

FIG 1.1.14 (b)

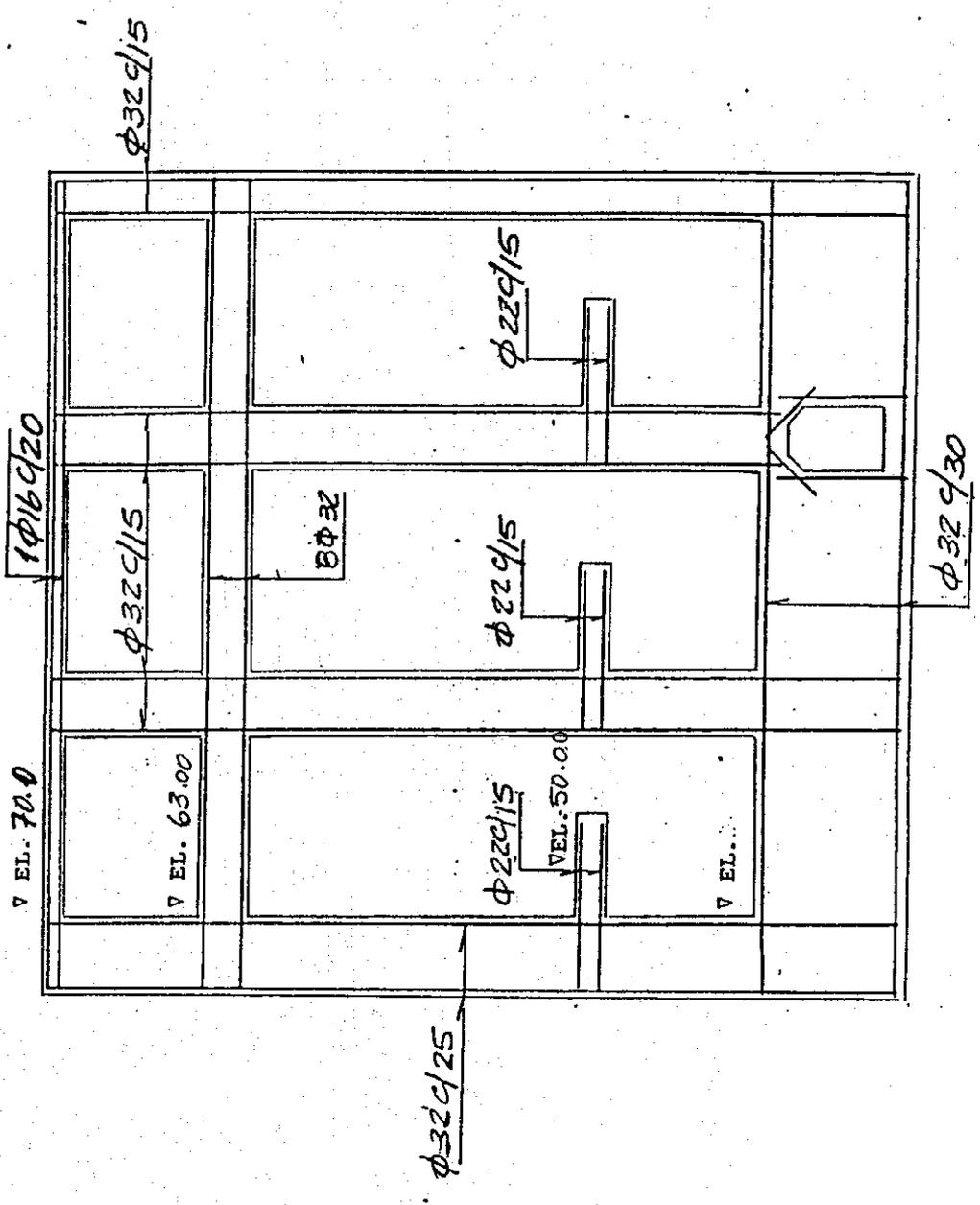


Fig. 1.1.14(c) B-B

1-1-137

136

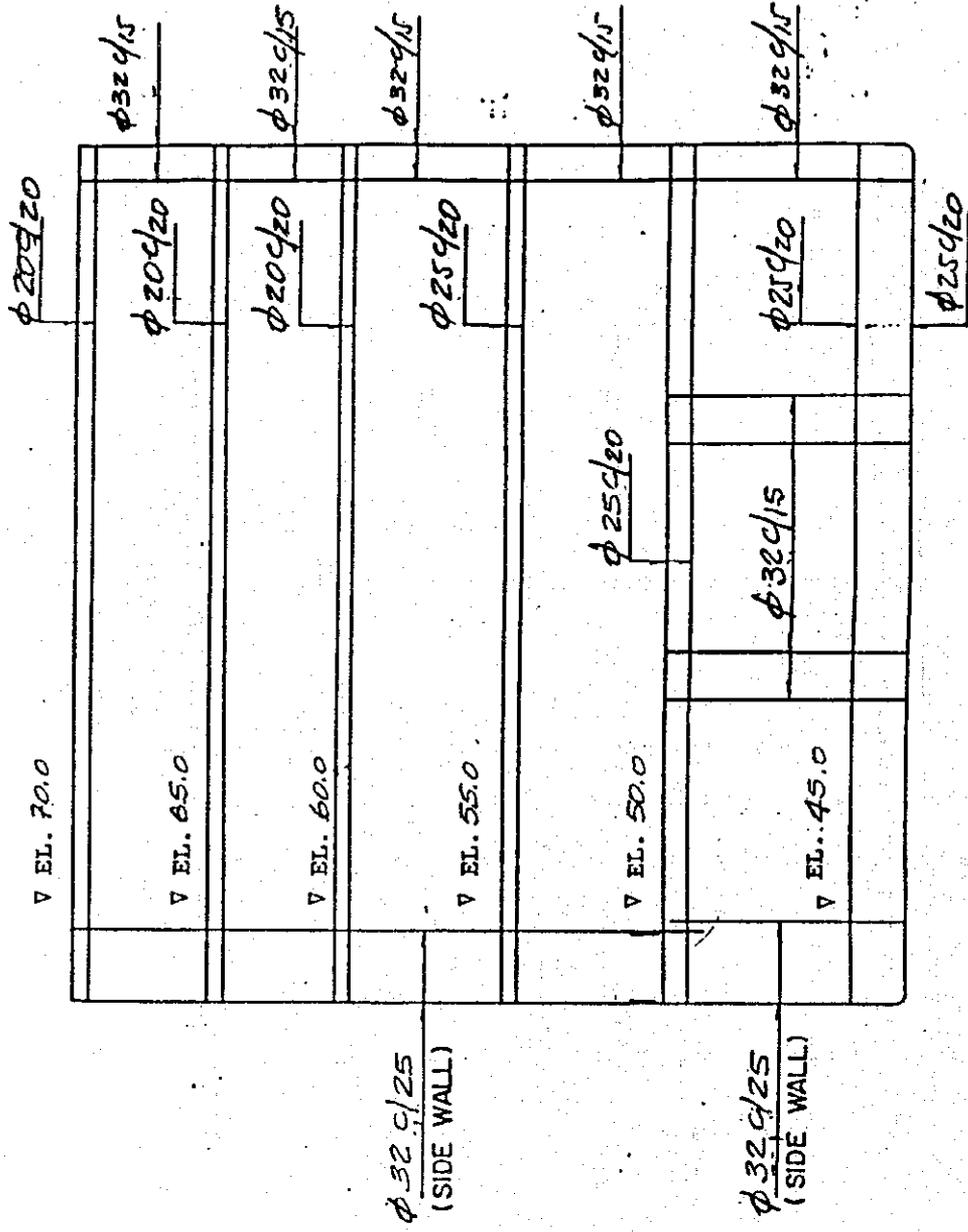


Fig. 1.1.14(d) C-C (PARED)

