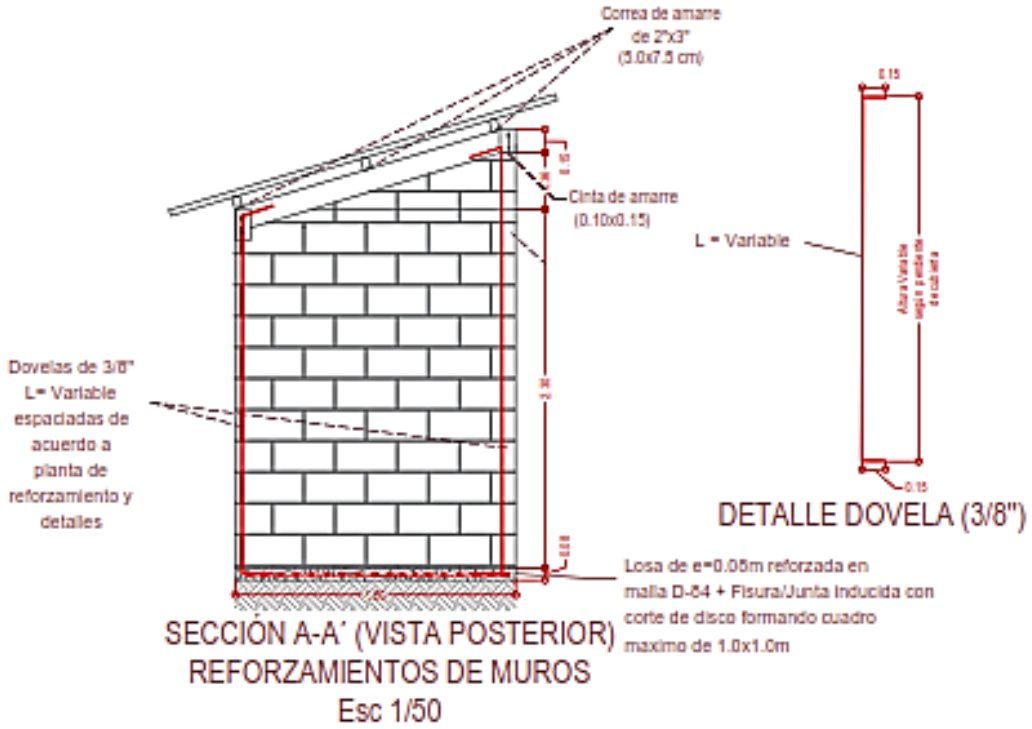
MEMORIAS ESTRUCTURAL
MÓDULO DE BAÑO NUEVO



EMPRESA DE VIVIENDA DE ANTIOQUIA

JUAN HINESTROZA
Ingeniero Civil
Esp. Especialista en Ingeniería Sismo-Resistente
Medellín-Antioquia
26/09/2026

CONTENIDO

1. OBJETIVO 3
2. INFORMACIÓN DE REFERENCIA 3
3. ESPECIFICACIÓN DE LOS MATERIALES 3
3.1 Concretos Y Morteros 3
3.2 Acero De Refuerzo 3
3.3 Mampostería 3
3.4 Tolerancias 4
4. ANÁLISIS DE CARGAS 4
5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 4
6. COMBINACIONES DE CARGA 5
7. SISTEMA ESTRUCTURAL 7
8. ESPECTRO DE DISEÑO Y METODOLOGÍA DE ANÁLISIS 8
9. DERIVAS 10
10. DISEÑO ESTRUCTURAL 10
DISEÑO DE MUROS 10
DISEÑO DE CORREAS DE CUBIERTA 11
DISEÑO DE CORREAS DE CUBIERTA 11
11. BIBLIOGRAFÍA 11

Tabla 1. Cargas según NSR-10 4
Tabla 2. Combinaciones de carga. 5
Tabla 3. Tomada de la NSR10 7
Tabla 4. Parámetros para análisis estructural DES 8
Tabla 5. Formas modales de la vivienda. 9
Tabla 6. Valores de cortante dinámico ajustados 9

Figura 1. Planta de cubierta con correas de madera cuyo peso máximo será de 10kg/m2, y una teja liviana con peso máximo de 15kg/m2, carga de viento de 40kg/m2 y carga viva de 50 kg/m2 4
Figura 2. Planta 5
Figura 3. Espectro de pseudo-aceleraciones para Amenaza sísmica alta 9
Figura 4. Derivas (izquierda deriva en máxima en X, derecha deriva máxima en Y). 10

1. OBJETIVO

El actual informe tiene como objetivo presentar las memorias de cálculo de módulo con sistema estructural en mampostería de bloque de reforzado.

2. INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Como información de referencia para el diseño, no se cuenta con ubicación exacta de la estructura más que el hecho de que estará localizada en el departamento de Antioquia, por lo que se decide utilizar **la zona de amenaza sísmica alta** ya que es la condición más extrema del departamento y por ende, sería válida para cualquier otro municipio del departamento. Por otro lado, no se tiene estudio de suelos por lo que se utilizará un suelo tipo D, ya que para las condiciones de diseño propicia la aceleración espectral más alta en la estructura en análisis. Se debe dejar claro que al no contar con estudio de suelos, se asumirá una capacidad del suelo y se propondrá una cimentación, sin embargo, se deberá corroborar estos datos asumidos antes de construir la estructura.

3. ESPECIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

A continuación, se presentan las características generales de los materiales que se utilizarán en la construcción del proyecto. Las recomendaciones adicionales para elementos o situaciones específicas aparecen en los planos estructurales correspondientes.

3.1 Concretos Y Morteros

Resistencia a la compresión:

La información específica para cada elemento de la estructura aparece en los planos estructurales, se detalla a continuación lo más relevante:

MORTERO TIPO M: f'c = 17.5 MPa

SOLADO DE LIMPIEZA: f'c= 17.5 MPa

CONCRETO DE VIGAS: f'c= 21 MPa

PESO VOLUMETRICO: 24 kN/m³

Módulos de elasticidad: $E_c = 4700\sqrt{f'_c}$

Debe cumplir especificaciones de la NTC 3329, NTC 3356. Además de las NTC que puedan aplicarse.

3.2 Acero De Refuerzo

Barras:

f_y = 420 MPa = 4200 kgf/cm² E_s = 200000 MPa

Mallas:

fy = 490 MPa = 4900 kgf/cm² E_s = 200000 MPa

Debe cumplir especificaciones mínimas de las NTC 2289, NTC 5806, NTC 5806, NTC 2310 y cualquier otra NTC que pueda aplicar.

3.3 Mampostería

f'm = 10 MPa

E_m = 750*f'm = 7500 MPa

G_m = 0.4*Em = 3000 MPa

Debe cumplir especificaciones mínimas de las NTC 4205-1 y cualquier otra NTC que pueda aplicar.

3.4 Tolerancias

Las tolerancias tendrán que seguir las especificaciones de tolerancias según el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR10 y cualquier NTC que pueda corresponder.

4. ANÁLISIS DE CARGAS

El análisis de cargas se realiza según lo establecido en el B.3 y B.4 de la NSR-10.

Tabla 1. Cargas según NSR-10

Cargas según NSR-10	
1. Carga muerta	
1.1. Fachada y particiones piso 1 (kN/m)	4.80
1.2. Afinado de piso (kN/m^2)	0.8
1.3. Redes e instalaciones (kN/m^2)	0.3
1.4. Cubierta (kN/m^2)	0.5
2. Carga viva	
2.1 Cubierta (kN/m^2)	0.5
2.2 Cuartos privados y sus corredores (kN/m^2)	1.8
3. Carga de viento	0.4

