Alcaldía de
Pueblo Bello

MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE AULAS DEL INSTITUTO AGRÍCOLA SEDE JORGE ELIECER GAITAN EN EL MUNICIPIO DE PUEBLO BELLO -CESAR

DISEÑO ESTRUCTURAL

LUIS ALFONSO RIVERA ZABALETA

INGENIERA CIVIL

M.P: 54202 – 297454 NTS

PUEBLO BELLO – CESAR

JUNIO 2025

TABLA DE CONTENIDO

1. GENERALIDADES 3
2. OBJETIVO Y ALCANCE DEL ESTUDIO 4
3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO 4
4. DISEÑO ESTRUCTURAL de aulas 5
4.1. DATOS GENERALES DE SISMO 6
5. SISTEMA DE CIMENTACIÓN 7
5.1 REFUERZO PARA LA CIMENTACIÓN 9
6. PLACA DE CONTRAPISO 10
7. MAMPOSTERÍA 10
7.1 MORTERO DE PEGA 10
7.2 ABERTURAS EN LOS MUROS 11
7.3 DISTANCIA MÍNIMA ENTRE ABERTURAS 11
7.4 ESPESOR MÍNIMO DE MUROS. 11
7.5 ALTURA LIBRE DE MUROS. 12
7.6 LUZ LIBRE DE MUROS. 12
7.7 UBICACIÓN. 14
7.8 REFUERZO MÍNIMO. 15
8. COLUMNetas 15
8.1 DIMENSIONES. 16
8.2 UBICACIÓN. 17
8.3 REFUERZO MÍNIMO. 17
9. VIGAS DE CONFINAMIENTO 19
9.1 DIMENSIONES. 19
9.2 REFUERZO MÍNIMO. 20
10. CINTAS DE AMARRE 21
11. CUBIERTA 22
12. ZAPATA 23
12.1 DESCRIPCIÓN 23
13.2 COMPROBACIÓN 23

1. GENERALIDADES

Este documento presenta el Diseño Estructural, realizado por el Ingeniero Civil Luis Alfonso Rivera Zabaleta, para llevar a cabo el proyecto denominado: "**MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE AULAS DEL INSTITUTO AGRÍCOLA SEDE JORGE ELIECER GAITAN EN EL MUNICIPIO DE PUEBLO BELLO - CESAR**". En el cual se desarrolla el diseño de dos aulas de clases.

La arquitectura propuesta induce a una edificación de dos aulas de clases la cual se desarrollarán por un sistema de Muros de Mampostería tradicional con elementos de concreto reforzado (Columnas, zapatas, columnetas, viga ciclopeo, vigas de cimentación, vigas de amarre y viga cinta).

El diseño consta de los siguientes ítems: Cumpliendo con todos los requisitos del reglamento colombiano de construcciones sismo resistentes (NSR 10) y adicionalmente se emplean algunos chequeos para garantizar el funcionamiento de las posibles cuantías mínimas.

- Predimensionamiento y dimensionamiento.
- Análisis y evaluación de cargas.
- Planos.
- Especificaciones de materiales.

2. OBJETIVO Y ALCANCE DEL ESTUDIO

El presente informe tiene como objetivo principal realizar el diseño de dos aulas de clases. Sin embargo, los alcances de este estudio incluyen las siguientes actividades:

- Realizar un análisis de evaluación de carga muerta y viva (en función del uso) por m2
- Proyectar el mejor método de construcción, predecir y contrarrestar las dificultades y retrasos que puedan surgir durante la construcción debido a las condiciones del terreno o de la zona.

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

El proyecto arquitectónico, está ubicado en el municipio de Pueblo Bello, departamento del Cesar.

La siguiente figura hace referencia al a lo antes descrito en la propuesta arquitectónica.

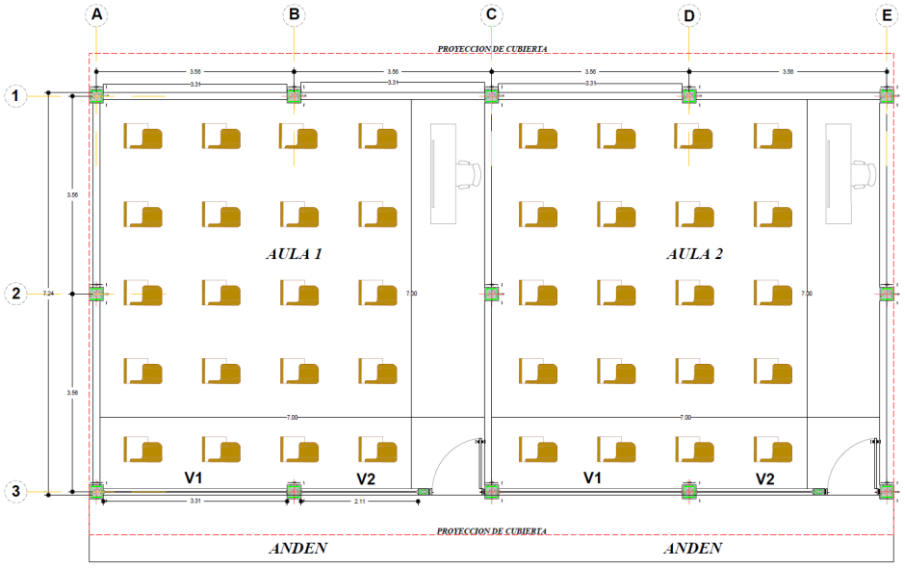


Ilustración 1 Planta arquitectónica de aulas

4. DISEÑO ESTRUCTURAL DE AULAS

Para la realización de los diseños estructurales se basaron en el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10. La cual presenta requerimientos mínimos que en alguna medida garantizan que se cumpla el fin primordial de salvaguardar las vidas humanas ante la ocurrencia de un sismo.

Esto se logra de una forma indirecta con la aplicación de la norma; las condiciones con las que deben contar las construcciones con el fin de que la respuesta estructural a un sismo sea favorable.

Basándose el diseño estructural en el Titulo E edificaciones de uno y dos pisos, porque el proyecto en todas sus estructuras es de un solo nivel y la ubicación del proyecto es una zona de amenaza sísmica baja (numeral A.2.3.3 de la norma NSR-10), con este diseño se garantizará uniformidad en el uso de los materiales en los muros, estructuras, cubiertas y demás. Esto permite una respuesta integral de la edificación en caso de sismo. Buscando un sistema económico, pero con una estructura solidad, simétrica, uniforme y bien conectada.

