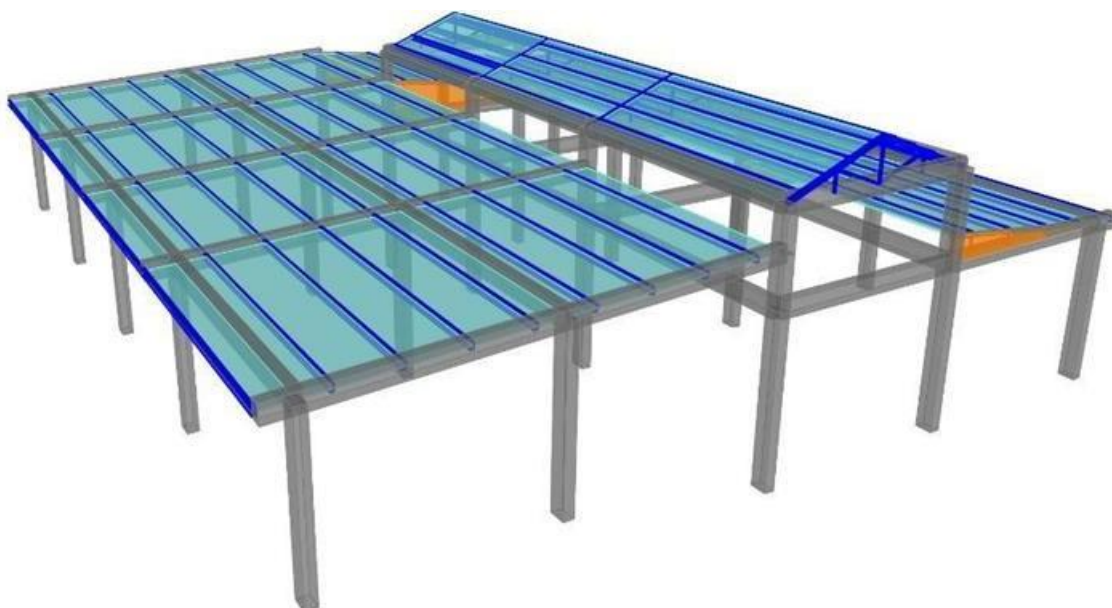


MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL SIPI - CHOCO



Contenido

INTRODUCCIÓN	1
1. METODOLOGÍA	2
2. NORMAS TÉCNICAS	4
2.1. NORMAS NACIONALES.....	4
2.2. NORMAS LOCALES	4
2.3. NORMAS INTERNACIONALES	4
3. ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES PARA DISEÑO.....	5
3.1. CONCRETO ESTRUCTURAL	5
3.2. ACERO DE REFUERZO.....	5
3.3. ACERO ESTRUCTURAL	5
3.4. MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL	6
4. CARGAS.....	7
4.1. CARGA MUERTA.....	7
4.2. CARGA VIVA	7
4.3. CARGAS EMPOZAMIENTO DE AGUA Y DE GRANIZO	7
4.4. CARGA DE SISMO	8
4.5. CARGAS DE EMPUJE DE TIERRA Y PRESIONES HIDROSTÁTICAS.....	10
4.6. CARGAS DE VIENTO	10
4.7. OTRAS CARGAS	11
5. AVALÚO DE CARGAS.....	12
5.1. CARGAS VERTICALES	12
5.2. AVALÚO DE CARGA SÍSMICA	12
5.3. AVALÚO DE CARGA DE VIENTO.....	14
6. COMBINACIONES DE CARGA	16
6.1. MÉTODOS DE DISEÑO	16
7. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA	18
7.1. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS	18
7.2. DISPOSICIÓN ESTRUCTURAL	18
7.3. CONTROL DE DERIVAS	24
7.4. DISEÑO ELEMENTOS ESTRUCTURALES	25
7.5. DISEÑO DE VIGAS	25
7.6. DISEÑO DE COLUMNAS.....	27
7.7. DISEÑO DE CORREAS DE CUBIERTA	28
7.8. DISEÑO DE CIMENTACIÓN	32
8. DISEÑO ELEMENTOS NO-ESTRUCTURALES Y CERRAMIENTO	48
8.1. PROPIEDADES DEL PROYECTO Y ESTRUCTURA.....	48
8.2. PROPIEDADES DEL MURO Y MATERIAL	49
8.3. DISEÑO ELEMENTOS NO-ESTRUCTURALES	49
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
9.1. PREPARACIÓN DE EQUIPOS PARA VACIADO DEL CONCRETO	50
9.2. MEZCLADO DE CONCRETO	50
9.3. TRANSPORTE DEL CONCRETO.....	50
9.4. COLOCACIÓN DEL CONCRETO	50
9.5. CURADO DEL CONCRETO	51
9.6. MAMPOSTERÍA.....	51
9.7. RECOMENDACIONES GENERALES.....	51

Introducción

El presente documento describe el diseño estructural para la construcción sismo resistente de una planta, estructura de un solo nivel con dos zonas cubiertas, la edificación está desarrollada por un sistema estructural compuesto por pórticos de concreto reforzado, que dan apoyo a un sistema de cubiertas livianas en perfiles tubulares y tipo canal de lámina delgada, disponiendo los muros divisorios o no estructurales en mampostería simple debidamente amarrada a la estructura principal.

La planta y su disposición estructural se plantea con base en los requerimientos del Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10, bajo los requisitos y especificaciones dadas en sus títulos C para elementos de concreto reforzado y en su título F para elementos metálicos que componen la cubierta.

1. Metodología

Para el completo desarrollo del siguiente documento, fue necesaria la correcta finalización de la distribución arquitectónica, cumpliendo con los parámetros mínimos establecidos para este tipo de estructura como lo es el nivel recomendado de desplante de la cimentación, tipo de cimentación recomendada para la estructura, disposición geométrica de los elementos principales de resistencia sísmica, espesores, desarrollo y longitudes de los muros, disposición geométrica de los elementos de confinamiento secciones, cuantías y refuerzos mínimos, recomendaciones de tipo estructural como de tipo constructivo.

Una vez se tuvo esta información en su última revisión o versión se procedió a seguir los lineamientos establecidos en los Títulos C y F del NSR-10, en donde se establece el adecuado procedimiento para el diseño estructural de edificaciones nuevas con estas características. Con este procedimiento como guía se procede a:

- Elaborar un modelo estructural espacial que define la geometría en cuanto a incidencias, conectividades y restricciones de todos y cada uno de los elementos que conforman la estructura, en concordancia total con el proyecto arquitectónico.
- Dimensionar (de manera preliminar) los elementos estructurales basados en las luces, cargas probables inferidas del destino o uso de la estructura en particular, así como del tipo de materiales a emplear.
- Evaluar de manera detallada las cargas verticales (permanentes, transitorias y accidentales) y horizontales (aquellas que se presentarían como resultado de una excitación sísmica o por acción del viento).
- Obtener el nivel de amenaza sísmica y los valores de A_a y A_v , de acuerdo al Título A de la NSR-10
- Determinar los movimientos sísmicos de diseño.
- Caracterizar la estructura de acuerdo al sistema de resistencia sísmica, los materiales usados y su nivel de disipación de energía.
- Obtener el grado de irregularidad de la estructura de acuerdo al Capítulo A.3 del Reglamento (NSR-10).
- Analizar la estructura obtenida a partir de la geometría y cargas previamente definidas y tomando en consideración las diferentes condiciones y combinaciones establecidas en el Reglamento Colombiano de

Construcciones Sismo Resistentes NSR-10 (Ley 400 de 1997 – Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, Decreto 092 del 17 de enero de 2011). Con el análisis se determinan el comportamiento mecánico de la estructura (desplazamientos, deformaciones, esfuerzos de flexión, corte, axial y torsión) al igual que las reacciones que se transmiten a la fundación. Para este efecto se utiliza el Software SAP2000, que permite el análisis de estructuras espaciales utilizando el método de elementos finitos. Con los resultados del análisis se perfecciona (o según sea el caso, se redefine) el modelo inicialmente propuesto hasta conseguir la solución óptima tanto por seguridad como por economía; esta es diferente para cada caso en particular.

- Determinar las fuerzas sísmicas en la estructura basados en el análisis desarrollado y en los pasos anteriores.
- Realizar un completo análisis sísmico de la estructura.
- Evaluar los desplazamientos horizontales de la estructura.
- Verificar si las derivas de la estructura se encuentran dentro de los límites dados por el Capítulo A.6 de la NSR-10.
- Estudiar los resultados de las diferentes solicitaciones y combinaciones para proceder luego con el diseño de los elementos estructurales.
- Detallar las cantidades de materiales, en el diseño, ajustándolas a los materiales disponibles en el mercado. Esto se realiza en todos y cada uno de los elementos que constituyen la estructura (súper-estructura y sub-estructura o cimentación) con objeto de producir los planos de construcción correspondientes.
- Preparar, revisar y aprobar los documentos definitivos del estudio como son estas memorias, los planos de construcción y los listados de computador correspondientes.

2. Normas Técnicas

Para el diseño en referencia se siguieron los lineamientos y reglamentos de acuerdo a la normatividad y leyes vigentes en legislación colombiana.

2.1. Normas Nacionales

NSR-10:

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, Ley 400 de 1997, Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, modificado por el Decreto 092 del 17 de enero de 2011. Reglamento de vigencia en todo el territorio nacional.

2.2. Normas Locales

Actualmente a nivel local no existen normas adicionales o específicas para el diseño de construcciones de estas características por ende no se hace ningún tipo de referencia a este tipo de reglamentación.

2.3. Normas Internacionales

En el caso de no existir reglamentación específica dentro de las normas anteriores se hace uso de los siguientes documentos.

- American Concrete Institute – ACI 318/14
- American Institute of Steel Construction – AISC 360-10

3. Especificaciones de los materiales para Diseño

Por tratarse de un sistema estructural que emplea diferentes tipos de materiales a continuación se citan las características mínimas requeridas para cada uno de estos materiales.

3.1. Concreto Estructural

Donde se requiera el uso de elementos estructurales en concreto, se diseñarán con base en los estándares establecidos en el Título C del NSR-10. Estableciendo como parámetros mínimos de diseño las características citadas a continuación:

- Concreto Pobre
 - Resistencia mínima a la compresión $f_c = 140 \text{ kgf/cm}^2$
 - Módulo de elasticidad del concreto $E = 145925 \text{ kgf/cm}^2$
- Concreto Ciclópeo
 - Dosificación Material Pétreo: 60%
 - Dosificación Material Cementante (Concreto): 40%
- Concreto Estructural
 - Resistencia mínima a la compresión $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$
 - Módulo de elasticidad del concreto $E = 181142 \text{ kgf/cm}^2$

3.2. Acero de Refuerzo

Donde se requiera el uso de refuerzo estructural para elementos en concreto, se diseñarán con base en los estándares establecidos en el Título C del NSR-10. Estableciendo como parámetros mínimos de diseño las características citadas a continuación:

- Acero de Refuerzo
 - Esfuerzo de Fluencia (Tensión) $F_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$
 - Esfuerzo de Fluencia (Cortante) $F_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$

3.3. Acero Estructural

Donde se requirió el uso de acero estructural, estos se diseñaron con base en los estándares establecidos en el Título F del NSR-10. Considerando como parámetros mínimos de diseño las características citadas a continuación:

- Acero ASTM A-36

- Esfuerzo de Fluencia: $F_y = 36 \text{ ksi} = 2530 \text{ kgf/cm}^2 = 253 \text{ MPa}$
- Acero ASTM A-572 Gr 50
 - Esfuerzo de Fluencia: $F_y = 50 \text{ ksi} = 3500 \text{ kgf/cm}^2 = 350 \text{ MPa}$
- Acero ASTM A-500 GrC
 - Esfuerzo a Fluencia: $F_y = 50 \text{ ksi} = 3500 \text{ kg/cm}^2 = 350 \text{ MPa}$
- Soldaduras electrodos E-70-XX¹
 - Esfuerzo último en filete: $F_w = 42 \text{ ksi}$

Los tornillos y pernos de conexión entre estructuras, clases A-307 (Grado 2), A-325 (Grado 5) y A-490 (Grado 8), según se especifique en planos.

3.4. Mampostería Estructural

El cálculo de las propiedades de la mampostería estructural se elabora de acuerdo con lo establecido el Título D del NSR-10. A continuación, se presenta el resumen de los valores utilizados para el diseño.

- Bloque de Perforación Vertical No 5
 - Resistencia por unidad de Mampostería: $f'_{cu} = 240 \text{ kgf/cm}^2$
 - Tipo de Mampostería: Arcilla
 - Factor de Absorción: 0.80
 - Tipo de Mortero de Pega (Tipo M): $f'_{cp} = 175 \text{ kgf/cm}^2$
 - Coeficiente de Resistencia de la Mampostería: $R_m = 153 \text{ kgf/cm}^2$
 - Resistencia a la compresión de la Mampostería: $f'_m = 144 \text{ kgf/cm}^2$

¹ Mínima Soldadura para empalmes soldados entre elementos de acero estructural.

4. Cargas

En esta sección se describen los diferentes tipos de cargas que se deben tener en cuenta para la revisión de este tipo de estructura.

4.1. Carga Muerta

La carga muerta corresponde al peso propio de las estructuras, así como los pesos de otros elementos que permanecen fijos durante la vida útil.

- Carga Muerta Fachadas y Particiones²: 80 kgf/m²
- Carga Muerta Afinado de Piso²: 160 kgf/m²
- Carga Muerta Cubierta: 50 kgf/m²
- Carga Muerta Mampostería en Arcilla³: 360 kgf/m

4.2. Carga Viva

La carga viva corresponde a cargas gravitacionales que pueden variar durante la construcción, mantenimiento y operación de las estructuras, y que, por ser de naturaleza variable, debe considerarse en el diseño su existencia con el fin de determinar las condiciones de diseño críticas.

- Carga Viva Losa de Contrapiso⁴: 500 kgf/m²
- Carga Viva Cubierta⁵: 50 kgf/m²

4.3. Cargas Empozamiento de Agua y de Granizo

El avalúo de cargas de empozamiento de agua no se consideraron, ya que bajo la propuesta arquitectónica no hay posibilidad que el sistema de evacuación de exceso se obstruya, ya que la evacuación de este es bajo la pendiente de la cubierta de la planta y no presenta ningún tipo de bajantes como sistema de drenaje, de requerirse estas deberán diseñarse con base en los estándares establecidos en el Título B.4.8 de la NSR-10.

Las cargas de granizo deben considerarse y al estar la cubierta con un bombeo mínimo (pendiente) únicamente para evitar el empozamiento de agua en esta zona, se siguen los requerimientos propuestos por el Título B.4.8.3 de la NSR-10.

² Carga Muerta para industrias livianas de acuerdo con el Capítulo B.3.4.3 del NSR-10.

³ Carga Muerta para elementos no estructurales verticales de acuerdo con el Capítulo B.3.4.2 del NSR-10. Para este caso en particular se tomó la carga que ejerce un muro de mampostería en arcilla de 15cm de espesor sin pañetar con una altura de 1.80m.

⁴ Carga Viva para industrias livianas de acuerdo con el Capítulo B.4.2.1 del NSR-10.

⁵ Carga Viva para cubiertas inclinadas con pendiente de 15° o menos de acuerdo con el Capítulo B.4.2.1 del NSR-10.

- Carga de granizo:

$$G = 100 \text{ kgf/m}^2$$

4.4. Carga de Sismo

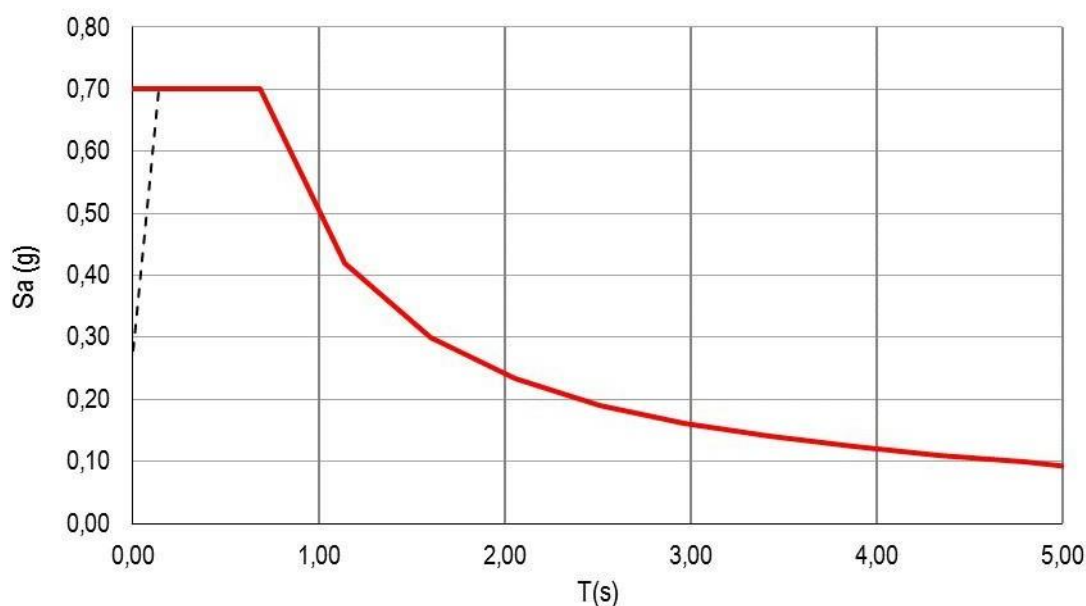
La carga de sismo corresponde a la carga establecida por medio de los espectros de diseño preestablecidos por el NSR-10 para cada zona del país. Este espectro de diseño se calcula, con base en los parámetros críticos encontrados para una zona de amenaza sísmica con un perfil tipo E, perfil estipulado como suelo crítico establecido al estandarizar el proyecto estructural.

Espectro de Diseño

Para el cálculo del espectro de diseño con el que se calcula la fuerza sísmica en la estructura, se consideran los siguientes parámetros:

- Periodo Inicial: $T_o = 0.14 \text{ s}$
- Periodo Corto: $T_c = 0.69 \text{ s}$
- Periodo Largo: $T_L = 4.80 \text{ s}$
- Aceleración Horizontal pico efectiva de diseño: $A_a = 0.40 \text{ g}$
- Aceleración para la velocidad horizontal pico efectiva: $A_v = 0.40 \text{ g}$
- Factor de la Aceleración: $F_a = 1.10$
- Factor de la Aceleración en Velocidades Constantes: $F_v = 1.60$
- Coeficiente de Importancia: $I = 1.00$

Ilustración 1. Mapa de Amenaza eólica NSR-10



Coeficiente de Disipación de Energía

El coeficiente de disipación de energía (R) se calcula de acuerdo a los requerimientos de la NSR-10.

Coeficiente de capacidad de disipación de energía básico

El valor del coeficiente de disipación de energía en cualquier nivel y en cualquier dirección debe ser el menor de los valores R de los niveles combinados por encima de ese nivel y en la dirección considerada.

