

MEMORIA DE
CÁLCULO
ESTRUCTURAL



GOBERNACIÓN DEL
CESAR

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN
DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES,
MUNICIPIO DE SAN DIEGO - CESAR

ZONA MÓDULO 1 – 2 AULAS

NORMA DE DISEÑO
NSR-10

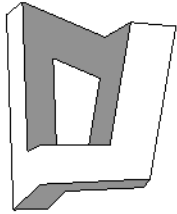
William Fuentes

INGENIERO CALCULISTA
ING. WILLIAM FUENTES LACOUTURE
M.P. 25202150640 CND

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS



MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN
DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES,
MUNICIPIO DE SAN DIEGO - CESAR

ZONA MÓDULO 1 – 2 AULAS

CONTROL DE REVISIONES

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN
1	06/26	Edición Inicial
2		

CONTROL DE COPIAS

NUMERO	DESTINATARIO
1	Propietario/Responsable

Elaboró: Ing. – INGENIERO CALCULISTA ING. WILLIAM FUENTES LACOUTURE M.P. 25202150640 CND	Revisó: Ing. I, Civil M.P.

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL
DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO –
CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

Contenido

LOCALIZACIÓN	5
NORMAS	5
DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	5
PARÁMETROS DE DISEÑO SÍSMICO	6
CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES	7
Resistencia a compresión del concreto	7
Módulo de elasticidad del concreto	7
Acero de refuerzo	7
CARGAS	7
IDENTIFICACIÓN DE CARGAS EN MODELO	8
COMBINACIONES DE CARGA	8
MODELO ANÁLITICO	10
CARGAS INCLUIDAS EN EL MODELO	11
ANÁLISIS SÍSMICO	14
Verificación de fuerza sísmica en la base	14
Porcentaje de participación de masas	14
VERIFICACIÓN DE REQUISITOS ESPECIALES ACORDE AL CAPITULO A.12 NSR-10	16
DERIVAS POR UMBRAL DE DAÑO	17
ANÁLISIS DE IRREGULARIDADES	18
Irregularidades en planta	18
Irregularidades en altura	20
Ausencia de redundancia	22
VERIFICACIÓN DE DEFLEXIONES	23
DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	24
Diseño de elementos en concreto reforzado	24

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL
DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO –
CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

Diseño de elementos de cimentación.	25
DISEÑO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	38

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

LOCALIZACIÓN

El presente proyecto se refiere al MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

NORMAS

Ley 400 de 1997 y sus decretos reglamentarios

- Decreto 926 del 19 de marzo de 2010
- Decreto 2525 del 13 de julio de 2010
- Decreto 092 del 17 de enero de 2011
- Decreto 340 del 13 de febrero de 2012
- Decreto 945 del 5 de junio de 2017
- Decreto 2113 del 25 de noviembre de 2019
- Resolución 0017 del 4 de diciembre de 2017

DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

La estructura del modulo 1 que corresponde a 2 aulas de clases se compone por sistema estructural porticado. La cimentación será superficial. La cubierta será en losa.

CIMENTACIÓN

“Dada las características del proyecto se considera entonces viable el uso de un sistema de cimentación superficial para la transmisión de las cargas de las estructuras al terreno por medio de zapatas desplantadas a una profundidad mínima de 1.50 metros y unidas entre sí por vigas de amarre diseñadas por el ingeniero estructural. La capacidad admisible del terreno será de 18.0 Ton/m².”

SISTEMA ESTRUCTURAL

Sistema de pórticos.

SISTEMA DE RESISTENCIA SÍSMICA

Porticos en concreto reforzado. DMO.

COEFICIENTE DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA BÁSICO

5.00

FACTOR DE SOBRE RESISTENCIA

3.00

ALTURA MÁXIMA

Sin límite.

GRADO DE CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA

Moderado – DMO

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

PARÁMETROS DE DISEÑO SÍSMICO

PERFIL DE SUELO	D
ACELERACIÓN HORIZONTAL PICO EFECTIVA A_a	0.10
VELOCIDAD HORIZONTAL PICO EFECTIVA A_v	0.10
COEFICIENTE DE AMPLIACIÓN SÍSMICA EN PERIODOS CORTOS F_a	1.60
COEFICIENTE DE AMPLIACIÓN SÍSMICA EN PERIODOS MEDIOS F_v	2.40
GRUPO DE USO	III – Estructuras de atención a la comunidad
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA	1.25

ESPECTRO DE DISEÑO																																					
UBICACIÓN	SAN DIEGO - CESAR																																				
DATOS																																					
GRUPO DE USO	III	COEFICIENTE DE IMPORTANCIA			1.25																																
PERFIL DE SUELO	D	Fa	1.6	Fv	2.4																																
AaFal	0.2	Aa	0.1	Av	0.1																																
Sa	0.5	T0	0.15	Tc	0.72																																
T (s)	Sad (g)	Espectro de Aceleraciones Horizontales <table border="1"><caption>Datos del Espectro de Aceleraciones Horizontales</caption><thead><tr><th>T (s)</th><th>Sad (g)</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>0.200</td></tr><tr><td>0.15</td><td>0.500</td></tr><tr><td>0.72</td><td>0.500</td></tr><tr><td>1.07</td><td>0.336</td></tr><tr><td>1.42</td><td>0.254</td></tr><tr><td>1.77</td><td>0.203</td></tr><tr><td>2.12</td><td>0.170</td></tr><tr><td>2.47</td><td>0.146</td></tr><tr><td>2.82</td><td>0.128</td></tr><tr><td>3.17</td><td>0.114</td></tr><tr><td>3.52</td><td>0.102</td></tr><tr><td>3.87</td><td>0.093</td></tr><tr><td>4.22</td><td>0.085</td></tr><tr><td>4.57</td><td>0.079</td></tr><tr><td>5.76</td><td>0.063</td></tr></tbody></table>				T (s)	Sad (g)	0	0.200	0.15	0.500	0.72	0.500	1.07	0.336	1.42	0.254	1.77	0.203	2.12	0.170	2.47	0.146	2.82	0.128	3.17	0.114	3.52	0.102	3.87	0.093	4.22	0.085	4.57	0.079	5.76	0.063
T (s)	Sad (g)																																				
0	0.200																																				
0.15	0.500																																				
0.72	0.500																																				
1.07	0.336																																				
1.42	0.254																																				
1.77	0.203																																				
2.12	0.170																																				
2.47	0.146																																				
2.82	0.128																																				
3.17	0.114																																				
3.52	0.102																																				
3.87	0.093																																				
4.22	0.085																																				
4.57	0.079																																				
5.76	0.063																																				
0	0.200																																				
0.15	0.500																																				
0.72	0.500																																				
1.07	0.336																																				
1.42	0.254																																				
1.77	0.203																																				
2.12	0.170																																				
2.47	0.146																																				
2.82	0.128																																				
3.17	0.114																																				
3.52	0.102																																				
3.87	0.093																																				
4.22	0.085																																				
4.57	0.079																																				
5.76	0.063																																				

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

CARACTERISTICAS DE MATERIALES

Los elementos estructurales de la estructura se analizaron con las siguientes características:

Resistencia a compresión del concreto

La resistencia a la compresión del concreto establecida es de:

Columnas y vigas: 21 MPa.

Cimentación: 21 MPa.

Módulo de elasticidad del concreto

El agregado usado para el concreto estructural deberá ser de origen metamórfico.

Su módulo de elasticidad se calcula según lo indica C.8.5.1.

Módulo de elasticidad del concreto: $3900\sqrt{21\text{MPa}} = 17872.04 \text{ MPa}$

Acero de refuerzo

El refuerzo de los elementos de concreto y muros de perforación vertical consiste en varillas corrugadas de acero con diámetros desde 4mm hasta 1" y las siguientes resistencias a tensión fy.

Varillas de refuerzo: 420 MPa.

Mallas Electrosoldadas: 480 MPa.

Perfiles estructurales Tipo I: ASTM A572 G50 $F_y = 345 \text{ MPa}$ $F_u = 450 \text{ Mpa}$

Tubería estructural: ASTM A500 $F_y = 345 \text{ MPa}$ $F_u = 425 \text{ MPa}$

Platinas: ASTM A36

Tornillos y Pernos: A325

El acero de refuerzo utilizado debe cumplir con la norma NTC-2289, con módulo de elasticidad de 200000 MPa

CARGAS

Peso propio de los elementos estructurales:

Todos los elementos de concreto reforzado: 2400 Kg/m³

Todos los elementos en acero: 7800 Kg/m³

$$\text{Losa Maciza } 12\text{cm} = 0.12\text{m} * \frac{2.4\text{Ton}}{\text{m}^3} = 0.288 \text{ Ton/m}^2$$

Cargas adicionales al peso propio de los elementos estructurales (gravitacionales):

Carga muerta sobreimpuesta en losa de cubierta: 200 kg/m²

Carga viva sobreimpuesta en losa de cubierta: 200 kg/m²

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

IDENTIFICACIÓN DE CARGAS EN MODELO

Condiciones de carga:

- D Carga muerta – Peso Propio
- DS Carga muerta sobreimpuesta
- L Carga Viva
- SX Cargas sísmicas En dirección X
- SY Cargas sísmicas En dirección Y
- W Carga de viento

COMBINACIONES DE CARGA

Name	Load Name	SF	Load Name	SF	Load Name	SF	Load Name	SF
CIM 0.6D	Dead	0.6	DS	0.6				
CIM 0.6D+0.7SX	Dead	0.6	DS	0.6	SX	0.7		
CIM 0.6D+0.7SY	Dead	0.6	DS	0.6	SY	0.7		
CIM 1.0D	Dead	1	DS	1				
CIM 1.0D+0.7SX	Dead	1	DS	1	SX	0.7		
CIM 1.0D+0.7SY	Dead	1	DS	1	SY	0.7		
CIM 1.0D+0.75L+0.5SX	Dead	1	DS	1	Live	0.75	SX	0.5
CIM 1.0D+0.75L+0.5SY	Dead	1	DS	1	Live	0.75	SY	0.5
CIM 1.0D+1.0L	Dead	1	DS	1	Live	1		
DES 0.6D+1.0SX	Dead	0.6	DS	0.6	SX	1		
DES 0.6D+1.0SY	Dead	0.6	DS	0.6	SY	1		
DES 1.0D+0.75L+0.75SX	Dead	1	DS	1	Live	0.75	SX	0.75
DES 1.0D+0.75L+0.75SY	Dead	1	DS	1	Live	0.75	SY	0.75
DES 1.0D+1.0SX	Dead	1	DS	1	SX	1		
DES 1.0D+1.0SY	Dead	1	DS	1	SY	1		
ELS 0.6D+0.7SX	Dead	0.6	DS	0.6	SX	0.7		
ELS 0.6D+0.7SY	Dead	0.6	DS	0.6	SY	0.7		
ELS 0.6D+1.0W1	Dead	0.6	DS	0.6	W1	1		
ELS 0.6D+1.0W2	Dead	0.6	DS	0.6	W2	1		
ELS 1.0D	Dead	1	DS	1				
ELS 1.0D+0.7SX	Dead	1	DS	1	SX	0.7		
ELS 1.0D+0.7SY	Dead	1	DS	1	SY	0.7		
ELS 1.0D+0.75L	Dead	1	DS	1	Live	0.75		
ELS 1.0D+0.75L+0.525SX	Dead	1	DS	1	Live	0.75	SX	0.525
ELS 1.0D+0.75L+0.525SY	Dead	1	DS	1	Live	0.75	SY	0.525