4.1. DATOS GENERALES DE SISMO

- **Caracterización del emplazamiento**

A_a: Aceleración horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2)	**A_a** :	*0.10*	g
A_v: Velocidad horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2)	**A_v** :	*0.10*	g
V_m: Velocidad media de onda de cortante (NSR-10, A.2.4.3)	**V_m** :	*180.00*	m/s

- **Sistema estructural**

R_{0X}: Coeficiente de disipación de energía básico (X) (NSR-10, A.3)	**R_{0X}** :	*2.50*
R_{0Y}: Coeficiente de disipación de energía básico (Y) (NSR-10, A.3)	**R_{0Y}** :	*2.50*
Φ_a: Coeficiente de irregularidad en altura (NSR-10, A.3.3.5)	**Φ_a** :	*1.00*
Φ_p: Coeficiente de irregularidad en planta (NSR-10, A.3.3.4)	**Φ_p** :	*1.00*
Φ_{rX}: Coeficiente por ausencia de redundancia (X) (NSR-10, A.3.3.8)	**Φ_{rX}** :	*1.00*
Φ_{rY}: Coeficiente por ausencia de redundancia (Y) (NSR-10, A.3.3.8)	**Φ_{rY}** :	*1.00*

- **Estimación del periodo fundamental de la estructura:**

Según norma
Tipología estructural (X): I
Tipología estructural (Y): I

h: Altura del edificio	**h** :	*2.70*	m

- **Tipo de edificación (NSR-10, A.2.5):** I

Se realiza análisis de los efectos de 2º orden
Valor para multiplicar los desplazamientos 1.00

Criterio de armado a aplicar por ductilidad: Mínimo (DMI)

5. SISTEMA DE CIMENTACIÓN.

La cimentación estará compuesta por un sistema reticular de vigas que configuran anillos aproximadamente rectangulares en planta (como se ilustra en la figura), y que aseguran la transmisión de las cargas de la superestructura al suelo de forma integral y equilibrada. Este sistema se apoya sobre zapatas aisladas de concreto armado, diseñadas para distribuir eficazmente las cargas puntuales de columnas o pilares al terreno, ampliando la superficie de contacto y reduciendo la presión sobre el suelo. Sobre las zapatas se disponen vigas de cimentación de concreto armado, que enlazan las diferentes zapatas, formando un entramado estructural que garantiza la rigidez y estabilidad del conjunto, estas vigas no solo distribuyen las cargas lineales de muros y columnas, sino que también actúan como elementos de amarre, reduciendo el riesgo de asentamientos diferenciales y mejorando el comportamiento sísmico de la estructura. Debajo de las vigas de cimentación, se ejecuta una viga de concreto ciclópeo, compuesta por una mezcla de concreto simple y piedras de gran tamaño, colocadas de manera uniforme. Esta viga ciclópea sirve como base sólida, permitiendo una distribución homogénea de las cargas hacia el terreno y mejorando la capacidad portante del mismo.

Es fundamental que exista una viga de cimentación para cada muro estructural, asegurando la continuidad de todos los elementos de cimentación. Ningún componente debe ser discontinuo, garantizando así una transmisión de cargas eficiente y una respuesta estructural adecuada frente a las solicitaciones del entorno.

