



**TRABAJO DE GRADO MODALIDAD PASANTÍA: ADECUACIÓN DEL PARQUE PRINCIPAL EN EL CORREGIMIENTO EL PALO – CALOTO Y PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA COMO BANDERA DE LA REPARACIÓN COLECTIVA Y PLAN SALVAGUARDA EN LA COMUNIDAD DE KIZGO – MUNICIPIO DE SILVIA, DEPARTAMENTO DEL CAUCA.**



**PASANTE:  
SILVIO ANDREY RAMÍREZ SÁNCHEZ  
Código. 100412020602**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
POPAYÁN-CAUCA  
2019**



**TRABAJO DE GRADO MODALIDAD PASANTÍA ADECUACIÓN DEL PARQUE PRINCIPAL EN EL CORREGIMIENTO EL PALO – CALOTO Y PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA COMO BANDERA DE LA REPARACIÓN COLECTIVA Y PLAN SALVAGUARDA EN LA COMUNIDAD DE KIZGO – MUNICIPIO DE SILVIA, DEPARTAMENTO DEL CAUCA.**



**PASANTE:  
SILVIO ANDREY RAMÍREZ SÁNCHEZ  
Código: 100412020602**

**INFORME FINAL DE PRÁCTICA PROFESIONAL**

**DIRECTOR DE PRÁCTICA PROFESIONAL:  
Ing. JULIO CESAR DIAGO FRANCO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
POPAYÁN-CAUCA  
2019**



## NOTA DE ACEPTACIÓN

El director y jurados de la práctica profesional “ADECUACIÓN DEL PARQUE PRINCIPAL EN EL CORREGIMIENTO EL PALO – CALOTO Y PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA COMO BANDERA DE LA REPARACIÓN COLECTIVA Y PLAN SALVAGUARDA EN LA COMUNIDAD DE KIZGO – MUNICIPIO DE SILVIA, DEPARTAMENTO DEL CAUCA.” realizada por el estudiante SILVIO ANDREY RAMÍREZ SÁNCHEZ, una vez evaluado el informe final y la sustentación del mismo, autorizan al egresado para que desarrolle las gestiones administrativas para optar por el título de Ingeniero Civil.

---

**Ing. JULIO CESAR DIAGO FRANCO**

*Director de Pasantía*

---

*Jurado*



Popayán, noviembre de 2019

## AGRADECIMIENTOS:

Primero agradecer a mis padres Carolina Sánchez y Silvio Ramírez por inculcarme el querer estudiar siempre, gracias a ellos, especialmente a mi madre puedo cumplir mis sueños, por haberme guiado y acompañado a lo largo de mi carrera, estaré eternamente agradecido a mi padrastro por ser un gran hombre y por querer inculcar valores, los mismo de querría mi madre para mí y crecer como persona.

También quiero agradecerle a mi hermano Emerson Daniel quien siempre han creído en mí, me ha apoyado y aconsejado, brindándome fortaleza y ese amor de hermano necesario para seguir adelante fijando nuevas metas y querer ser como él, con ese carisma, fuerza de voluntad y dedicación.

Agradecerles a mis amigos y a mi querida novia, esos que me han sabido apoyar en todo momento, quienes han estado siempre presentes haciéndome sentir más seguro y afortunado por sus presencias a lo largo de mi vida.

A la Universidad del Cauca por haberme dado la oportunidad de formarme como profesional, inculcándome sus valores y enseñanzas que me acompañaran el resto de mi vida. A los profesores agradecerles por brindarme una excelente formación académica y compartir sus experiencias que me van ayudar a ser un gran profesional.

Un gran y especial agradecimiento a mi director de pasantía el Ing. Julio Cesar Diago, por su paciencia, colaboración y sobre todo por ofrecer me su conocimiento y experiencia durante el transcurso de la pasantía.



## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>2</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
3.1. <i>General</i>	3
3.2. <i>Específicos</i>	3
<b>4. INFORMACIÓN GENERAL</b>	<b>4</b>
4.1. <i>Entidad Receptora</i>	4
4.2. <i>Duración de la Pasantía</i>	4
4.3. <i>Director de Pasantía</i>	5
4.4. <i>Tutor en Entidad Receptora</i>	5
<b>5. ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA PRÁCTICA PROFESIONAL</b>	<b>5</b>
5.1. <i>Adecuación del parque principal en el corregimiento El Palo, municipio de Caloto, Departamento del Cauca.</i>	7
<b>5.1.1 Diseño de Cubierta Metálica para Polideportivo</b>	8
5.1.1.1 Cargas sobre cubierta de polideportivo	8
5.1.1.2 Diseño de elementos estructurales	13
5.1.1.3 Diseño de cimentación	17
5.1.1.4 Refuerzo para Caisson	21
5.1.1.5 Diseño y chequeo de las placas bases para las columnas	22
5.1.1.6. Diseño de conexiones de elementos	24
<b>5.1.2 Diseño de Casetones para Ventas</b>	26
5.1.2.1 Sentido de trabajo	26
5.1.2.2 Definición del sistema estructural (A.3.2) <sup>1</sup>	27
5.1.2.3 Pre - dimensionamiento.	27
5.1.2.4 Evaluación de Cargas	29
5.1.2.5 Nivel de amenaza sísmica (Apéndice A4) <sup>1</sup>	30
5.1.2.6 Coeficiente de Importancia (A.2.5) <sup>1</sup>	30
5.1.2.7 Movimiento sísmico de diseño (A.2.2) <sup>1</sup>	30
5.1.2.8 Capacidad de disipación de energía (Tabla A.3-3) <sup>1</sup>	31
5.1.2.9 Irregularidades en la Estructura (A.3.3) <sup>1</sup>	31
5.1.2.10 Fuerzas sísmicas	32
5.1.2.11 Evaluación de la Deriva Máxima (A.6) <sup>1</sup>	32
5.1.2.12 Revisión del Periodo fundamental	34
5.1.2.13 Diseño de elementos estructurales	35
5.1.2.14 Diseño de la cubierta	39
5.1.2.15 Diseño de Elementos no estructurales	41
5.1.2.16 Diseño de Cimentación	45
5.2. <i>Proyecto de infraestructura como bandera de la reparación colectiva y plan salvaguarda en la comunidad de Kizgo – municipio de Silvia.</i>	46
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>48</b>
<b>7. REFERENCIAS</b>	<b>49</b>
<b>8. ANEXOS</b>	<b>50</b>



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Acumulación de tiempos en la Pasantía	5
Tabla 2. Resultados de diseño de Cerchas	15
Tabla 3. Resultados de diseño de Columnas	15
Tabla 4. Resultados diseño de correas	16
Tabla 5. Resultados diseño de Vigas arriostre	16
Tabla 6. Resultados chequeo de Zapatas aisladas	17
Tabla 7. Resultados Caisson	19
Tabla 8. Resultados chequeo de placas bases	23
Tabla 9. Resultados de evaluación de cargas	29
Tabla 10. Peso Total de la Estructura.	32
Tabla 11. Resultados de Desplazamientos	33
Tabla 12. Fuerzas en los elementos más críticos	35
Tabla 13. Resultado de diseño Celosía	Tabla 14. Resultado de diseño Correas 41

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 - Cargas en los elementos de la Estructura – Polideportivo (Medio Magnético)	50
ANEXO 2 - Chequeo de Cimentaciones – Casetones (Medio Magnético)	51
ANEXO 3 - Informe Análisis de Viento – Polideportivo (Medio Magnético)	52
ANEXO 4 - Informe Análisis de Viento - Casetones (Medio Magnético)	53
ANEXO 5 - Plano Arquitectónico Institución educativa - Silva Cauca (Medio Magnético)	54
ANEXO 6 - Plano Arquitectónico - Polideportivo (Medio Magnético)	55
ANEXO 7 - Plano Arquitectónico - Casetones (Medio Magnético)	56
ANEXO 8 - Plano estructural en planta – Casetones (Medio Magnético)	57
ANEXO 9 - Plano estructural - Sección Transversal Típica – Casetones (Medio Magnético)	58
ANEXO 10 - Plano estructural - Cimentaciones – Casetones (Medio Magnético)	59
ANEXO 11 - Plano estructural PLANTA PERFIL - Polideportivo (Medio Magnético)	60
ANEXO 12 - Plano estructural Sección Transversal – Polideportivo (Medio Magnético)	61
ANEXO 13 - Plano estructural Cimentación – Polideportivo (Medio Magnético)	62



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Logos Programa Fe en Colombia y Tercera División del Ejército Nacional	4
Figura 2. Vista de Plataforma de Software Arquimet	9
Figura 3. Tabla de parámetros para cálculo de Periodo Fundamental	11
Figura 4. Espectro de Diseño de aceleraciones Típico	11
Figura 5. Espectro de Diseño de la estructura analizada	12
Figura 6. Sección transversal	13
Figura 7. Perfil longitudinal	14
Figura 8. Vista en planta de la cubierta	14
Figura 9. Diagrama de fuerzas y formulación para Caisson	18
Figura 10. Vista en planta de cimentaciones	20
Figura 11. Detalle de Caisson	20
Figura 12. Cuantías mínimas para Caisson según NSR-10	21
Figura 13. Detalle de las placas bases	22
Figura 14. Diagrama de fuerzas actuantes sobre la placa base	23
Figura 15. Tamaños Mínimos para soldadura	25
Figura 16. Vista en Planta y sentido de trabajo	26
Figura 17. Parámetros para Periodo fundamental según NSR-10	30
Figura 18. Espectro de diseño deducido	31
Figura 19. Ecuación A.6.3-1 de la NSR-10 para Derivas Máximas	34
Figura 20. Ecuación A.4.2-1 Cálculo de Periodo Fundamental	34
Figura 21. Diagrama de Iteraciones sobre eje Y	38
Figura 22. Diagrama de Iteraciones sobre eje X	39
Figura 23. Vista en planta de cubierta	40
Figura 24. Detalles de Muros no estructurales	44
Figura 25. Detalle de vigas de cimentación	45



## 1. INTRODUCCION

La Ingeniería Civil es una disciplina dentro del campo profesional que emplea conocimientos de fundamentación adquiridos en la Academia y se complementan durante la práctica profesional, por lo que es muy relevante lograr acceder de alguna manera a esta práctica durante nuestra formación y bajo la asesoría de profesionales expertos en los temas, que con su orientación ayuda a desempeñarse adecuadamente como ingenieros civiles cumpliendo con algunas de las actividades que le competen a la carrera.

El presente está basado en el informe de la pasantía profesional realizada como estudiante del Programa de Ingeniería Civil de acuerdo a la resolución No.281 del 10 de junio de 2005, por la cual se reglamenta el trabajo de grado en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca, estableciendo la modalidad de pasantía para adoptar el título profesional de Ingeniero Civil. La pasantía fue realizada con la participación en la **ADECUACIÓN DEL PARQUE PRINCIPAL EN EL CORREGIMIENTO EL PALO – CALOTO Y PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA COMO BANDERA DE LA REPARACIÓN COLECTIVA Y PLAN SALVAGUARDA EN LA COMUNIDAD DE KIZGO – MUNICIPIO DE SILVIA, DEPARTAMENTO DEL CAUCA.**

Durante la pasantía realizada, se puso en práctica y se logró ampliar todos los conocimientos, habilidades y experiencias adquiridas a lo largo de la carrera; todo esto dirigido a lograr un profesional íntegro y con la madurez necesaria para enfrentar los nuevos retos a la hora de ejercer la profesión.





## 2. JUSTIFICACIÓN

Todos los conocimientos adquiridos en la Universidad del Cauca, deben ser llevados a la práctica, por lo que desarrollar el trabajo de grado en modalidad de pasantía es un valor agregado para adquirir la experiencia como profesional recién egresado y tener relaciones laborales que permitan seguir por este camino. Se realizó un convenio con el Ejército Nacional de Colombia, el cual permitió que el estudiante realizara su trabajo de grado en la modalidad de pasantía apoyando al Programa Fe en Colombia “Programa de todos para todos”, trayendo beneficios a las partes implicadas.

Según el perfil profesional definido por la facultad, el Ingeniero Civil de la Universidad del Cauca tendrá la habilidad de planear, coordinar, dirigir, administrar, evaluar, diseñar y construir proyectos relativos a recursos hidráulicos, estructuras, suelos y cimentaciones, vías, transporte y saneamiento ambiental. Podrá definir criterios y evaluación para ponderar la magnitud de los problemas, plantear sus alternativas y soluciones, seleccionar la más conveniente y participar en el diseño y control de los resultados obtenidos.

De acuerdo a la información suministrada por parte del programa Fe en Colombia del Ejército Nacional, se buscó cumplir con las actividades encomendadas, esto precedido por el tutor de Fe en Colombia y por el Ingeniero director de la pasantía.

El estudiante al desempeñarse como auxiliar de Ingeniería Civil en las actividades realizadas, ganó experiencia y amplió sus conocimientos, enriqueciéndolo como persona y como profesional.



### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. General

- Diseño estructural de cubierta metálica para polideportivo multifuncional del parque principal del corregimiento El Palo, en el Municipio de Caloto y Recomendaciones para el diseño estructural de Institución Educativa para Proyecto de Infraestructura como bandera de Reparación Colectiva y Plan de Salvaguarda en la comunidad de Kizgo en el municipio de Silvia, en el Departamento del Cauca.

#### 3.2. Específicos

- Interpretar, si los estudios geotécnicos del subsuelo proporcionados por los gestores y representantes legales de cada proyecto, satisfacen los requerimientos mínimos exigidos para formular un diseño estructural consistente.
- Identificar las diferentes variables necesarias, de las zonas de los proyectos, y de cada proyecto como tal, que estarán involucradas en los diseños estructurales.
- Realizar los diseños estructurales finales de los proyectos y valorar el alcance de los mismos.
- Crear los planos necesarios y memorias de cálculos que serán entregados a los responsables de cada proyecto, por medio del Arquitecto Alejandro Aguirre Vanegas.
- Reforzar los conocimientos adquiridos en las aulas de clases impartidos en la Universidad del Cauca, a través de la práctica en una obra de ingeniería real.
- Presentar un informe final siguiendo los lineamientos de la Universidad del Cauca, y, posteriormente, realizar la sustentación de la práctica profesional con el fin de socializarlo.



## 4. INFORMACIÓN GENERAL

### 4.1. Entidad Receptora

Figura 1. Logos Programa Fe en Colombia y Tercera División del Ejército Nacional



Fuente: Tomados de Programa Fe en Colombia

**PROGRAMA FE EN COLOMBIA:** Tercera División del Ejército Nacional.

**SUPERVISOR:** Arquitecto Alejandro Aguirre Vanegas.

**APOYO A LA SUPERVISION:** Coordinador Académico Javier Palomino.

**CORDINADOR PROGRAMA FE EN COLOMBIA:** MY. Nelson Oviedo Sierra

**DIRECCION:** Avenida Los Cuarteles 80 – 00 Popayán Cauca.

**TELÉFONOS:** 57 – 1 2216336 - 2220950

**EMAIL:** prensadiv03@gmail.com

### 4.2. Duración de la Pasantía

La Universidad del Cauca en el programa de Ingeniería Civil por medio del artículo 3 del acuerdo No-027 de 2012, emanado del consejo superior de la Universidad del Cauca, señala que para obtener el título profesional de Ingeniero Civil se debe cumplir con 576 horas como requisito indispensable para grado. Dicho tiempo fue cumplido de manera exitosa desde el mes de septiembre de 2018, fecha en la cual fue iniciado el convenio con la Tercera División del Ejército Nacional, hasta el mes de diciembre de 2018 con la culminación del mismo.



Tabla 1. Acumulación de tiempos en la Pasantía

Semana/Mes	Número de Horas				Total, Horas
	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
1	36	36	36	40	Total, Horas
2	36	36	36	40	
3	36	40	40	40	
4	40	40	40	4	
<b>Total, Hr/Mes</b>	<b>148</b>	<b>152</b>	<b>152</b>	<b>124</b>	<b>576</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3. Director de Pasantía

INGENIERO JULIO CESAR DIAGO FRANCO, Docente perteneciente al Departamento De Estructuras de la Facultad de Ingeniería Civil - Universidad del Cauca.

#### 4.4. Tutor en Entidad Receptora

ARQUITECTO ALEJANDRO AGUIRRE VANEGAS, fue la persona que delegó por el pasante como tutor en la Campaña Fe en Colombia.

## 5. ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA PRÁCTICA PROFESIONAL

El trabajo de grado modalidad pasantía se realizó desde el mes de septiembre hasta el mes de diciembre del 2018 con la campaña Fe en Colombia, “Programa de todos para todos” del Ejército Nacional. Las actividades correspondientes a la práctica consistían en Diseños Estructurales se realizaron en la Universidad del Cauca cuando se programaban reuniones de asesoría con el director de pasantía, dos veces a la semana, y la mayor parte del tiempo de la práctica en oficinas del Programa Fe en Colombia, en la Tercera División del Ejército Nacional.



Es importante mencionar que la información descrita en este documento es resultado de la observación, experiencia y trabajo personal obtenido con la ejecución de la práctica, además de información que proporcionan los elementos del programa Fe en Colombia y la Universidad del Cauca.

Las actividades se realizaron de manera objetiva en el transcurso del tiempo propuesto, aprovechando de la mejor manera la duración de la pasantía, enriqueciendo los conocimientos adquiridos y valorando la experiencia vivida para la formación integral, atendiendo de manera general y continua las funciones asignadas durante el desarrollo de la práctica.

Para el desarrollo de la práctica profesional fue necesaria la vinculación a una aseguradora por parte de la Universidad del Cauca.

La pasantía inició con una socialización del Programa Fe en Colombia mediante una reunión programada en la Decanatura de la Universidad del Cauca en donde asistieron el Decano y Coordinadora del Programa de la facultad de Ingeniería Civil, Coordinador académico, director y un Arquitecto quien se convertiría en tutor, del programa Fe en Colombia. Los temas abordados fueron en qué consistía el Programa Fe en Colombia, sus funciones y por qué fue creada. Se explicaron las actividades que desarrollarían los practicantes. Además, con esta reunión y la aprobación de los pasantes, se empezó el convenio entre el Ejército Nacional y la Universidad del Cauca por medio de la articulación de estudiantes de último semestre.

Después de conocer la el programa, sus administrativos, se procedió a realizar todas las diligencias por parte de los estudiantes para formalizar el trabajo de grado, modalidad pasantía. Una vez aprobado, el tiempo de pasantía empezó a correr con la expedición de la resolución de aprobación.

Como primera actividad, se realizó una reunión con los profesionales involucrados para dar a conocer las actividades específicas que realizaría el pasante. Esto fue



importante porque se logró la comprensión y familiarización de los proyectos. Como segunda actividad, se realizaron visitas a los predios donde se ejecutarán los proyectos para una mejor comprensión de los que serían. En el transcurso del tiempo se realizaron socializaciones con las comunidades beneficiadas y entes gubernamentales de los municipios para lograr una inter – institucionalidad para presentar avances de los proyectos y poder tener todos los avales y recursos para los proyectos.

Entrando en el tema civil, a continuación, se describen las actividades específicas realizadas.

#### **5.1. Adecuación del parque principal en el corregimiento El Palo, municipio de Caloto, Departamento del Cauca.**

El primer proyecto abordado, fue el proyecto que tiene por objeto “ADECUACIÓN DEL PARQUE PRINCIPAL CORREGIMIENTO EL PALO – MUNICIPIO DE CALOTO”. La actividad principal fue diseñar una cubierta metálica para un polideportivo multifuncional y sus cimentaciones, y como actividad secundaria, el diseño estructural de casetones, cimentaciones y cubierta cuyo uso será para tiendas. Como actividad adicional, el Departamento de Estructuras pidió que el Estudio de Suelos del terreno del proyecto dado por la comunidad fuera revisado por un ingeniero especialista en suelos de la Universidad para que diera un concepto viable y realizara recomendaciones a que fuera lugar sobre el estudio mencionado para tener garantías que el diseño realizado sea confiable y no se presenten inconvenientes futuros. Como última actividad, una vez realizado el diseño y haber cumplido con la primera actividad, se realizó la respectiva entrega formal del proyecto a la comunidad de El Palo a sus representantes y para ello se tuvo que viajar a la Alcaldía del municipio de Caloto en donde esperaban los representantes y funcionarios de la alcaldía y nuestra comisión para realizar la entrega.



### 5.1.1 Diseño de Cubierta Metálica para Polideportivo

Datos y cálculos del diseño estructural de la cubierta metálica se muestran a continuación:

#### 5.1.1.1 Cargas sobre cubierta de polideportivo

- **carga muerta**

Teja ACESCO: 6.3 kg/m<sup>2</sup>

Peso de correas: 5.34 kg/m<sup>2</sup>

Peso de cerchas: 3.24 kg/m<sup>2</sup>

Peso de columnas: 6.12 kg/m<sup>2</sup>

Peso de instalaciones: 20 kg/m<sup>2</sup>

Peso estructura: 41.00 kg/m<sup>2</sup>

- **carga viva**

Carga viva: 35 kg/m<sup>2</sup>

- **Carga de viento**

Para calcular esta fuerza tan importante, se utilizó el Programa Arquimet desarrollado por ACESCO que permite realizar análisis y diseños estructurales con tubería estructural, además, cuenta con varios módulos para el manejo del programa, entre estos, poder realizar análisis de vientos para calcular las cargas actuantes en la estructura de acuerdo a la NSR-10. A continuación se presentan los parámetros que usa el programa para el cálculo de las fuerzas de viento.

→ Tipo de Diseño: SPRFV

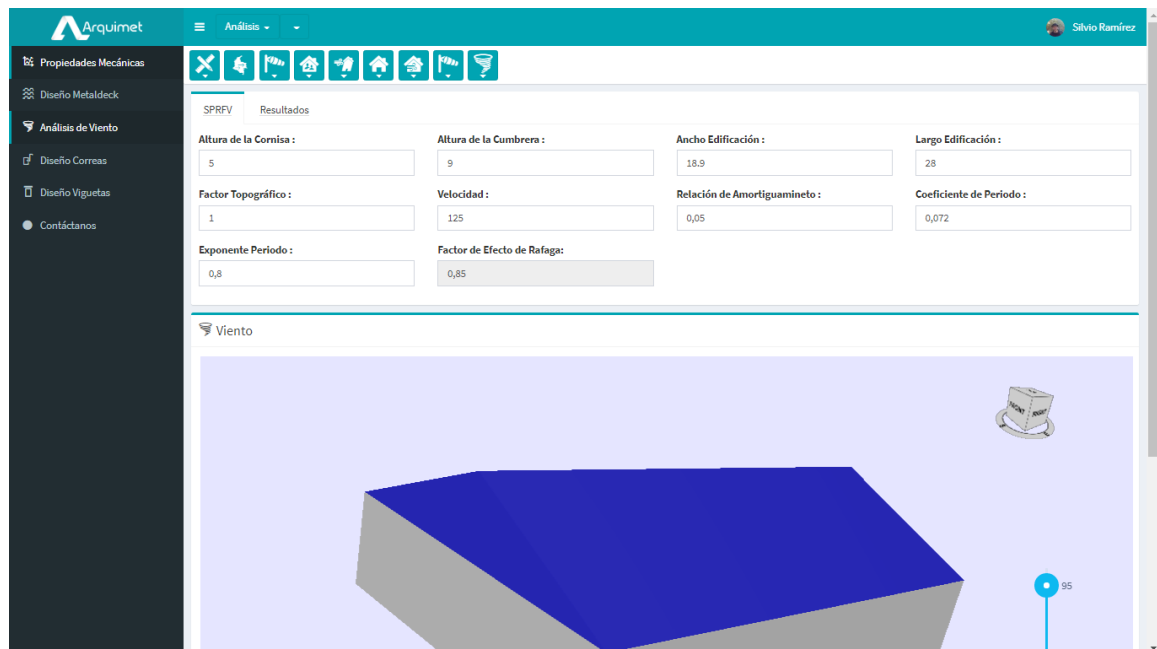
- ❖ Altura de cornisa  $h_e = 5\text{m}$

- ❖ Altura de cumbrera  $h_r = 9.1\text{ m}$

- ❖ Ancho de edificación  $L = 18.9\text{m}$

- ❖ Largo de edificación  $B = 28\text{m}$
- ❖ Factor de topografía  $K_{zt} = 1$
- ❖ Factor de dirección  $K_d = 0.85$
- ❖ Relación de amortiguamiento  $= 0.05$
- ❖ Coeficiente de periodo  $C_t = 0.072$
- ❖ Exponente de periodo  $\alpha = 0.8$
- ❖ Dirección del viento = Normal a la cumbre
- ❖ Ocupación = 2
- ❖ Exposición = C
- ❖ Tipo de cubierta = A dos aguas
- ❖ Tipo de edificación = Abierta
- ❖ Flujo de viento = Libre
- ❖ Región = No propensa a huracanes
- ❖ Velocidad de Viento básica (Km/h) = 125

Figura 2. Vista de Plataforma de Software Arquimet



Fuente: Tomada de la página oficial de ACESCO





## Resultados

- $F_w = 58 \text{ kg/m}^2$  (Presión a Barlovento)
  - $F_w = 40 \text{ Kg/m}^2$  (Presión a Sotavento)
  - $F_w = 40 \text{ kg/m}^2$  (Succión a Barlovento)
  - $F_w = 83 \text{ Kg/m}^2$  (Succión a Sotavento)
- 
- Coeficiente de importancia **(A.2.5 y A.2.5.2)<sup>1</sup>**  
GRUPO II: Estructuras de ocupación Especial ( $I = 1.10$ )
  
  - Parámetros sísmicos de diseño y Espectro de Diseño
    - ➔ Municipio: El Palo, Caloto – Cauca. **(Estudio de suelos)<sup>2</sup>**
    - ➔ Tipo de suelo: D **(Estudio de suelos)<sup>2</sup>**
    - ➔ Coeficiente de aceleración pico efectiva horizontal ( $A_a$ ) y coeficiente de velocidad pico efectiva ( $A_v$ ) **(Apéndice A4)<sup>1</sup>**  
 $A_a = 0.25$ ,  $A_v = 0.20$
    - ➔ Coeficientes de amplificación de la aceleración en zonas de periodos cortos ( $F_a$ ) y Coeficiente de amplificación de la aceleración en zonas de periodos intermedios ( $F_v$ ) **(Apéndice A4)<sup>1</sup>**  
 $F_v = 2.0$ ,  $F_a = 1.3$
    - ➔ Zona de amenaza sísmica = ALTA **(Apéndice A4)<sup>1</sup>**
    - ➔ Período Fundamental Aproximado **(A.4.2.2)<sup>1</sup>**

$$T_a = C_t * h^\alpha \quad \text{(A.4.2-3)<sup>1</sup>$$

Donde  $C_t$  y  $\alpha$  tienen los valores dados en la **Tabla A.4.2-1<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10; Título A

<sup>2</sup> Estudio de Suelos-Ensayos de laboratorio-Control de Calidad GEOANÁLISIS-LAB

Figura 3. Tabla de parámetros para cálculo de Periodo Fundamental

**Tabla A.4.2-1**  
 Valor de los parámetros  $C_t$  y  $\alpha$  para el cálculo del período aproximado  $T_a$

Sistema estructural de resistencia sísmica	$C_t$	$\alpha$
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 $\alpha$ , donde $C_w$ se calcula utilizando la ecuación A.4.2-4.	$\frac{0.0062}{\sqrt{C_w}}$	1.00

Fuente: Tomada de la NSR-10

Así;  $C_t = 0.072$ ,  $\alpha = 0.8$  y  $h = 9m$

$$T_a = 0.072 * 9^{0.8} = 0.4176 \text{ seg.}$$

➔ Espectro de aceleraciones de diseño (A.2.6.1)<sup>1</sup>

Todo se resume para calcular la Aceleración máxima horizontal de diseño, expresada como fracción de la gravedad, que se debe usar en el diseño. Se da en la Figura A.2.6-1<sup>1</sup>.

