

COLEGIO BAJO CASANARE
RAMPA DE ACCESO
NARIÑO

MEMORIAS DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

Análisis y diseño:
Ing. Raul Lozano
Noviembre de 2016

TABLA DE CONTENIDO

1.1	Introducción.....	3
1.2	Normas de diseño	3
1.3	Materiales.....	3
1.4	Evaluación de Cargas	3
1.5	Modelo.....	5
1.6	Combinaciones de Carga	7
1.6.1	Distribución de cargas	10
1.7	Resultados	11
1.7.1	Axiales, Momentos y Cortantes.....	11
1.8	Diseño de los Elementos	13
1.9	Control de deflexiones.....	18
1.10	Diseño de cimentación	19

1.1 Introducción

Las presentes memorias de cálculo resumen las labores adelantadas para el análisis y diseño de la estructura de la rampa de acceso para el colegio Bajo Casanare en el municipio de San Juan de Pasto en el Departamento de Nariño.

La estructura de la rampa se constituye en pórticos en concreto reforzado. Las secciones de las columnas son de 50x50cm que tienen en una altura máxima de 3.20 metros. De las vigas sale la placa de la rampa la cual trabaja en voladizo y transcurren con la pendiente con que se diseñó arquitectónicamente la rampa; estas vigas tienen secciones de 40x50cm.

La cimentación de la rampa se constituye en zapatas combinadas y aisladas.

1.2 Normas de diseño

Se utilizó como guía para el análisis y diseño la Norma para Construcciones Sismo Resistentes – NSR 10.

1.3 Materiales

Concreto de limpieza: $f'c=14$ MPa

Concreto para columnas, vigas y placa: $f'c=28$ MPa

Acero de refuerzo $f_y = 4200$ Kg/cm², para $\varnothing \geq 3/8"$

1.4 Evaluación de Cargas

Carga permanente (CM)

Peso Propio*		
Peso acabados		0 Kg./m ²
Peso barandas		100 Kg./m

*El peso propio es calculado directamente por el programa.

Carga Viva sobre cubierta (L)

Se toma 500 Kg/m², para uso de corredores y escaleras para edificios institucionales según B.4.2.1 del NSR-10

Carga de Granizo (G)

NO APLICA

Carga de Viento (W)

NO APLICA

Carga de Sismo (SPEC)

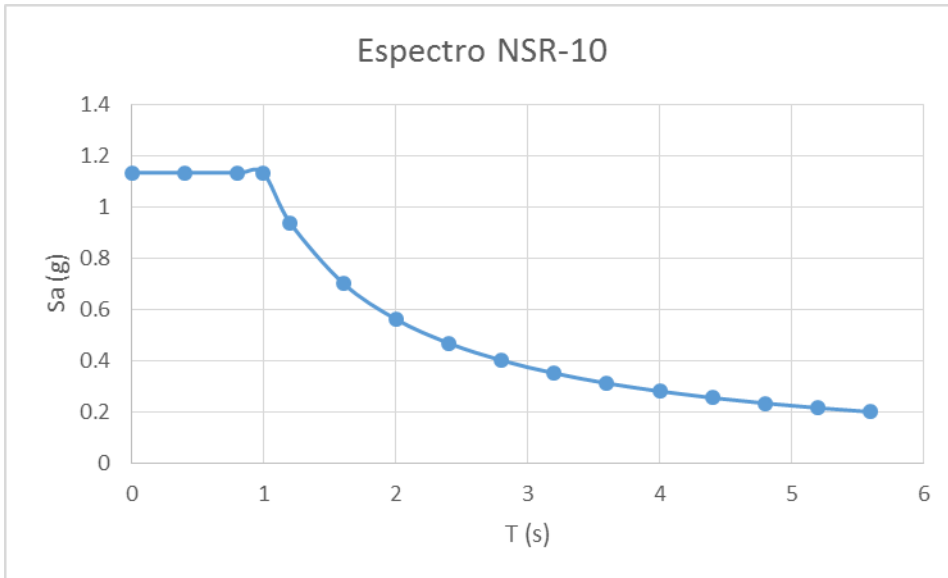
La carga de sismo se representa a través de los coeficientes de diseño que genera una curva para zona de respuesta sísmica ALTA de acuerdo al reglamento de construcciones sismo-resistentes de Colombia NSR-10.

Coefficientes de Diseño y curva para un amortiguamientos de 5% con respecto al crítico.

Municipio				Grupo de uso	Perfil de suelo	
San Juan de Pasto				III	D	
Zona de amenaza sísmica	Capacidad de disipación de energía	Aceleración horizontal (Aa)	Velocidad Horizontal (Av)	Coefficiente de Importancia (I)	Fa	Fv
INTERMEDIA	DMO	0.25	0.25	1.25	1.45	3.0

Datos	
Aa	0.25
Av	0.25
Fa	1.45
Fv	3
I	1.25
T0	0.206897
Tc	0.993103
Tl	7.2
Sa	1.132813

T (s)	Sa (g)
0	1.132813
0.4	1.132813
0.8	1.132813
0.993103	1.132813
1.2	0.9375
1.6	0.703125
2	0.5625
2.4	0.46875
2.8	0.401786
3.2	0.351563
3.6	0.3125
4	0.28125
4.4	0.255682
4.8	0.234375
5.2	0.216346
5.6	0.200893



1.5 Modelo

Se implementó un modelo estructural en tres dimensiones en el programa de análisis SAP 2000 V.15. Se utilizaron elementos tipo frame para simular vigas y columnas y tipo Shell para las placas de la rampa.

