton*m.
*Torsión en Z 1 Nivel = V*5% Long. Z = 1.62 ton * 0.05* 22.00 m. = 1.78 ton*m.

1. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

Las dimensiones de la estructura, los materiales de los elementos y las cargas ya ampliamente explicadas fueron introducidas en un software especializado en el análisis y diseño de estructuras llamado RAM ELEMENTS, el cual mediante un algoritmo lógico de elementos

finitos presenta los resultados de las reacciones, las flechas elásticas, las tensiones y compresiones y en general los esfuerzos en los elementos que conforman la estructura.

_ Análisis P-Delta.

En el análisis realizado no se tuvo en cuenta el análisis de segundo orden (efectos PDELTA), debido a que la estructura proyectada cumple los requisitos de estabilidad y no cuenta con elementos esbeltos evaluados matemáticamente.

Para la carga muerta $\delta = 1.0$
Para la carga viva $\delta = 1.0$

_ Análisis Estructural de la Cimentación.

Para el diseño y cálculo de la cimentación, se tiene en cuenta los esfuerzos producidos sobre las zapatas aisladas, se realiza la modelación de cada eje de zapatas teniendo en cuenta los resultados de reacciones en los apoyos arrojados por el programa RAM ELEMENTS y mediante la ayuda de una hoja de cálculo de Excel.

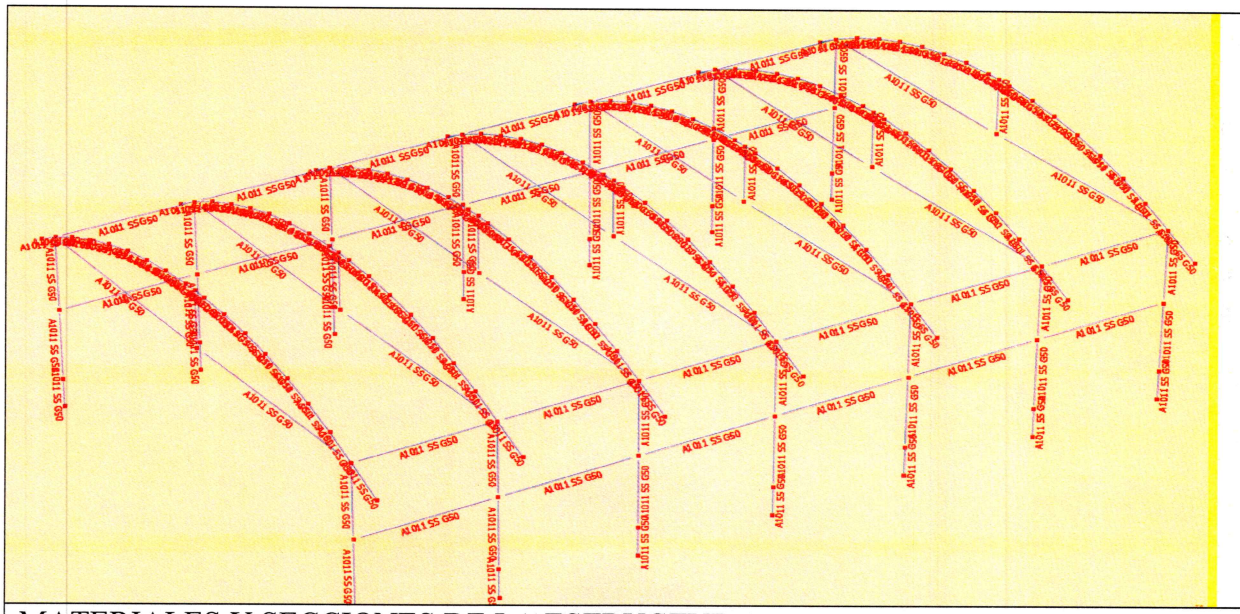
Como suposiciones de diseño se tiene:

- Las zapatas aisladas de la cimentación estarán apoyadas sobre un terreno firme con una capacidad adecuada (σ_s = 83 KPa, Estudio de suelos y que debe ser verificada en el terreno de fundación).

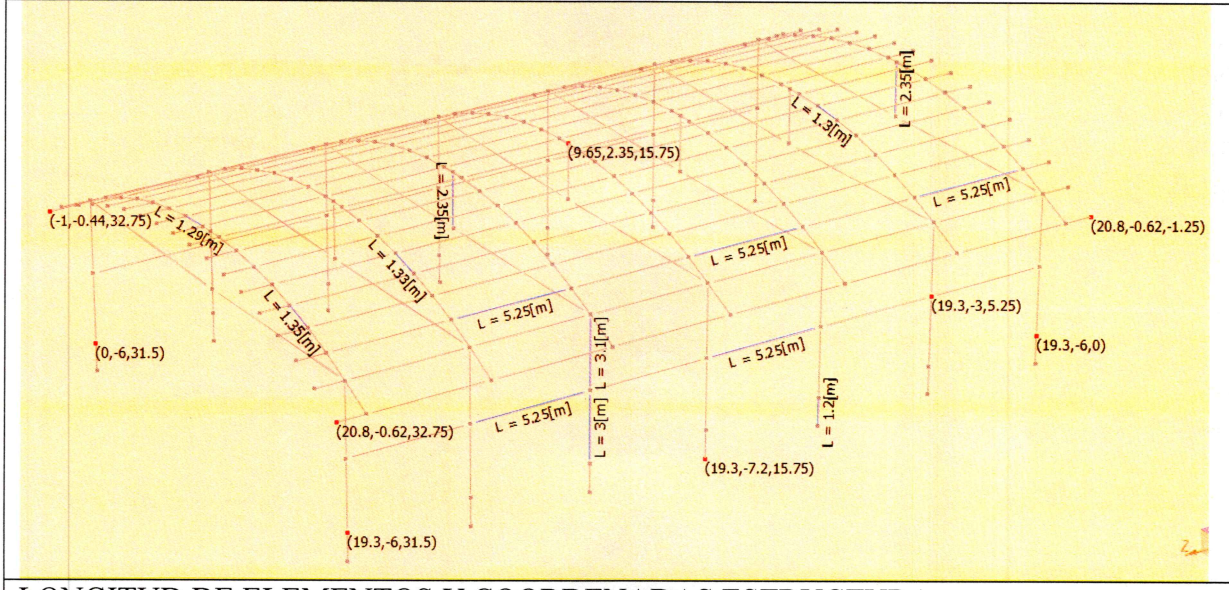
- El suelo no es susceptible a cambios de volumen y/o perdida de estabilidad, por lo que se podría generar incompatibilidades con las hipótesis de diseño y como consecuencia generar estados de riesgo cuando la zapata se encuentre en estado de servicio.

- Teniendo en cuenta que se trata de zapatas aisladas, se opta por realizar diseño estático y para la siguiente combinación de carga 1.20D + 1.60L (la más desfavorable), también se verificará el diseño para la combinación de carga con el momento de volcamiento más desfavorable y con carga vertical liviana.