La estructura, en todos sus niveles, se compone de un sistema de pórticos en concreto con disipación moderada de energía (DMO), por lo que el coeficiente de disipación de energía es:

$$R_o = 5.0$$

Irregularidad

Las edificaciones en las cuales se disponen estructuras regulares, sin cambios abruptos de resistencia o rigidez, tienen tendencia a comportarse mejor ante la ocurrencia de sismos que aquellas que tienen estructuras irregulares.

Se definen los diferentes grados de irregularidad de la estructura y se les asigna un valor, para cada tipo de irregularidad, los coeficientes de reducción de capacidad de disipación de energía, ϕ_a y ϕ_p , debidos a irregularidades en altura y planta respectivamente, son aquellos que afectan el valor del coeficiente básico de modificación de respuesta R_o , para obtener el coeficiente de respuesta R modificado.

$$R = R_o \times \phi_a \times \phi_p \times \phi_r$$

Irregularidad en Planta

La edificación no cuenta con irregularidades en planta, por lo que el coeficiente de disipación de energía no debe penalizarse:

$$\phi_p = 1.00$$

Dadas las condiciones de la cubierta, en especial por contar con una cubierta liviana, para el diseño del sistema aporticado, no se consideró que en este nivel se desarrolle un diafragma rígido, esto se establece como lo sugiere el reglamento (NSR-10), ya que la disipación sísmica de la edificación no se vea afectada bajo una condición dada por la torsión accidental ejercida bajo movimientos sísmico, es decir, no se considera efectos de reducción del coeficiente de disipación sísmica bajo una irregularidad torsional.

Irregularidad en Altura

La edificación cuenta con irregularidades en altura tipo 3A, por lo que el coeficiente de disipación de energía debe penalizarse:

$$\phi_a = 0.90$$

Ausencia de redundancia

La edificación no cuenta con ausencia de redundancia, ya que en una de sus direcciones principales el sistema aporticado de concreto está compuesto únicamente por más de dos columnas desarrollando más de un vano, condición que o irregularidad que causa que el coeficiente de disipación de energía no deba penalizarse:

$$\phi_r = 1.00$$

Coeficiente de capacidad de disipación de energía modificado

Con los valores anteriormente descritos se calcula el valor del coeficiente de disipación de energía para el cálculo de los efectos sísmicos sobre la estructura una vez actualizada al presente reglamento.

$$R = 5.00 \times 1.00 \times 0.90 \times 1.00 = 4.50$$

Coeficiente de Aceleración Pico Efectivo

Dada la geometría de la edificación, se garantiza que el periodo natural de la edificación es menor al que marca la zona de descenso del espectro en la figura anterior, por lo que el coeficiente que representa la aceleración pico efectiva para diseño es:

$$A_a = 0.70$$

4.5. Cargas de Empuje de Tierra y Presiones Hidrostáticas

El avalúo de cargas de empuje de tierra no se consideraron, de requerirse estas deberán diseñarse con base en los estándares establecidos en el Título B5 de la NSR-10.

4.6. Cargas de Viento

Este se desarrolló para que cubra la mayoría las amenazas eólicas del país haciendo las consideraciones y requerimientos de viento más altos a lo largo del territorio nacional que nos permite establecer una edificación de estas características y que se establece en el NSR-10 por medio de su Título B.

- Factor Topográfico⁶: $K_{zt} = 1.00$
- Factor Dirección⁷: $K_d = 0.85_D$
- Amortiguamiento: 5%
- Tipo de Exposición⁸: D

4.7. Otras Cargas

No se considerarán cargas adicionales para este tipo de estructuras.

⁶ El factor topográfico se tomó como el más probable a presentarse bajo las características de la edificación, de presentarse factores topográficos más críticas para la localización final de la edificación deberán evaluarse bajo los requerimientos de la sección B.6.5.7 del NSR-10

⁷ Factor de dirección para edificios referente al sistema principal de resistencia de cargas de viento de acuerdo con la Tabla B.6.5-4 del NSR-10.

⁸ Se define este tipo de exposición por ser el más crítico que establece el reglamento NSR-10 en su sección B.6.5.6

5. Avalúo de Cargas

A continuación, se presenta el avalúo de cargas verticales en los diferentes niveles.

5.1. Cargas Verticales

Nivel Losa de Contrapiso

El nivel de la losa de contrapiso, es netamente funcional frente a las necesidades de la planta. Las cargas verticales que se presentan en este nivel son:

- Carga Muerta Fachadas y Particiones²: 80 kgf/m²
- Carga Muerta Afinado de Piso²: 160 kgf/m²
- Carga Viva Losa de Contrapiso⁴: 500 kgf/m²

Nivel de Cubierta

Al nivel de cubierta las cargas verticales que se presentan son:

- Carga Muerta Cubierta: 50 kgf/m²
- Carga Viva Cubierta⁵: 50 kgf/m²

5.2. Avalúo de Carga Sísmica

Aceleración de Diseño

De acuerdo al modelo en SAP2000 que se presenta más adelante el periodo de vibración de la estructura es de 0.31 s. Este valor se encuentra por debajo de la meseta máxima del espectro. Con este periodo el valor de la aceleración espectral de diseño es de 0.70g.

El reglamento no provee un periodo aproximado T_a a comparar con el valor calculado en el software de análisis por esta razón. Se toma el valor de $T = 0.31$ s, ya es con este valor la fuerza de diseño sísmico es crítica por encontrarse el valor de la aceleración espectral de diseño en la meseta.

La fuerza sísmica en la estructura, tanto el cortante basal como la fuerza en cada piso, es calculada numéricamente por el software de análisis. En la siguiente sección se avala el cálculo elaborado por el programa; con el procedimiento del Método de Fuerza Horizontal Equivalente, establecido en el Capítulo A.4 del NSR-10.

Comparación entre FHE de acuerdo con el NSR-10

Como se puede observar el cálculo de la fuerza sísmica se realizó por medio de la fuerza horizontal equivalente, pero bajo el software especializado genera de manera automática la carga sísmica aplicada a la estructura, dependiendo de aceleración S_a del proyecto. Esta sección compara el resultado de la fuerza sísmica en cada piso, y el cortante en la base, entre el calcula por el programa y

el calculado de manera manual de acuerdo al procedimiento establecido en el NSR-10.

Con las cargas muertas establecidas en las secciones anteriores, más el peso propio de la estructura, se determina la masa aferente a cada uno de los niveles.

Tabla 1. Masa de la Edificación por Niveles en Toneladas

	Vigas	Cubierta	Muros	Columnas	Total
NE+3.20	27.93	13.12	16.75	9.60	67.40
NE+4.14	22.68	8.84	0.00	3.38	34.90
NE+5.40	12.58	6.00	0.00	4.15	22.73
Total	63.19	27.96	16.75	17.13	125.03

De acuerdo con la sección A.4.3 del NSR-10 el cortante sísmico en la base (cortante basal) se debe calcular como:

$$V_s = S_a \times g \times M$$

Con los valores establecidos con anterioridad el cortante es:

$$V_s = 0.70 \times 125.03 \text{ tonf} = 87.52 \text{ tonf}$$

Este cortante se distribuye en los diferentes niveles de la estructura siguiendo el coeficiente C_{vx} :

$$C_{vx} = \frac{m_x \times h_x^k}{\sum_{i=1}^n (m_i \times h_i^k)}$$

En donde,

m_x es la masa del nivel x de la estructura,

h_x es la altura del nivel x de la estructura,

$k = 0.75 + 0.5T$, este valor no puede ser menor a 1 ni mayor a 2.

Se calcula la fuerza equivalente de acuerdo al procedimiento del NSR-10 y esta se compara con la fuerza calculada con SAP2000 haciendo uso del Auto Lateral Load.

Tabla 2. Comparación Fuerza Sísmica SAP2000 – FHE NSR-10

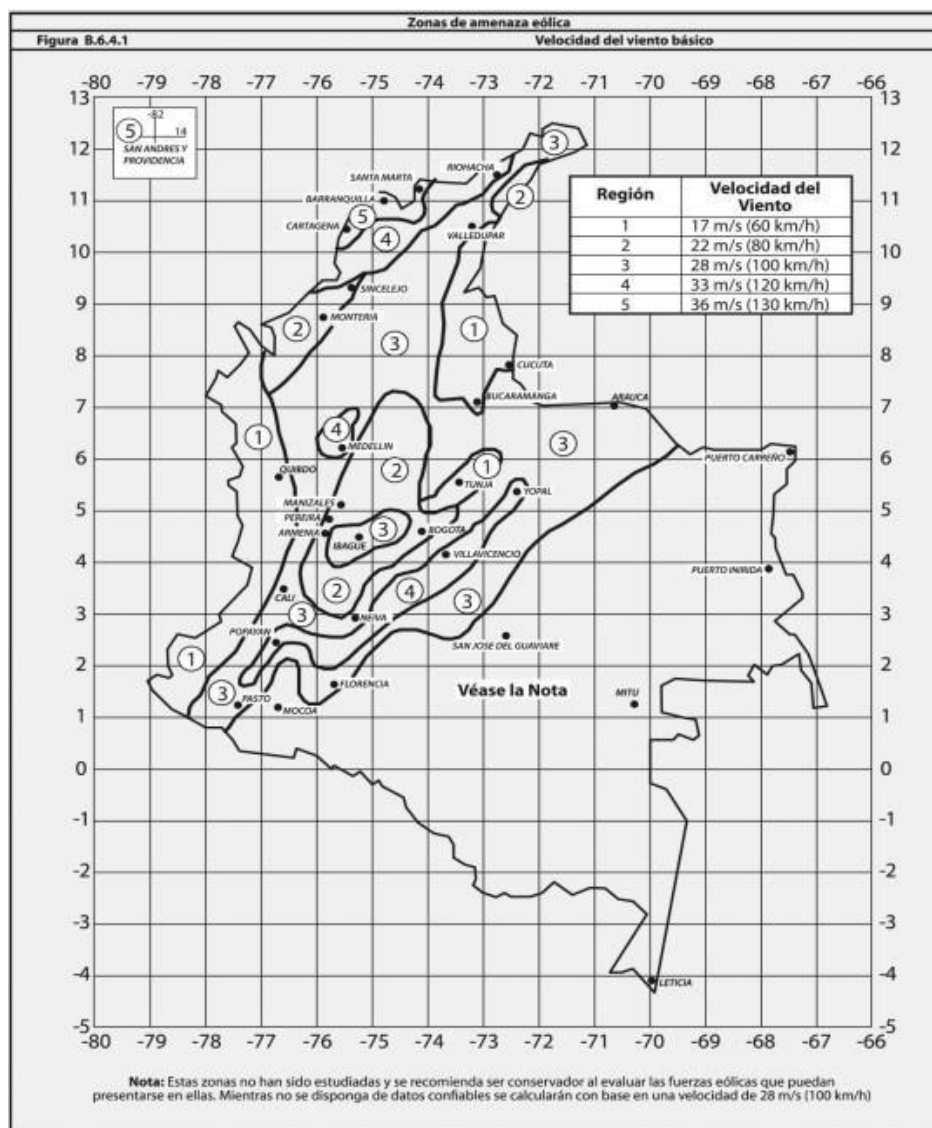
	m	h	m_hk	Cv	F	F (SAP2000)	% Diferencia
NE+3.20	67,40	3,20	215,68	0,78	68,12	72,2	5,66%
NE+4.14	34,90	0,94	32,81	0,12	10,36	10,9	4,95%
NE+5.40	22,73	1,26	28,64	0,10	9,04	9,6	5,78%
Total			277,13	1,00	87,52	92,70	5,59%

Como se puede observar el cálculo del programa SAP2000 coincide con el procedimiento del NSR-10. La diferencia total entre las fuerzas sísmicas es de tan sólo 5.59%

5.3. Avalúo de Carga de Viento

La estructura de la planta presenta un comportamiento crítico frente a cargas de sismo y no a cargas de viento. La razón de esto es que la poca altura de la edificación hace que tenga periodos de vibración cortos y el material en el que se construye cuenta con una gran masa lo que aumenta la inercia, elementos que favorecen a la fuerza sísmica frente al viento. No obstante, para el diseño de los elementos que componen la cubierta de la planta, si es necesario calcular la carga eólica a la que va estar sometida. La carga eólica puede ser determinante al momento al diseñar las correas de la cubierta que tiene esta edificación.

Ilustración 1. Mapa de Amenaza eólica NSR-10

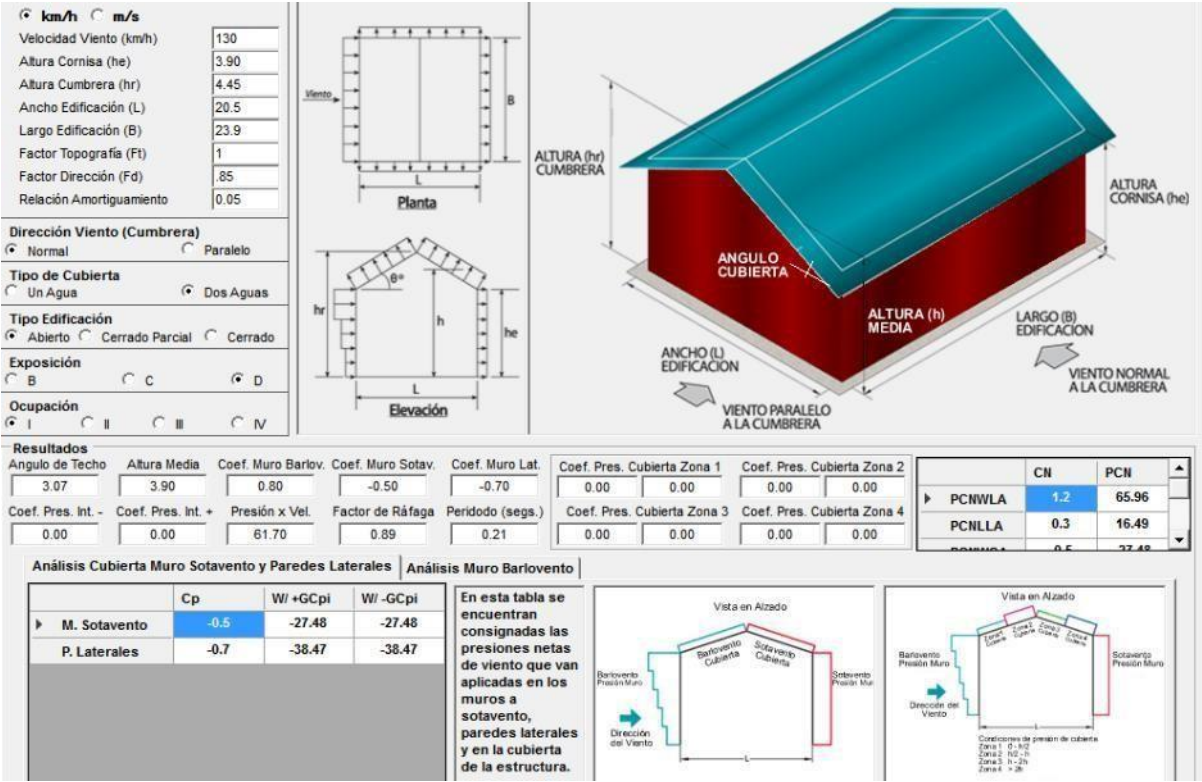


El avalúo de carga eólica se hace siguiendo la velocidad de viento básica que se presenta en el mapa de amenaza eólica (figura B.6.4-1 del NSR-10). Este se desarrolló para que

cubra todas y cada una de las posibles fuerzas de viento, por ello se consideró una velocidad básica de viento, correspondiente a la ráfaga de 3 segundos medida a 10 m de altura con un periodo de retorno de 50 años para la región 5 de Colombia, la cual es de

El análisis de la fuerza de viento se realiza siguiendo el procedimiento del NSR-10, con ayuda del software ARQUIMET desarrollado por la Universidad del Norte y ACESCO. En el programa se introducen los datos de entrada, tales como la velocidad de viento, la altura de la cumbrera, el ancho y alto de la edificación, etc. La siguiente figura presenta el formulario de entrada y la presión de vientos de salida con la que se requiere diseñar los elementos de la cubierta.

Ilustración 2. Consideraciones de diseño planta



Bajo las características geométricas de la planta estableciéndose como una edificación abierta y tener un tipo de ocupación tipo I, se definieron las cargas máximas especialmente en su cubierta aplicando la carga de viento de forma normal. Bajo estas consideraciones se encuentra que no se alcanza a ejercer presiones superiores a las mínimas establecida por el reglamento, la mayor presión en la cubierta es de 38.47 kgf/m^2 para el diseño se sigue la recomendación del artículo B.6.4.2.1.1 del NSR-10 y se toma una presión de $\pm 40 \text{ kgf/m}^2$

6. Combinaciones de Carga

Las combinaciones de cargas que se deben tener en cuenta dentro del análisis para este tipo de estructuras se basan en el tipo de material y en el procedimiento de diseño, cada uno de acuerdo con lo indicado en el NSR-10. Las combinaciones de carga se determinan tanto para el diseño por estado límite de resistencia (método de esfuerzos últimos) como para el diseño por estado límite de servicio (método elástico o método de esfuerzos de trabajo).

6.1. Métodos de Diseño

La práctica actual de diseño de estructuras utiliza dos métodos de diseño diferentes. El método del estado límite de servicio (método elástico o método de esfuerzos de trabajo) y el método del estado límite de resistencia (método de los esfuerzos últimos), donde el primero investiga el comportamiento de los elementos estructurales utilizando las cargas de servicio y el segundo investiga los mecanismos que conducen a la falla los materiales en un sistema de cargas mayoradas.

Combinaciones de carga para el método del estado límite de resistencia

Cuando se trate del análisis de estructuras en concreto o mampostería reforzada, por el método de resistencia, se analizarán las siguientes combinaciones de carga según el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10)

- | | |
|---|--|
| - $1.4D + 1.4PP$ | - $1.2D + 1.2PP + 1.0E_y + 0.3E_x + 1.0L$ |
| - $0.9D + 0.9PP + 1.0E_x + 0.3E_y$ | - $1.2D + 1.2PP + 1.0E_y - 0.3E_x + 1.0L$ |
| - $0.9D + 0.9PP + 1.0E_x - 0.3E_y$ | - $1.2D + 1.2PP + 1.6L + 0.5L_r$ |
| - $0.9D + 0.9PP + 1.0E_y + 0.3E_x$ | - $1.2D + 1.2PP + 1.6L_r + 0.8W_x$ |
| - $0.9D + 0.9PP + 1.0E_y - 0.3E_x$ | - $1.2D + 1.2PP + 1.6L_r + 0.8W_{-x}$ |
| - $0.9D + 0.9PP + 1.6W_x$ | - $1.2D + 1.2PP + 1.6L_r + 0.8W_y$ |
| - $0.9D + 0.9PP + 1.6W_{-x}$ | - $1.2D + 1.2PP + 1.6L_r + 0.8W_{-y}$ |
| - $0.9D + 0.9PP + 1.6W_y$ | - $1.2D + 1.2PP + 1.6L_r + 1.0L$ |
| - $0.9D + 0.9PP + 1.6W_{-y}$ | - $1.2D + 1.2PP + 1.6W_{-x} + 1.0L + 0.5L_r$ |
| - $0.9D + 0.9PP - 1.0E_x + 0.3E_y$ | - $1.2D + 1.2PP + 1.6W_x + 1.0L + 0.5L_r$ |
| - $0.9D + 0.9PP - 1.0E_x - 0.3E_y$ | - $1.2D + 1.2PP + 1.6W_{-y} + 1.0L + 0.5L_r$ |
| - $0.9D + 0.9PP - 1.0E_y + 0.3E_x$ | - $1.2D + 1.2PP + 1.6W_y + 1.0L + 0.5L_r$ |
| - $0.9D + 0.9PP - 1.0E_y - 0.3E_x$ | - $1.2D + 1.2PP - 1.0E_x + 0.3E_y + 1.0L$ |
| - $1.2D + 1.2PP + 1.0E_x + 0.3E_y + 1.0L$ | - $1.2D + 1.2PP - 1.0E_x - 0.3E_y + 1.0L$ |
| - $1.2D + 1.2PP + 1.0E_x - 0.3E_y + 1.0L$ | - $1.2D + 1.2PP - 1.0E_y + 0.3E_x + 1.0L$ |
| | - $1.2D + 1.2PP - 1.0E_y - 0.3E_x + 1.0L$ |

En donde,

- D es la carga muerta distinta al peso propio,
PP es la carga muerta correspondiente al peso propio.
L es la carga viva,
 L_r es la carga viva de cubierta,
 E_x es la carga sísmica en dirección x,

E_y es la carga sísmica en dirección y,
 W_x es la carga eólica en dirección positiva x,
 W_{-x} es la carga eólica en dirección negativa x,
 W_y es la carga eólica en dirección positiva y,
 W_{-y} es la carga eólica en dirección negativa y.