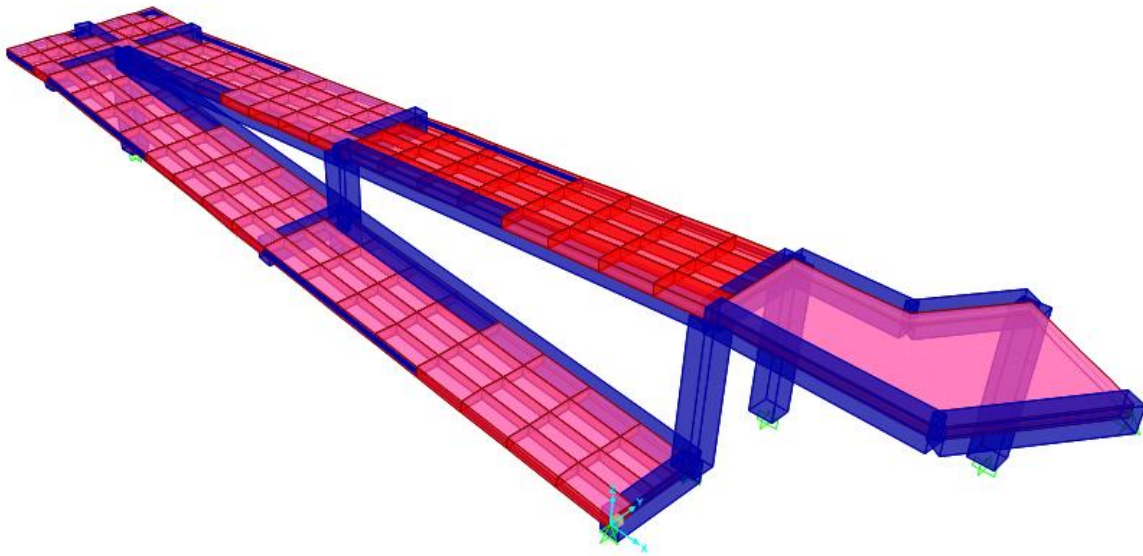


FIGURA 1. VISTA ESTRUCTURA RAMPA.

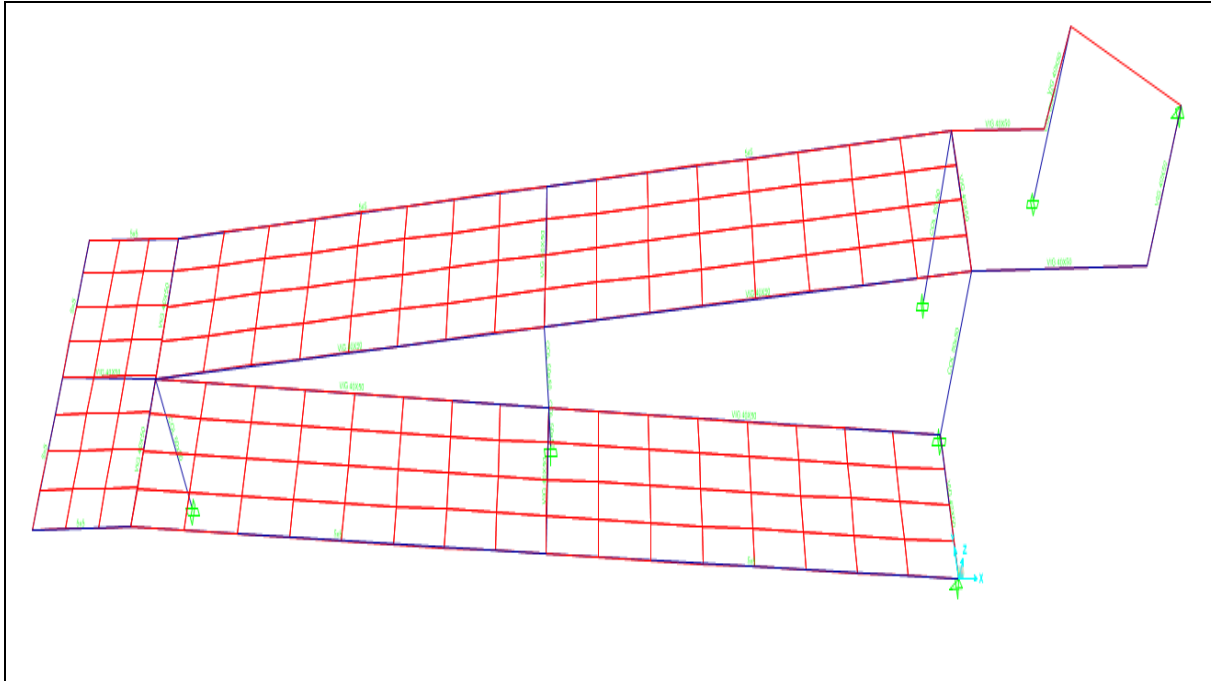


FIGURA 2. SECCIONES DE ELEMENTOS

TABLE: Frame Section Properties 01 - General

SectionName	Material	Shape	t3	t2	Area	TorsConst	I33	I22
Text	Text	Text	m	m	m2	m4	m4	m4
5x5	4000Psi	Rectangular	0.05	0.05	0.0025	8.802E-07	5.208E-07	5.208E-07
COL 40X40	4000Psi	Rectangular	0.4	0.4	0.16	0.003605	0.002133	0.002133
COL 50x50	4000Psi	Rectangular	0.5	0.5	0.25	0.008802	0.005208	0.005208
VIG 40X50	4000Psi	Rectangular	0.5	0.4	0.2	0.005474	0.004167	0.002667

TABLE: Area Section Properties

Section	Material	MatAngle	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Degrees	Text	Text	Yes/No	m	m
placa rampa	4000Psi	0	Shell	Shell-Thin	Yes	0.25	0.25

Condiciones Modelo

- Se utilizan elementos tipo frame con seis grados de libertad por nudo.
- Condiciones de frontera: Empotramiento en la base.
- Entrepiso como diafragma rígido.
- Se realiza análisis Sísmico por Método Modal Espectral, **Rox=7.0**

- Se realiza análisis Sísmico por Método Modal Espectral, **Roy=2.0**

1.6 Combinaciones de Carga

Según la norma NSR-10 CAP B.2 sección B.2.4.2

Combinación: Combo 1, 1.0 CM + 1.0 L
Combo 2, 1.2 CM+ 1.6 L
Combo 3, 1.2 CM + S X/R + 0.3 SY/R
Combo 4, 1.2 CM + S Y /R + 0.3 SX/R
Sobre Resistencia: Combo 5, 1.2 CM + 1.0 L+ SX/R + 0.3 SY/R
Combo 6, 0.9 CM + SX/R + 0.3 SY/R