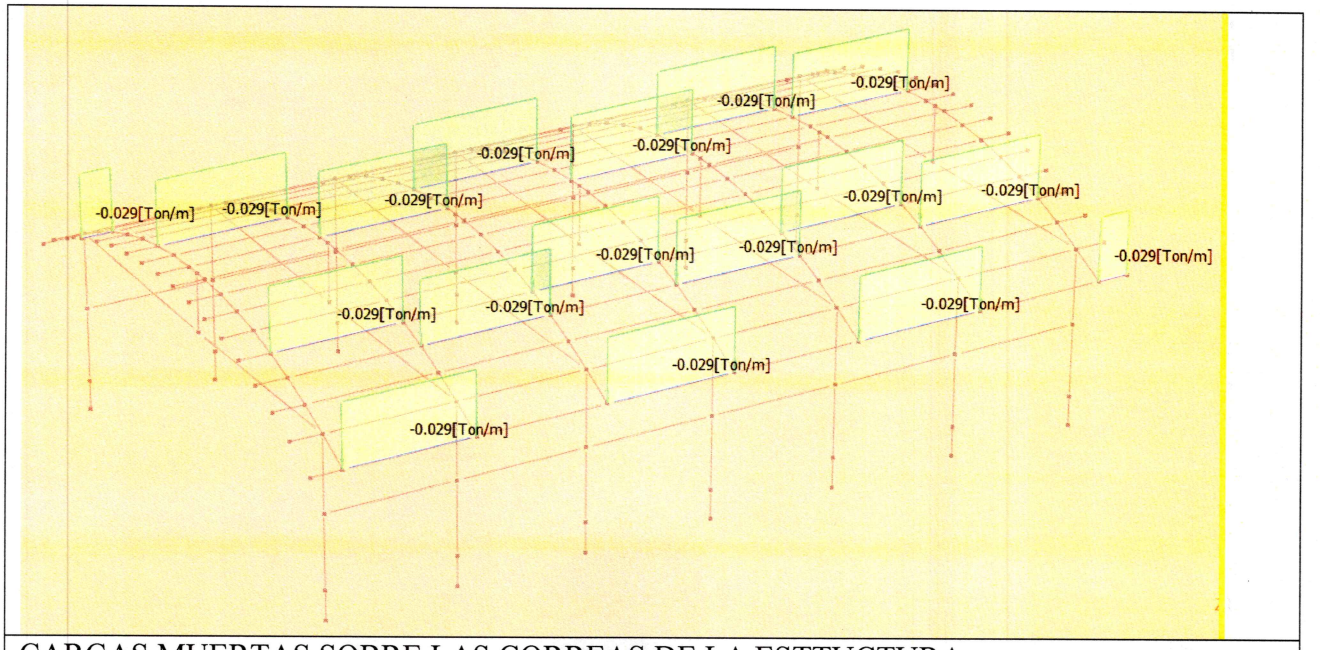
A pesar que el diseño estructural parte del hecho de encontrar suelo firme a la profundidad señalada en el estudio de suelos, es necesario desplantar la cimentación a profundidades reales de suelo calificado encontradas en obra. En caso de que dicha profundidad sobrepase considerablemente la estipulada en el diseño, se debe consultar con el ingeniero calculista.