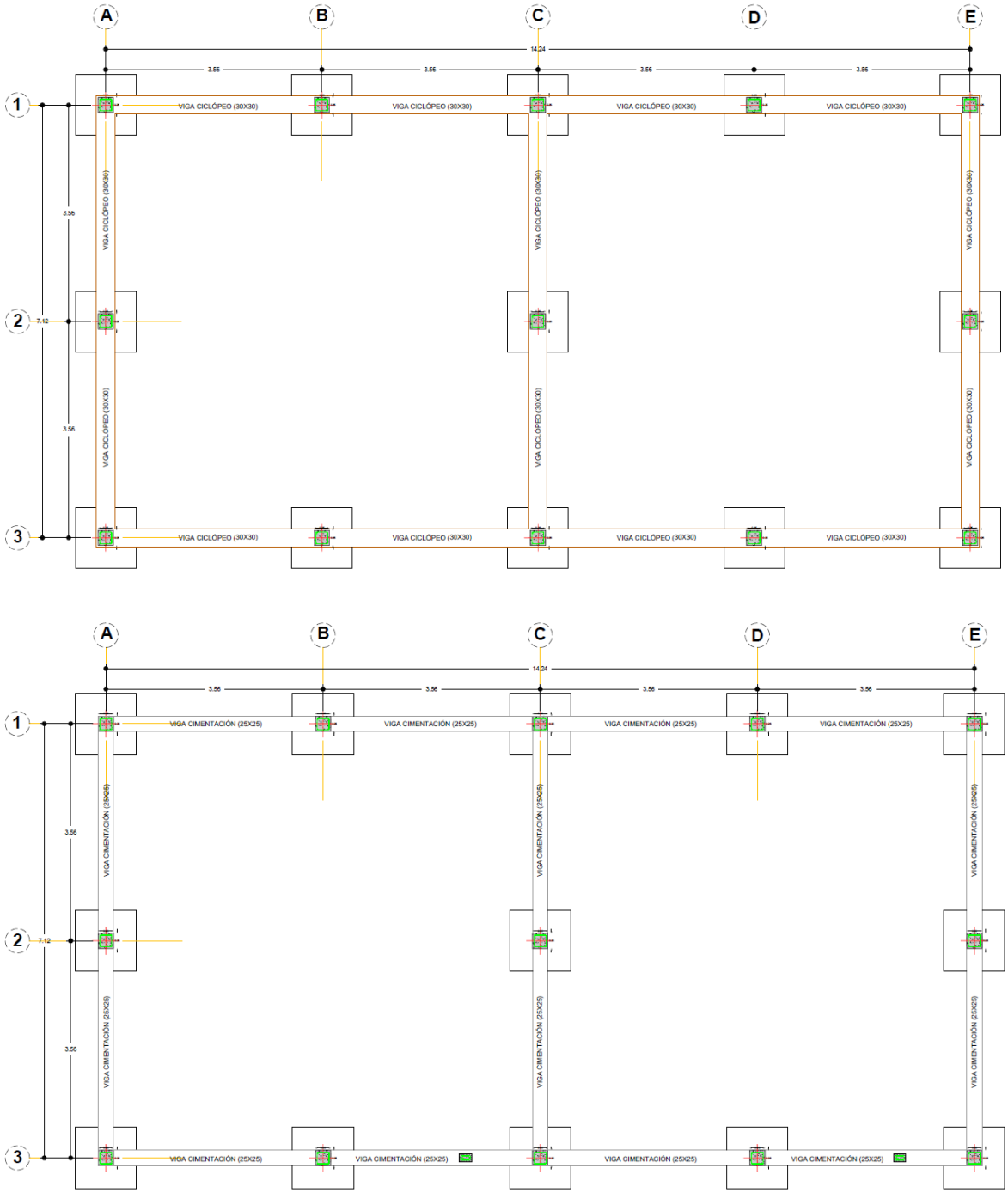


Ilustración 2 Configuración de sistema de cimentación

5.1 REFUERZO PARA LA CIMENTACIÓN

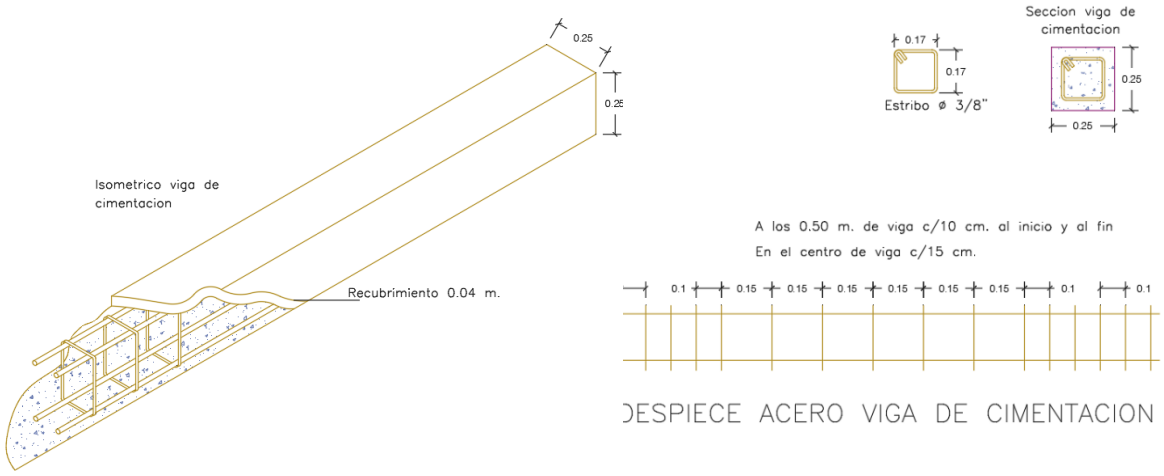
Las vigas de cimentación deben tener refuerzo longitudinal superior e inferior y estribos de confinamiento en toda su longitud. Las dimensiones y el refuerzo de los cimientos se presentan en la tabla E.2.2-1 del reglamento colombiano de construcciones sismo resistente. Se adoptaron las siguientes cuantías y áreas de aceros para nuestra cimentación, teniendo en cuenta dicha tabla.

Tabla E.2.2-1
Valores mínimos para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentaciones

	Sistema Estructural	Un piso	Dos Pisos	Resistencia Mínima, MP_a	
Anchura	Mampostería	250 mm	300 mm	f_y	f_c
	Bahareque	200 mm	250 mm		
Altura	Mampostería	200 mm	300 mm		
	Bahareque	150 mm	200 mm		
Acero Longitudinal Estribos		4 No. 3 (ó 10M) No. 2 a 200 mm	4 No. 4 (ó 12M) No. 2 a 200 mm	420	17
				240	
Acero para anclaje de muros	Mampostería	No. 3	No. 3	412	
	Bahareque	No. 3	No. 4		

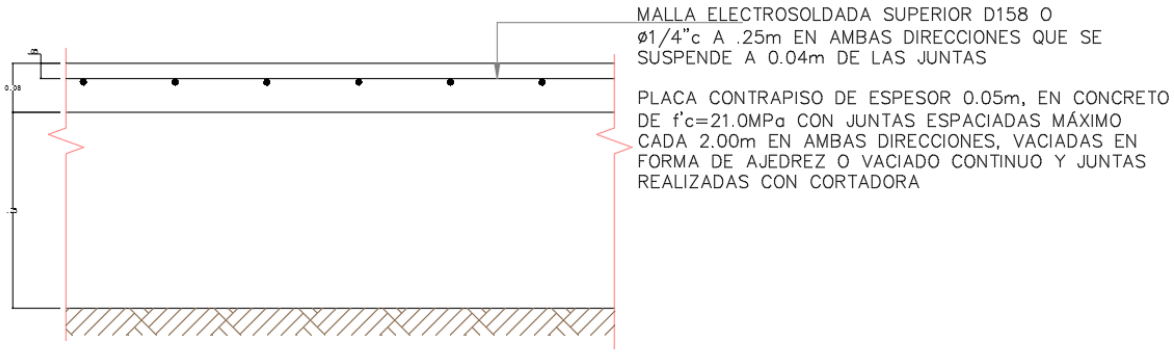
se usan vigas de 250 mm de ancho y 250 mm altura para estructura de un piso.

El acero para la vigas es 6 barras ½” para el acero longitudinal y estribos de 3/8”.



6. PLACA DE CONTRAPISO

La Placa contrapiso debe tener un espesor mínimo de 0.08m, en concreto de f'c=21.0 mpa, con juntas espaciadas máximo cada 2.00m en ambas direcciones, vaciadas en forma de ajedrez o vaciado continuo y juntas realizadas con cortadora, el cual debe reposar sobre una de relleno seleccionado o base granular con espesor de 0.20 m.



SECCIÓN TRANSVERSAL PLACA CONTRAPISO EN CONCRETO REFORZADO e=0.05m

7. MAMPOSTERÍA

En el proyecto se utilizará bloque de cemento de un espesor de 12 cm.

7.1 MORTERO DE PEGA

Los morteros de pega utilizados en construcciones de uno y dos pisos deben tener buena plasticidad y consistencia y deben garantizar la retención del agua mínima para la hidratación del cemento. Su función principal es la de adherir las unidades de mampostería y para ello se deben establecer dosificaciones apropiadas que garanticen su calidad. Su resistencia mínima a la compresión a los 28 días debe ser 7.5 mpa (75 kgf/cm2), medida en cilindros de 75 mm de diámetro por 150 mm de

altura. Su dosificación entre material cementante (cemento y cal) respecto a la arena cernida por malla no. 8, no puede ser inferior a 1:4 en volumen.

7.2 ABERTURAS EN LOS MUROS

Las aberturas en los muros deben ser pequeñas, bien espaciadas y no pueden estar ubicadas en las esquinas. El área de los vanos de un muro no debe ser mayor al 35% del área total del muro.

7.3 DISTANCIA MÍNIMA ENTRE ABERTURAS

Entre las aberturas de un mismo muro debe existir una distancia suficiente. La distancia mínima entre aberturas debe ser mayor a 500 mm. Y en ningún caso debe ser menor que la mitad de la dimensión mínima de la abertura.

7.4 ESPESOR MÍNIMO DE MUROS.

En ningún caso, el espesor nominal de los muros estructurales de carga puede ser inferior al establecido en la tabla E.3.5-1. Estos espesores mínimos nominales pueden disminuirse solo cuando se realiza el diseño completo de la edificación de acuerdo con los requisitos del Título A y del Título D de este Reglamento.
En el proyecto las edificaciones son de un nivel, se adoptó un espesor de muros de 0.12m.