Figura 4. Espectro de Diseño de aceleraciones Típico

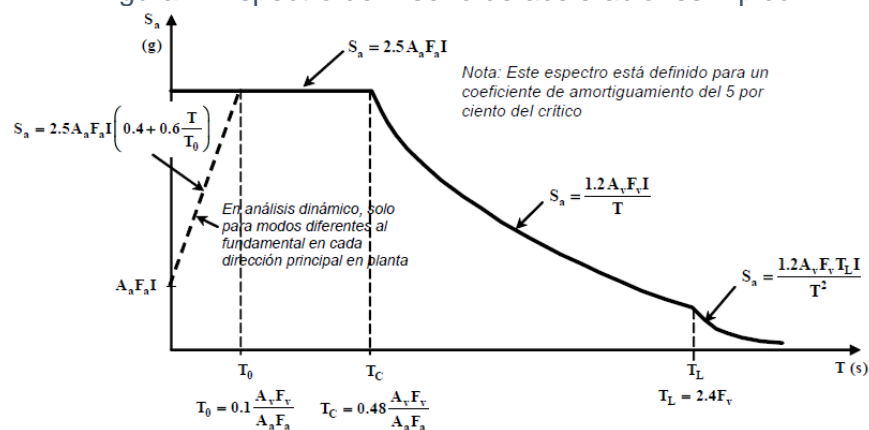


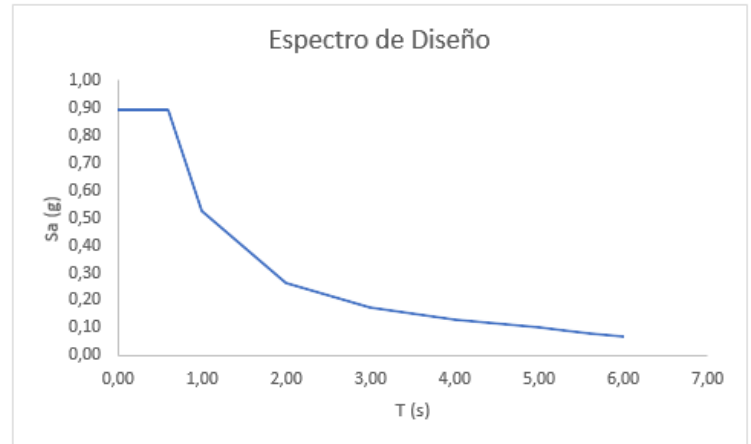
Figura A.2.6-1 — Espectro Elástico de Aceleraciones de Diseño como fracción de g

Fuente: Tomado de la NSR-10

El Espectro se realiza en EXCEL por las facilidades en los cálculos.

Figura 5. Espectro de Diseño de la estructura analizada

Municipio	Caloto	Ti	Sa	
Nivel de Amenaza Sísmica	Alta	0,00	0,89	To<Ta<Tc
Sentido de trabajo de vigas	Y	0,59	0,89	Tc<Ta<Tl
Tipo de suelo	D	1,00	0,53	
Grupo de uso	II	2,00	0,26	
Coefficiente de importancia	1,10	3,00	0,18	
Altura total de estructura (m)	9,00	4,00	0,13	
Aa (Apendice A4)	0,25	4,80	0,11	
Av (Apendice A4)	0,20	5,00	0,10	Ta>Tl
Fa (A.2.4-3)	1,30	5,30	0,09	
Fv (A.2.4-4)	2,00	5,60	0,08	
Periodo aproximado (Ta)		6,00	0,07	
Ct		0,07		
$\alpha$		0,80		
Ta(seg)		0,42		
To		0,12		
Tc		0,59		
Tl		4,80		
Sa			0,89	



Fuente: Elaboración propia

→ Disipación de Energía: DMI  
Coeficiente de capacidad de disipación de energía básico (**Tabla A.3.3**)<sup>1</sup> →  $R_o = 1.5$

→ Reducción por irregularidades:  
Irregularidad en planta:  $\phi_p = 1.0$   
Irregularidad en altura:  $\phi_a = 1.0$   
Redundancia sísmica:  $\phi_r = 1.0$   
 $R = R_o * \phi_p * \phi_a * \phi_r = 1.5$

→  $W = 84.61$  KN Masa total de la estructura  
 $S_a = 0.89$  g Aceleración espectral Máxima  
 $V_s = S_a * W = 75.3029$  KN Cortante en la Base de la Estructura  
 $E = V_s / R = 75.3029$  KN /  $1.5 = 50.202$  KN

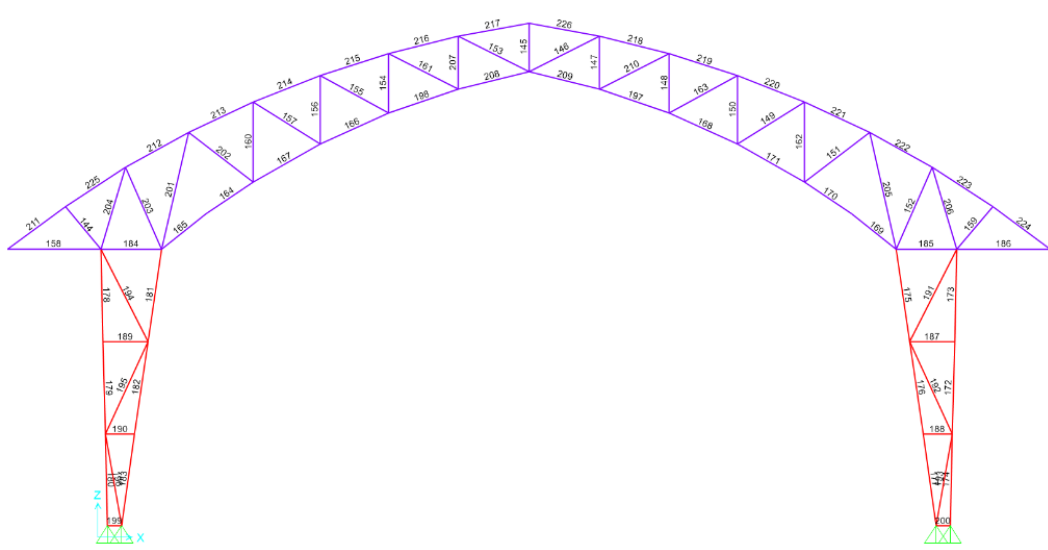
$V_s$  es utilizada para el control de las derivas de la edificación y las fuerzas elásticas sísmicas son usadas para el diseño de los elementos estructurales.

**Por requerimientos de la entidad contratante, la estructura debe estar compuesta por columnas tipo cercha con tubo estructural de Diámetro no menor a 200mm, cerchas en tubo estructural de Diámetro no menor a 100mm, Vigas de arriostamiento compuestas con el mismo perfil de las Celosías.**

### 5.1.1.2 Diseño de elementos estructurales

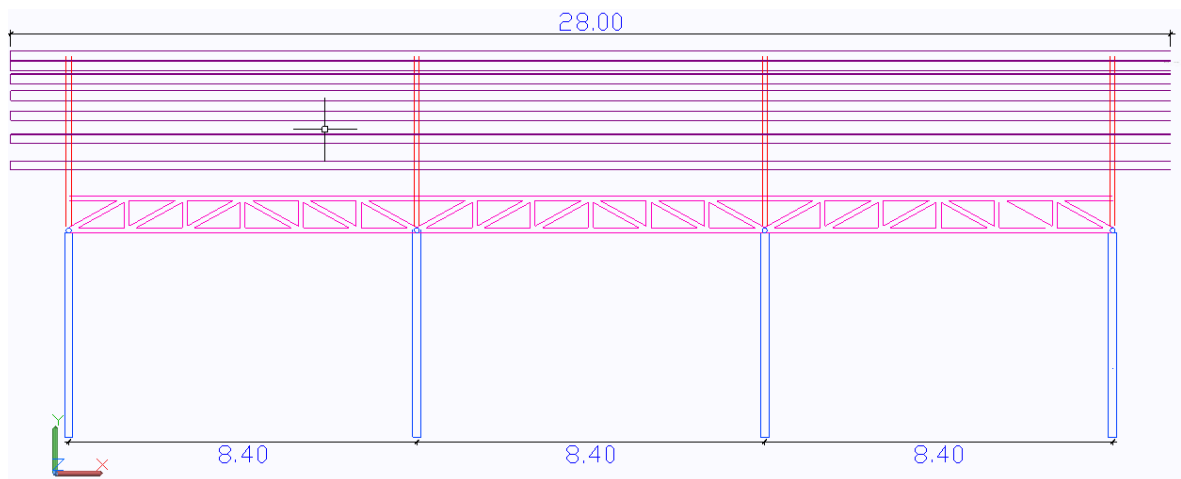
Al tratarse de una estructura metálica, el diseño de los elementos los rige el Título F de la NSR-10. El diseño se realiza con las cargas más críticas considerando todas las combinaciones. De esta manera, se diseñaron las columnas, cerchas, correas, vigas de arriostamiento con los elementos más críticos, programando los procedimientos en el software de Excel. El análisis estructural se realizó en el software SAP2000, en donde se introdujeron todas las cargas actuantes una vez se configuró la estructura en tres dimensiones, por supuesto, también se configuró todos los parámetros para un correcto análisis. En el **ANEXO 1 – CARGAS EN LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA**, se muestran las cargas arrojadas por el análisis hecho en SAP2000. Las filas resaltadas en color amarillo fueron las usadas para el diseño.

Figura 6. Sección transversal



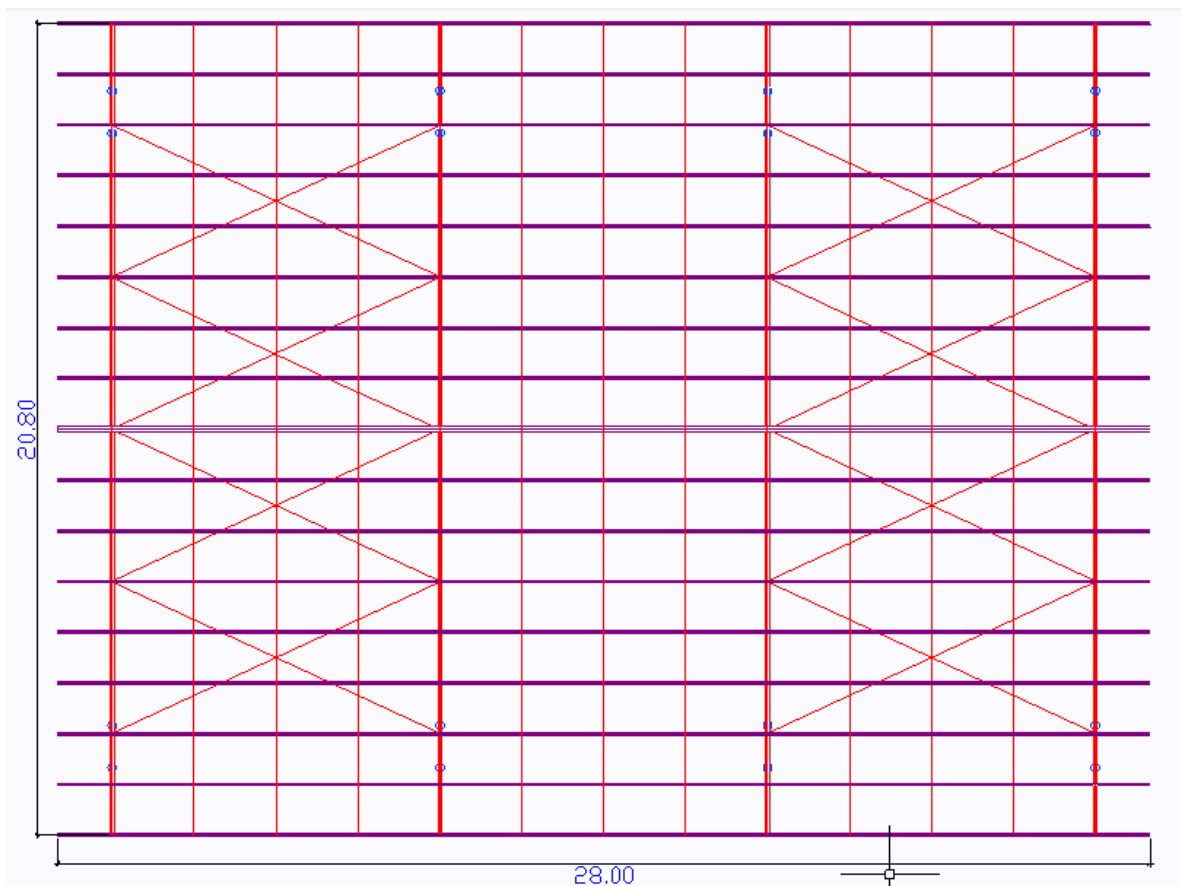
Fuente: Elaboración propia Software SAP2000

Figura 7. Perfil longitudinal



Fuente: Elaboración propia Software AutoCAD

Figura 8. Vista en planta de la cubierta



Fuente: Elaboración propia Software AutoCAD



En las siguientes tablas de Excel, se indica el procedimiento y resultados del diseño estructural de los elementos más críticos.

Tabla 3. Resultados de diseño de Columnas

COLUMNAS			
<b>Elemento 181 con P= 158KN a Compresión</b>			
<b>Sección asignada: Perfil circular de <math>\Theta=(8)</math>in y <math>t=(25/127)</math>in</b>			
<b>DATOS</b>			
E=	200000	Mpa	
Fy=	325,00	Mpa	
Yg=	0,0757	m	
L=	3,4	m	
k=	1		
$\Theta_{ext}$ =	0,2191	m	
$\Theta_{int}$ =	0,2091	m	
t=	0,005	m	
$\Theta/t$ =	43,82		
Ag=	0,003363	m <sup>2</sup>	
P=	158,00	KN	
<b>La sección tiene elemento esbeltos?</b>			
$(\lambda r)$ =	67,69	$\Theta/t$ VS $\lambda r$	Sección no esbelta
RE=	44,91	VS	116,84
<b>Cálculo de la resistencia nominal (<math>\phi_c P_n</math>)</b>			
$\phi_c$ =	0,9		
Fe=	978,51	Mpa	
Fcr=	282,82	Mpa	
$\phi_c P_n$ =	856028,39	N	
D/C=	0,18	OK	

Tabla 2. Resultados de diseño de Cerchas

CERCHA			
<b>Elemento 165 con P= 89.08KN a Compresión</b>			
<b>Sección asignada: Perfil circular de <math>\Theta=(4)</math>in y <math>t=(10/127)</math>in</b>			
<b>DATOS</b>			
E=	200000	Mpa	
Fy=	325,00	Mpa	
Yg=	0,0394	m	
L=	2,1	m	
k=	1		
$\Theta_{ext}$ =	0,1135	m	
$\Theta_{int}$ =	0,1095		
t=	0,002	m	
$\Theta/t$ =	56,75		
Ag=	0,000701	m <sup>2</sup>	
P=	91,00	KN	
<b>La sección tiene elemento esbeltos?</b>			
$(\lambda r)$ =	34,73	b/t VS $\lambda r$	Sección esbelta
RE=	53,30	VS	112,50
<b>Cálculo de Factor de Reducción (<math>Q=Q_a</math>)</b>			
Q=	1,08		
<b>Cálculo de la resistencia nominal (<math>\phi_c P_n</math>)</b>			
$\phi_c$ =	1		
Fe=	694,84	Mpa	
Fcr=	283,844	Mpa	
$\phi_c P_n$ =	178968,91	N	
D/C=	0,51	OK	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Resultados diseño de Vigas arriostre

VIGAS DE ARRIOSTRAMIENTO			
Cordon superior más críticos con P= 2.6KN a Tensión			
Sección asignada: Perfil circular de $\Theta=4$ in y $t=(10/127)$ in			
DATOS			
E=	200000	Mpa	
Fy=	325,00	Mpa	
Fu=	428,00	Mpa	
Yg=	0,0394	m	
L=	8,4	m	
k=	1		
$\Theta_{ext}$ =	0,1135	m	
$\Theta_{int}$ =	0,1095		
t	0,002	m	
$\Theta/t$ =	56,75		
Ag=	0,000701	m <sup>2</sup>	
P=	2,60	KN	
Estado Límite de Fluencia por Tensión ( $\phi_t=0.9$ )			
Pn=	227686,93		N
Estado Limite de Rotura por Tensión ( $\phi_t=0.75$ )			
An=Ag	0,000701	m <sup>2</sup>	Para elementos conectados por soldadura
U=	1		
Ae=	0,000701	m <sup>2</sup>	
Pu=	299846,17	N	
Cálculo de la resistencia nominal ( $\phi_t P_n$ )			
Pn=	227686,93	N	$\phi_t = 1$
$\phi_t P_n$ =	204918,235	N	
D/C=	0,01	OK	

Tabla 4. Resultados diseño de correas

CORREAS			
Elemento 145 con P= 2.7KN a Compresión			
Sección asignada: PHR C (254x67x18)mm; t=2mm			
Tomada del Catalogo perfiles ACESCO			
DATOS			
E=	200000	Mpa	
Fy=	351,50	Mpa	
Yg=	0,0229	m	
L=	8,4	m	
Lb=	2,1	m	
k=	1		
A=	0,254	m	
B=	0,067	m	
C=	0,018	m	
t	0,002	m	
B/t=	33,5		
Ag=	0,000678	m <sup>2</sup>	
P=	2,70	KN	
La sección tiene elemento esbeltos?			
( $\lambda_r$ )=	33,39	$\Theta/t$ VS $\lambda_r$	Sección esbelta
RE=	366,81	VS	189,95
Cálculo de Factor de Reducción (Q=Qs)			
Q=			0,35
Cálculo de la resistencia nominal ( $\phi_c P_n$ )			
Fe=	14,67	Mpa	$\phi_c = 1$
Fcr=	12,866	Mpa	
$\phi_c P_n$ =	7,85	KN	
D/C=	0,34	OK	

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, las secciones seleccionadas para los diferentes elementos, cumpliendo con todos los requerimientos, son las siguientes:

- Columnas tipo Cercha: Perfil Circular de  $\Theta = 200$  mm; t = 5 mm
- Cerchas: Perfil Circular de  $\Theta = 100$  mm; t = 2 mm
- Correas: Perfil PHR C (254x67x18) mm t = 2 mm
- Vigas de arriostre: Perfil Circular de  $\Theta = 100$  mm; t = 2 mm

### 5.1.1.3 Diseño de cimentación

El estudio de suelos en el numeral diez, *Conclusiones y recomendaciones*, ítem 8, dice; “Se recomienda que la cimentación tipo para las cerchas de la cubierta este compuestas por zapatas aisladas empotradas a una profundidad de desplante  $D_F$  de 1m, amarradas entre sí por un sistema ortogonal de vigas que configuren anillos rectangulares en planta...”. Con Excel se programó el procedimiento del Método Rígido para zapatas aisladas y determinar el ancho (B) necesario para disipar las cargas resistidas suponiendo un largo (L) de 1.6m y un espesor (h) de 0,35m. En la siguiente tabla se indica los resultados.

Tabla 6. Resultados chequeo de Zapatas aisladas

Combinación	Fresultante (KN)	Momento (KN*m)	Wpedestal (KN)	Wzapata (KN)	Wtotal KN	Wsuelo KN	WTOTAL KN	excentricidad m	B zapata m
diseño1	46,54	9,23	2,59	21,50	70,64	29,95	100,59	0,09	0,55
diseño2	127,10	27,65	2,59	21,50	151,20	29,95	181,15	0,15	0,92
diseño3	56,25	6,03	2,59	21,50	80,34	29,95	110,29	0,05	0,33
diseño4	132,10	26,39	2,59	21,50	156,20	29,95	186,15	0,14	0,85
diseño5	-9,62	-16,85	2,59	21,50	14,48	29,95	44,43	-0,38	2,28
diseño6	66,66	-3,88	2,59	21,50	90,76	29,95	120,71	-0,03	0,19
diseño7	74,02	35,25	2,59	21,50	98,12	29,95	128,07	0,28	1,65
diseño8	72,32	26,22	2,59	21,50	96,42	29,95	126,37	0,21	1,25
diseño9	68,36	5,15	2,59	21,50	92,46	29,95	122,41	0,04	0,25
diseño10	66,66	-3,88	2,59	21,50	90,76	29,95	120,71	-0,03	0,19
diseño11	74,02	35,25	2,59	21,50	98,12	29,95	128,07	0,28	1,65
diseño12	68,36	5,15	2,59	21,50	92,46	29,95	122,41	0,04	0,25
diseño13	72,32	26,22	2,59	21,50	96,42	29,95	126,37	0,21	1,25
diseño14	37,06	-7,14	2,59	21,50	61,16	29,95	91,11	-0,08	0,47
diseño15	42,72	22,96	2,59	21,50	66,82	29,95	96,77	0,24	1,42
diseño16	37,06	-7,14	2,59	21,50	61,16	29,95	91,11	-0,08	0,47
diseño17	42,72	22,96	2,59	21,50	66,82	29,95	96,77	0,24	1,42
diseño18	106,90	20,53	2,59	21,50	131,00	29,95	160,95	0,13	0,77
diseño19	-34,82	-22,71	2,59	21,50	-10,72	29,95	19,23	-1,18	7,09
diseño20	27,09	-9,12	2,59	21,50	51,18	29,95	81,14	-0,11	0,67
diseño21	32,75	20,98	2,59	21,50	56,84	29,95	86,80	0,24	1,45
diseño22	27,09	-9,12	2,59	21,50	51,18	29,95	81,14	-0,11	0,67
diseño23	32,75	20,98	2,59	21,50	56,84	29,95	86,80	0,24	1,45
Envolvente	251,46	13,07	2,59	21,50	275,55	29,95	305,51	0,04	0,26

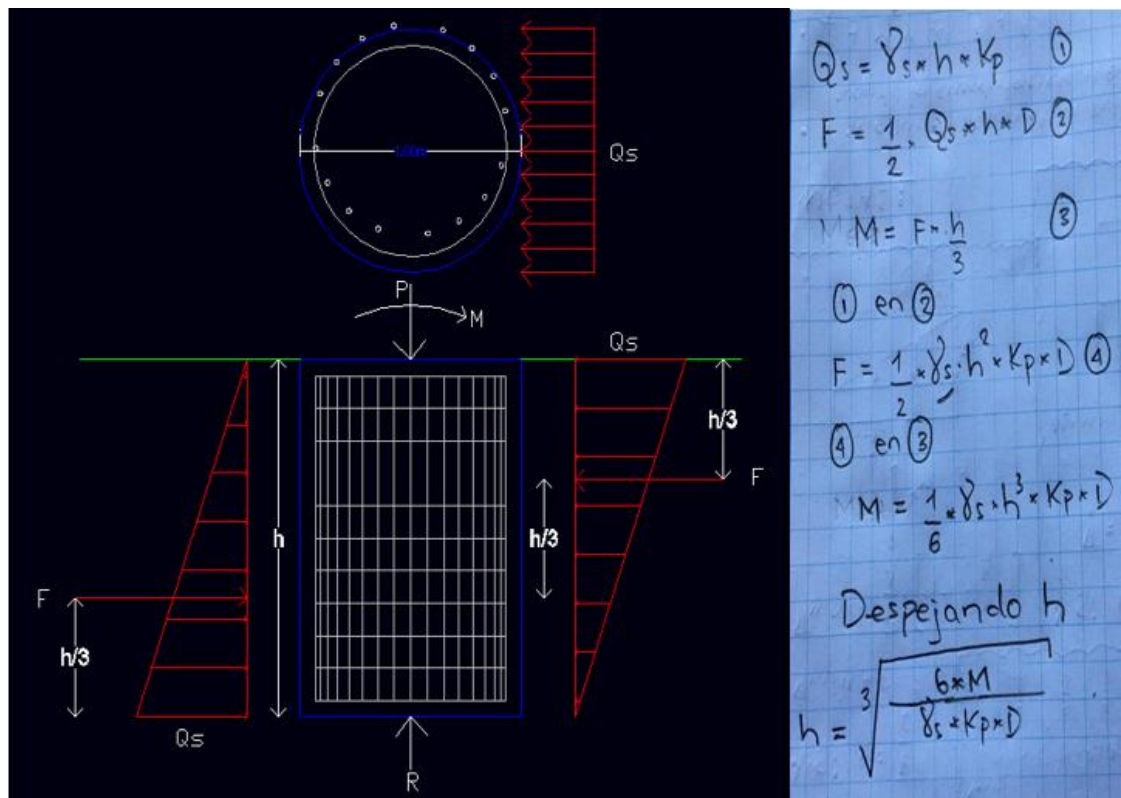
Fuente: Elaboración propia



De esta manera, nos damos cuenta que se requiere ancho de zapata como mínimo de 7m. En términos de precios, los costos serían elevados implementando este tipo de cimentación, si a eso le suman las vigas de amarre, el costo sería más elevado.

Por lo anterior, se plantea usar Caisson como solución para las cimentaciones. Se plantea un procedimiento por Equilibrio para calcular la profundidad necesaria del Caisson y soportar las solicitaciones, especialmente el momento flector sobre las bases de las columnas que ocasionarían un momento desestabilizante, suponiendo un diámetro de Caisson de 1m. En la Figura siguiente se indica el diagrama de fuerzas y su formulación.

Figura 9. Diagrama de fuerzas y formulación para Caisson



Fuente: Elaboración propia



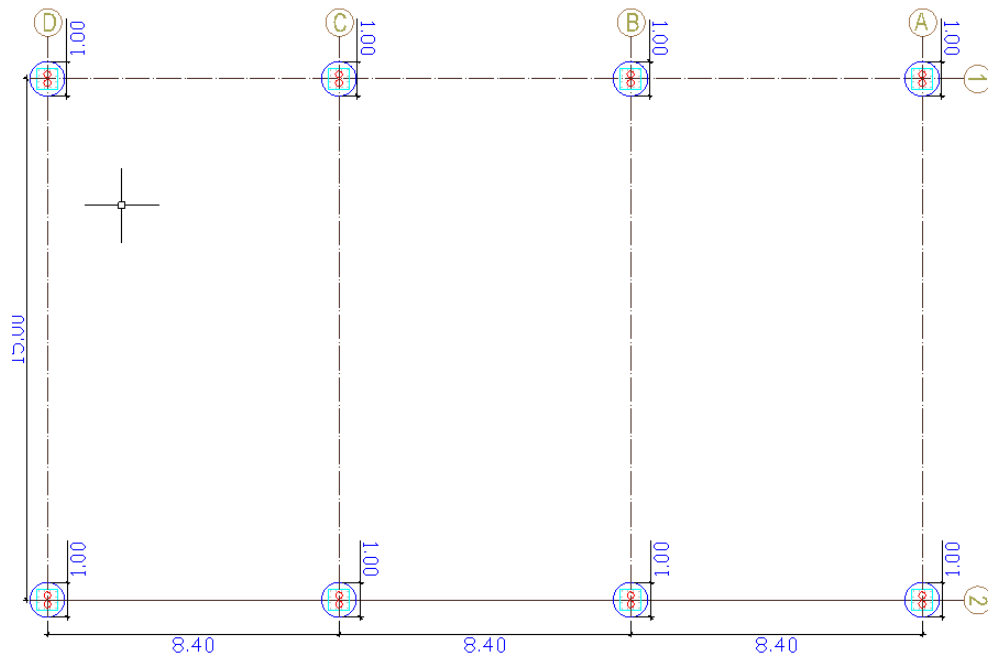
En la siguiente tabla, se muestran los resultados obtenidos:

Tabla 7. Resultados Caisson

Combinación	Momento (KN*m)	Hmin. (m)
diseño1	9,232	1,03
diseño2	27,648	1,48
diseño3	6,030	0,89
diseño4	26,391	1,46
diseño5	-16,845	1,26
diseño6	-3,877	0,77
diseño7	35,253	1,61
diseño8	26,223	1,46
diseño9	5,153	0,85
diseño10	-3,877	0,77
diseño11	35,253	1,61
diseño12	5,153	0,85
diseño13	26,223	1,46
diseño14	-7,137	0,94
diseño15	22,963	1,39
diseño16	-7,137	0,94
diseño17	22,963	1,39
diseño18	20,525	1,34
diseño19	-22,711	1,39
diseño20	-9,116	1,02
diseño21	20,985	1,35
diseño22	-9,116	1,02
diseño23	20,985	1,35
Envolvente	13,074	1,15

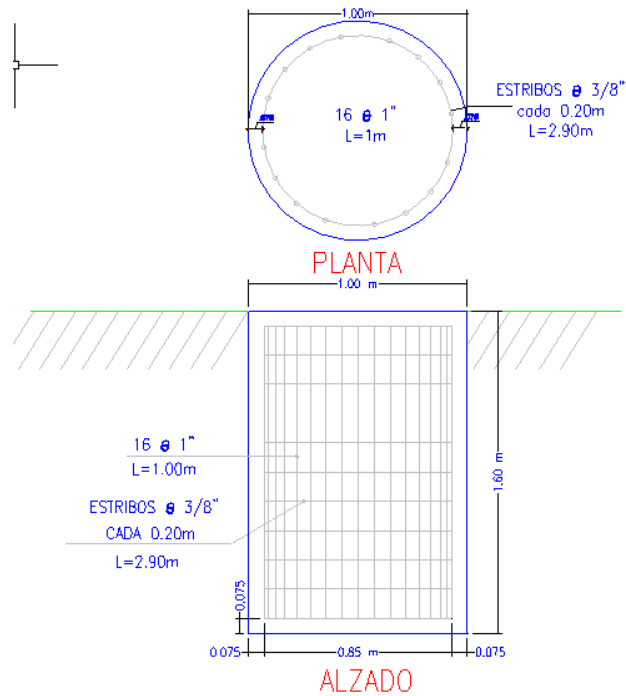
De esta manera, podemos observar que la altura mínima de Caisson para garantizar que los momentos desestabilizantes sean contrarrestados debe ser como mínimo de 1.6m. Cabe resaltar el numeral 8 “Análisis de capacidad portante del suelo”, ítem 2, del estudio de suelos que dice; “...Al tratarse de estructuras metálicas relativamente livianas, la profundidad de desplante no tiene papel preponderante en la capacidad de soporte del suelo, por economía del proyecto el nivel de excavación es aquel que permita proteger las obras en contacto con el suelo de los efectos del intemperismo...”. Para complementar la seguridad del uso de Caisson, en el numeral 10, “Conclusiones y recomendaciones”, ítem 1, dice; “...El perfil estratigráfico indica que por debajo de la placa de concreto de la cancha multiuso existente de 100mm de grosor, se halla un manto homogéneo de gravas arcillosas de color café (GC, GP-GC) que se extiende hasta los 2m de profundidad, nivel en el cual el equipo de perforación presenta pivoteo por presencia de suelos muy densos o conglomerados fuertemente acorazados pertenecientes a la llanura aluvial del Rio Palo...”, así mismo, en el ítem 3, dice, “Cabe señalar que la profundidad de desplante  $D_F$ , tiene por objeto empotrar las estructuras para evitar cualquier desplazamiento lateral..”, por tal razón, se justifica el buen uso de Caisson y que la profundidad mínima necesaria es la adecuada, sin que se presenten asentamientos ni desplazamientos laterales.