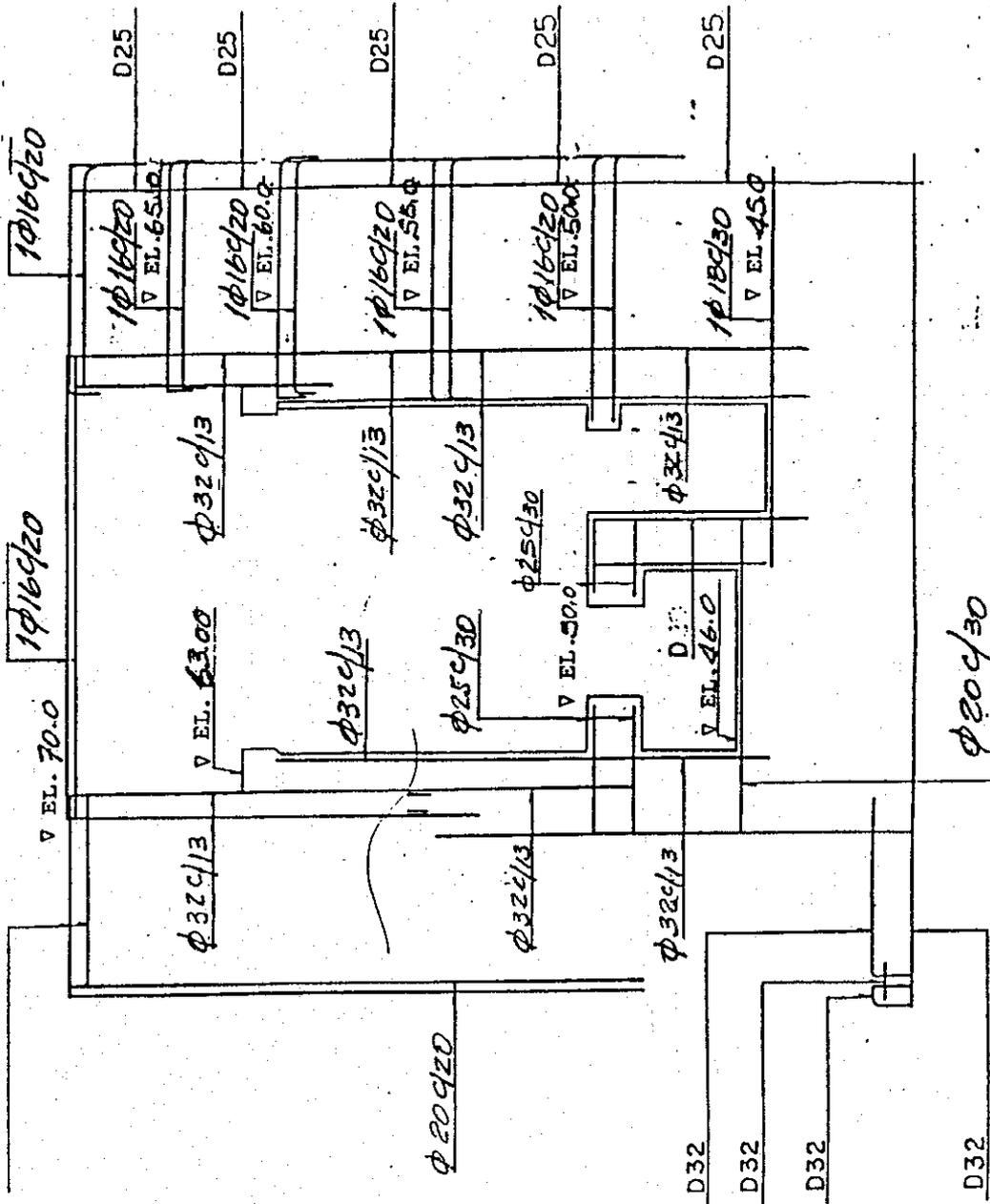


Fig. 1.1.14(e) D-D  
 (LOSA)  
 (REFUERZO)

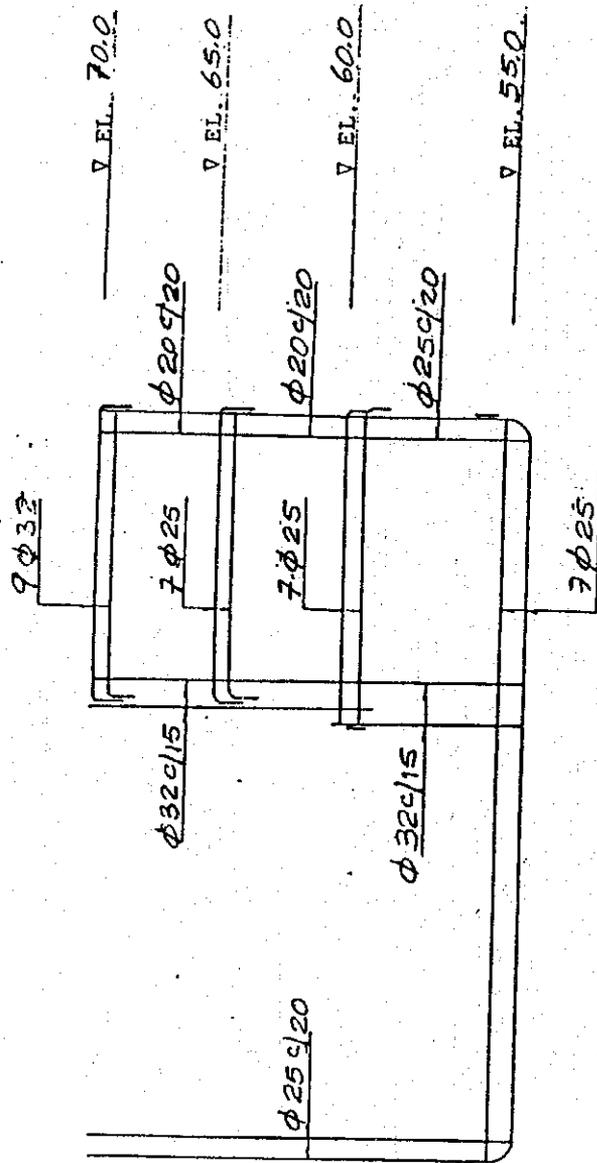


Fig. 1.1.14(f) E-E ( VIGA Y COLUMNA )

## (B) DISEÑO ESTRUCTURAL DE VIGAS Y LOSAS

El sistema estructural de losas y vigas para:

- i) cubierta y cuarto de control
- ii) galería de cables y laboratorio
- iii) cuarto de máquinas
- iv) cuarto del motor

se diseñan como estructuras continuas y monolíticas.

El cuarto de válvulas se le El. 420 a El. 450

se considera como hormigón masivo y se especifica un refuerzo mínimo.

El modelo de cálculo para las losas y vigas se ilustra en la fig. 1.1.15. y la planta de cada elevación se ilustra en las fig. 1.1.16. a fig. 1.1.20 respectivamente.

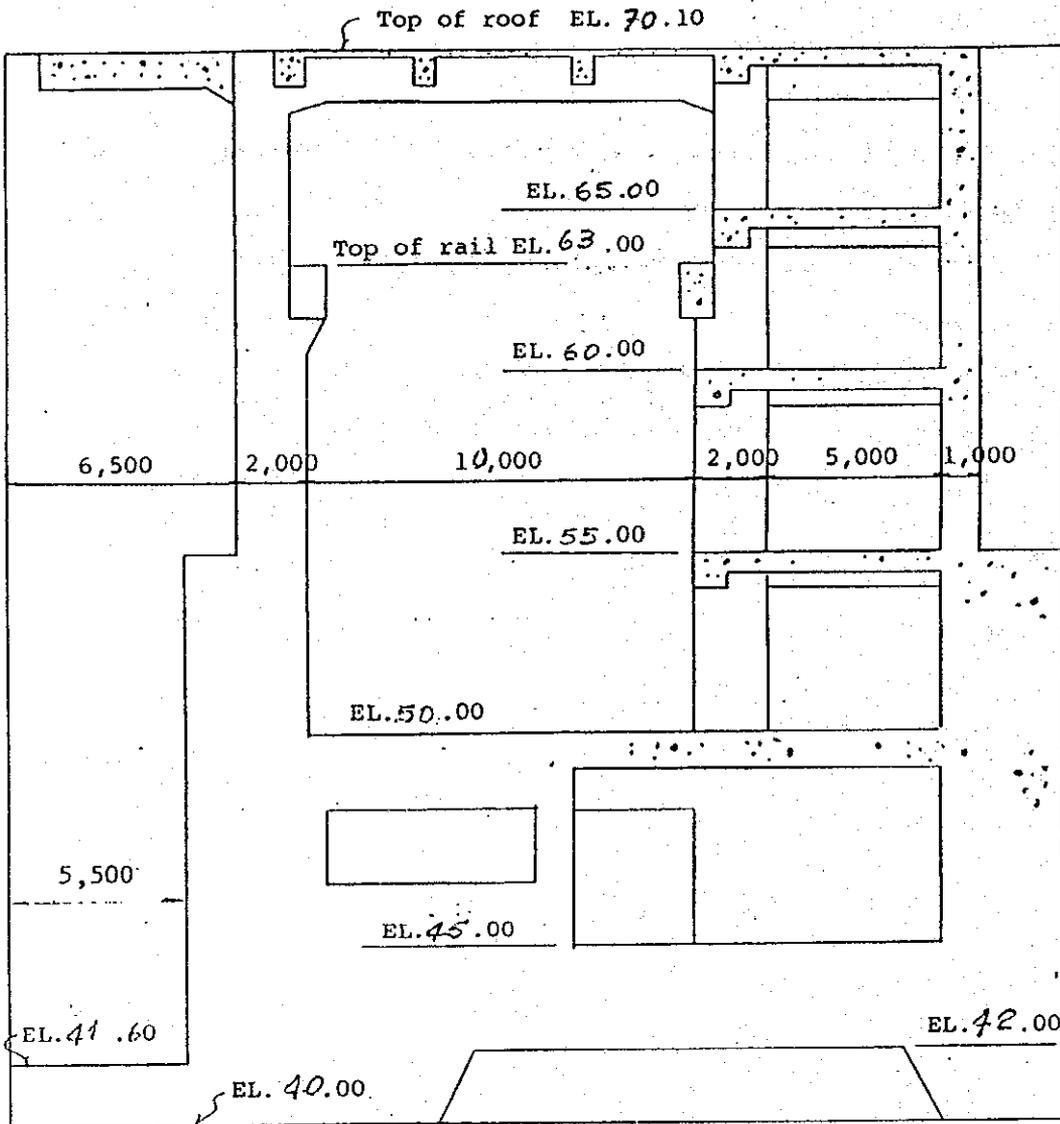


Fig. 1.1.15 MODELO ESTRUCTURAL DE VIGAS Y LOSAS

## 1) MODELO ESTRUCTURAL DE LOSAS

Las losas de piso de cada planta se clasifican dentro de los 6 tipos que se señalan, de acuerdo a las condiciones de apoyo. Las condiciones de apoyo se especifican tomando en cuenta las aberturas y fundaciones de equipos, alumbrado eléctrico, y tuberías etc. Las losas se diseñan como placas reforzadas en dos direcciones.