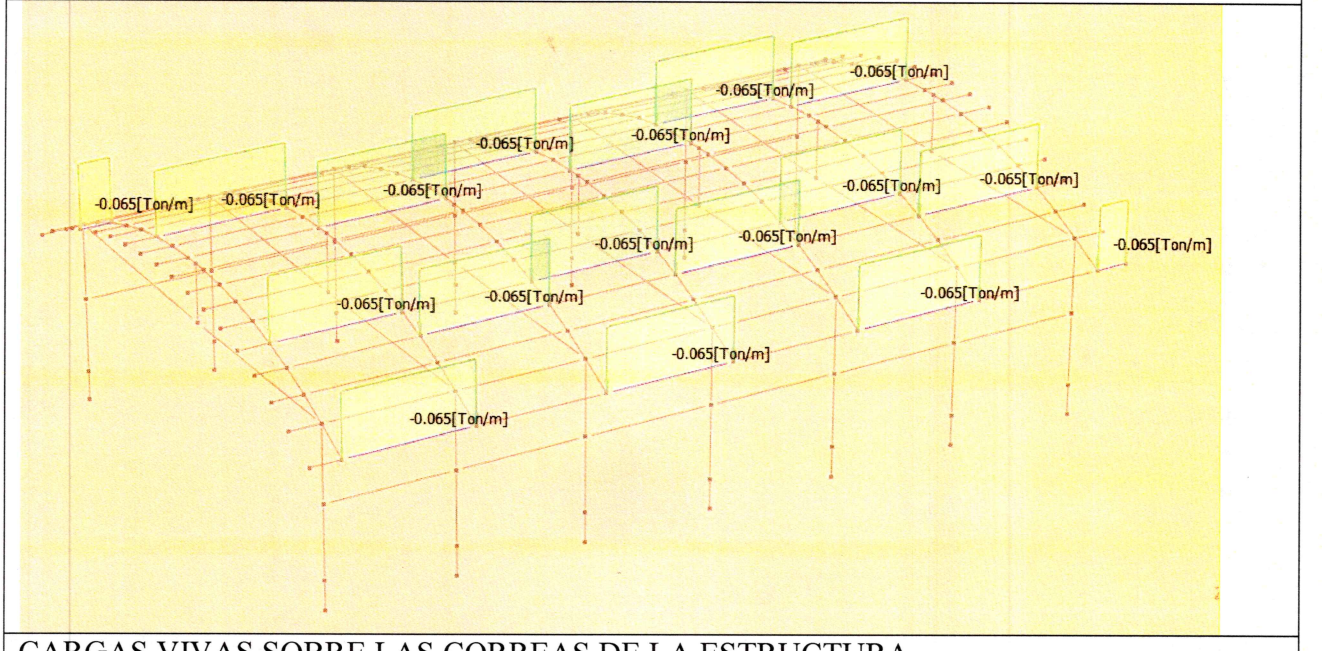
MATERIALES Y SECCIONES DE LA ESTRUCTURA



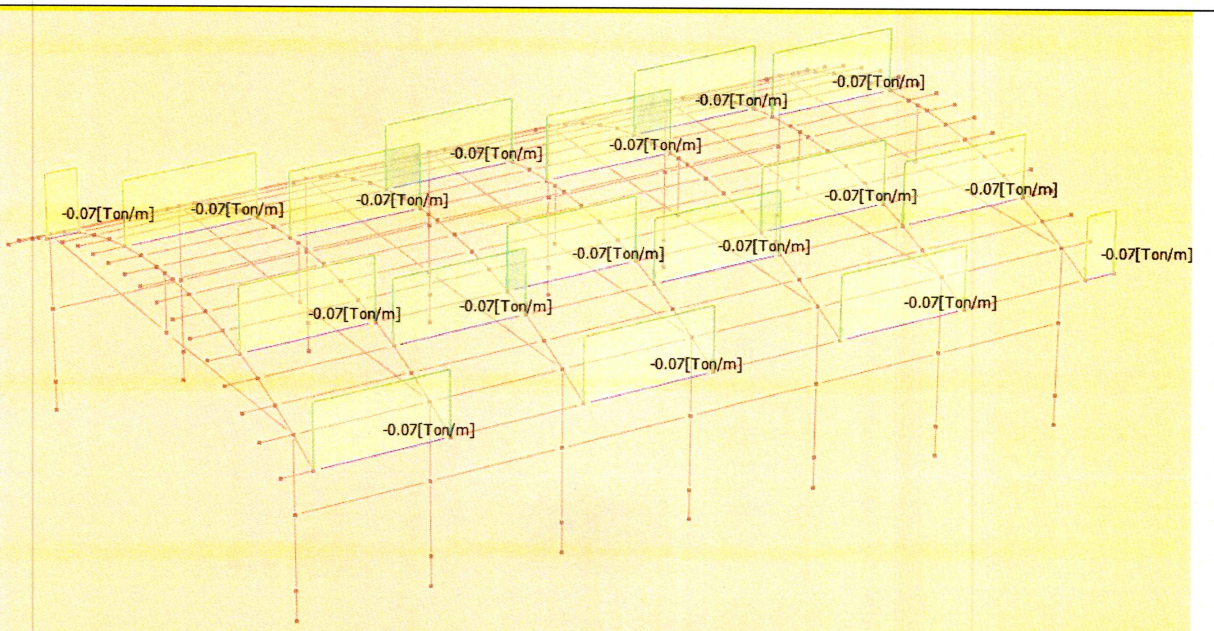
LONGITUD DE ELEMENTOS Y COORDENADAS ESTRUCTURA



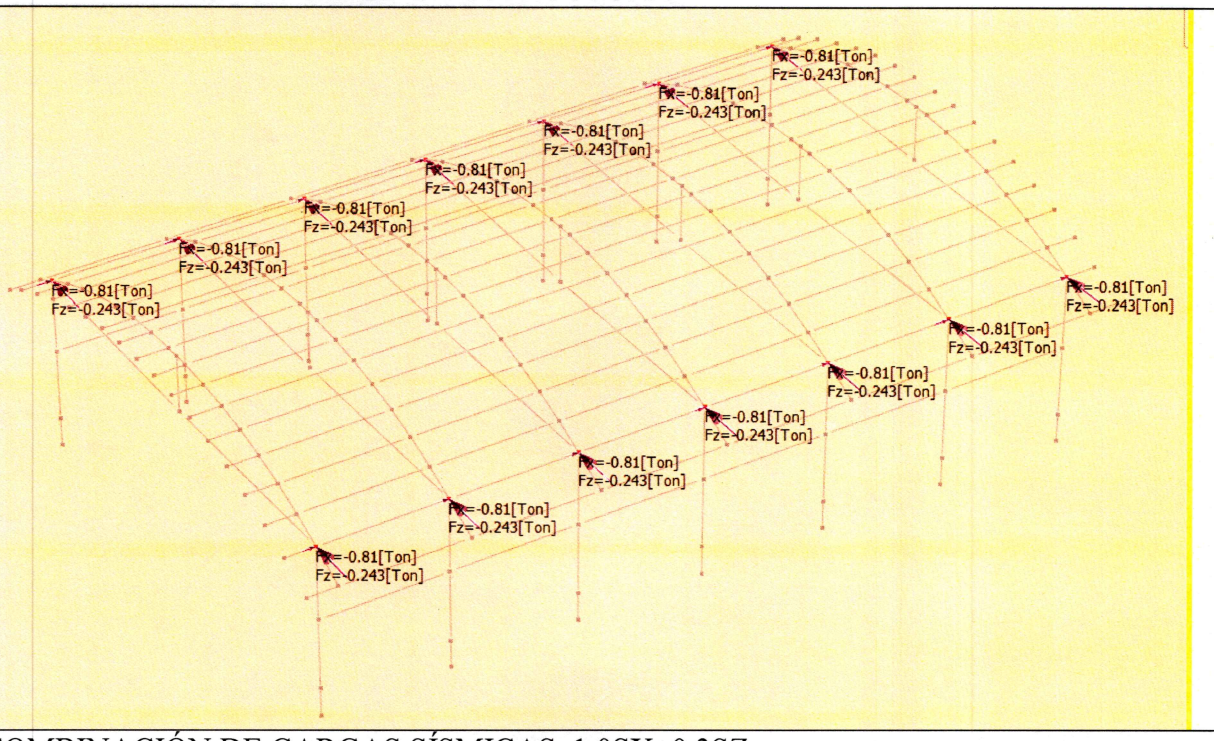
CARGAS MUERTAS SOBRE LAS CORREAS DE LA ESTTUCTURA



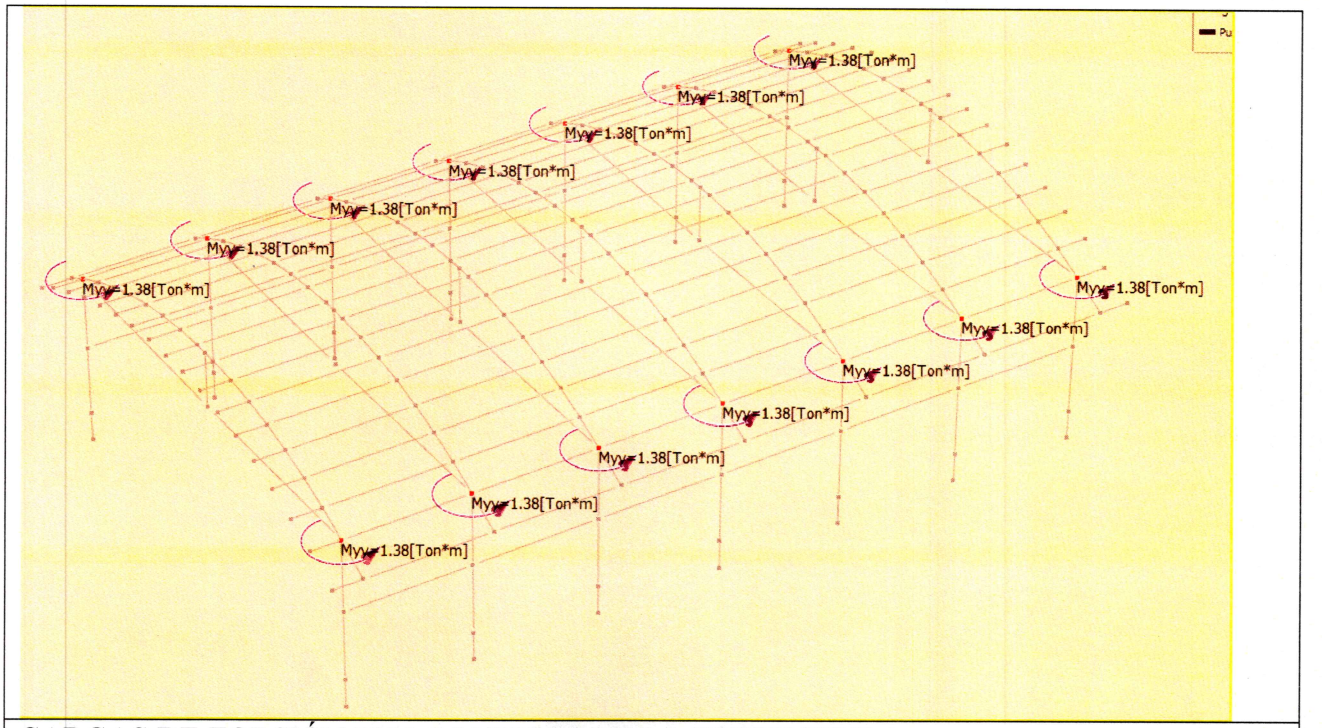
CARGAS VIVAS SOBRE LAS CORREAS DE LA ESTRUCTURA



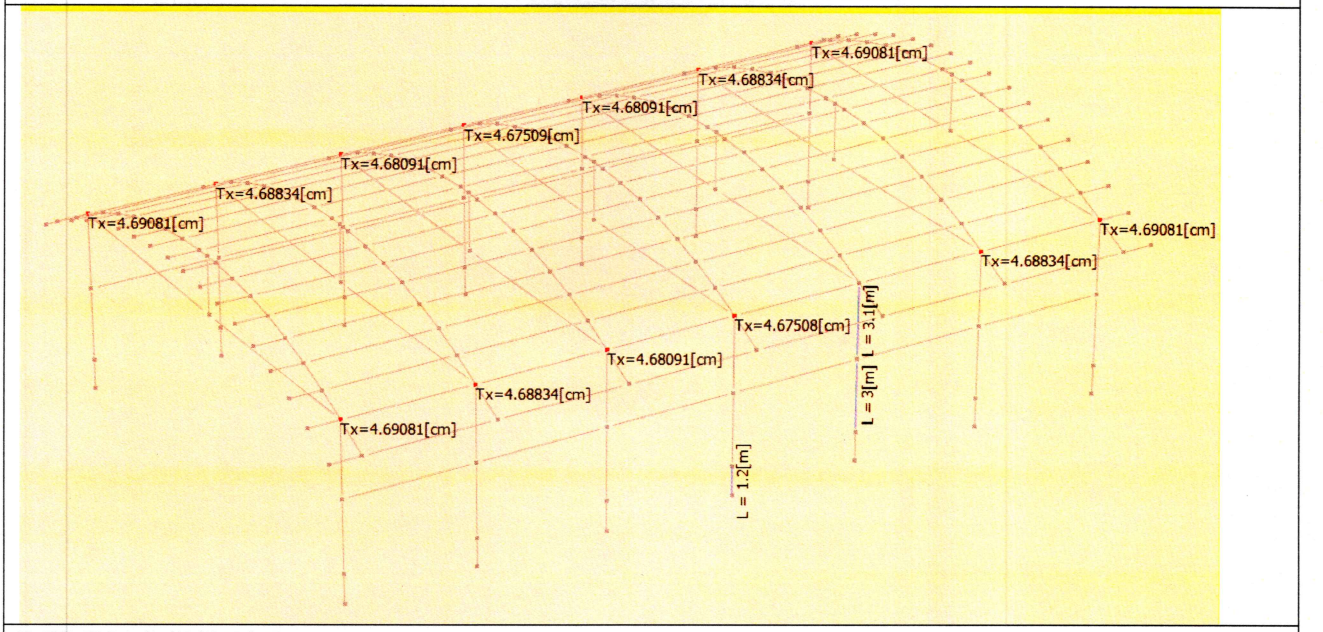
CARGAS DE VIENTO SOBRE LA ESTRUCTURA



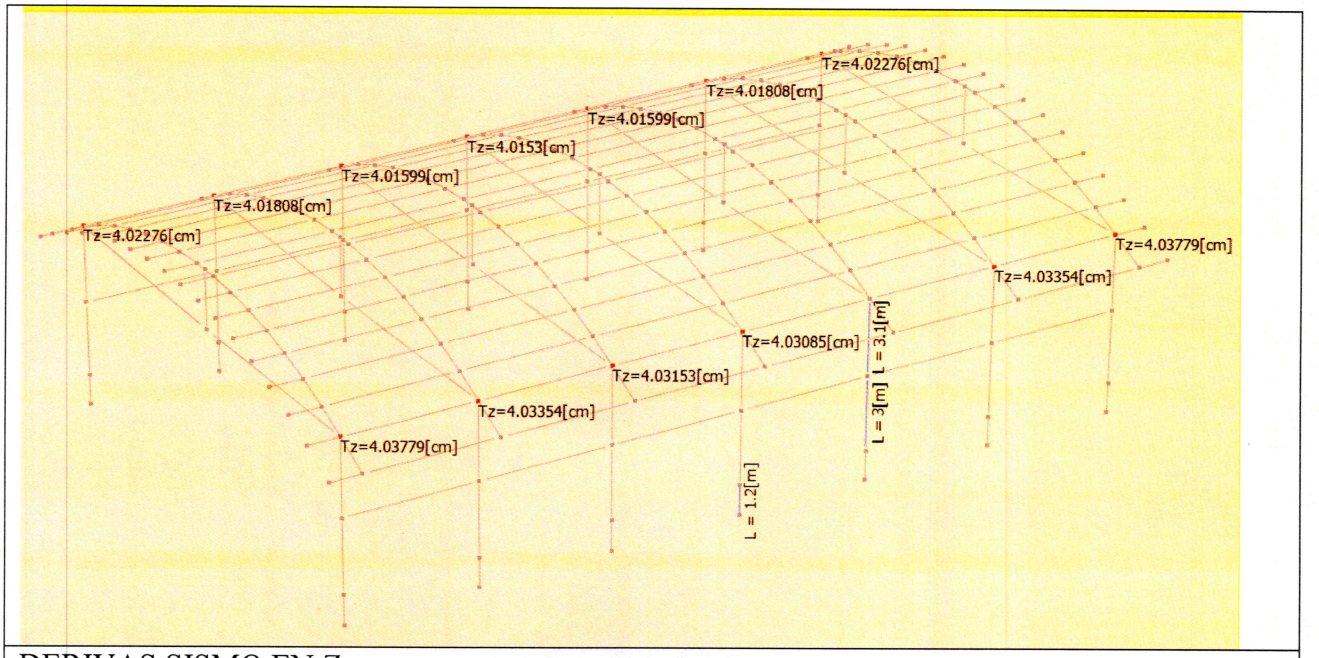
COMBINACIÓN DE CARGAS SÍSMICAS, 1.0SX+0.3SZ



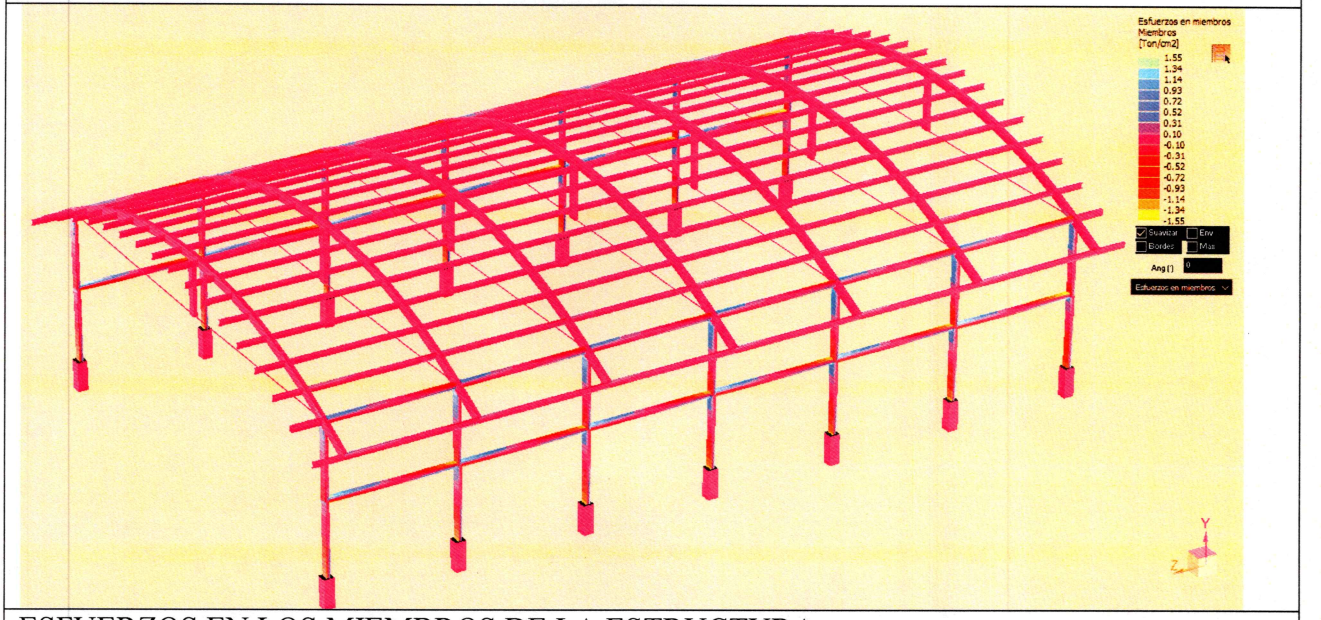
CARGAS DE TORSIÓN EN LOS NUDOS DE LA ESTRUCTURA