Figura 10. Vista en planta de cimentaciones



Fuente: Elaboración propia Software AutoCAD

Figura 11. Detalle de Caisson



Fuente: Elaboración propia Software AutoCAD



### 5.1.1.4 Refuerzo para Caisson

Se debe cumplir los requerimientos mínimos de la Tabla C.15.11-1 de la NSR-10.

Figura 12. Cuantías mínimas para Caisson según NSR-10

TABLA C.15.11-1 — CUANTÍAS MÍNIMAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES EN PILOTES Y CAJONES DE CIMENTACIÓN VACIADOS EN SITIO

Requisito	Estructuras con capacidad mínima (DM) de disipación de energía	Estructuras con capacidad especial (DES) y moderada (DMO) de disipación de energía (véase la Nota)
Resistencia mínima del concreto, $f'_c$	17.5 MPa	17.5 MPa
Cuantía longitudinal mínima	0.0025	0.0050
Número mínimo de barras longitudinales	4	4
Longitud del refuerzo longitudinal, a menos que el estudio geotécnico indique que se debe utilizar una longitud mayor	tercio superior de la longitud del pilote, pero no menos de 4 m.	mitad superior de la longitud del pilote, pero no menos de 6 m.
Diámetro de la barra de los estribos	Nº 2 (1/4") ó 6M (6 mm) para pilotes hasta de 500 mm de diámetro y Nº 3 (3/8") ó 10M (10 mm) para pilotes de más de 500 mm de diámetro.	Nº 3 (3/8") ó 10M (10 mm) para pilotes hasta de 750 mm de diámetro y Nº 4 (1/2") ó 12M (12 mm) para pilotes de más de 750 mm de diámetro.
Separación máxima de los estribos	100 mm en los 600 mm superiores del pilote y 16 diámetros de barra longitudinal, a lo largo de la zona armada longitudinalmente.	75 mm en los 1.20 m superiores del pilote y 16 diámetros de barra longitudinal, a lo largo de la zona armada longitudinalmente.

Nota: Cuando el diseño indica que se presentará disipación de energía en el rango inelástico en la zona superior del pilote o cajón, deben cumplirse los requisitos dados en el Capítulo C.21 y deben tomarse las precauciones necesarias para garantizar que la articulación plástica se presenta en la zona confinada.

Fuente: Tomada de la NSR-10

- $F'_c = 21 \text{ Mpa} \rightarrow \text{ok}$

- Cuantía Mínima de Acero  $\rightarrow \text{ok}$

$$A_{s_{\text{mín.}}} = 0.005 * \frac{\pi * 1^2}{4} = 0.004 \text{ m}^2$$

- Cuantía de Acero Usada  $\rightarrow \text{ok}$

$$A_{s_{\text{sum}}} = 16N^{\circ}8 = 16 * \frac{(1 * 0.0254)^2 * \pi}{4} = 0.0081 \text{ m}^2$$

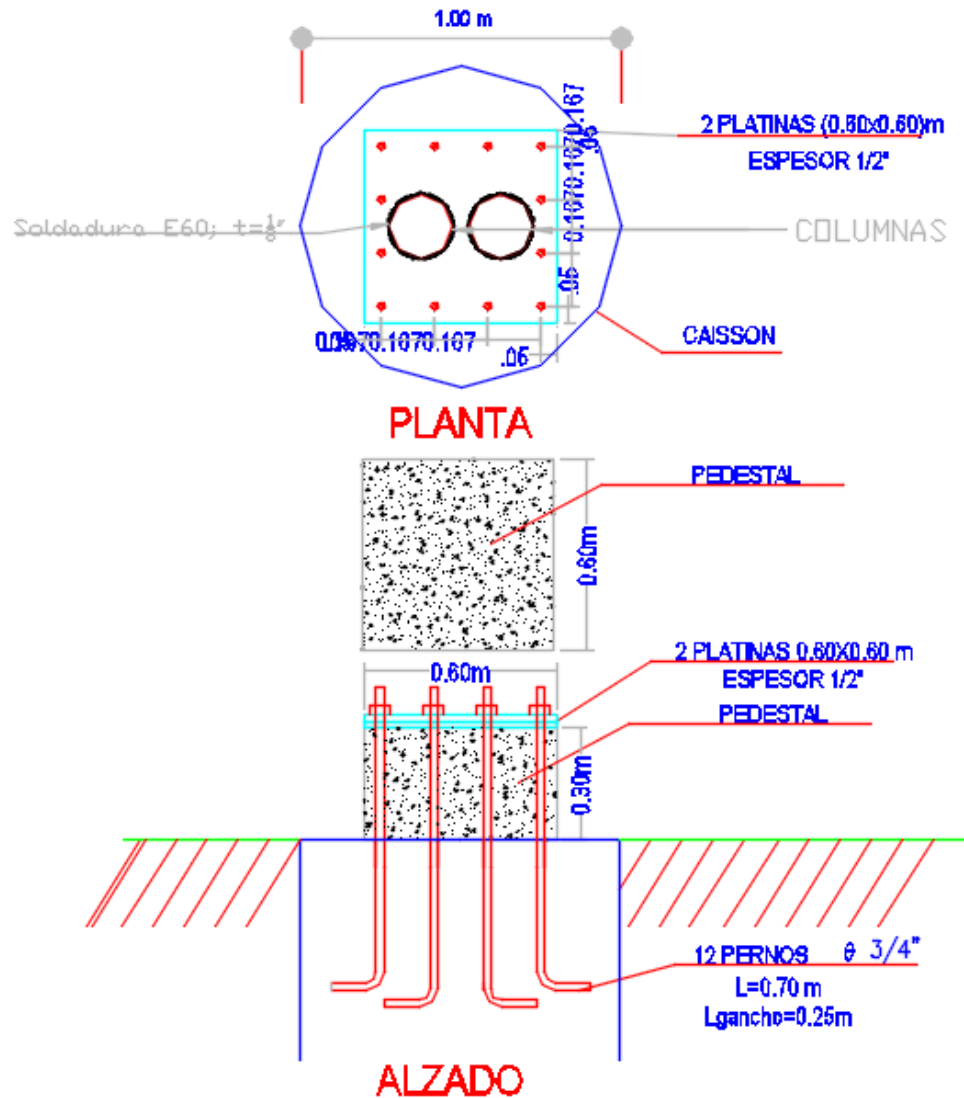
- Longitud de Acero Long. = 1.45m  $\rightarrow \text{ok}$

- Recubrimiento = 0.075m

- Longitud de acero  $A_s = 1.6 - 0.075 * 2 = 1.45 \text{ m}$

- Estribos Nº3 Cada 0.20m

Figura 13. Detalle de las placas bases



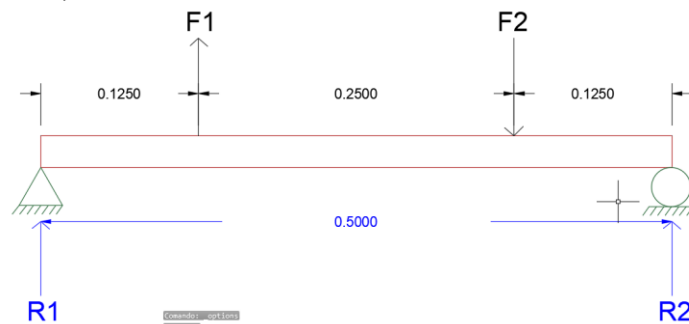
Fuente: Elaboración propia Software AutoCAD

### 5.1.1.5 Diseño y chequeo de las placas bases para las columnas

Las placas bases para las columnas están sujetas a cargas axiales y momento flexionantes. Con la ayuda de Excel, se formula un procedimiento de equilibrio, definiendo un ancho, largo y espesor de la placa, después, se calculan las presiones ejercidas sobre la placa y se comparan con la resistencia de las placas, si las presiones superan la resistencia, las dimensiones se cambian y

se recalcula hasta que los valores sean permisibles, luego se calcula el momento en la placa y se determina su espesor. Todo esto teniendo en cuenta las excentricidades de las fuerzas de análisis. En la siguiente Figura, se plantea el diagrama de fuerzas actuantes sobre las placas, el procedimiento se hace para todas las combinaciones de carga de diseño.

Figura 14. Diagrama de fuerzas actuantes sobre la placa base



Fuente: Elaboración propia Software AutoCAD

Tabla 8. Resultados chequeo de placas bases

PLACA						
R1 (KN)	R2 (KN)	M1 (KN*m)	M2 (KN*m)	Mmax (KN*m)	Fb (KN)	Chequeo de Fb
-41,7	-4,8	-5,2	-0,6	-5,2	-40428,7	OK
-118,8	-8,3	-14,9	-1,0	-14,9	-115134,7	OK
-38,2	-10,1	-4,8	-1,3	-4,8	-36988,6	OK
-118,8	-13,3	-14,9	-1,7	-14,9	-115117,5	OK
-38,5	28,9	-4,8	3,6	-4,8	-37298,2	OK
-1,2	32,2	-0,1	4,0	4,0	31169,1	OK
-107,5	33,5	-13,4	4,2	-13,4	-104157,1	OK
-88,6	16,3	-11,1	2,0	-11,1	-85838,9	OK
-37,7	-3,5	-4,7	-0,4	-4,7	-36523,6	OK
-1,2	32,2	-0,1	4,0	4,0	31169,1	OK
-107,5	33,5	-13,4	4,2	-13,4	-104157,1	OK
-37,7	-3,5	-4,7	-0,4	-4,7	-36523,6	OK
-88,6	16,3	-11,1	2,0	-11,1	-85838,9	OK
4,3	32,8	0,5	4,1	4,1	31779,2	OK
-67,3	24,6	-8,4	3,1	-8,4	-65183,7	OK
4,3	32,8	0,5	4,1	4,1	31779,2	OK
-67,3	24,6	-8,4	3,1	-8,4	-65183,7	OK
-94,5	-12,4	-11,8	-1,6	-11,8	-91547,1	OK
-62,8	28,0	-7,9	3,5	-7,9	-60869,1	OK
-4,7	31,8	-0,6	4,0	4,0	30781,9	OK
-58,3	25,6	-7,3	3,2	-7,3	-56520,4	OK
-4,7	31,8	-0,6	4,0	4,0	30781,9	OK
-58,3	25,6	-7,3	3,2	-7,3	-56520,4	OK
-115,2	10,6	-14,4	1,3	-14,4	-111560,0	OK
-55,2	50,9	-6,9	6,4	-6,9	-53466,1	OK

Fuente: Elaboración propia



En la tabla anterior en donde se muestra los resultados del procedimiento propuesto para chequear las placas bases, podemos darnos cuenta que para todas las combinaciones las placas propuestas cumplen. A continuación, se indica la formulación usada y las dimensiones de las placas propuestas.

$$R1 = \frac{-F1 * 0.375 + F2 * 0.125}{0.50}$$

$$R1 = \frac{-F1 * 0.125 + F2 * 0.375}{0.50}$$

$$M1 = R1 * 0.125$$

$$M2 = R2 * 0.125$$

$$F_b = \frac{M_{max} * 0.5 * t}{\frac{1}{12} * t^3 * b} < 0.60 * F_y$$

Donde las dimensiones de las placas propuestas son

$$t = 0.0254\text{m}; b = l = 0.60\text{m}; F_y = 325\text{Mpa}$$

**De este modo, se seleccionan 2 placas de 12.7mm de espesor de dimensiones (60x60) mm para una mayor facilidad de manejo a la hora de la instalación de las placas para cada pedestal.**

#### 5.1.1.6. Diseño de conexiones de elementos

Para las conexiones, se usarán conexiones soldadas tipo filete de 45° con electrodos E60 cuya resistencia es de 420Mpa. El diseño se hará para el elemento más críticos en cuanto a la sollicitación, que es el elemento 181 perteneciente a una de las columnas tipo cercha. Para diseñar la soldadura se utilizó el procedimiento descrito en el libro de *Diseño de Estructuras Metálicas* de McCORMAC<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> JACK C. McCORMAC y STEPHEN F. CSERNAK. (5a. Edición). (2012). *DISEÑO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS*. MÉXICO. ALFAOMEGA

Así pues:

- Resistencia a la fluencia por tensión ( $\phi = 0.9$ )

$$Rn = Fy * Ag = 325Mpa * 3363mm^2 = 1092975N$$

$$\phi Rn = 0.9 * 1092975N = 983678N \leftarrow$$

- Resistencia a la rotura por tensión ( $\phi = 0.75$ )

$$Rn = Fu * Ae; Ae = An * U; U = 1.0$$

$$An = Ag \rightarrow Ae = Ag = 3363mm^2$$

$$Rn = 437Mpa * 3363mm^2 = 1469631N$$

$$\phi Rn = 0.75 * 1469631N = 1102223N$$

∗ La capacidad de la sección esta controlada por la fluencia.

- Diseño de la Soldadura

→ Tamaño mínimo de la soldadura:

De la *Tabla 14.2 Tamaños mínimos para la soldadura de filete*<sup>3</sup>.

$$\rightarrow t = 3mm$$

Figura 15. Tamaños Mínimos para soldadura

TABLA 14.2 Tamaños mínimos para las soldaduras de filete.

Espesor del material de la parte unida más delgada, plg (mm)	Tamaño mínimo de las soldaduras de filete, <sup>[a]</sup> plg (mm)
Hasta $\frac{1}{4}$ (6) inclusive	$\frac{1}{8}$ (3)
Mayor de $\frac{1}{4}$ (6) hasta $\frac{1}{2}$ (13)	$\frac{3}{16}$ (5)
Mayor de $\frac{1}{2}$ (13) hasta $\frac{3}{4}$ (19)	$\frac{1}{4}$ (6)
Mayor de $\frac{3}{4}$ (19)	$\frac{5}{16}$ (8)

<sup>[a]</sup> Dimensión del ala de las soldaduras de filete. La soldadura debe ser de una sola pasada. Véase la Sección J2.2b de la Especificación LRFD para el tamaño máximo de las soldaduras de filete.

Fuente: Especificación del AISC, Tabla J2.4, p. 16.1-111, junio 22, 2010.

“Derechos reservados © American Institute of Steel Construction. Reimpreso con autorización. Todos los derechos reservados.”

Fuente: Tomado de Diseño de Estructuras de Acero – McCORMAC/Csernak



→ Resistencia de la soldadura por milímetro ( $\phi = 0.75$ )

$$R_n = F_w * A_w \quad (\text{Ecuación J2-2 del AISC})^4$$

$$R_n = (0.60 * 420) * (\pi * 200 * 3 * 0.707) = 335882 \frac{N}{mm}$$

$$\phi R_n = 0.75 * 335881N = 251911N$$

→ Longitud de la soldadura que se requiere

$$L_w = \frac{983678N}{251911 \frac{N}{mm}} = 3.90mm \cong 4.0mm$$

Así pues, la soldadura asignada es una soldadura tipo filete de  $45^\circ$  con tamaño de  $\frac{1}{8}$  in (3mm) y con longitud igual al perímetro de la sección a soldar

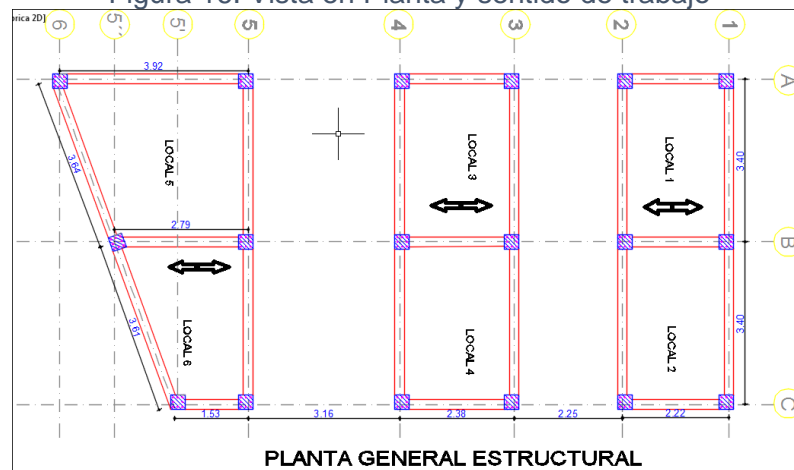
### 5.1.2 Diseño de Casetones para Ventas

El diseño de los casetones se realizó siguiendo los requerimientos mínimos de la NSR – 2010. A continuación, se detalla el procedimiento general de diseño.

#### 5.1.2.1 Sentido de trabajo

El sentido de trabajo para la estructura es el eje global Y.

Figura 16. Vista en Planta y sentido de trabajo



Fuente: Tomados de Planos Arquitectónicos

<sup>4</sup> American Institute of Steel Construction AISC



### 5.1.2.2 Definición del sistema estructural (A.3.2)<sup>1</sup>

El sistema estructural será en Pórticos de Concreto resistentes a momentos

### 5.1.2.3 Pre - dimensionamiento.

- Vigas: (0.15x0.25) m
- Columnas (0.25x0.15) m

El pre – dimensionamiento anterior de las vigas tomado de los planos arquitectónicos no cumple con el requerimiento mínimo del decreto 0340 del 13 de febrero de 2012 para el ancho de viga  $b_w$  (**C.21.5.1.3**)<sup>1</sup> que dice que no debe ser menor que el mayor valor entre  $0.3h$  y 250mm. Así pues, el ancho de viga de 0.15 es menor que 0.25 por lo que la nueva sección de las vigas queda de (0.25x0.25) m.

En cuanto a las columnas **C.21.6.1.1** de la NSR-10 estipula que la dimensión menor de la sección transversal, medida en línea recta que pasa a través el centroide geométrico, no debe ser menor de 300mm, por lo tanto, las dimensiones de los planos arquitectónicos no cumplen para las columnas, así que, la nueva sección para las columnas es de (0.30x0.30) m.

**De este modo, las dimensiones para vigas y columnas quedan de (0.25x0.25) m y (0.30x0.30) m, respectivamente.**

- **Espesor mínimo para control de deflexiones en vigas**

Las vigas no soportan elementos susceptibles a daños por deflexiones grandes. Aplica Tabla C.9.5(a).

**Vigas ejes 3 y 4; Tramo C-B;  $h = L / 24 = 3.38 / 24 = 0.14\text{m} \leftarrow$**

**Tramo B-A;  $h = L / 24 = 3.38 / 24 = 0.14\text{m}$**

**Vigas A, B y C; Tramo 4-3;  $h = L / 20 = 2.43 / 20 = 0.12\text{m}$**



El valor de  $h$  mínimo para que no haya necesidad de controlar deflexiones es de 0.14 m, por lo cual, el  $h$  asumido en el pre – dimensionamiento cumple.

- **Requisitos para vigas de pórticos con DES. (C.21.5)<sup>1</sup>**

- ❖  $Ln/b \leq 50 \rightarrow 3.38/0.15 = 23 < 50 \rightarrow OK$
- ❖  $Ln \geq 4h \rightarrow 4 * 0.25 = 3.38 > 1 \rightarrow OK$
- ❖  $b_w \geq (\text{mayor entre } 250\text{mm } 0.3h) \rightarrow b_w = 0.25 \rightarrow OK$
- ❖  $b_w \leq (b_{col} + b_{col}) \text{ y } (b_{col} + 0.75h_{col})$   
 $(0.15+0.15) = 0.30\text{m y } (0.15+0.75*0.15) = 0.26\text{m} \rightarrow OK$
- ❖ Excentricidad permitida  
 $e \leq 0.25b_{col}$ .

- **Requisitos para columnas de pórticos con des:**

$P_u > 0.10A_gF'_c$  para cualquier combinación.

- **Requisitos geométricos**

$b \geq 300\text{mm} \rightarrow OK$

$h \geq 300\text{mm} \rightarrow OK$

- **Resistencia mínima a flexión de las columnas**

Se debe asegurar que las dimensiones de las columnas sean siempre mayores que las dimensiones de las vigas ya que se busca que el mecanismo de falla sea el de viga débil y columna fuerte, esto debido a que los desplazamientos que causan fallas por columnas, generan excesivos daños y fácilmente ocasionan colapso de la estructura.

- **Requisitos para refuerzo longitudinal**

Cuantías de acero de diseño:

Para secciones rectangulares

$$A_{smin.} = 0.01 * A_g$$

$$A_{smax.} = 0.04 * A_g$$



El número mínimo de barras es de 4 cuando se usan estribos rectangulares.

- **Requisitos para refuerzo transversal**

El refuerzo transversal debe suministrarse en una longitud **Lo** medida desde la cara de la columna y a ambos lados de una sección donde pueda ocurrir rotura plástica. **Lo** no debe ser mayor que el menor valor entre:

$$h; L_n \cdot 1/6; 450\text{mm}$$

Además, se deberá cumplir con los requisitos mencionados en C.21.6.4.3 y C.21.6.4.4.

#### 5.1.2.4 Evaluación de Cargas

La evaluación de cargas se realiza de acuerdo al Título B de la Norma Sismo Resistente del año 2010 y se presentan en la siguiente tabla de Excel.

Tabla 9. Resultados de evaluación de cargas

CARGAS MUERTAS					
PESO DE LAS CERCHAS			PESO DE CIELO RASO		
No de cerchas	4,000		Cielo raso en ductos metálicos		
Peso sección	3,070	Kg/m			
L cordón Superior	8,200	m	Tabla B.3.4.1-1	0,200	KN/m <sup>2</sup>
L cordón Inferior	8,100	m			
L diagonales y Parales	11,490	m			
<b>L Total</b>	<b>27,790</b>	<b>m</b>			
Peso Total cerchas	341,261	Kg			
Área de Cubierta	108,000	m <sup>2</sup>			
<b>Peso Total por m<sup>2</sup></b>	<b>3,160</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>	<b>Peso Total por m<sup>2</sup></b>	<b>20,000</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>
PESO DE LAS CORREAS			PESO DE INSTALACIONES		
No de correas	12,000				
Peso comercial	2,000	Kg/m			
L correa	13,380	m			
Peso Total de correas	321,120	Kg			
Área de Cubierta	108,000	m <sup>2</sup>			
<b>Peso Total por m<sup>2</sup></b>	<b>2,973</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>	<b>Peso Total por m<sup>2</sup></b>	<b>20,000</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>
PESO DE TEJA ACESCO			PESO DE MAMPARA		
			No perfiles	4,000	
			Peso perfil	1,570	Kg/m
			Long total	46,600	m
			Peso Total de correas	292,648	Kg
			Área de Cubierta	108,000	m <sup>2</sup>
<b>Peso Total por m<sup>2</sup></b>	<b>6,300</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>	<b>Peso Total por m<sup>2</sup></b>	<b>2,710</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>
<b>PESO TOTAL DE CUBIERTA</b>			<b>Peso Total por m<sup>2</sup></b>	<b>0,551</b>	<b>KN/m<sup>2</sup></b>
<b>PESO DE VIGA Y COLUMNAS</b>			<b>Peso por m lineal</b>	<b>1,8</b>	<b>KN/m</b>
<b>CARGA VIVA (Tabla B.4.2.1-2)</b>				<b>0,5</b>	<b>KN/m<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaboración propia

### 5.1.2.5 Nivel de amenaza sísmica (Apéndice A4)<sup>1</sup>

Localización del proyecto, Corregimiento El Palo, ZASA.