CM: Carga Muerta

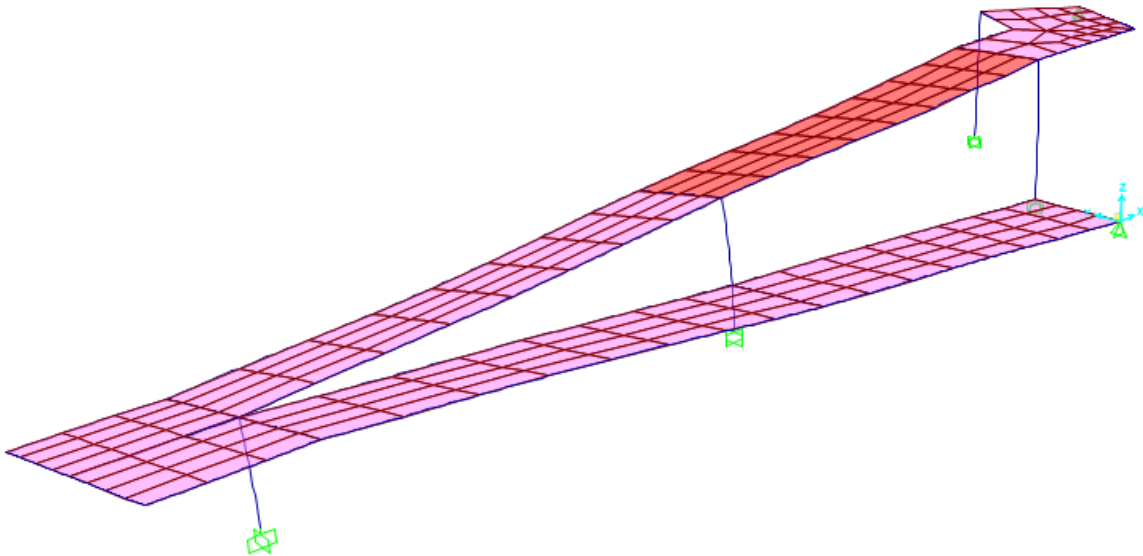
L: Carga Viva

SX: (sismo en x)

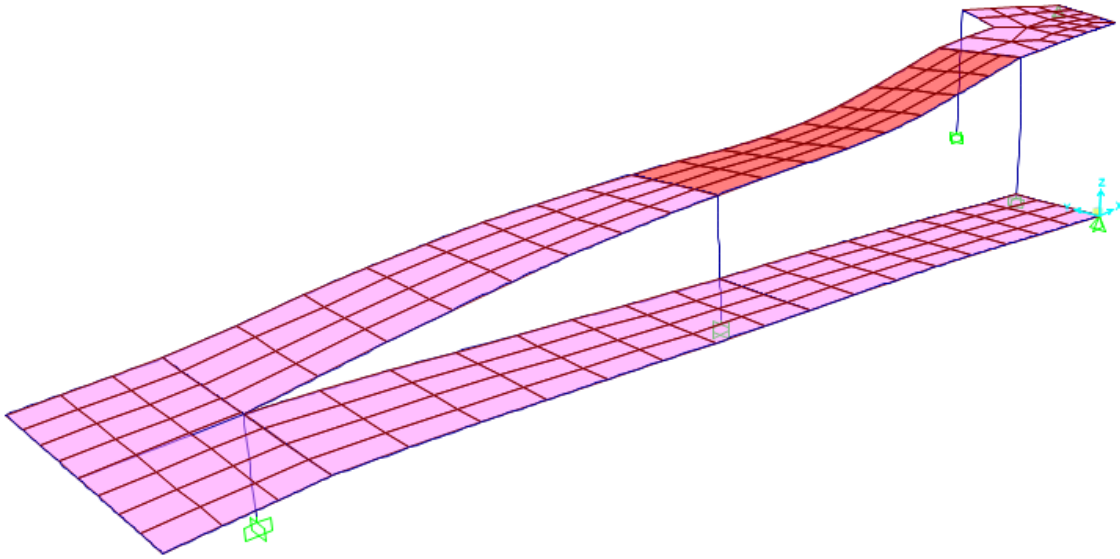
SY: (sismo en y)

MODOS DE VIBRACIÓN

SENTIDO X (T= 0.18921)



SENTIDO Y (T=0.13841)



PARÁMETROS DINÁMICOS DEL MODELO MATEMÁTICO

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.189212	0.000269	0.276921	0.011193	0.000269	0.276921
MODAL	Mode	2	0.13841	0.00636	0.000629	0.032667	0.006628	0.27755
MODAL	Mode	3	0.120845	8.698E-09	0.003946	0.08424	0.006628	0.281495
MODAL	Mode	4	0.11159	0.004831	0.015826	0.177142	0.011459	0.297321
MODAL	Mode	5	0.102956	0.028071	0.016823	0.000374	0.03953	0.314144
MODAL	Mode	6	0.089036	0.021614	0.17778	0.005261	0.061144	0.491924
MODAL	Mode	7	0.074299	0.000851	0.007376	0.142429	0.061995	0.4993
MODAL	Mode	8	0.070861	0.004044	0.022628	0.072254	0.066039	0.521928
MODAL	Mode	9	0.064533	0.003968	0.165454	0.000083	0.070007	0.687382
MODAL	Mode	10	0.060562	0.017056	0.027226	0.132283	0.087063	0.714608
MODAL	Mode	11	0.058492	0.003464	0.000003015	0.002276	0.090528	0.714611
MODAL	Mode	12	0.052682	0.009226	0.032396	0.010599	0.099754	0.747008

Ajuste de Resultados

- (b) Cuando el valor del cortante dinámico total en la base, V_{ij} , obtenido después de realizar la combinación modal, para cualquiera de las direcciones de análisis, j , sea menor que el 80 por ciento para estructuras regulares, o que el 90 por ciento para estructura irregulares, del cortante sísmico en la base, V_s , calculado como se indicó en (a), todos los parámetros de la respuesta dinámica, tales como deflexiones, derivas, fuerzas en los pisos, cortantes de piso, cortante en la base y fuerzas en los elementos de la correspondiente dirección j deben multiplicarse por el siguiente factor de modificación:

$$0.80 \frac{V_s}{V_{ij}} \text{ para estructuras regulares} \quad (\text{A.5.4-4})$$

A-70

NSR-10 — Capítulo A.5 — Método del análisis dinámico

$$0.90 \frac{V_s}{V_{ij}} \text{ para estructuras irregulares} \quad (\text{A.5.4-5})$$

- (c) Cuando el cortante sísmico en la base, V_{ij} , obtenido después de realizar la combinación modal, para cualquiera de las direcciones principales, excede los valores prescritos en (a), todos los parámetros de la respuesta dinámica total, tales como deflexiones, derivas, fuerzas en los pisos, cortantes de piso, cortante en la base y fuerzas en los elementos, pueden reducirse proporcionalmente, a juicio del diseñador.