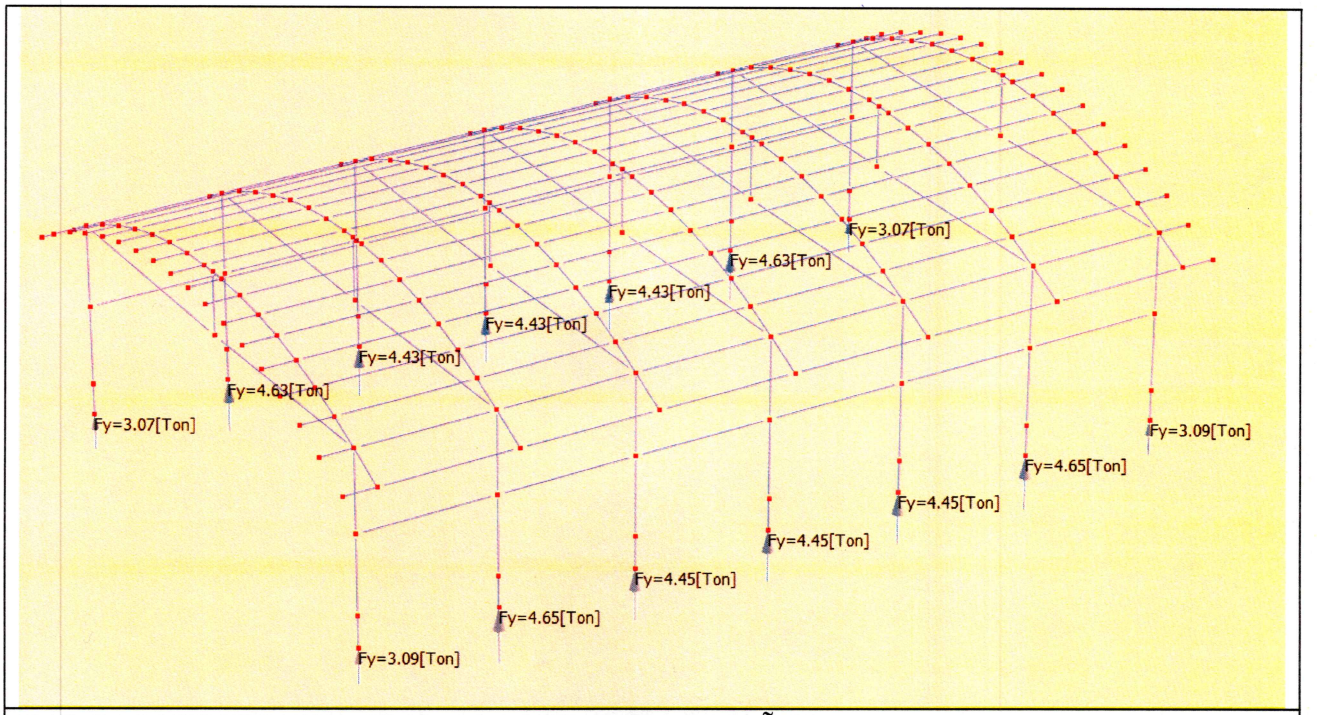
DERIVAS SISMO EN X



DERIVAS SISMO EN Z



ESFUERZOS EN LOS MIEMBROS DE LA ESTRUCTURA



CARGAS VERTICALES SIN MAYORAR PARA DISEÑO DE ZAPATAS

Lista de materiales				
Nota.- Listado sólo de las barras y placas seleccionadas gráficamente				
Miembros:				
Perfil	Material	PesoU	Longitud	Peso
		[Ton/m]	[m]	[Ton]
PHR C220X80X2.0-1.5C	A1011 G50	9.51E-03	131	1.246
PHR C220X80X2.0-2.0S	A1011 G50	6.30E-03	544	3.427
PHR C305X80X2.5-2.0C	A1011 G50	1.56E-02	159.543	2.487
PHR C305X80X2.5-2.5C	A1011 G50	1.94E-02	101.85	1.975
RNDBAR 1	G60	3.98E-03	135.107	0.538
Peso Total [Ton]				9.672