### 5.1.2.6 Coeficiente de Importancia (A.2.5)<sup>1</sup>

La estructura se diseña para uso especial del Grupo II, Estructuras de ocupación especial y su coeficiente de Importancia tiene un valor de 1.10

### 5.1.2.7 Movimiento sísmico de diseño (A.2.2)<sup>1</sup>

- Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva horizontal  $A_a = 0.25$  (Apéndice A4)<sup>1</sup>
- Coeficiente que representa la velocidad pico efectiva  $A_v = 0.2$  (Apéndice A4)<sup>1</sup>
- Tipo de Suelo: D (Estudio de Suelos)<sup>2</sup>
- Coeficiente de ampliación que afecta la aceleración en la zona de periodos cortos, debido a efectos del sitio  $F_a = 1.3$  (Apéndice A4)<sup>1</sup>
- Coeficiente de ampliación que afecta la aceleración en la zona de periodos intermedios, debido a efectos del sitio  $F_v = 2.0$  (Apéndice A4)<sup>1</sup>

Figura 17. Parámetros para Periodo fundamental según NSR-10

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

Sistema estructural de resistencia sísmica	$C_t$	$\alpha$
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 $\alpha$ , donde $C_w$ se calcula utilizando la ecuación A.4.2-4.	$\frac{0.0062}{\sqrt{C_w}}$	1.00

Fuente: Tomados de la NSR-10

- Período fundamental Aproximado (Tabla A.4.2-1)<sup>1</sup>

$$T_a = C_t * h^\alpha \quad (\text{A.4.2-3})^1$$

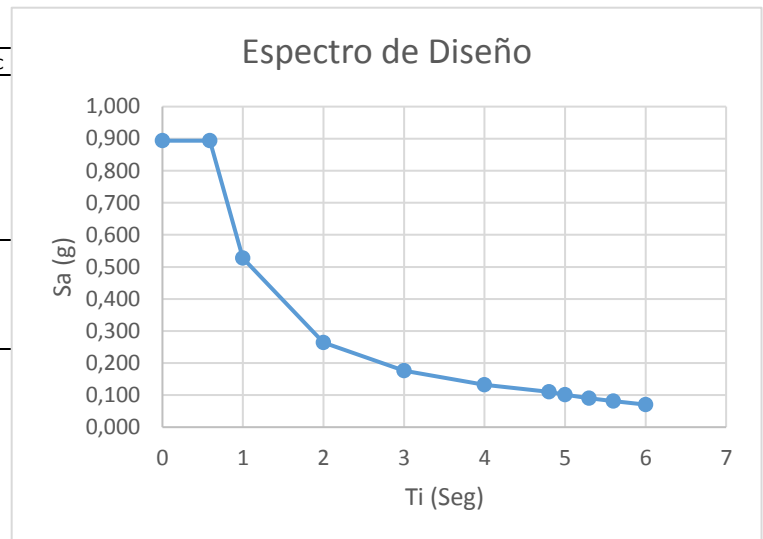
Así;  $C_t = 0.047$ ,  $\alpha = 0.9$  y  $h = 3.3m$

$$T_a = 0.047 * 3.3^{0.9} = 0.138 \text{ seg.}$$

El espectro de diseño deducido se muestra a continuación:

Figura 18. Espectro de diseño deducido

Municipio	Caloto	Ti	Sa	
Nivel de Amenaza Sísmica	Alta	0	0,894	To<Ta<Tc
Sentido de trabajo de vigas	Y	0,59	0,89	Tc<Ta<Tl
Tipo de suelo	D	1,00	0,53	
Grupo de uso	II	2,00	0,26	
Coefficiente de importancia	1,1	3,00	0,18	
Altura total de estructura (m)	3,3	4,00	0,13	Ta>Tl
Aa (Apéndice A4)	0,25	4,80	0,11	
Av (Apéndice A4)	0,2	5,00	0,10	
Fa (A.2.4-3)	1,3	5,30	0,09	
Fv (A.2.4-4)	2	5,60	0,08	
Periodo aproximado (Ta)		6,00	0,07	
Ct	0,047			
$\alpha$	0,9			
Ta(seg)	0,138			
To	0,123			
Tc	0,591			
Tl	4,800			
Sa	0,894			



Fuente: Elaboración propia en EXCEL

### 5.1.2.8 Capacidad de disipación de energía (Tabla A.3-3)<sup>1</sup>

La estructura se basa en pórticos de concreto reforzado en zona de amenaza sísmica alta por lo cual debe cumplir con Capacidad de Disipación de Energía Especial (DES) lo que significa que  $R_o = 7$

### 5.1.2.9 Irregularidades en la Estructura (A.3.3)<sup>1</sup>

- Irregularidades en Planta (Figura A.3-1)<sup>1</sup>  
Irregularidad tipo 5p – Sistemas no paralelos  $\rightarrow \Phi_p = 0.9$
- Irregularidades en Altura (Figura A.3-2)<sup>1</sup>  
 $\Phi_a = 1.0$
- Redundancia del sistema estructural (A.3.3.8.2)<sup>1</sup>  
 $\Phi_r = 1.0$



- **Coeficiente de capacidad de disipación de energía para ser empleado en el diseño  $R = \Phi_p * \Phi_a * \Phi_r * R_o$**

$$R = 0.9 * 1 * 1 * 7 = 6.3$$

#### 5.1.2.10 Fuerzas sísmicas

Cortante en la Base ( $V_s$ ), se calcula en función de la masa total de la estructura. El peso total de la estructura se indica en la Tabla 2.

Tabla 10. Peso Total de la Estructura.

PESO TOTAL DE ESTRUCTURA	
Elemento	Peso (Kg)
Vigas	8550.00
Columnas	15876.00
Cubierta	5955.43
<b>Wtotal</b>	<b>30381.43</b>

Fuente: Elaboración propia en EXCEL

$$W = \frac{30381.43Kg * 9.81 \frac{m}{s^2}}{1000} = 298.042 \frac{KN}{g}$$

$$V_s = W * S_a = 298.042 * 0.894g = 266.45KN$$

$$E = \frac{V_s}{R} = \frac{266.45}{6.3} = 42.294KN$$

#### 5.1.2.11 Evaluación de la Deriva Máxima (A.6)<sup>1</sup>

El análisis de desplazamientos se realizó con vigas de (0.25x0.25) m y columnas de (0.30x0.30) m, mediante SAP2000 el cual arrojó desplazamientos laterales a nivel de cubierta superiores a los permitidos, por lo tanto, para dar cumplimiento a este requisito se cambió la sección de las columnas a (0.35x0.30) m.

Teniendo en cuenta lo anterior, las nuevas dimensiones de vigas y columnas son de (0.25x0.25) m y (0.35x0.30) m.



En la siguiente tabla se muestran los resultados teniendo en cuenta que la deriva máxima permita es el 1% de la altura de piso, es decir:

$$\Delta_{\max} = 0.01 * 3.3 = 0.033 \text{ m}$$

Tabla 11. Resultados de Desplazamientos

TABLE: Joint Displacements							TABLE: Joint Displacements						
Joint	OutputCase	StepType	Δ1	Δ2	Δ total	Chequeo	Joint	OutputCase	StepType	Δ1	Δ2	Δ total	Chequeo
Text	Text	Text	m	m	m		Text	Text	Text	m	m	m	
7	Envolventederiva	Max	0.000	0.000	0.000	OK	38	Envolventederiva	Max	0.029	0.007	0.030	OK
7	Envolventederiva	Min	0.000	0.000	0.000	OK	38	Envolventederiva	Min	-0.020	0.000	0.020	OK
16	Envolventederiva	Max	0.032	0.008	0.033	REVISAR	39	Envolventederiva	Max	0.000	0.000	0.000	OK
16	Envolventederiva	Min	-0.022	-0.002	0.022	OK	39	Envolventederiva	Min	0.000	0.000	0.000	OK
21	Envolventederiva	Max	0.000	0.000	0.000	OK	40	Envolventederiva	Max	0.029	0.008	0.030	OK
21	Envolventederiva	Min	0.000	0.000	0.000	OK	40	Envolventederiva	Min	-0.020	-0.001	0.020	OK
22	Envolventederiva	Max	0.032	0.008	0.033	OK	41	Envolventederiva	Max	0.000	0.000	0.000	OK
22	Envolventederiva	Min	-0.022	-0.001	0.022	OK	41	Envolventederiva	Min	0.000	0.000	0.000	OK
23	Envolventederiva	Max	0.000	0.000	0.000	OK	42	Envolventederiva	Max	0.029	0.008	0.030	OK
23	Envolventederiva	Min	0.000	0.000	0.000	OK	42	Envolventederiva	Min	-0.020	-0.002	0.020	OK
24	Envolventederiva	Max	0.032	0.008	0.033	OK	44	Envolventederiva	Max	0.029	0.008	0.030	OK
24	Envolventederiva	Min	-0.022	0.000	0.022	OK	44	Envolventederiva	Min	-0.020	-0.001	0.020	OK
25	Envolventederiva	Max	0.000	0.000	0.000	OK	45	Envolventederiva	Max	0.000	0.000	0.000	OK
25	Envolventederiva	Min	0.000	0.000	0.000	OK	45	Envolventederiva	Min	0.000	0.000	0.000	OK
26	Envolventederiva	Max	0.031	0.008	0.032	OK	46	Envolventederiva	Max	0.029	0.008	0.030	OK
26	Envolventederiva	Min	-0.021	-0.002	0.022	OK	46	Envolventederiva	Min	-0.020	-0.002	0.020	OK
27	Envolventederiva	Max	0.000	0.000	0.000	OK	47	Envolventederiva	Max	0.000	0.000	0.000	OK
27	Envolventederiva	Min	0.000	0.000	0.000	OK	47	Envolventederiva	Min	0.000	0.000	0.000	OK
28	Envolventederiva	Max	0.031	0.008	0.032	OK	48	Envolventederiva	Max	0.030	0.008	0.031	OK
28	Envolventederiva	Min	-0.021	-0.001	0.022	OK	48	Envolventederiva	Min	-0.020	-0.001	0.021	OK
29	Envolventederiva	Max	0.000	0.000	0.000	OK	49	Envolventederiva	Max	0.000	0.000	0.000	OK
29	Envolventederiva	Min	0.000	0.000	0.000	OK	49	Envolventederiva	Min	0.000	0.000	0.000	OK
30	Envolventederiva	Max	0.031	0.007	0.032	OK	50	Envolventederiva	Max	0.030	0.008	0.031	OK
30	Envolventederiva	Min	-0.021	0.000	0.021	OK	50	Envolventederiva	Min	-0.020	-0.002	0.021	OK
31	Envolventederiva	Max	0.000	0.000	0.000	OK	51	Envolventederiva	Max	0.000	0.000	0.000	OK
31	Envolventederiva	Min	0.000	0.000	0.000	OK	51	Envolventederiva	Min	0.000	0.000	0.000	OK
32	Envolventederiva	Max	0.030	0.007	0.031	OK	52	Envolventederiva	Max	0.030	0.008	0.031	OK
32	Envolventederiva	Min	-0.021	0.000	0.021	OK	52	Envolventederiva	Min	-0.021	-0.001	0.021	OK
33	Envolventederiva	Max	0.000	0.000	0.000	OK	53	Envolventederiva	Max	0.000	0.000	0.000	OK
33	Envolventederiva	Min	0.000	0.000	0.000	OK	53	Envolventederiva	Min	0.000	0.000	0.000	OK
34	Envolventederiva	Max	0.030	0.007	0.031	OK	54	Envolventederiva	Max	0.030	0.008	0.031	OK
34	Envolventederiva	Min	-0.020	0.000	0.020	OK	54	Envolventederiva	Min	-0.021	-0.002	0.021	OK
35	Envolventederiva	Max	0.000	0.000	0.000	OK	55	Envolventederiva	Max	0.000	0.000	0.000	OK
35	Envolventederiva	Min	0.000	0.000	0.000	OK	55	Envolventederiva	Min	0.000	0.000	0.000	OK
36	Envolventederiva	Max	0.029	0.007	0.030	OK	58	Envolventederiva	Max	0.000	0.000	0.000	OK
36	Envolventederiva	Min	-0.020	0.000	0.020	OK	58	Envolventederiva	Min	0.000	0.000	0.000	OK

Fuente: Tomados de análisis de SAP2000

Las derivas totales se calcularon según ecuación A.6.3-1<sup>1</sup>.



Figura 19. Ecuación A.6.3-1 de la NSR-10 para Derivas Máximas

$$\Delta_{\max}^i = \sqrt{\sum_{j=1}^2 \left( \delta_{\text{tot},j}^i - \delta_{\text{tot},j}^{i-1} \right)^2}$$

Fuente: Tomado de la NSR-10

### 5.1.2.12 Revisión del Periodo fundamental

Se calcula el periodo fundamental de la estructura con la ecuación A.4.2-1<sup>1</sup> de la NSR-10.

Figura 20. Ecuación A.4.2-1 Cálculo de Periodo Fundamental

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i \delta_i^2)}{\sum_{i=1}^n (f_i \delta_i)}}$$

Fuente: Tomado de la NSR-10

Así pues,

$$T = 2 * \pi * \sqrt{\frac{30381.43 * 0.013^2}{266.45 * 13}} = 0.242 \text{ Seg.}$$

El reglamento NSR-10 especifica que el periodo determinado por procedimientos dinámicos no puede ser superior a  $C_u * T_a$ , en donde:

$$C_u = 1.75 - 1.2 * A_v * F_v \geq 1.2; \text{ entonces}$$

$$C_u = 1.75 - 1.2 * 0.2 * 2 = 1.27 \geq 1.2 \rightarrow \text{ok}$$

$$1.27 * 0.138 = 0.175 \text{ Seg.}$$

$T = 0.242 \text{ Seg.}$  es superior a  $C_u * T_a$ , por lo tanto, no cumple con esta condición, entonces el periodo ajustado será 0.175 Seg.



Ahora, se revisa si el periodo ajustado  $T$  difiere en más del 10% del periodo estimado inicialmente  $T_a = 0.138$  Seg., como sigue:

$$\frac{T - T_a}{T_a} \leq 10\% = \frac{0.175 - 0.138}{0.138} = 0.27 = 27\%$$

La NSR-10 estipula que, si la diferencia entre los periodos calculados difiere en más del 10%, debe tomarse como nuevo periodo de diseño el calor obtenido con la ecuación A.4.2-1 o el valor ajustado. Si aplicamos  $T = 0.175$  Seg para realizar los nuevos cálculos, vemos que habrá modificaciones, pues el valor de dicho periodo se mantiene inferior al valor  $T_c = 0.591$  Seg, por tanto, el valor de  $S_a$  es igual.

#### 5.1.2.13 Diseño de elementos estructurales

La estructura se modeló en el Software SAP2000 en el cual se introducen las cargas respectivas para que arroje los resultados productos del análisis. Con estos resultados, se procede a determinar Fuerzas Cortantes Máximas y Momentos máximos para realizar el diseño de los elementos más críticos. En la siguiente tabla se muestran los elementos críticos con sus respectivas cargas.

- **Diseño de vigas (0.25x0.25) m**

Tabla 12. Fuerzas en los elementos más críticos

TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	StepType	P	V2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
3	0	Envolventediseño	Min	-4.686	-25.943	-27.7185
52	0	Envolventediseño	Max	4.623	-1.107	1.1035
52	0	Envolventediseño	Min	-24.718	-13.172	-21.6934
53	0	Envolventediseño	Max	1.282	12.754	28.6144
54	3.60373	Envolventediseño	Min	-6.001	-1.56	-33.3299
55	1.57	Envolventediseño	Max	-0.016	35.903	1.1179

Max (+)	4.623	35.903	28.6144
Max (-)	-24.718	-25.943	-33.3299

Fuente: Tomado de análisis SAP2000



Los elementos se comportarán como viga si:

$$P_u \leq 0.10 * F'c * A_g \rightarrow 0.10 * (21 * 10^3) \frac{KN}{m^2} * (0.25 * 0.25)m^2 = 131.25KN$$

$$24.718KN < 78.8KN \rightarrow OK$$

- Suponemos  $d = 25 - 5 = 20$  cm
- Condiciones de diseño  $M_u = \phi M_n$ ; Suponiendo  $\phi = 0.90$ , Falla por tracción y SCT
- Para  $M_{max} (+)$

$$28.61KN * m = 0.9 * (420 * 10^3) \frac{KN}{m^2} * A_{s_{req}} * \left( 0.20m - \frac{0.59 * A_{s_{req}} * 420}{21 * 0.25m} \right)$$

$$A_{s_{req}} = 0.000420 m^2 = 4.20 cm^2$$

$$A_{s_{min}} = 0.0033 * b * d = 0.0033 * 25cm * 20cm = 1.65 cm^2$$

$$A_{s_{max}} = 0.01366 * b * d = 0.01366 * 25cm * 20cm = 6.83 cm^2$$

$$A_{s_{min}} < A_{s_{req}} < A_{s_{max}} \rightarrow OK$$

$$A_{s_{sumministrado}} = \text{Probar con barras } N^{\circ}5 = 1.979 cm^2$$

$$\#barras = \frac{4.20 cm^2}{1.979 cm^2} = 2.12 = 3N^{\circ}5$$

$$S_{max} = \begin{cases} 3 * h \\ 450mm \end{cases} = \begin{cases} 3 * 0.25m \\ 0.45m \end{cases} = \begin{cases} 0.75m \\ 0.45m \end{cases} = S_{max} = 0.45m$$

**Para  $M_{u_{max}(+)}$  usar  $1N^{\circ}6 + 1N^{\circ}5 = 4.86cm^2$**

- Para  $M_{max} (-)$

$$33.33KN * m = 0.9 * (420 * 10^3) \frac{KN}{m^2} * A_{s_{req}} * \left( 0.20m - \frac{0.59 * A_{s_{req}} * 420}{21 * 0.25m} \right)$$

$$A_{s_{req}} = 0.0004998 m^2 = 5 cm^2$$

$$A_{s_{min}} < A_{s_{req}} < A_{s_{max}} \rightarrow OK$$



**Para  $Mu_{max(-)}$  usar  $2N^{\circ}6 = 5.7cm^2$**

- Chequeo por Cortante**

$$Vu_{max(+)} = 35.903KN$$

$$Vu_{max(-)} = 25.943KN$$

- Resistencia de cortante del concreto  $\phi Vc$

$$\phi Vc = 0.75 * 0.17 * \sqrt{F'c} * b * d$$

$$\phi Vc = 0.75 * 0.17 * \sqrt{21} * 10^3 * 0.25 * 0.20 = 29.21KN$$

$$\phi Vc < Vu_d \rightarrow \text{Requiere refuerzo transversal}$$

$$\phi V_s = 35.903KN - 29.21KN = 6.693KN$$

$$Av_{min} = 0.062 * \sqrt{F'c} * \frac{b * S}{F_{yt}} \geq \frac{0.35 * b * S}{F_{yt}}$$

Si suponemos barras  $N^{\circ}3$  que su  $As = 0.71cm^2$

$$0.000071m^2 = 0.062 * \sqrt{21} * 10^3 * \frac{0.25m * S_{max1}}{420 * 10^3} \rightarrow S_{max1} = 0.42m$$

$$0.000071m^2 = \frac{0.35 * 0.25m * S_{max2}}{420} \rightarrow S_{max2} = 0.34m$$

$$S_{max1} > S_{max2} \rightarrow S = 0.34m$$

Luego como;

$$\phi V_s = \frac{Av_t * F_{yt} * d}{S} \rightarrow 6.693 = \frac{Av_t * 420 * 10^3 * 0.25}{0.34}$$

$$Av_{trequerido} = 0.00002167m^2 = 0.217cm^2$$

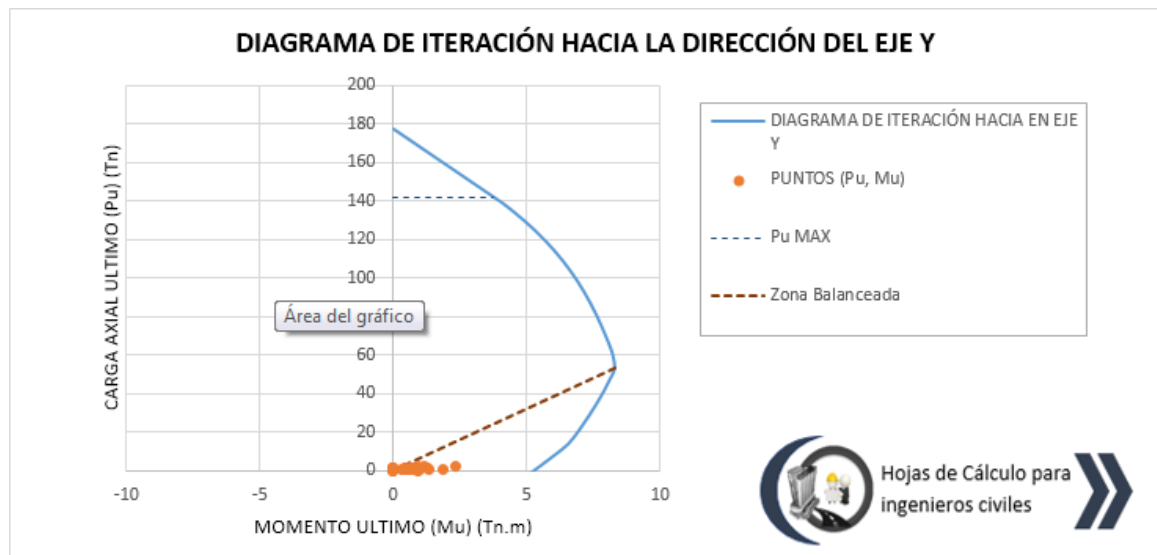
$$S_{max} = \begin{cases} 16 * d_{long} \\ 48db_{trans} \\ \text{menor entre } bw \text{ y } h \end{cases} = \begin{cases} 16 * 1.59 \\ 48 * 0.95 \\ 25 \end{cases} = \begin{cases} 25.4cm \\ 45.7cm \\ 25cm \end{cases} = S_{max} = 0.25m$$

**Para Cortante usar  $N^{\circ}3$  cada 25cm**

- **Diseño de columnas (0.35x0.35) m**

Se diseñan con las envolventes de las combinaciones de diseño utilizando el Método de la superficie de Falla con interacción de flexo compresión biaxial. Para ello, se sacan las fuerzas actuantes del análisis realizado en SAP200, posteriormente, se utiliza una hoja de cálculo desarrollada por el Ingeniero Danilo Saavedra Oré y publicada en el Blog Oficial de *HOJAS DE CALCULO Y PROGRAMAS PARA INGENIEROS CIVILES*<sup>5</sup> para calcular el diagrama de iteraciones que permite revisar la capacidad de la sección de las columnas, verificando que todas las sollicitaciones de  $M_u$  y  $P_u$  estén dentro de la resistencia de diseño. En las siguientes figuras se puede observar los resultados obtenidos tanto para la dirección del eje X y eje Y.

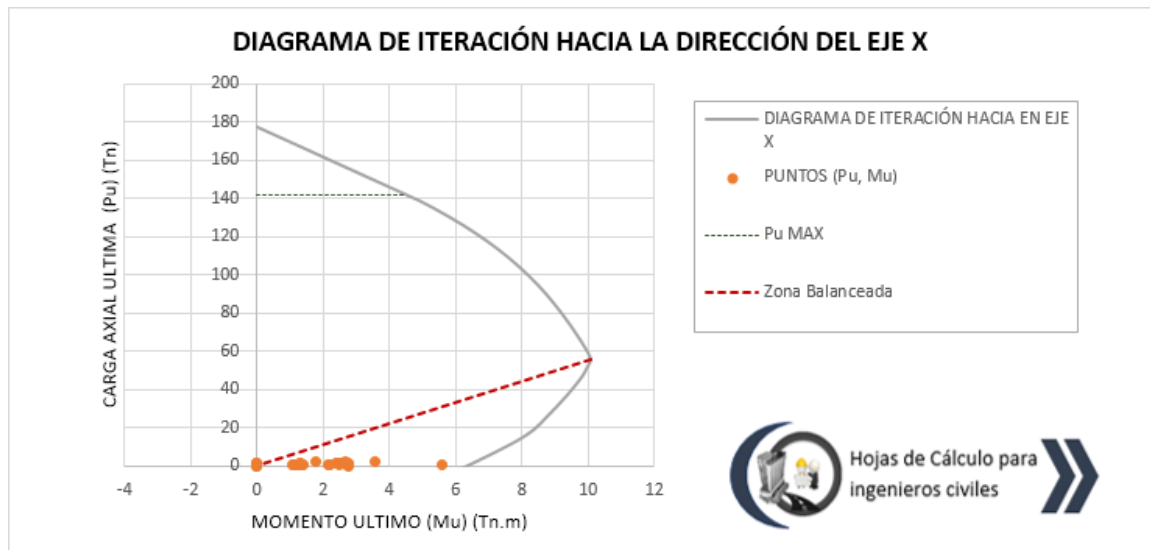
Figura 21. Diagrama de Iteraciones sobre eje Y



Fuente: Resultado de análisis hoja de cálculos para Ingenieros Civiles

<sup>5</sup> <http://Excel-ingenieria-civil.blogspot.com/>

Figura 22. Diagrama de Iteraciones sobre eje X



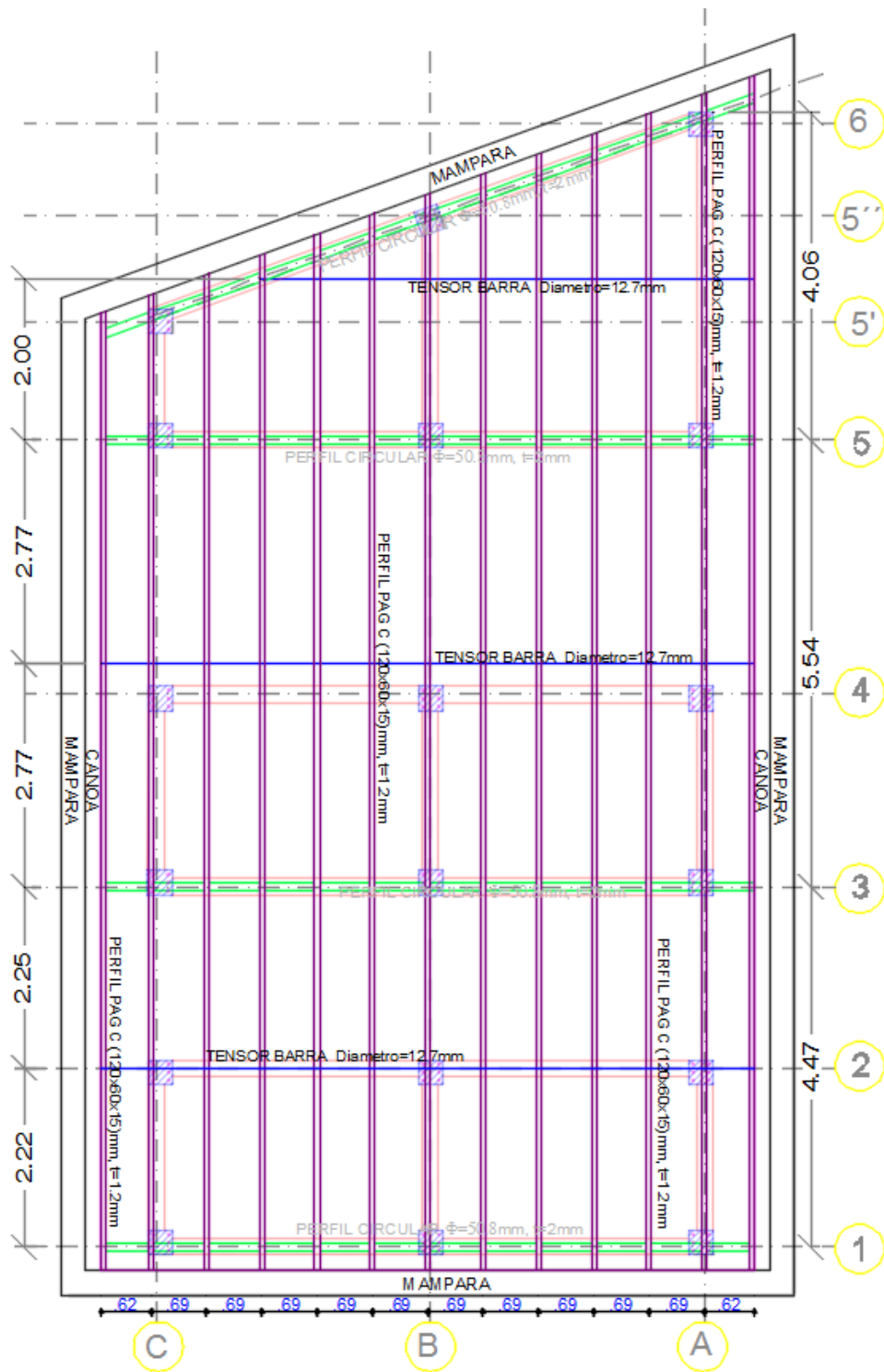
Fuente: Resultado de análisis hoja de cálculos para Ingenieros Civiles

Se puede observar en los diagramas que todas las combinaciones de  $P_u$  y  $M_u$ , permanecen dentro de la capacidad de las columnas. Por lo tanto, se puede concluir que la sección de las columnas y refuerzos de acero asignados, son suficientes para resistir las cargas.

#### 5.1.2.14 Diseño de la cubierta

El diseño de la cubierta para los casetones, sigue el mismo procedimiento usado para el diseño de la cubierta del polideportivo. En la siguiente Figura se muestra la cubierta que se diseñó para los casetones.