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

Name	Load Name	SF	Load Name	SF	Load Name	SF	Load Name	SF
ELS 1.0D+0.75W1+0.75L	Dead	1	DS	1	Live	0.75	W1	0.75
ELS 1.0D+0.75W2+0.75L	Dead	1	DS	1	Live	0.75	W2	0.75
ELS 1.0D+1.0L	Dead	1	DS	1	Live	1		
ELS 1.0D+1.0W1	Dead	1	DS	1	W1	1		
ELS 1.0D+1.0W2	Dead	1	DS	1	W2	1		
ELU 0.9D	Dead	0.9	DS	0.9				
ELU 0.9D-1.0SX-0.3SY	Dead	0.9	DS	0.9	SX	-1	SY	-0.3
ELU 0.9D-1.0SX+0.3SY	Dead	0.9	DS	0.9	SX	-1	SY	0.3
ELU 0.9D-1.0SY-0.3SX	Dead	0.9	DS	0.9	SX	-0.3	SY	-1
ELU 0.9D-1.0SY+0.3SX	Dead	0.9	DS	0.9	SX	0.3	SY	-1
ELU 0.9D+1.0SX-0.3SY	Dead	0.9	DS	0.9	SX	1	SY	-0.3
ELU 0.9D+1.0SX+0.3SY	Dead	0.9	DS	0.9	SX	1	SY	0.3
ELU 0.9D+1.0SY-0.3SX	Dead	0.9	DS	0.9	SX	-0.3	SY	1
ELU 0.9D+1.0SY+0.3SX	Dead	0.9	DS	0.9	SX	0.3	SY	1
ELU 0.9D+1.6W1	Dead	0.9	DS	0.9	W1	1.6		
ELU 0.9D+1.6W2	Dead	0.9	DS	0.9	W2	1.6		
ELU 1.2D+0.8W1	Dead	1.2	DS	1.2	W1	0.8		
ELU 1.2D+0.8W2	Dead	1.2	DS	1.2	W2	0.8		
ELU 1.2D+1.0L-1.0SX-0.3SY	Dead	1.2	DS	1.2	Live	1	SX	-1
ELU 1.2D+1.0L-1.0SX-0.3SY							SY	-0.3
ELU 1.2D+1.0L-1.0SX+0.3SY	Dead	1.2	DS	1.2	Live	1	SX	-1
ELU 1.2D+1.0L-1.0SX+0.3SY							SY	0.3
ELU 1.2D+1.0L-1.0SY-0.3SX	Dead	1.2	DS	1.2	Live	1	SX	-0.3
ELU 1.2D+1.0L-1.0SY-0.3SX							SY	-1
ELU 1.2D+1.0L-1.0SY+0.3SX	Dead	1.2	DS	1.2	Live	1	SX	0.3
ELU 1.2D+1.0L-1.0SY+0.3SX							SY	-1
ELU 1.2D+1.0L+1.0SX-0.3SY	Dead	1.2	DS	1.2	Live	1	SX	1
ELU 1.2D+1.0L+1.0SX-0.3SY							SY	-0.3
ELU 1.2D+1.0L+1.0SX+0.3SY	Dead	1.2	DS	1.2	Live	1	SX	1
ELU 1.2D+1.0L+1.0SX+0.3SY							SY	0.3
ELU 1.2D+1.0L+1.0SY-0.3SX	Dead	1.2	DS	1.2	Live	1	SX	-0.3
ELU 1.2D+1.0L+1.0SY-0.3SX							SY	1
ELU 1.2D+1.0L+1.0SY+0.3SX	Dead	1.2	DS	1.2	Live	1	SX	0.3
ELU 1.2D+1.0L+1.0SY+0.3SX							SY	1
ELU 1.2D+1.6L	Dead	1.2	DS	1.2	Live	1.6		

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

Name	Load Name	SF	Load Name	SF	Load Name	SF	Load Name	SF
ELU 1.2D+1.6W1+1.0L	Dead	1.2	DS	1.2	Live	1	W1	1.6
ELU 1.2D+1.6W2+1.0L	Dead	1.2	DS	1.2	Live	1	W2	1.6
ELU 1.4D	Dead	1.4	DS	1.4				

MODELO ANÁLITICO

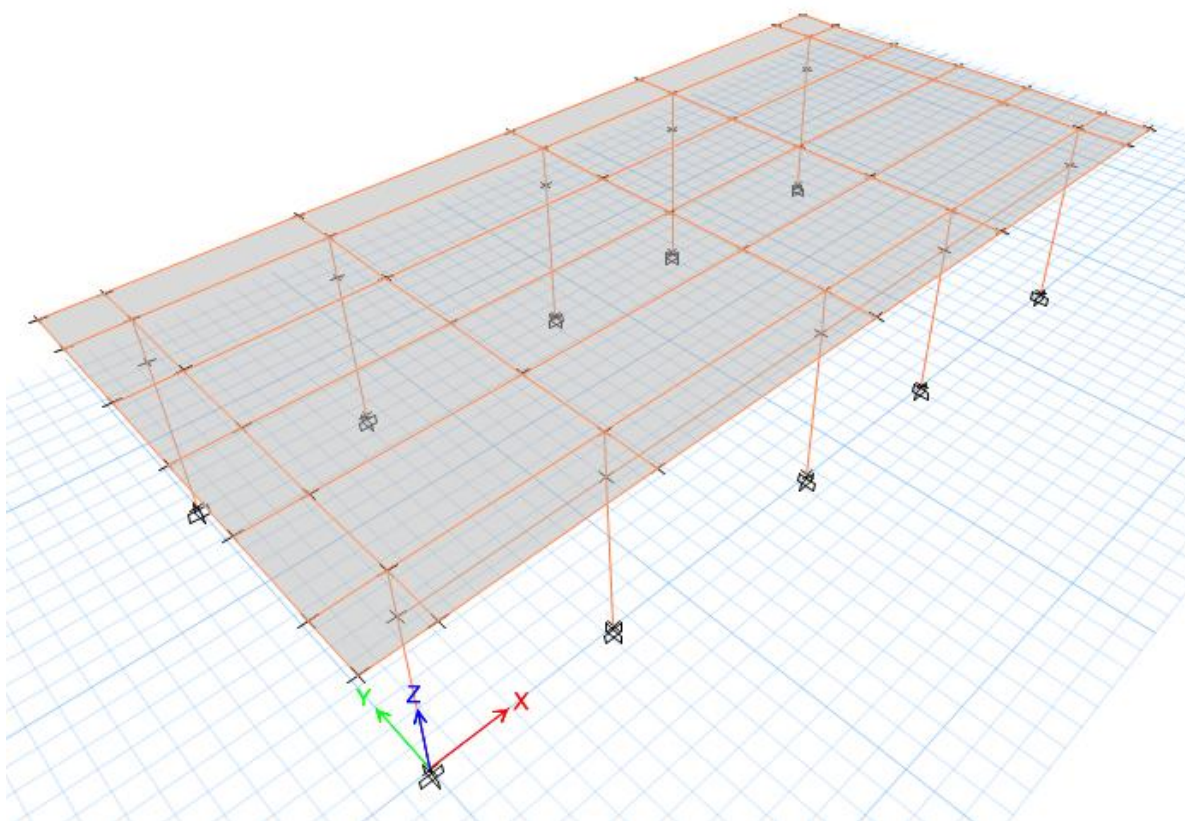


IMAGEN 1: Modelo tridimensional.

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

CARGAS INCLUIDAS EN EL MODELO

Story	Label	UniqueName	Load Pattern	Direction	Load
					kgf/m ²
Story2	F4	5	L	Gravity	200
Story2	F5	6	L	Gravity	200
Story2	F6	7	L	Gravity	200
Story2	F7	8	L	Gravity	200
Story2	F14	15	L	Gravity	200
Story2	F15	16	L	Gravity	200
Story2	F16	17	L	Gravity	200
Story2	F17	18	L	Gravity	200
Story2	F92	25	L	Gravity	200
Story2	F93	26	L	Gravity	200
Story2	F94	27	L	Gravity	200
Story2	F95	28	L	Gravity	200
Story2	F27	37	L	Gravity	200
Story2	F28	38	L	Gravity	200
Story2	F29	39	L	Gravity	200
Story2	F30	40	L	Gravity	200
Story2	F33	44	L	Gravity	200
Story2	F34	45	L	Gravity	200
Story2	F35	46	L	Gravity	200
Story2	F36	47	L	Gravity	200
Story2	F37	48	L	Gravity	200
Story2	F45	56	L	Gravity	200
Story2	F46	57	L	Gravity	200
Story2	F47	58	L	Gravity	200
Story2	F48	59	L	Gravity	200
Story2	F49	60	L	Gravity	200
Story2	F58	69	L	Gravity	200
Story2	F59	70	L	Gravity	200
Story2	F60	71	L	Gravity	200
Story2	F61	72	L	Gravity	200
Story2	F32	2	L	Gravity	200
Story2	F56	3	L	Gravity	200
Story2	F57	4	L	Gravity	200