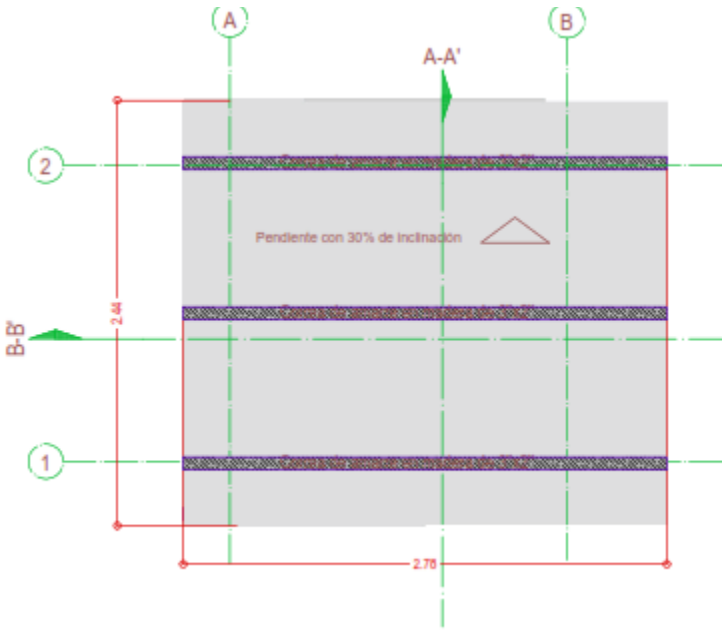


Figura 1. Planta de cubierta con correas de madera cuyo peso máximo será de 10kg/m2, y una teja liviana con peso máximo de 15kg/m2, carga de viento de 40kg/m2 y carga viva de 50 kg/m2

5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se compone de una vivienda con un área de aproximadamente 47 m^2 con una posible ampliación de 7,96 m^2. La vivienda contará con un sistema estructural en mampostería de arcilla reforzada y se diseñará

bajo el marco de vivienda nueva rural con el objetivo de poder aplicarla a cualquier municipio del departamento de Antioquia.

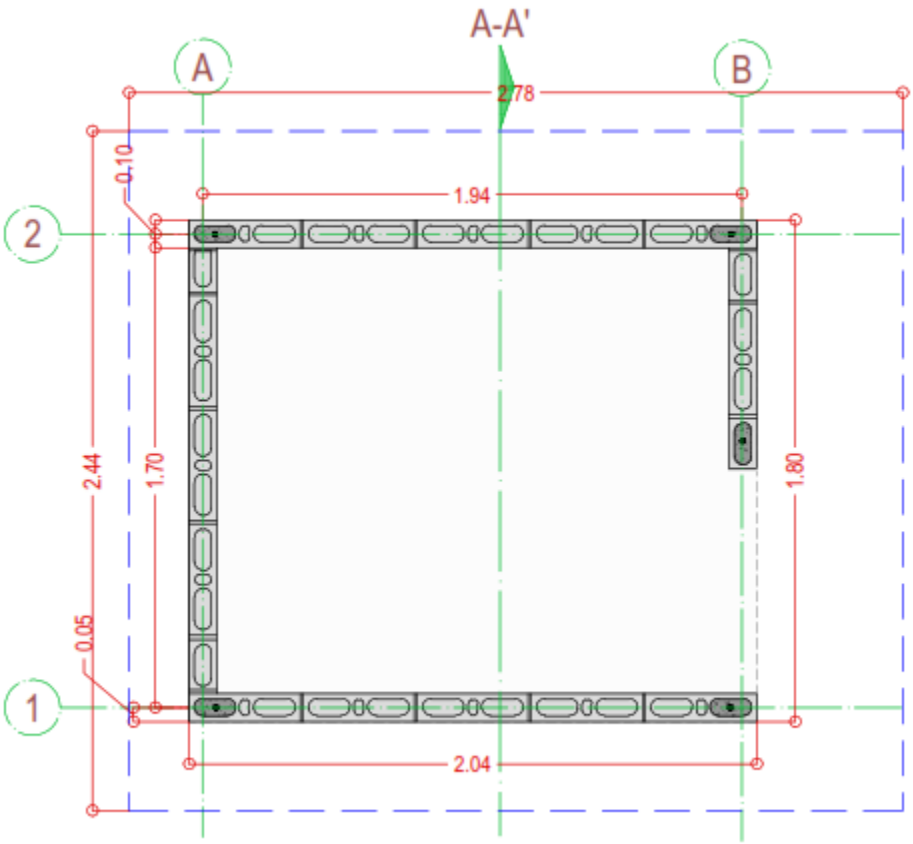


Figura 2. Planta

6. COMBINACIONES DE CARGA

Las combinaciones de carga se establecen según el B.2.4 de la NSR-10 para cargas últimas; además se tendrá en cuenta la direccionalidad del sismo por efectos ortogonales según lo establece el código. Las combinaciones de carga a utilizar son las siguiente:

1. 1.4D
2. 1.2D +1.6L
3. 1.2D + 1.0L +E
4. 0.9D+1.0E

Tabla 2. Combinaciones de carga.