Tipo 1: Losa en 2 direcciones con 4 lados empotrados

Tipo 2: " " " " con 3 lados empotrados  
y un lado articulado

Tipo 3: Losa en 2 direcciones con 3 lados empotrados  
y un extremo libre.

Tipo 4: Losa en 2 direcciones con 2 lados empotrados  
y dos extremos articulados.

Tipo 5: Losa en 2 direcciones con dos extremos empotrados  
y 2 extremos libres.

Tipo 6: Losa en 2 direcciones con un extremo empotrado,  
un extremo libre, y dos extremos articulados.

CONDICIONES DE APOYO Y DIMENSIONES

PISO	EJE	CONDICION DE APOYO	Lx (m)	Ly (m)
EL. 70.10 (h=50 cm)	1-2	TYPE-2	5.00	7.00
	2-3	TYPE-4	6.00	6.50
	3-4,7-8	TYPE-3	2.50	7.00
	4-5,5-6,6-7	TYPE-1	6.50	7.00
EL. 65.00 (h=50 cm)	1-2	TYPE-2	5.50	6.50
	2-3,4-5,5-6,6-7	TYPE-1	8.00	6.50
	3-4,7-8	TYPE-3	8.00	2.50
EL. 60.00 (h=50 cm)	3-4,6-7,7-8	TYPE-3	5.50	7.00
	2-3,4-5,5-6	TYPE-1	8.00	7.00
	1-2	TYPE-2	7.00	7.00
EL. 55.00 (h=50 cm)	1-2	TYPE-4	4.00	6.00
	2-3	TYPE-2	5.00	7.00
	3-4,6-7,7-8	TYPE-3	7.00	2.50
	4-5	TYPE-2	7.00	4.00
	5-6	TYPE-1	8.00	7.00
EL. 50.00 (h=50 cm)	1-2,2-3,5-6,6-7	TYPE-2	7.00	10.00
	3-4,4-5	TYPE-2	7.50	10.00

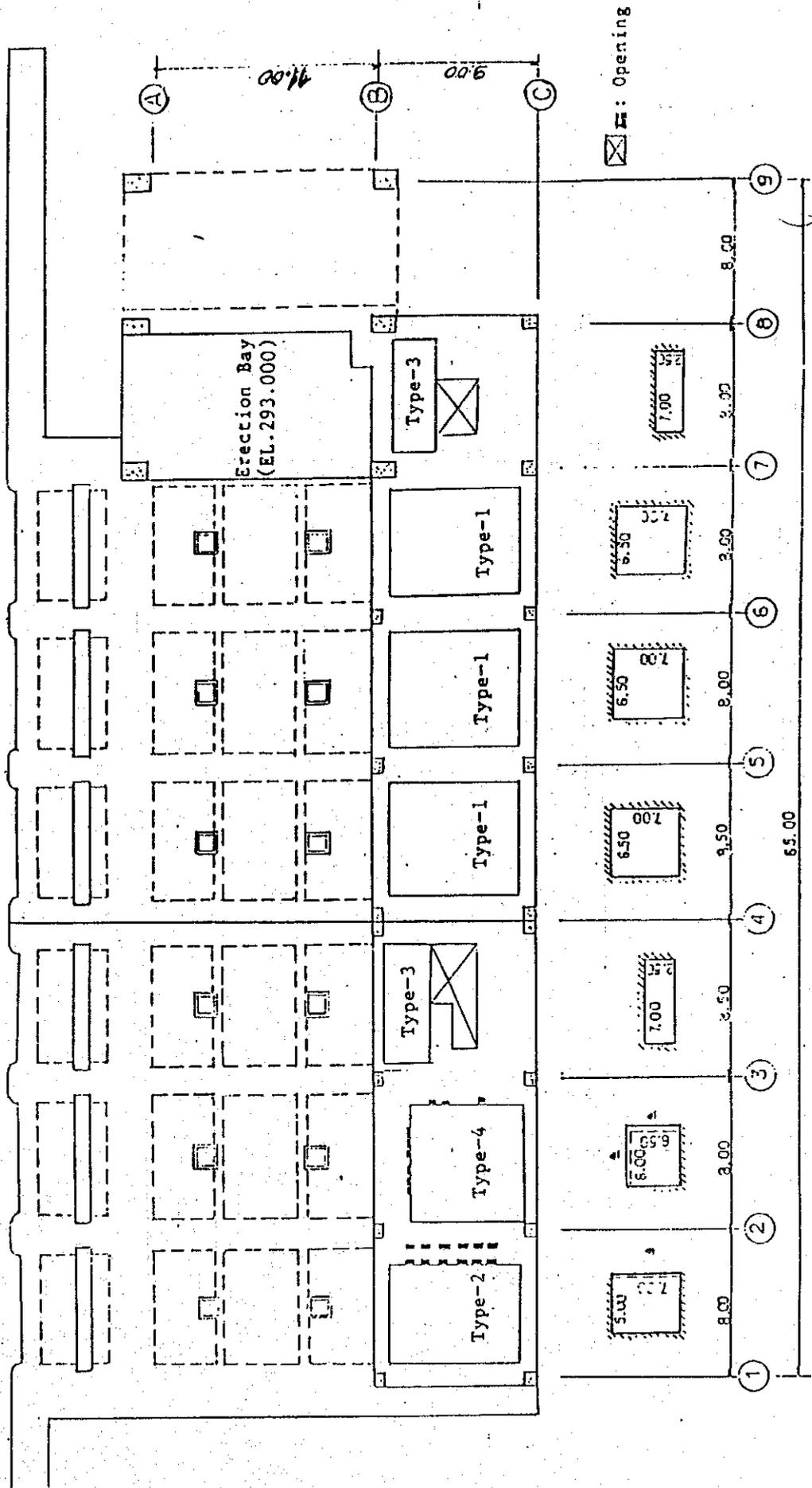


Fig. 1.1.16 PLAN (30.10)