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

Story	Label	UniqueName	Load Pattern	Direction	Load
					kgf/m ²
Story2	F66	9	L	Gravity	200
Story2	F67	10	L	Gravity	200
Story2	F68	11	L	Gravity	200
Story2	F4	5	DS	Gravity	200
Story2	F5	6	DS	Gravity	200
Story2	F6	7	DS	Gravity	200
Story2	F7	8	DS	Gravity	200
Story2	F14	15	DS	Gravity	200
Story2	F15	16	DS	Gravity	200
Story2	F16	17	DS	Gravity	200
Story2	F17	18	DS	Gravity	200
Story2	F92	25	DS	Gravity	200
Story2	F93	26	DS	Gravity	200
Story2	F94	27	DS	Gravity	200
Story2	F95	28	DS	Gravity	200
Story2	F27	37	DS	Gravity	200
Story2	F28	38	DS	Gravity	200
Story2	F29	39	DS	Gravity	200
Story2	F30	40	DS	Gravity	200
Story2	F33	44	DS	Gravity	200
Story2	F34	45	DS	Gravity	200
Story2	F35	46	DS	Gravity	200
Story2	F36	47	DS	Gravity	200
Story2	F37	48	DS	Gravity	200
Story2	F45	56	DS	Gravity	200
Story2	F46	57	DS	Gravity	200
Story2	F47	58	DS	Gravity	200
Story2	F48	59	DS	Gravity	200
Story2	F49	60	DS	Gravity	200
Story2	F58	69	DS	Gravity	200
Story2	F59	70	DS	Gravity	200
Story2	F60	71	DS	Gravity	200
Story2	F61	72	DS	Gravity	200
Story2	F32	2	DS	Gravity	200

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

Story	Label	UniqueName	Load Pattern	Direction	Load
					kgf/m ²
Story2	F56	3	DS	Gravity	200
Story2	F57	4	DS	Gravity	200
Story2	F66	9	DS	Gravity	200
Story2	F67	10	DS	Gravity	200
Story2	F68	11	DS	Gravity	200

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

ANÁLISIS SÍSMICO

Del programa de análisis estructural se obtienen los valores de cortante basal en las direcciones X y Y, además del valor de masa participante en el sismo.

Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY	FZ
			tonf	tonf	tonf
Dead	LinStatic		0	0	128.09
Live	LinStatic		0	0	39.12
SX	LinRespSpec	Max	80.65	2.73E+00	0
SY	LinRespSpec	Max	2.73E+00	84.28	0
SXEST	LinStatic		-85.18	0	0
SYEST	LinStatic		0.00E+00	-85.18	0
DS	LinStatic		0	0	39.12
W1	LinStatic		0	0	0
W2	LinStatic		0	0	0

PESO DE LA ESTRUCTURA:	167.21 Ton	Sa:	0.5
Vs Estático:	83.61 Ton	Vs Dinámico:	75.24
CORTANTE SÍSMICO:	85.18 Ton	Factor de corrección:	0.98
CORTANTE DINÁMICO X:	80.65 Ton	Factor de corrección:	N/A
CORTANTE DINÁMICO Y:	84.28 Ton	Factor de corrección:	N/A

Verificación de fuerza sísmica en la base

Aplicados los factores de corrección obtenemos la fuerza sísmica corregida en la base.

Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY
			tonf	tonf
SX	LinRespSpec	Max	75.81	2.57
SY	LinRespSpec	Max	2.46	75.85
SXEST	LinStatic		-85.18	0
SYEST	LinStatic		0	-85.18

Porcentaje de participación de masas

Número De Modos De Vibración: Deben incluirse en el análisis dinámico todos los modos de vibración que contribuyan de una manera significativa a la respuesta dinámica de la estructura. Se considera que se ha cumplido este requisito cuando se demuestra que, con el número de modos empleados, p, se ha

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

incluido en el cálculo de la respuesta, de cada una de las direcciones horizontales de análisis, j , por lo menos el 90% de la masa participante de la estructura. La masa participante, M_j , en cada una de las direcciones de análisis, j , para el número de modos empleados, p .

Para nuestro caso se alcanzó el 90% de aportes de masa en el modo 2 en X y en el modo 1 en Y.

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
		sec					
Modal	1	0.436	0.0003	0.986	0	0.0003	0.986
Modal	2	0.384	0.2223	0.0102	0	0.2226	0.9962
Modal	3	0.36	0.776	0.0012	0	0.9987	0.9973
Modal	4	0.034	0	3.06E-06	0	0.9987	0.9973
Modal	5	0.024	0	0.0009	0	0.9987	0.9982

Verificación valor periodo de vibración	
H=	4.35 m
Ta=	0.176
Cu=	1.412
Cu*Ta=	0.249
T=	0.436
T<CuTa	NO CUMPLE

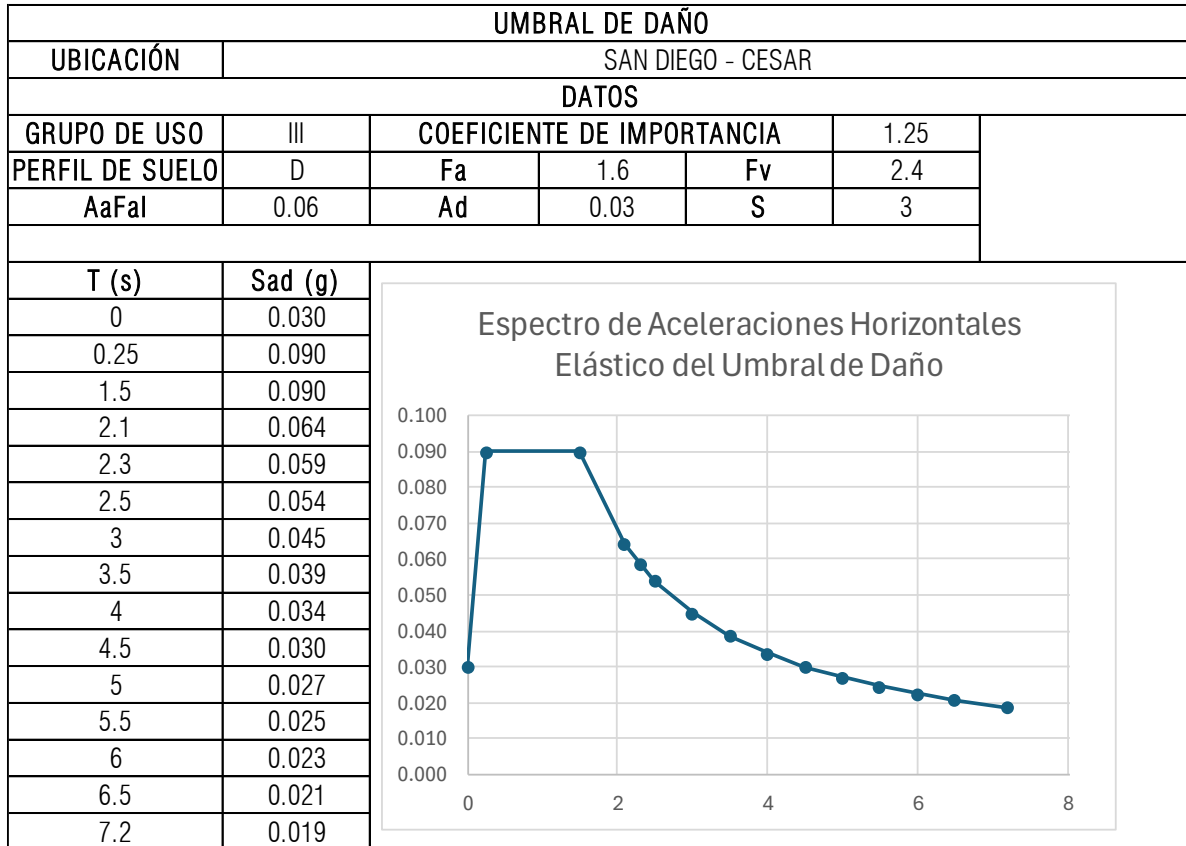
Se verifica el valor de S_a para el periodo de vibración más significativo en la tabla de participación de masa, donde se comprueba que la aceleración no cambia para el periodo significativo.

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

VERIFICACIÓN DE REQUISITOS ESPECIALES ACORDE AL CAPITULO A.12 NSR-10



Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY	FZ
			tonf	tonf	tonf
Dead	LinStatic		0	0	128.09
Live	LinStatic		0	0	39.12
SX-UMBRAL	LinRespSpec	Max	14.52	4.90E-01	0
SY-UMBRAL	LinRespSpec	Max	4.90E-01	15.17	0
SXEST	LinStatic		-15.33	0	0
SYEST	LinStatic		0.00E+00	-15.33	0
DS	LinStatic		0	0	39.12
W1	LinStatic		0	0	0
W2	LinStatic		0	0	0

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

PESO DE LA ESTRUCTURA:	167.21 Ton	Sa:	0.09
Vs Estático:	15.05 Ton	Vs Dinámico:	13.54
CORTANTE SÍSMICO:	15.33 Ton	Factor de corrección:	0.98
CORTANTE DINÁMICO X:	14.52 Ton	Factor de corrección:	N/A
CORTANTE DINÁMICO Y:	15.17 Ton	Factor de corrección:	N/A

Aplicados los factores de corrección obtenemos:

Output Case	Case Type	Step Type	FX tonf	FY tonf
SX-UMBRAL	LinRespSpec	Max	13.65	0.46
SY-UMBRAL	LinRespSpec	Max	0.44	13.65
SX-UMBRAL-EST	LinStatic		-15.33	0
SY-UMBRAL-EST	LinStatic		0	-15.33

DERIVAS POR UMBRAL DE DAÑO

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Verificación	
Story2	SX	LinRespSpec	Max	X	0.299%	<1.0%	OK
Story2	SX	LinRespSpec	Max	Y	0.147%	<1.0%	OK
Story2	SY	LinRespSpec	Max	Y	0.521%	<1.0%	OK
Story2	SXEST	LinStatic		X	0.345%	<1.0%	OK
Story2	SYEST	LinStatic		Y	0.568%	<1.0%	OK
Story2	SX-UMBRAL	LinRespSpec	Max	X	0.054%	<0.4%	OK
Story2	SX-UMBRAL	LinRespSpec	Max	Y	0.027%	<0.4%	OK
Story2	SY-UMBRAL	LinRespSpec	Max	Y	0.094%	<0.4%	OK
Story2	SX-UMBRAL-EST	LinStatic		X	0.062%	<0.4%	OK
Story2	SY-UMBRAL-EST	LinStatic		Y	0.102%	<0.4%	OK
Story1	SX	LinRespSpec	Max	X	0.384%	<1.0%	OK
Story1	SX	LinRespSpec	Max	Y	0.164%	<1.0%	OK
Story1	SY	LinRespSpec	Max	Y	0.547%	<1.0%	OK
Story1	SXEST	LinStatic		X	0.427%	<1.0%	OK
Story1	SYEST	LinStatic		Y	0.574%	<1.0%	OK
Story1	SX-UMBRAL	LinRespSpec	Max	X	0.069%	<0.4%	OK
Story1	SX-UMBRAL	LinRespSpec	Max	Y	0.030%	<0.4%	OK
Story1	SY-UMBRAL	LinRespSpec	Max	Y	0.098%	<0.4%	OK
Story1	SX-UMBRAL-EST	LinStatic		X	0.077%	<0.4%	OK