Combinaciones de carga para condiciones de servicio

Para las revisiones bajo las cargas servicio, se analizarán las siguientes combinaciones de carga.

- | | |
|---|---|
| - $D + PP + W_{-y}$ | - $D + PP + 0.75W_{-x} + 0.75L + 0.75L_r$ |
| - $D + PP + W_y$ | - $D + PP + 0.75L + 0.75L_r$ |
| - $D + PP + W_{-x}$ | - $D + PP + 0.75E_y + 0.75L + 0.75L_r$ |
| - $D + PP + W_x$ | - $D + PP + 0.750.7E_x + 0.75L + 0.75L_r$ |
| - $D + PP + L_r$ | - $D + PP$ |
| - $D + PP + L$ | - $0.6D + 0.6PP + W_{-y}$ |
| - $D + PP + 0.7E_y$ | - $0.6D + 0.6PP + W_y$ |
| - $D + PP + 0.7E_x$ | - $0.6D + 0.6PP + W_{-x}$ |
| - $D + PP + 0.75W_y + 0.75L + 0.75L_r$ | - $0.6D + 0.6PP + W_x$ |
| - $D + PP + 0.75W_{-y} + 0.75L + 0.75L_r$ | - $0.6D + 0.6PP + 0.7E_y$ |
| - $D + PP + 0.75W_x + 0.75L + 0.75L_r$ | - $0.6D + 0.6PP + 0.7E_x$ |

En donde las variables tienen las mismas definiciones establecidas en la sección anterior.

7. Análisis de la Estructura

7.1. Procedimiento de Análisis

El análisis estructural se realiza por medio de métodos numéricos. Estos se usan introduciendo modelos e idealizaciones que reflejan de la mejor manera posible el comportamiento de la estructura. Para el cálculo estructural se recurrirá a herramientas especializadas de software: SAP2000. Esta herramienta, de elementos finitos, permite modelar elementos lineales, de área y volumétricos. En el diseño presentado no se utilizaron estos últimos.

7.2. Disposición Estructural

Bajo las características de la estructura se desarrolló un modelo completo de toda la estructura la cual se caracteriza por ser una estructura aporticada de concreto reforzado. La cimentación no se consideró en el modelo principal en SAP2000. Como se describe más adelante. Las siguientes imágenes muestran la geometría del modelo en SAP2000, incluyen la numeración de los nodos y elementos.

Ilustración 3. Geometría de Planta Vista 1

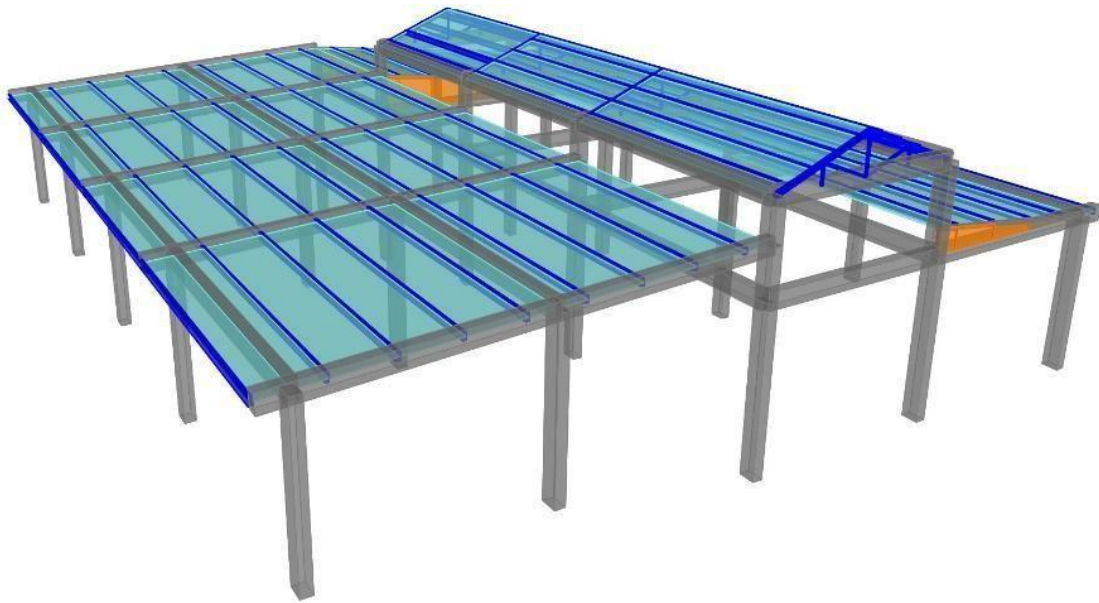


Ilustración 4. Planta Vista 2

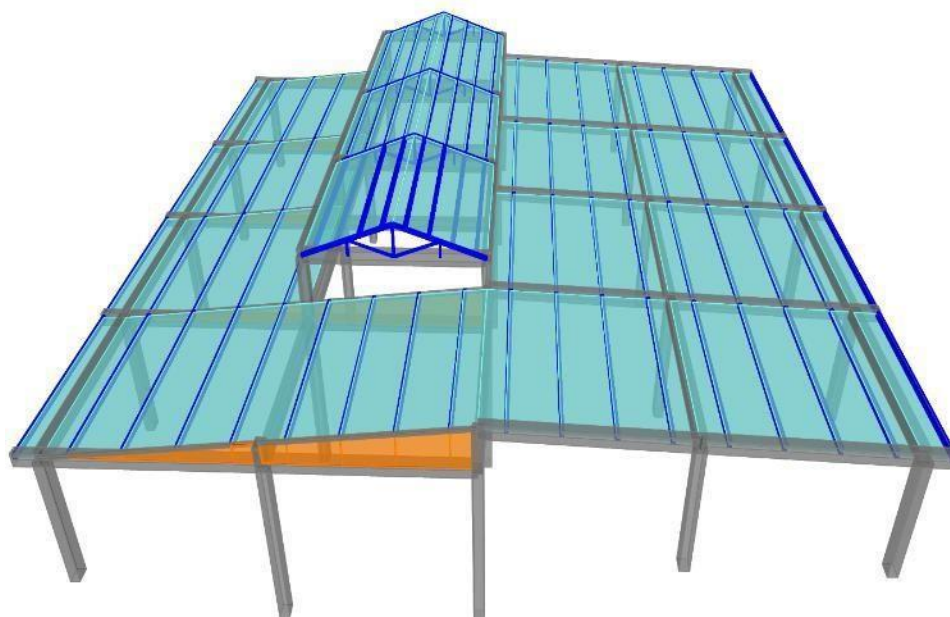


Ilustración 5. Numeración de Nodos en la Base

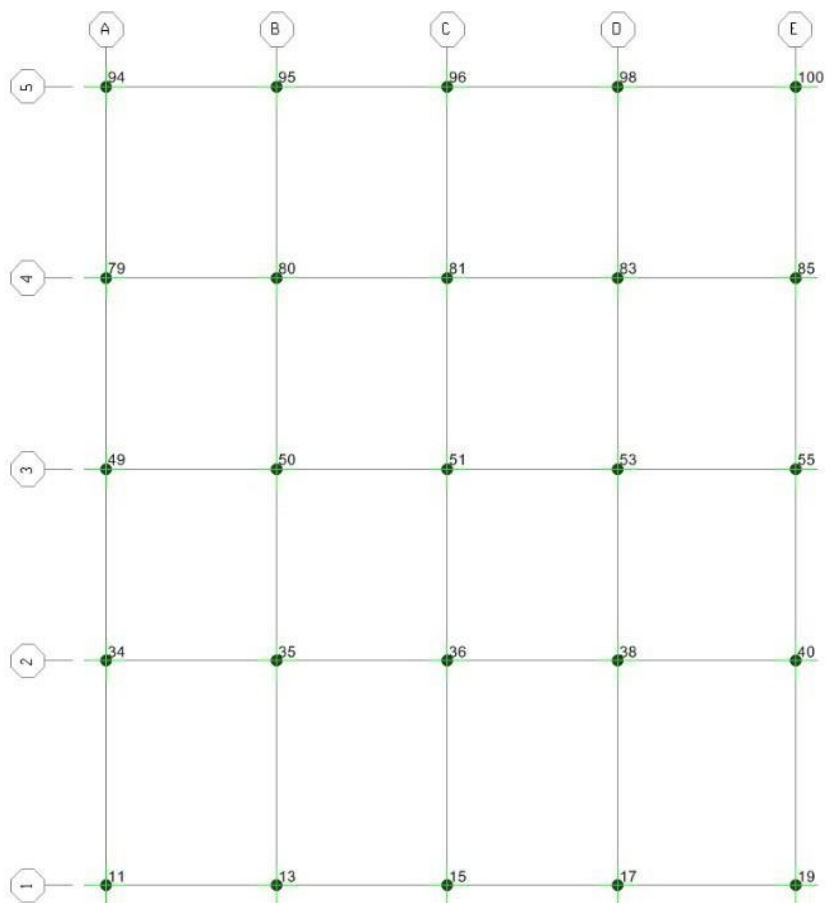


Ilustración 6. Numeración de Nodos eje 1

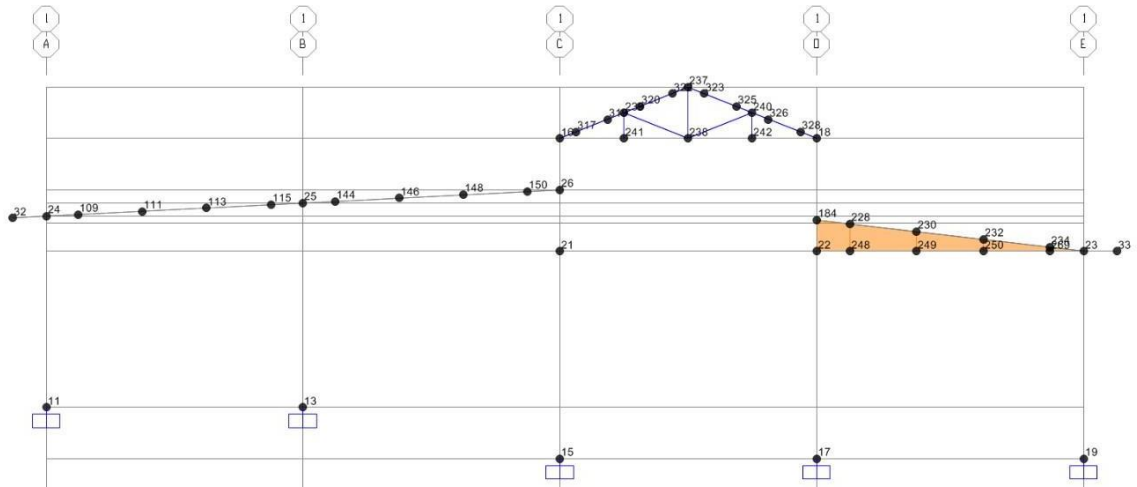


Ilustración 7. Numeración de Nodos eje 2

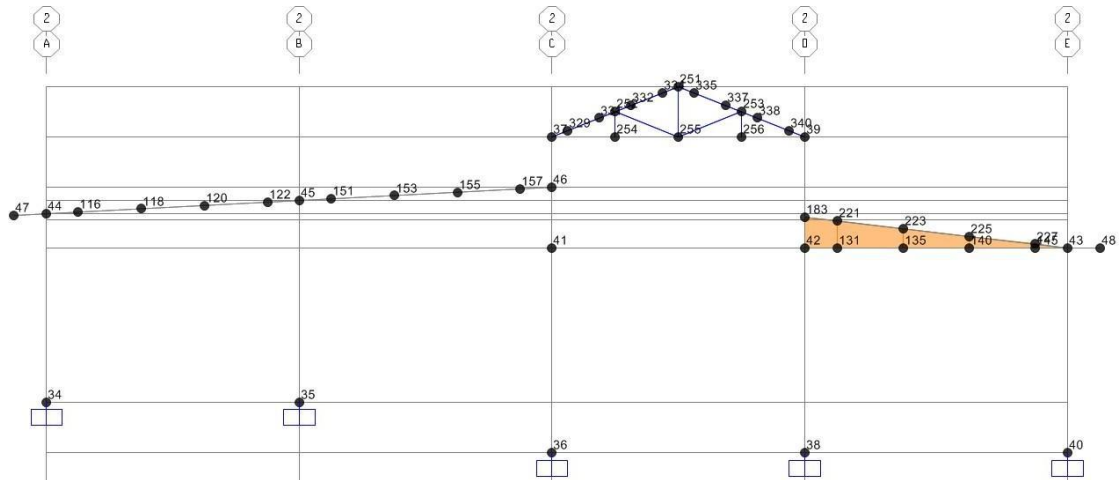


Ilustración 8. Numeración de Nodos eje 3

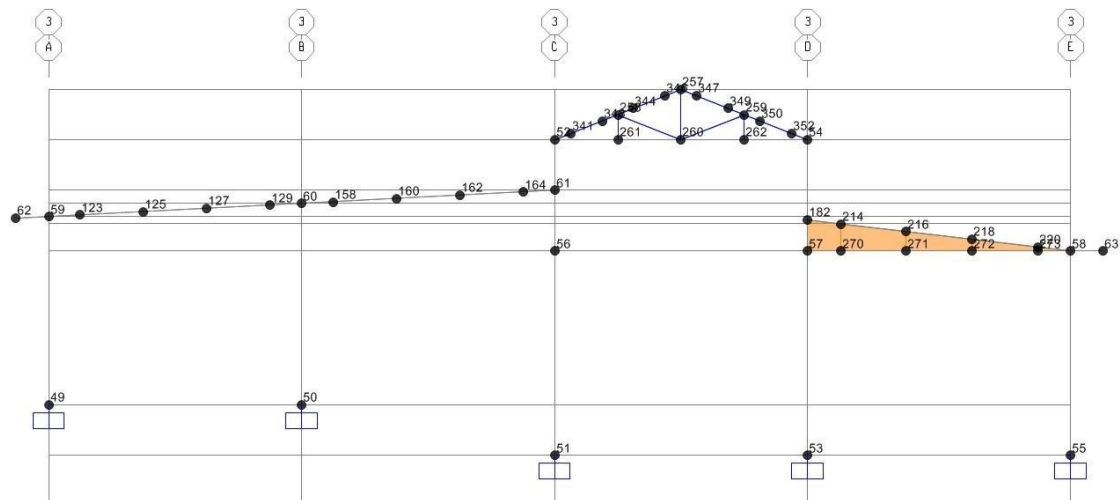


Ilustración 9. Numeración de Nodos eje 4

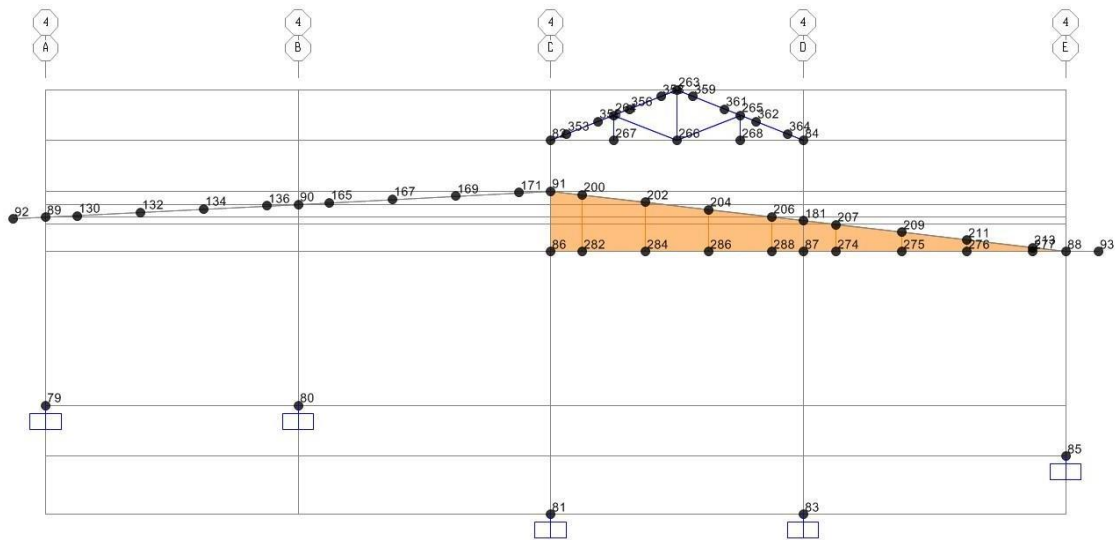


Ilustración 10. Numeración de Nodos eje 5

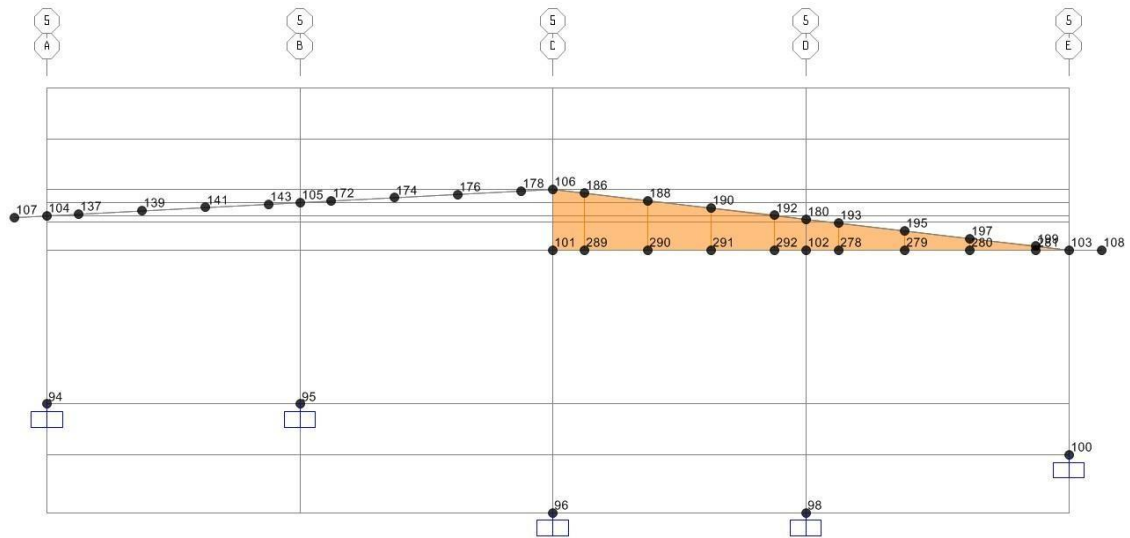
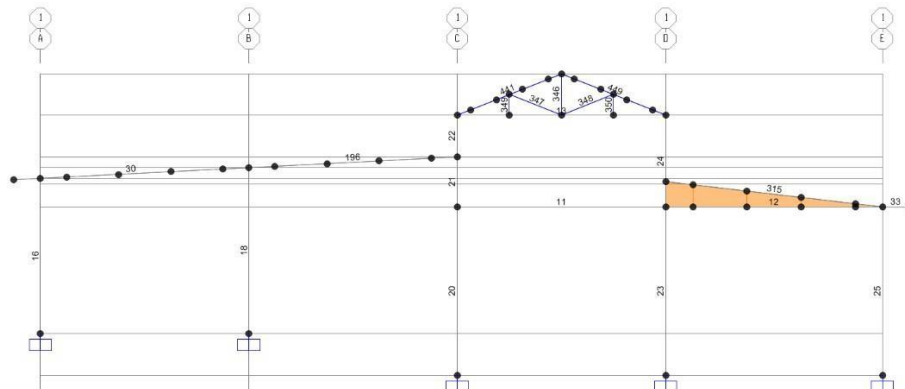


Ilustración 11. Numeración de Elementos eje 1



The diagram illustrates the layout of the 1000m race track at the 2000 Sydney Olympic Games. The track is a standard 400m oval with a 90-degree turn shaded in orange. The diagram includes lane numbers 4, 5, 6, 7, and 8, and various distance markers along the track. The track is divided into two main sections: a straight section and a curved section. The straight section is marked with distances of 84, 85, 86, 87, 88, 89, and 91. The curved section is marked with distances of 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, and 100. The diagram also shows the positions of the start and finish lines, and the locations of the various race events.