Tabla E.3.5-1
Espesores mínimos nominales para muros estructurales en casas de uno y dos pisos (mm)

Zona de Amenaza Sísmica	Número de niveles de construcción		
	Un Piso	Dos Pisos	
		1° Nivel	2° Nivel
Alta	110	110	100
Intermedia	100	110	95
Baja	95	110	95

Nota: Para estos espesores mínimos nominales no se deben tener en cuenta los pañetes y acabados

7.5 ALTURA LIBRE DE MUROS.

Para muros estructurales la distancia libre vertical entre diafragmas no puede exceder 25 veces el espesor efectivo del muro. En el caso de cubiertas que constituyan diafragmas inclinados, la medida vertical puede tomarse como la distancia libre entre el diafragma inferior de entrepiso o de cimentación y la altura media del diafragma; y cuando haya vigas de amarre a la altura de dintel, la distancia vertical puede tomarse hasta este nivel, verificando tanto la distancia por debajo del dintel como la distancia hasta el punto más alto de la culata de remate, la cual debe tener una cinta de amarre en su remate. Para nuestro caso la altura libre máxima viene dada por:

$$h_{muro} = 25e \;\; ; h_{muro} = 25(0.12m) = 3.00m$$

7.6 LUZ LIBRE DE MUROS.

Para los muros la distancia libre horizontal no puede exceder 35 veces el espesor efectivo del muro. Se debe tomar como distancia libre horizontal la existente entre columnas de amarre o entre muros transversales trabados con el muro bajo consideración.

$$l_{muro} = 35e \;\; ; h_{muro} = 35(0.12m) = 4.2m$$

Los muros cumplen con esta condición porque sus longitudes se encuentran inferior a los 4 metros. (ver planos estructurales)

COLUMNAS

Las columnas estructurales de 25 x 25 cm en concreto reforzado deben anclarse firmemente sobre las zapatas aisladas propuestas, asegurando una transmisión efectiva de las cargas al suelo. El refuerzo longitudinal debe empalmarse por traslapo en la base y extenderse hasta la viga de amarre superior, donde se ancla mediante ganchos de 90°, garantizando la continuidad estructural. En edificaciones de varios niveles, se recomienda realizar empalmes por traslapo en cada nivel, ubicándolos preferentemente en zonas de baja solicitación, como el tercio central de la altura de la columna, para evitar concentraciones de esfuerzos. Estas columnas deben vaciarse después de levantar los muros adyacentes y directamente contra ellos, asegurando una adecuada adherencia y confinamiento de la mampostería. La sección mínima requerida es de 200 cm², utilizando al menos 4 barras de refuerzo longitudinal de 12 mm de diámetro, complementadas con estribos cerrados de 6 mm cada 20 cm, reduciendo el espaciamiento a 10 cm en las zonas cercanas a las vigas de amarre para mejorar el confinamiento del concreto.

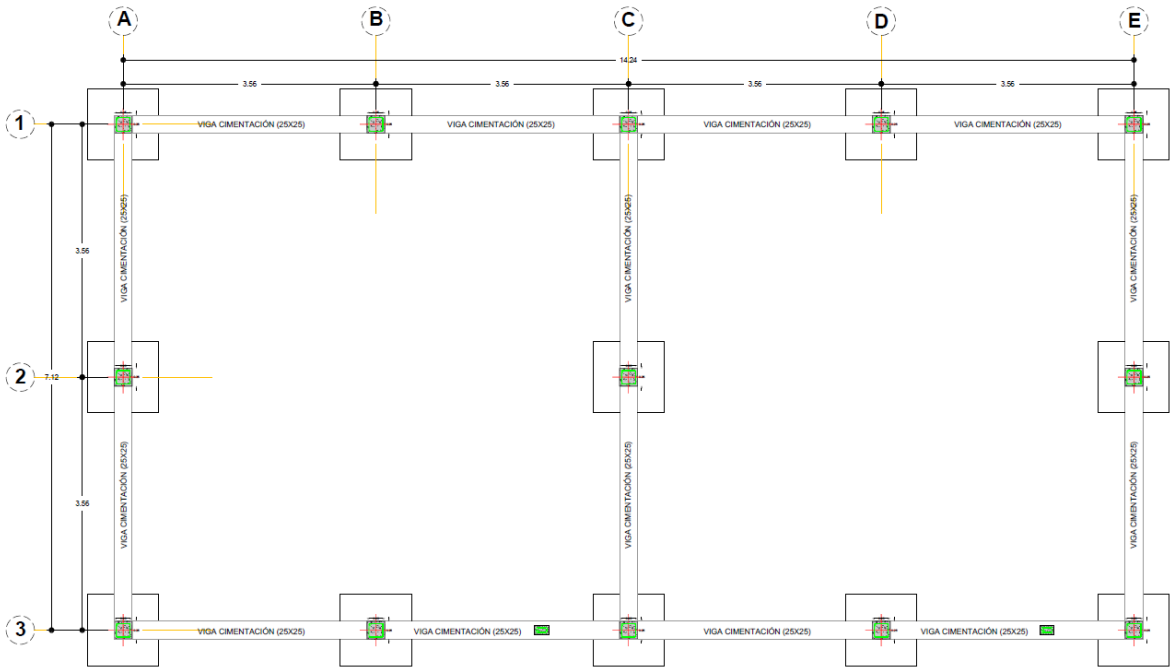
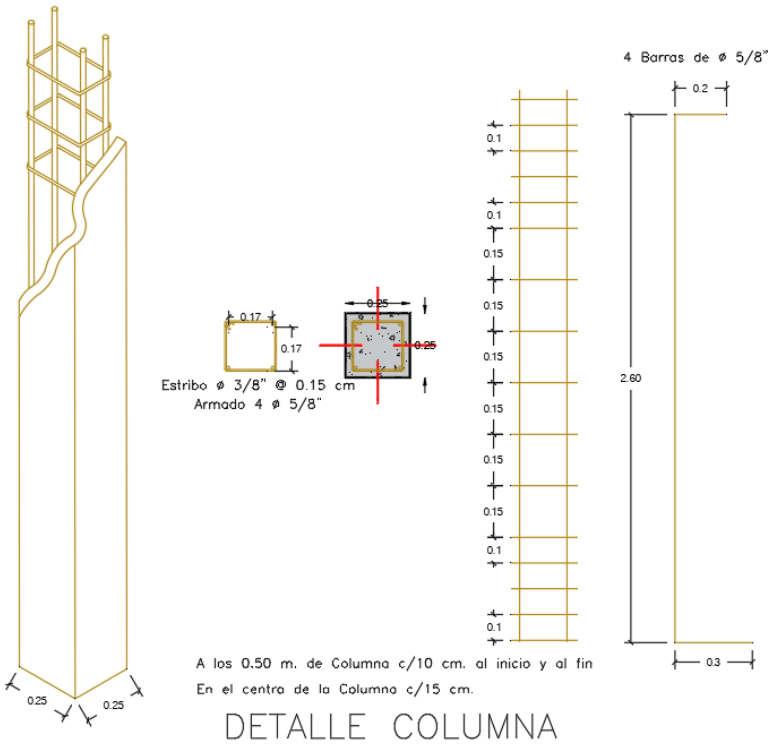


Ilustración 3 Distribución de columnas y columnetas

DIMENCIONES

La sección transversal de las columnas de amarre debe tener un área no inferior a 20000 mm² (200 cm2), con espesor igual al del muro que confina. En el proyecto se trabajará con columnas estructurales con un área transversal de la siguiente manera:

AC1> 62500 mm². Cumpliendo con el chequeo de área transversal mínima.