1-1-145

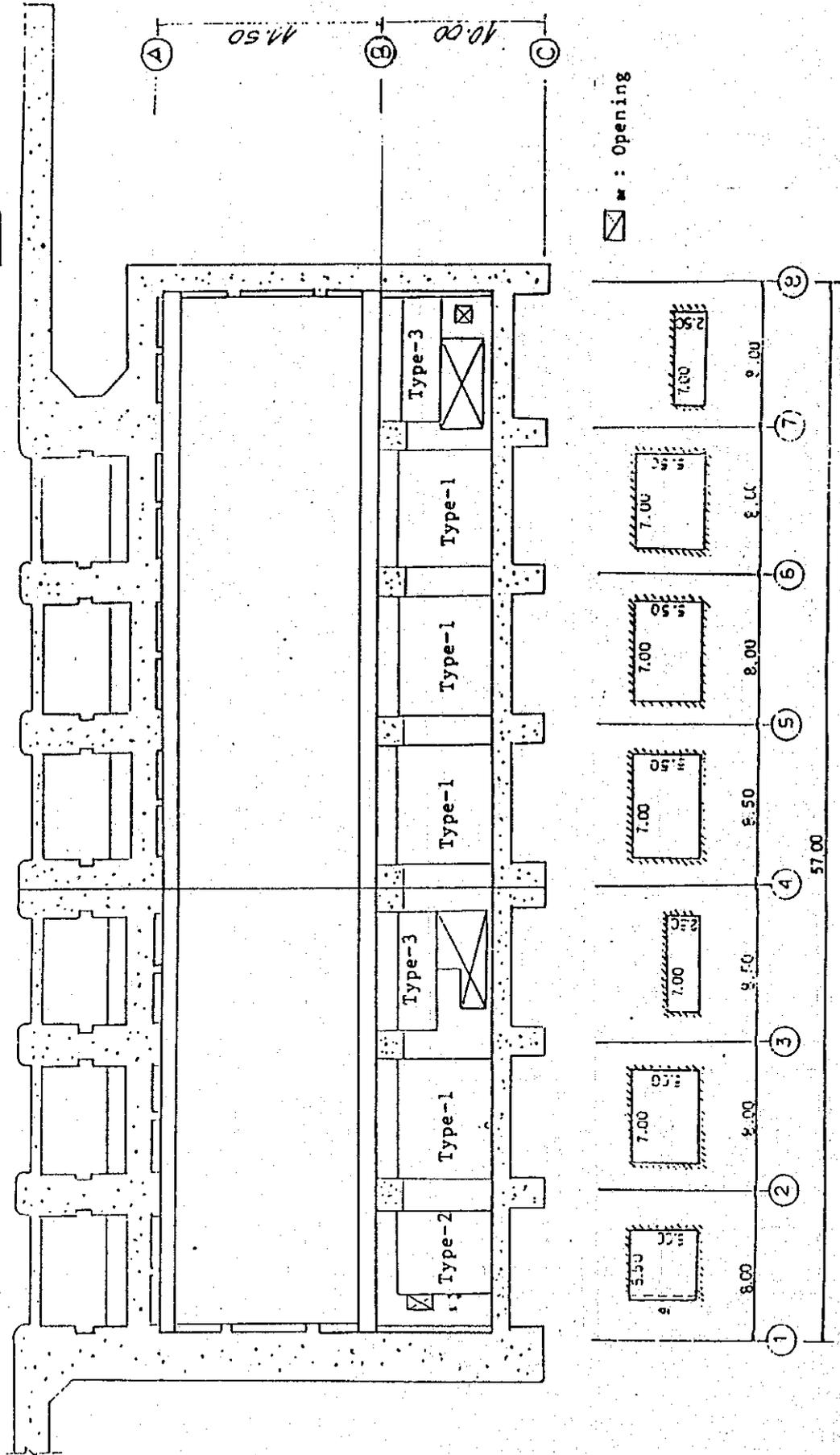


Fig. 1.17 PLAN (65.00)

1-1-146

145

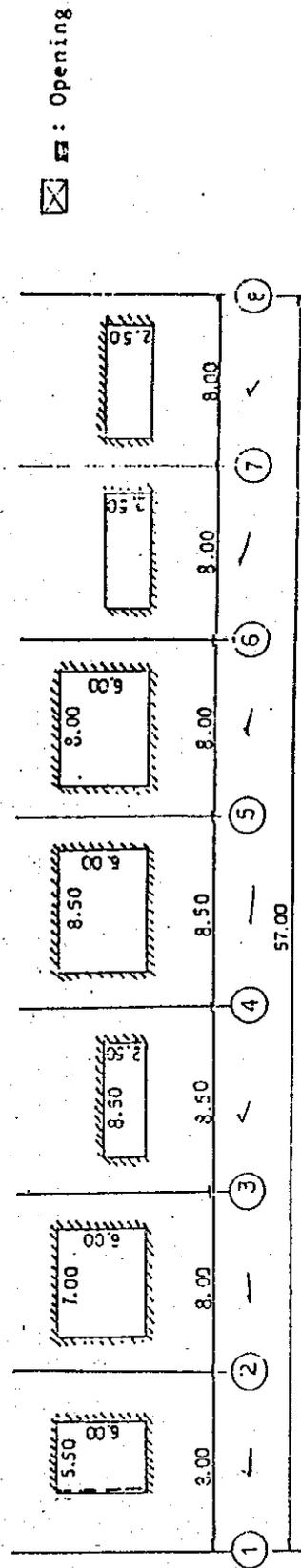
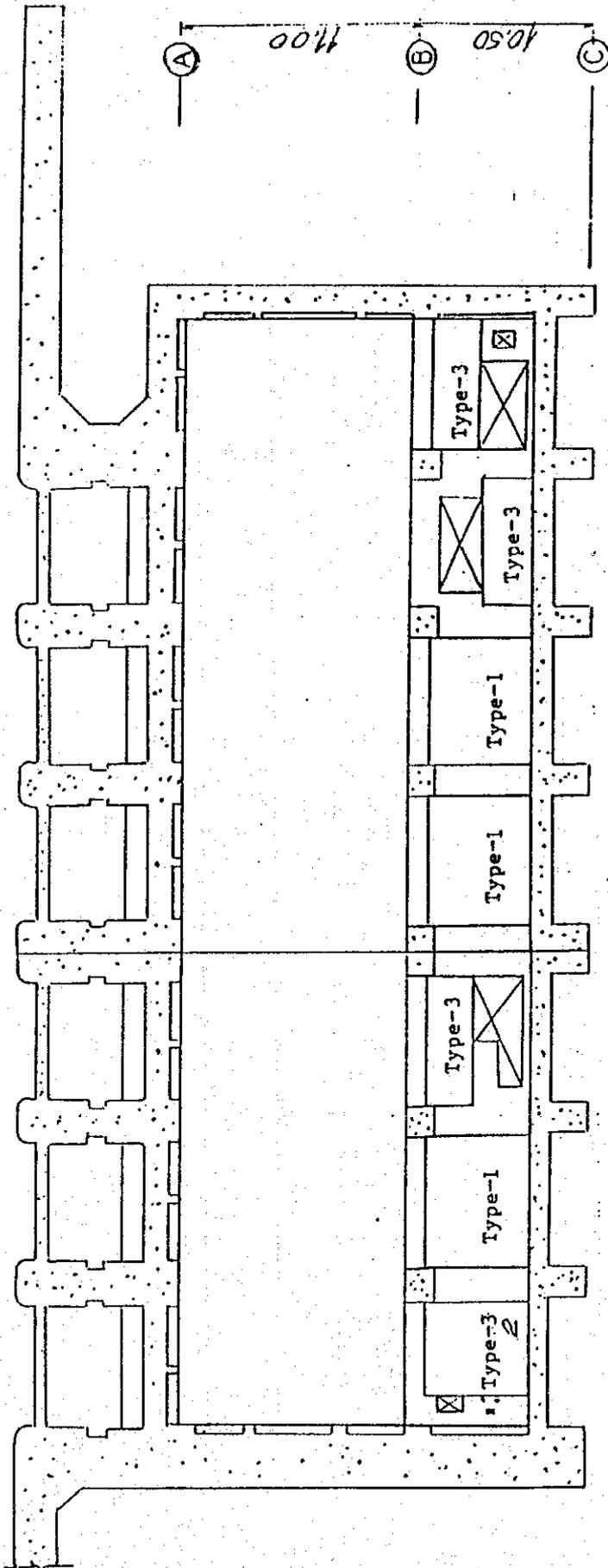
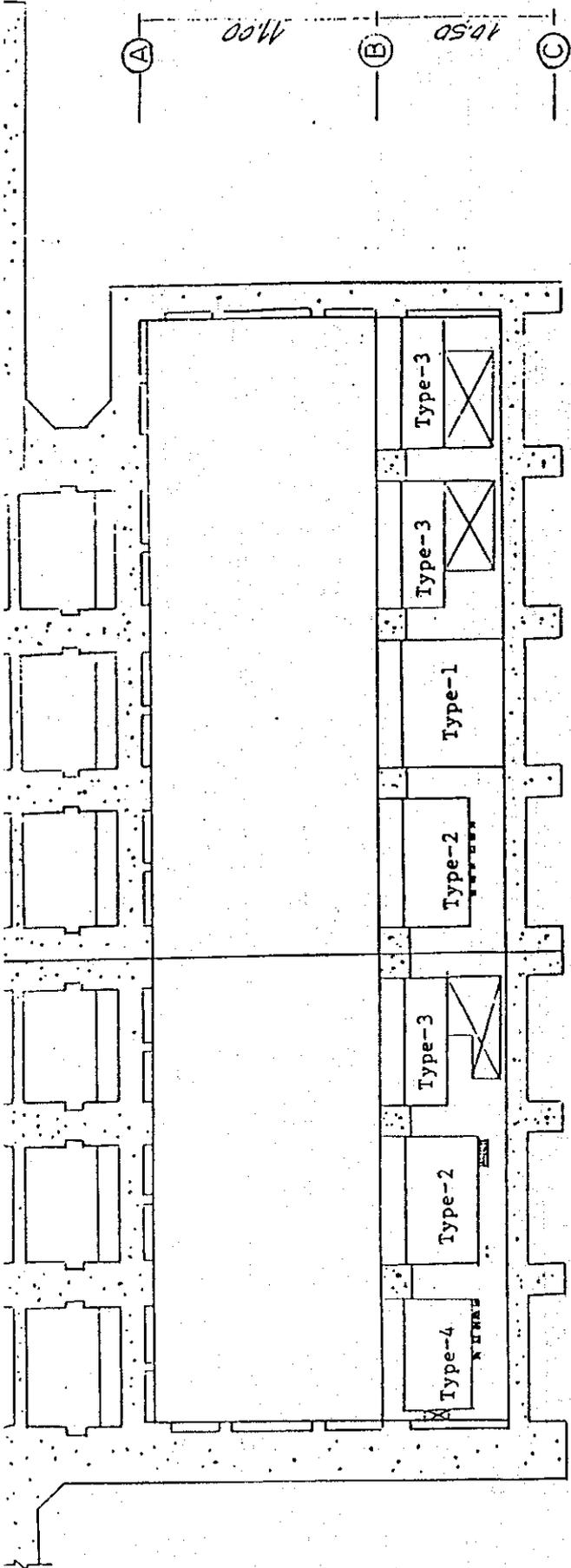