Ilustración 15. Numeración de Elementos eje 5

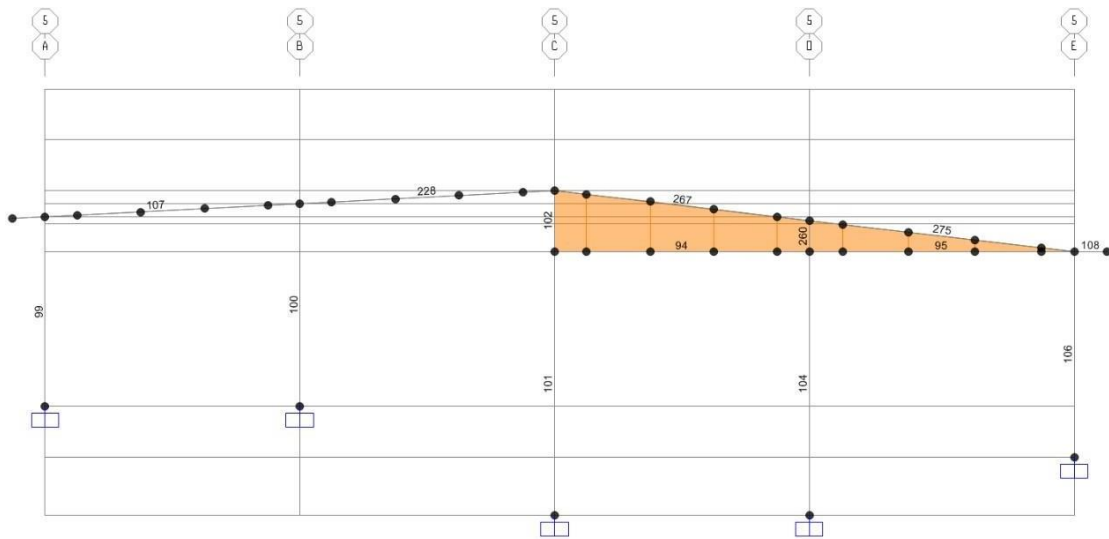


Ilustración 16. Numeración de Nodos y Elementos Cubierta Principal

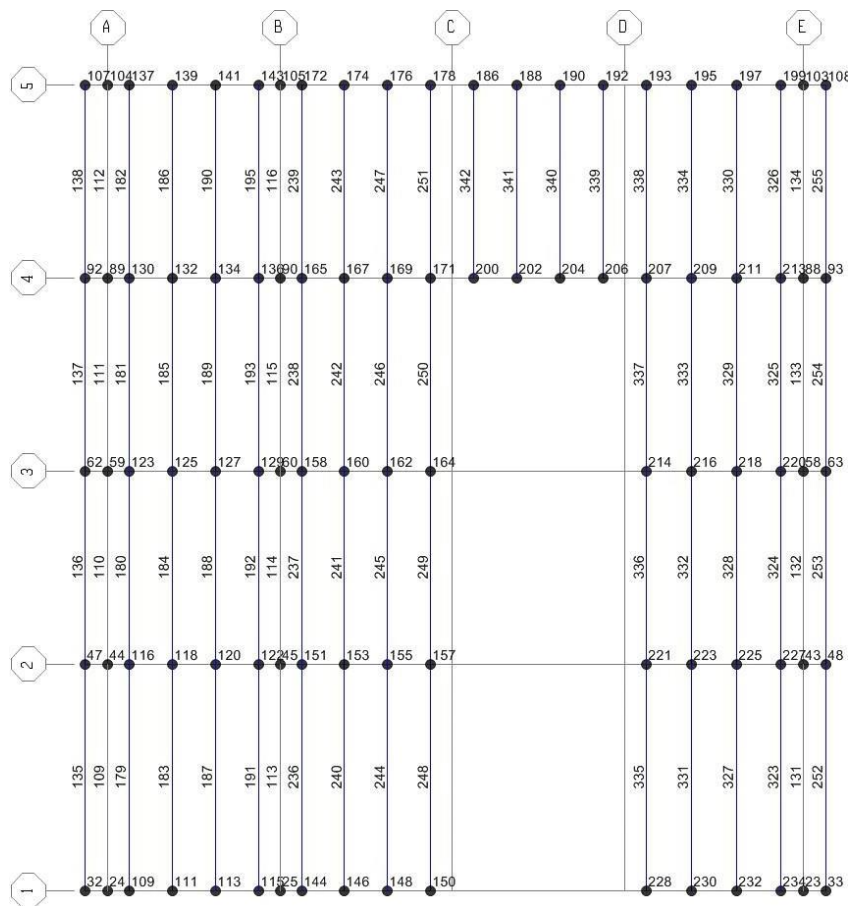
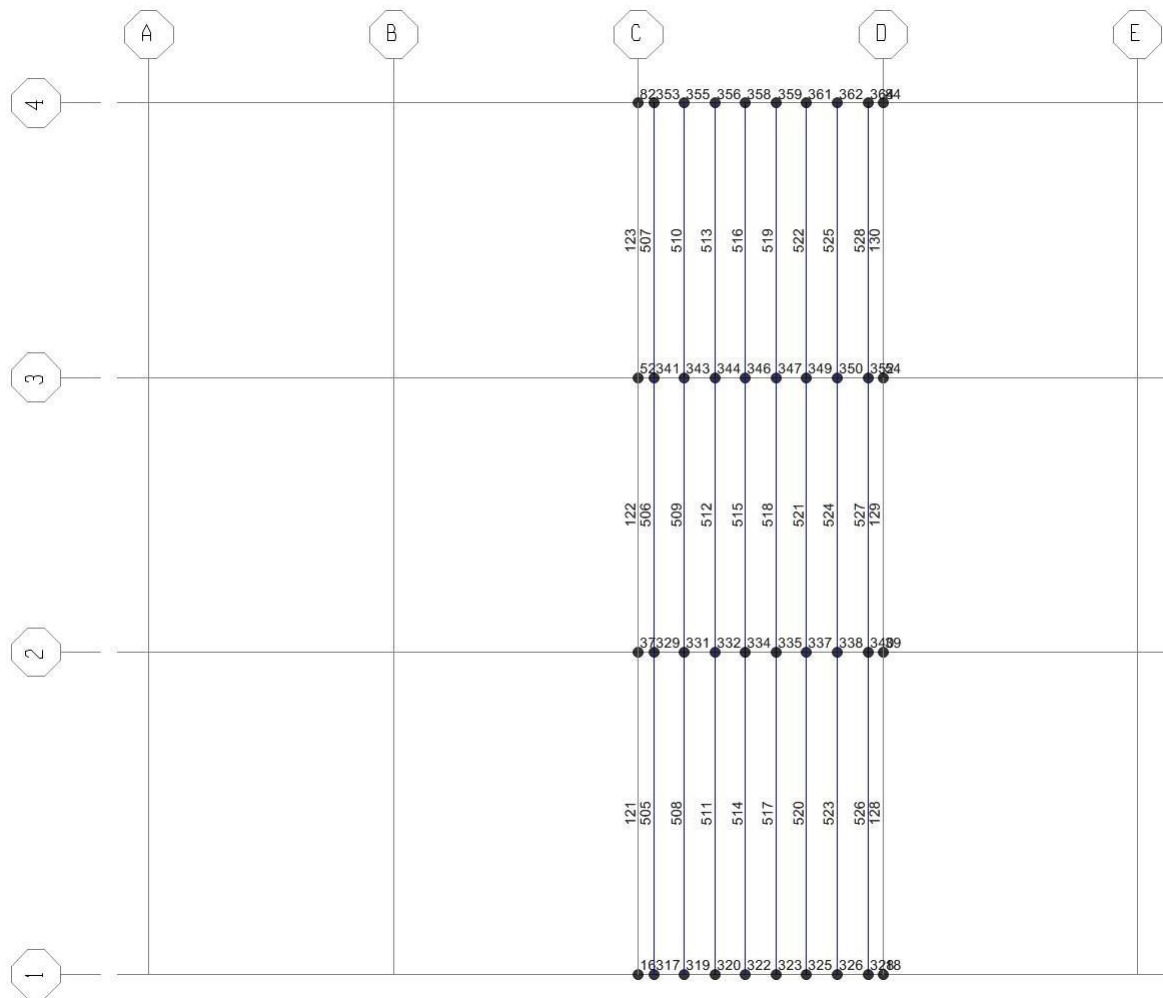


Ilustración 17. Numeración de Nodos y Elementos Cubierta Secundaria



7.3. Control de Derivas

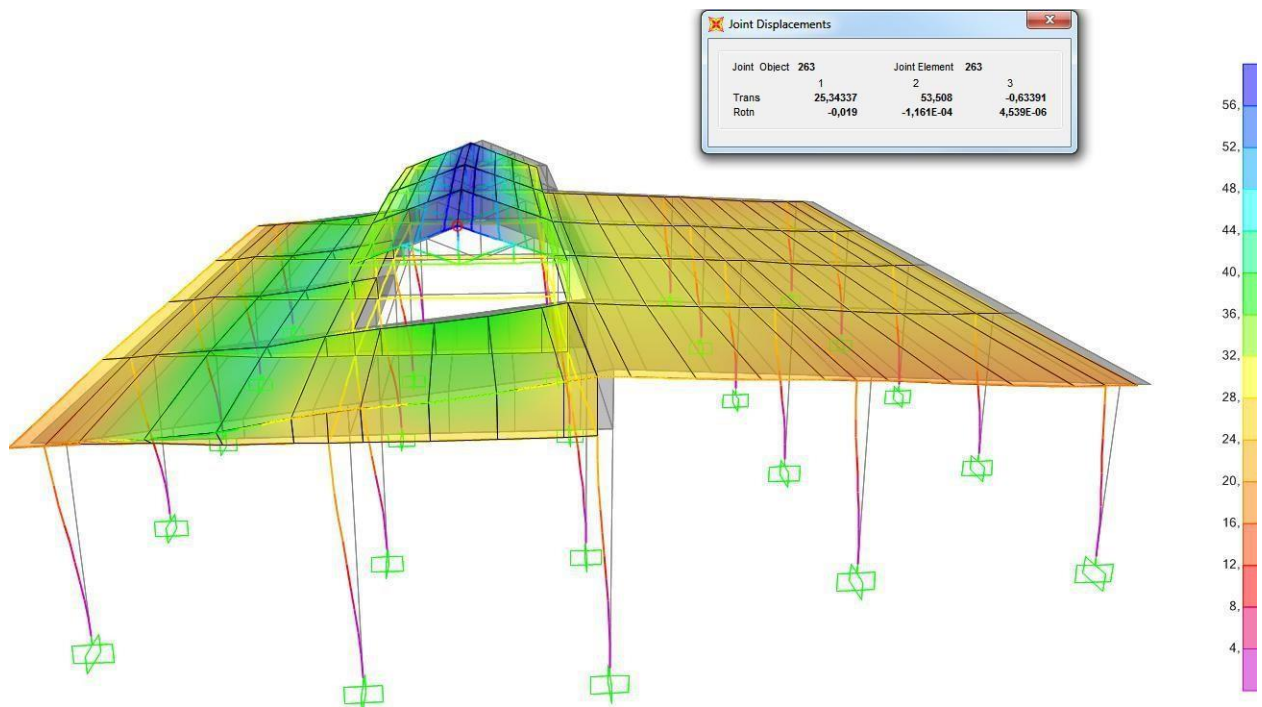
Bajo la disposición estructural planteada para esta edificación y el sistema estructural empleado se calcula la deriva de la misma; se muestra a continuación los desplazamientos máximos bajo condiciones de una envolvente de servicio, como puede verificarse los desplazamientos máximos se presentan el sentido "Y" donde el desplazamiento máximo se presenta en la cumbrera de la cubierta la cual se da en 53.5 mm la cual genera una deriva cercana a los 0.84%.

Al revisar la deriva en cada uno de los niveles principales de la edificación se llega a los siguientes valores en los dos principales sentidos de la edificación:

Tabla 3. Derivas en Niveles Principales

	Δx (mm)	Deriva x %	Δy (mm)	Deriva y %
NE+3.20	24.32	76,06%	7.59	23,72%
NE+4.14	25.63	61,91%	20.28	48,99%
NE+5.40	26.57	49,20%	22.08	40,89%

Ilustración 18. Numeración de Nodos y Elementos Cubierta Principal



7.4. Diseño Elementos Estructurales

El diseño de los elementos Frame en concreto reforzado se realiza con el modulo interno de diseño del software especializado SAP2000. Para los diseños la fuerza sísmica se dividió por el coeficiente de disipación de energía establecido con anterioridad en el presente documento.

El presente capítulo no describe el diseño estructural de la cimentación y los elementos no estructurales, estos diseños se encuentran en capítulos posteriores.

7.5. Diseño de Vigas

Para este tipo de elementos existen dos niveles de vigas aéreas que hacen parte del sistema de resistencia sísmica los cuales se muestran a continuación, si bien el módulo de diseño presenta todas las verificaciones exigidas por el reglamento NSR-10, a continuación se presenta la condición más críticas para este tipo de elementos, es decir, el porcentaje de acero longitudinal requerido, cabe notar que el software para este tipo de elementos muestra bajo un escala de colores si el elemento presenta falla, alerta que no se está presentando para ninguna de las vigas de la edificación.

Ilustración 19. Porcentaje de Refuerzo Longitudinal Vigas Aéreas NE+3.20, NE+4.14

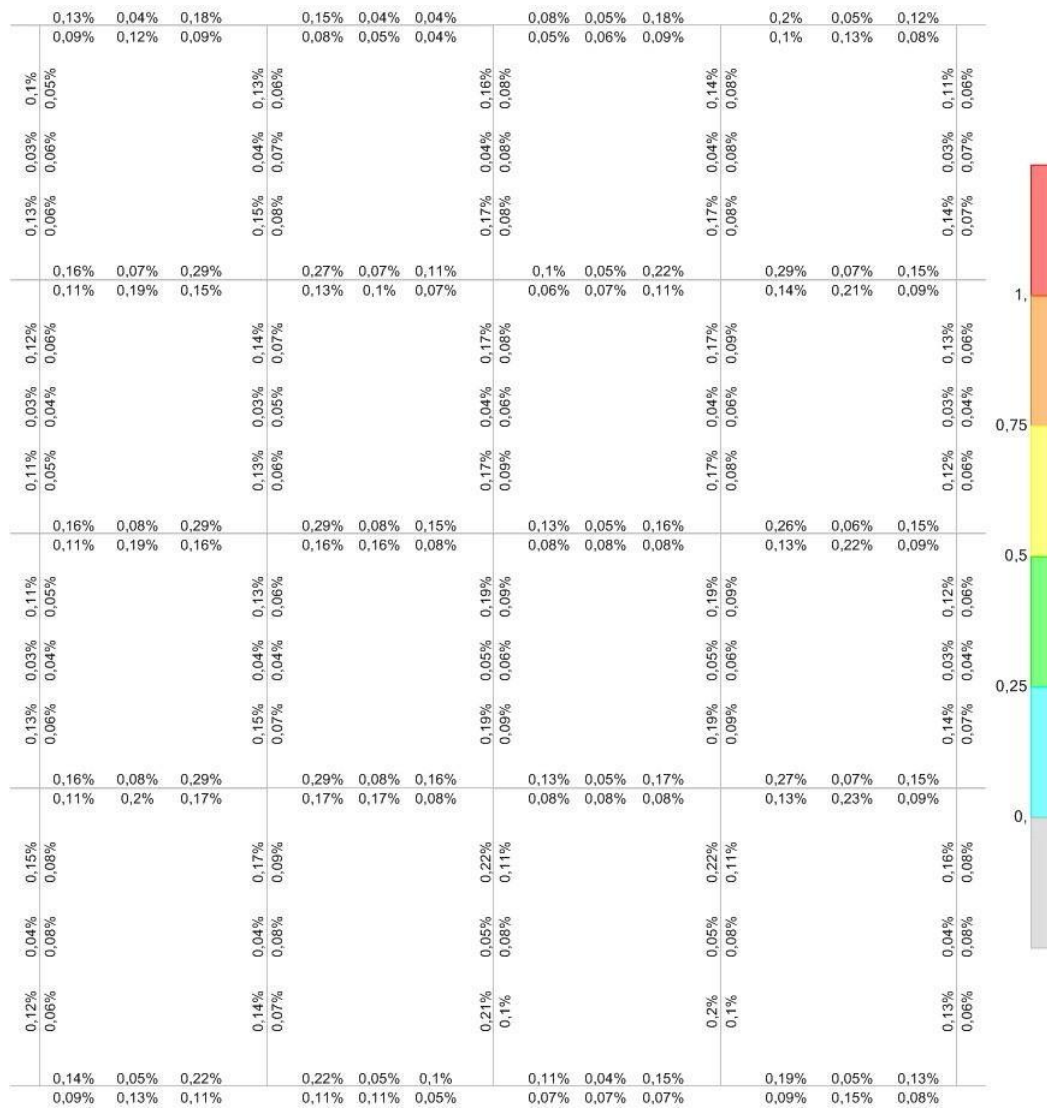
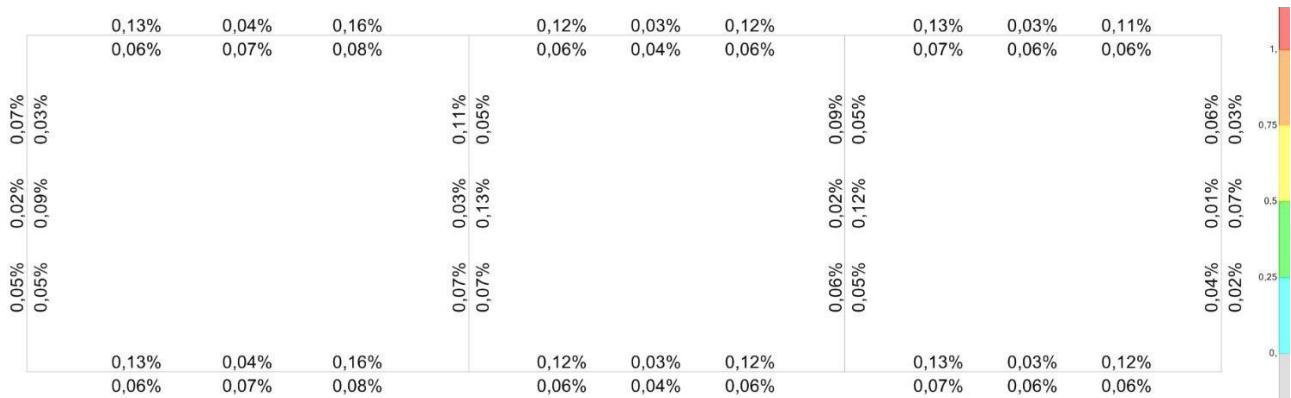