DETALLE COLUMNA

7.7 UBICACIÓN.

Deben colocarse columnas en cada interseccion de los muros seleccionados, y en lugares intermedios a distancias no mayores de 35 veces el espesor efectivo del muro, 1.5 veces la distancia vertical entre elementos horizontales de confinamiento ó 4 m.

7.8 REFUERZO MÍNIMO.

El refuerzo mínimo de la columna de confinamiento debe ser el siguiente:

(a) **Refuerzo longitudinal** — No debe ser menor de 4 barras N° 3 (3/8”) ó 10M (10 mm) ó 3 barras N° 4 (1/2”) ó 12M (12 mm).

(b) **Refuerzo transversal** — Debe utilizarse refuerzo transversal consistente en estribos cerrados mínimo de diámetro N° 2 (1/4”) ó 6M (6 mm), espaciados a 200 mm. Los primeros seis estribos se deben espaciar a 100 mm en las zonas adyacentes a los elementos horizontales de amarre.

Para las columnas se tomaron un refuerzo longitudinal de 4 barras (5/8”) y un refuerzo transversal de estribos cerrados de diámetro (3/8”) deparados como indica la norma.

8. COLUMNETAS

En general, las columnetas se construyen en concreto reforzado. Las columnas de confinamiento deben anclarse a la cimentación, pudiendo utilizarse empalmes por traslapo en la base de la columna, y deben rematarse anclando el refuerzo en la viga de amarre superior. Cuando una columna tenga dos niveles, se puede realizar un empalme por traslapo en cada nivel. Las columnas de confinamiento se deben vaciar con posterioridad al alzado de los muros y directamente contra ellos.

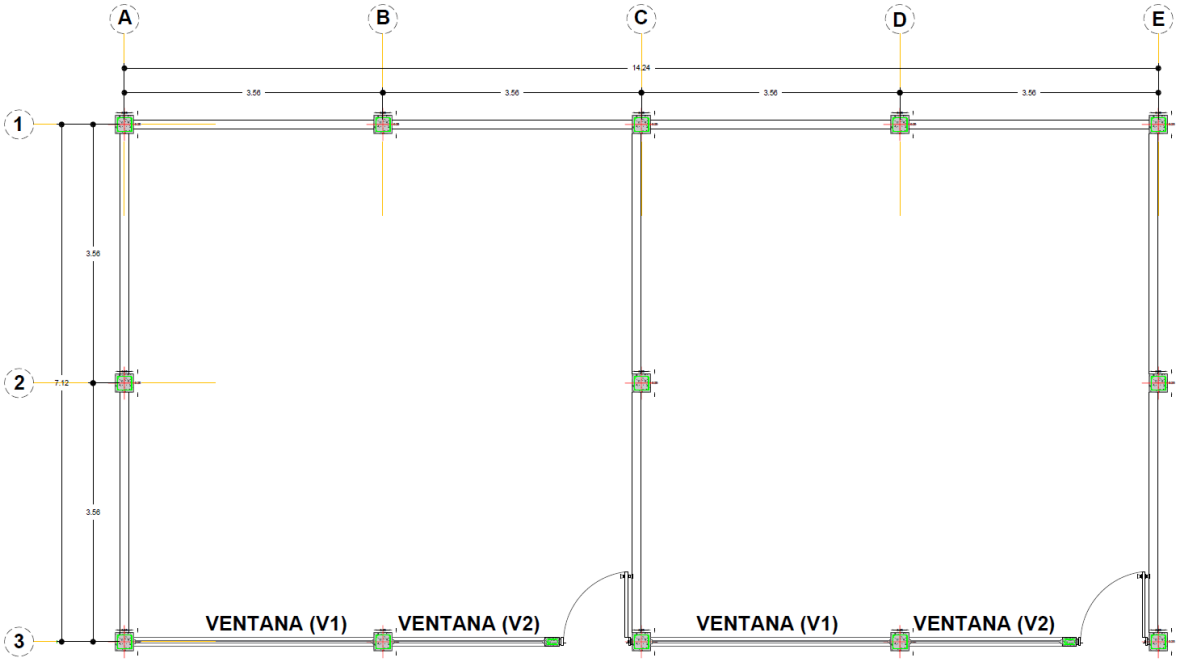


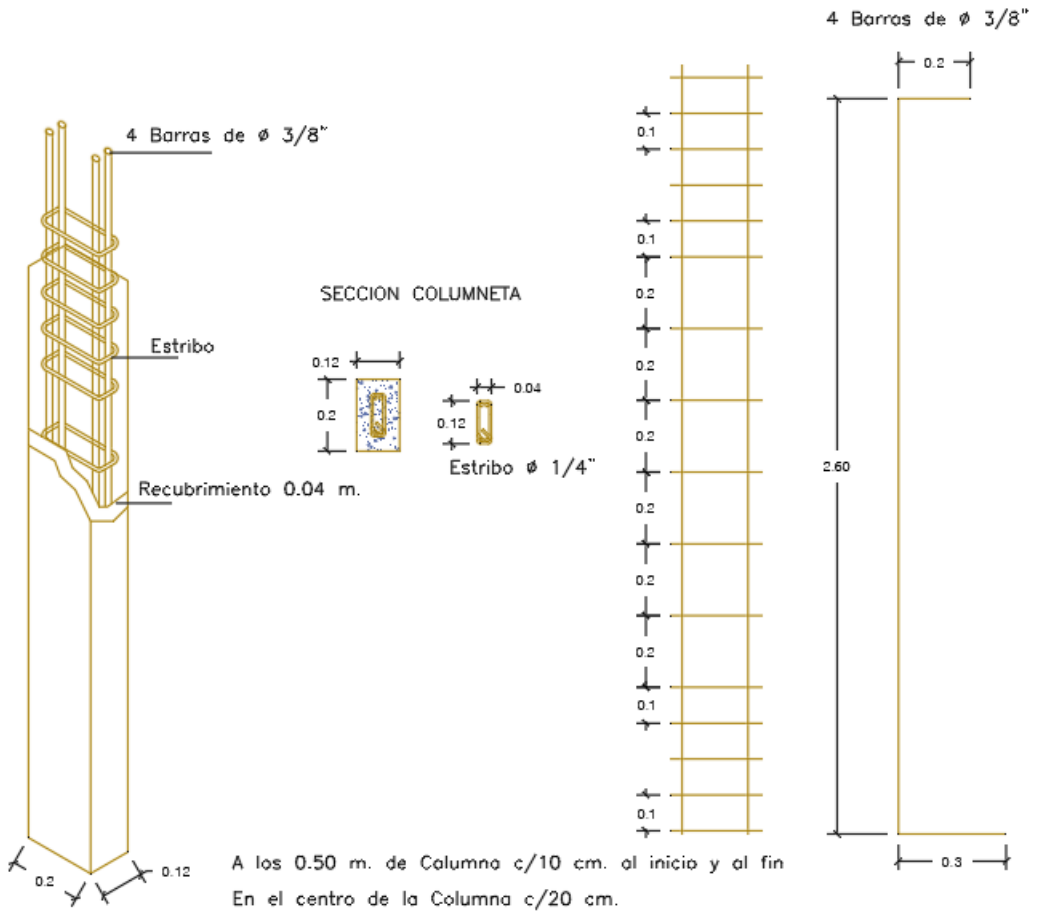
Ilustración 4 Distribución de columnas y columnetas