TABLE: Load Combination Definitions				
Name	**Type**	**Is Auto**	**Load Name**	**SF**
CM	Linear Add	No	PP	1
CM			D	1
CV	Linear Add	No	L	1

TABLE: Load Combination Definitions				
Name	**Type**	**Is Auto**	**Load Name**	**SF**
Ex	Linear Add	No	SismoX	0.4
Ey	Linear Add	No	SismoY	0.4
S01	Linear Add	No	CV	1
S01			CM	1
S02	Linear Add	No	CM	1
S02			Ex	0.7
S02			Ey	0.21
S03	Linear Add	No	CM	1
S03			Ex	0.21
S03			Ey	0.7
S04	Linear Add	No	CM	1
S04			CV	0.75
S04			Ex	0.525
S04			Ey	0.1575
S05	Linear Add	No	CM	1
S05			CV	0.75
S05			Ex	0.1575
S05			Ey	0.525
S06	Linear Add	No	CM	0.6
S06			Ex	0.7
S06			Ey	0.21
S07	Linear Add	No	CM	0.6
S07			Ex	0.21
S07			Ey	0.7
SE	Envelope	No	S01	1
SE			S02	1
SE			S03	1
SE			S04	1
SE			S05	1
SE			S06	1
SE			S07	1
U01	Linear Add	No	CM	1.2
U01			CV	1.6
U02	Linear Add	No	CM	1.2
U02			CV	1
U02			Ex	1
U02			Ey	0.3
U03	Linear Add	No	CM	1.2
U03			CV	1
U03			Ex	0.3
U03			Ey	1

TABLE: Load Combination Definitions				
Name	**Type**	**Is Auto**	**Load Name**	**SF**
U04	Linear Add	No	CM	0.9
U04			Ex	1
U04			Ey	0.3
U05	Linear Add	No	CM	0.9
U05			Ex	0.3
U05			Ey	1
UE	Envelope	No	U01	1
UE			U02	1
UE			U03	1
UE			U04	1
UE			U05	1

7. SISTEMA ESTRUCTURAL

La estructura se conforma de muros de mampostería estructural, y dado a que se está diseñando para el municipio de mayor amenaza sísmica del departamento de Antioquia, la zona de amenaza es alta. Según la tabla A.3-1 e de la NSR10 se puede diseñar la vivienda para una capacidad de disipación moderada de energía.

Tabla 3. Tomada de la NSR10

Tabla A.3-1
Sistema estructural de muros de carga (Nota 1)

A. SISTEMA DE MUROS DE CARGA		Valor R_0 (Nota 2)	Valor Ω_0 (Nota 4)	zonas de amenaza sísmica					
				alta		intermedia		Baja	
Sistema resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema resistencia para cargas verticales			uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.	uso permit	Altura máx.
1. Paneles de cortante de madera	muros ligeros de madera laminada	**3.0**	**2.5**	si	6 m	si	9 m	si	12 m
2. Muros estructurales									
a. Muros de concreto con capacidad especial de disipación de energía (*DES*)	el mismo	**5.0**	**2.5**	si	50 m	si	sin límite	si	Sin límite
b. Muros de concreto con capacidad moderada de disipación de energía (*DMO*)	el mismo	**4.0**	**2.5**	no se permite		si	50 m	si	Sin límite
c. Muros de concreto con capacidad mínima de disipación de energía (*DMI*)	el mismo	**2.5**	**2.5**	no se permite		no se permite		si	50 m
d. Muros de mampostería reforzada de bloque de perforación vertical (*DES*) con todas las celdas rellenas	el mismo	**3.5**	**2.5**	si	50 m	si	sin límite	si	Sin límite
e. Muros de mampostería reforzada de bloque de perforación vertical (*DMO*)	el mismo	**2.5**	**2.5**	si	30 m	si	50 m	si	Sin límite
f. Muros de mampostería parcialmente reforzada de bloque de perforación vertical	el mismo	**2.0**	**2.5**	Grupo **I**	2 pisos	si	12 m	si	18 m
g. Muros de mampostería confinada	el mismo	**2.0**	**2.5**	Grupo **I**	2 pisos	Grupo **I**	12 m	Grupo **I**	18 m
h. Muros de mampostería de cavidad reforzada	el mismo	**4.0**	**2.5**	si	45 m	si	60 m	si	Sin límite
i.Muros de mampostería no reforzada (no tiene capacidad de disipación de energía)	el mismo	**1.0**	**2.5**	no se permite		no se permite		Grupo **I** (Nota 3)	2 pisos
3. Pórticos con diagonales (las diagonales llevan fuerza vertical)									
a. Pórticos de acero estructural con diagonales concéntricas (*DES*)	el mismo	**5.0**	**2.5**	si	24 m	si	30 m	si	Sin límite
b. Pórticos con diagonales de concreto con capacidad moderada de disipación de energía (*DMO*)	el mismo	**3.5**	**2.5**	no se permite		si	30 m	si	30 m
c. Pórticos de madera con diagonales	el mismo	**2.0**	**2.5**	si	12 m	si	15 m	si	18 m