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
2	DEAD	LinStatic	1.4939	-1.2598	38.5615	-2.28992	0.96271	0.44878
2	PERMANENTE	LinStatic	0.0344	-0.1615	3.952	-0.4131	0.0541	0.06167
4	DEAD	LinStatic	3.025	1.062	40.8201	1.79905	1.84221	-0.05702
4	PERMANENTE	LinStatic	0.8647	0.1312	2.7703	0.17394	0.42037	-0.00717
5	DEAD	LinStatic	4.5758	3.3512	23.5414	-3.72504	12.26028	0.51102
5	PERMANENTE	LinStatic	0.4278	0.3683	1.849	-0.40898	1.3504	0.04827
6	DEAD	LinStatic	-0.6232	0.4208	2.7578	0	0	0
6	PERMANENTE	LinStatic	-0.1845	0.0849	0.4111	0	0	0
20	DEAD	LinStatic	-7.1201	-1.6941	2.4538	0	0	0
20	PERMANENTE	LinStatic	-0.9847	-0.2585	0.17	0	0	0
22	DEAD	LinStatic	-1.3513	-1.88	7.0355	2.41754	-1.74784	0.20703
22	PERMANENTE	LinStatic	-0.1577	-0.1644	0.4547	0.22469	-0.20423	0.02348
					124.7772	Tn		

TABLE: Base Reactions				
OutputCase	CaseType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ
Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf
DEAD	LinStatic	1.886E-12	8.409E-12	115.1701
PERMANENTE	LinStatic	1.213E-13	8.774E-13	9.6071
SPECX	LinRespSpec	112.7061	31.1545	14.8748
SPECY	LinRespSpec	55.2815	112.9981	31.1991

Ajuste	
Wdead	115.1701
Wperm	9.6071
Wt (ton)	124.7772
V (Sa*W)	141.3492
SPECX	112.7061
SPECY	112.9981
0.8*V	113.0793
Fax	1.003312
Fay	1.000719

1.6.1 Distribución de cargas

Carga Permanente: 100 Kg/m²:

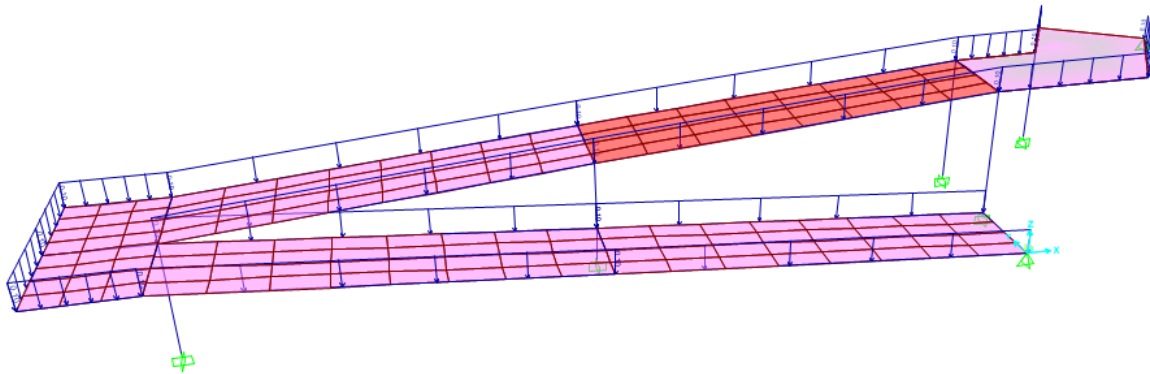


FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN DE CARGA PERMANENTE

Carga Viva: 500 Kg/m²:

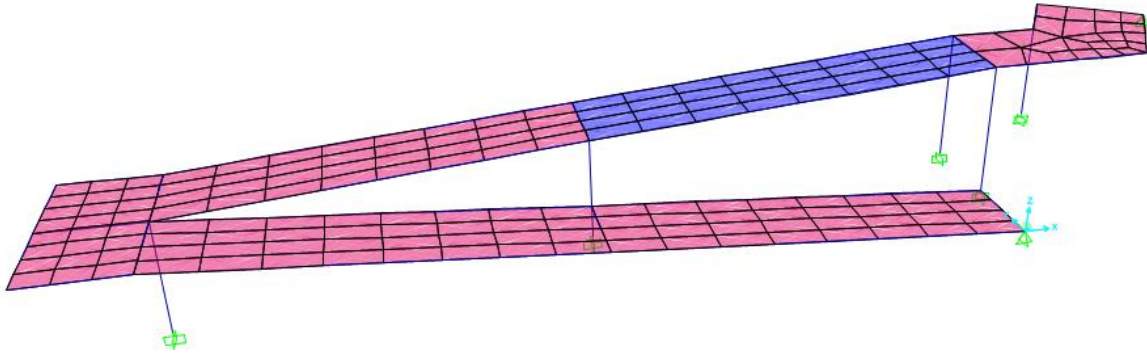


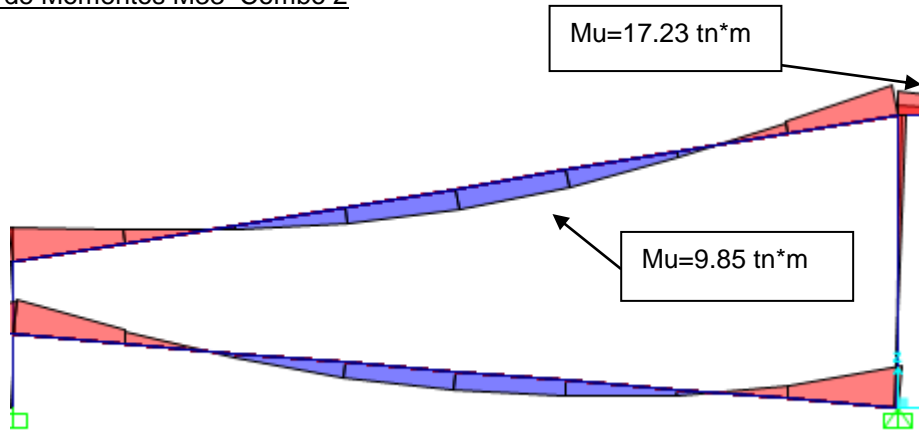
FIGURA 5. DISTRIBUCION DE CARGA VIVA

1.7 Resultados

Teniendo en cuenta las cargas se obtuvieron los siguientes resultados:

1.7.1 Axiales, Momentos y Cortantes

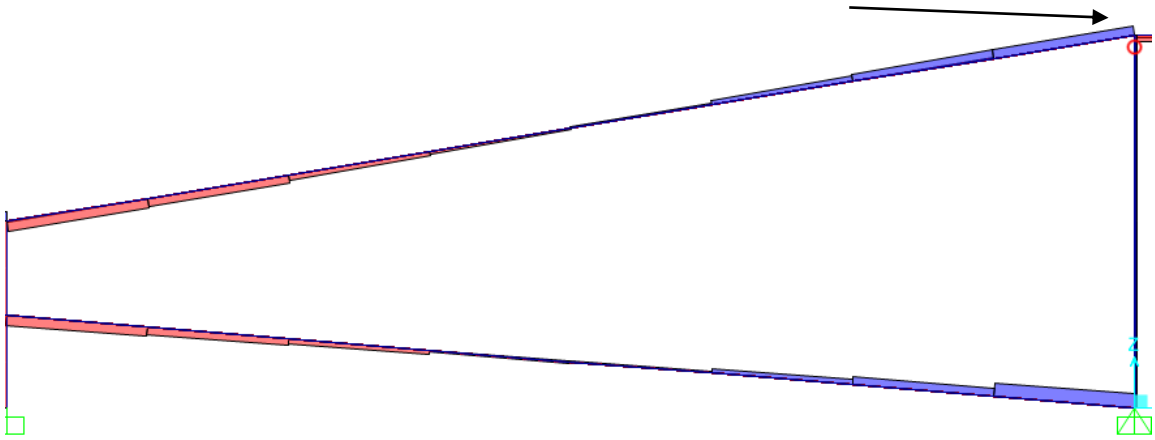
Diagrama de Momentos M33 Combo 2



FÍGURA 6. DIAGRAMA DE MOMENTO M33 (COMBO 2)

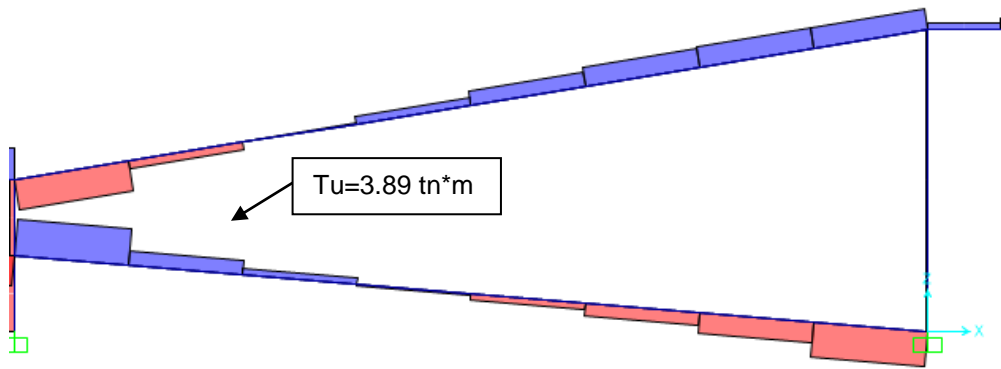
Diagrama de Cortante V22 Combo 2

$V_u = 8.92 \text{ tn}$



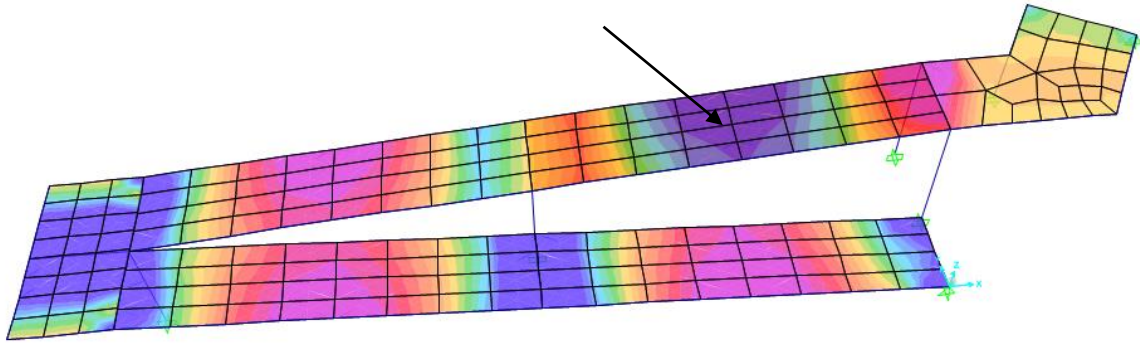
FÍGURA 7. DIAGRAMA DE CORTANTE V22 (COMBO 2)

Diagrama de Torsiones Combo 2



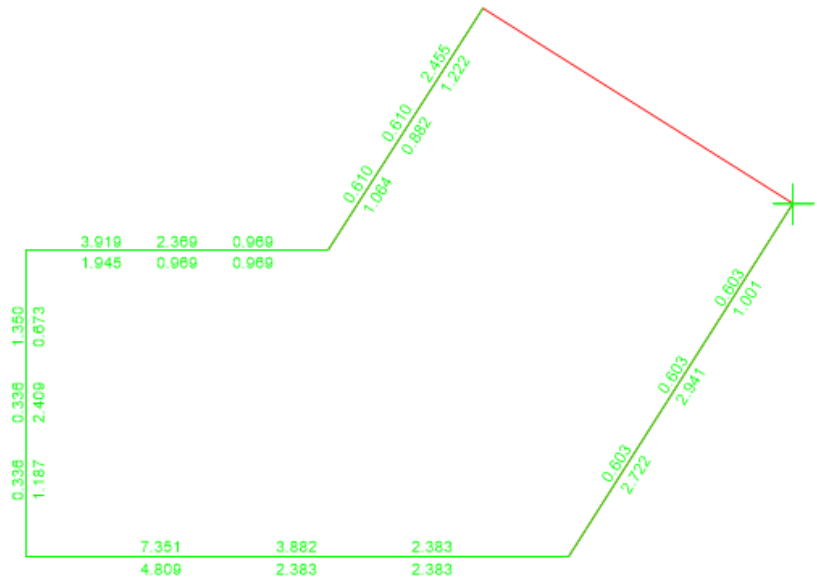
FÍGURA 8. DIAGRAMA DE TORSORES T (COMBO 2)

$M_u = 4.14 \text{ tn}^* \text{m/m}$

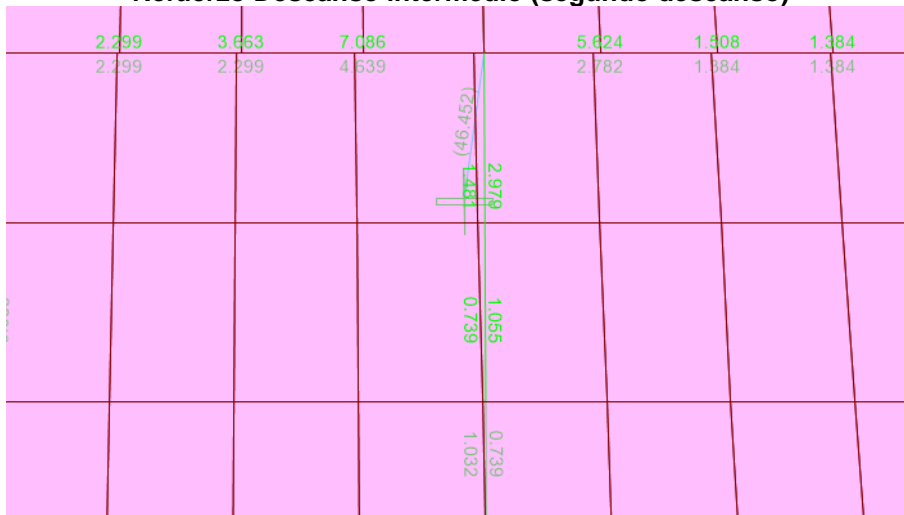


FÍGURA 11. DIAGRAMA M11 (COMBO 2)