8.1 DIMENSIONES.

La sección transversal de las columnas de amarre debe tener un área no inferior a 20000 mm² (200 cm2), con espesor igual al del muro que confina. En el proyecto se trabajará con columnas de confinamiento con un área transversal de la siguiente manera:

$$A_{C1} = 120\text{mmx}200\text{mm}$$

AC1> 20000 mm². Cumpliendo con el chequeo de área transversal mínima.



DETALLE COLUMNETA

8.2 UBICACIÓN.

Deben colocarse columnas de amarre en los extremos de los muros estructurales seleccionados, en las intersecciones con otros muros estructurales y en lugares intermedios a distancias no mayores de 35 veces el espesor efectivo del muro, 1.5 veces la distancia vertical entre elementos horizontales de confinamiento ó 4 m.

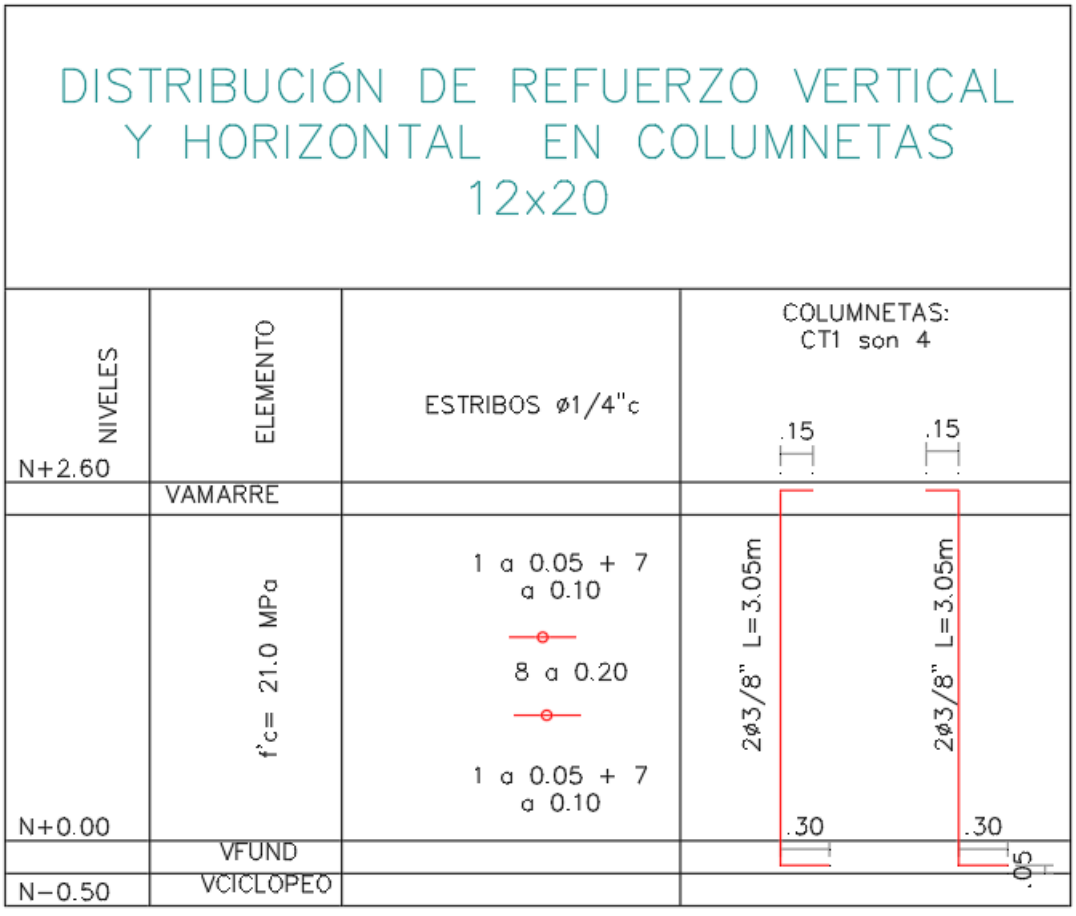
8.3 REFUERZO MÍNIMO.

El refuerzo mínimo de la columna de confinamiento debe ser el siguiente:

(c) **Refuerzo longitudinal** — No debe ser menor de 4 barras N° 3 (3/8”) ó 10M (10 mm) ó 3 barras N° 4 (1/2”) ó 12M (12 mm).

(d) **Refuerzo transversal** — Debe utilizarse refuerzo transversal consistente en estribos cerrados mínimo de diámetro N° 2 (1/4”) ó 6M (6 mm), espaciados a 200 mm. Los primeros seis estribos se deben espaciar a 100 mm en las zonas adyacentes a los elementos horizontales de amarre.

Para las columnas de confinamiento se tomaron un refuerzo longitudinal de 4 barras N° 3 (3/8”) y un refuerzo transversal de estribos cerrados de diámetro N° 2 (1/4”) deparados como indica la norma.