Figura 23. Vista en planta de cubierta



Fuente: Tomado de planos Estructurales

Tabla 13. Resultado de diseño Celosía

Celosía			
P= 20.19KN a Tensión			
Sección asignada: Perfil circular de $\Theta= (2)$ in y t= (10/127) in Tomada del Catalogo Aceros COLMENA			
DATOS			
E=	200000	Mpa	
Fy=	325.00	Mpa	
Fu=	428.00	Mpa	
Yg=	0.0205	m	
L=	0.6878	m	
k=	1		
$\Theta_{ext}$ =	0.0599	m	
$\Theta_{int}$ =	0.0559		
t	0.002	m	
$\Theta/t$ =	29.95		
Ag=	0.000364	m <sup>2</sup>	
P=	20.19	KN	
Estado Límite de Fluencia por Tensión			$\phi_t$ = 0.9
Pn=	106410.46		N
Estado Límite de Rotura por Tensión			$\phi_t$ = 0.75
An=Ag	0.000364	m <sup>2</sup>	Para elementos conectados por soldadura
U=	1		
Ae=	0.000364	m <sup>2</sup>	
Pu=	116778.65	N	
Cálculo de la resistencia nominal ( $\phi_t P_n$ )			$\phi_t$ = 0.9
Pn=	106410.46	Mpa	
D/C=	0.19	OK	

Tabla 14. Resultado de diseño Correas

CORREAS			
P= 15.82KN a Compresión			
Sección asignada: Perfil circular de $\Theta= (2)$ in y t= (10/127) in Tomada del Catalogo Aceros COLMENA			
DATOS			
E=	200000	Mpa	
Fy=	325.00	Mpa	
Yg=	0.0205	m	
L=	0.7681	m	
Lb=	-		
k=	1		
$\Theta_{ext}$ =	0.0599	m	
$\Theta_{int}$ =	0.0559		
t	0.002	m	
$\Theta/t$ =	29.95		
Ag=	0.000364	m <sup>2</sup>	
P=	15.82	KN	
¿La sección tiene elementos esbeltos?			
( $\lambda_r$ )=	34.73	$\Theta/t$ VS $\lambda_r$	Sección no esbelta
RE=	37.47	VS	97.12
Cálculo de Factor de Reducción (Q=Qa)			
Q=	1.45		Para secciones esbeltas
Cálculo de la resistencia nominal ( $\phi_c P_n$ )			$\phi_c$ = 0.9
Fe=	1406.05	Mpa	
Fcr=	295.0308855	Mpa	
$\phi_c P_n$ =	96598.06	N	
D/C=	0.16	OK	

Fuente: Elaboración propia

### 5.1.2.15 Diseño de Elementos no estructurales

Los elementos no estructurales, en este caso, muros en mampostería, se diseñan según lo establecido en el Título A, Capítulo A9 de la NSR-10. Se recomienda usar ladrillo Prensado Liviano No 6 (24.5x12x6) cm con  $F'c = 25$  Mpa.

- Grado de desempeño (A.9.2)<sup>1</sup>  
 Grupo de uso II → Grado de desempeño Bueno (Tabla A.9.2-1)<sup>1</sup>
- El criterio de diseño general es separar los muros de la estructura.
- Fuerza sísmica de diseño (A.9.4)<sup>1</sup>





Se deben calcular utilizando la ecuación (A.9.4-1) de la NSR-10

$$F_p = \frac{a_x a_p}{R_p} g M_p \geq \frac{A_a I}{2} g M_p$$

Donde

- ❖ Aceleración en el punto de soporte del elemento  $a_x$  se calcula con la ecuación (A.9.4.2.1)<sup>1</sup>

$$a_x = A_s + \frac{(S_a - A_s) h_x}{h_{eq}} \quad h_x \leq h_{eq}$$

$$a_x = S_a \frac{h_x}{h_{eq}} \quad h_x \geq h_{eq}$$

- ❖  $h_{eq} = 0.75 * h_n = 0.75 * 3.25m = 2.44 m$
- ❖  $S_a = 0.894 g$  (**Espectro de diseño**)
- ❖  $A_s = A_a * F_a * I = 0.25 * 1.3 * 1.10 = 0.358$  (**Espectro de diseño**)
- ❖  $h_x = 0 m$
- ❖  $R_p = 1.5$  (**A.9.4.9**)<sup>1</sup>
- ❖  $a_p = 1.0 \rightarrow$  Muros divisorios en corredores de áreas públicas (**Tabla A.9.5-1**)<sup>1</sup>
- ❖  $g = 9.81 m/s^2$
- ❖  $M_p = (0.06 * 2.65)m^2 * 1.25 * 18 \frac{KN}{m^2} = 3.58 \frac{KN}{m}$

Así pues;

$$h_x = 0 m < h_{eq} = 2.44 m$$

Luego

$$a_x = 0.358 + \frac{(0.894 - 0.358) * 0}{2.44} = 0.358 g$$

$$F_{p1} = \frac{0.358 * 1.0}{1.5} * 3.58 = 0.85 \frac{KN}{m}$$

$$F_{p2} = \frac{0.25 * 1.10}{2} * 3.58 = 0.49$$

$$F_{p1} > F_{p2} \rightarrow OK$$

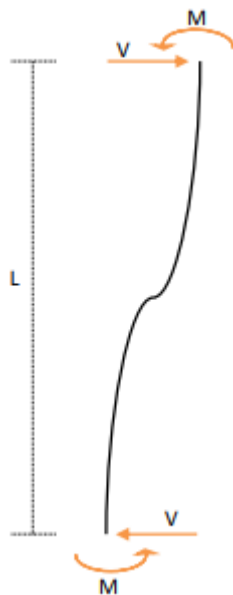
Se calcula el momento producido por la fuerza en los extremos del muro por metro lineal de longitud:

$$M = \frac{0.85 * 2.65^2}{8} = 0.746KN * m$$

Se obtiene también la fuerza cortante por metro lineal de longitud:

$$V = \frac{0.85 * 2.65}{2} = 1.126KN$$

Los muros se separan de la estructura de la edificación 1.5 cm en el extremo superior lo cual comprende la colocación de un elemento aislante para la varilla para que tenga una longitud libre mayor y permita una deformación lateral pero que continúe soportando el muro. Así, la situación de la varilla es la siguiente:



$$2M = VL$$

$$M = \frac{VL}{2} \quad (1)$$

$$\text{Luego } \sigma = \frac{M * c}{I} \quad (2): c = \frac{D}{2} \quad (3)$$

$$\text{Para una varilla } I = \frac{\pi * D^4}{64} \quad (4)$$

Reemplazamos las ecuaciones 1, 3 y 4 en 2 y despejamos V para obtener:

$$V = \frac{\sigma * \pi * D^3}{16 * L}$$

Para acero  $\sigma = 420 \frac{N}{mm^2}$  y suponiendo  $L = 10cm$  tenemos que la resistencia al corte de una barra N2 es:

$$V = \frac{420 \frac{N}{mm^2} * \pi * 6.35^3 mm^3}{16 * 100mm} = 67.21N = 0.06KN$$

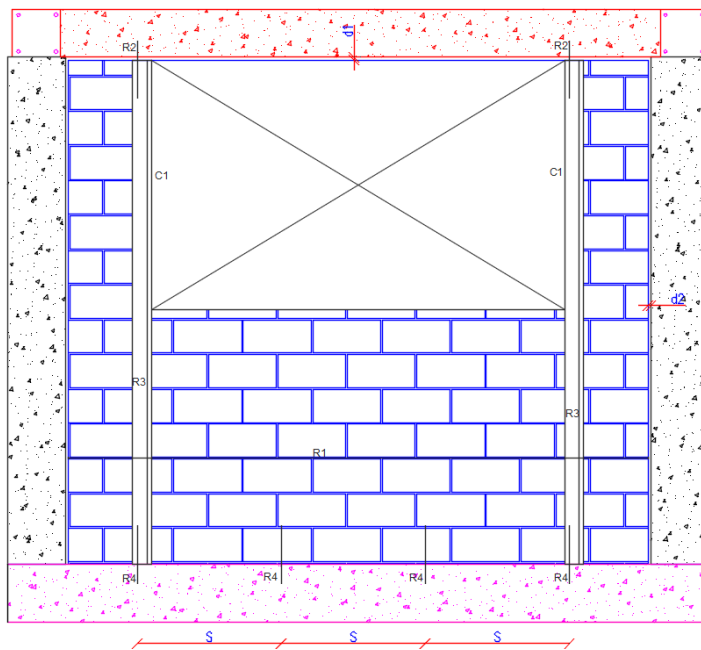
Para una barra N6

$$V = \frac{420 \frac{N}{mm^2} * \pi * 19.05^3 mm^3}{16 * 100mm} = 1814.7N = 1.81KN$$

**En consecuencia, necesitamos un elemento de conexión de barra N6 en el extremo superior por metro lineal de muro.**

En la siguiente figura, se presentan los detalles para los muros no estructurales:

Figura 24. Detalles de Muros no estructurales



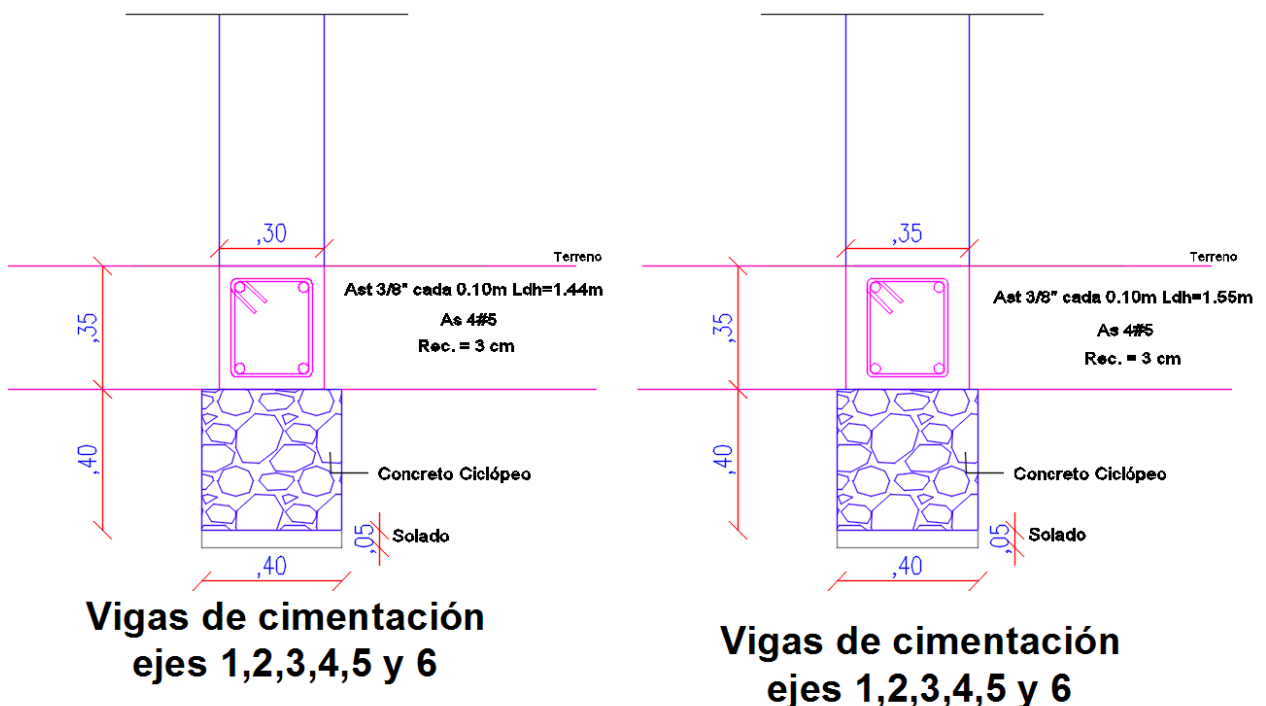
- S 0.75 m una barra por metro
- R1 2 diámetro 4mm c/4 hiladas
- R2 1 N6 L=30cm anclada 10cm con resina epóxica
- R3 1 N3 L= luz libre - 5cm
- R4 1 N3 L=30cm anclada 10cm con resina epóxica
- d1 Dilatación 1.5cm dejar icopor o similar de 1.5cm
- d2 Dilatación 1.5cm dejar icopor o similar de 1.5cm
- C1 Columneta de (10x6) cm

Fuente: Tomado de planos Estructurales

### 5.1.2.16 Diseño de Cimentación

La cimentación esta compuesta por un sistema reticular que configuran anillos rectangulares en planta de vigas de concreto reforzado que transmitirán las cargas de la superestructura al suelo en forma equilibrada. Las vigas estarán sobre un pedestal en concreto ciclópeo para darle mucha más estabilidad a la edificación. Como en procedimientos anteriores, se diseña el tramo de viga con solicitaciones más críticas. El tramo en cuestión, se analizó en SAP2000 introduciendo las solicitaciones actuantes previamente calculadas, posteriormente, se toman los resultados para realizar el chequeo de las secciones y refuerzos suministrados. En la siguiente figura se muestra las secciones asignadas y el refuerzo.

Figura 25. Detalle de vigas de cimentación



Fuente: Tomado de planos Estructurales

El procedimiento de chequeo se realizó con hoja de calculo de Excel para diseño del refuerzo de acero, la hoja de cálculo fue desarrollada por el



Ingeniero Danilo Saavedra Oré, de Per. La hoja de Excel fue tomada del Blog oficial *HOJAS DE CALCULO Y PROGRAMA PARA INGENIEROS*<sup>5</sup>. Además, permite exportar los resultados a un informe PDF, este se muestra en el **ANEZO 2 – RESULTADOS CHEQUEO DE CIMENTACION PARA CASETONES**. Cabe mencionar que el chequeo dio resultados admisibles.

## 5.2. Proyecto de infraestructura como bandera de la reparación colectiva y plan salvaguarda en la comunidad de Kizgo – municipio de Silvia.

Este proyecto abarca la siguiente infraestructura:

- Quiosco Cultural Espiritual.
- Laboratorios de Física y Química.
- Centro Agroindustrial – Centro de acopio y transformación de leche.
- Centro Agroindustrial – Centro de acopio de Hortalizas y Frutas.
- Polideportivo multifuncional.
- Casa de la Justicia.
- Institución Educativa

De los anteriores, corresponde al estudiante realizar como actividad principal, una serie de recomendaciones sobre lo que sería el diseño estructural de la Institución Educativa. La razón por la cual se realizan las recomendaciones, es porque la comunidad beneficiada no contaba con recursos para realizar un estudio de suelos del sitio, siendo éste un factor clave para la realización del diseño estructural, no obstante, nos limitamos a realizar recomendaciones sobre el diseño de la estructura como tal y no a nivel de cimentaciones. A continuación, se consignan las siguientes recomendaciones:

- Se deberá realizar un Estudio Geotécnico según Título H de la Norma Sismo Resistente de 2010, con el fin de determinar las características del terreno para poder definir el tipo de cimentación apropiada conociendo las características físicas y mecánicas.
- Teniendo en cuenta que la institución se construirá para una comunidad indígena, uno de los requerimientos, es tratar de plasmar su cosmología en la estructura, dando como resultado una concepción estructural con



bastantes irregularidades las cuales se deberán tener muy en cuenta para el diseño sismo resistente al tratarse de una edificación de ocupación especial.

- En el **ANEXO 3 - Plano Arquitectónico Institución educativa Municipio Silvia**, se logra observar la cercanía de dos riachuelos, por lo que se deberá estudiar la influencia de fenómenos sobre la estructura como, por ejemplo, Licuefacción, inundaciones, inestabilidad de taludes, entre otros.
- Al tratarse de una estructura de solo un piso, por economía, podría pensarse en un sistema estructural aporticado con muros en mampostería simple, haciendo las columnas con la misma área transversal circular, acorde al diseño arquitectónico global. Tener sumo cuidado en el sistema constructivo de las vigas y muros arqueados ya que presentan mayores dificultades constructivas.



## 6. CONCLUSIONES

- Durante el avance de la práctica profesional, se estuvo rodeado de personal calificado en el área de Ingeniería Civil, lo que contribuye al aprendizaje de elementos importantes en la formación profesional y personal, interactuando y dialogando para tomar decisiones conjuntas.
- La práctica profesional refuerza y aclara muchos de los conceptos teóricos vistos en la academia, los cuales son y serán fundamentales para la ejecución de la Ingeniería Civil, además, se adquiere experiencia laboral dentro de un ambiente real.
- Con el desarrollo de la pasantía, se comprende el grado de responsabilidad que se tiene en los diseños de los diferentes elementos que componen una edificación, presumiendo que, si un elemento figura en un plano o memoria de cálculo, es porque se han tomado las medidas necesarias para cumplir los reglamentos vigentes y por lo tanto el profesional diseñador es responsable de dichos diseños. Por lo tanto, agrega criterio y convicción personal.
- Con el Programa Fe en Colombia, se reforzó el conocimiento con respecto a la parte social de la Ingeniería, al tratarse de comunidades vulneradas, tienen necesidades específicas la cuales se logran conocer al interactuar con ellas, así mismo, para representar, por ejemplo, su cultura con la infraestructura, como es el caso de la institución educativa de Kizgo, se logra de la misma manera, interactuando la comunidad.
- Con La adecuación del Parque Principal del Municipio de El Palo y el Municipio de Silvia, se logra materializar el objetivo principal de la Pasantía, haciendo que sea posible para las comunidades satisfacer necesidades específicas.



## 7. REFERENCIAS

- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR – 10
- Página Oficial del Ejército Nacional de Colombia <https://www.ejercito.mil.co/>
- Diseño de Estructuras de Acero, Quinta Edición, Jack C. McCORMAC, Stephen F. Csernak, Editorial Alfaomega, 2012.
- Concreto Armado 2, Universidad del Cauca, Roger Ortega C.
- Página Oficial Software Arquimet <https://www.arquimet.com/>
- Blog Oficial Hojas de calculo para ingenieros <http://excel-ingenieria-civil.blogspot.com/>





## 8. ANEXOS

### ANEXO 1 - Cargas en los elementos de la Estructura – Polideportivo (Medio Magnético)

## ANEXO 1 - Cargas en los elementos de la estructura del Polideportivo

TABLE: Element Forces - Frames							TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	Case	Type	P	M2	M3	Frame	Station	OutputCase	StepType	P	M2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN-m	KN-m	Text	m	Text	Text	KN	KN-m	KN-m
145	0.00	Envolvente	Max	9.686	0.128	0.068	155	1.41	Envolvente	Max	30.079	-0.009	0.070
145	0.44	Envolvente	Max	9.658	0.038	0.009	155	0.00	Envolvente	Min	-13.472	0.010	-0.021
145	0.87	Envolvente	Max	9.629	-0.013	0.149	155	0.71	Envolvente	Min	-13.455	-0.005	0.000
145	0.00	Envolvente	Min	-4.919	0.079	-0.132	155	1.41	Envolvente	Min	-13.439	-0.026	-0.008
145	0.44	Envolvente	Min	-4.940	0.013	-0.005	156	0.00	Envolvente	Max	14.504	0.110	0.342
145	0.87	Envolvente	Min	-4.961	-0.077	-0.079	156	0.62	Envolvente	Max	14.474	0.068	0.028
146	0.00	Envolvente	Max	9.315	0.093	0.330	156	1.24	Envolvente	Max	14.444	0.027	0.104
146	0.72	Envolvente	Max	9.335	0.049	0.174	156	0.00	Envolvente	Min	-37.370	0.068	-0.154
146	1.43	Envolvente	Max	9.356	0.005	0.012	156	0.62	Envolvente	Min	-37.410	0.039	-0.025
146	0.00	Envolvente	Min	-3.441	0.049	-0.178	156	1.24	Envolvente	Min	-37.450	0.011	-0.320
146	0.72	Envolvente	Min	-3.420	0.026	-0.104	157	0.00	Envolvente	Max	35.947	0.011	0.004
146	1.43	Envolvente	Min	-3.399	0.003	-0.052	157	0.71	Envolvente	Max	35.972	0.024	0.025
147	0.00	Envolvente	Max	3.339	0.011	0.032	157	1.43	Envolvente	Max	35.996	0.038	0.026
147	0.48	Envolvente	Max	3.316	0.015	0.064	157	0.00	Envolvente	Min	-12.123	-0.001	-0.041
147	0.96	Envolvente	Max	3.292	0.028	0.406	157	0.71	Envolvente	Min	-12.105	0.011	-0.014
147	0.00	Envolvente	Min	-13.922	-0.017	-0.285	157	1.43	Envolvente	Min	-12.087	0.022	-0.025
147	0.48	Envolvente	Min	-13.953	0.003	-0.054	158	0.00	Envolvente	Max	2.746	0.005	0.075
147	0.96	Envolvente	Min	-13.984	0.017	-0.140	158	0.42	Envolvente	Max	2.746	0.000	0.015
148	0.00	Envolvente	Max	13.883	0.018	0.155	158	0.84	Envolvente	Max	2.746	-0.004	0.130
148	0.54	Envolvente	Max	13.857	0.024	0.034	158	1.27	Envolvente	Max	2.746	-0.008	0.237
148	1.08	Envolvente	Max	13.831	0.032	0.404	158	1.69	Envolvente	Max	2.746	-0.012	0.333
148	0.00	Envolvente	Min	-24.686	0.006	-0.341	158	0.00	Envolvente	Min	-11.020	0.002	-0.120
148	0.54	Envolvente	Min	-24.721	0.012	-0.042	158	0.42	Envolvente	Min	-11.020	-0.004	-0.001
148	1.08	Envolvente	Min	-24.756	0.019	-0.239	158	0.84	Envolvente	Min	-11.020	-0.010	-0.085
149	0.00	Envolvente	Max	32.275	0.000	0.016	158	1.27	Envolvente	Min	-11.020	-0.017	-0.178
149	0.71	Envolvente	Max	32.300	-0.011	0.018	158	1.69	Envolvente	Min	-11.020	-0.023	-0.280
149	1.43	Envolvente	Max	32.324	-0.022	0.026	159	0.00	Envolvente	Max	10.253	-0.002	0.218
149	0.00	Envolvente	Min	-23.264	-0.013	-0.036	159	0.50	Envolvente	Max	10.235	0.005	0.203
149	0.71	Envolvente	Min	-23.246	-0.024	-0.014	159	1.01	Envolvente	Max	10.216	0.023	0.914
149	1.43	Envolvente	Min	-23.227	-0.038	-0.055	159	0.00	Envolvente	Min	-11.668	-0.014	-0.519
150	0.00	Envolvente	Max	23.350	0.110	0.194	159	0.50	Envolvente	Min	-11.693	-0.007	-0.073
150	0.62	Envolvente	Max	23.320	0.068	0.009	159	1.01	Envolvente	Min	-11.719	-0.011	-0.372
150	1.24	Envolvente	Max	23.290	0.030	0.284	160	0.00	Envolvente	Max	15.713	0.047	0.529
150	0.00	Envolvente	Min	-34.406	0.067	-0.328	160	0.72	Envolvente	Max	15.678	0.047	0.046
150	0.62	Envolvente	Min	-34.446	0.040	-0.028	160	1.45	Envolvente	Max	15.643	0.048	0.331
150	1.24	Envolvente	Min	-34.486	0.012	-0.212	160	0.00	Envolvente	Min	-48.098	0.025	-0.238
151	0.00	Envolvente	Max	28.845	-0.020	0.427	160	0.72	Envolvente	Min	-48.145	0.027	-0.109
151	0.74	Envolvente	Max	28.874	-0.017	0.078	160	1.45	Envolvente	Min	-48.191	0.030	-0.746
151	1.48	Envolvente	Max	28.903	-0.014	0.331	161	0.00	Envolvente	Max	18.945	-0.003	0.050
151	0.00	Envolvente	Min	-23.772	-0.034	-0.693	161	0.71	Envolvente	Max	18.925	0.001	0.114
151	0.74	Envolvente	Min	-23.751	-0.035	-0.171	161	1.42	Envolvente	Max	18.904	0.004	0.148
151	1.48	Envolvente	Min	-23.729	-0.037	-0.292	161	0.00	Envolvente	Min	-13.841	-0.009	-0.009
152	0.00	Envolvente	Max	23.254	0.025	0.670	161	0.71	Envolvente	Min	-13.856	-0.005	-0.013
152	0.81	Envolvente	Max	23.290	0.027	0.214	161	1.42	Envolvente	Min	-13.872	0.000	-0.047
152	1.62	Envolvente	Max	23.326	0.038	0.074	162	0.00	Envolvente	Max	31.910	0.047	0.303
152	0.00	Envolvente	Min	-44.183	-0.009	-0.314	162	0.72	Envolvente	Max	31.875	0.047	0.101
152	0.81	Envolvente	Min	-44.135	0.009	-0.114	162	1.45	Envolvente	Max	31.840	0.048	0.708
152	1.62	Envolvente	Min	-44.088	0.023	-0.261	162	0.00	Envolvente	Min	-42.780	0.026	-0.505
153	0.00	Envolvente	Max	7.457	-0.048	0.323	162	0.72	Envolvente	Min	-42.827	0.028	-0.068
153	0.72	Envolvente	Max	7.478	-0.025	0.185	162	1.45	Envolvente	Min	-42.874	0.030	-0.440
153	1.43	Envolvente	Max	7.499	-0.003	0.030	163	0.00	Envolvente	Max	28.669	-0.008	0.049
153	0.00	Envolvente	Min	-12.389	-0.093	-0.194	163	0.71	Envolvente	Max	28.647	0.000	0.047
153	0.72	Envolvente	Min	-12.374	-0.049	-0.071	163	1.41	Envolvente	Max	28.625	0.016	0.028
153	1.43	Envolvente	Min	-12.358	-0.005	-0.019	163	0.00	Envolvente	Min	-17.435	-0.025	-0.073
154	0.00	Envolvente	Max	12.938	0.017	0.327	163	0.71	Envolvente	Min	-17.451	-0.006	-0.046
154	0.54	Envolvente	Max	12.912	0.024	0.003	163	1.41	Envolvente	Min	-17.468	0.008	-0.041
154	1.08	Envolvente	Max	12.885	0.032	0.200	164	0.00	Envolvente	Max	46.633	-0.032	1.609
154	0.00	Envolvente	Min	-25.083	0.006	-0.194	164	0.52	Envolvente	Max	46.619	-0.013	0.157
154	0.54	Envolvente	Min	-25.118	0.013	-0.047	164	1.03	Envolvente	Max	46.605	0.011	1.061
154	1.08	Envolvente	Min	-25.153	0.020	-0.419	164	0.00	Envolvente	Min	-88.970	-0.054	-0.757
155	0.00	Envolvente	Max	30.034	0.016	0.028	164	0.52	Envolvente	Min	-88.989	-0.021	-0.197
155	0.71	Envolvente	Max	30.056	0.001	0.060	164	1.03	Envolvente	Min	-89.007	0.006	-2.001
165	0.00	Envolvente	Max	46.613	0.009	1.061	175	1.69	Envolvente	Max	90.782	-0.039	1.162