Para ello se utilizarán los siguientes parámetros:

Tabla 4. Parámetros para análisis estructural DES

Ro	3.5
φa	1
φp	1.0
φr	0.75
R	2.63

La estructura no presenta ninguna otra irregularidad.

8. ESPECTRO DE DISEÑO Y METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

El análisis sísmico de las estructuras se realizó utilizando el Método de Análisis Dinámico Modal Espectral, el cual permite ajustar los valores de los cortantes dinámicos de la siguiente forma:

- Según el reglamento colombiano de construcción sismo resistente en el titulo A.5.4.5 Presenta que, si una estructura es regular, el cortante dinámico no debe ser menor que el 80% de la cortante sísmica calculada por FHE para un periodo igual a CuTa.

- El período fundamental calculado por el método de la fuerza horizontal equivalente, con el cual se calculará el cortante basal al que corresponde el ajuste anteriormente mencionado, no podrá ser mayor al valor obtenido por la ecuación CuTa.

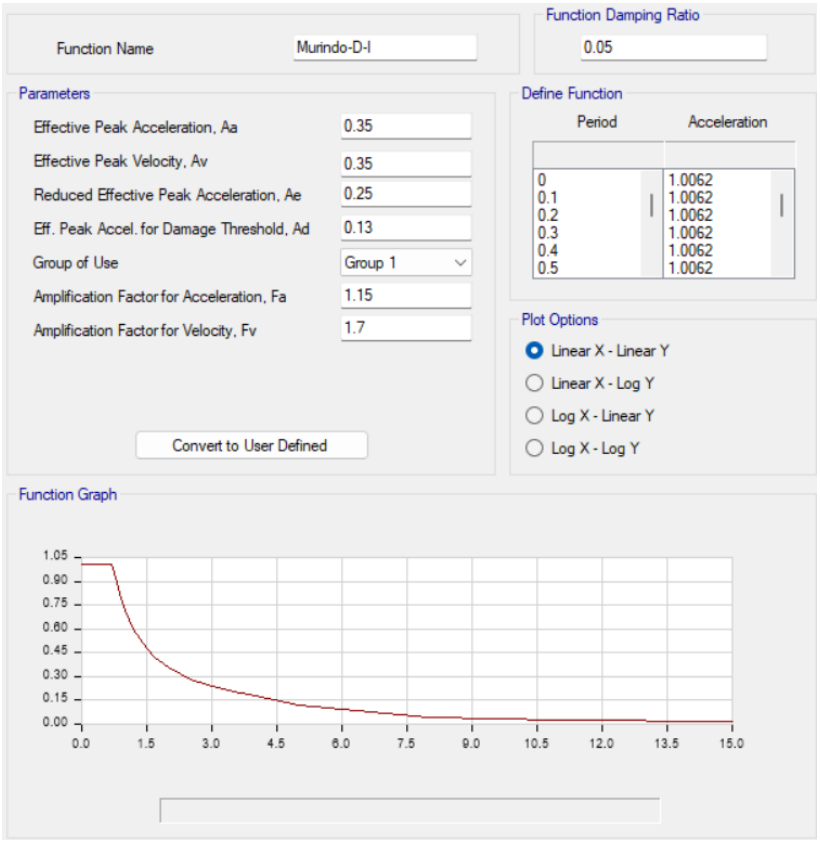


Figura 3. Espectro de pseudo-aceleraciones para Amenaza sísmica alta

Tabla 5. Formas modales de la vivienda.