9. VIGAS DE CONFINAMIENTO

En general, las vigas de confinamiento se construyen en concreto reforzado. El refuerzo de las vigas de confinamiento debe anclarse en los extremos terminales con ganchos de 90°. Las vigas de amarre se vacían directamente sobre los muros estructurales que confinan

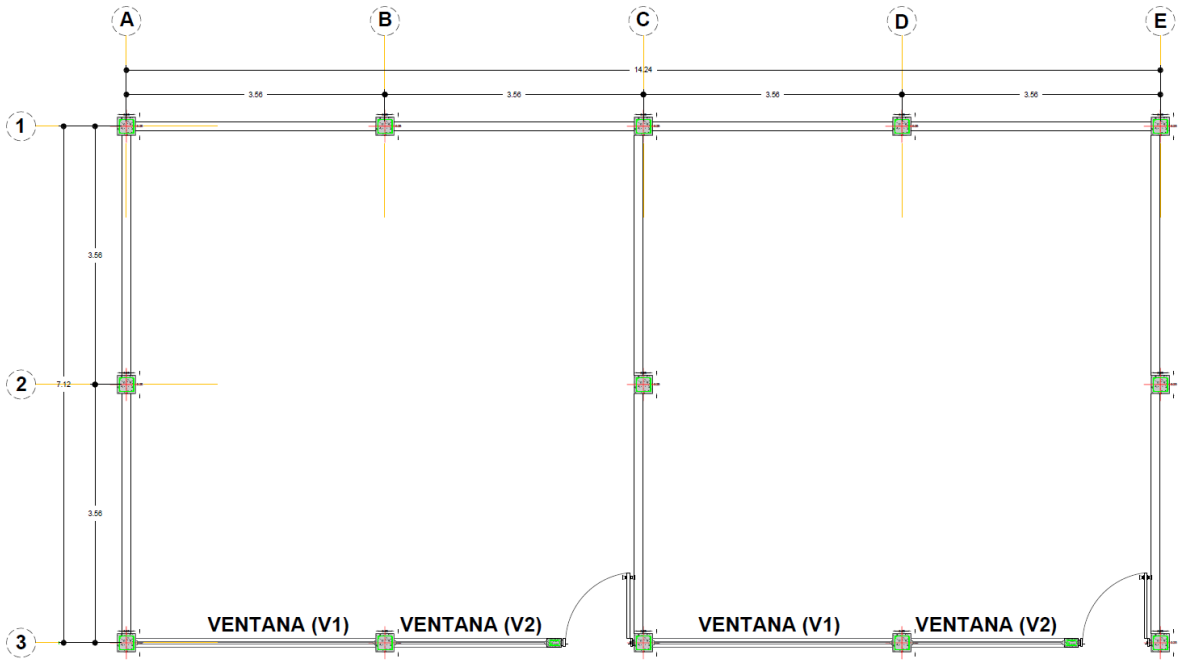


Ilustración 5 Configuración de vigas aerea

9.1 DIMENSIONES.

El ancho mínimo de las vigas de amarre debe ser igual al espesor del muro, con un área transversal mínima de 20 000 mm2 (20 cm2). En vigas que requieran enchaparse, el ancho especificado puede reducirse hasta en 75 mm, siempre y cuando se incremente su altura, de tal manera que el área transversal no sea inferior a 20 000 mm² (200 cm2).

Para el diseño se adoptaron un área transversal de 62500 mm2 (625 cm2)

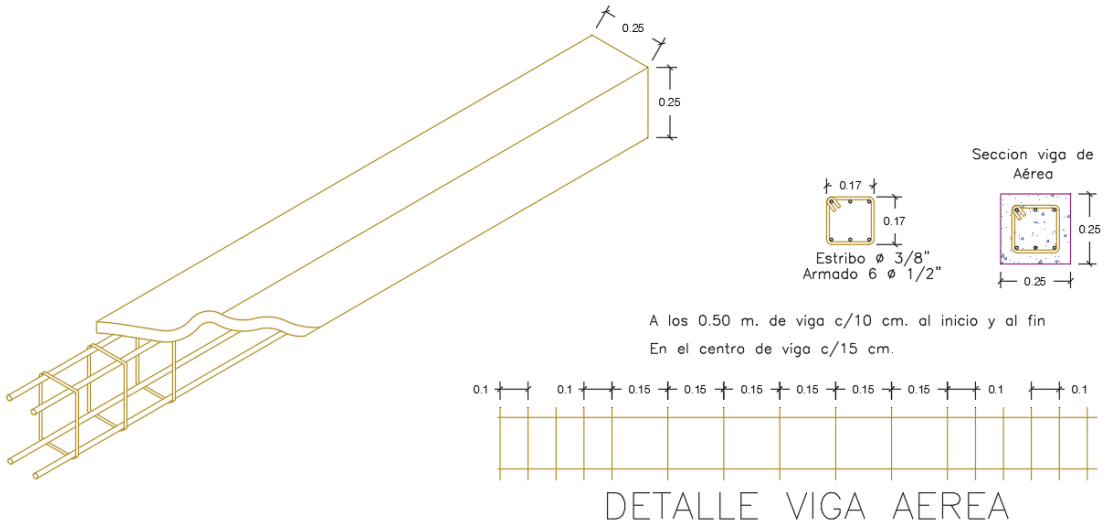
9.2 REFUERZO MÍNIMO.

El refuerzo mínimo de las vigas de amarre debe ser el siguiente:

(a) Refuerzo longitudinal — El refuerzo longitudinal de las vigas de amarre se debe disponer de manera simétrica respecto a los ejes de la sección, mínimo en dos filas. El refuerzo longitudinal no debe ser inferior a 4 barras N° 3 (3/8”) ó 10M (10 mm), dispuestos en rectángulo para anchos de viga superior o igual a 110 mm. Para anchos inferiores a 110 mm, y en los casos en que el entrepiso sea una losa Maciza, el refuerzo mínimo debe ser dos barras N° 4 (1/2”) ó 12M (12 mm) con límite de fluencia, fy no inferior a 420 MPa.

(b) Refuerzo transversal — Considerando como luz el espacio comprendido entre columnas de amarre ubicadas en el eje de la viga, o entre muros estructurales transversales al eje de la viga, se deben utilizar estribos de barra N° 2 (1/4”) ó 6M (6 mm), espaciados a 100 mm en los primeros 500 mm de cada extremo de la luz y espaciados a 200 mm en el resto de la luz.

Para este caso se tomara un refuerzo longitudinal de 6 barras (1/2”) con un límite de fluencia, fy igual a 420 MPa y como refuerzo transversal se tendra estribos de barra (3/8”), espaciados a 100 mm en los primeros 500 mm de cada extremo de la luz y espaciados a 200 mm en el resto de la luz, como la norma lo indica.