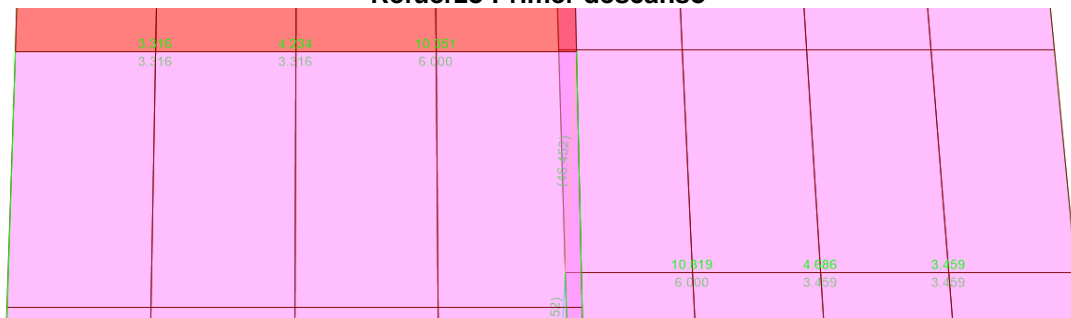
1.8 Diseño de los Elementos



Reforzo Descanso intermedio (segundo descanso)



Reforzo Primer descanso



Refuerzo Inicio y Fin de rampa

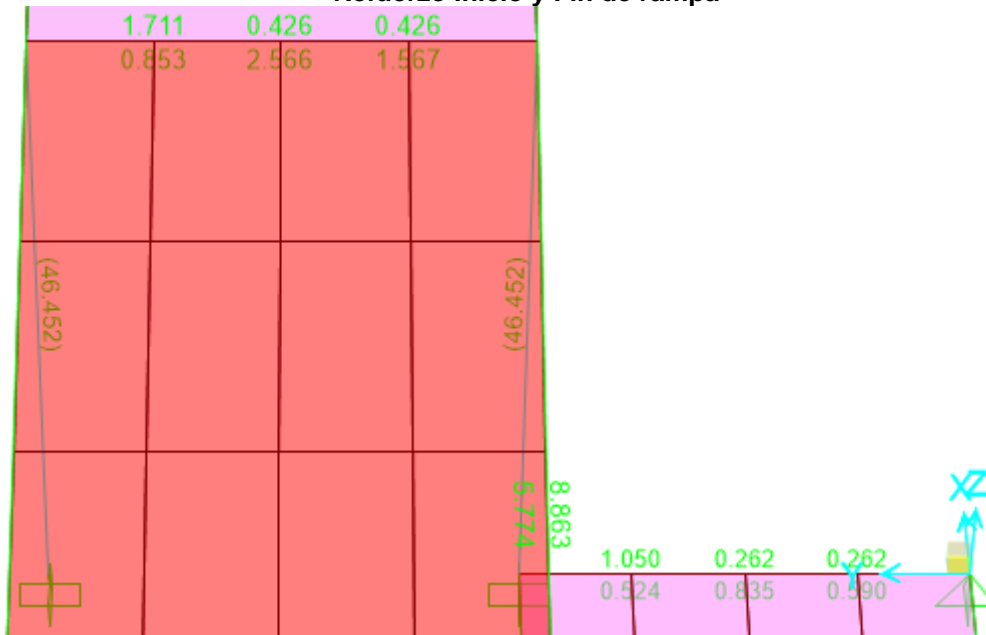
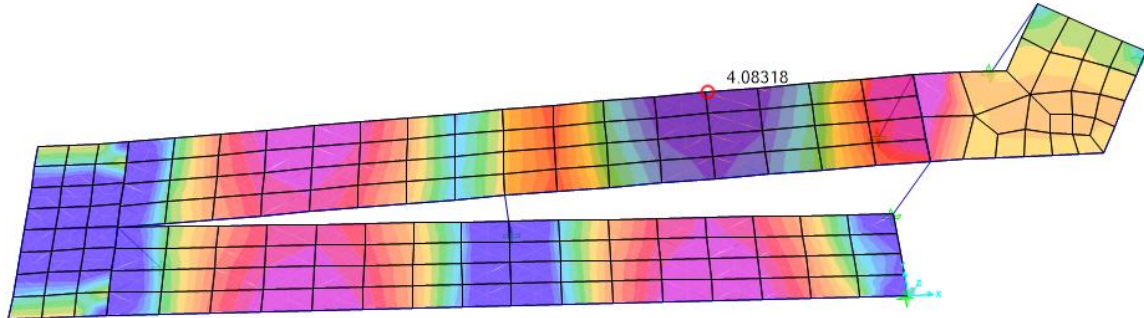


TABLE: Concrete Design 1 - Column Summary Data - ACI 318-08/IBC2009					
Frame	DesignSect	VMajCombo	VMajRebar	VMinCombo	VMinRebar
Text	Text	Text	cm2/cm	Text	cm2/cm
1	COL 50x50	COMB10(ELU)	0	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417
1	COL 50x50	COMB10(ELU)	0	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417
1	COL 50x50	COMB10(ELU)	0	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417
2	COL 50x50	COMB10(ELU) (Sp)	0	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417
2	COL 50x50	COMB10(ELU) (Sp)	0	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417
2	COL 50x50	COMB10(ELU) (Sp)	0	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417
15	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.2069
15	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.2069
15	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.2069
19	COL 50x50	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417
19	COL 50x50	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417
19	COL 50x50	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417
20	COL 50x50	COMB10(ELU) (Sp)	0.0737	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417
20	COL 50x50	COMB10(ELU) (Sp)	0.0737	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417
20	COL 50x50	COMB10(ELU) (Sp)	0.0737	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417
26	COL 50x50	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417
26	COL 50x50	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417
26	COL 50x50	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417

Diseño placa rampa

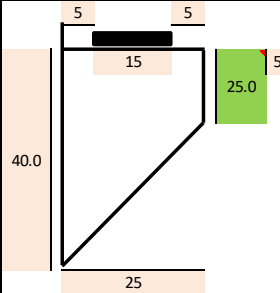
DATOS DE ENTRADA			
MATERIALES		SECCIÓN	
Fy =	420 Mpa	base =	1.00 m
F'c =	28 Mpa	altura =	0.25 m
FUERZAS		rec. vertical =	0.050 m
Momento último =	4.20 Ton.m	d =	0.200 m
Cortante apoyo =	7.1 Ton	Base apoyo viga =	0.20 m