TABLE: Modal Participating Mass Ratios														
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.037	0.000	0.952	0.000	0.000	0.952	0.000	0.952	0.000	0.050	0.952	0.000	0.050
Modal	2	0.033	0.590	0.021	0.000	0.590	0.973	0.000	0.021	0.590	0.392	0.973	0.590	0.442
Modal	3	0.027	0.410	0.026	0.000	1.000	0.999	0.000	0.026	0.410	0.558	0.999	1.000	0.999
Modal	4	0.010	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000
Modal	5	0.008	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000
Modal	6	0.007	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000
Modal	7	0.006	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000
Modal	8	0.006	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000
Modal	9	0.005	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000
Modal	10	0.005	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000
Modal	11	0.005	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000
Modal	12	0.005	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000

Se verificó que las solicitaciones sísmicas obtenidas por el método de modal espectral fuesen como mínimo el 90% del cortante obtenido por el método de la fuerza horizontal equivalente (FHE), se requiere ajuste modal según la NSR-10. En la tabla anterior se pueden observar los valores alcanzados.

Tabla 6. Valores de cortante dinámico ajustados.

Dirección de análisis	0.8 FHE	T (s)	Dinámico	Ajuste
Transversal (x)	10 kN	0.037	10 kN	1.000
Longitudinal (y)	10 kN	0.033	10 kN	1.000

9. DERIVAS

Se verifican las derivas de la estructura según el programa de cálculo utilizado y se encuentra que éstas tienen un valor de 0.015% en dirección X, y de 0.017% en dirección Y cumpliendo así con los valores límite establecidos por la NSR-10 de máximo 0.5% para estructuras con sistema estructural en mampostería.

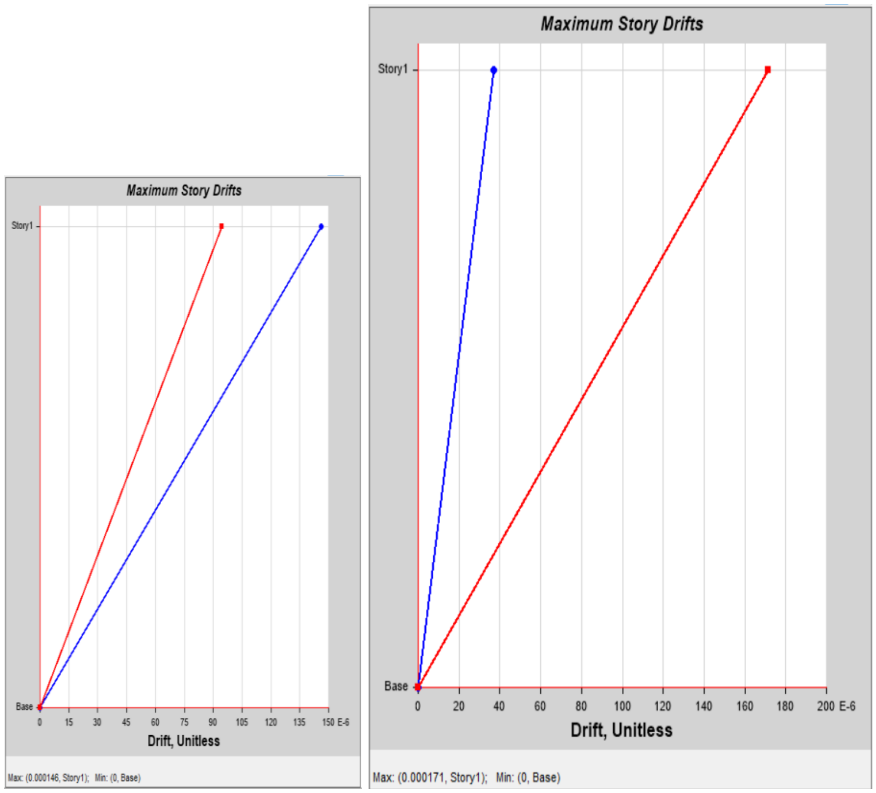


Figura 4. Derivas (izquierda deriva en máxima en X, derecha deriva máxima en Y).