## ANEXO 1 - Cargas en los elementos de la estructura del Polideportivo

TABLE: Element Forces - Frames							TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	Case	Type	P	M2	M3	Frame	Station	OutputCase	StepType	P	M2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN-m	KN-m	Text	m	Text	Text	KN	KN-m	KN-m
165	0.52	Envolvente	Max	46.598	0.041	0.277	175	0.00	Envolvente	Min	-145.304	-0.021	-0.927
165	1.03	Envolvente	Max	46.582	0.073	0.754	175	0.84	Envolvente	Min	-145.564	-0.073	-0.088
165	0.00	Envolvente	Min	-89.037	0.004	-2.001	175	1.69	Envolvente	Min	-145.823	-0.129	-0.774
165	0.52	Envolvente	Min	-89.058	0.023	-0.624	176	0.00	Envolvente	Max	56.028	0.040	0.371
165	1.03	Envolvente	Min	-89.078	0.042	-0.518	176	0.84	Envolvente	Max	55.834	0.013	0.595
166	0.00	Envolvente	Max	21.823	-0.030	0.356	176	1.69	Envolvente	Max	55.639	-0.010	1.201
166	0.68	Envolvente	Max	21.810	-0.025	0.055	176	0.00	Envolvente	Min	-72.282	-0.013	-0.677
166	1.36	Envolvente	Max	21.796	-0.014	0.159	176	0.84	Envolvente	Min	-72.541	-0.018	-0.787
166	0.00	Envolvente	Min	-22.445	-0.052	-0.114	176	1.69	Envolvente	Min	-72.800	-0.027	-1.378
166	0.68	Envolvente	Min	-22.463	-0.040	-0.017	177	0.00	Envolvente	Max	49.438	0.018	2.637
166	1.36	Envolvente	Min	-22.481	-0.028	-0.282	177	0.84	Envolvente	Max	49.244	-0.007	1.265
167	0.00	Envolvente	Max	34.728	-0.041	0.084	177	1.68	Envolvente	Max	49.051	-0.020	6.472
167	0.70	Envolvente	Max	34.712	-0.016	0.119	177	0.00	Envolvente	Min	-57.605	-0.006	-4.781
167	1.39	Envolvente	Max	34.695	0.021	0.134	177	0.84	Envolvente	Min	-57.863	-0.016	-0.547
167	0.00	Envolvente	Min	-50.902	-0.070	-0.040	177	1.68	Envolvente	Min	-58.121	-0.039	-2.613
167	0.70	Envolvente	Min	-50.924	-0.026	-0.023	178	0.00	Envolvente	Max	11.131	0.032	1.316
167	1.39	Envolvente	Min	-50.946	0.010	-0.118	178	0.84	Envolvente	Max	10.871	0.040	0.392
168	0.00	Envolvente	Max	5.473	-0.013	0.115	178	1.67	Envolvente	Max	10.612	0.048	0.175
168	0.68	Envolvente	Max	5.487	-0.025	0.055	178	0.00	Envolvente	Min	-14.815	-0.038	-0.921
168	1.36	Envolvente	Max	5.500	-0.030	0.312	178	0.84	Envolvente	Min	-15.010	-0.022	-0.371
168	0.00	Envolvente	Min	-23.724	-0.027	-0.297	178	1.67	Envolvente	Min	-15.204	-0.005	-0.551
168	0.68	Envolvente	Min	-23.706	-0.040	-0.057	179	0.00	Envolvente	Max	7.629	0.017	0.730
168	1.36	Envolvente	Min	-23.688	-0.052	-0.248	179	0.84	Envolvente	Max	7.370	0.030	1.193
169	0.00	Envolvente	Max	46.801	0.073	0.813	179	1.67	Envolvente	Max	7.110	0.043	1.995
169	0.52	Envolvente	Max	46.816	0.041	0.366	179	0.00	Envolvente	Min	-13.014	-0.024	-0.641
169	1.03	Envolvente	Max	46.832	0.008	1.066	179	0.84	Envolvente	Min	-13.208	-0.012	-0.494
169	0.00	Envolvente	Min	-88.980	0.042	-0.344	179	1.67	Envolvente	Min	-13.403	-0.001	-0.351
169	0.52	Envolvente	Min	-88.959	0.023	-0.592	180	0.00	Envolvente	Max	59.214	-0.007	4.941
169	1.03	Envolvente	Min	-88.939	0.004	-1.999	180	0.83	Envolvente	Max	59.020	0.008	1.155
170	0.00	Envolvente	Max	46.812	0.011	1.066	180	1.66	Envolvente	Max	58.827	0.026	4.680
170	0.52	Envolvente	Max	46.826	-0.013	0.071	180	0.00	Envolvente	Min	-99.893	-0.026	-2.375
170	1.03	Envolvente	Max	46.840	-0.033	1.545	180	0.83	Envolvente	Min	-100.151	-0.005	-1.822
170	0.00	Envolvente	Min	-88.914	0.006	-1.999	180	1.66	Envolvente	Min	-100.409	0.012	-7.346
170	0.52	Envolvente	Min	-88.895	-0.021	-0.225	181	0.00	Envolvente	Max	65.695	0.029	0.395
170	1.03	Envolvente	Min	-88.876	-0.054	-0.934	181	0.84	Envolvente	Max	65.501	0.083	0.166
171	0.00	Envolvente	Max	20.552	0.019	0.150	181	1.69	Envolvente	Max	65.306	0.140	1.289
171	0.70	Envolvente	Max	20.569	-0.016	0.101	181	0.00	Envolvente	Min	-154.082	-0.020	-0.988
171	1.39	Envolvente	Max	20.586	-0.041	0.084	181	0.84	Envolvente	Min	-154.342	0.014	0.013
171	0.00	Envolvente	Min	-55.656	0.009	-0.067	181	1.69	Envolvente	Min	-154.601	0.044	-0.392
171	0.70	Envolvente	Min	-55.633	-0.026	-0.080	182	0.00	Envolvente	Max	21.211	0.023	0.629
171	1.39	Envolvente	Min	-55.611	-0.070	-0.113	182	0.84	Envolvente	Max	21.016	0.024	0.313
172	0.00	Envolvente	Max	10.210	0.045	1.653	182	1.69	Envolvente	Max	20.822	0.029	0.159
172	0.84	Envolvente	Max	10.469	0.032	1.112	182	0.00	Envolvente	Min	-83.596	-0.037	-0.677
172	1.67	Envolvente	Max	10.729	0.019	0.730	182	0.84	Envolvente	Min	-83.856	-0.011	-0.880
172	0.00	Envolvente	Min	-3.746	0.006	-1.414	182	1.69	Envolvente	Min	-84.115	0.011	-1.571
172	0.84	Envolvente	Min	-3.552	-0.006	-0.733	183	0.00	Envolvente	Max	10.424	0.010	2.407
172	1.67	Envolvente	Min	-3.357	-0.017	-0.298	183	0.84	Envolvente	Max	10.231	0.017	1.265
173	0.00	Envolvente	Max	14.120	0.050	0.275	183	1.68	Envolvente	Max	10.037	0.038	6.210
173	0.84	Envolvente	Max	14.380	0.043	0.451	183	0.00	Envolvente	Min	-70.155	-0.017	-4.877
173	1.67	Envolvente	Max	14.639	0.036	1.406	183	0.84	Envolvente	Min	-70.413	0.008	-0.782
173	0.00	Envolvente	Min	-4.296	0.003	-0.517	183	1.68	Envolvente	Min	-70.671	0.018	-3.995
173	0.84	Envolvente	Min	-4.102	-0.011	-0.190	184	0.00	Envolvente	Max	21.319	-0.013	0.102
173	1.67	Envolvente	Min	-3.907	-0.026	-0.658	184	0.37	Envolvente	Max	21.319	-0.008	0.014
174	0.00	Envolvente	Max	42.178	0.023	4.816	184	0.73	Envolvente	Max	21.319	-0.003	0.179
174	0.83	Envolvente	Max	41.985	0.003	0.626	184	1.10	Envolvente	Max	21.319	0.012	0.418
174	1.66	Envolvente	Max	41.792	-0.014	3.157	184	0.00	Envolvente	Min	-43.305	-0.036	-0.324
174	0.00	Envolvente	Min	-103.496	0.006	-2.691	184	0.37	Envolvente	Min	-43.305	-0.020	-0.068
174	0.83	Envolvente	Min	-103.754	-0.009	-1.822	184	0.73	Envolvente	Min	-43.305	-0.005	-0.081
174	1.66	Envolvente	Min	-104.012	-0.026	-7.727	184	1.10	Envolvente	Min	-43.305	0.002	-0.182
175	0.00	Envolvente	Max	91.171	0.023	0.574	185	0.00	Envolvente	Max	23.532	0.010	0.397
175	0.84	Envolvente	Max	90.977	-0.010	0.134	185	0.37	Envolvente	Max	23.532	-0.003	0.174
185	0.73	Envolvente	Max	23.532	-0.008	0.045	194	0.00	Envolvente	Min	-12.982	-0.072	-0.685
185	1.10	Envolvente	Max	23.532	-0.012	0.180	194	0.94	Envolvente	Min	-13.176	-0.017	-0.358

## ANEXO 1 - Cargas en los elementos de la estructura del Polideportivo

TABLE: Element Forces - Frames							TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	Case	Type	P	M2	M3	Frame	Station	OutputCase	StepType	P	M2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN-m	KN-m	Text	m	Text	Text	KN	KN-m	KN-m
185	0.00	Envolvente	Min	-42.375	0.001	-0.243	194	1.88	Envolvente	Min	-13.371	0.038	-0.180
185	0.37	Envolvente	Min	-42.375	-0.005	-0.096	195	0.00	Envolvente	Max	32.300	0.049	0.385
185	0.73	Envolvente	Min	-42.375	-0.019	-0.058	195	0.92	Envolvente	Max	32.106	0.040	0.419
185	1.10	Envolvente	Min	-42.375	-0.034	-0.298	195	1.84	Envolvente	Max	31.911	0.031	0.612
186	0.00	Envolvente	Max	7.685	-0.012	0.380	195	0.00	Envolvente	Min	-57.257	0.010	-0.071
186	0.42	Envolvente	Max	7.685	-0.008	0.270	195	0.92	Envolvente	Min	-57.516	0.013	-0.985
186	0.84	Envolvente	Max	7.685	-0.004	0.148	195	1.84	Envolvente	Min	-57.775	0.017	-2.465
186	1.27	Envolvente	Max	7.685	0.000	0.015	196	0.00	Envolvente	Max	46.884	0.028	4.169
186	1.69	Envolvente	Max	7.685	0.005	0.040	196	0.84	Envolvente	Max	46.626	0.021	0.921
186	0.00	Envolvente	Min	-9.406	-0.023	-0.137	196	1.69	Envolvente	Max	46.369	0.015	3.668
186	0.42	Envolvente	Min	-9.406	-0.017	-0.080	196	0.00	Envolvente	Min	-34.113	-0.004	-1.856
186	0.84	Envolvente	Min	-9.406	-0.010	-0.031	196	0.84	Envolvente	Min	-34.306	0.001	-1.443
186	1.27	Envolvente	Min	-9.406	-0.004	0.003	196	1.69	Envolvente	Min	-34.500	0.007	-5.804
186	1.69	Envolvente	Min	-9.406	0.002	-0.132	197	0.00	Envolvente	Max	14.738	-0.007	0.023
187	0.00	Envolvente	Max	1.874	-0.019	1.490	197	0.67	Envolvente	Max	14.752	-0.005	0.126
187	0.41	Envolvente	Max	1.874	-0.016	0.201	197	1.33	Envolvente	Max	14.766	-0.003	0.309
187	0.82	Envolvente	Max	1.874	-0.014	0.332	197	0.00	Envolvente	Min	-18.825	-0.013	-0.102
187	0.00	Envolvente	Min	-1.384	-0.032	-0.485	197	0.67	Envolvente	Min	-18.815	-0.020	-0.117
187	0.41	Envolvente	Min	-1.384	-0.032	-0.057	197	1.33	Envolvente	Min	-18.804	-0.028	-0.204
187	0.82	Envolvente	Min	-1.384	-0.033	-1.139	198	0.00	Envolvente	Max	15.554	-0.003	0.328
188	0.00	Envolvente	Max	4.870	-0.005	3.723	198	0.67	Envolvente	Max	15.540	-0.005	0.158
188	0.27	Envolvente	Max	4.870	-0.004	0.334	198	1.33	Envolvente	Max	15.526	-0.006	0.092
188	0.53	Envolvente	Max	4.870	-0.003	2.088	198	0.00	Envolvente	Min	-5.186	-0.027	-0.146
188	0.00	Envolvente	Min	-2.876	-0.008	-1.436	198	0.67	Envolvente	Min	-5.196	-0.019	-0.017
188	0.27	Envolvente	Min	-2.876	-0.007	-0.699	198	1.33	Envolvente	Min	-5.207	-0.013	-0.102
188	0.53	Envolvente	Min	-2.876	-0.006	-5.142	199	0.00	Envolvente	Max	0.000	0.052	4.680
189	0.00	Envolvente	Max	2.152	-0.014	0.816	199	0.25	Envolvente	Max	0.000	-0.048	12.014
189	0.41	Envolvente	Max	2.152	-0.016	0.189	199	0.00	Envolvente	Min	0.000	0.025	-7.346
189	0.82	Envolvente	Max	2.152	-0.018	1.425	199	0.25	Envolvente	Min	0.000	-0.101	-7.663
189	0.00	Envolvente	Min	-0.528	-0.033	-1.114	200	0.00	Envolvente	Max	0.000	-0.054	12.602
189	0.41	Envolvente	Min	-0.528	-0.032	-0.092	200	0.25	Envolvente	Max	0.000	0.052	3.157
189	0.82	Envolvente	Min	-0.528	-0.032	-1.039	200	0.00	Envolvente	Min	0.000	-0.102	-5.127
190	0.00	Envolvente	Max	5.219	-0.003	3.267	200	0.25	Envolvente	Min	0.000	0.028	-7.727
190	0.27	Envolvente	Max	5.219	-0.003	0.425							
190	0.53	Envolvente	Max	5.219	-0.004	3.584							
190	0.00	Envolvente	Min	-1.844	-0.006	-4.835							
190	0.27	Envolvente	Min	-1.844	-0.007	-0.666							
190	0.53	Envolvente	Min	-1.844	-0.008	-2.434							
191	0.00	Envolvente	Max	20.280	0.056	0.937							
191	0.94	Envolvente	Max	20.021	0.007	0.505							
191	1.88	Envolvente	Max	19.761	-0.043	0.077							
191	0.00	Envolvente	Min	-6.528	-0.043	-0.533							
191	0.94	Envolvente	Min	-6.722	-0.058	-0.181							
191	1.88	Envolvente	Min	-6.917	-0.075	-0.180							
192	0.00	Envolvente	Max	29.269	-0.007	0.376							
192	0.92	Envolvente	Max	29.075	-0.012	0.652							
192	1.84	Envolvente	Max	28.880	-0.017	1.553							
192	0.00	Envolvente	Min	-58.519	-0.044	-0.332							
192	0.92	Envolvente	Min	-58.779	-0.037	-0.907							
192	1.84	Envolvente	Min	-59.038	-0.031	-2.159							
193	0.00	Envolvente	Max	46.884	-0.001	3.988							
193	0.84	Envolvente	Max	46.626	-0.004	0.572							
193	1.69	Envolvente	Max	46.369	-0.008	2.514							
193	0.00	Envolvente	Min	-13.577	-0.030	-2.363							
193	0.84	Envolvente	Min	-13.770	-0.022	-1.443							
193	1.69	Envolvente	Min	-13.964	-0.015	-6.130							
194	0.00	Envolvente	Max	18.744	0.037	0.883							
194	0.94	Envolvente	Max	18.484	0.054	0.447							
194	1.88	Envolvente	Max	18.225	0.075	0.029							



## ANEXO 2 - Chequeo de Cimentaciones – Casetones (Medio Magnético)

## DISEÑO DE REFUERZO EN VIGAS

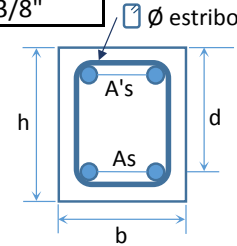
### CARACTERISTICAS GEOMETRICA DE LA VIGA

Ancho b (cm) =   
 Altura h (cm) =

Recubrimiento (cm) =   
 $\emptyset$  del Estribo =

### PROPIEDADES DE LA VIGA

Momento Ultimo (Tn.m) =   
 Resistencia del concreto a los 28 dias f'c (kg/cm<sup>2</sup>) =   
 Fluencia del acero fy (kg/cm<sup>2</sup>) =   
 Tipo de Zona =   
 Factor de reducción ( $\phi$ ) =   
 Módulo de Elasticidad del acero (kg/cm<sup>2</sup>) =



### RESULTADOS INICIALES

peralte efectivo d (cm) =   
 $\beta_1$  =   
 $p_b$  =   
 a (cm) =   
 $A_s$  (cm<sup>2</sup>) =   
 $p$  =   
 $p_{max}$  =   
 $p_{min}$  =   
 $A_s$  max. (cm<sup>2</sup>) =   
 $A_s$  min. (cm<sup>2</sup>) =

dso

### EL ACERO FLUYE (FALLA DUCTIL)

No utilizar Acero Minimo

ENTONCES:  $A_s$  (cm<sup>2</sup>) =  <====RESULTADO

### DISTRIBUYENDO EL REFUERZO DE ACERO

4	▲▼	$\emptyset$ 5/8" ▼
0	▲▼	$\emptyset$ ▼
0	▲▼	$\emptyset$ ▼
0	▲▼	$\emptyset$ ▼

$$A_s^\circ \text{ (cm}^2\text{)} = 4\emptyset 5/8" = 7.92\text{cm}^2$$

$A_s < A_s^\circ$  (conforme)

### VERIFICANDO EL REQUERIMIENTO DE LA CUANTIA CON EL ACERO DISTRIBUIDO

Determinando la nueva cuantia:

$$p = 0.00895743$$

verificando el tipo de falla con la nueva cuantia:

$$p < p_b \text{ (falla ductil)}$$

verificando si cumple la cuantia maxima:

$$p < p_{man} \text{ (cumple)}$$

verificando si cumple la cuantia minima:

$$p_{min} < p \text{ (cumple)}$$

dso



## ANEXO 3 - Informe Análisis de Viento – Polideportivo (Medio Magnético)

## 1. DATOS DE ENTRADA

Unidades: KN, m

Velocidad Viento (km/h)	125
Altura Cornisa (he)	5.00
Altura Cumbre (hr)	9.1
Ancho Edificación (L)	18.9
Largo Edificación (B)	28
Factor Topografía (Kzt)	1
Factor Dirección (Kd)	.85
Relación Amortiguamiento	0.05
Coefficiente Periodo (Ct)	0.072
Exponente Periodo	0.8
Dirección Viento (Cumbre)	Normal
Tipo de Cubierta	Dos Aguas
Tipo Edificación	Abierto
Exposición	C
Ocupación	II

## 2. RESULTADOS

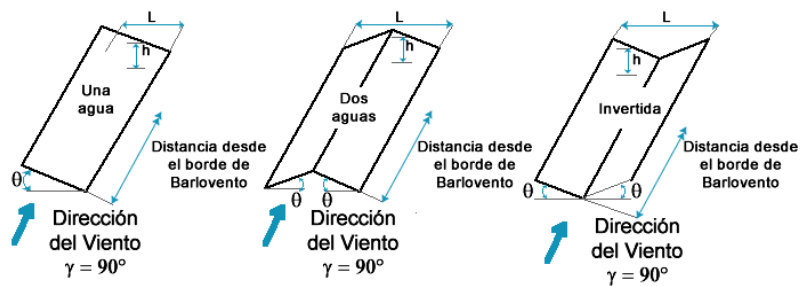
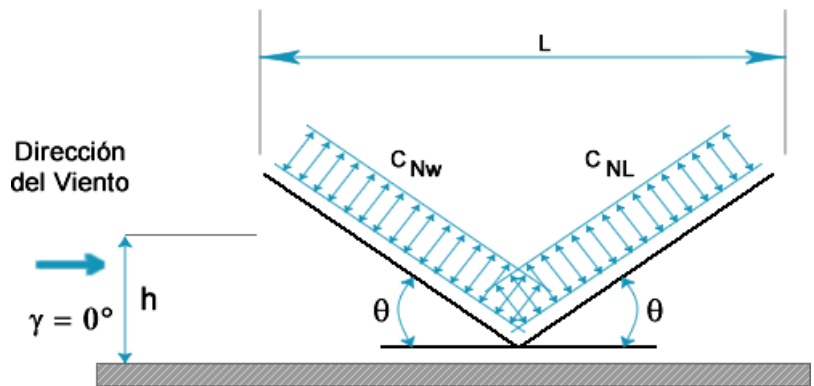
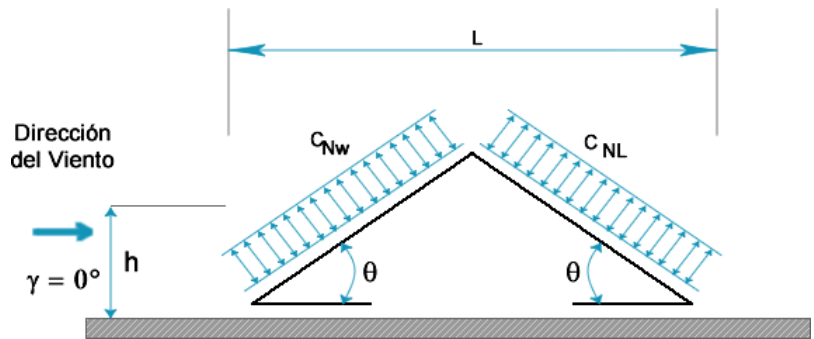
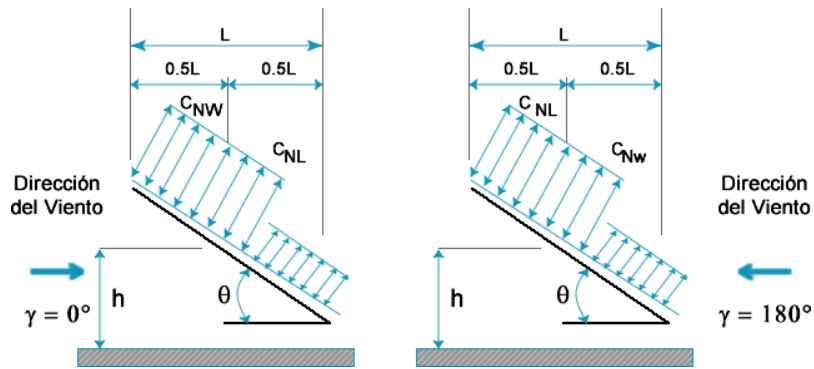
Angulo de Techo	23.45
Altura Media (h)	7.05
Coef. Muro Barlov. (Cp)	0.80
Coef. Muro Sotav. (Cp)	-0.50
Coef. Muro Lat. (Cp)	-0.70
Coef. Pres. Int. - (-GCpi)	0.00
Coef. Pres. Int. + (+GCpi)	0.00
Presión x Vel. (qh)	0.59
Factor de Ráfaga (G)	0.87
Periodo (segs.) (T)	0.34

### Presión neta para cubiertas en edificaciones abiertas

SUPERFICIE	COEFICIENTE PRESION (CN)	PRESION DISEÑO (PCN)
CNW CASO A VIENTO LIBRE	1.13	0.58
CNL CASO A VIENTO LIBRE	0.13	0.06
CNW CASO A VIENTO OBSTRUIDO	-1.14	-0.58
CNL CASO A VIENTO OBSTRUIDO	-1.14	-0.58
CNW CASO B VIENTO LIBRE	-0.10	-0.05
CNL CASO B VIENTO LIBRE	-0.81	-0.42
CNW CASO B VIENTO OBSTRUIDO	-0.72	-0.37
CNL CASO B VIENTO OBSTRUIDO	-1.62	-0.83



### 3. ESQUEMA DE APLICACIÓN DE CARGAS





## ANEXO 4 - Informe Análisis de Viento - Casetones (Medio Magnético)

## 1. DATOS DE ENTRADA

Unidades: KN, m

Velocidad Viento (km/h)	125
Altura Cornisa (he)	3
Altura Cumbre (hr)	3.5
Ancho Edificación (L)	8.10
Largo Edificación (B)	13.4
Factor Topografía (Kzt)	1
Factor Dirección (Kd)	.85
Relación Amortiguamiento	0.05
Coeficiente Periodo (Ct)	0.072
Exponente Periodo	0.8
Dirección Viento (Cumbre)	Normal
Tipo de Cubierta	Dos Aguas
Tipo Edificación	Cerrado Parcial
Exposición	B
Ocupación	II

## 2. RESULTADOS

Angulo de Techo	7.04
Altura Media (h)	3.00
Coef. Muro Barlov. (Cp)	0.80
Coef. Muro Sotav. (Cp)	-0.50
Coef. Muro Lat. (Cp)	-0.70
Coef. Pres. Int. - (-GCpi)	-0.55
Coef. Pres. Int. + (+GCpi)	0.55
Presión x Vel. (qh)	0.35
Factor de Ráfaga (G)	0.87
Periodo (segs.) (T)	0.17

Cooeficiente Presión Cubierta	Cp (Caso 1)	Cp (Caso 2)
Coef. Pres. Cubierta Zona 1 (0 a h/2)	-0.90	-0.18
Coef. Pres. Cubierta Zona 2 (h/2 a h)	-0.90	-0.18
Coef. Pres. Cubierta Zona 3 (h a 2h)	-0.50	-0.18
Coef. Pres. Cubierta Zona 4 (>2h)	-0.30	-0.18

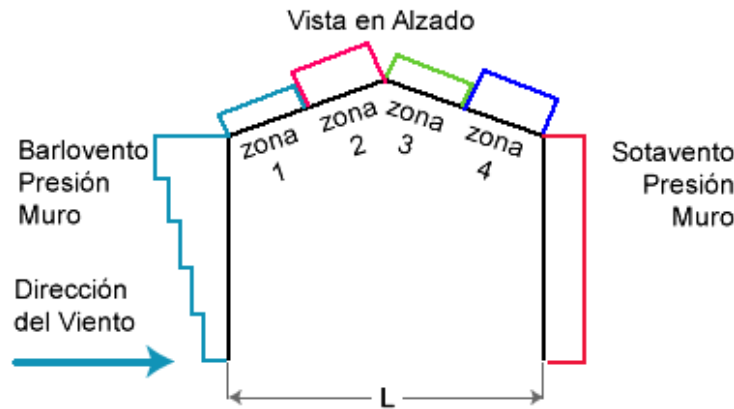
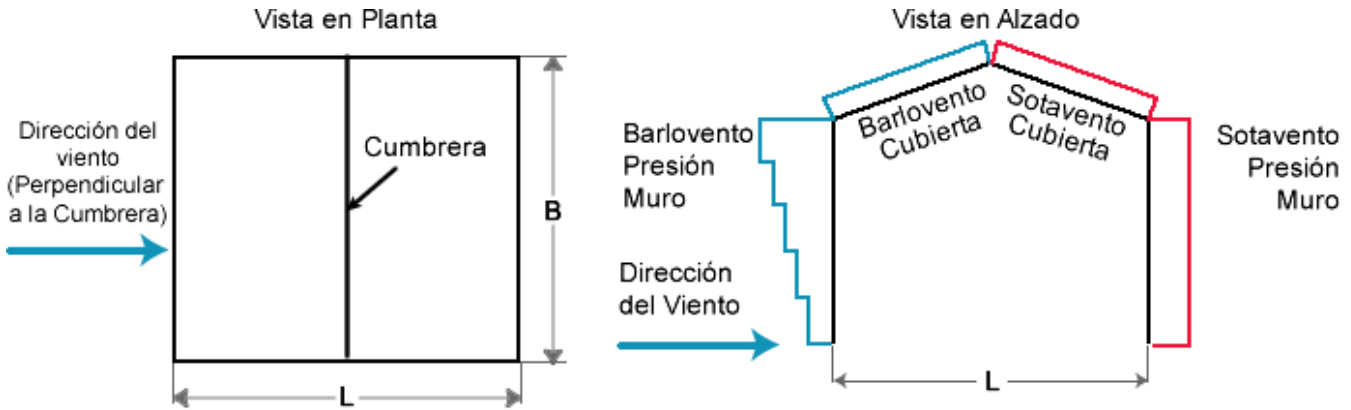
Muro a Barlovento			Coef. Presión	Presión de Diseño	
Z	Kz	Qz	Cp	W/+GCpi	W/-GCpi
0.00	0.55	0.35	0.80	0.05	0.44
3.00	0.55	0.35	0.80	0.05	0.44

$$p = qGCp - qi(GCpi)$$

Superficie	Coef. Presión	Presión de Diseño	
	Cp	W/+GCpi	W/-GCpi
Muro Sotavento	-0.50	-0.35	0.04
Paredes Laterales	-0.70	-0.41	-0.02
Cubierta Zona 1-Caso 1	-0.90	-0.47	-0.08
Cubierta Zona 1-Caso 2	-0.18	-0.25	0.14
Cubierta Zona 2-Caso 1	-0.90	-0.47	-0.08

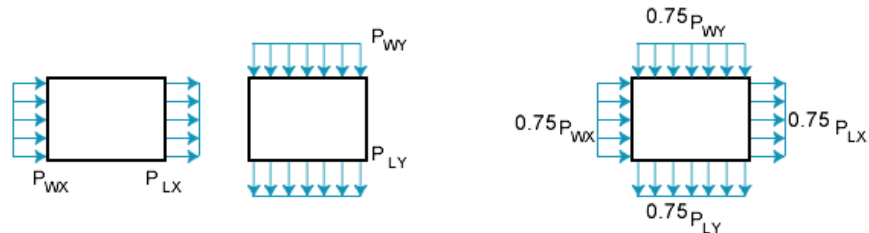
	<b>Coef. Presión</b>	<b>Presión de Diseño</b>	
<b>Cubierta Zona 2-Caso 2</b>	-0.18	-0.25	0.14
<b>Cubierta Zona 3-Caso 1</b>	-0.50	-0.35	0.04
<b>Cubierta Zona 3-Caso 2</b>	-0.18	-0.25	0.14
<b>Cubierta Zona 4-Caso 1</b>	-0.30	-0.29	0.10
<b>Cubierta Zona 4-Caso 2</b>	-0.18	-0.25	0.14

### 3. ESQUEMA DE APLICACIÓN DE CARGAS



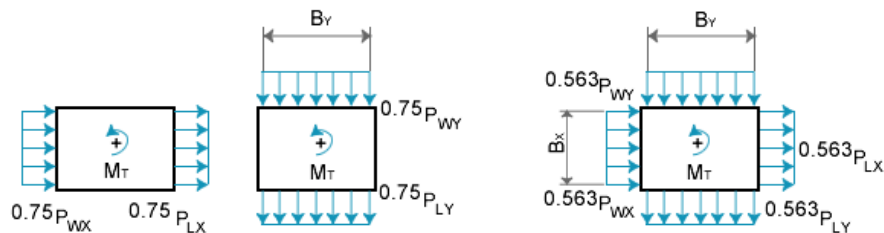
Condiciones de Presión de Cubierta

Zona 1	0 - h/2	Zona 3	h - 2h
Zona 2	h/2 - h	Zona 4	> 2h



CASO 1

CASO 3



CASO 2

CASO 4

$$M_T = 0.75(P_{wx} + P_{Lx})B_x e_x \quad e_x = \pm 0.15B_x$$

$$M_T = 0.75(P_{wy} + P_{Ly})B_y e_y \quad e_y = \pm 0.15B_y$$

$$M_T = 0.563(P_{wx} + P_{Lx})B_x e_x + 0.563(P_{wy} + P_{Ly})B_y e_y$$

$$e_x = \pm 0.15B_x \quad e_y = \pm 0.15B_y$$

Caso 1. La totalidad de la presión de viento de diseño que actúa sobre el área proyectada perpendicular a cada eje principal de la estructura considerada separadamente para cada eje principal.