Ilustración 20. Porcentaje de Refuerzo Longitudinal Vigas Aéreas NE+5.40

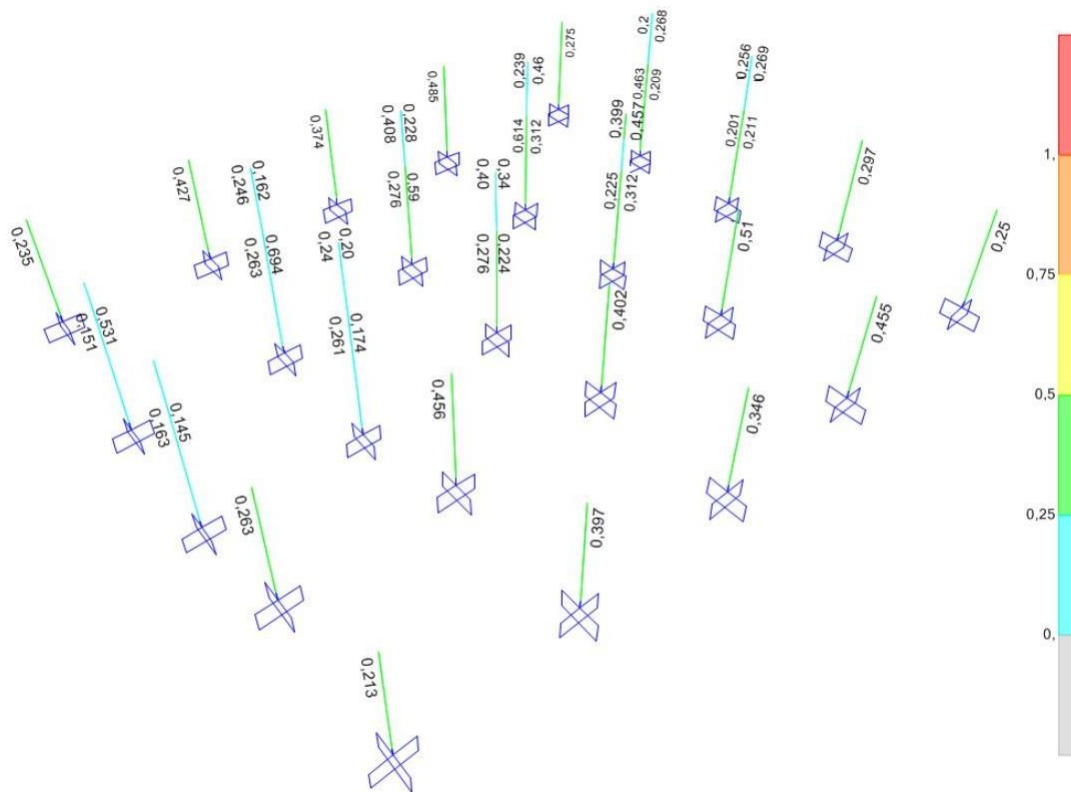


Las figuras anteriores muestran que todas las vigas y viguetas en los tres niveles de la edificación requieren en su mayoría la cuantía mínima de diseño exigido por el NSR-10 (0.33%), si bien las vigas se podrían reducir bajo este criterio no se redujeron dadas las condiciones límites de deriva a la cual está siendo sometida la edificación y las dimensiones mínimas propuestas por este para no tener necesidad de controlas deformaciones.

7.6. Diseño de Columnas

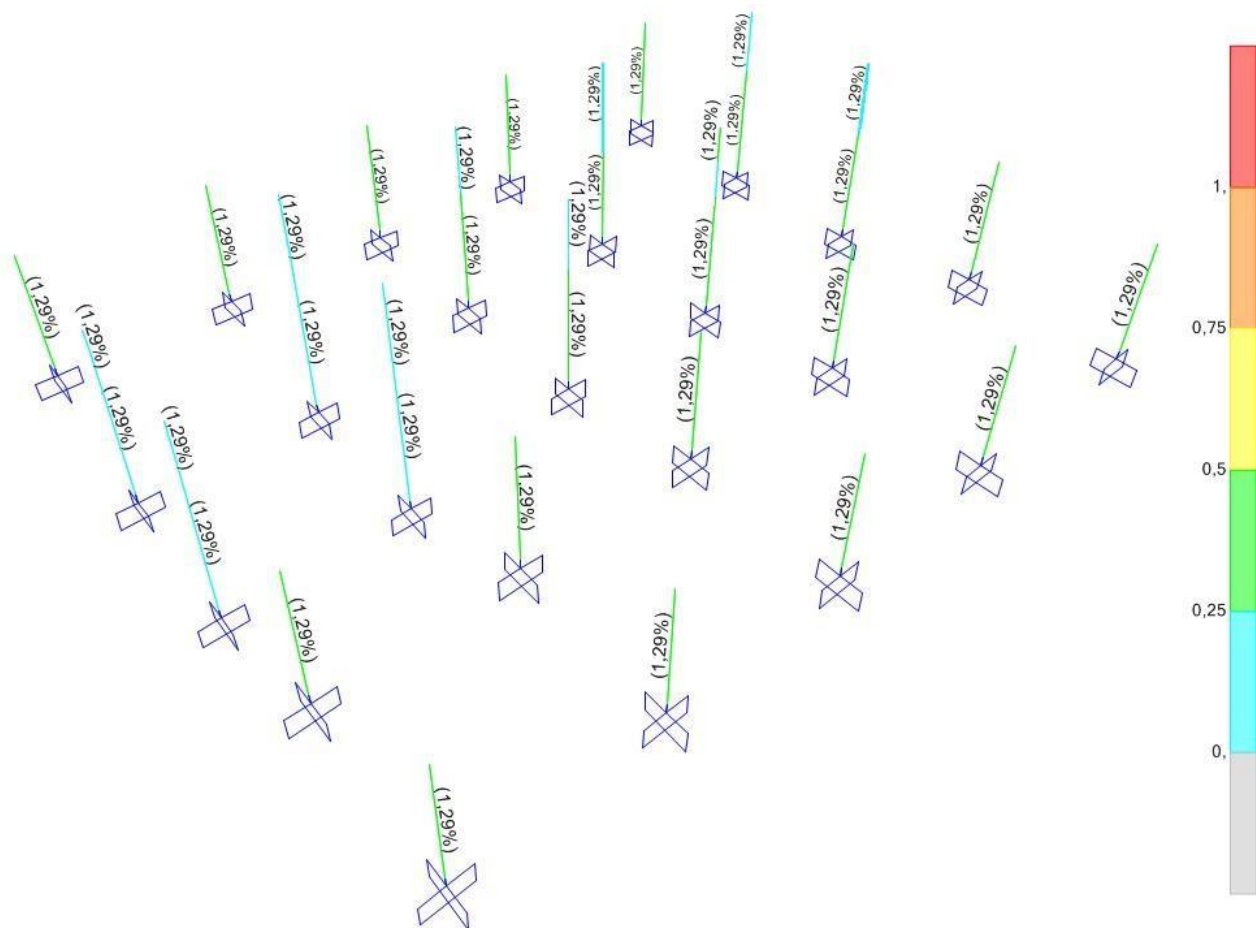
Para la edificación en referencia, existen ocho tipos de columna, pero únicamente con cuatro secciones típicas, si bien el módulo de diseño presenta todas las verificaciones exigidas por el reglamento NSR-10, a continuación, se presenta las dos condiciones más críticas para este tipo de estructuras como lo son el porcentaje de acero longitudinal y la verificación de columna fuerte viga débil.

Ilustración 21. Índices de Capacidad Viga/Columna



deriva a la cual está siendo sometida la edificación. Es importante resaltar que la relación viga fuerte viga débil más crítica se encuentra al 69.4%.

Ilustración 22. Porcentaje de Refuerzo Longitudinal Columnas



La figura anterior muestra que todas las columnas requieren un poco más del acero mínimo de diseño exigido por el NSR-10, si bien en términos generales se requiere una cantidad mayor de acero, este no alcanza el máximo permitido por el reglamento (4%). La cantidad de acero necesaria por diseño para cada uno de los tipos de columna se puede ver reflejadas en los planos de construcción adjuntos a esta memoria de cálculo. Si bien las columnas se podrían reducir bajo este criterio de área de acero permitida por el reglamento, no se redujeron dadas las condiciones límites de deriva a la cual está siendo sometida la edificación.

7.7. Diseño de Correas de Cubierta

Las correas de la cubierta de la edificación, se diseñan con perfiles ACESCO tipo canal, como la configuración arquitectónica de la edificación presenta dos tipos de cubierta se presentan a continuación la modelación estructural que se siguió

para cada una de estas disposiciones. El diseño de estas se realiza en el programa de análisis Arquimet.

Cubierta Principal

Ilustración 23. Diseño de Correas Cubierta Principal

Cargas sin mayorar en Kg/m²

Carga muerta: 50.00

Carga viva de cubierta: 50.00

Carga granizo: 100.00

Viento succión: 40.00

Viento compresión: 40.00

Viento
El viento se considera actuando de manera perpendicular a la cubierta.

Datos geométricos

Separación entre correas (m): 1.30

Pendiente en grados: 4.96

Pendiente (%): 8.68

Numero de luces: 4

Arriostamiento (Lb) (Fracción de L): L/2

Luz libre (m): 6.45, 5.38, 5.38, 5.38

Apoyo (m): 0.25, 0.25, 0.25, 0.25

☐ Sin apoyo

Consideraciones de diseño

Deflexiones máximas

☒ Instantánea carga viva (L/270.00)

☐ Permanente carga total

Arrugamiento

☐ Considerar arrugamiento del alma.

Solución

	Tipo	Perfil	Acabado	Grado	Orienta...
4	C con atiesador	220 x 80 x 20 (3.00 mm)	Negro	50	1
5	C con atiesador	305 x 80 x 25 (2.50 mm)	Negro	50	1
6	C con atiesador	305 x 80 x 25 (3.00 mm)	Negro	50	1

[Ver reporte completo del perfil](#)

A continuación, se presenta el reporte de salida del programa Arquimet. En este se puede observar que el perfil elegido PHR C220x80x3.00mm cumple con las condiciones de seguridad necesarias.

APOYO 1		
Combinacion	Rx	Ry
Muerta	-8.8751	200.0323
Viva de Cub.	-7.7369	174.3805
Granizo	-15.4739	348.7610
Viento Comp.	-12.1080	139.5171
Viento Succion	12.1080	-139.5171
Comb. 1	-12.4251	280.0452
Comb. 2	-14.5186	327.2290
Comb. 3	-18.3870	414.4193
Comb. 4	-29.0832	588.8062
Comb. 5	-41.4623	867.8149
Comb. 6	-29.0832	588.8062
Comb. 7	-41.4623	867.8149
Comb. 8	-26.6266	466.7462
Comb. 9	-30.4951	553.9364
Comb. 10	-26.6266	466.7462
Comb. 11	-30.4951	553.9364
Comb. 12	-20.0956	319.5462
Comb. 13	-20.0956	319.5462

APOYO 2		
Combinacion	Rx	Ry
Muerta	-27.4619	538.0380
Viva de Cub.	-23.9402	469.0408
Granizo	-47.8804	938.0817
Viento Comp.	-32.5864	375.4834
Viento Succion	32.5864	-375.4834
Comb. 1	-38.4467	753.2531
Comb. 2	-44.9244	880.1660
Comb. 3	-56.8945	1114.6863
Comb. 4	-87.5518	1583.8527
Comb. 5	-125.8562	2334.3181
Comb. 6	-87.5518	1583.8527
Comb. 7	-125.8562	2334.3181
Comb. 8	-77.5108	1255.6493
Comb. 9	-89.4809	1490.1698
Comb. 10	-77.5108	1255.6493
Comb. 11	-89.4809	1490.1698
Comb. 12	-57.3021	859.7175
Comb. 13	-57.3021	859.7175

APOYO 3		
Combinacion	Rx	Ry
Muerta	-13.6056	366.8262
Viva de Cub.	-11.8609	319.7851
Granizo	-23.7217	639.5701
Viento Comp.	-22.1902	255.6905
Viento Succion	22.1902	-255.6905
Comb. 1	-19.0479	513.5568
Comb. 2	-22.2572	600.0840
Comb. 3	-28.1876	759.9766
Comb. 4	-46.3992	1079.6929
Comb. 5	-65.3766	1591.3490
Comb. 6	-46.3992	1079.6929
Comb. 7	-65.3766	1591.3490
Comb. 8	-44.4473	855.7745
Comb. 9	-50.3778	1015.6671
Comb. 10	-44.4473	855.7745
Comb. 11	-50.3778	1015.6671
Comb. 12	-34.4352	585.8341
Comb. 13	-34.4352	585.8341

APOYO 4			APOYO 5		
Combinacion	Rx	Ry	Combinacion	Rx	Ry
Muerta	-24.3289	482.5747	Muerta	-6.9923	163.2676
Viva de Cub.	-21.2090	420.6901	Viva de Cub.	-6.0956	142.3304
Granizo	-42.4180	841.3802	Granizo	-12.1913	284.6609
Viento Comp.	-29.2257	336.7588	Viento Comp.	-9.8813	113.8596
Viento Succion	29.2257	-336.7588	Viento Succion	9.8813	-113.8596
Comb. 1	-34.0605	675.6047	Comb. 1	-9.7893	228.5746
Comb. 2	-39.7992	789.4348	Comb. 2	-11.4386	267.0863
Comb. 3	-50.4037	999.7798	Comb. 3	-14.4864	338.2516
Comb. 4	-77.7419	1420.5732	Comb. 4	-23.0845	480.5796
Comb. 5	-111.6764	2093.6775	Comb. 5	-32.8375	708.3083
Comb. 6	-77.7419	1420.5732	Comb. 6	-23.0845	480.5796
Comb. 7	-111.6764	2093.6775	Comb. 7	-32.8375	708.3083
Comb. 8	-69.0249	1126.1936	Comb. 8	-21.3200	380.9459
Comb. 9	-79.6294	1336.5386	Comb. 9	-24.3678	452.1111
Comb. 10	-69.0249	1126.1936	Comb. 10	-21.3200	380.9459
Comb. 11	-79.6294	1336.5386	Comb. 11	-24.3678	452.1111
Comb. 12	-51.1217	771.0760	Comb. 12	-16.1744	260.8004
Comb. 13	-51.1217	771.0760	Comb. 13	-16.1744	260.8004

REPORTES DE DISEÑO

REPORTE FLEXION				
	Apoyos		Interiores	
Ejes locales	3	2	3	2
Resistente (Kgf.m)	2514.9895	519.1511	2121.2800	505.6763
Calculado (Kgf.m)	1418.7673	18.9489	1418.7675	31.3427

REPORTE CORTANTE		
Ejes locales	2	3
Resistente (Kgf)	10122.2383	7694.3936
Calculado (Kgf)	1099.7433	36.6581

REPORTE DEFLEXION		
Deflexiones máximas	Instantanea	Permanente
Admisible (m)	0.0248	0.0000
Calculado (m)	0.0051	0.0000

Cubierta Secundaria

Ilustración 24. Diseño de Correas Cubierta Secundaria

Cargas sin mayorar en Kg/m²

Carga muerta: 50.00

Carga viva de cubierta: 50.00

Carga granizo: 100.00

Viento succión: 40.00

Viento compresión: 40.00

Viento
El viento se considera actuando de manera perpendicular a la cubierta.

Datos geométricos

Separación entre correas (m): 1.30

Pendiente en grados: 15.25

Pendiente (%): 27.26

Numero de luces: 4

Arriostamiento (Lb) (Fracción de L): L/2

Luz libre (m): 6.45, 5.38, 5.38, 5.38

Apoyo (m): 0.25, 0.25, 0.25, 0.25, 0.25

☐ Sin apoyo ☐ Sin apoyo

Consideraciones de diseño

☒ Instantánea carga viva (L/270.00)

☐ Permanente carga total

Arrugamiento

☐ Considerar arrugamiento del alma.

Solución

	Tipo	Perfil	Acabado	Grado	Orienta...
3	C con atiesador	220 x 80 x 20 (3.00 mm)	Negro	50	1
4	C con atiesador	305 x 80 x 25 (2.50 mm)	Negro	50	1
5	C con atiesador	305 x 80 x 25 (3.00 mm)	Negro	50	1

Ver reporte completo del perfil

A continuación, se presenta el reporte de salida del programa Arquimet. En este se puede observar que el perfil elegido PHR C220x80x3.00mm cumple con las condiciones de seguridad necesarias.