Fig. 1.1.18 PLAN (60.00)

1-1-147



☒: Opening

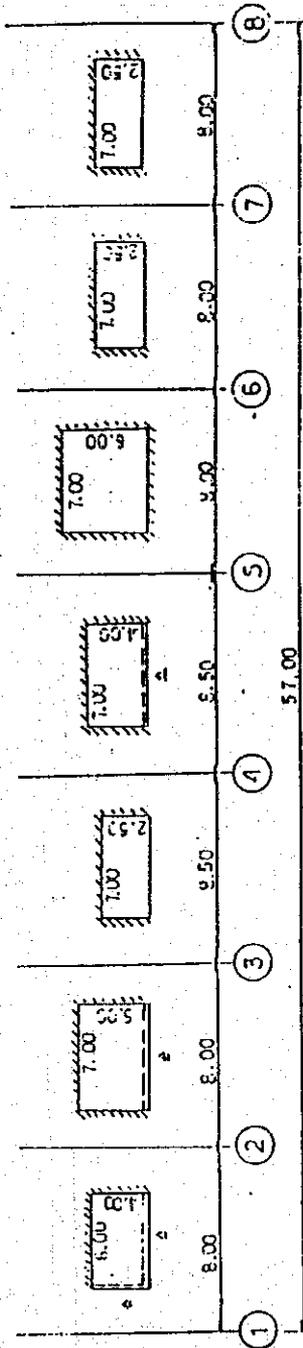


Fig. 1.1.19 PLAN (55.00)

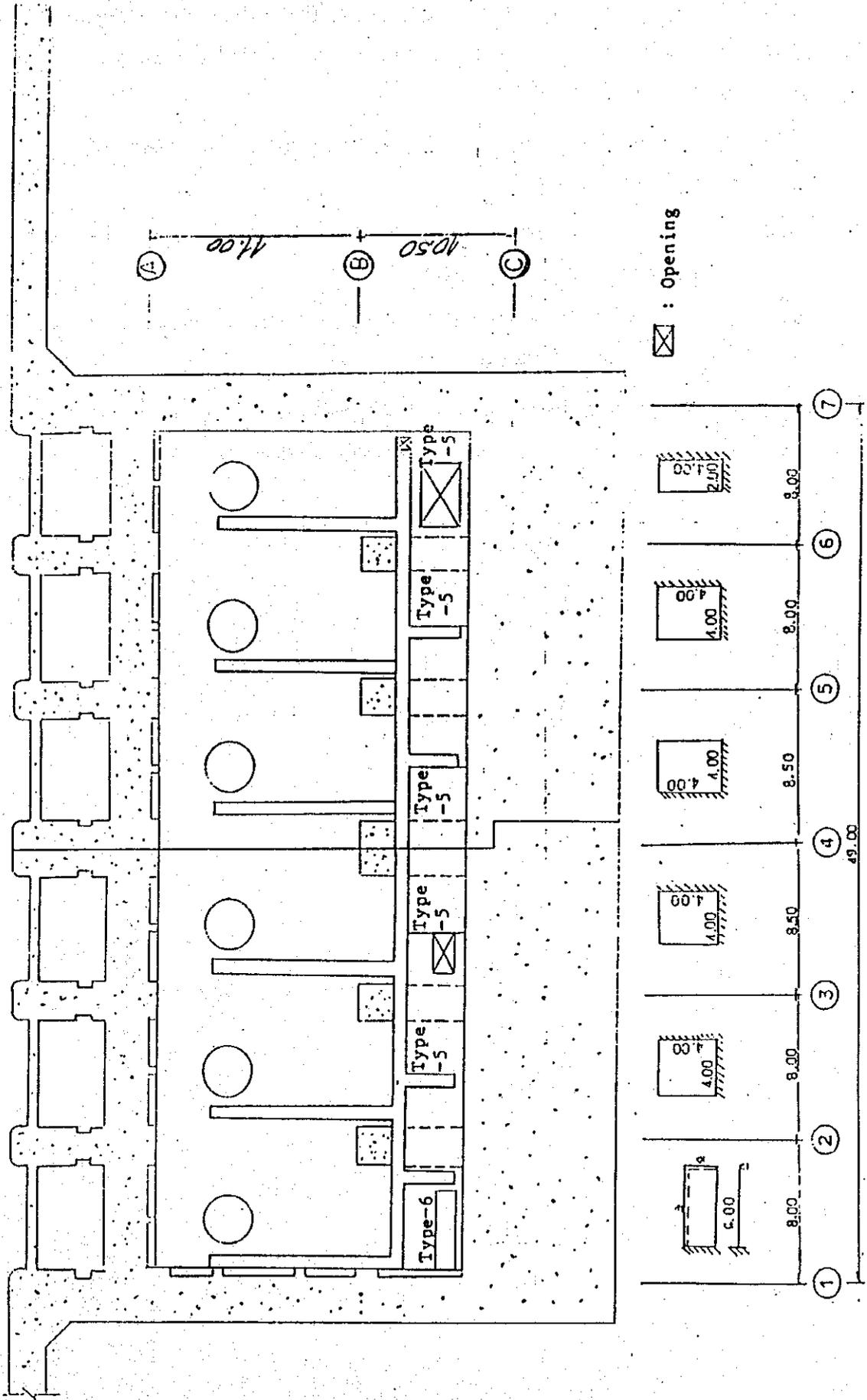


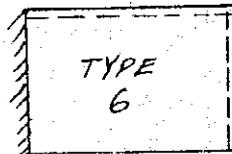
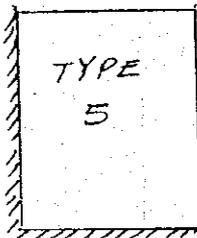
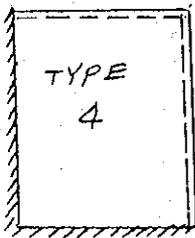
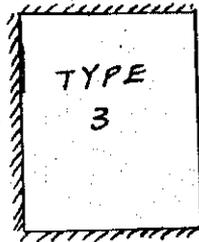
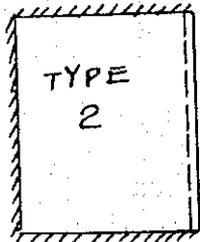
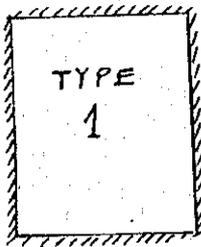
Fig. 1/1,20 PLAN (50.00)

1-1-149

148

# MODELO ESTRUCTURAL DE LOSAS

- TIPO-1: Losa en 2 direcciones y 4 extremos empotrados  
TIPO-2: Losa en 2 direcciones con 3 extremos empotrados y 1 extremo apoyado  
TIPO-3: Losa en 2 direcciones con 3 extremos empotrados y 1 extremo libre  
TIPO-4: Losa en 2 direcciones con 2 extremos empotrados y 2 extremos apoyados  
TIPO-5: Losa en 2 direcciones con 2 extremos empotrados y 2 extremos libres  
TIPO-6: Losa en 2 direcciones con 1 extremo empotrado, 1 extremo libre y 2 extremos simples.