ANEXOS

- **Archivos Análisis Fuerzas De Sismo**
- **Vigas, Columnas (Pórtico).**
- **Archivos Entrada Análisis Estructural RAM ELEMENTS**
- **Vigas, Columnas (Pórtico).**
- **Archivos Salida Análisis Estructural RAM ELEMENTS**
- **Vigas, Columnas (Pórtico).**
- **Cuadro Verificación de Derivas.**
- **Archivos Salida Diseño Estructural MIDAS ELEMENTS**
- **Vigas, Columnas (Pórtico).**
- **Cuadros Diseño de Zapatas, Pedestal con Vigas de Amarre**
- **Diseño de Anclaje Metálico a Cimentación En Concreto**
- **Diseño de Soldaduras**
- **Planos de Diseño.**

FORMATO DE PRESENTACIÓN DE MEMORIAS ESTRUCTURALES

A. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

• NOMBRE DE LA OBRA	CUBIERTA PLACA POLIDEPORTIVA I.E. SAN ANTONIO
• PROPIETARIO	MPIO. JARDÍN (ANTIOQUIA)
• CALCULISTA	MUNICIPIO DE JARDÍN
• GRUPO DE USO	II
• SISTEMA ESTRUCTURAL	Pórticos de acero
• NUMERO DE PISOS	1 (piso)
• TIPO DE CUBIERTA	Ligera en Teja Termoacustica
• ALTURA MÁXIMA	9.30 m.
• CONSTRUCCIONES DE ESTE TIPO	1

B. ANÁLISIS DE CARGAS HORIZONTALES Y VERTICALES

CARGAS CUBIERTA

• CARGA MUERTA (PESO PROPIO)	0.22 (KN/m2- Kpa)
• CARGA VIVA	0.50 (KN/m2- Kpa)
• CARGA DE SERVICIO	0.72 (KN/m2- Kpa)
• CARGA MAYORADA	1.06 (KN/m2- Kpa)
• FACTOR PROMEDIO DE CARGA	1.48
• CARGA TOTAL CUBIERTA	164.56 KN
• COMBINACIÓN DE CARGA CRÍTICA	DC29 1.2D+1.0L+1.6W

C. ANÁLISIS SÍSMICO

• ACELERACIÓN PICO EFECTIVA Aa	0.25
• PERIODO FUNDAMENTAL	Tx = 0.36 seg.; Ty =0.36 seg.
• TIPO DE IRREGULARIDAD EN PLANTA	NO; Øp=1.0
• TIPO DE IRREGULARIDAD EN ALTURA	NO; Øa=1.0
• COEFICIENTE POR AUSENCIA REDUND	Ør=0.75
• CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA	DES (Especial)
• COEFICIENTE R= Øp x Øa x Ør x Ro	R=4.72
• COEFICIENTE DE IMPORTANCIA	II, I=1.10

- PERFIL DE SUELO D (Est. Suelos)
- COEFICIENTES Fa y Fv 1.3 y 1.8
- CORTANTE SÍSMICO EN LA BASE ESTRUCT. 14.646 Tonf.= 146.46 KN.
- DERIVA MÁXIMA INELÁSTICA CALCULADA 0.20 cm
- DERIVA MÁXIMA INELÁSTICA PERMISIBLE 7.30 cm
- SEPARACIÓN CON ESTRUCTURAS ADYACENTES 20 cm.

D. CIMENTACIÓN

- ESTUDIO DE SUELOS Ingeniera Carmen Isabel Aldana B.
- TIPO DE CIMENTACIÓN Zapatas Aisladas con VF
- CAPACIDAD PORTANTE DISEÑO 83 KN/m2 (8.30 Ton/m2)
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN 1.50 m.

DECLARACIÓN: El diseño estructural del proyecto en referencia cumple con las exigencias de las Normas Colombianas de diseño y construcción Sismo Resistente -NSR-10- Ley 400 de 1997- Decreto 255 de 2010

Hernando González Henao (diseñador estructural) no se hace responsable por cualquier tipo de daños y/o sanciones derivados por modificaciones efectuadas al proyecto sin la respectiva consulta, o bien por no tener en cuenta las recomendaciones hechas en el presente estudio, valga aclarar que se deben seguir al pie de la letra las recomendaciones constructivas de las Normas Colombianas de diseño y construcción Sismo Resistente – NSR-10- Ley 400 de 1997- Decreto 255 de 2010.

Se anexa Licencia del Sofware empleado en los Análisis estructurales, las hojas de Excel empleadas en los estudios son de mi propiedad intelectual.

Hernando González Henao
Ingeniero Civil- Especialista en Ingeniería Sismo Resistente
Especialista en Patología de la Construcción
Diplomado en Vulnerabilidad Sísmica
Matrícula 30615 ANT.
Medellín, Marzo de 2022

ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

- Acero A50 para todos los perfiles (fy = 3500 kg/cm²).
- Uniones con Soldadura E 7018.
- Debe hacerse una revisión de la integridad de los materiales antes de ser utilizados en la obra.
- Para las zapatas debe utilizarse un concreto de f´c = 210 kg/cm² y un acero de fy = 4200 kg/cm².
- El recubrimiento del refuerzo debe ser 7.5 cm.
- Sobre las zapatas debe compactarse manualmente el suelo resultante de la excavación en un 95% del ensayo proctor.

Sistema de unidades: Métrico
Nombre del archivo: F:\1 Calculos Varios\00 Proyectos Oficina\Cubierta IE San Antonio\Diseño RAM\1 CUBIERTA A=22 IE SAN ANTONIO JARDÍN.retx\

Diseño de Acero

Reporte: Resumen - Máximo por miembro

Estados de carga considerados :

DC1=1.4CM+1.4SC
DC2=1.2CM+1.6CV+1.2SC+0.5CC
DC3=1.2CM+1.2SC+1.6CC+0.8W
DC4=1.2CM+CV+1.2SC+SX
DC5=1.2CM+CV+1.2SC-SX
DC6=1.2CM+CV+1.2SC+SZ
DC7=1.2CM+CV+1.2SC-SZ
DC8=0.9CM+0.9SC+SX
DC9=0.9CM+0.9SC-SX
DC10=0.9CM+0.9SC+SZ
DC11=0.9CM+0.9SC-SZ
DC12=1.2CM+CV+1.2SC+SX+0.3SZ
DC13=1.2CM+CV+1.2SC-SX+0.3SZ
DC14=1.2CM+CV+1.2SC+SX-0.3SZ
DC15=1.2CM+CV+1.2SC-SX-0.3SZ
DC16=1.2CM+CV+1.2SC+0.3SX+SZ
DC17=1.2CM+CV+1.2SC+0.3SX-SZ
DC18=1.2CM+CV+1.2SC-0.3SX+SZ
DC19=1.2CM+CV+1.2SC-0.3SX-SZ
DC20=0.9CM+0.9SC+SX+0.3SZ
DC21=0.9CM+0.9SC-SX+0.3SZ
DC22=0.9CM+0.9SC+SX-0.3SZ
DC23=0.9CM+0.9SC-SX-0.3SZ
DC24=0.9CM+0.9SC+0.3SX+SZ
DC25=0.9CM+0.9SC+0.3SX-SZ
DC26=0.9CM+0.9SC-0.3SX+SZ
DC27=0.9CM+0.9SC-0.3SX-SZ
DC28=1.2CM+CV+1.2SC+1.6CC
DC29=1.2CM+CV+1.2SC+0.5CC+1.6W
DC30=0.9CM+0.9SC+1.6W
DC31=1.2CM+CV+1.2SC+SX+T
DC32=1.2CM+CV+1.2SC+SZ+T
DC33=0.9CM+0.9SC+SX+T
DC34=0.9CM+0.9SC+SZ+T
id34=CM+CV