REFUERZO			
A FLEXIÓN		A CORTANTE	
DISEÑO		Dist. donde (V=0) =	2.20 m
Varilla a utilizar =	No. 4	FLEJES CONSTRUCTIVOS	
No. Varillas =	6	Fleje a utilizar =	No. 3
rec. lateral =	3.00 cm	Fy fleje =	420 Mpa
bmin =	25.00 cm	# Ramas =	2
		Separación =	-12.61 cm
		S sugerida =	10.00 cm



Diseño Ménsula

Datos de Entrada			
Materiales		Otros	
$f'_c =$	21 MPa	$\mu =$	1.00
$F_y =$	420 MPa	Ancho (b_w) =	45.00 cm
Cargas		Rec. lateral =	5.00 cm
Reacción última =	3.55 Ton	$a =$	17.50 cm
Peso Propio =	0.088 Ton		
Cálculos			
Reacciones		Cortante	
$R_D =$	0.088 Ton	$V_u =$	3.66 Ton
$R_u =$	3.55 Ton	$A_{vf} =$	1.16 cm ²
		$\phi V_n =$	3.66 Ton
Flexión		Para resistir N_{uc}	
$M_u =$	0.68 Ton.m	$N_{uc} =$	0.73 Ton
$A_f =$	0.77 cm ²	$A_n =$	0.23 cm ²



C.11.6.4.3 — El coeficiente de fricción μ en las ecuaciones (C.11-25) y (C.11-26) debe ser tomado como:

Para concreto colocado monolíticamente 1.0 λ

Concreto colocado sobre concreto endurecido con la superficie intencionalmente rugosa como se especifica en C.11.6.9 1.0 λ

Concreto colocado sobre concreto endurecido no intencionalmente rugoso 0.6 λ

Concreto anclado a acero estructural mediante pernos con cabeza o mediante barras de refuerzo (véase C.11.6.10) 0.7 λ

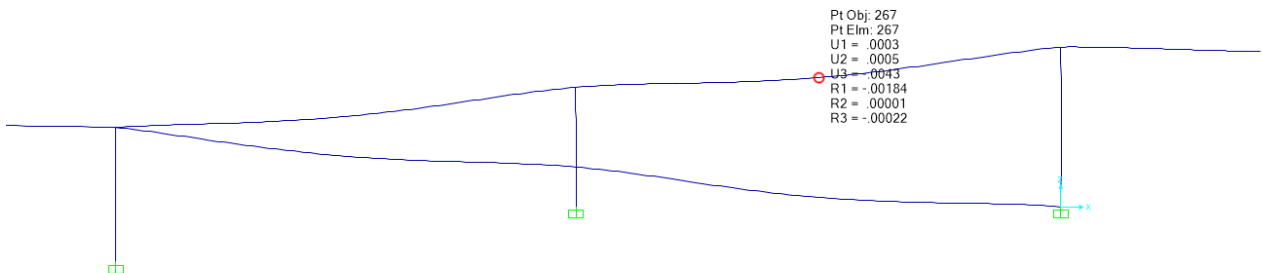
donde $\lambda = 1.0$ para concreto normal, 0.75 para concreto liviano en todos sus componentes. Para otros casos λ debe ser determinado con base en las dosificaciones volumétricas de los agregados de peso liviano y normal como se especifica en C.8.6.1, pero no debe exceder de 0.85.

Refuerzo			
A Flexión		A Cortante	
$A_{sc \text{ manual}} =$	8.00 cm ²	$A_h =$	3.88 cm ²
$A_{sc} =$	1.01 cm ²	Tipo Varilla =	No. 4
Tipo Varilla =	No. 5	No ramas =	2
No. Varillas =	5	# Flejes a 2/3 d =	3
$A_{su} =$	9.95 cm ²	Sep =	7.78 cm
$A_{su}/A_{sc} =$	124.38%	Revisión =	Cumple
$b_{min} =$	30.49 cm	$A_{sc}/bd \geq 0.04 f'_c / F_y$	
$M \text{ nominal} =$	13.54 Ton.m		

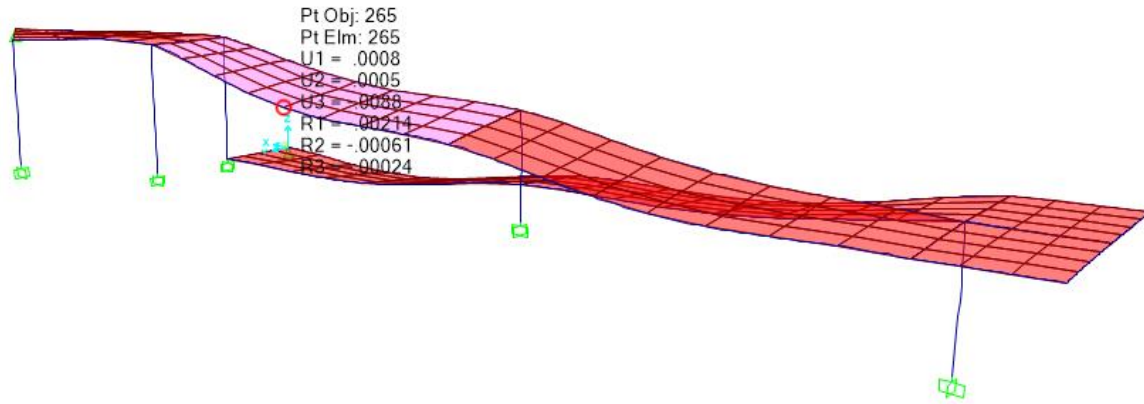
NOTA: Todos los refuerzos por construcción son de 1/2".

1.9 Control de deflexiones

Deflexión activa=4.30 mm
 Límite= $L/240=9730/240=40.54$ mm
Luego o.k!!



Deflexión activa=8.8 mm
 Límite= $L/240=2250/240=9.38$ mm
Luego o.k!!