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

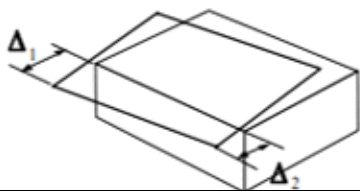
INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Verificación	
Story1	SY-UMBRAL-EST	LinStatic		Y	0.103%	<0.4%	OK

ANÁLISIS DE IRREGULARIDADES

Irregularidades en planta

Tipo 1aP y 1bP

IRREGULARIDAD TORSIONAL - TIPO 1aP				IRREGULARIDAD TORSIONAL EXTREMA - TIPO 1bP					
$\phi_p=0.90$				$\phi_p=0.80$					
$1.4\left(\frac{\Delta 1+\Delta 2}{2}\right) \geq \Delta 1>1.2\left(\frac{\Delta 1+\Delta 2}{2}\right)$				$\Delta 1>1.4\left(\frac{\Delta 1+\Delta 2}{2}\right)$					
									
DATOS DE ENTRADA									
$\Delta 1=$		13.07	mm	STORY1	$\Delta 1=$		18.86	mm	STORY1
$\Delta 2=$		12.29	mm		$\Delta 2=$		15.55	mm	
SISMO X				SISMO Y					
TIPO 1aP		¡NO CUMPLE! OP=1.0			TIPO 1aP		¡NO CUMPLE! OP=1.0		
TIPO 1bP		¡NO CUMPLE! OP=1.0			TIPO 1bP		¡NO CUMPLE! OP=1.0		
$1.4\left(\frac{\Delta 1+\Delta 2}{2}\right)=17.752 \text{ mm}$				$1.4\left(\frac{\Delta 1+\Delta 2}{2}\right)=24.087 \text{ mm}$					
$1.2\left(\frac{\Delta 1+\Delta 2}{2}\right)=15.216 \text{ mm}$				$1.2\left(\frac{\Delta 1+\Delta 2}{2}\right)=20.646 \text{ mm}$					
$\Delta 1=$		15.28	mm	STORY2	$\Delta 1=$		23.42	mm	STORY2
$\Delta 2=$		14.98	mm		$\Delta 2=$		19.36	mm	
SISMO X				SISMO Y					
TIPO 1aP		¡NO CUMPLE! OP=1.0			TIPO 1aP		¡NO CUMPLE! OP=1.0		
TIPO 1bP		¡NO CUMPLE! OP=1.0			TIPO 1bP		¡NO CUMPLE! OP=1.0		
$1.4\left(\frac{\Delta 1+\Delta 2}{2}\right)=21.182 \text{ mm}$				$1.4\left(\frac{\Delta 1+\Delta 2}{2}\right)=29.946 \text{ mm}$					
$1.2\left(\frac{\Delta 1+\Delta 2}{2}\right)=18.156 \text{ mm}$				$1.2\left(\frac{\Delta 1+\Delta 2}{2}\right)=25.668 \text{ mm}$					

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

Tipo 2P

N O A P L I C A	RETROCESO EN LAS ESQUINAS - TIPO 2P			
	$\Phi_p=0.90$			
	DATOS DE ENTRADA			
	A=	0	mm	STORY1
	B=	0	mm	
	C=	0	mm	
	D=	0	mm	
A > 0.15B		NO CUMPLE OP=1,0		
C > 0.15D		NO CUMPLE OP=1,0		

Tipo 3P

N O A P L I C A	IRREGULARIDAD DEL DIAFRAGMA - TIPO 3P			
	$\Phi_p=0.90$			
	1) $C \times D > 0.5A \times B$			
	DATOS DE ENTRADA			
	A=	0	mm	STORY1
	B=	0	mm	
	C=	0	mm	
	D=	0	mm	
C*D=		0	0.5A*B=	0
¡NO CUMPLE! OP=1.00				

N O A P L I C A	IRREGULARIDAD DEL DIAFRAGMA - TIPO 3P			
	$\Phi_p=0.90$			
	2) $(C \times D + C \times E) > 0.5A \times B$			
	DATOS DE ENTRADA			
	A=	0	mm	STORY1
	B=	0	mm	
	C=	0	mm	
	D=	0	mm	
E=	0	mm		
(C*D+C*E)=		0	0.5A*B=	0

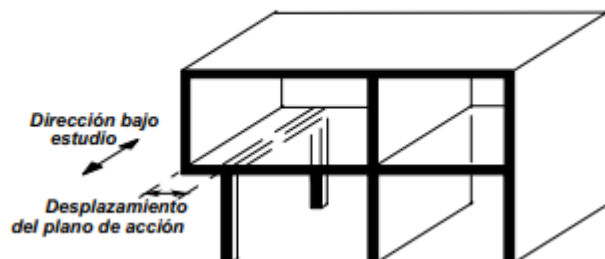
MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

Tipo 4P

Tipo 4P — Desplazamiento de los planos de Acción — $\phi_p = 0.8$



No aplica

Irregularidades en altura

Tipo 1aA y 1bA

Tipo 1aA — Piso flexible $\phi_a = 0.9$ $0.60 \text{ Rigidez } K_D \leq \text{Rigidez } K_C < 0.70 \text{ Rigidez } K_D$ o $0.70 (K_D + K_E + K_F) / 3 \leq \text{Rigidez } K_C < 0.80 (K_D + K_E + K_F) / 3$	
Tipo 1bA — Piso flexible extremo $\phi_a = 0.8$ $\text{Rigidez } K_C < 0.60 \text{ Rigidez } K_D$ o $\text{Rigidez } K_C < 0.70 (K_D + K_E + K_F) / 3$	

No aplica.

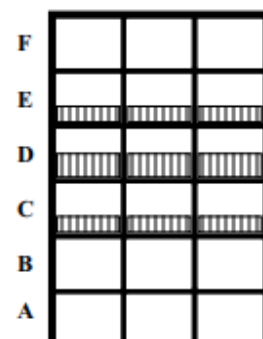
Tipo 2A

Tipo 2A — Distribución masa — $\phi_a = 0.9$

$$m_D > 1.50 m_E$$

o

$$m_D > 1.50 m_C$$



No aplica.

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

Tipo 3A

Tipo 3A — Geométrica — $\phi_a = 0.9$

$$a > 1.30 b$$

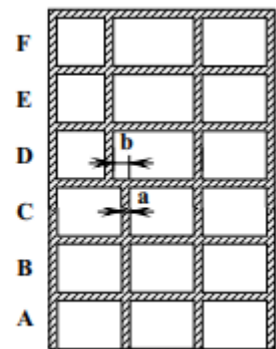
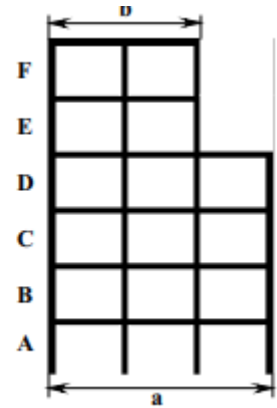
No Aplica

Tipo 4A

Tipo 4A — Desplazamiento dentro del plano de acción — $\phi_a = 0.8$

$$b > a$$

No aplica.



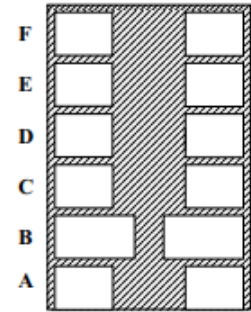
MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

Tipo 5aA – Tipo 5bA

Tipo 5aA — Piso débil $\phi_a = 0.9$ $0.65 \text{ Resist. Piso C} \leq \text{Resist. Piso B} < 0.80 \text{ Resist. Piso C}$
Tipo 5bA — Piso débil extremo $\phi_a = 0.8$ Resistencia Piso B < 0.65 Resistencia Piso C



No aplica

Ausencia de redundancia

Acorde a lo mencionado en el artículo A.3.3.8 de la norma NSR-10, se evalúa que el factor de reducción por ausencia de redundancia será:

$$\phi_{rx} = 1.00$$

$$\phi_{ry} = 0.75$$

En conclusión, los factores de reducción de sismo quedan así:

$$\phi_a = 1.0$$

$$\phi_{px} = 1.0$$

$$\phi_{py} = 1.0$$

$$\phi_{rx} = 1.0$$

$$\phi_{ry} = 0.75$$

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

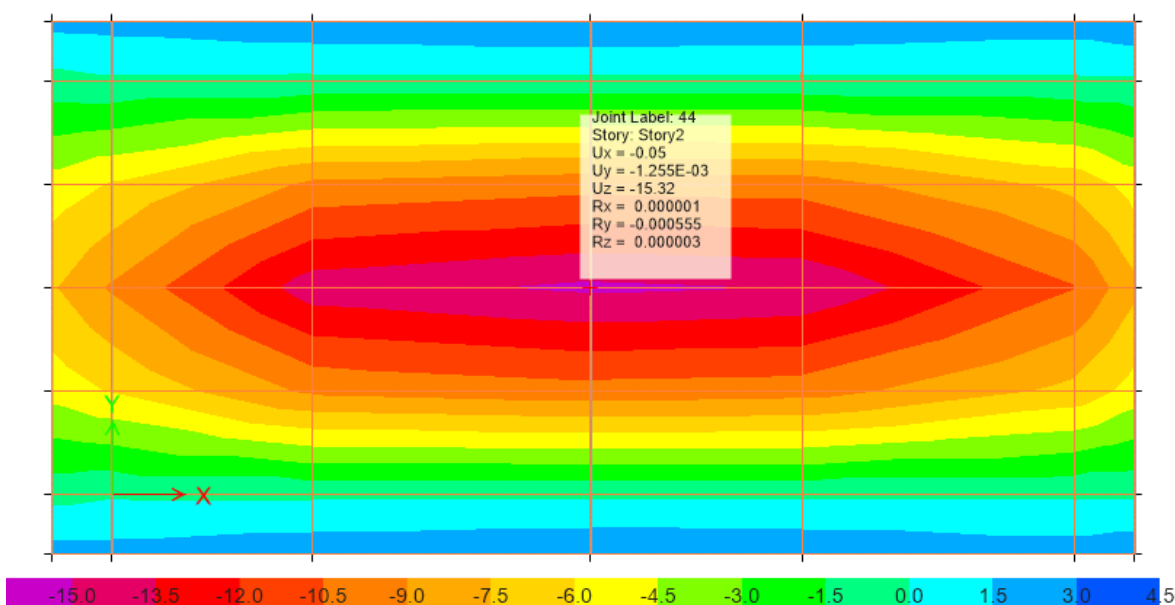
INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