Descripción	Sección Referencia	Miembro	Ec. ctrl	Relación	Estatus
	PHR C305x80x2.5-2.0C Sec. C5.1	**264**	DC31 en 0.00%	0.36	Bien
	Sec. C5.1	**265**	DC31 en 0.00%	0.34	Bien
	Sec. C5.1	**267**	DC12 en 0.00%	0.33	Bien
	Sec. C5.1	**268**	DC14 en 0.00%	0.34	Bien
	Sec. C5.1	**269**	DC14 en 0.00%	0.33	Bien
	Sec. C5.1	**342**	DC31 en 0.00%	**0.39**	**Bien**
	Sec. C5.1	**398**	DC29 en 0.00%	0.06	Bien
	Sec. C3.3				
COLUMNA	***PHR C305x80x2.5-2.5C*** Sec. C5.2	**19**	DC15 en 0.00%	0.70	Bien
	Sec. C5.2	**20**	DC14 en 0.00%	0.69	Bien
	Sec. C5.2	**41**	DC18 en 0.00%	0.87	Bien
	Sec. C5.2	**42**	DC16 en 0.00%	0.85	Bien
	Sec. C5.2	**63**	DC19 en 0.00%	0.83	Bien
	Sec. C5.2	**64**	DC17 en 0.00%	0.81	Bien
	Sec. C5.2	**85**	DC18 en 0.00%	0.83	Bien
	Sec. C5.2	**86**	DC16 en 0.00%	0.81	Bien
	Sec. C5.2	**107**	DC18 en 0.00%	0.83	Bien
	Sec. C5.2	**108**	DC16 en 0.00%	0.81	Bien
	Sec. C5.2	**129**	DC19 en 0.00%	0.87	Bien
	Sec. C5.2	**130**	DC17 en 0.00%	0.85	Bien
	Sec. C5.2	**270**	DC13 en 100.00%	0.95	Bien
	Sec. C5.2	**271**	DC13 en 100.00%	0.94	Bien
	Sec. C5.2	**272**	DC13 en 100.00%	0.94	Bien
	Sec. C5.2	**273**	DC15 en 100.00%	0.94	Bien
	Sec. C5.2	**274**	DC15 en 100.00%	0.95	Bien
	Sec. C5.2	**275**	DC15 en 100.00%	0.87	Bien
	Sec. C5.2	**276**	DC14 en 100.00%	0.88	Bien
	Sec. C5.2	**277**	DC14 en 100.00%	0.96	Bien
	Sec. C5.2	**278**	DC14 en 100.00%	0.95	Bien
	Sec. C5.2	**279**	DC12 en 100.00%	0.95	Bien
	Sec. C5.2	**280**	DC12 en 100.00%	0.95	Bien
	Sec. C5.2				

	Sec. C5.2	**281**	DC12 en 100.00%	**0.96**	**Bien**
	Sec. C5.2	**336**	DC13 en 0.00%	0.70	Bien
	Sec. C5.2	**337**	DC12 en 0.00%	0.69	Bien
	Sec. C5.2	**343**	DC13 en 100.00%	0.87	Bien
	Sec. C5.2	**344**	DC31 en 100.00%	0.88	Bien
	Sec. C5.1				
PERLINES	***PHR C220x80x2.0-2.0S***	**138**	DC29 en 100.00%	0.70	Bien
	Sec. C5.2	**139**	DC29 en 0.00%	0.57	Bien
	Sec. C5.2	**140**	DC29 en 100.00%	0.55	Bien
	Sec. C5.2	**141**	DC29 en 0.00%	0.55	Bien
	Sec. C5.2	**142**	DC29 en 100.00%	0.57	Bien
	Sec. C5.2	**143**	DC29 en 100.00%	0.72	Bien
	Sec. C5.2	**144**	DC29 en 0.00%	0.55	Bien
	Sec. C5.2	**145**	DC29 en 100.00%	0.53	Bien
	Sec. C5.2	**146**	DC29 en 0.00%	0.53	Bien
	Sec. C5.2	**147**	DC29 en 100.00%	0.55	Bien
	Sec. C5.2	**148**	DC29 en 100.00%	0.71	Bien
	Sec. C5.2	**149**	DC29 en 0.00%	0.53	Bien
	Sec. C5.2	**150**	DC29 en 0.00%	0.53	Bien
	Sec. C5.2	**151**	DC29 en 100.00%	0.53	Bien
	Sec. C5.2	**152**	DC29 en 100.00%	0.53	Bien
	Sec. C5.2	**153**	DC29 en 100.00%	0.72	Bien
	Sec. C5.2	**154**	DC29 en 100.00%	0.55	Bien
	Sec. C5.2	**155**	DC29 en 0.00%	0.54	Bien
	Sec. C5.2	**156**	DC29 en 100.00%	0.54	Bien
	Sec. C5.2	**157**	DC29 en 0.00%	0.55	Bien
	Sec. C5.2	**158**	DC29 en 100.00%	0.71	Bien
	Sec. C5.2	**159**	DC29 en 100.00%	0.54	Bien
	Sec. C5.1	**160**	DC29 en 0.00%	0.53	Bien
	Sec. C5.2	**161**	DC29 en 100.00%	0.53	Bien
	Sec. C5.2	**162**	DC29 en 0.00%	0.54	Bien
	Sec. C5.1	**163**	DC29 en 100.00%	0.71	Bien
	Sec. C5.2	**164**	DC29 en 100.00%	0.55	Bien
	Sec. C5.2				

Sec. C5.2	**165**	DC29 en 0.00%	0.53	Bien
Sec. C5.2	**166**	DC29 en 100.00%	0.53	Bien
Sec. C5.2	**167**	DC29 en 0.00%	0.55	Bien
Sec. C5.2	**168**	DC29 en 100.00%	0.70	Bien
Sec. C5.2	**169**	DC29 en 100.00%	0.55	Bien
Sec. C5.2	**170**	DC29 en 0.00%	0.53	Bien
Sec. C5.2	**171**	DC29 en 100.00%	0.53	Bien
Sec. C5.2	**172**	DC29 en 0.00%	0.55	Bien
Sec. C5.2	**178**	DC29 en 100.00%	0.71	Bien
Sec. C5.2	**179**	DC29 en 100.00%	0.55	Bien
Sec. C5.2	**180**	DC29 en 0.00%	0.53	Bien
Sec. C5.2	**181**	DC29 en 100.00%	0.53	Bien
Sec. C5.2	**182**	DC29 en 0.00%	0.55	Bien
Sec. C5.2	**183**	DC29 en 100.00%	0.72	Bien
Sec. C5.2	**184**	DC29 en 100.00%	0.55	Bien
Sec. C5.2	**185**	DC29 en 0.00%	0.53	Bien
Sec. C5.2	**186**	DC29 en 100.00%	0.53	Bien
Sec. C5.2	**187**	DC29 en 0.00%	0.55	Bien
Sec. C5.2	**188**	DC29 en 100.00%	0.72	Bien
Sec. C5.2	**189**	DC29 en 100.00%	0.54	Bien
Sec. C5.1	**190**	DC29 en 0.00%	0.53	Bien
Sec. C5.2	**191**	DC29 en 100.00%	0.53	Bien
Sec. C5.2	**192**	DC29 en 0.00%	0.54	Bien
Sec. C5.1	**193**	DC29 en 100.00%	0.74	Bien
Sec. C5.2	**194**	DC29 en 100.00%	0.54	Bien
Sec. C5.2	**195**	DC29 en 0.00%	0.54	Bien
Sec. C5.2	**196**	DC29 en 100.00%	0.54	Bien
Sec. C5.2	**197**	DC29 en 0.00%	0.54	Bien
Sec. C5.2	**198**	DC29 en 100.00%	0.73	Bien
Sec. C5.2	**199**	DC29 en 0.00%	0.53	Bien
Sec. C5.2	**200**	DC29 en 0.00%	0.53	Bien
Sec. C5.1	**201**	DC29 en 100.00%	0.53	Bien
Sec. C5.1				