APOYO 1		
Combinacion	Rx	Ry
Muerta	-26.1471	193.6740
Viva de Cub.	-22.7940	168.8376
Granizo	-45.5881	337.6751
Viento Comp.	-36.8353	135.1103
Viento Succion	36.8353	-135.1103
Comb. 1	-36.6059	271.1436
Comb. 2	-42.7735	316.8276
Comb. 3	-54.1706	401.2464
Comb. 4	-86.2646	570.1041
Comb. 5	-122.7351	840.2442
Comb. 6	-86.2646	570.1041
Comb. 7	-122.7351	840.2442
Comb. 8	-79.6088	451.9379
Comb. 9	-91.0059	536.3567
Comb. 10	-79.6088	451.9379
Comb. 11	-91.0059	536.3567
Comb. 12	-60.3677	309.4169
Comb. 13	-60.3677	309.4169

APOYO 2		
Combinacion	Rx	Ry
Muerta	-80.9063	518.3636
Viva de Cub.	-70.5310	451.8895
Granizo	-141.0620	903.7789
Viento Comp.	-99.1351	363.6233
Viento Succion	99.1351	-363.6233
Comb. 1	-113.2688	725.7090
Comb. 2	-132.3530	847.9810
Comb. 3	-167.6185	1073.9258
Comb. 4	-259.5046	1526.8712
Comb. 5	-372.3542	2249.8943
Comb. 6	-259.5046	1526.8712
Comb. 7	-372.3542	2249.8943
Comb. 8	-231.4881	1211.6044
Comb. 9	-266.7536	1437.5491
Comb. 10	-231.4881	1211.6044
Comb. 11	-266.7536	1437.5491
Comb. 12	-171.9507	830.1505
Comb. 13	-171.9507	830.1505

APOYO 3		
Combinacion	Rx	Ry
Muerta	-40.0839	357.0789
Viva de Cub.	-34.9436	311.2877
Granizo	-69.8872	622.5753
Viento Comp.	-67.5074	247.6142
Viento Succion	67.5074	-247.6142
Comb. 1	-56.1175	499.9104
Comb. 2	-65.5725	584.1385
Comb. 3	-83.0443	739.7823
Comb. 4	-137.7642	1050.3619
Comb. 5	-193.6739	1548.4222
Comb. 6	-137.7642	1050.3619
Comb. 7	-193.6739	1548.4222
Comb. 8	-133.0799	831.7526
Comb. 9	-150.5517	987.3964
Comb. 10	-133.0799	831.7526
Comb. 11	-150.5517	987.3964
Comb. 12	-103.5829	568.9851
Comb. 13	-103.5829	568.9851

APOYO 4		
Combinacion	Rx	Ry
Muerta	-71.6761	465.1449
Viva de Cub.	-62.4845	405.4955
Granizo	-124.9689	810.9910
Viento Comp.	-88.9110	326.1219
Viento Succion	88.9110	-326.1219
Comb. 1	-100.3465	651.2028
Comb. 2	-117.2535	760.9216
Comb. 3	-148.4957	963.6694
Comb. 4	-230.4419	1370.0276
Comb. 5	-330.4171	2018.8203
Comb. 6	-230.4419	1370.0276
Comb. 7	-330.4171	2018.8203
Comb. 8	-206.1645	1087.0435
Comb. 9	-237.4068	1289.7911
Comb. 10	-206.1645	1087.0435
Comb. 11	-237.4068	1289.7911
Comb. 12	-153.4195	744.7522
Comb. 13	-153.4195	744.7522

APOYO 5		
Combinacion	Rx	Ry
Muerta	-20.6003	158.2581
Viva de Cub.	-17.9586	137.9634
Granizo	-35.9171	275.9268
Viento Comp.	-30.0612	110.2632
Viento Succion	30.0612	-110.2632
Comb. 1	-28.8404	221.5613
Comb. 2	-33.6996	258.8914
Comb. 3	-42.6789	327.8731
Comb. 4	-68.4846	465.7827
Comb. 5	-97.2183	686.5241
Comb. 6	-68.4846	465.7827
Comb. 7	-97.2183	686.5241
Comb. 8	-63.7608	369.1546
Comb. 9	-72.7401	438.1363
Comb. 10	-63.7608	369.1546
Comb. 11	-72.7401	438.1363
Comb. 12	-48.6015	252.6955
Comb. 13	-48.6015	252.6955

REPORTES DE DISEÑO

REPORTE FLEXION				
	Apoyos		Interiores	
Ejes locales	3	2	3	2
Resistente (Kgf.m)	2514.9895	519.1511	2121.2800	505.6763
Calculado (Kgf.m)	1377.5681	57.6468	1377.5686	95.3513

REPORTE CORTANTE		
Ejes locales	2	3
Resistente (Kgf)	10122.2383	7694.3936
Calculado (Kgf)	1067.8080	111.5221

REPORTE DEFLEXION		
Deflexiones máximas	Instantanea	Permanente
Admisible (m)	0.0248	0.0000
Calculado (m)	0.0049	0.0000

7.8. Diseño de Cimentación

Como recomendación inicial el terreno debe limpiarse de todo material orgánico y disponer de un adecuado sistema de drenaje garantizando que sobre el sistema de cimentación haya una mínima incidencia de la humedad.

Bajo la configuración propuesta como base a la tipología se pudo determinar que el sistema de cimentación cumple con las características exigidas por el reglamento, ya que las presiones del suelo que se presentan sobre los cimientos no superan las 10 ton/m² como se puede verificar a continuación:

Modelo de cimentación

Con el fin de diseñar la cimentación se optó por realizar un modelo matemático por medio de una hoja de cálculo, verificando que el sistema de soporte no supere la capacidad portante recortada por el especialista geotécnico y a su vez verificar que en ningún punto el suelo se encuentre a tensión. Para esto es necesario analizar todas las combinaciones de carga, tanto de servicio como de diseño, como casos de carga independientes.

Las reacciones para el diseño de la cimentación se obtienen del modelo principal de SAP2000 (Sección 8), y se efectúa el cálculo de la cimentación definiendo los mismos nodos que el modelo principal tiene en su base, considerando la misma numeración. Las reacciones debidas a las fuerzas sísmicas, en correspondencia con lo establecido en la sección A.1.3.5 del NSR-10 se obtienen dividiendo el sismo por el coeficiente de disipación de energía establecido en la sección 5.3.2.3 de la presente memoria de cálculo.

Tabla 4. Cargas a Nivel de Cimentación

Story	Joint	Load	FX(tonf)	FY(tonf)	FZ(tonf)	MX(tonf-m)	MY(tonf-m)	MZ(tonf-m)
BASE	11	M	-2,17	0,07	-1,19	-0,16	-4,36	-0,15
BASE	11	Ex	-0,62	0,00	-0,38	-0,01	-1,29	0,01
BASE	11	Ey	-0,01	-0,32	-0,13	0,76	-0,01	-0,02
BASE	11	PP	0,06	0,23	2,38	-0,27	0,07	0,00
BASE	11	Lr	0,05	0,00	0,47	0,00	0,06	0,00
BASE	11	G	0,09	0,00	0,94	0,00	0,12	0,00
BASE	13	M	-1,62	-0,25	3,44	0,53	-3,61	-0,13
BASE	13	Ex	-0,61	0,00	0,18	0,01	-1,26	0,01
BASE	13	Ey	-0,01	-0,46	-0,19	1,15	-0,01	-0,04
BASE	13	PP	-0,01	0,20	3,18	-0,25	-0,01	0,00

BASE	13	Lr	0,00	0,00	0,93	0,00	0,00	0,00
BASE	13	G	0,00	0,00	1,86	0,00	0,00	0,00

Tabla 4. Cargas a Nivel de Cimentación

Story	Joint	Load	FX(tonf)	FY(tonf)	FZ(tonf)	MX(tonf-m)	MY(tonf-m)	MZ(tonf-m)
BASE	15	M	9,81	22,49	278,53	-29,14	13,12	-0,53
BASE	15	Ex	-0,47	0,00	-0,20	0,01	-1,04	0,01
BASE	15	Ey	0,00	-0,84	-0,45	2,03	0,00	-0,02
BASE	15	PP	0,02	0,09	4,87	-0,12	0,03	0,00
BASE	15	Lr	-0,01	0,00	0,80	0,00	-0,02	0,00
BASE	15	G	-0,03	0,00	1,60	0,00	-0,05	0,00
BASE	17	M	-7,08	23,05	298,44	-29,90	-9,61	0,19
BASE	17	Ex	-0,55	0,00	0,06	-0,01	-1,14	0,01
BASE	17	Ey	0,00	-0,85	-0,44	2,05	0,00	0,02
BASE	17	PP	0,02	0,09	5,39	-0,13	0,01	0,00
BASE	17	Lr	0,02	0,00	0,93	0,00	0,03	0,00
BASE	17	G	0,05	0,00	1,85	0,00	0,05	0,00
BASE	19	M	1,62	1,10	-8,29	-1,34	2,11	0,03
BASE	19	Ex	-0,46	0,00	0,33	0,00	-1,03	0,01
BASE	19	Ey	0,00	-0,36	-0,16	0,93	0,00	0,05
BASE	19	PP	-0,10	0,20	2,62	-0,26	-0,13	0,00
BASE	19	Lr	-0,05	0,00	0,52	0,00	-0,08	0,00
BASE	19	G	-0,11	0,00	1,04	0,00	-0,16	0,00
BASE	34	M	-0,24	0,09	0,42	-0,19	-0,49	-0,11
BASE	34	Ex	-0,75	0,00	-0,45	-0,01	-1,55	0,01
BASE	34	Ey	0,00	-0,43	0,00	0,90	0,00	-0,02
BASE	34	PP	0,07	-0,08	3,26	0,11	0,08	0,00
BASE	34	Lr	0,08	0,00	0,88	0,00	0,10	0,00
BASE	34	G	0,16	0,00	1,75	0,00	0,20	0,00
BASE	35	M	0,03	-0,12	2,82	0,37	-0,13	-0,11
BASE	35	Ex	-0,74	0,00	0,21	0,01	-1,52	0,01
BASE	35	Ey	0,00	-0,61	0,00	1,34	0,00	-0,03
BASE	35	PP	-0,01	-0,07	4,09	0,10	-0,01	0,00
BASE	35	Lr	0,00	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00
BASE	35	G	0,00	0,00	3,41	0,00	0,00	0,00
BASE	36	M	0,34	-6,69	312,12	9,97	0,37	0,17
BASE	36	Ex	-0,57	0,00	-0,24	0,01	-1,25	0,01
BASE	36	Ey	0,00	-0,97	-0,08	2,20	0,00	-0,01
BASE	36	PP	0,02	-0,02	6,48	0,02	0,02	0,00
BASE	36	Lr	-0,02	0,00	1,48	0,00	-0,04	0,00
BASE	36	G	-0,05	0,00	2,95	0,00	-0,08	0,00
BASE	38	M	-0,47	-6,17	312,75	9,15	-0,72	-0,03
BASE	38	Ex	-0,65	0,00	0,07	-0,01	-1,36	0,01
BASE	38	Ey	0,00	-0,98	-0,07	2,22	0,00	0,01
BASE	38	PP	0,02	-0,01	7,02	0,02	0,02	0,00
BASE	38	Lr	0,04	0,00	1,70	0,00	0,05	0,00
BASE	38	G	0,08	0,00	3,40	0,00	0,10	0,00
BASE	40	M	-0,43	-0,43	2,17	0,67	-0,68	0,05
BASE	40	Ex	-0,56	0,00	0,40	0,00	-1,24	0,01
BASE	40	Ey	0,00	-0,49	0,00	1,09	0,00	0,04
BASE	40	PP	-0,10	-0,07	3,50	0,10	-0,14	0,00
BASE	40	Lr	-0,09	0,00	0,96	0,00	-0,13	0,00
BASE	40	G	-0,19	0,00	1,93	0,00	-0,27	0,00
BASE	49	M	-0,22	0,10	0,40	-0,19	-0,44	0,00
BASE	49	Ex	-0,77	0,00	-0,46	-0,01	-1,58	0,00
BASE	49	Ey	0,00	-0,43	0,00	0,89	0,00	-0,02
BASE	49	PP	0,07	0,00	3,01	0,01	0,08	0,00
BASE	49	Lr	0,08	0,00	0,81	0,00	0,09	0,00
BASE	49	G	0,15	0,00	1,61	0,00	0,19	0,00

Tabla 4. Cargas a Nivel de Cimentación

Story	Joint	Load	FX(tonf)	FY(tonf)	FZ(tonf)	MX(tonf-m)	MY(tonf-m)	MZ(tonf-m)
BASE	50	M	0,05	-0,21	2,62	0,49	-0,08	-0,04
BASE	50	Ex	-0,75	0,00	0,22	0,01	-1,55	0,00
BASE	50	Ey	0,00	-0,60	0,01	1,33	0,00	-0,03
BASE	50	PP	-0,01	0,00	3,83	0,01	-0,01	0,00
BASE	50	Lr	0,00	0,00	1,57	0,00	0,00	0,00
BASE	50	G	-0,01	0,00	3,15	0,00	-0,01	0,00
BASE	51	M	0,31	-0,01	280,50	1,15	0,34	-0,14
BASE	51	Ex	-0,59	0,00	-0,23	0,01	-1,29	0,01
BASE	51	Ey	0,00	-0,97	0,02	2,21	0,00	-0,01
BASE	51	PP	0,02	0,00	6,18	0,01	0,03	0,00
BASE	51	Lr	-0,02	0,00	1,36	0,00	-0,03	0,00
BASE	51	G	-0,04	0,00	2,71	0,00	-0,07	0,00
BASE	53	M	-0,43	0,90	281,28	-0,29	-0,66	0,07
BASE	53	Ex	-0,67	0,00	0,06	-0,01	-1,40	0,00
BASE	53	Ey	0,00	-0,98	0,01	2,23	0,00	0,01
BASE	53	PP	0,02	0,00	6,71	0,01	0,02	0,00
BASE	53	Lr	0,04	0,00	1,58	0,00	0,05	0,00
BASE	53	G	0,08	0,00	3,16	0,00	0,09	0,00
BASE	55	M	-0,41	-0,05	1,17	0,17	-0,64	0,02
BASE	55	Ex	-0,57	0,00	0,41	0,00	-1,27	0,00
BASE	55	Ey	0,00	-0,48	0,01	1,08	0,00	0,03
BASE	55	PP	-0,10	0,00	3,25	0,00	-0,14	0,00
BASE	55	Lr	-0,09	0,00	0,88	0,00	-0,12	0,00
BASE	55	G	-0,17	0,00	1,77	0,00	-0,25	0,00
BASE	79	M	-0,86	0,10	-0,29	-0,20	-1,65	-0,02
BASE	79	Ex	-0,78	0,00	-0,47	-0,01	-1,60	-0,01
BASE	79	Ey	0,00	-0,44	-0,04	0,91	0,00	-0,02
BASE	79	PP	0,06	0,01	3,12	-0,01	0,07	0,00
BASE	79	Lr	0,07	0,00	0,82	0,00	0,09	0,00
BASE	79	G	0,15	0,00	1,64	0,00	0,18	0,00
BASE	80	M	-0,11	-0,14	5,16	0,41	-0,66	-0,09
BASE	80	Ex	-0,75	0,00	0,29	0,01	-1,55	-0,01
BASE	80	Ey	0,00	-0,62	-0,06	1,35	0,00	-0,03
BASE	80	PP	-0,01	0,01	3,94	-0,01	-0,02	0,00
BASE	80	Lr	-0,02	0,00	1,41	0,00	-0,03	0,00
BASE	80	G	-0,05	0,00	2,83	0,00	-0,06	0,00
BASE	81	M	4,94	0,47	411,59	-0,08	8,66	-0,26
BASE	81	Ex	-0,32	0,00	-0,11	0,01	-0,88	-0,01
BASE	81	Ey	0,00	-0,48	0,18	1,39	0,00	-0,01
BASE	81	PP	0,03	0,01	6,07	-0,01	0,06	0,00
BASE	81	Lr	0,00	0,00	0,70	0,00	0,00	0,00
BASE	81	G	0,00	0,00	1,41	0,00	0,00	0,00
BASE	83	M	-3,58	1,94	436,11	-2,85	-6,15	0,02
BASE	83	Ex	-0,35	0,00	-0,06	-0,01	-0,94	0,00
BASE	83	Ey	0,00	-0,49	0,19	1,40	0,00	0,02
BASE	83	PP	0,00	0,02	6,61	-0,03	0,00	0,00
BASE	83	Lr	0,02	0,00	1,45	0,00	0,04	0,00
BASE	83	G	0,05	0,00	2,89	0,00	0,08	0,00
BASE	85	M	1,00	0,21	-4,58	-0,19	1,43	0,04
BASE	85	Ex	-0,60	0,00	0,36	0,00	-1,34	-0,01
BASE	85	Ey	0,00	-0,50	-0,05	1,10	0,00	0,03
BASE	85	PP	-0,09	0,01	3,34	-0,02	-0,13	0,00
BASE	85	Lr	-0,08	0,00	0,87	0,00	-0,10	0,00
BASE	85	G	-0,15	0,00	1,74	0,00	-0,20	0,00

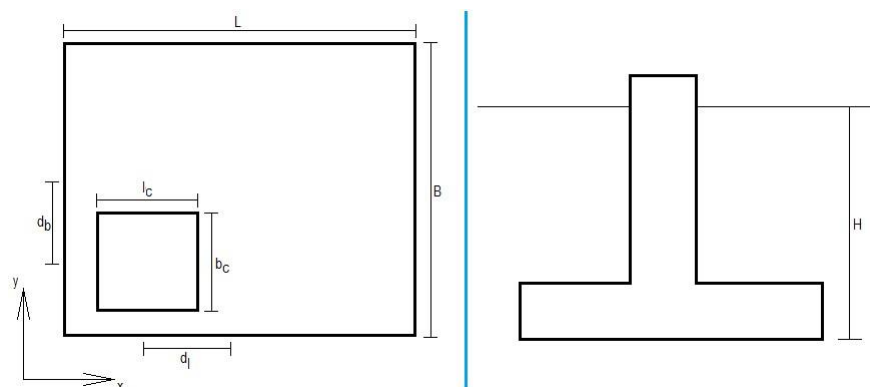
Tabla 4. Cargas a Nivel de Cimentación

Story	Joint	Load	FX(tonf)	FY(tonf)	FZ(tonf)	MX(tonf-m)	MY(tonf-m)	MZ(tonf-m)
BASE	94	M	-0,18	0,04	0,11	-0,13	-0,35	-0,06
BASE	94	Ex	-0,60	0,00	-0,38	-0,01	-1,23	-0,02
BASE	94	Ey	0,00	-0,34	0,16	0,78	0,01	-0,02
BASE	94	PP	0,06	-0,16	2,25	0,20	0,06	0,00
BASE	94	Lr	0,04	0,00	0,42	0,00	0,05	0,00
BASE	94	G	0,09	0,00	0,84	0,00	0,10	0,00
BASE	95	M	-0,02	-0,81	1,13	1,30	-0,14	-0,18
BASE	95	Ex	-0,57	0,00	0,28	0,01	-1,18	-0,01
BASE	95	Ey	0,00	-0,48	0,25	1,18	0,01	-0,04
BASE	95	PP	-0,01	-0,14	3,05	0,19	-0,02	0,00
BASE	95	Lr	-0,02	0,00	0,64	0,00	-0,03	0,00
BASE	95	G	-0,04	0,00	1,28	0,00	-0,06	0,00
BASE	96	M	0,15	-15,00	130,46	26,61	0,21	0,94
BASE	96	Ex	-0,26	0,00	-0,02	0,00	-0,70	-0,01
BASE	96	Ey	0,00	-0,41	0,33	1,27	0,00	-0,02
BASE	96	PP	0,04	-0,08	3,65	0,14	0,06	0,00
BASE	96	Lr	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00
BASE	96	G	0,01	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00
BASE	98	M	-0,24	-19,20	129,01	33,42	-0,47	-0,09
BASE	98	Ex	-0,28	0,00	-0,15	-0,01	-0,74	-0,01
BASE	98	Ey	0,00	-0,42	0,31	1,29	0,00	0,02
BASE	98	PP	0,00	-0,10	4,06	0,18	0,00	0,00
BASE	98	Lr	0,01	0,00	0,66	0,00	0,02	0,00
BASE	98	G	0,02	0,00	1,33	0,00	0,04	0,00
BASE	100	M	-0,23	-1,48	0,14	2,05	-0,40	0,09
BASE	100	Ex	-0,46	0,00	0,27	0,00	-1,04	-0,02
BASE	100	Ey	0,00	-0,38	0,20	0,95	0,00	0,04
BASE	100	PP	-0,08	-0,14	2,45	0,20	-0,11	0,00
BASE	100	Lr	-0,04	0,00	0,43	0,00	-0,05	0,00
BASE	100	G	-0,08	0,00	0,87	0,00	-0,10	0,00

Diseño Estructural Zapatas

La idealización del modelo de cálculo empleado para el diseño estructural de las zapatas está dada por la siguiente disposición geométrica, dimensiones que se pueden corroborar para cada tipo de zapata en los planos de construcción:

Ilustración 25. Disposición de Zapatas



Diseño de Zapatas Tipo 01

Se presenta a continuación cada uno de los nodos y puntos de soporte como justificación del cálculo de la cimentación.