VERIFICACIÓN DE DEFLEXIONES

TABLA C.9.5(b) — Deflexión máxima admisible calculada

Tipo de elemento	Deflexión calculada	Límite de deflexión
Cubiertas planas que no soporten ni estén ligadas a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.	Deflexión inmediata debida a la carga viva, L	$\ell/180^*$
Entrepisos que no soporten ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.	Deflexión inmediata debida a la carga viva, L	$\ell/360$
Sistema de entepiso o cubierta que soporte o esté ligado a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.	La parte de la deflexión total que ocurre después de la unión de los elementos no estructurales (la suma de la deflexión a largo plazo debida a todas las cargas permanentes, y la deflexión inmediata debida a cualquier carga viva adicional) [†]	$\ell/480^{\ddagger}$
Sistema de entepiso o cubierta que soporte o esté ligado a elementos no estructurales no susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.		$\ell/240^{\S}$

$$\frac{l}{180} = \frac{7610mm}{180} = 42.27mm$$



Deflexión máxima por carga viva más carga muerta: 15.32 mm

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Verificados los chequeos de deflexiones y análisis, procedemos a reducir el sismo de acuerdo con el capítulo A3 de la norma NSR-10.

Acorde a lo mencionado en la descripción de la estructura y análisis de irregularidades,

$$R_o = 5.00$$

$$\phi_a = 1.0$$

$$\phi_{px} = 1.0$$

$$\phi_{py} = 1.0$$

$$\phi_{rx} = 1.0$$

$$\phi_{ry} = 0.75$$

$$R_x = R_o * \phi_a * \phi_p * \phi_{rx} = 5.00$$

$$R_y = R_o * \phi_a * \phi_p * \phi_{ry} = 3.75$$

Aplicados los valores de reducción en el sismo procedemos a diseñar.

Diseño de elementos en concreto reforzado

Se aporta anexo donde se verifica el diseño estructural de los elementos tipo viga y columna.

DISEÑO LOSA MACIZA EN UNA DIRECCIÓN			
Fc	21.00 MPa	CM	0.20 Ton/m ²
Fy	420.00 MPa	CV	0.20 Ton/m ²
Espesor	0.12 m	Recubrimiento	0.06 m
Ldiseño	1.90 m	H-efectiva	0.06 m
AVALUO DE CARGA		CARGA ÚLTIMA DE DISEÑO	
Losa	0.29 Ton/m	Cu	1.41 Ton/m
CM Adicional	0.38 Ton/m	Mu	0.64 Ton-m
CV Adicional	0.38 Ton/m		
CM Total	0.67 Ton/m		
ANÁLISIS DE SECCIÓN			
a	0.01 m	Asmin	1.98 cm ² /m
As	2.98 cm ² /m	As Temp	2.16 cm ² /m
DISTRIBUCIÓN DE ACERO PRINCIPAL			
Barra	#3	Área barra	0.71 cm ²
#Barras/m	5	Sbarras	20.00 cm
DISTRIBUCIÓN DE ACERO SECUNDARIO			
Barra	#3	Área barra	0.71 cm ²
#Barras/m	4	Sbarras	25.00 cm

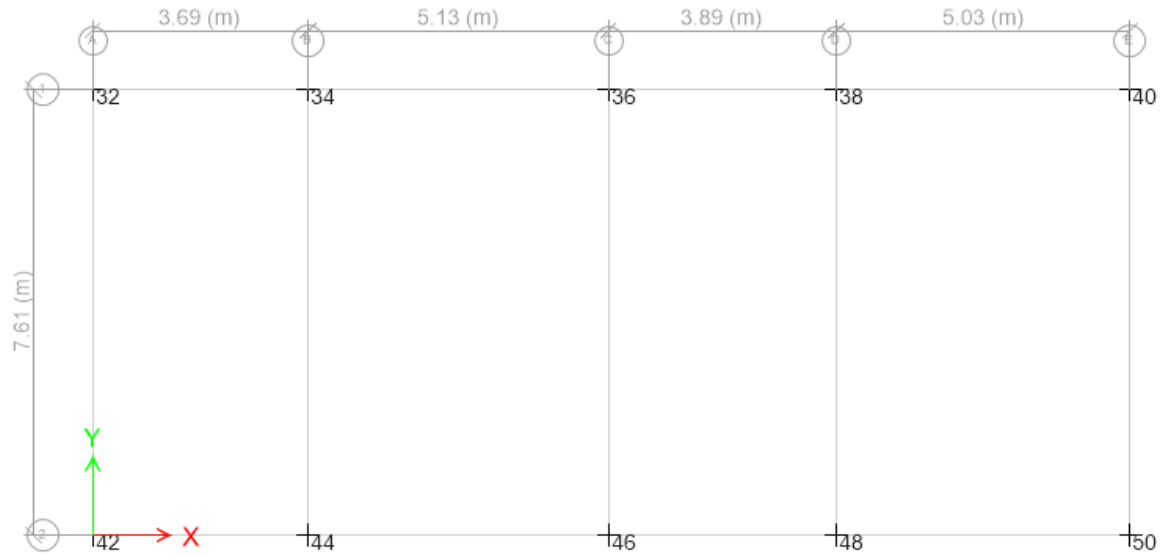
MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

Diseño de elementos de cimentación.

Cargas en la base para diseño de cimentaciones.



Story	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	FZ	MX	MY
					tonf	tonf-m	tonf-m
Base	32	Live	LinStatic		2.66	0.8	0.03
Base	32	SX	LinRespSpec	Max	1.12	1.35	3.08
Base	32	SY	LinRespSpec	Max	1.08	4.88	0.44
Base	32	CIM 1.0D	Combination		13.14	2.92	-0.07
Base	34	Live	LinStatic		4.52	1.2	0.1
Base	34	SX	LinRespSpec	Max	0.69	0.77	3.28
Base	34	SY	LinRespSpec	Max	0.69	4.86	0.49
Base	34	CIM 1.0D	Combination		17.79	3.9	0.35
Base	36	Live	LinStatic		4.47	1.34	-0.07
Base	36	SX	LinRespSpec	Max	0.27	0.11	3.23
Base	36	SY	LinRespSpec	Max	0.9	5.11	0.48
Base	36	CIM 1.0D	Combination		17.89	4.26	-0.24
Base	38	Live	LinStatic		4.54	1.28	0.1
Base	38	SX	LinRespSpec	Max	0.06	0.45	3.29
Base	38	SY	LinRespSpec	Max	0.83	5.35	0.48
Base	38	CIM 1.0D	Combination		17.88	4.12	0.32
Base	40	Live	LinStatic		3.37	0.93	-0.15

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

Story	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	FZ	MX	MY
					tonf	tonf-m	tonf-m
Base	40	SX	LinRespSpec	Max	0.76	1.2	2.99
Base	40	SY	LinRespSpec	Max	1.08	5.94	0.49
Base	40	CIM 1.0D	Combination		15.45	3.28	-0.32
Base	42	Live	LinStatic		2.69	-0.82	0.04
Base	42	SX	LinRespSpec	Max	1.49	1.36	3.62
Base	42	SY	LinRespSpec	Max	1.06	4.88	0.27
Base	42	CIM 1.0D	Combination		13.48	-2.96	0.11
Base	44	Live	LinStatic		4.49	-1.2	0.03
Base	44	SX	LinRespSpec	Max	0.83	0.78	3.74
Base	44	SY	LinRespSpec	Max	0.71	4.88	0.28
Base	44	CIM 1.0D	Combination		18.47	-3.9	0.1
Base	46	Live	LinStatic		4.5	-1.34	0.01
Base	46	SX	LinRespSpec	Max	0.46	0.11	3.75
Base	46	SY	LinRespSpec	Max	0.89	5.14	0.29
Base	46	CIM 1.0D	Combination		18.67	-4.25	0.01
Base	48	Live	LinStatic		4.51	-1.28	-0.01
Base	48	SX	LinRespSpec	Max	0.21	0.45	3.73
Base	48	SY	LinRespSpec	Max	0.84	5.38	0.3
Base	48	CIM 1.0D	Combination		18.59	-4.11	0.01
Base	50	Live	LinStatic		3.38	-0.93	-0.03
Base	50	SX	LinRespSpec	Max	0.93	1.21	3.53
Base	50	SY	LinRespSpec	Max	1.09	5.95	0.29
Base	50	CIM 1.0D	Combination		15.85	-3.27	-0.12

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

DISEÑO ESTRUCTURAL DE ZAPATAS CON VIGA DE ENLACE

ZAPATAS UN 32-42

ZAPATA MEDIANERA	
DIMENSIONES DE COLUMNA	
Base	0.40 m
Largo	0.40 m
CARGAS DE DISEÑO	
C. Muerta CM:	13.48 Ton
C. Viva CV:	2.69 Ton
PRESIÓN ADMISIBLE DEL TERRENO	
Capacidad Portante:	18.00 Ton/m ²
MATERIALES	
Concreto:	21.00 MPa
Acero de Refuerzo:	420.00 MPa

Separación entre columnas:	3.69 m
----------------------------	--------

REVISIÓN DE LA PRESIÓN DE CONTACTO

$P_u = 1.2CM + 1.6CV =$	20.48 Ton
$\phi * 0.85 * f'c * A1 =$	185.64 Ton
$P_u \leq \phi * 0.85 * f'c * A1$	¡CUMPLE!
$Ps = Cm + Cv =$	16.17 Ton

DIMENSIONES ZAPATA MEDIANERA

$$AZ = 0.90 \text{ m}^2$$

¡CUMPLE!

Lado H:	1.30 m
Lado B:	0.70 m

REACCIONES DEL TERRENO

Se calculan las reacciones debajo de cada una de las zapatas.

$$Rm + Rc = 39.16 \text{ Ton}$$

$$Rm = 18.70 \text{ Ton}$$

$$Rc = 20.46 \text{ Ton}$$

Se calculan las nuevas dimensiones de las zapatas con las reacciones del terreno.

$$AZ = 1.04 \text{ m}^2$$

¡CUMPLE!