Sec. C5.2	**202**	DC29 en 100.00%	0.53	Bien
Sec. C5.2	**203**	DC29 en 100.00%	0.74	Bien
Sec. C5.2	**204**	DC29 en 0.00%	0.55	Bien
Sec. C5.2	**205**	DC29 en 100.00%	0.53	Bien
Sec. C5.2	**206**	DC29 en 0.00%	0.53	Bien
Sec. C5.2	**207**	DC29 en 100.00%	0.55	Bien
Sec. C5.2	**208**	DC29 en 100.00%	0.73	Bien
Sec. C5.2	**209**	DC29 en 0.00%	0.58	Bien
Sec. C5.2	**210**	DC29 en 100.00%	0.55	Bien
Sec. C5.2	**211**	DC29 en 0.00%	0.55	Bien
Sec. C5.2	**212**	DC29 en 100.00%	0.58	Bien
Sec. C5.2	**236**	DC29 en 100.00%	0.16	Bien
Sec. C3.3	**237**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C3.3	**238**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C3.3	**239**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C3.3	**240**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C3.3	**241**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C3.3	**242**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C3.3	**244**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C3.3	**245**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C3.3	**246**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C3.3	**247**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C3.3	**248**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C3.3	**249**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C3.3	**250**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C3.3	**351**	DC29 en 0.00%	0.70	Bien
Sec. C5.2	**352**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C3.3	**353**	DC29 en 0.00%	0.72	Bien
Sec. C5.2	**354**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C3.3	**355**	DC29 en 0.00%	0.71	Bien
Sec. C5.2	**356**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C3.3	**357**	DC29 en 0.00%	0.72	Bien
Sec. C5.2				

Sec. C3.3	**358**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C5.2	**359**	DC29 en 0.00%	0.71	Bien
Sec. C3.3	**360**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C5.2	**361**	DC29 en 0.00%	0.71	Bien
Sec. C3.3	**362**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C5.2	**363**	DC29 en 0.00%	0.70	Bien
Sec. C3.3	**364**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C5.2	**369**	DC29 en 0.00%	0.71	Bien
Sec. C3.3	**370**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C5.2	**371**	DC29 en 0.00%	0.72	Bien
Sec. C3.3	**372**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C5.2	**373**	DC29 en 0.00%	0.72	Bien
Sec. C3.3	**374**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C5.2	**375**	DC29 en 0.00%	0.74	Bien
Sec. C3.3	**376**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C5.2	**377**	DC29 en 0.00%	0.73	Bien
Sec. C3.3	**378**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C5.2	**379**	DC29 en 0.00%	0.74	Bien
Sec. C3.3	**380**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C5.2	**381**	DC29 en 0.00%	0.73	Bien
Sec. C3.3	**382**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
Sec. C5.2	**385**	DC32 en 100.00%	**0.76**	**Bien**
Sec. C5.2	**386**	DC32 en 100.00%	0.59	Bien
Sec. C5.2	**387**	DC32 en 100.00%	0.60	Bien
Sec. C5.2	**388**	DC32 en 100.00%	0.59	Bien
Sec. C5.2	**389**	DC32 en 100.00%	0.58	Bien
Sec. C5.2	**390**	DC29 en 0.00%	0.67	Bien
Sec. C5.2	**391**	DC29 en 100.00%	0.69	Bien
Sec. C5.2	**392**	DC29 en 0.00%	0.56	Bien
Sec. C5.1	**393**	DC32 en 100.00%	0.57	Bien
Sec. C5.2	**394**	DC32 en 100.00%	0.57	Bien
Sec. C5.2	**395**	DC32 en 100.00%	0.58	Bien
Sec. C5.2				

	Sec. C5.2	**396**	DC29 en 0.00%	0.69	Bien
	Sec. C3.3	**397**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
	Sec. C3.3	**399**	DC29 en 100.00%	0.16	Bien
	Sec. C3.3	**400**	DC29 en 0.00%	0.16	Bien
RIOSTRAS	***PHR C220x80x2.0-1.5C***				
	Sec. C5.1	**133**	DC32 en 100.00%	0.78	Bien
	Sec. C5.1	**134**	DC32 en 100.00%	0.71	Bien
	Sec. C5.1	**135**	DC32 en 100.00%	0.74	Bien
	Sec. C5.1	**136**	DC32 en 100.00%	0.74	Bien
	Sec. C5.1	**137**	DC32 en 100.00%	0.73	Bien
	Sec. C5.1	**213**	DC32 en 100.00%	0.67	Bien
	Sec. C5.1	**214**	DC32 en 100.00%	0.72	Bien
	Sec. C5.1	**215**	DC32 en 100.00%	0.73	Bien
	Sec. C5.1	**216**	DC32 en 100.00%	0.73	Bien
	Sec. C5.1	**217**	DC32 en 100.00%	0.72	Bien
	Sec. C5.1	**235**	DC29 en 100.00%	0.11	Bien
	Sec. C3.3	**251**	DC29 en 100.00%	0.11	Bien
	Sec. C3.3	**282**	DC32 en 100.00%	0.67	Bien
	Sec. C5.1	**283**	DC34 en 0.00%	0.67	Bien
	Sec. C5.1	**284**	DC32 en 100.00%	0.67	Bien
	Sec. C5.1	**285**	DC34 en 0.00%	0.67	Bien
	Sec. C5.1	**286**	DC32 en 100.00%	**0.80**	**Bien**
	Sec. C5.1	**287**	DC34 en 100.00%	0.60	Bien
	Sec. C5.1	**288**	DC32 en 0.00%	0.61	Bien
	Sec. C5.1	**289**	DC34 en 100.00%	0.61	Bien
	Sec. C5.1	**290**	DC32 en 100.00%	0.61	Bien
	Sec. C5.1	**291**	DC34 en 100.00%	0.72	Bien
	Sec. C5.1	**347**	DC34 en 100.00%	0.80	Bien
	Sec. C5.1	**348**	DC32 en 100.00%	0.75	Bien
	Sec. C5.1	**349**	DC32 en 100.00%	0.73	Bien
	Sec. C3.3	**350**	DC29 en 0.00%	0.11	Bien
	Sec. C5.1	**383**	DC32 en 100.00%	0.71	Bien
	Sec. C3.3	**384**	DC29 en 0.00%	0.11	Bien

TENSOR	***RndBar 1-3_16*** Eq. H1-1a	**252**	DC29 en 100.00%	0.98	Bien
	Eq. H1-1a	**253**	DC29 en 100.00%	0.96	Bien
	Eq. H1-1a	**254**	DC29 en 100.00%	0.95	Bien
	Eq. H1-1a	**255**	DC29 en 100.00%	0.96	Bien
	Eq. H1-1a	**256**	DC29 en 100.00%	0.98	Bien
	Eq. H1-1a	**257**	DC29 en 100.00%	0.67	Bien
	Eq. H1-1a	**258**	DC29 en 0.00%	0.67	Bien
	Eq. H1-1a	**259**	DC29 en 0.00%	0.98	Bien
	Eq. H1-1a	**260**	DC29 en 0.00%	0.96	Bien
	Eq. H1-1a	**261**	DC29 en 0.00%	0.94	Bien
	Eq. H1-1a	**262**	DC29 en 0.00%	0.96	Bien
	Eq. H1-1a	**263**	DC29 en 0.00%	**0.98**	**Bien**
	Eq. H1-1a	**340**	DC29 en 100.00%	0.67	Bien
	Eq. H1-1a	**341**	DC29 en 0.00%	0.67	Bien
VIGA PPAL	***PHR C355x110x2.5-2.0C*** Sec. C3.3	**1**	DC29 en 100.00%	0.21	Bien
	Sec. C5.2	**2**	DC15 en 0.00%	0.66	Bien
	Sec. C5.2	**3**	DC15 en 0.00%	0.51	Bien
	Sec. C5.2	**4**	DC13 en 0.00%	0.38	Bien
	Sec. C5.2	**5**	DC29 en 100.00%	0.33	Bien
	Sec. C5.2	**6**	DC29 en 100.00%	0.41	Bien
	Sec. C5.2	**7**	DC29 en 100.00%	0.46	Bien
	Sec. C5.2	**8**	DC29 en 100.00%	0.47	Bien
	Sec. C5.2	**11**	DC29 en 0.00%	0.49	Bien
	Sec. C5.2	**12**	DC29 en 0.00%	0.47	Bien
	Sec. C5.2	**13**	DC29 en 0.00%	0.41	Bien
	Sec. C5.2	**14**	DC29 en 0.00%	0.32	Bien
	Sec. C5.2	**15**	DC31 en 100.00%	0.41	Bien
	Sec. C5.2	**16**	DC31 en 100.00%	0.55	Bien
	Sec. C5.2	**17**	DC31 en 100.00%	0.78	Bien
	Sec. C5.2	**18**	DC29 en 0.00%	0.27	Bien
	Sec. C3.3	**23**	DC29 en 100.00%	0.31	Bien
	Sec. C3.3				