Caso 2. Tres cuartas partes de la presión del viento de diseño actuando sobre el área proyectada perpendicular a cada eje principal de la estructura, en conjunto con un momento torsional como el mostrado y considerada separadamente para cada eje principal.

Caso 3. Carga de viento como se define en el caso 1, pero considerando que actúa simultáneamente con el 75% del valor especificado.

Caso 4. Carga de viento como se define en el caso 2, pero considerando que actúa simultáneamente con el 75% del valor especificado.

**Notas:**

1. Las presiones de viento de diseño para las caras de barlovento y sotavento se determinarán de acuerdo con lo estipulado en B.6.5.12.2.1 y B.6.5.12.2.3, aplicable para edificaciones de todas las alturas.

2. Los diagramas muestran vistas en planta de la edificación.

3. Notación:

$P_{wx}$ ,  $P_{wy}$ : Presión de diseño por viento para la cara de barlovento actuando en el eje principal X y el eje principal Y, respectivamente.

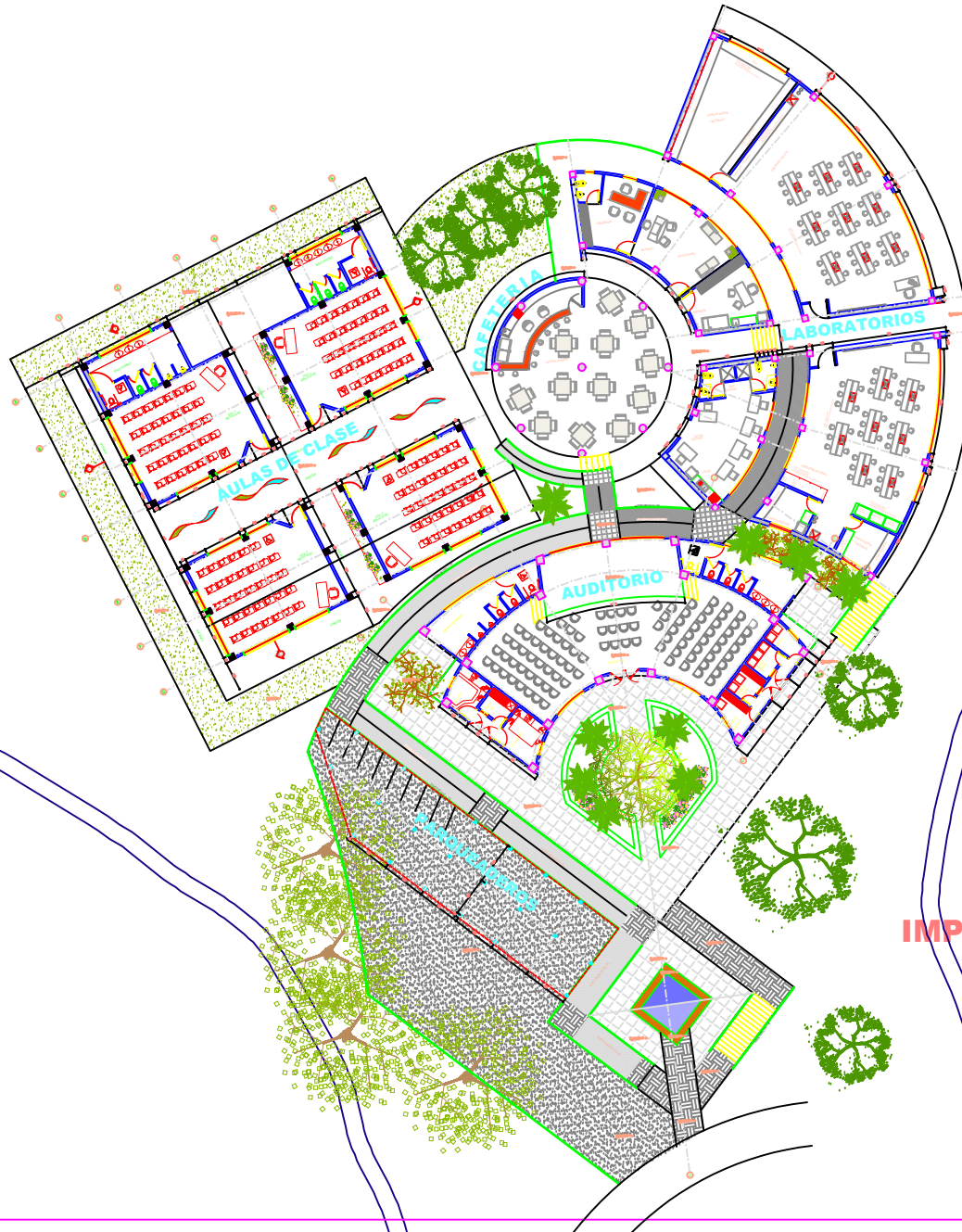
$P_{lx}$ ,  $P_{ly}$ : Presión de diseño por viento para la cara de sotavento actuando en el eje principal X y el eje principal Y, respectivamente.

$e_x$ ( $e_x$ ,  $e_y$ ): Excentricidad para el eje principal X, y el eje principal Y, respectivamente.

$M_t$ : Momento torsional por unidad de altura actuando alrededor de un eje vertical de la edificación.



## ANEXO 5 - Plano Arquitectónico Institución educativa - Silva Cauca (Medio Magnético)



**PLANTA ARQUITECTONICA  
IMPLANTACION GENERAL**  
ESCALA 1 : 125

PROGRAMA FE EN COLOMBIA

FE EN COLOMBIA  
Programa de todos y para todos

FUNDACIÓN  
UNIVERSITARIA  
DE POPAYÁN

ALCALDIA DE SILVIA

COMUNIDAD INDIGENA DEL PUEBLO KISSO  
AUTORIDAD CULTURAL

FE EN COLOMBIA

PROGRAMA FE EN COLOMBIA  
VANESSA NASCON CASTILLO  
ARQ. T.P. A. 938014-108773295  
GESTORA LINEA INFRAESTRUCTURA

PROYECTO  
PARA EL DESARROLLO  
DEL CENTRO  
DE VITALIZACIÓN INTEGRAL  
KIWA KISHU UREK

MUNICIPIO DE SILVIA - CAUCA  
PUEBLO KISSO  
VEREDA COMOJO  
FINCA LOS REMEDIOS

COORDENADAS: 1074800; N Y 728800; E

CENTRO DE FORMACIÓN  
E INVESTIGACIÓN INTEGRAL  
I.E.T. KISSO.

IMPLANTACION  
GENERAL

DANIELA XILE NASCON  
C.C. 100231199

LINEA DE INFRAESTRUCTURA

MAYO DE 2019

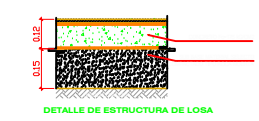
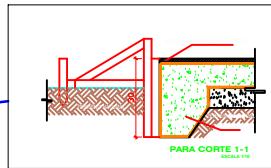
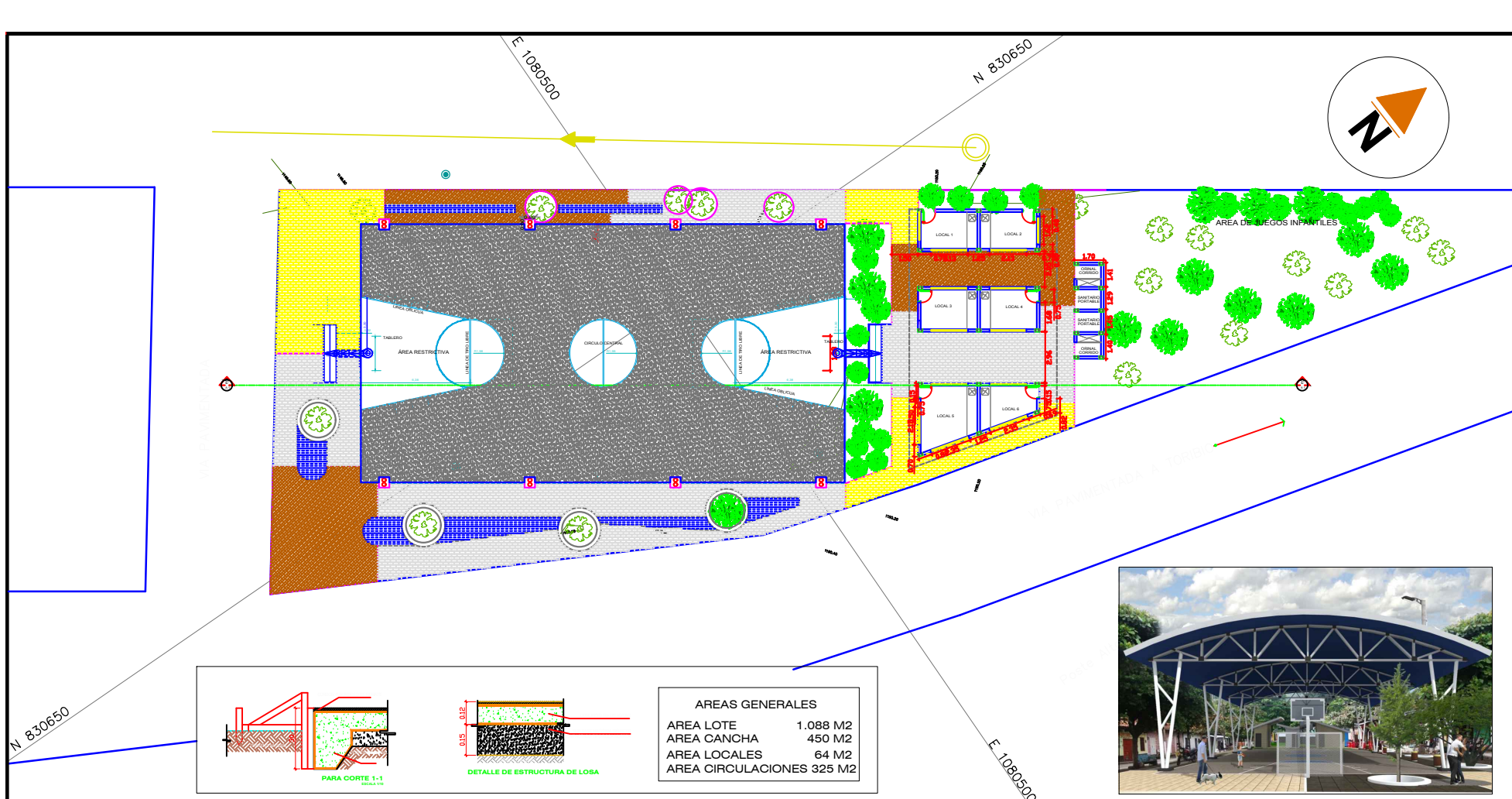
1 : 125

Arq 1/14





## ANEXO 6 - Plano Arquitectónico - Polideportivo (Medio Magnético)



AREAS GENERALES	
AREA LOTE	1.088 M2
AREA CANCHA	450 M2
AREA LOCALES	64 M2
AREA CIRCULACIONES	325 M2



N 830650

E 108500

GRUPO FE EN COLOMBIA



ALCALDIA MUNICIPAL CALOTO



TERCERA DIVISION DEL EJERCITO

PROYECTO:

CORREGIMIENTO EL PALO  
FE EN COLOMBIA

CLIENTE:

GRUPO FE EN COLOMBIA  
ALEJANDRO AGUIRRE VANEGAS  
AÑO T.P. 8752-4392 ANTIQUOQUA  
GESTOR LINEA INFRAESTRUCTURA

**FE EN COLOMBIA**  
Programa de todos y para todos  
N 830650

OBJETIVO:

DISEÑO ARQUITECTONICO  
CUBIERTA Y AMUEBLAMIENTO  
PLAZA PRINCIPAL  
EL PALO - CALOTO - CAUCA

COORDENADAS: N Y E

DESARROLLADO POR:

Jorge E. Narvaez  
Topógrafo

PROYECTADO POR:

Arq. Alejandro Aguirre Vanegas

ESPECIFICACIONES TECNICAS

FECHA:

ABRIL DE 2018

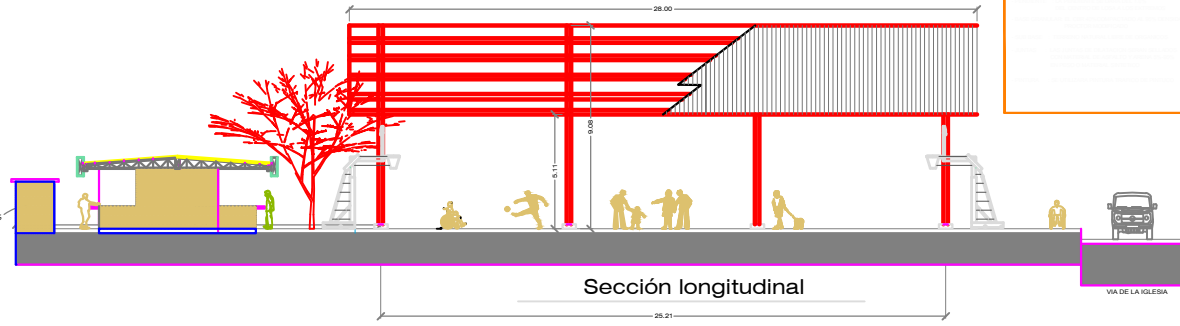
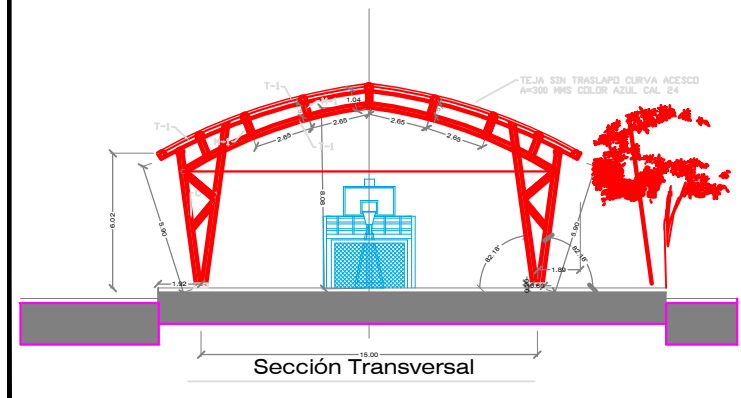
ESCALA:

1 : 100

PLANO:

Arq 2/5

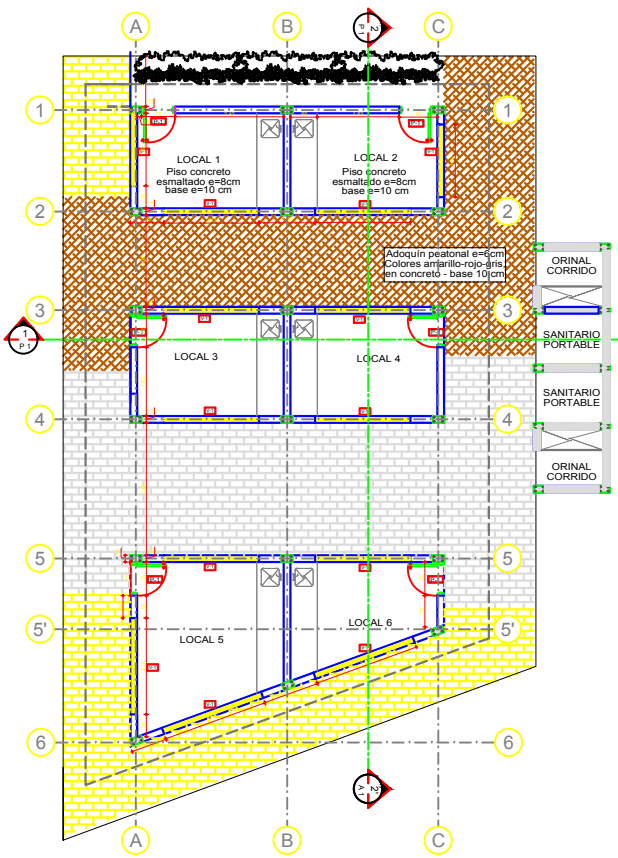
LINEA DE INFRAESTRUCTURA



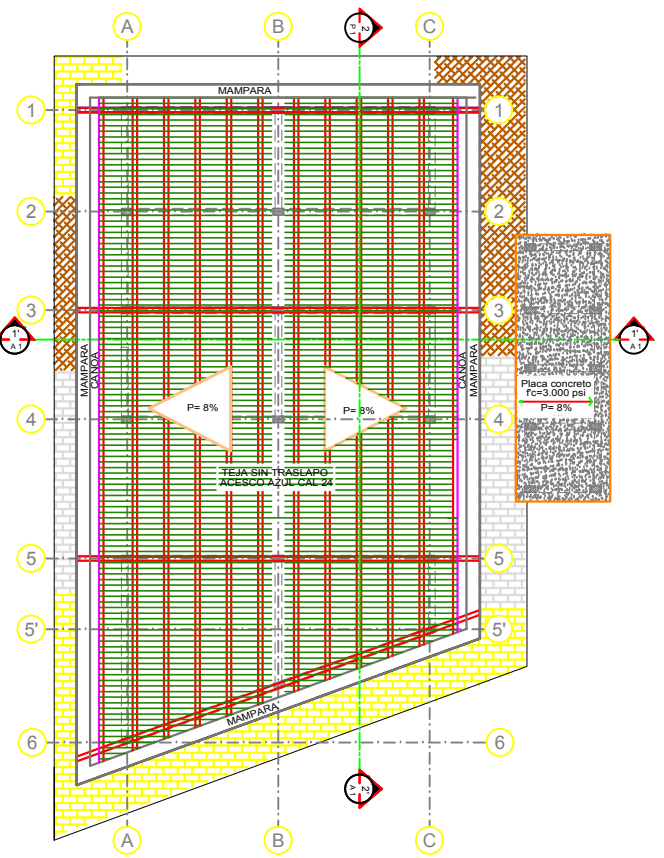
VIA DE LA IGLESIA



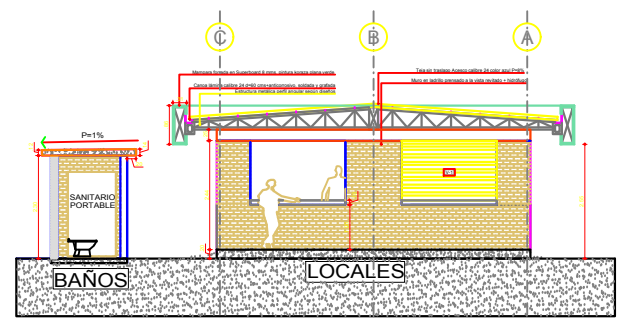
## ANEXO 7 - Plano Arquitectónico - Casetones (Medio Magnético)



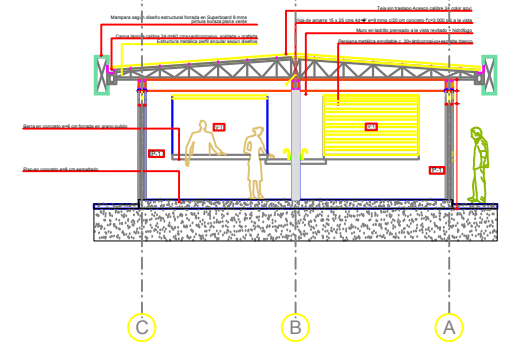
PLANTA GENERAL PRIMER PISO



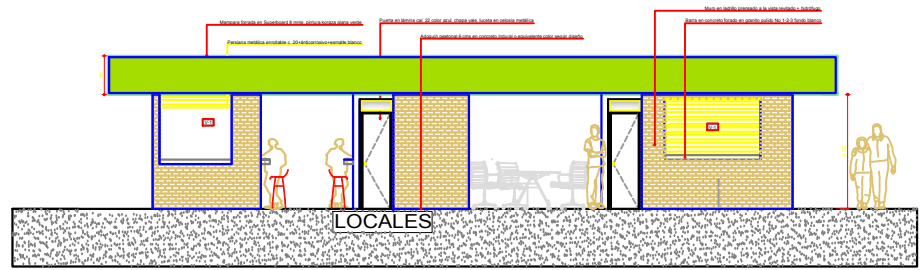
PLANTA GENERAL CUBIERTAS



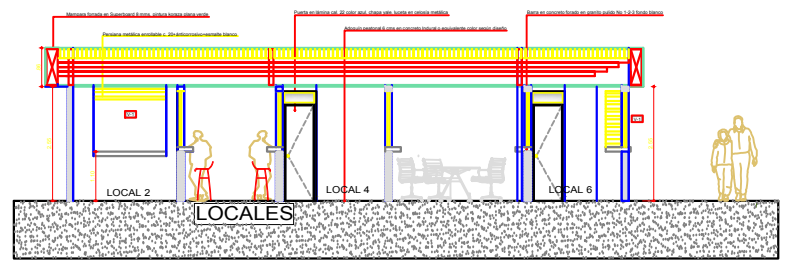
FACHADA EJE 3



CORTE 1 - 1'




FACHADA EJE A



CORTE 2 - 2'

GRUPO FE EN COLOMBIA



ALCALDIA MUNICIPAL CALOTO



TERCERA DIVISION DEL EJERCITO

CORREGIMIENTO EL PALO  
FE EN COLOMBIA

GRUPO FE EN COLOMBIA  
ALEJANDRO AGUIRRE VANEGAS  
AÑO T.P. 8752-4392 ANTIIOQUIA  
GESTOR LINEA INFRAESTRUCTURA

**FE EN COLOMBIA**  
Programa de todos y para todos  
N° 830650

DISEÑO ARQUITECTONICO  
AREA DE MERCADO  
EL PALO - CALOTO - CAUCA

COORDENADAS: N Y E

LINEA DE INFRAESTRUCTURA

PLANTA GENERAL LOCALES  
PLANTA DE TECHOS LOCALES  
CORTES LOCALES  
FACHADAS LOCALES

Arq. Alejandro Aguirre Vanegas

ABRIL DE 2018

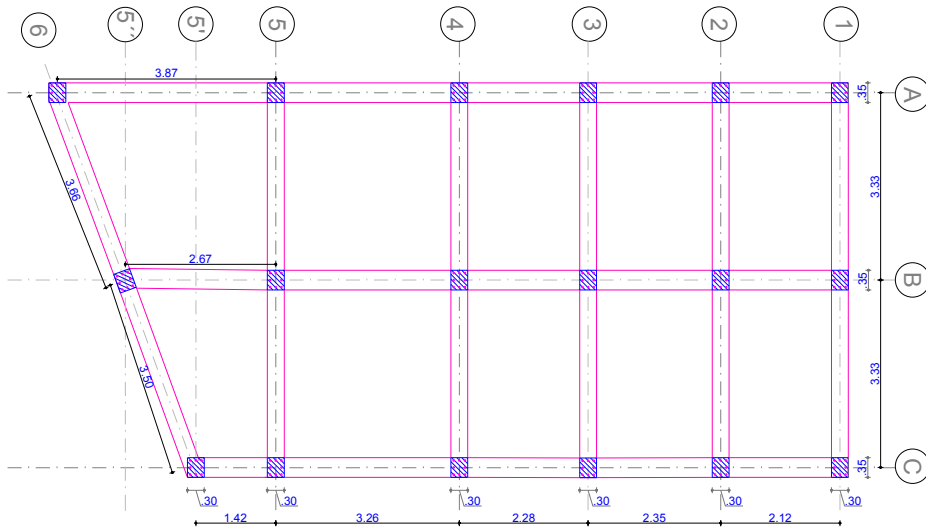
1 : 50

Arq 3/5

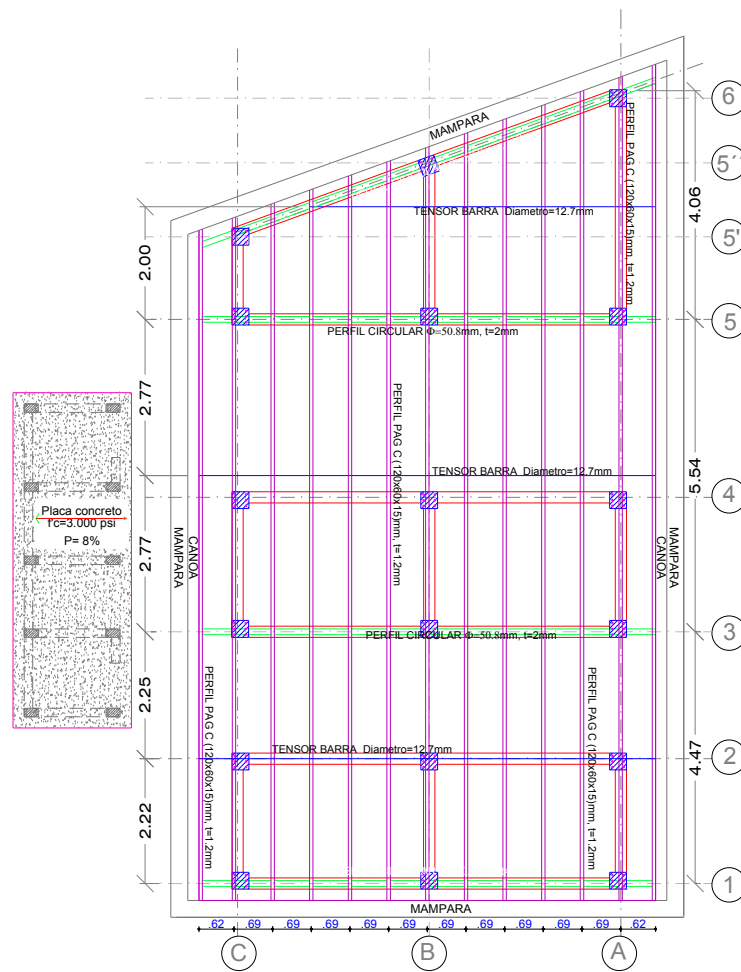
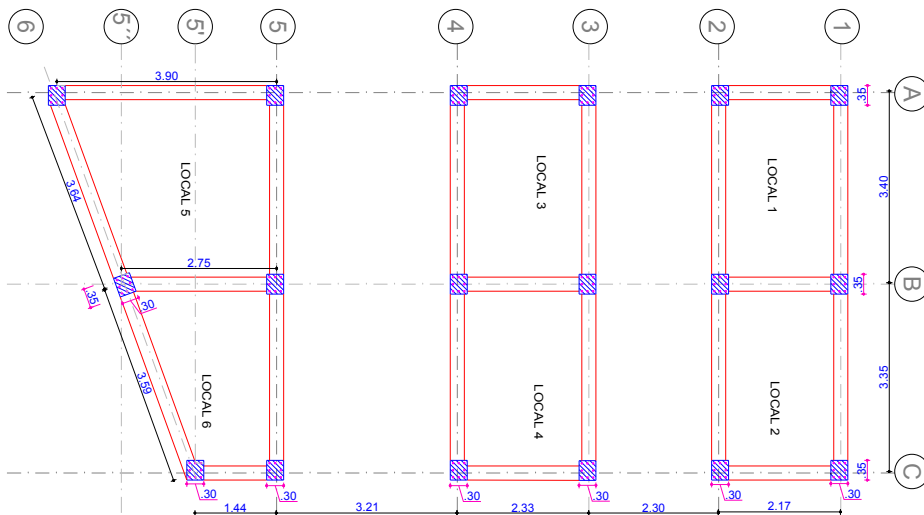