Lado H:	1.50 m
Lado B:	0.70 m

Como es normal, el área efectiva de la zapata central disminuye en tanto que la de la zapata medianera aumenta.

$$Rm + Rc = 49.88 \text{ Ton}$$

$$Rm = 23.69 \text{ Ton}$$

$$Rc = 26.19 \text{ Ton}$$

ZAPATAS UN 34-44

ZAPATA CENTRAL	
DIMENSIONES DE COLUMNA	
Base	0.40 m
Largo	0.40 m
CARGAS DE DISEÑO	
C. Muerta CM:	18.47 Ton
C. Viva CV:	4.52 Ton
PRESIÓN ADMISIBLE DEL TERRENO	
Capacidad Portante:	18.00 Ton/m ²
MATERIALES	
Concreto:	21.00 MPa
Acero de Refuerzo:	420.00 MPa

REVISIÓN DE LA PRESIÓN DE CONTACTO

$P_u = 1.2CM + 1.6CV =$	29.40 Ton
$\phi * 0.85 * f'c * A1 =$	1856.40 Ton
$P_u \leq \phi * 0.85 * f'c * A1$	¡CUMPLE!
$Ps = Cm + Cv =$	22.99 Ton

DIMENSIONES ZAPATA CENTRAL

$$AZ = 1.28 \text{ m}^2$$

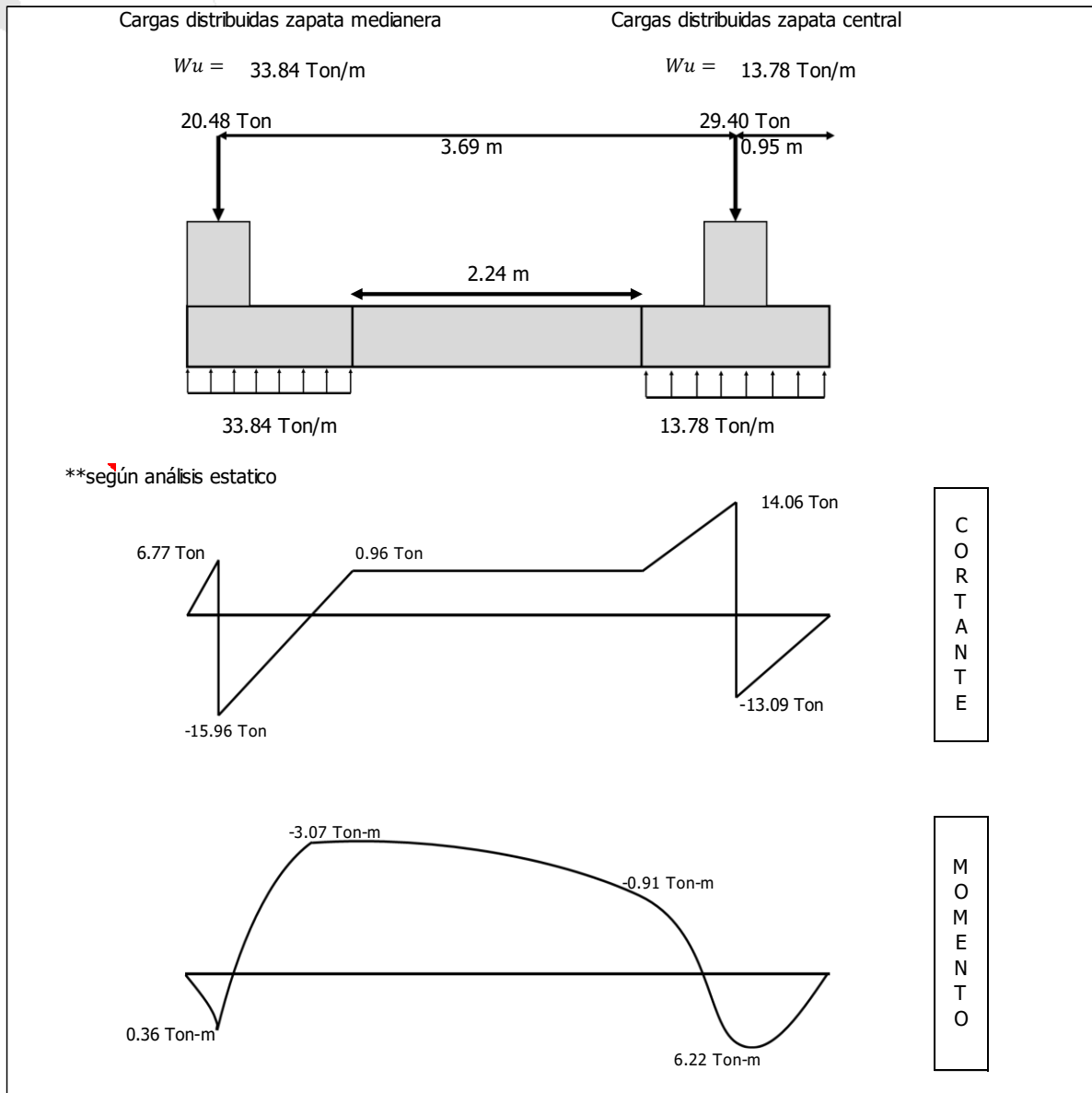
¡CUMPLE!

Lado H:	1.20 m
Lado B:	1.20 m

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS



MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

DISEÑO DE LA VIGA

Altura h' asumida para la Viga:	0.50 m
Altura efectiva d:	0.42 m

Ancho de viga b=	0.50 m
------------------	--------

$$d1 = \frac{Vu}{0.75 * 0.17 * \lambda * \sqrt{f'c} * d} = 3.92 \text{ cm}$$

¡CUMPLE!

Refuerzo sobre la viga para la zapata medianera:

$$Mu = 3.07 \text{ Ton-m} \quad Rn = \frac{Mu}{0.9 * b * d^2} = 0.39 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = \frac{0.85 * f'c}{fy} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Rn}{0.85 * f'c}} \right) = 0.0033$$

$$As = \rho * b * d = 6.93 \text{ cm}^2$$

Ref. Barra	Área	Nº de Barras
#5	1.99 cm ²	4

Refuerzo sobre la viga para la zapata central:

$$Mu = 0.91 \text{ Ton-m}$$

$$Rn = \frac{Mu}{0.9 * b * d^2} = 0.12 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = \frac{0.85 * f'c}{fy} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Rn}{0.85 * f'c}} \right) = 0.0033$$

$$As = \rho * b * d = 6.93 \text{ cm}^2$$

Ref. Barra	Área	Nº de Barras
#5	1.99 cm ²	4

Refuerzo inferior de la viga

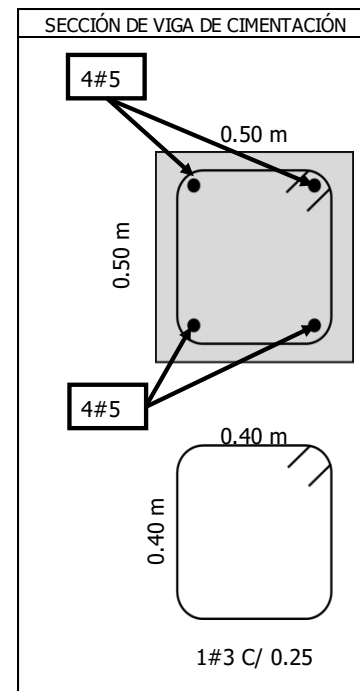
$$Mu = 6.22 \text{ Ton-m}$$

$$Rn = \frac{Mu}{0.9 * b * d^2} = 0.78 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = \frac{0.85 * f'c}{fy} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Rn}{0.85 * f'c}} \right) = 0.0033$$

$$As = \rho * b * d = 6.93 \text{ cm}^2$$

Ref. Barra	Área	Nº de Barras
#5	1.99 cm ²	4



MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

DISEÑO DE ZAPATA CENTRAL

Cortante en dos direcciones, punzonamiento.

$$b_0 = 2(h + d) + 2(b + d) = 288.00 \text{ cm}$$

Altura para la Zapata:	0.40 m
Altura efectiva d:	0.32 m

$$A_0 = (h + d) * (h + d) = 5184.00 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{ULT} = 27.00 \text{ Ton/m}^2$$

$$V_u = 15.40 \text{ Ton}$$

$$d1 = \frac{V_u}{0.75 * 0.17 * \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) * \lambda * \sqrt{f'c} * b_0} = 3.05 \text{ cm}$$

$$d > d1$$

¡CUMPLE!

$$d2 = \frac{V_u}{0.75 * 0.083 * \left(\frac{\alpha_s * d_2}{b_0} + 2\right) * \lambda * \sqrt{f'c} * b_0} = 3.26 \text{ cm}$$

$$d > d2$$

¡CUMPLE!

$$d3 = \frac{V_u}{0.75 * 0.33 * \lambda * \sqrt{f'c} * b_0} = 4.71 \text{ cm}$$

$$d > d3$$

¡CUMPLE!

Cortante en una dirección.

$$V_u = 22.06 \text{ Ton}$$

$$d \geq \frac{V_u}{0.75 * 0.17 * \lambda * \sqrt{f'c} * B} = 19.87 \text{ cm}$$

¡CUMPLE!

Diseño a flexión

$$M_u = 14.43 \text{ Ton-m}$$

$$R_n = \frac{M_u}{0.9 * b * d^2} = 0.82 \text{ N/mm}^2 \quad \rho = \frac{0.85 * f'c}{f_y} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * R_n}{0.85 * f'c}}\right) = 0.0020$$

$$A_s = \rho * b * d = 12.22 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{min} = 0.0018$$

Ref. Barra	Área	Nº de Barras	Separación
#4	1.29 cm ²	10	0.19 m

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

DISEÑO DE ZAPATA MEDIANERA

Cortante en dos direcciones, punzonamiento

$$b_0 = 2 \left(h + \frac{d}{2} \right) + 2(b + d) = 184.00 \text{ cm}$$

$$A_0 = (b + d) * \left(h + \frac{d}{2} \right) = 4032.00 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{ULT} = 27.00 \text{ Ton/m}^2$$

$$V_u = 9.59 \text{ Ton}$$

$$d1 = \frac{V_u}{0.75 * 0.17 * \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) * \lambda * \sqrt{f'c} * b_0} = 2.97 \text{ cm}$$

$$d > d1$$

¡CUMPLE!

$$d2 = \frac{V_u}{0.75 * 0.083 * \left(\frac{\alpha_s * d_2}{b_0} + 2 \right) * \lambda * \sqrt{f'c} * b_0} = 3.16 \text{ cm}$$

$$d > d2$$

¡CUMPLE!

$$d3 = \frac{V_u}{0.75 * 0.33 * \lambda * \sqrt{f'c} * b_0} = 4.60 \text{ cm}$$

$$d > d3$$

¡CUMPLE!