Sec. C5.2	**24**	DC29 en 0.00%	0.90	Bien
Sec. C5.2	**25**	DC29 en 0.00%	0.68	Bien
Sec. C5.2	**26**	DC29 en 0.00%	0.49	Bien
Sec. C5.2	**27**	DC29 en 100.00%	0.45	Bien
Sec. C5.2	**28**	DC29 en 100.00%	0.58	Bien
Sec. C5.2	**29**	DC29 en 100.00%	0.64	Bien
Sec. C5.2	**30**	DC29 en 100.00%	0.66	Bien
Sec. C5.2	**33**	DC29 en 0.00%	0.68	Bien
Sec. C5.2	**34**	DC29 en 0.00%	0.64	Bien
Sec. C5.2	**35**	DC29 en 0.00%	0.58	Bien
Sec. C5.2	**36**	DC29 en 0.00%	0.43	Bien
Sec. C5.2	**37**	DC29 en 100.00%	0.54	Bien
Sec. C5.2	**38**	DC29 en 100.00%	0.74	Bien
Sec. C5.2	**39**	DC29 en 100.00%	**0.98**	**Bien**
Sec. C3.3	**40**	DC29 en 0.00%	0.41	Bien
Sec. C3.3	**45**	DC29 en 100.00%	0.29	Bien
Sec. C5.2	**46**	DC29 en 0.00%	0.83	Bien
Sec. C5.2	**47**	DC29 en 0.00%	0.66	Bien
Sec. C5.2	**48**	DC29 en 0.00%	0.49	Bien
Sec. C5.2	**49**	DC29 en 100.00%	0.43	Bien
Sec. C5.2	**50**	DC29 en 100.00%	0.56	Bien
Sec. C5.2	**51**	DC29 en 100.00%	0.63	Bien
Sec. C5.2	**52**	DC29 en 100.00%	0.65	Bien
Sec. C5.2	**55**	DC29 en 0.00%	0.67	Bien
Sec. C5.2	**56**	DC29 en 0.00%	0.63	Bien
Sec. C5.2	**57**	DC29 en 0.00%	0.56	Bien
Sec. C5.2	**58**	DC29 en 0.00%	0.41	Bien
Sec. C5.2	**59**	DC29 en 100.00%	0.54	Bien
Sec. C5.2	**60**	DC29 en 100.00%	0.72	Bien
Sec. C5.2	**61**	DC29 en 100.00%	0.91	Bien
Sec. C5.2	**62**	DC29 en 0.00%	0.38	Bien
Sec. C3.3	**67**	DC29 en 100.00%	0.30	Bien
Sec. C3.3				

Sec. C5.2	**68**	DC29 en 0.00%	0.83	Bien
Sec. C5.2	**69**	DC29 en 0.00%	0.65	Bien
Sec. C5.2	**70**	DC29 en 0.00%	0.48	Bien
Sec. C5.2	**71**	DC29 en 100.00%	0.43	Bien
Sec. C5.2	**72**	DC29 en 100.00%	0.55	Bien
Sec. C5.2	**73**	DC29 en 100.00%	0.61	Bien
Sec. C5.2	**74**	DC29 en 100.00%	0.64	Bien
Sec. C5.2	**77**	DC29 en 0.00%	0.66	Bien
Sec. C5.2	**78**	DC29 en 0.00%	0.63	Bien
Sec. C5.2	**79**	DC29 en 0.00%	0.55	Bien
Sec. C5.2	**80**	DC29 en 0.00%	0.41	Bien
Sec. C5.2	**81**	DC29 en 100.00%	0.53	Bien
Sec. C5.2	**82**	DC29 en 100.00%	0.71	Bien
Sec. C5.2	**83**	DC29 en 100.00%	0.91	Bien
Sec. C5.2	**84**	DC29 en 0.00%	0.39	Bien
Sec. C3.3	**89**	DC29 en 100.00%	0.29	Bien
Sec. C3.3	**90**	DC29 en 0.00%	0.83	Bien
Sec. C5.2	**91**	DC29 en 0.00%	0.66	Bien
Sec. C5.2	**92**	DC29 en 0.00%	0.49	Bien
Sec. C5.2	**93**	DC29 en 100.00%	0.43	Bien
Sec. C5.2	**94**	DC29 en 100.00%	0.56	Bien
Sec. C5.2	**95**	DC29 en 100.00%	0.63	Bien
Sec. C5.2	**96**	DC29 en 100.00%	0.65	Bien
Sec. C5.2	**99**	DC29 en 0.00%	0.67	Bien
Sec. C5.2	**100**	DC29 en 0.00%	0.63	Bien
Sec. C5.2	**101**	DC29 en 0.00%	0.56	Bien
Sec. C5.2	**102**	DC29 en 0.00%	0.41	Bien
Sec. C5.2	**103**	DC29 en 100.00%	0.54	Bien
Sec. C5.2	**104**	DC29 en 100.00%	0.72	Bien
Sec. C5.2	**105**	DC29 en 100.00%	0.91	Bien
Sec. C5.2	**106**	DC29 en 0.00%	0.38	Bien
Sec. C3.3	**111**	DC29 en 100.00%	0.31	Bien
Sec. C3.3				

Sec. C5.2	**112**	DC29 en 0.00%	0.90	Bien
Sec. C5.2	**113**	DC29 en 0.00%	0.68	Bien
Sec. C5.2	**114**	DC29 en 0.00%	0.49	Bien
Sec. C5.2	**115**	DC29 en 100.00%	0.45	Bien
Sec. C5.2	**116**	DC29 en 100.00%	0.58	Bien
Sec. C5.2	**117**	DC29 en 100.00%	0.64	Bien
Sec. C5.2	**118**	DC29 en 100.00%	0.66	Bien
Sec. C5.2	**121**	DC29 en 0.00%	0.68	Bien
Sec. C5.2	**122**	DC29 en 0.00%	0.64	Bien
Sec. C5.2	**123**	DC29 en 0.00%	0.58	Bien
Sec. C5.2	**124**	DC29 en 0.00%	0.43	Bien
Sec. C5.2	**125**	DC29 en 100.00%	0.54	Bien
Sec. C5.2	**126**	DC29 en 100.00%	0.74	Bien
Sec. C5.2	**127**	DC29 en 100.00%	0.98	Bien
Sec. C5.2	**128**	DC29 en 0.00%	0.41	Bien
Sec. C3.3	**266**	DC31 en 0.00%	0.32	Bien
Sec. C3.3	**318**	DC29 en 100.00%	0.21	Bien
Sec. C3.3	**319**	DC13 en 0.00%	0.66	Bien
Sec. C5.2	**320**	DC13 en 0.00%	0.51	Bien
Sec. C5.2	**321**	DC15 en 0.00%	0.38	Bien
Sec. C5.2	**322**	DC29 en 100.00%	0.33	Bien
Sec. C5.2	**323**	DC29 en 100.00%	0.41	Bien
Sec. C5.2	**324**	DC29 en 100.00%	0.46	Bien
Sec. C5.2	**325**	DC29 en 100.00%	0.47	Bien
Sec. C5.2	**328**	DC29 en 0.00%	0.49	Bien
Sec. C5.2	**329**	DC29 en 0.00%	0.47	Bien
Sec. C5.2	**330**	DC29 en 0.00%	0.41	Bien
Sec. C5.2	**331**	DC31 en 100.00%	0.33	Bien
Sec. C5.2	**332**	DC31 en 100.00%	0.48	Bien
Sec. C5.2	**333**	DC31 en 100.00%	0.65	Bien
Sec. C5.2	**334**	DC31 en 100.00%	0.89	Bien
Sec. C5.2	**335**	DC29 en 0.00%	0.27	Bien
Sec. C3.3				

Sec. C5.2	**401**	DC29 en 0.00%	0.47	Bien
Sec. C5.2	**402**	DC29 en 100.00%	0.49	Bien
Sec. C5.2	**403**	DC29 en 0.00%	0.66	Bien
Sec. C5.2	**404**	DC29 en 100.00%	0.68	Bien
Sec. C5.2	**405**	DC29 en 0.00%	0.65	Bien
Sec. C5.2	**406**	DC29 en 100.00%	0.67	Bien
Sec. C5.2	**407**	DC29 en 0.00%	0.64	Bien
Sec. C5.2	**408**	DC29 en 100.00%	0.66	Bien
Sec. C5.2	**409**	DC29 en 0.00%	0.65	Bien
Sec. C5.2	**410**	DC29 en 100.00%	0.67	Bien
Sec. C5.2	**411**	DC29 en 0.00%	0.66	Bien
Sec. C5.2	**412**	DC29 en 100.00%	0.68	Bien
Sec. C5.2	**413**	DC29 en 0.00%	0.47	Bien
Sec. C5.2	**414**	DC29 en 100.00%	0.49	Bien