1.10 Diseño de cimentación

Reacciones en la base

TABLE: Joint Reactions

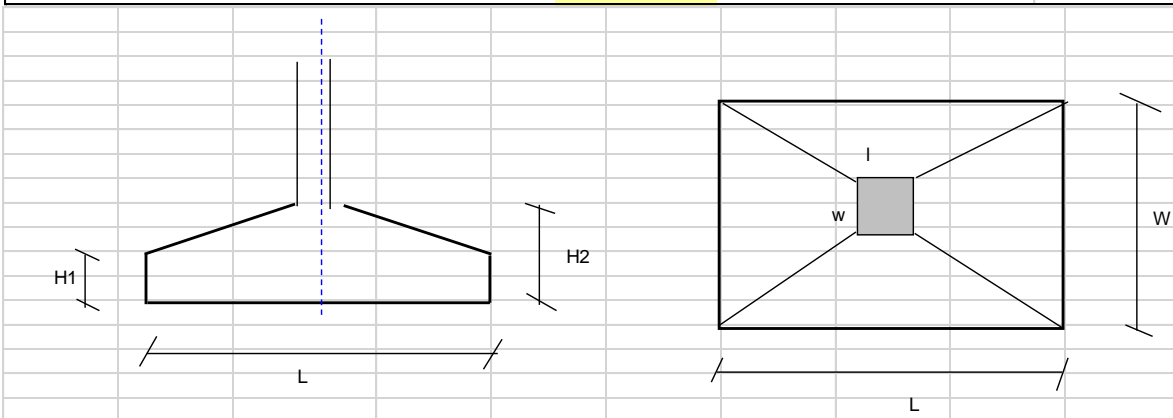
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
2	CIM	Combination	-0.1346	-1.9188	64.1388	-6.67891	-0.24316	0.98578
4	CIM	Combination	4.3894	1.1498	57.6322	1.23025	3.60636	0.1787
5	CIM	Combination	6.2559	1.4531	27.2022	-4.36709	21.04684	0.30703
6	CIM	Combination	-4.3446	1.9011	5.4788	0	0	0
15	CIM	Combination	-0.7369	-1.7053	15.84	2.30823	-0.83888	0.09701
20	CIM	Combination	-5.2199	0.5504	5.3862	0	0	0
22	CIM	Combination	-0.2894	-1.4303	5.0987	1.64626	-0.47567	0.09161

ZAPATA Z-1

DATOS DE ENTRADA					
Capacidad portante suelo σ (Ton/m²)=	14.5				
Carga P1 exterior (Tn)=	64.139	(SIN MAYORAR)			
P. propio cimiento (Tn)=	6.4139				
Σ P1 (Ton)=	70.5529				
Factor de Mayoración	1.5				Especificaciones:
					f c (kg/cm ²)= 210
					f y (kg/cm ²)= 4200
Columna					
w (m)=	0.50				
l (m)=	0.50				
Calibre de la varilla longitudinal de la columna No	Nº 7				
Area (m2)=	4.87				
Valores recomendados para W, L, H1 y H2					
W (m)	2.21				
L (m)	2.21				
H1 (m)	0.15				
H2 (m)	0.58				
Tomar:					
W (m)	1.6				
L (m)	3.2				
H1 (m)	0.25				
H2 (m)	0.5				
Area real (m ²)=	5.12				
Reaccion zapata					
σ eta (Tn/m2)=	13.78				
σ ultima (Tn/m2)=	19.32				

DISEÑO					
Sentido Corto				Sentido Largo	
Zapata:					
M ultimo borde columna (T*m)	9.351			28.168	
d sugerido (cms)	50.92			50.92	
Tomar d (cms)=	43			43	
REVISION DE CORTANTE					
Punzonamiento					
Vu(d/2) (Ton)=	79.50			79.50	
vu (d/2) (Kg/cm ²)	6.43	✓		5.48	✓
Como Viga Ancha					
Vu (d) (Ton)=	7.42			36.17	
vu (d) (Kg/cm ²)	0.54	✓		1.08	✓
FLEXION					
Refuerzo					
p calculada	0.00042			0.00260	
p agrietamiento	0.00210		$M_{cr} = f_r I_g / Y_1$	0.00210	
p usada	0.00180		$f_r = 1.98 * (f_c)^{0.5}$	0.00260	
As (cm ²)=	24.768		$f_r = 28.69 \text{ kg/cm}^2$	17.8765081	

Usar zapata					
L (mts)=		3.2			
W(mts)=		1.6			
H1 (mts)=		0.25			
H2 (mts)=		0.5			
Se sugiere usar					
para refuerzo sentido corto:					
	13 barras No	5	cada	26 cms	
para refuerzo sentido largo:					
	10 barras No	5	cada	16 cms	



ZAPATA Z-2

DATOS DE ENTRADA					
Capacidad portante suelo σ (Ton/m ²)=	14.5				
Carga P1 exterior (Tn)=	10.708	(SIN MAYORAR)			
P.propio cimiento (Tn)=	1.0708				
Σ P1 (Ton)=	11.7788				Especificaciones:
Factor de Mayoración	1.5				f'c (kg/cm ²)= 210
Columna					f'y (kg/cm ²)= 4200
w (m)=	0.40				
l (m)=	0.40				
Calibre de la varilla longitudinal de la columna No	Nº 7				
Area (m ²)=	0.81				
Valores recomendados para W, L, H1 y H2					
W (m)	0.90				
L (m)	0.90				
H1 (m)	0.15				
H2 (m)	0.58				
Tomar:					
W (m)	1.2				
L (m)	1.2				
H1 (m)	0.25				
H2 (m)	0.5				
Area real (m ²)=	1.44				
Reaccion zapata					
σ meta (Tn/m ²)=	8.18				
σ ultima (Tn/m ²)=	10.92				

DISEÑO					
Sentido Corto					Sentido Largo
Zapata:					
M ultimo borde columna (T*m)	0.803				0.803
d sugerido (cms)	50.92				50.92
Tomar d (cms)=	43				43
REVISION DE CORTANTE					
Punzonamiento					
Vu(d/2) (Ton)=	6.62				6.62
ν u (d/2) (Kg/cm ²)	0.64		✓		0.64
Como Viga Ancha					
Vu (d) (Ton)=	-1.05				2.23
ν u (d) (Kg/cm ²)	-0.20		✓		-0.20
FLEXION					
Refuerzo					
ρ calculada	0.00010				0.00010
ρ agrietamiento	0.00210	$M_{cr} =$	$f_r I_x / Y_i$		0.00210
ρ usada	0.00180	$f_r =$	$1.98 * (f'c)^{0.5}$		0.00180
As (cm ²)=	9.288	$f_r =$	28.69 kg/cm ²		9.288

Usar zapata			
L (mts)=		1.2	
W(mts)=		1.2	
H1 (mts)=		0.25	
H2 (mts)=		0.5	
Se sugiere usar			
para refuerzo sentido corto:			
	5 barras No	5	cada 26 cms
para refuerzo sentido largo:			
	5 barras No	5	cada 26 cms