## ANEXO 8 - Plano estructural en planta – Casetones (Medio Magnético)

### PLANTA CIMENTACIONES



### PLANTA GENERAL ESTRUCTURAL



### PLANTA DE CUBIERTA



ALCALDIA MUNICIPAL CALOTO



TERCERA DIVISION DEL EJERCITO



UNIVERSIDAD DEL CAUCA

---

**PROFESOR:**  
CORREGIMIENTO EL PALO  
FE EN COLOMBIA  
UNIVERSIDAD DEL CAUCA

**DIRIGIDO:**  
UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
SILVIO ANDREY RAMIREZ SANCHEZ  
C.C. 1.144.858.89  
PASANTE

**ASISTENTE:**  
UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
JULIO CESAR DAÑO FRANCO  
MIL. 1º 1000 - 0098 CAUCA  
DOCENTE Y DIRECTOR DE PASANTIA

---

**PROYECTO:**  
**FE EN COLOMBIA**  
Programa de todos y para todos

**DISEÑO ESTRUCTURAL  
CUBIERTA Y AMUEBLAMIENTO  
PLAZA PRINCIPAL  
EL PALO - CALOTO - CAUCA**

**CONTIENE:**

- PLANTA DE CIMENTACIONES
- PLANTA GENERAL ESTRUCTURAL
- PLANTA DE CUBIERTA DE LOCALES

**PROYECTO:**  
PASANTE, SILVIO ANDREY RAMIREZ SANCHEZ

---

**FECHA:**  
NOVIEMBRE DE 2018

---

**ESCALA:**  
1 : 50

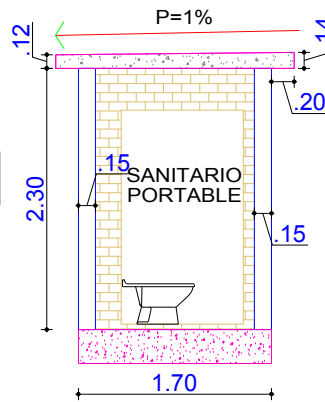
---

**PAGINA:**  
6/6

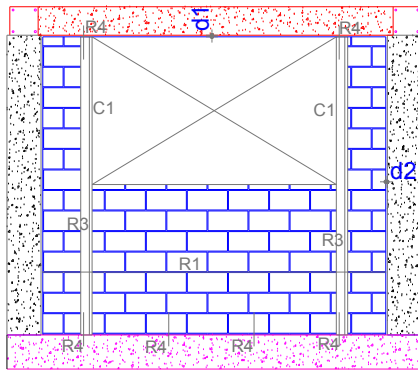


## ANEXO 9 - Plano estructural - Sección Transversal Típica – Casetones (Medio Magnético)

**BAÑOS**



**Detalle para Muros**



- S 0.75 m una barra por metro
- R1 2 diámetro 4mm c/4 hiladas
- R2 1 N6 L=30cm anclada 10cm con resina epóxica
- R3 1 N3 L= luz libre - 5cm
- R4 1 N3 L=30cm anclada 10cm con resina epóxica
- d1 Dilatación 1.5cm dejar icopor o similar de 1.5cm
- d2 Dilatación 1.5cm dejar icopor o similar de 1.5cm
- C1 Columneta de (10x6) cm

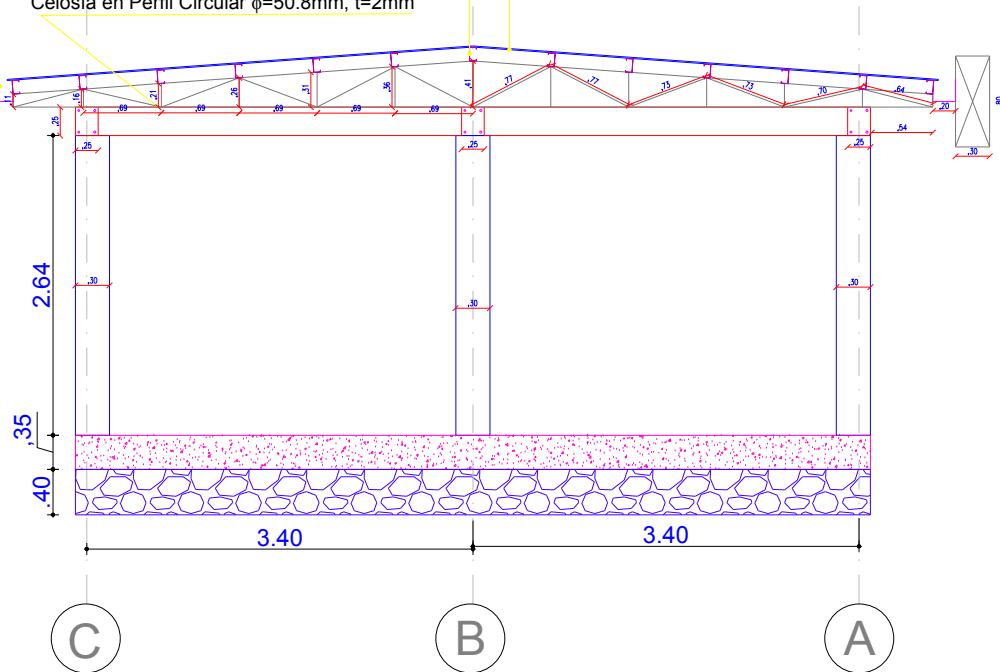
Mampara perfil L(50.8x50.8x2)mm forrada en Superboard 8 mms, pintura koraza plana verde

Canoa lámina calibre 24 d=60 cms+anticorrosivo, soldada y grafada

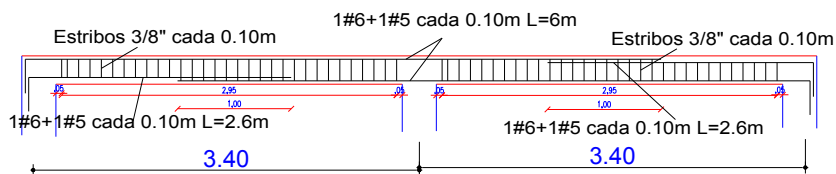
Celosía en Perfil Circular  $\phi=50.8\text{mm}$ , t=2mm

Correas de Acesco en Perfil PAG C (120x60x15)mm de t=1.2mm

Teja sin traslazo Acesco calibre 24 color azul P=8%



**FACHADA EJE 3**



**DETALLE VIGA EJE 3**



ALCALDIA MUNICIPAL CALOTO



TERCERA DIVISION DEL EJERCITO



UNIVERSIDAD DEL CAUCA

PROYECTO: CORREGIMIENTO EL PALO  
FE EN COLOMBIA  
UNIVERSIDAD DEL CAUCA

CLIENTE: UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
SILVIO ANDREY RAMIREZ SANCHEZ  
C.C. 1.14.55.885  
FIRMA: PASANTE

PROYECTO: UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
JULIO CESAR DRAGO FRANCO  
MIL 1P 1000 - OREBI CAUCA  
DOCENTE Y DIRECTOR DE PASANTIA  
FIRMA:

PROYECTO: FE EN COLOMBIA  
Programa de todos y para todos

DISEÑO ESTRUCTURAL  
CUBIERTA Y AMUEBLAMIENTO  
PLAZA PRINCIPAL  
EL PALO - CALOTO - CAUCA

CONTENIDO:  
- SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA DE LAS FACHADAS  
- DESPESQUE DE VIGA TIPO  
- DETALLE DE MUROS NO ESTRUCTURALES

PROYECTO: PASANTE, SILVIO ANDREY RAMIREZ SANCHEZ

FECHA: NOVIEMBRE DE 2018

ESCALA: 1 : 25

PÁGINA: 4/6





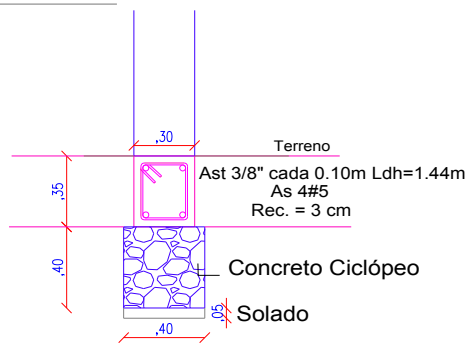
## ANEXO 10 - Plano estructural - Cimentaciones – Casetones (Medio Magnético)

**PROPIEDADES DEL SISTEMA ESTRUCTURAL**

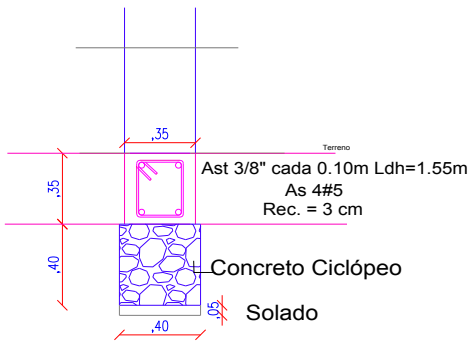
Sistema Estructural: Pórtico en CR  
 Coeficiente de importancia: I = 1.1  
 Grado de Disipación de Energía: Especial  
 Carga Viva: 0.50 KN/m<sup>2</sup>

**PROPIEDADES DE LOS MATERIALES**

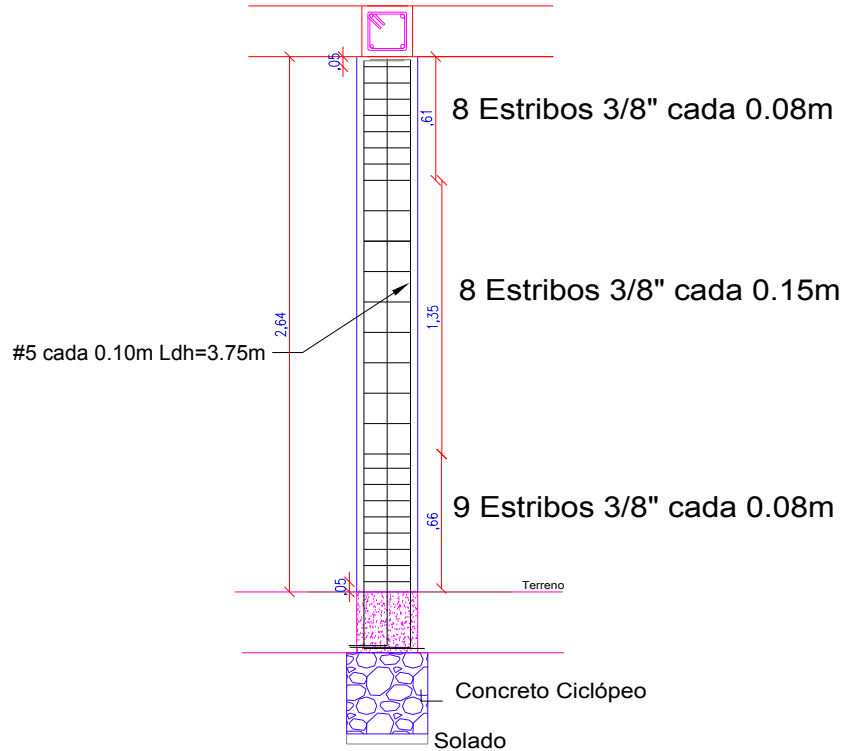
Concreto:  $f_c = 21$  MPa  
 Acero:  $f_y = 420$  MPa  
 Mampostería:  $f_m(\text{min}) = 7.5$  MPa  
 Mortero de Pega:  $f_{cp} = 17.5$  MPa  
 Recubrimiento Mínimo: 30 mm



**Vigas de cimentación ejes 1,2,3,4,5 y 6**

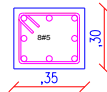


**Vigas de cimentación ejes A,B y C**



**DETALLE COLUMNAS**

Estribos 3/8" cada 0.08m L=1.25m, g=0.075m



**sección transversal columnas**

Estribos N3 cada 0.25m L=0.95m, g=0.075m



**sección transversal vigas**

**ALCALDIA MUNICIPAL CALOTO**

**TERCERA DIVISION DEL EJERCITO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**CORREGIMIENTO EL PALO**  
**FE EN COLOMBIA**  
**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**  
 SILVIO ANDREY RAMIREZ SANCHEZ  
 C.C. 1.144.883.885  
 PASANTE

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**  
 JULIO CESAR DRAGO FRANCO  
 ING. 1.º 1000 - 0099 CAUCA  
 DOCENTE Y DIRECTOR DE PARAGUATA

**FE EN COLOMBIA**  
 Programa de todos y para todos

**DISEÑO ESTRUCTURAL**  
**CUBIERTA Y AMUEBLAMIENTO**  
**PLAZA PRINCIPAL**  
**EL PALO - CALOTO - CAUCA**

**DETALLE DE CIMENTACIONES**  
**DETALLE DE COLUMNAS**  
**DETALLE SECCIONES TRANSVERSALES**

**PASANTE, SILVIO ANDREY RAMIREZ SANCHEZ**

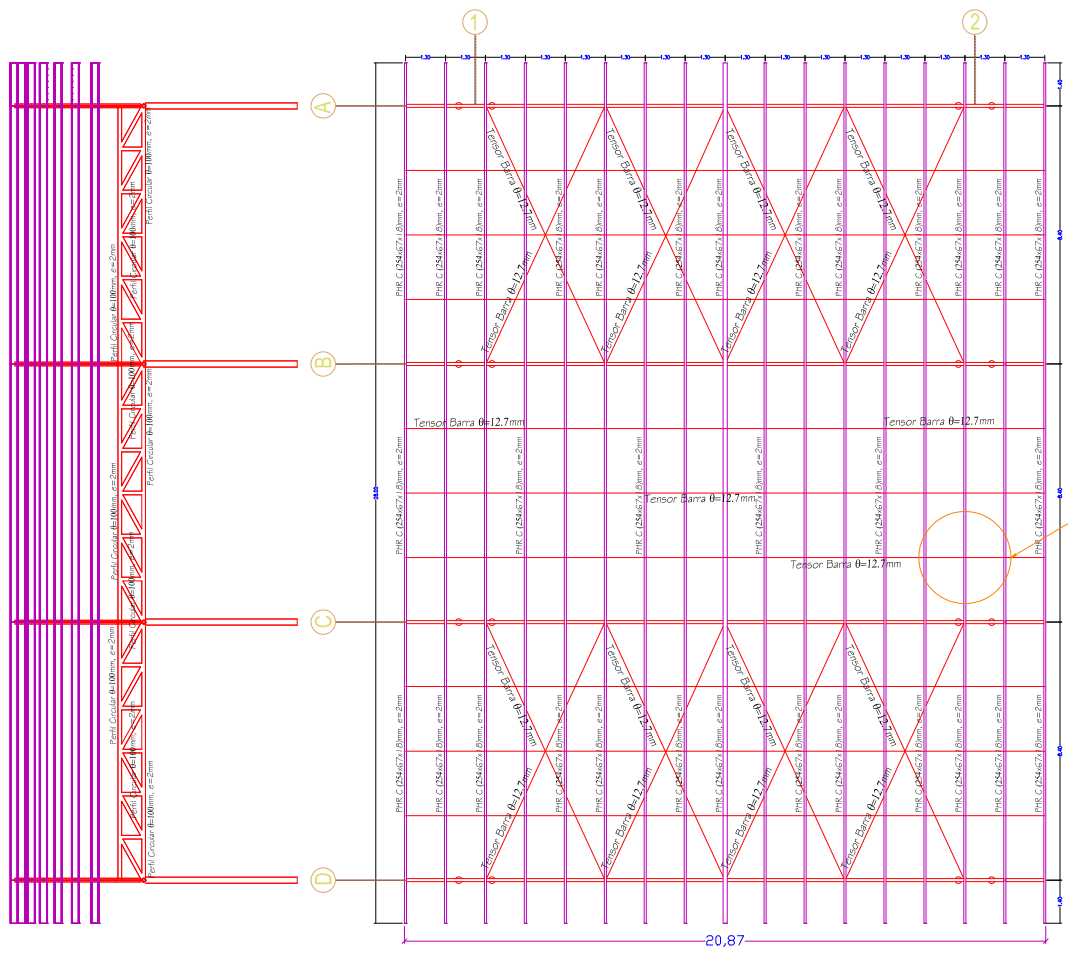
**NOVIEMBRE DE 2018**

**1 : 10**

**5/6**

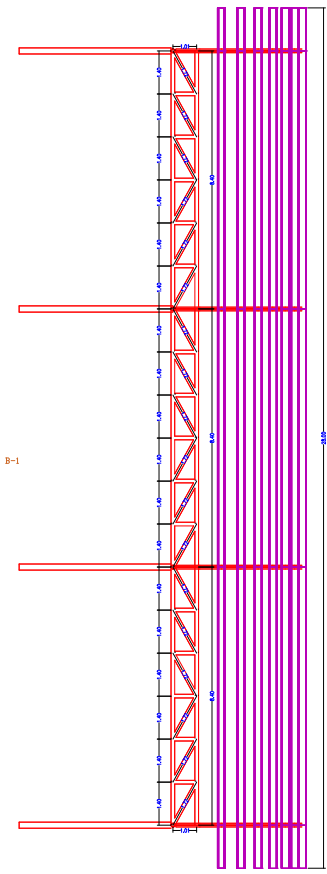


## ANEXO 11 - Plano estructural PLANTA PERFIL - Polideportivo (Medio Magnético)

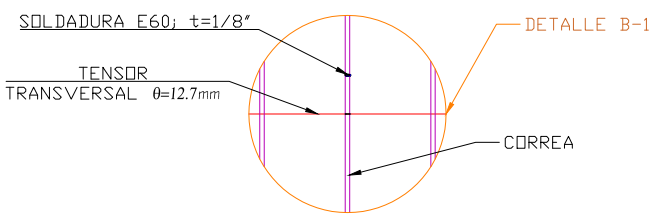


VISTA EN PERFIL IZQUIERDO

VISTA EN PLANTA DE CUBIERTA



VISTA EN PERFIL DERECHO



DETALLE CONECCIÓN SOLDADA ENTRE CORREAS

DISEÑO ESTRUCTURAL:		SILVIO ANDREY RAMIREZ SANCHEZ		
		PASANTE UNIVERSIDAD DEL CAUCA; CÉDULA 1.124.858.960 MOCOA		
REVISIÓN DISEÑO ESTRUCTURAL:		JULIO C. DIAGO FRANCO		
		DOCENTE UNIVERSIDAD DEL CAUCA; MATRICULA 19202-03591 CAUCA		
PROYECTO:				
<b>CUBIERTA POLIDEPORTIVO - EL PALO</b>				
Contiene:				
<b>PLANTA - PERFIL DE CUBIERTA</b>				
	NOMBRE	MATRICULA	FECHA	FIRMA
DISEÑO:	PASANTE SILVIO RAMIREZ	19202-03591 CAUCA	NOVIEMBRE 2018	
REVISÓ:	ING. JULIO C. DIAGO	19202-03591 CAUCA	NOVIEMBRE 2018	
Escala:	1:55	Proyecto:	Archivo:	Revisión:
			Estructura Cubierta El Palo.dwg	
			Plano No.: 1	



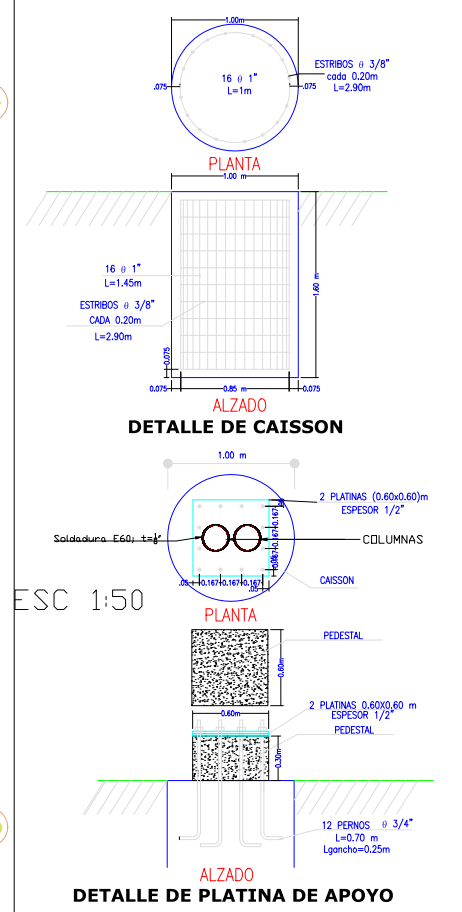
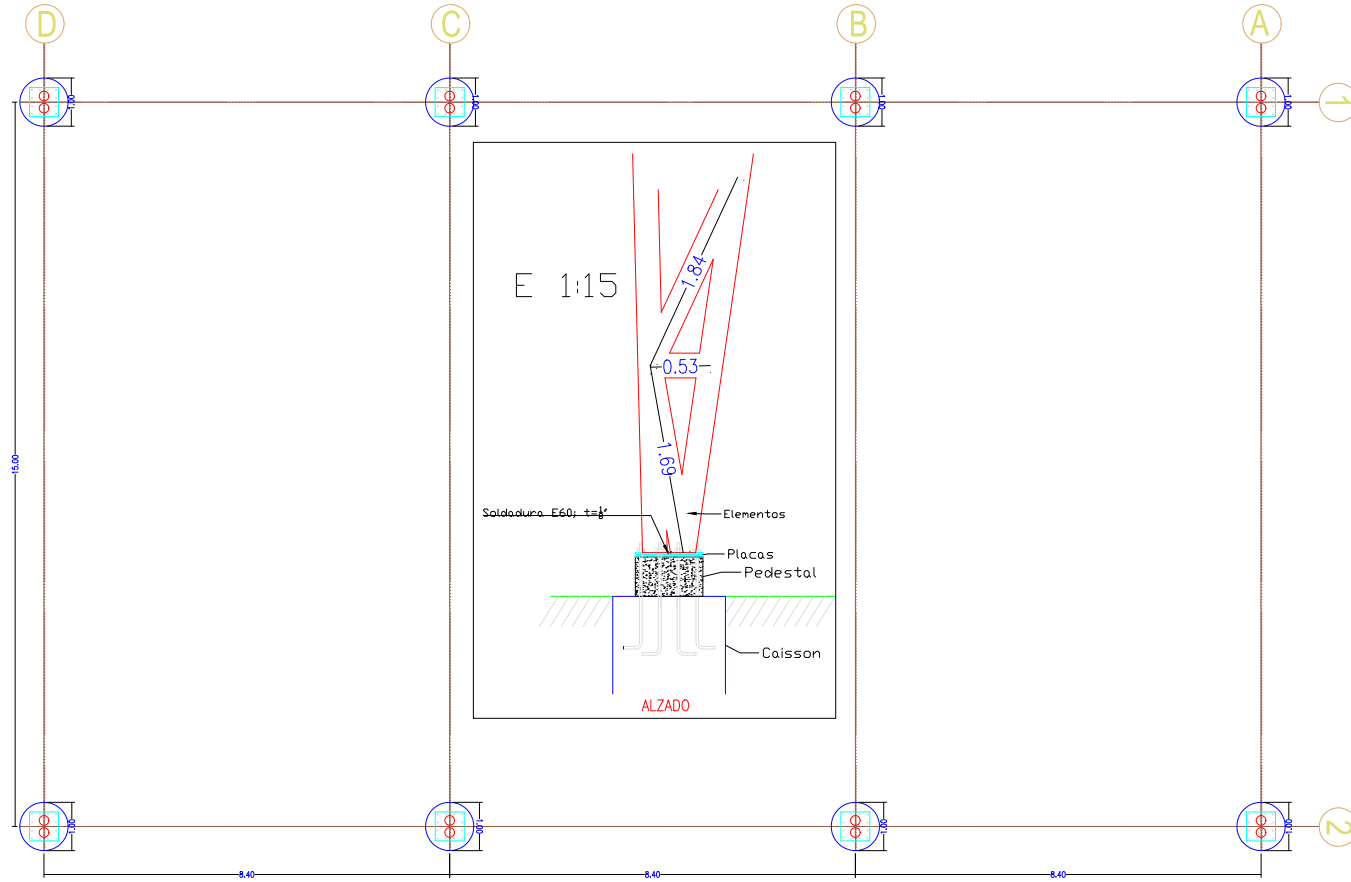
## ANEXO 12 - Plano estructural Sección Transversal – Polideportivo (Medio Magnético)





## ANEXO 13 - Plano estructural Cimentación – Polideportivo (Medio Magnético)

VISTA EN PLANTA DE CUBIERTA



ESPECIFICACIONES TECNICAS

NOTAS:

- Seguir las recomendaciones del estudio de suelos.
- Antes de iniciar la construcción, se deben verificar cotas con planos arquitectónicos.
- Hacer la localización general con planos arquitectónicos.
- No realizar cambios sin consultar a los diseñadores de la estructura.
- Seguir todas las recomendaciones de construcción contenidas en la norma sismoresistente, NSR-10.

PARÁMETROS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE:

Localización: Municipio del Palo - Caloto, Departamento del Cauca  
 $A_g=0.25$

Amenaza sísmica: Alta

Grupo de Uso II ( $I=1.10$ )

Capacidad especial de disipación de energía (DMI)

CARGAS DE DISEÑO

TIPO DE CARGA	(KN/m <sup>2</sup> )
TEJA ACESCO CURVA	0,063
CARGA VIVA	0,35
VIENTO SUCCION BARLOVENTO	0.40
VIENTO PRESION BARLOVENTO	0.58
VIENTO SUCCION SOTAVENTO	0.83
VIENTO PRESION SOTAVENTO	0.40

MATERIALES:

- CONCRETOS:

$f'_c = 21$  MPa (3000 PSI) Para toda la estructura, por durabilidad  
 Máxima relación a/c 0.40  
 Contenido mínimo de cemento 300Kg/m

Para la cimentación aplicar impermeabilizante integral  
 Contenido máximo de iones de cloruro soluble en agua en el concreto, porcentaje por peso de cemento: 0.15  
 $f'_c = 14$  MPa (2000 PSI) Para el concreto de limpieza

- ACERO:

$f_y = 325$  MPa (48000 PSI)

- ACERO ESTRUCTURAL

se especifican el acero estructural para la estructura de soporte de cubierta y elementos de la cubierta  
 Estructura soporte: Tubo circular ASTM A-500 GRADO C

$F_y=325MPa$ ;  $F_u=420MPa$

Perfiles de lamina delgada Grado 50-Correas:

$F_y=325MPa$ ;  $F_u=420MPa$

TEJA ACESCO ACESCO CALIBRE 24 Y ANCHO UTIL 30cm

-SOLDADURA ELÉCTRICA AWS E60 e=1/8" 420Mpa

-TORNILLERIA COMERCIAL (A-325) GALVANIZADA

DISEÑO ESTRUCTURAL:

**SILVIO ANDREY RAMIREZ SANCHEZ**

PASANTE UNIVERSIDAD DEL CAUCA; CÉDULA 1.124.858.960 MOCOA

REVISIÓN DISEÑO ESTRUCTURAL:

**JULIO C. DIAGO FRANCO**

DOCENTE UNIVERSIDAD DEL CAUCA; MATRICULA 19202-03591 CAUCA

PROYECTO:

**CUBIERTA POLIDEPORTIVO - EL PALO**

Contiene:

**PLANTA DE CIMENTACIONES**

	NOMBRE	MATRICULA	FECHA	FIRMA
DISEÑO:	PASANTE SILVIO RAMIREZ		NOVIEMBRE 2018	
REVISÓ:	ING. JULIO C. DIAGO	19202-03591 CAUCA	NOVIEMBRE 2018	
Escala:	1:35	Proyecto:	Archivo:	Plano No.:
			Estructura Cubierta El Palo.dwg	3
			Revisión:	