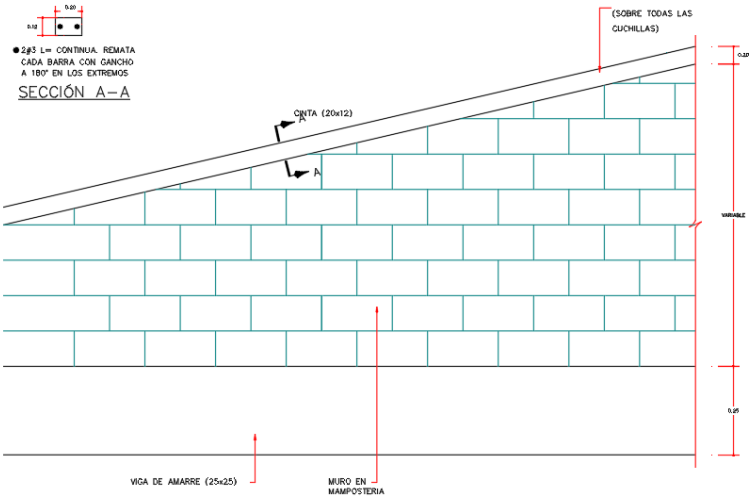


10. CINTAS DE AMARRE

Se consideran las cintas de amarre como elementos suplementarios a las vigas de amarre, utilizables en antepechos de ventanas, en remates de culatas, en remates de parapetos, etc. Indistintamente, se puede utilizar como cinta de amarre cualquiera de los siguientes elementos:

(a) Un elemento de concreto reforzado de altura superior o igual a 100 mm, con ancho igual al espesor del elemento que remata y reforzado mínimo con dos barras longitudinales N° 3 (318") ó 10M (10 mm). El refuerzo transversal debe ser el necesario para mantener en la posición deseada las barras longitudinales. (b) Un elemento construido con piezas de mampostería tipo U, reforzado longitudinalmente con mínimo dos barras N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm) ó una barra N° 4 (1/2") ó 12M (12 mm), e inyectado con mortero de inyección de resistencia a la compresión no inferior a 7.5 MPa.

Las cintas de amarre deben construirse de tal manera que se garantice el trabajo monolítico con el elemento que remata. El refuerzo longitudinal de las cintas de amarre se debe anclar en los extremos terminales.



DETALLE DE AMARRE DE CUCHILLA

11. CUBIERTA

Los elementos portantes de cubierta, de cualquier material, deben conformar un conjunto estable para cargas laterales. Por lo tanto, se deben disponer sistemas de anclaje en los apoyos y suficientes elementos de arriostramiento como tirantes, contravientos, riostras, etc. que garanticen la estabilidad del conjunto.

En el proyecto se utilizará correa en perfil CORREA PERFIL TIPO "C" 150 x 50 x 2 mm CAL. 14 como arriostramiento, que brinden la rigidez suficiente, para transmitir las cargas de la cubierta a los muros, el diseño se encuentra detallado en los planos del proyecto.

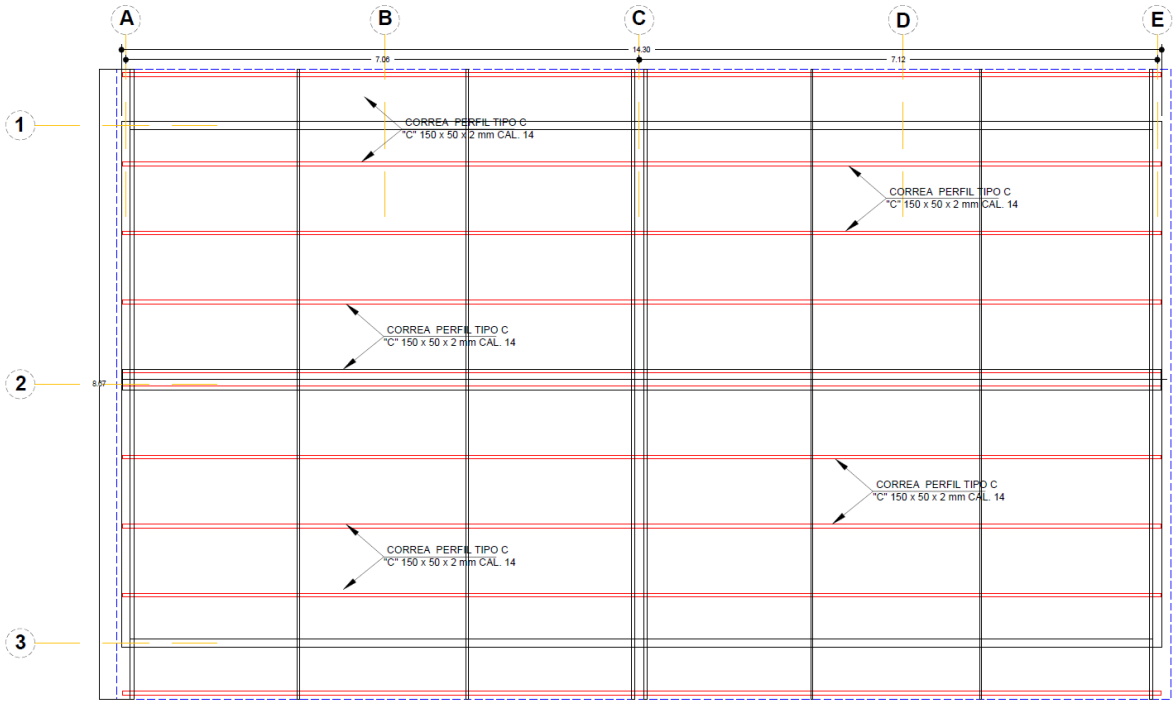


Ilustración 6 Configuración de estructura de cubierta

12. ZAPATA

12.1 DESCRIPCIÓN

Referencias	Geometría	Armado
C1	Zapata cuadrada Ancho: 100.0 cm Peralte: 25.0 cm	X: 6Ø1/2"c/18 Y: 6Ø1/2"c/18

13.2 COMPROBACIÓN

Referencia: C1
Dimensiones: 100 x 100 x 25
Armados: Xi:Ø1/2"c/18 Yi:Ø1/2"c/18

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de Ingenieros*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.12 MPa Calculado: 0.0250155 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.149995 MPa Calculado: 0.0252117 MPa	Cumple
Volteo de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al volteo son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 128113.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 80181.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.15 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 1.16 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 2.06 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 2.06 kN	Cumple

Referencia: C1 Dimensiones: 100 x 100 x 25 Armados: Xi:Ø1/2"c/18 Yi:Ø1/2"c/18		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: *Criterio de Ingenieros*	Máximo: 6180.3 kN/m² Calculado: 98.7 kN/m²	Cumple
Peralte mínimo: *Capítulo C.15.7 (norma NSR-10)*	Mínimo: 21 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - C1:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Capítulo C.7.12.2.1 (norma NSR-10)* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0025 Calculado: 0.0025	 Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: *Criterio de Ingenieros*	Mínimo: 10 mm Calculado: 12.7 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de Ingenieros* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 18 cm Calculado: 18 cm	 Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 18 cm Calculado: 18 cm	 Cumple Cumple
Longitud de anclaje: *Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991* - Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 25 cm Calculado: 25 cm	 Cumple

Referencia: C1		
Dimensiones: 100 x 100 x 25		
Armados: Xi:Ø1/2"c/18 Yi:Ø1/2"c/18		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud mínima de las ganchos:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		



LUIS ALFONSO RIVERA ZABALETA
INGENIERA CIVIL
M.P: 54202 – 297454 NTS