Cortante en una dirección.

$$V_u = 4.35 \text{ Ton}$$

$$d \geq \frac{V_u}{0.75 * 0.17 * \lambda * \sqrt{f'c} * B} = 10.63 \text{ cm}$$

¡CUMPLE!

Diseño a flexión

$$M_u = 2.86 \text{ Ton-m}$$

$$R_n = \frac{M_u}{0.9 * b * d^2} = 0.21 \text{ N/mm}^2 \quad \rho = \frac{0.85 * f'c}{f_y} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * R_n}{0.85 * f'c}} \right) = 0.0005$$

$$A_s = \rho * b * d = 4.03 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{min} = 0.0018$$

Ref. Barra	Área	Nº de Barras	Separación
#4	1.29 cm ²	4	0.18 m

Refuerzo mínimo en la otra dirección

$$A_s = \rho * b * d = 8.64 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{min} = 0.0018$$

Ref. Barra	Área	Nº de Barras	Separación
#4	1.29 cm ²	7	0.21 m

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

DISEÑO ESTRUCTURAL DE ZAPATAS CON VIGA DE ENLACE

ZAPATAS UN 40-50

ZAPATA MEDIANERA	
DIMENSIONES DE COLUMNA	
Base	0.40 m
Largo	0.40 m
CARGAS DE DISEÑO	
C. Muerta CM:	15.85 Ton
C. Viva CV:	3.38 Ton
PRESIÓN ADMISIBLE DEL TERRENO	
Capacidad Portante:	18.00 Ton/m ²
MATERIALES	
Concreto:	21.00 MPa
Acero de Refuerzo:	420.00 MPa

Separación entre columnas: 5.03 m

REVISIÓN DE LA PRESIÓN DE CONTACTO

$P_u = 1.2CM + 1.6CV =$	24.43 Ton
$\phi * 0.85 * f'c * A1 =$	185.64 Ton
$P_u \leq \phi * 0.85 * f'c * A1$	¡CUMPLE!
$P_s = C_m + C_v =$	19.23 Ton

DIMENSIONES ZAPATA MEDIANERA

AZ = 1.07 m²

¡CUMPLE!

Lado H:	1.50 m
Lado B:	0.80 m

REACCIONES DEL TERRENO

Se calculan las reacciones debajo de cada una de las zapatas.

$R_m + R_c =$	42.36 Ton	$R_m =$	21.83 Ton	$R_c =$	20.53 Ton
---------------	-----------	---------	-----------	---------	-----------

Se calculan las nuevas dimensiones de las zapatas con las reacciones del terreno.

AZ = 1.21 m²

¡CUMPLE!

Lado H:	1.60 m
Lado B:	0.80 m

Como es normal, el área efectiva de la zapata central disminuye en tanto que la de la zapata medianera aumenta.

$R_m + R_c =$	54.00 Ton	$R_m =$	27.74 Ton	$R_c =$	26.26 Ton
---------------	-----------	---------	-----------	---------	-----------

ZAPATAS UN 38-48

ZAPATA CENTRAL	
DIMENSIONES DE COLUMNA	
Base	0.40 m
Largo	0.40 m
CARGAS DE DISEÑO	
C. Muerta CM:	18.59 Ton
C. Viva CV:	4.54 Ton
PRESIÓN ADMISIBLE DEL TERRENO	
Capacidad Portante:	18.00 Ton/m ²
MATERIALES	
Concreto:	21.00 MPa
Acero de Refuerzo:	420.00 MPa

REVISIÓN DE LA PRESIÓN DE CONTACTO

$P_u = 1.2CM + 1.6CV =$	29.57 Ton
$\phi * 0.85 * f'c * A1 =$	1856.40 Ton
$P_u \leq \phi * 0.85 * f'c * A1$	¡CUMPLE!
$P_s = C_m + C_v =$	23.13 Ton

DIMENSIONES ZAPATA CENTRAL

AZ = 1.29 m²

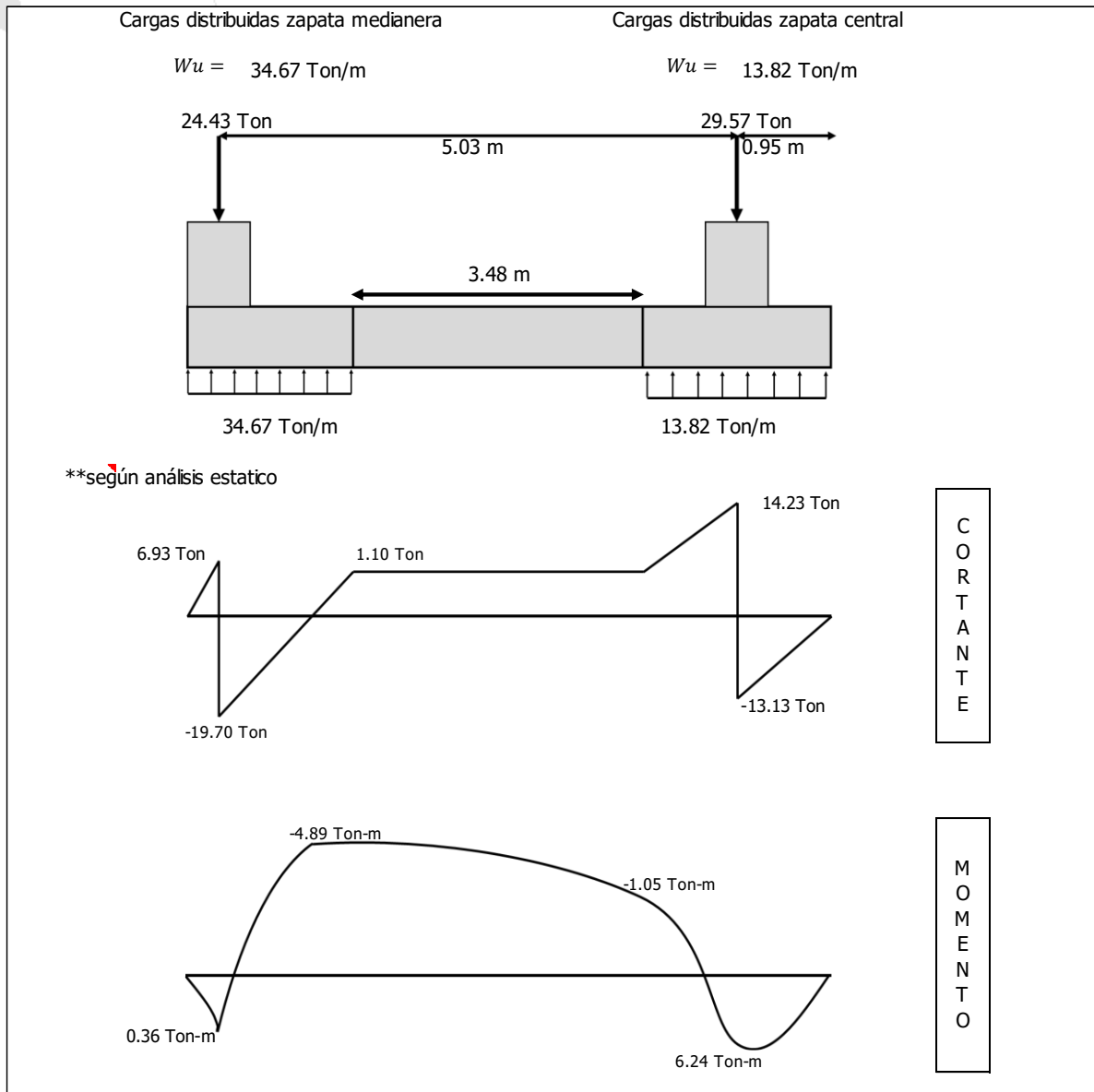
¡CUMPLE!

Lado H:	1.20 m
Lado B:	1.20 m

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS



MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

DISEÑO DE LA VIGA

Altura h' asumida para la Viga:	0.50 m
Altura efectiva d:	0.42 m

Ancho de viga b=	0.50 m
------------------	--------

$$d1 = \frac{Vu}{0.75 * 0.17 * \lambda * \sqrt{f'c} * d} = 4.49 \text{ cm}$$

¡CUMPLE!

Refuerzo sobre la viga para la zapata medianera:

$$Mu = 4.89 \text{ Ton-m} \quad Rn = \frac{Mu}{0.9 * b * d^2} = 0.62 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = \frac{0.85 * f'c}{fy} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Rn}{0.85 * f'c}} \right) = 0.0033$$

$$As = \rho * b * d = 6.93 \text{ cm}^2$$

Ref. Barra	Área	Nº de Barras
#5	1.99 cm ²	4

Refuerzo sobre la viga para la zapata central:

$$Mu = 1.05 \text{ Ton-m}$$

$$Rn = \frac{Mu}{0.9 * b * d^2} = 0.13 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = \frac{0.85 * f'c}{fy} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Rn}{0.85 * f'c}} \right) = 0.0033$$

$$As = \rho * b * d = 6.93 \text{ cm}^2$$

Ref. Barra	Área	Nº de Barras
#5	1.99 cm ²	4

Refuerzo inferior de la viga

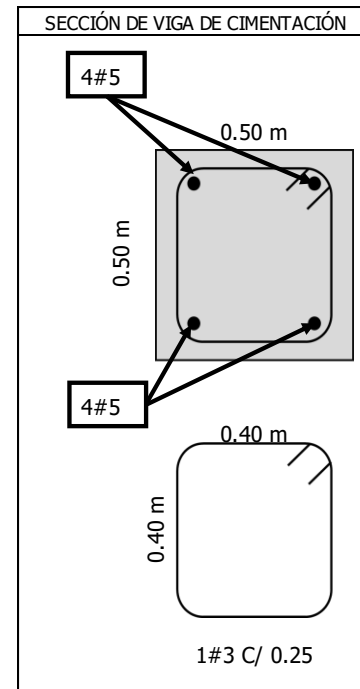
$$Mu = 6.24 \text{ Ton-m}$$

$$Rn = \frac{Mu}{0.9 * b * d^2} = 0.79 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = \frac{0.85 * f'c}{fy} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Rn}{0.85 * f'c}} \right) = 0.0033$$

$$As = \rho * b * d = 6.93 \text{ cm}^2$$

Ref. Barra	Área	Nº de Barras
#5	1.99 cm ²	4



MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

DISEÑO DE ZAPATA CENTRAL

Cortante en dos direcciones, punzonamiento.

$$b_0 = 2(h + d) + 2(b + d) = 288.00 \text{ cm}$$

Altura para la Zapata:	0.40 m
Altura efectiva d:	0.32 m

$$A_0 = (h + d) * (h + d) = 5184.00 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{ULT} = 27.00 \text{ Ton/m}^2$$

$$V_u = 15.58 \text{ Ton}$$

$$d1 = \frac{V_u}{0.75 * 0.17 * \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) * \lambda * \sqrt{f'c} * b_0} = 3.09 \text{ cm}$$

$$d > d1$$

¡CUMPLE!

$$d2 = \frac{V_u}{0.75 * 0.083 * \left(\frac{\alpha_s * d_2}{b_0} + 2\right) * \lambda * \sqrt{f'c} * b_0} = 3.29 \text{ cm}$$

$$d > d2$$

¡CUMPLE!

$$d3 = \frac{V_u}{0.75 * 0.33 * \lambda * \sqrt{f'c} * b_0} = 4.77 \text{ cm}$$

$$d > d3$$

¡CUMPLE!