# DISEÑO DE LOSAS

(2)

## ELEVACION

ELEVATION:

70.10 TIPO 2

EJE: 1-2

h =	0.50 m
DL =	1.20 t/m <sup>2</sup>
LL =	1.00 t/m <sup>2</sup>
Wu = 1.4DL + 1.7LL =	3.38 t/m <sup>2</sup>
Ly =	7.00 m
Lx =	5.00 m
Ly / Lx =	1.40
M = c.Wu.(Lx) <sup>2</sup>	
Q = c.Wu.Lx	

Mx1 =	0.069	Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	7.52 t-m
Mx2 =	0.036	Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	3.04 t-m
My1 =	0.074	Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	6.25 t-m
My2 =	0.021	Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	1.77 t-m
Mymax	0.077	Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	6.51 t-m
Qx1 =	0.57	Wu.Lx =	9.63 t
Qx3 =	0.39	Wu.Lx =	6.59 t
Qy1 =	0.54	Wu.Lx =	9.13 t

EJE

: 2-3

TIPO 4

h =	0.50 m
DL =	1.20 t/m <sup>2</sup>
LL =	1.00 t/m <sup>2</sup>
Wu = 1.4DL + 1.7LL =	3.38 t/m <sup>2</sup>
Ly =	6.50 m
Lx =	6.00 m
Ly / Lx =	1.08
M = c.Wu.(Lx) <sup>2</sup>	
Q = c.Wu.Lx	

Mx1 =	0.078	Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	9.49 t-m
Mx2 =	0.027	Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	3.29 t-m
My1 =	0.073	Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	8.88 t-m
My2 =	0.023	Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	2.80 t-m
My2max	0.025	Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	3.04 t-m
Qx1 =	0.55	Wu.Lx =	11.15 t
Qx3 =	0.52	Wu.Lx =	10.55 t
Qy1 =	0.37	Wu.Lx =	7.50 t
Qy3 =	0.37	Wu.Lx =	7.50 t

EJE 3-4, 7-8

TIPO 3

h =	0.50 m
DL =	1.20 t/m <sup>2</sup>
LL =	1.00 t/m <sup>2</sup>
Wu = 1.4DL + 1.7LL =	3.38 t/m <sup>2</sup>
Ly =	7.00 m
Lx =	2.50 m
Ly / Lx =	2.80
M = c.Wu.(Lx) <sup>2</sup>	
Q = c.Wu.Lx	

Mx1 =	0.313	Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	6.61 t-m
Mx2max	0.023	Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	0.49 t-m
My1 =	0.375	Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	7.92 t-m
My2 =	0.066	Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	1.82 t-m
My2max	0.066	Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	1.82 t-m
Qx1 =	1.00	Wu.Lx =	8.45 t
Qy1 =	1.05	Wu.Lx =	8.87 t

LINE: 4-5,5-6,6-7

TYPE = 1

h = 0.50 m  
DL = 1.20 t/m<sup>2</sup>  
LL = 1.00 t/m<sup>2</sup>  
Wu = 1.4DL + 1.7LL = 3.38 t/m<sup>2</sup>  
Ly = 7.00 m  
Lx = 6.50 m  
Ly / Lx = 1.08  
M = c.Wu.(Lx)<sup>2</sup>  
Q = c.Wu.Lx

<sup>c</sup>  
Mx1 = 0.057 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 6.14 t-m  
Mx2max = 0.021 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 3.00 t-m  
My1 = 0.053 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 7.57 t-m  
My2 = 0.017 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 2.43 t-m  
My2max = 0.017 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 2.43 t-m  
Qx1 = 0.47 Wu.Lx = 10.33 t  
Qy1 = 0.44 Wu.Lx = 9.67 t

151

1-1-152

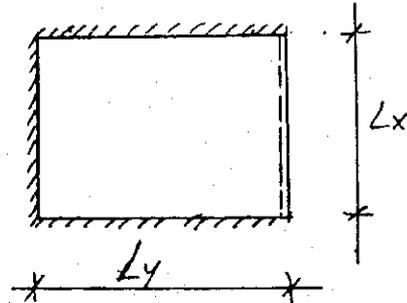
# DISEÑO DE LOSAS

ELEVATION: 70.10

LINE: 1-2 TYPE = 2

$h = 0.60 \text{ m}$   
 $DL = 1.44 \text{ t/m}^2$   
 $LL = 1.00 \text{ t/m}^2$   
 $Wu = 1.4DL + 1.7LL = 3.72 \text{ t/m}^2$   
 $Ly = 7.00 \text{ m}$   
 $Lx = 5.00 \text{ m}$   
 $Ly / Lx = 1.40$   
 $M = c.Wu.(Lx)^2$   
 $Q = c.Wu.Lx$

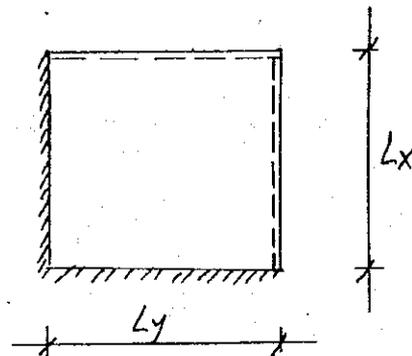
$Mx1 = 0.069 Wu.(Lx)^2 = 8.27 \text{ t-m}$   
 $Mx2 = 0.036 Wu.(Lx)^2 = 3.94 \text{ t-m}$   
 $My1 = 0.074 Wu.(Lx)^2 = 8.87 \text{ t-m}$   
 $My2 = 0.021 Wu.(Lx)^2 = 1.95 \text{ t-m}$   
 $Mymax = 0.077 Wu.(Lx)^2 = 7.15 \text{ t-m}$   
 $Qx1 = 0.57 Wu.Lx = 10.59 \text{ t}$   
 $Qx3 = 0.39 Wu.Lx = 7.25 \text{ t}$   
 $Qy1 = 0.54 Wu.Lx = 10.03 \text{ t}$



LINE: 2-3 TYPE = 4

$h = 0.60 \text{ m}$   
 $DL = 1.44 \text{ t/m}^2$   
 $LL = 1.00 \text{ t/m}^2$   
 $Wu = 1.4DL + 1.7LL = 3.72 \text{ t/m}^2$   
 $Ly = 6.50 \text{ m}$   
 $Lx = 6.00 \text{ m}$   
 $Ly / Lx = 1.08$   
 $M = c.Wu.(Lx)^2$   
 $Q = c.Wu.Lx$

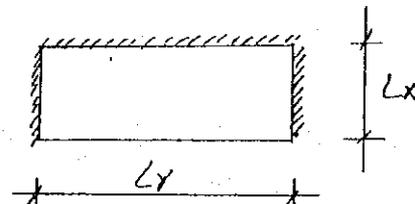
$Mx1 = 0.076 Wu.(Lx)^2 = 10.43 \text{ t-m}$   
 $Mx2 = 0.027 Wu.(Lx)^2 = 3.61 \text{ t-m}$   
 $My1 = 0.073 Wu.(Lx)^2 = 9.77 \text{ t-m}$   
 $My2 = 0.023 Wu.(Lx)^2 = 3.08 \text{ t-m}$   
 $My2max = 0.025 Wu.(Lx)^2 = 3.34 \text{ t-m}$   
 $Qx1 = 0.55 Wu.Lx = 12.26 \text{ t}$   
 $Qx3 = 0.52 Wu.Lx = 11.59 \text{ t}$   
 $Qy1 = 0.37 Wu.Lx = 8.25 \text{ t}$   
 $Qy3 = 0.37 Wu.Lx = 8.25 \text{ t}$



LINE: 3-4,7-8 TYPE = 3

$h = 0.60 \text{ m}$   
 $DL = 1.44 \text{ t/m}^2$   
 $LL = 1.00 \text{ t/m}^2$   
 $Wu = 1.4DL + 1.7LL = 3.72 \text{ t/m}^2$   
 $Ly = 7.00 \text{ m}$   
 $Lx = 2.50 \text{ m}$   
 $Ly / Lx = 2.80$   
 $M = c.Wu.(Lx)^2$   
 $Q = c.Wu.Lx$

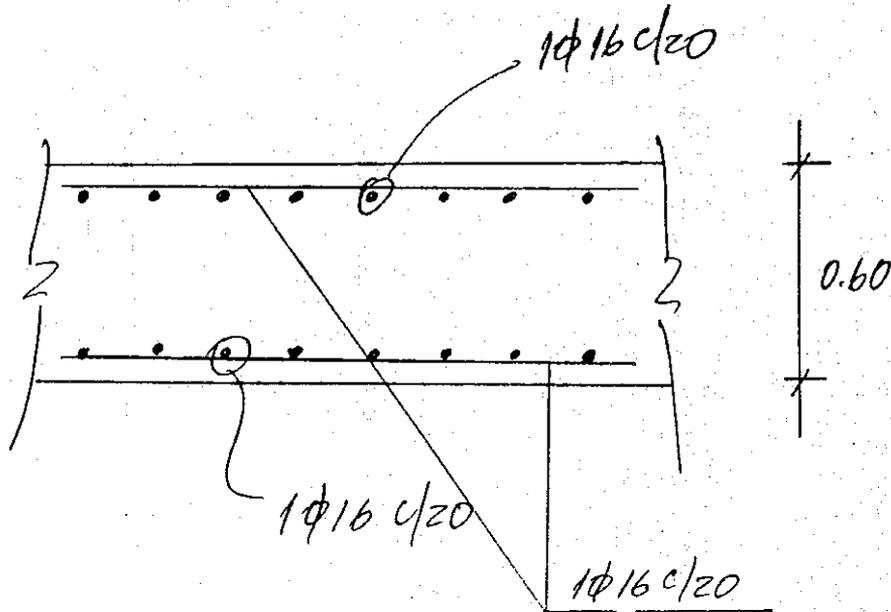
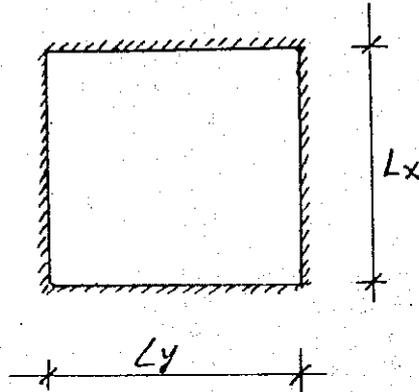
$Mx1 = 0.313 Wu.(Lx)^2 = 7.27 \text{ t-m}$   
 $Mx2max = 0.023 Wu.(Lx)^2 = 0.59 \text{ t-m}$   
 $My1 = 0.375 Wu.(Lx)^2 = 8.71 \text{ t-m}$   
 $My2 = 0.066 Wu.(Lx)^2 = 2.00 \text{ t-m}$   
 $My2max = 0.066 Wu.(Lx)^2 = 2.00 \text{ t-m}$