Nodo

11

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
Ancho Pedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _i) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1,50 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m

structural

Recubrimiento (h) =

Suelo	
Densidad Relleno (γ_r) =	1,60 tonf/m3
Resistencia Admisible (q_a) =	10,00 tonf/m2
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q_u) =	4,11 tonf/m2
Tensión en el Suelo	No

Perímetro Corte (b_o) = 5,80 m

Área Esf. Corte = 0,20 m2

Resistencia Concreto (f'_c) = 210 kgf/cm2

Tipo Columna = Esquina

Resistencia Corte (v_{up}) = 130 tonf/m2

Resistencia Corte (v_{up}) = 79 tonf/m2

Resistencia Corte (v_{up}) = 195 tonf/m2

Esf. Cortante Unidir Max = 10 tonf/m2

Resist. Corte Directo (v_{up}) = 65 tonf/m2

Esf. Corte Maximo = 26 tonf/m2

L_{v1} = 0,50 m

L_{v2} = 0,50 m

Momento Máximo = 0,85 tonf_m

K = 43,48

C = 0,12%

A = 11,80

Cuantía Necesaria = 0,12%

Cuantía Mínima = 0,18%

Nodo

13

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
Ancho Pedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _i) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1,50 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m
Recubrimiento (h) =	0,075 m

Suelo	
Densidad Relleno (γ_r) =	1,60 tonf/m3
Resistencia Admisible (q_a) =	10,00 tonf/m2
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q_u) =	5,33 tonf/m2
Tensión en el Suelo	No

Diseño Estructural

Perímetro Corte (b_o) = 5,80 m

Área Esf. Corte = 0,20 m2

Resistencia Concreto (f'_c) = 210 kgf/cm2

Tipo Columna = Esquina

130 tonf/m2

L_{v1} = 0,50 m

L_{v2} = 0,50 m

Momento Máximo = 1,03 tonf_m

K = 52,73

C = 0,14%

Resistencia Corte (v_{up}) =	79 tonf/m ²	A=	11,80
	195 tonf/m ²	Cuantía Necesaria =	0,14%
Esf. Cortante Unidir Max =	13 tonf/m ²	Cuantía Mínima =	0,18%
Resist. Corte Directo (v_{up}) =	65 tonf/m ²		
Esf. Corte Maximo =	32 tonf/m ²		

Nodo

15

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
AnchoPedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _i) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1.50 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m
Recubrimiento (h) =	0,075 m

Suelo	
Densidad Relleno (γ_f) =	1,60 tonf/m ³
Resistencia Admisible (q _a) =	10,00 tonf/m ²
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q _u) =	5,03 tonf/m ²
Tensión en el Suelo	No

Diseño Estructural	
Perimetro Corte (b _o) =	5,80 m
Área Esf. Corte =	0,20 m ²
Resistencia Concreto (f' _c) =	210 kgf/cm ²
Tipo Columna =	Esquina
Resistencia Corte (v _{up}) =	130 tonf/m ²
	79 tonf/m ²
	195 tonf/m ²
Esf. Cortante Unidir Max =	13 tonf/m ²
Resist. Corte Directo (v _{up}) =	65 tonf/m ²
Esf. Corte Maximo =	33 tonf/m ²

L _{v1} =	0,50 m
L _{v2} =	0,50 m
Momento Máximo =	1,06 tonf_m
K =	54,18
C =	0,14%
A =	11,80
Cuantía Necesaria =	0,15%
Cuantía Mínima =	0,18%

Nodo

17

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
AnchoPedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _i) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1.50 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m
Recubrimiento (h) =	0,075 m

Suelo	
Densidad Relleno (γ_f) =	1,60 tonf/m ³
Resistencia Admisible (q _a) =	10,00 tonf/m ²
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q _u) =	5,56 tonf/m ²
Tensión en el Suelo	No

Diseño Estructural	
Perimetro Corte (b _o) =	5,80 m
Área Esf. Corte =	0,20 m ²
Resistencia Concreto (f' _c) =	210 kgf/cm ²
Tipo Columna =	Esquina
Resistencia Corte (v _{up}) =	130 tonf/m ²
	79 tonf/m ²
	195 tonf/m ²
Esf. Cortante Unidir Max =	14 tonf/m ²
Resist. Corte Directo (v _{up}) =	65 tonf/m ²
Esf. Corte Maximo =	36 tonf/m ²

L _{v1} =	0,50 m
L _{v2} =	0,50 m
Momento Máximo =	1,17 tonf_m
K =	59,91
C =	0,16%
A =	11,80
Cuantía Necesaria =	0,16%
Cuantía Mínima =	0,18%

Nodo

19

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
Ancho Pedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _i) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1,50 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m
Recubrimiento (h) =	0,075 m

Suelo	
Densidad Relleno (γ_r) =	1,60 tonf/m ³
Resistencia Admisible (q _a) =	10,00 tonf/m ²
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q _u) =	4,77 tonf/m ²
Tensión en el Suelo	No

Diseño Estructural	
Perimetro Corte (b _o) =	5,80 m
Área Esf. Corte =	0,20 m ²
Resistencia Concreto (f' _c) =	210 kgf/cm ²
Tipo Columna =	Esquina
Resistencia Corte (v _{up}) =	130 tonf/m ²
	79 tonf/m ²
	195 tonf/m ²
Esf. Cortante Unidir Max =	10 tonf/m ²
Resist. Corte Directo (v _{up}) =	65 tonf/m ²
Esf. Corte Maximo =	27 tonf/m ²

L _{v1} =	0,50 m
L _{v2} =	0,50 m
Momento Máximo =	0,87 tonf_m
K =	44,66
C =	0,12%
A =	11,80
Cuantía Necesaria =	0,12%
Cuantía Mínima =	0,18%

Nodo

34

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
Ancho Pedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _i) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1,5 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m
Recubrimiento (h) =	0,075 m

Suelo	
Densidad Relleno (γ_r) =	1,60 tonf/m ³
Resistencia Admisible (q _a) =	10,00 tonf/m ²
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q _u) =	5,07 tonf/m ²
Tensión en el Suelo	No

Diseño Estructural	
Perimetro Corte (b _o) =	5,80 m
Área Esf. Corte =	0,20 m ²
Resistencia Concreto (f' _c) =	210 kgf/cm ²
Tipo Columna =	Esquina
Resistencia Corte (v _{up}) =	130 tonf/m ²
	79 tonf/m ²
	195 tonf/m ²
Esf. Cortante Unidir Max =	12 tonf/m ²
Resist. Corte Directo (v _{up}) =	65 tonf/m ²
Esf. Corte Maximo =	33 tonf/m ²

L _{v1} =	0,50 m
L _{v2} =	0,50 m
Momento Máximo =	1,08 tonf_m
K =	55,10
C =	0,15%
A =	11,80
Cuantía Necesaria =	0,15%
Cuantía Mínima =	0,18%

Nodo

35

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
AnchoPedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _i) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1,5 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m
Recubrimiento (h) =	0,075 m

Suelo	
Densidad Relleno (γ_r) =	1,60 tonf/m ³
Resistencia Admisible (q _a) =	10,00 tonf/m ²
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q _u) =	6,61 tonf/m ²
Tensión en el Suelo	No

Diseño Estructural	
Perimetro Corte (b _o) =	5,80 m
Área Esf. Corte =	0,20 m ²
Resistencia Concreto (f' _c) =	210 kgf/cm ²
Tipo Columna =	Esquina
Resistencia Corte (v _{up}) =	130 tonf/m ²
	79 tonf/m ²
	195 tonf/m ²
Esf. Cortante Unidir Max =	17 tonf/m ²
Resist. Corte Directo (v _{up}) =	65 tonf/m ²
Esf. Corte Maximo =	43 tonf/m ²

L _{v1} =	0,50 m
L _{v2} =	0,50 m
Momento Máximo =	1,38 tonf_m
K =	70,73
C =	0,19%
A =	11,80
Cuantía Necesaria =	0,19%
Cuantía Mínima =	0,18%

Nodo

36

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
AnchoPedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _i) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1,5 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m
Recubrimiento (h) =	0,075 m

Suelo	
Densidad Relleno (γ_r) =	1,60 tonf/m ³
Resistencia Admisible (q _a) =	10,00 tonf/m ²
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q _u) =	6,65 tonf/m ²
Tensión en el Suelo	No

Diseño Estructural	
Perimetro Corte (b _o) =	5,80 m
Área Esf. Corte =	0,20 m ²
Resistencia Concreto (f' _c) =	210 kgf/cm ²
Tipo Columna =	Esquina
Resistencia Corte (v _{up}) =	130 tonf/m ²
	79 tonf/m ²
	195 tonf/m ²
Esf. Cortante Unidir Max =	18 tonf/m ²
Resist. Corte Directo (v _{up}) =	65 tonf/m ²
Esf. Corte Maximo =	45 tonf/m ²

L _{v1} =	0,50 m
L _{v2} =	0,50 m
Momento Máximo =	1,46 tonf_m
K =	74,93
C =	0,20%
A =	11,80
Cuantía Necesaria =	0,20%
Cuantía Mínima =	0,18%

Nodo

38

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
Ancho Pedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _i) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1,5 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m
Recubrimiento (h) =	0,075 m

Suelo	
Densidad Relleno (γ_r) =	1,60 tonf/m ³
Resistencia Admisible (q _a) =	10,00 tonf/m ²
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q _u) =	7,23 tonf/m ²
Tensión en el Suelo	No

Diseño Estructural	
Perimetro Corte (b _o) =	5,80 m
Área Esf. Corte =	0,20 m ²
Resistencia Concreto (f' _c) =	210 kgf/cm ²
Tipo Columna =	Esquina
Resistencia Corte (v _{up}) =	130 tonf/m ²
	79 tonf/m ²
	195 tonf/m ²
Esf. Cortante Unidir Max =	19 tonf/m ²
Resist. Corte Directo (v _{up}) =	65 tonf/m ²
Esf. Corte Maximo =	50 tonf/m ²

L _{v1} =	0,50 m
L _{v2} =	0,50 m
Momento Máximo =	1,61 tonf_m
K =	82,62
C =	0,22%
A =	11,80
Cuantía Necesaria =	0,22%
Cuantía Mínima =	0,18%

Nodo

40

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
Ancho Pedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _i) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1,5 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m
Recubrimiento (h) =	0,075 m

Suelo	
Densidad Relleno (γ_r) =	1,60 tonf/m ³
Resistencia Admisible (q _a) =	10,00 tonf/m ²
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q _u) =	5,82 tonf/m ²
Tensión en el Suelo	No

Diseño Estructural	
Perimetro Corte (b _o) =	5,80 m
Área Esf. Corte =	0,20 m ²
Resistencia Concreto (f' _c) =	210 kgf/cm ²
Tipo Columna =	Esquina
Resistencia Corte (v _{up}) =	130 tonf/m ²
	79 tonf/m ²
	195 tonf/m ²
Esf. Cortante Unidir Max =	13 tonf/m ²
Resist. Corte Directo (v _{up}) =	65 tonf/m ²
Esf. Corte Maximo =	35 tonf/m ²

L _{v1} =	0,50 m
L _{v2} =	0,50 m
Momento Máximo =	1,13 tonf_m
K =	57,89
C =	0,15%
A =	11,80
Cuantía Necesaria =	0,16%
Cuantía Mínima =	0,18%

Nodo

49

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
Ancho Pedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _i) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1,5 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m
Recubrimiento (h) =	0,075 m

Suelo	
Densidad Relleno (γ_r) =	1,60 tonf/m ³
Resistencia Admisible (q _a) =	10,00 tonf/m ²
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q _u) =	4,82 tonf/m ²
Tensión en el Suelo	No

Diseño Estructural	
Perimetro Corte (b _o) =	5,80 m
Área Esf. Corte =	0,20 m ²
Resistencia Concreto (f' _c) =	210 kgf/cm ²
Tipo Columna =	Esquina
Resistencia Corte (v _{up}) =	130 tonf/m ²
	79 tonf/m ²
	195 tonf/m ²
Esf. Cortante Unidir Max =	12 tonf/m ²
Resist. Corte Directo (v _{up}) =	65 tonf/m ²
Esf. Corte Maximo =	31 tonf/m ²

L _{v1} =	0,50 m
L _{v2} =	0,50 m
Momento Máximo =	1,02 tonf_m
K =	52,17
C =	0,14%
A =	11,80
Cuantía Necesaria =	0,14%
Cuantía Mínima =	0,18%

Nodo

50

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
Ancho Pedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _i) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1,5 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m
Recubrimiento (h) =	0,075

Suelo	
Densidad Relleno (γ_r) =	1,60 tonf/m ³
Resistencia Admisible (q _a) =	10,00 tonf/m ²
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q _u) =	6,39 tonf/m ²
Tensión en el Suelo	No

Diseño Estructural	
Perimetro Corte (b _o) =	5,80 m
Área Esf. Corte =	0,20 m ²
Resistencia Concreto (f' _c) =	210 kgf/cm ²
Tipo Columna =	Esquina
Resistencia Corte (v _{up}) =	130 tonf/m ²
	79 tonf/m ²
	195 tonf/m ²
Esf. Cortante Unidir Max =	16 tonf/m ²
Resist. Corte Directo (v _{up}) =	65 tonf/m ²
Esf. Corte Maximo =	40 tonf/m ²

L _{v1} =	0,50 m
L _{v2} =	0,50 m
Momento Máximo =	1,31 tonf_m
K =	67,09
C =	0,18%
A =	11,80
Cuantía Necesaria =	0,18%
Cuantía Mínima =	0,18%

Nodo

51

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
Ancho Pedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _i) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1.5 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m
Recubrimiento (h) =	0,075 m

Suelo	
Densidad Relleno (γ_r) =	1,60 tonf/m ³
Resistencia Admisible (q _a) =	10,00 tonf/m ²
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q _u) =	6,42 tonf/m ²
Tensión en el Suelo	No

Diseño Estructural	
Perimetro Corte (b _o) =	5,80 m
Área Esf. Corte =	0,20 m ²
Resistencia Concreto (f' _c) =	210 kgf/cm ²
Tipo Columna =	Esquina
Resistencia Corte (v _{up}) =	130 tonf/m ²
	79 tonf/m ²
	195 tonf/m ²
Esf. Cortante Unidir Max =	17 tonf/m ²
Resist. Corte Directo (v _{up}) =	65 tonf/m ²
Esf. Corte Maximo =	43 tonf/m ²

L _{v1} =	0,50 m
L _{v2} =	0,50 m
Momento Máximo =	1,39 tonf_m
K =	71,04
C =	0,19%
A =	11,80
Cuantía Necesaria =	0,19%
Cuantía Mínima =	0,18%

Nodo

53

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
Ancho Pedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _i) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1.5 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m
Recubrimiento (h) =	0,075 m

Suelo	
Densidad Relleno (γ_r) =	1,60 tonf/m ³
Resistencia Admisible (q _a) =	10,00 tonf/m ²
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q _u) =	6,98 tonf/m ²
Tensión en el Suelo	No

Diseño Estructural	
Perimetro Corte (b _o) =	5,80 m
Área Esf. Corte =	0,20 m ²
Resistencia Concreto (f' _c) =	210 kgf/cm ²
Tipo Columna =	Esquina
Resistencia Corte (v _{up}) =	130 tonf/m ²
	79 tonf/m ²
	195 tonf/m ²
Esf. Cortante Unidir Max =	19 tonf/m ²
Resist. Corte Directo (v _{up}) =	65 tonf/m ²
Esf. Corte Maximo =	47 tonf/m ²

L _{v1} =	0,50 m
L _{v2} =	0,50 m
Momento Máximo =	1,54 tonf_m
K =	78,70
C =	0,21%
A =	11,80
Cuantía Necesaria =	0,21%
Cuantía Mínima =	0,18%

Nodo

55

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
Ancho Pedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _i) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1,5 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m
Recubrimiento (h) =	0,075 m

Suelo	
Densidad Relleno (γ_r) =	1,60 tonf/m ³
Resistencia Admisible (q _a) =	10,00 tonf/m ²
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q _u) =	5,62 tonf/m ²
Tensión en el Suelo	No

Diseño Estructural	
Perimetro Corte (b _o) =	5,80 m
Área Esf. Corte =	0,20 m ²
Resistencia Concreto (f' _c) =	210 kgf/cm ²
Tipo Columna =	Esquina
Resistencia Corte (v _{up}) =	130 tonf/m ²
	79 tonf/m ²
	195 tonf/m ²
Esf. Cortante Unidir Max =	12 tonf/m ²
Resist. Corte Directo (v _{up}) =	65 tonf/m ²
Esf. Corte Maximo =	33 tonf/m ²

L _{v1} =	0,50 m
L _{v2} =	0,50 m
Momento Máximo =	1,07 tonf_m
K =	54,96
C =	0,15%
A =	11,80
Cuantía Necesaria =	0,15%
Cuantía Mínima =	0,18%

Nodo

79

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
Ancho Pedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _i) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1,5 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m
Recubrimiento (h) =	0,075 m

Suelo	
Densidad Relleno (γ_r) =	1,60 tonf/m ³
Resistencia Admisible (q _a) =	10,00 tonf/m ²
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q _u) =	4,89 tonf/m ²
Tensión en el Suelo	No