Cortante en una dirección.

$$V_u = 22.06 \text{ Ton}$$

$$d \geq \frac{V_u}{0.75 * 0.17 * \lambda * \sqrt{f'c} * B} = 19.87 \text{ cm}$$

¡CUMPLE!

Diseño a flexión

$$M_u = 14.43 \text{ Ton-m}$$

$$R_n = \frac{M_u}{0.9 * b * d^2} = 0.82 \text{ N/mm}^2 \quad \rho = \frac{0.85 * f'c}{f_y} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * R_n}{0.85 * f'c}}\right) = 0.0020$$

$$A_s = \rho * b * d = 12.22 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{min} = 0.0018$$

Ref. Barra	Área	Nº de Barras	Separación
#4	1.29 cm ²	10	0.19 m

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

DISEÑO DE ZAPATA MEDIANERA

Cortante en dos direcciones, punzonamiento

$$b_0 = 2 \left(h + \frac{d}{2} \right) + 2(b + d) = 184.00 \text{ cm}$$

$$A_0 = (b + d) * \left(h + \frac{d}{2} \right) = 4032.00 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{ULT} = 27.00 \text{ Ton/m}^2$$

$$V_u = 13.54 \text{ Ton}$$

$$d1 = \frac{V_u}{0.75 * 0.17 * \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) * \lambda * \sqrt{f'c} * b_0} = 4.20 \text{ cm}$$

$$d > d1$$

¡CUMPLE!

$$d2 = \frac{V_u}{0.75 * 0.083 * \left(\frac{\alpha_s * d_2}{b_0} + 2 \right) * \lambda * \sqrt{f'c} * b_0} = 4.47 \text{ cm}$$

$$d > d2$$

¡CUMPLE!

$$d3 = \frac{V_u}{0.75 * 0.33 * \lambda * \sqrt{f'c} * b_0} = 6.49 \text{ cm}$$

$$d > d3$$

¡CUMPLE!

Cortante en una dirección.

$$V_u = 6.05 \text{ Ton}$$

$$d \geq \frac{V_u}{0.75 * 0.17 * \lambda * \sqrt{f'c} * B} = 12.94 \text{ cm}$$

¡CUMPLE!

Diseño a flexión

$$M_u = 3.89 \text{ Ton-m}$$

$$R_n = \frac{M_u}{0.9 * b * d^2} = 0.26 \text{ N/mm}^2 \quad \rho = \frac{0.85 * f'c}{f_y} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * R_n}{0.85 * f'c}} \right) = 0.0006$$

$$A_s = \rho * b * d = 4.61 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{min} = 0.0018$$

Ref. Barra	Área	Nº de Barras	Separación
#4	1.29 cm ²	4	0.20 m

Refuerzo mínimo en la otra dirección

$$A_s = \rho * b * d = 9.22 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{min} = 0.0018$$

Ref. Barra	Área	Nº de Barras	Separación
#4	1.29 cm ²	8	0.20 m

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

DISEÑO DE ZAPATA AISLADA CUADRADA													
ID:	36-46												
COLUMNA		PRESIÓN DE CONTACTO		PRESIÓN ÚLTIMA DEL TERRENO			VERIFICACIÓN EXCENTRICIDADES						
B=	0.40 m												
L=	0.40 m	Ps=	23.17 Ton	Ix=	2.76 m ⁴		ex=	0.40 m	¡CUMPLE!				
CARGAS		Pu=	29.60 Ton	Iy=	2.76 m ⁴		ey=	0.40 m	¡CUMPLE!				
CM=	18.67 Ton	ØPn=	1856.40 Ton	Q1=	0.16 Ton-m ²	¡CUMPLE!	PRESIÓN ÚLTIMA EN LA ZAPATA						
CV=	4.50 Ton	¡CUMPLE!		Q2=	4.63 Ton-m ²								
MX=	5.14 Ton-m	EXCENTRICIDADES		Q3=	7.88 Ton-m ²	¡CUMPLE!	1.5Ps	34.76 Ton					
MY=	3.75 Ton-m	ex=	0.16 m	Q4=	3.42 Ton-m ²		σ ₁ =	0.25 Ton-m ²	σ ₂ =	6.94 Ton-m ²			
CAP. PORT.		ey=	0.22 m				σ ₄ =	5.13 Ton-m ²	σ ₃ =	11.82 Ton-m ²			
Qad=	18.00 Ton/m ²	DIMENSIONES ZAPATAS					L1=	0.72 m	L2=	0.72 m			
MATERIALES		H=	2.40 m	A.Z.=	1.29 m		σ ₅ =	4.30 Ton-m ²	σ ₆ =	6.31 Ton-m ²			
F'c=	21.00 MPa	B=	2.40 m	Qult=	5.14 Ton/m ²		σ ₇ =	7.77 Ton-m ²	σ ₈ =	5.76 Ton-m ²			
Fy=	420.00 MPa	Esp=	0.40 m	d=	0.32 m								
VERIFICACIÓN DE ESPESOR			CORTANTE EN UNA DIRECCIÓN				DISEÑO A FLEXIÓN						
Vu=	31.63 Ton			σ ₁ =	0.25 Ton-m ²	σ ₂ =	6.94 Ton-m ²	σ ₁ =	0.25 Ton-m ²	σ ₂ =	6.94 Ton-m ²		
bo=	288.00 cm			σ ₃ =	11.82 Ton-m ²	σ ₄ =	5.13 Ton-m ²	σ ₃ =	11.82 Ton-m ²	σ ₄ =	5.13 Ton-m ²		
d1=	6.27 cm	¡CUMPLE!	σ ₁₋₂	5.04 Ton-m ²	σ ₃₋₄	9.93 Ton-m ²	σ ₁₋₂	4.15 Ton-m ²	σ ₃₋₄	9.03 Ton-m ²			
d2=	6.69 cm	¡CUMPLE!	Vu=	13.76 Ton	d=	9.81 cm	Vu=	19.17 Ton	Xprom=		0.53 m		
d3=	9.68 cm	¡CUMPLE!				¡CUMPLE!							
X1=	4.15 Ton-m ²	1.00 m	6.94 Ton-m ²	X2=	9.03 Ton-m ²	1.00 m	11.82 Ton-m ²	Mu=		10.20 Ton-m			
		0.54 m				0.52 m							
Rn=	0.46 N/mm ²	P=	0.0011	Pmin=	0.0018	As=	13.82 cm ²						
Ref. Barra	Área	Nº de Barras	Separación										
#4	1.29 cm ²	11	0.20 m										

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

DISEÑO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

DISEÑO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES				
Grado de desempeño				
Grupo de uso	III	Superior	Sa	0.5
Aa	0.1		I	1.25
Fuerza sísmica de diseño				
As	0.20	ax	0.666666667	
hx	4.15	ap	1	
hn	4.15	Tipo de anclaje	Ductiles	
heq	3.11	Rp	6	
Fp	0.11	0.0625		
Masa del elemento no estructural				
Peso Unitario	2150 Kg/m3	Largo	1.00 m	
Altura	4.15 m	Mp	0.99 Ton/m	
PISO	ALTURA	hx	ax	Fp
Story1	4.15 m	4.15 m	0.67	0.10 Ton/m

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRIGUEZ TORICES, MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR – MÓDULO 1 – 2 AULAS

DISEÑO A FLEXIÓN DE MURO EN MAMPOSTERIA DE PERFORACIÓN VERTICAL PARCIALMENTE REFORZADA							
ID:	MURO NO ESTRUCTURAL - PISO 1						
ALTURA DE MURO=		4.00 m	Vu=	8.67 Ton	Mu=	34.68 Ton-m	
ESPESOR DE MURO=		0.14 m	Pu=	8.67 Ton	Mn=	41.69 Ton-m	
LONGITUD DE MURO=		7.20 m				CUMPLE	
PROPIEDADES DE UNIDAD DE MAMPOSTERIA							
ALTURA=	0.19 m	BASE=	0.14 m	LARGO=	0.39 m	Fm=	7.71 MPa
Aneta=	30.03 mm2	t-efectivo=	84.00 mm	d=	1.40 m	Fy=	420.00 MPa
Consideración: celdas parcialmente llenas con refuerzo cada=				1.20 m	Mu-1.2=	41.61 Ton-m	
$\rho = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2,5 * Mu}{0,8 * f'm * b * d^2}} \right) * \frac{f'm}{1,25 * fy} = 0.005570$				As=	10.92 cm2		
				Barra=	#3		
				Área de barra=	0.71 cm2		
a=	4.03 mm	c=	4.74 mm	Refuerzo de muro: 1#3 C/1.2m			
Verificación por carga axial							
Ae=	6048.00 cm2	h/t=	28.57 <25 OK		Re=	0.537	
f'mAe=	466.12 Ton	Po=	375.83 Ton	PoRe=	201.91 Ton	φPoRe=	121.15 Ton
Pn=	96.92 Ton	CUMPLE					
Verificación para esfuerzos a cortante							
M/Vd=	2.86 >1		Fv=	0.23 MPa	Fv=	0.35 MPa	
Fs=	170.00 MPa	fv=	0.92 MPa	Necesita acero de refuerzo para cortante			