$Q_{x1} = 1.00 \text{ Wu.Lx} = 9.29 \text{ t}$   
 $Q_{y1} = 1.05 \text{ Wu.Lx} = 9.75 \text{ t}$

LINE: 4-5,5-6,6-7      TYPE = 1  
 $h = 0.60 \text{ m}$   
 $DL = 1.44 \text{ t/m}^2$   
 $LL = 1.00 \text{ t/m}^2$   
 $Wu = 1.4DL + 1.7LL = 3.72 \text{ t/m}^2$   
 $Ly = 7.00 \text{ m}$   
 $Lx = 6.50 \text{ m}$   
 $Ly / Lx = 1.08$   
 $M = c.Wu.(Lx)^2$   
 $Q = c.Wu.Lx$

$M_{x1} = 0.057 \text{ Wu.(Lx)^2} = 8.95 \text{ t-m}$   
 $M_{x2max} = 0.021 \text{ Wu.(Lx)^2} = 3.30 \text{ t-m}$   
 $M_{y1} = 0.053 \text{ Wu.(Lx)^2} = 8.32 \text{ t-m}$   
 $M_{y2} = 0.017 \text{ Wu.(Lx)^2} = 2.67 \text{ t-m}$   
 $M_{y2max} = 0.017 \text{ Wu.(Lx)^2} = 2.67 \text{ t-m}$   
 $Q_{x1} = 0.47 \text{ Wu.Lx} = 11.35 \text{ t}$   
 $Q_{y1} = 0.44 \text{ Wu.Lx} = 10.63 \text{ t}$



REFUERZO DE LOJA EL 70.1

# DISEÑO A FLEXIÓN

ELEVATION: 70.1

DATOS:  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200$   
 $r = 7.5 \text{ cm}$   
 $p_{max} = 0.75 p_b = 1.61 \text{ (\%)}$   
 $p_s = 0.90 \text{ (\%)}$

ID ELEM	Mu (t-m)	b (cm)	h (cm)	d (cm)	p (%)	As (cm <sup>2</sup> )	As(temp (cm <sup>2</sup> ))	As(adopt) (cm <sup>2</sup> )	As(adopt) (varillas)
Mx1	8.27	100.0	50.0	42.5	0.12	5.22	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
Mx2	3.34	100.0	50.0	42.5	0.05	2.09	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
My1	6.67	100.0	50.0	42.5	0.10	4.33	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
My2	1.95	100.0	50.0	42.5	0.03	1.22	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
Mymax	7.15	100.0	50.0	42.5	0.11	4.51	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
Mx1	10.43	100.0	50.0	42.5	0.16	6.62	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
Mx2	3.61	100.0	50.0	42.5	0.05	2.26	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
My1	9.77	100.0	50.0	42.5	0.15	6.19	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
My2	3.08	100.0	50.0	42.5	0.05	1.93	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
My2max	3.34	100.0	50.0	42.5	0.05	2.09	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
Mx1	7.27	100.0	50.0	42.5	0.11	4.58	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
Mx2max	0.53	100.0	50.0	42.5	0.01	0.33	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
My1	8.71	100.0	50.0	42.5	0.13	5.51	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
My2	2.00	100.0	50.0	42.5	0.03	1.25	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
My2max	2.00	100.0	50.0	42.5	0.03	1.25	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
Mx1	8.95	100.0	50.0	42.5	0.13	5.66	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
Mx2max	3.30	100.0	50.0	42.5	0.05	2.06	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
My1	8.32	100.0	50.0	42.5	0.12	5.26	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
My2	2.67	100.0	50.0	42.5	0.04	1.67	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
My2max	2.67	100.0	50.0	42.5	0.04	1.67	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.

# DISEÑO A CORTANTE

SHEAR STRENGTH DESIGN

ELEVATION: 70.1

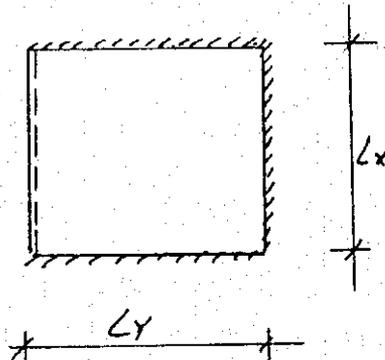
ID ELEM	Vu (ton)	bw (cm)	dn (cm)	h (cm)	d(adopt) (cm)	$\phi V_c$ (ton)
Qx1	10.59	100.0	16.22	50.0	42.50	27.75
Qx3	7.25	100.0	11.10	50.0	42.50	27.75
Qy1	10.03	100.0	15.37	50.0	42.50	27.75
Qx1	12.26	100.0	18.78	50.0	42.50	27.75
Qx3	11.59	100.0	17.76	50.0	42.50	27.75
Qy1	8.25	100.0	12.64	50.0	42.50	27.75
Qy3	8.25	100.0	12.64	50.0	42.50	27.75
Qx1	9.29	100.0	14.23	50.0	42.50	27.75
Qy1	9.75	100.0	14.94	50.0	42.50	27.75
Qx1	11.35	100.0	17.39	50.0	42.50	27.75
Qy1	10.63	100.0	16.28	50.0	42.50	27.75

# DISEÑO DE LOSAS

(3)

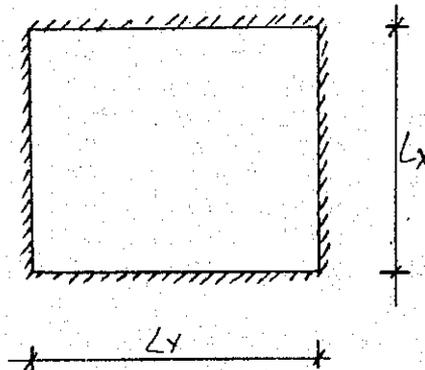
ELEVATION : 65.00  
 LINE : 1-2 TYPE = 2  
 h = 0.50 m  
 DL = 1.20 t/m<sup>2</sup>  
 LL = 1.00 t/m<sup>2</sup>  
 Wu = 1.4DL + 1.7LL = 3.38 t/m<sup>2</sup>  
 Ly = 6.50 m  
 Lx = 5.50 m  
 Ly / Lx = 1.18  
 M = c.Wu.(Lx)<sup>2</sup>  
 Q = c.Wu.Lx

c  
 Mx1 = 0.072 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 7.96 t-m  
 Mx2 = 0.025 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 2.56 t-m  
 My1 = 0.068 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 6.95 t-m  
 My2 = 0.022 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 2.25 t-m  
 Mymax = 0.070 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 7.16 t-m  
 Qx1 = 0.52 Wu.Lx = 9.67 t  
 Qx3 = 0.38 Wu.Lx = 7.06 t  
 Qy1 = 0.52 Wu.Lx = 9.67 t



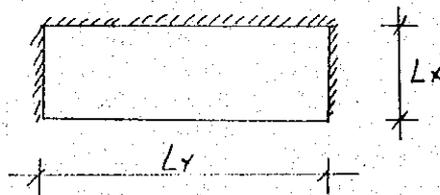
LINE : 2-3,4-5,5-6,6-7 TYPE = 1  
 h = 0.50 m  
 DL = 1.20 t/m<sup>2</sup>  
 LL = 1.00 t/m<sup>2</sup>  
 Wu = 1.4DL + 1.7LL = 3.38 t/m<sup>2</sup>  
 Ly = 8.00 m  
 Lx = 6.50 m  
 Ly / Lx = 1.23  
 M = c.Wu.(Lx)<sup>2</sup>  
 Q = c.Wu.Lx

c  
 Mx1 = 0.065 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 9.43 t-m  
 Mx2 = 0.038 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 5.43 t-m  
 My1 = 0.056 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 8.00 t-m  
 My2 = 0.028 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 4.00 t-m  
 My2max = 0.014 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 2.00 t-m  
 Qx1 = 0.48 Wu.Lx = 10.55 t  
 Qy1 = 0.45 Wu.Lx = 9.89 t