10. DISEÑO ESTRUCTURAL

A continuación, se procederá a diseñar los elementos de la estructura.

DISEÑO DE MUROS

Según el Título D de la NSR-10, específicamente el Artículo D.5.3.1, en muros de mampostería parcialmente reforzada se permite el uso de dovelas o elementos de amarre horizontal a una separación máxima de 2.4 m entre sí, siempre que se justifique estructuralmente. Para un muro interior de un baño, con cargas verticales reducidas (peso propio, cerramientos y accesorios livianos), el modelo estructural muestra esfuerzos bajos, principalmente compresivos y muy por debajo de la resistencia admisible de la mampostería.

Bajo estas condiciones de carga y altura moderada, el espaciamiento de dovelas cada 2.4 m es suficiente para garantizar la estabilidad del muro y controlar la fisuración, cumpliendo con lo establecido en la norma. Además, la presencia de refuerzo vertical distribuido y el confinamiento en los bordes refuerza el desempeño estructural del sistema, por lo cual no se requiere reducir el espaciamiento entre dovelas.

DISEÑO DE CORREAS DE CUBIERTA

Correa de cubierta de madera sección 2x3" (nominal, ≈38x64 mm reales) con luces simples, se verifica frente a carga total distribuida q = 40 + 15 + 50 = 105 kg/m². Separación entre correas asumida s = 0.5 m, carga lineal ql = q × s = 105 × 0.5 = 52.5 kg/m. Luz libre L = 2.0 m, momento flector máximo M = ql × L² / 8 = 52.5 × 2² / 8 = 26.25 kg·m. Madera tipo abeto, esfuerzo admisible en flexión fb = 85 kg/cm², sección bruta A = 3.8 × 6.4 = 24.32 cm², momento de inercia I = (b × h³)/12 = (3.8 × 6.4³)/12 ≈ 831.7 cm⁴, módulo resistente W = I / (h/2) ≈ 831.7 / (6.4/2) ≈ 259.9 cm³. Esfuerzo de flexión σ = M × 100 / W = 2625 / 259.9 ≈ 10.1 kg/cm² < fb, cumple. Verificación por flexión satisfecha sin superar esfuerzo permisible. Deflexión y cortante no limitantes para esta luz y carga.

DISEÑO DE CORREAS DE CUBIERTA

Según el Título E de la NSR-10, una viga cinta de sección 10×15 cm cumple con las disposiciones mínimas para elementos de concreto reforzado en condiciones de baja demanda estructural. La cuantía mínima exigida por el Artículo E.4.4.1 es ρ ≥ 0.0025 para garantizar comportamiento dúctil; sin embargo, en este caso se emplea ρ = 0.0033 (0.33%), lo cual es superior al mínimo requerido. El área de acero mínima es As,min = 0.0033 × 150 = 0.495 cm², la cual puede lograrse con 2 barras de Ø3/8” (As ≈ 0.71 cm²), cumpliendo con la norma.

Dado que el modelo matemático arroja esfuerzos muy bajos debido a las reducidas cargas gravitacionales, y considerando que la sección cumple con los requisitos de cuantía mínima, recubrimiento (≥2 cm), y separación de acero conforme al Artículo E.4.5, no es necesario aumentar la dimensión de la viga. La sección 10×15 cm es estructuralmente suficiente para transmitir cargas a elementos verticales sin comprometer resistencia ni durabilidad.

11. BIBLIOGRAFÍA

INVIAS. (2015). *GUIA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS CON PLACA-HUELLA.* BOGOTA, DC: MINISTERIO DE TRANSPORTE.

MINTRANSPORTE. (2008). *MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS PARA VIAS CON BAJOS, MEDIOS Y ALTOS VOLÚMENES DE TRNASITO.* BOGOTÁ: MINISTERIO DE TRANSPORTE DE COLOMBIA.

Sísmica, A. d. (2010). Reglamento colombiano de construcción sismo resistente. En A. d. Sísmica, *Reglamento colombiano de construcción sismo resistente.* Bogotá.