Diseño Estructural	
Perimetro Corte (b _o) =	5,80 m
Área Esf. Corte =	0,20 m ²
Resistencia Concreto (f' _c) =	210 kgf/cm ²
Tipo Columna =	Esquina
Resistencia Corte (v _{up}) =	130 tonf/m ²
	79 tonf/m ²
	195 tonf/m ²
Esf. Cortante Unidir Max =	12 tonf/m ²
Resist. Corte Directo (v _{up}) =	65 tonf/m ²
Esf. Corte Maximo =	32 tonf/m ²

L _{v1} =	0,50 m
L _{v2} =	0,50 m
Momento Máximo =	1,04 tonf_m
K =	53,00
C =	0,14%
A =	11,80
Cuantía Necesaria =	0,14%
Cuantía Mínima =	0,18%

Nodo

80

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
Ancho Pedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _i) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1,5 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m
Recubrimiento (h) =	0,075 m

Suelo	
Densidad Relleno (γ_r) =	1,60 tonf/m ³
Resistencia Admisible (q _a) =	10,00 tonf/m ²
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q _u) =	6,38 tonf/m ²
Tensión en el Suelo	No

Diseño Estructural	
Perimetro Corte (b _o) =	5,80 m
Área Esf. Corte =	0,20 m ²
Resistencia Concreto (f' _c) =	210 kgf/cm ²
Tipo Columna =	Esquina
Resistencia Corte (v _{up}) =	130 tonf/m ²
	79 tonf/m ²
	195 tonf/m ²
Esf. Cortante Unidir Max =	16 tonf/m ²
Resist. Corte Directo (v _{up}) =	65 tonf/m ²
Esf. Corte Maximo =	40 tonf/m ²

L _{v1} =	0,50 m
L _{v2} =	0,50 m
Momento Máximo =	1,28 tonf_m
K =	65,65
C =	0,17%
A =	11,80
Cuantía Necesaria =	0,18%
Cuantía Mínima =	0,18%

Nodo

81

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
Ancho Pedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _i) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1,5 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m
Recubrimiento (h) =	0,075 m

Suelo	
Densidad Relleno (γ_r) =	1,60 tonf/m ³
Resistencia Admisible (q _a) =	10,00 tonf/m ²
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q _u) =	5,22 tonf/m ²
Tensión en el Suelo	No

Diseño Estructural	
Perimetro Corte (b _o) =	5,80 m
Área Esf. Corte =	0,20 m ²
Resistencia Concreto (f' _c) =	210 kgf/cm ²
Tipo Columna =	Esquina
Resistencia Corte (v _{up}) =	130 tonf/m ²
	79 tonf/m ²
	195 tonf/m ²
Esf. Cortante Unidir Max =	13 tonf/m ²
Resist. Corte Directo (v _{up}) =	65 tonf/m ²
Esf. Corte Maximo =	33 tonf/m ²

L _{v1} =	0,50 m
L _{v2} =	0,50 m
Momento Máximo =	1,07 tonf_m
K =	54,90
C =	0,15%
A =	11,80
Cuantía Necesaria =	0,15%
Cuantía Mínima =	0,18%

Nodo

83

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
Ancho Pedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _i) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1,5 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m
Recubrimiento (h) =	0,075 m

Suelo	
Densidad Relleno (γ_r) =	1,60 tonf/m ³
Resistencia Admisible (q _a) =	10,00 tonf/m ²
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q _u) =	6,17 tonf/m ²
Tensión en el Suelo	No

Diseño Estructural	
Perimetro Corte (b _o) =	5,80 m
Área Esf. Corte =	0,20 m ²
Resistencia Concreto (f' _c) =	210 kgf/cm ²
Tipo Columna =	Esquina
Resistencia Corte (v _{up}) =	130 tonf/m ²
	79 tonf/m ²
	195 tonf/m ²
Esf. Cortante Unidir Max =	17 tonf/m ²
Resist. Corte Directo (v _{up}) =	65 tonf/m ²
Esf. Corte Maximo =	43 tonf/m ²

L _{v1} =	0,50 m
L _{v2} =	0,50 m
Momento Máximo =	1,38 tonf_m
K =	70,71
C =	0,19%
A =	11,80
Cuantía Necesaria =	0,19%
Cuantía Mínima =	0,18%

Nodo

85

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
Ancho Pedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _i) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1,5 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m
Recubrimiento (h) =	0,075 m

Suelo	
Densidad Relleno (γ_r) =	1,60 tonf/m ³
Resistencia Admisible (q _a) =	10,00 tonf/m ²
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q _u) =	5,65 tonf/m ²
Tensión en el Suelo	No

Diseño Estructural	
Perimetro Corte (b _o) =	5,80 m
Área Esf. Corte =	0,20 m ²
Resistencia Concreto (f' _c) =	210 kgf/cm ²
Tipo Columna =	Esquina
Resistencia Corte (v _{up}) =	130 tonf/m ²
	79 tonf/m ²
	195 tonf/m ²
Esf. Cortante Unidir Max =	13 tonf/m ²
Resist. Corte Directo (v _{up}) =	65 tonf/m ²
Esf. Corte Maximo =	33 tonf/m ²

L _{v1} =	0,50 m
L _{v2} =	0,50 m
Momento Máximo =	1,07 tonf_m
K =	54,93
C =	0,15%
A =	11,80
Cuantía Necesaria =	0,15%
Cuantía Mínima =	0,18%

Nodo

94

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
Ancho Pedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _i) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1,5 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m
Recubrimiento (h) =	0,075 m

Suelo	
Densidad Relleno (γ_r) =	1,60 tonf/m ³
Resistencia Admisible (q _a) =	10,00 tonf/m ²
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q _u) =	3,97 tonf/m ²
Tensión en el Suelo	No

Diseño Estructural

Perímetro Corte (b _o) =	5,80 m
Área Esf. Corte =	0,20 m ²
Resistencia Concreto (f' _c) =	210 kgf/cm ²
Tipo Columna =	Esquina
Resistencia Corte (v _{up}) =	130 tonf/m ²
	79 tonf/m ²
	195 tonf/m ²
Esf. Cortante Unidir Max =	9 tonf/m ²
Resist. Corte Directo (v _{up}) =	65 tonf/m ²
Esf. Corte Maximo =	25 tonf/m ²

L _{v1} =	0,50 m
L _{v2} =	0,50 m
Momento Máximo =	0,82 tonf_m
K =	42,13
C =	0,11%
A =	11,80
Cuantía Necesaria =	0,11%
Cuantía Mínima =	0,18%

Nodo

95

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
Ancho Pedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _i) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1,5 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m
Recubrimiento (h) =	0,075 m

Suelo	
Densidad Relleno (γ_r) =	1,60 tonf/m ³
Resistencia Admisible (q _a) =	10,00 tonf/m ²
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q _u) =	4,99 tonf/m ²
Tensión en el Suelo	No

Diseño Estructural

Perímetro Corte (b _o) =	5,80 m
Área Esf. Corte =	0,20 m ²
Resistencia Concreto (f' _c) =	210 kgf/cm ²
Tipo Columna =	Esquina
Resistencia Corte (v _{up}) =	130 tonf/m ²
	79 tonf/m ²
	195 tonf/m ²
Esf. Cortante Unidir Max =	11 tonf/m ²
Resist. Corte Directo (v _{up}) =	65 tonf/m ²
Esf. Corte Maximo =	28 tonf/m ²

L _{v1} =	0,50 m
L _{v2} =	0,50 m
Momento Máximo =	0,92 tonf_m
K =	47,17
C =	0,12%
A =	11,80
Cuantía Necesaria =	0,13%
Cuantía Mínima =	0,18%

Nodo

96

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
Ancho Pedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _i) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1,50 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m
Recubrimiento (h) =	0,075 m

Suelo	
Densidad Relleno (γ_r) =	1,60 tonf/m ³
Resistencia Admisible (q _a) =	10,00 tonf/m ²
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q _u) =	3,50 tonf/m ²
Tensión en el Suelo	No

Diseño Estructural

Perimetro Corte (b _o) =	5,80 m
Área Esf. Corte =	0,20 m ²
Resistencia Concreto (f' _c) =	210 kgf/cm ²
Tipo Columna =	Esquina
	130 tonf/m ²
Resistencia Corte (v _{up}) =	79 tonf/m ²
	195 tonf/m ²
Esf. Cortante Unidir Max =	8 tonf/m ²
Resist. Corte Directo (v _{up}) =	65 tonf/m ²
Esf. Corte Maximo =	21 tonf/m ²

L _{v1} =	0,50 m
L _{v2} =	0,50 m
Momento Máximo =	0,68 tonf_m
K =	34,96
C =	0,09%
A =	11,80
Cuantía Necesaria =	0,09%
Cuantía Mínima =	0,18%

Nodo

98

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
Ancho Pedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _i) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1,50 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m
Recubrimiento (h) =	0,075 m

Suelo	
Densidad Relleno (γ_r) =	1,60 tonf/m ³
Resistencia Admisible (q _a) =	10,00 tonf/m ²
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q _u) =	4,13 tonf/m ²
Tensión en el Suelo	No

Diseño Estructural

Perimetro Corte (b _o) =	5,80 m
Área Esf. Corte =	0,20 m ²
Resistencia Concreto (f' _c) =	210 kgf/cm ²
Tipo Columna =	Esquina
	130 tonf/m ²
Resistencia Corte (v _{up}) =	79 tonf/m ²
	195 tonf/m ²
Esf. Cortante Unidir Max =	10 tonf/m ²
Resist. Corte Directo (v _{up}) =	65 tonf/m ²
Esf. Corte Maximo =	26 tonf/m ²

L _{v1} =	0,50 m
L _{v2} =	0,50 m
Momento Máximo =	0,83 tonf_m
K =	42,43
C =	0,11%
A =	11,80
Cuantía Necesaria =	0,11%
Cuantía Mínima =	0,18%

Nodo

100

Geometría	
Largo Zapata (L) =	1,25 m
Ancho Zapata (B) =	1,40 m
Largo Pedestal (l _c) =	0,25 m
Ancho Pedestal (b _c) =	0,40 m
Desfase en x (d _l) =	0,00 m
Desfase en y (d _b) =	0,00 m
Profundidad Zapata (H) =	1,5 m
Alto Zapata (h) =	0,20 m
Recubrimiento (h) =	0,075 m

Suelo	
Densidad Relleno (γ_r) =	1,60 tonf/m ³
Resistencia Admisible (q _a) =	10,00 tonf/m ²
Trasladar Fuerzas a la Parte Superior de la Zapata	Si
Resistencia Suelo (q _u) =	4,48 tonf/m ²
Tensión en el Suelo	No

Diseño Estructural	
Perímetro Corte (b _o) =	5,80 m
Área Esf. Corte =	0,20 m ²
Resistencia Concreto (f' _c) =	210 kgf/cm ²
Tipo Columna =	Esquina
	130 tonf/m ²
Resistencia Corte (v _{up}) =	79 tonf/m ²
	195 tonf/m ²
Esf. Cortante Unidir Max =	10 tonf/m ²
Resist. Corte Directo (v _{up}) =	65 tonf/m ²
Esf. Corte Maximo =	25 tonf/m ²
L _{v1} =	0,50 m
L _{v2} =	0,50 m
Momento Máximo =	0,80 tonf_m
K =	41,11
C =	0,11%
A =	11,80
Cuantía Necesaria =	0,11%
Cuantía Mínima =	0,18%

8. Diseño Elementos No-Estructurales y Cerramiento

Los muros divisorios y de fachada de la mampostería se diseñan como elementos no estructurales, siguiendo las consideraciones establecidas en el NSR-10.

8.1. Propiedades del Proyecto y Estructura

- Grupo de Uso de la Edificación: I
- Grado de Desempeño: Bueno
- Estrategia de Diseño (NSR-10 – A.9.4.1): (a) Separado de la Estructura
- Aceleración Máxima en la Superficie: $A_s = 0.20 g$
- Máxima Aceleración Horizontal de Diseño: $S_A = 0.70 g$
- Altura del Piso más Alto: $h_n = 5.40 m$
- Altura Equivalente de Sistema de un Grado de Libertad: $h_{eq} = 3.20 m$
- Coeficiente de Importancia: $I = 1.00$
- Coeficiente de Amplificación Dinámica (Tabla A.9.5-1, del NSR-10):
 - Fachada: $a_p = 1.00$
 - Muros Divisorios: $a_p = 1.00$
- Capacidad de Disipación de Energía:
 - Fachada (No Dúctil): $R = 1.50$
 - Muros Divisorios (Húmedos): $R = 0.50$

8.2. Propiedades del Muro y Material

– Altura	$h_m = 3.20 \text{ m}$
– Espesor del Muro:	$e = 0.13 \text{ m}$
– Longitud de Diseño:	$L = 1.00 \text{ m}$
– Peso Específico del Muro:	$\gamma_M = 1500 \text{ kgf/m}^3$
– Peso Evaluado:	$W = 624 \text{ kgf}$
– Resistencia de la Mampostería:	$f'_m = 5.00 \text{ MPa}$
– Coeficiente por Relación de Esbeltez:	0.67
– Inercia del Muro:	$I_m = 0.000163 \text{ m}^4$
– f_a	$f_a = 4500.00 \text{ kgf/m}^2$
– F_a	$F_a = 67346.94 \text{ kgf/m}^2$
– F_b	$F_b = 165000.00 \text{ kgf/m}^2$
– Resistencia al Corte:	$F_V = 5590.17 \text{ kgf/m}^2$
– Resistencia a Corte de los Anclajes:	$F_{va} = 226.80 \text{ MPa}$

8.3. Diseño Elementos No-Estructurales

Tabla 5. Diseño de Elementos No-Estructurales (I)

Nivel	A. Horizontal [ax]	Fuerza en el Muro		Momento Máximo		Cortante Máximo	
		Fachada (kgf)	Divisorio (kgf)	Fachada (kgf-m)	Divisorio (kgf-m)	Fachada (kgf)	Divisorio (kgf)
3.20	0.34	176.34	377.77	132.26	283.33	88.17	188.88

Tabla 6. Diseño de Elementos No-Estructurales (II)

Nivel	fb (kgf/m ²)		fa/Fa + fb/Fb		Revisión Flexo- Compresión	Esfuerzo Cortante		Revisión Cortante
	Fachada	Divisorio	Fachada	Divisorio		Fachada	Divisorio	
3.20	50787	108797	0.37	0.73	Ok	866.25	1863.96	Ok

Tabla 7. Diseño de Elementos No-Estructurales (I)

Nivel	Area Anclajes cada metro (cm ²)		Area Máxima (cm ²)
	Fachada	Divisorio	
3.20	3.89	8.33	13.00

Como anclaje de los muros tanto divisorios como de fachada, de debe ubicar una varilla No. 3 cada 2.30m. Si el muro es de menos de 2.30m se debe ubicar una varilla en ambos extremos. Todos los extremos de los muros deben quedar anclados.

9. Conclusiones y Recomendaciones

Por tratarse de un análisis simplificado y no requerir de una supervisión técnica en especial este tipo de edificaciones deben ser especialmente cuidadosas, por ende, se deben seguir las correctas verificaciones de calidad de los materiales y los procedimientos de obra recomendaciones que se citan puntualmente en el capítulo E.6 del reglamento y de las cuales se amplían algunas adicionales en este numeral.

9.1. Preparación de equipos para vaciado del concreto

- Los equipos mezcladores y de transporte deben estar limpios y libres de concreto.
- Al ser usadas las formaletas deben ser retirados cualquier tipo de residuos, cuando se requiera en la parte interna de la misma protección, esta deberá estar con las características adecuadas especificadas en los planos.
- Al final de realizar las excavaciones se debe verificar que estas permanezcan libres de cualquier tipo de residuo y más durante el vaciado del concreto.
- El lugar de vaciado del concreto debe estar libre de agua y cualquier tipo de impureza antes de depositarlo.
- Cuando se vaya a colocar concreto adicional sobre concreto ya endurecido, se debe verificar que las superficies están libres de lechada o de cualquier material perjudicial para su correcto funcionamiento, de no ser así cumplir las recomendaciones exigidas en los planos.

9.2. Mezclado de Concreto

- El mezclado de los concretos debe hacerse de forma continua y debe durar al menos unos minutos después que todos los materiales estén en la máquina.

9.3. Transporte del Concreto

- Cuando el concreto deba transportarse desde el lugar de la mezcla hasta el lugar de vaciado deberá realizarse mediante procedimientos constructivos que eviten la segregación y pérdida de materiales.

9.4. Colocación del Concreto

- Durante la colocación del concreto especialmente en concretos enterrados deberá evitarse su contaminación con partes del suelo o elementos que modifique las secciones establecidas en los elementos estructurales.
- La velocidad de colocación del concreto debe ser tal que este pueda permanecer en estado plástico, especialmente para que la mezcla pueda fluir fácilmente entre el acero de refuerzo.

- Cuando el concreto sufra un endurecimiento parcial no deberá incluirse dentro de los elementos estructurales.
- Durante la colocación del concreto se deberá efectuar un vibrado apropiado para garantizar la resistencia de diseño, usando medios de compactación que permitan su vaciado entre el acero de refuerzo y las esquinas de la formaleta, con el fin de asegurar su densificación y evitar hormigueos.

9.5. Curado del Concreto

- El concreto deberá mantenerse a una temperatura por encima de los 10°C y debe mantenerse húmedo por el mayor tiempo posible después de que ha dejado de ser plástico, durante un periodo mínimo de 7 días.

9.6. Mampostería

- Se debe garantizar las propiedades de la mampostería establecidas en este documento. Si se cambia el tipo de bloque o de mortero, es necesario realizar una revisión y una validación con el reglamento NSR-10.
- Se debe manipular la mampostería con sumo cuidado para no generar golpes que puedan dañar su integridad.
- Se deben seguir todas las recomendaciones constructivas establecidas en el Título E puntualmente en su capítulo E.6 del NSR-10.

9.7. Recomendaciones Generales

- El porcentaje de aire incorporado (si se usó) no debe ser menor del 4% ni mayor al 6%
- Tamaño máximo del agregado grueso 1.9cm
- Máxima relación agua cemento de la mezcla A/C 0.45
- Los traslapes del refuerzo en sentido longitudinal deben intercalarse para no crear continuidad.
- Se deben seguir todas las recomendaciones del estudio de suelos.

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo. LUIS ANGEL AVILES MURCIA INGENIERO CIVIL, con matrícula profesional N° 08202-2135505 certifico que he participado en la formulación del proyecto **"IMPLEMENTACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CAÑA Y SUS SUBPRODUCTOS PARA GARANTIZAR LA DISPONIBILIDAD DE ALIMENTOS DE LA CANASTA FAMILIAR EN LAS COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE SIPÍ, CHOCÓ"** con BPIN 20251301010185, para el cual elaboré los siguientes productos:

o Diseño Estructural

Declaro que dichos estudios se realizaron de acuerdo con las normas colombianas vigentes y que me responsabilizo por los daños y perjuicios que de ellos pudieren derivarse. Aclaro que me hago responsable por los estudios, siempre y cuando en la obra se hayan seguido al pie de la letra las recomendaciones suscritas, cualquier variación o modificación debe notificárseme de inmediato.

No siendo más la razón de la presente,



Luis Angel Aviles Murcia
Ing. Civil
MP 08202-213505 ATL