LINE : 3-4,7-8 TYPE = 3  
 h = 0.50 m  
 DL = 1.20 t/m<sup>2</sup>  
 LL = 1.00 t/m<sup>2</sup>  
 Wu = 1.4DL + 1.7LL = 3.38 t/m<sup>2</sup>  
 Ly = 6.00 m  
 Lx = 2.50 m  
 Ly / Lx = 3.20  
 M = c.Wu.(Lx)<sup>2</sup>  
 Q = c.Wu.Lx

c  
 Mx1 = 0.361 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 7.63 t-m  
 Mx2max = 0.020 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 0.42 t-m  
 My1 = 0.420 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 8.87 t-m  
 My2 = 0.060 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 1.69 t-m  
 My2max = 0.060 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 1.69 t-m  
 Qx1 = 1.05 Wu.Lx = 8.87 t  
 Qy1 = 1.10 Wu.Lx = 9.30 t



155

1-1-156

## DISEÑO A FLEXIÓN

ELEVATION : 65.0  
 GIVEN :  
 DATOS :  $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200$   
 $r = 7.5 \text{ cm}$   
 $p_{max} = 0.75p_b = 1.61 (\%)$   
 $p_s = 0.90 (\%)$

ID ELEM	Mu (t-m)	b (cm)	h (cm)	d (cm)	p (%)	As (cm <sup>2</sup> )	As(temp) (cm <sup>2</sup> )	As(adopt) (cm <sup>2</sup> )	As(adopt) (varillas)
Mx1	7.36	100.0	50.0	42.5	0.11	4.64	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm
Mx2	2.56	100.0	50.0	42.5	0.04	1.60	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm
My1	6.95	100.0	50.0	42.5	0.10	4.38	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm
My2	2.25	100.0	50.0	42.5	0.03	1.41	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm
Mymax	7.16	100.0	50.0	42.5	0.11	4.51	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm
Mx1	9.43	100.0	50.0	42.5	0.14	5.97	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm
Mx2	5.43	100.0	50.0	42.5	0.08	3.41	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm
My1	8.00	100.0	50.0	42.5	0.12	5.05	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm
My2	4.00	100.0	50.0	42.5	0.06	2.51	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm
My2max	2.00	100.0	50.0	42.5	0.03	1.25	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm
Mx1	7.63	100.0	50.0	42.5	0.11	4.81	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm
Mx2max	0.42	100.0	50.0	42.5	0.01	0.26	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm
My1	8.87	100.0	50.0	42.5	0.13	5.61	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm
My2	1.69	100.0	50.0	42.5	0.02	1.06	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm
My2max	1.69	100.0	50.0	42.5	0.02	1.06	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm

## DISEÑO A CORTANTE

ELEVATION : 65.0

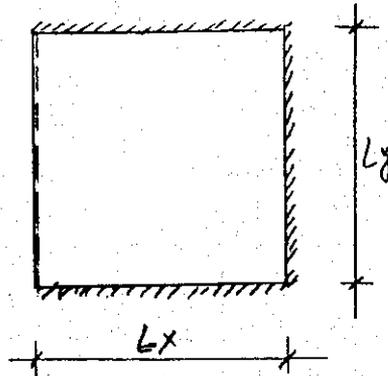
ID ELEM	Vu (ton)	bw (cm)	dn (cm)	h (cm)	d(adopt) (cm)	$\rho V_c$ (ton)
Qx1	9.67	100.0	14.81	50.0	42.50	27.75
Qx3	7.06	100.0	10.82	50.0	42.50	27.75
Qy1	9.67	100.0	14.81	50.0	42.50	27.75
Qx1	10.55	100.0	16.16	50.0	42.50	27.75
Qy1	9.89	100.0	15.14	50.0	42.50	27.75
Qx1	8.87	100.0	13.59	50.0	42.50	27.75
Qy1	9.30	100.0	14.24	50.0	42.50	27.75

SLAB DESIGN

(4)

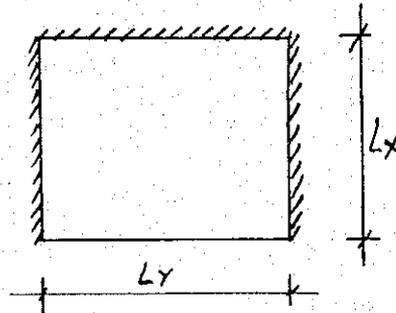
ELEVATION : 60.00  
 LINE : 1-2 TYPE = 2  
 h = 0.50 m  
 DL = 1.20 t/m<sup>2</sup>  
 LL = 1.00 t/m<sup>2</sup>  
 Wu = 1.4DL + 1.7LL = 3.38 t/m<sup>2</sup>  
 Ly = 7.00 m  
 Lx = 7.00 m  
 Ly / Lx = 1.00  
 M = c.Wu.(Lx)<sup>2</sup>  
 Q = c.Wu.Lx

<sup>c</sup>  
 Mx1 = 0.055 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 9.11 t-m  
 Mx2 = 0.018 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 2.98 t-m  
 My1 = 0.060 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 9.84 t-m  
 My2 = 0.024 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 3.97 t-m  
 Mymax = 0.061 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 10.10 t-m  
 Qx1 = 0.45 Wu.Lx = 10.65 t  
 Qx3 = 0.32 Wu.Lx = 7.57 t  
 Qy1 = 0.44 Wu.Lx = 10.41 t



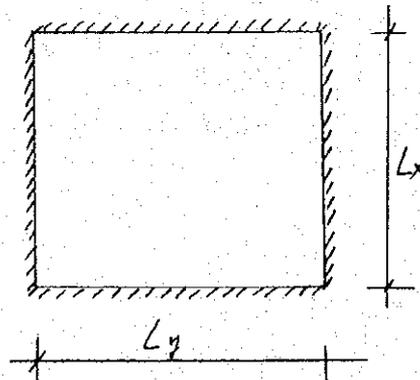
LINE : 3-4,6-7,7-8 TYPE = 3  
 h = 0.50 m  
 DL = 1.20 t/m<sup>2</sup>  
 LL = 1.00 t/m<sup>2</sup>  
 Wu = 1.4DL + 1.7LL = 3.38 t/m<sup>2</sup>  
 Ly = 7.00 m  
 Lx = 5.50 m  
 Ly / Lx = 1.27  
 M = c.Wu.(Lx)<sup>2</sup>  
 Q = c.Wu.Lx

<sup>c</sup>  
 Mx1 = 0.078 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 7.98 t-m  
 Mx2 = 0.030 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 3.07 t-m  
 My1 = 0.070 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 7.16 t-m  
 My2 = 0.023 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 2.35 t-m  
 Mymax = 0.074 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 7.57 t-m  
 Qx1 = 0.55 Wu.Lx = 10.22 t  
 Qx3 = 0.04 Wu.Lx = 0.73 t  
 Qy1 = 0.54 Wu.Lx = 10.04 t



LINE : 2-3,4-5,5-6 TYPE = 1  
 h = 0.50 m  
 DL = 1.20 t/m<sup>2</sup>  
 LL = 1.00 t/m<sup>2</sup>  
 Wu = 1.4DL + 1.7LL = 3.38 t/m<sup>2</sup>  
 Ly = 8.00 m  
 Lx = 7.00 m  
 Ly / Lx = 1.14  
 M = c.Wu.(Lx)<sup>2</sup>  
 Q = c.Wu.Lx

<sup>c</sup>  
 Mx1 = 0.062 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 10.27 t-m  
 Mx2 = 0.024 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 3.97 t-m  
 My1 = 0.055 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 9.11 t-m  
 My2 = 0.016 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 2.65 t-m  
 My2max = 0.016 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 2.65 t-m  
 Qx1 = 0.48 Wu.Lx = 11.36 t  
 Qy1 = 0.45 Wu.Lx = 10.65 t



1-1-158

## DISEÑO A FLEXION

ELEVATION : 60.0

DATOS:  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200$   
 $r = 7.5 \text{ cm}$   
 $p_{max} = 0.75 p_b = 1.61 \text{ (\%)}$   
 $p_s = 0.90 \text{ (\%)}$

ID ELEM	Mu (t-m)	b (cm)	h (cm)	d (cm)	p (%)	As (cm <sup>2</sup> )	As(temp) (cm <sup>2</sup> )	As(adopt) (cm <sup>2</sup> )	As(adopt) (varillas)
Mx1	9.11	100.0	50.0	42.5	0.14	5.76	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
Mx2	2.98	100.0	50.0	42.5	0.04	1.67	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
My1	9.94	100.0	50.0	42.5	0.15	6.30	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
My2	3.97	100.0	50.0	42.5	0.06	2.49	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
Mymax	10.10	100.0	50.0	42.5	0.15	6.40	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
Mx1	7.98	100.0	50.0	42.5	0.12	5.03	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
Mx2	3.07	100.0	50.0	42.5	0.05	1.92	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
My1	7.16	100.0	50.0	42.5	0.11	4.51	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
My2	2.35	100.0	50.0	42.5	0.03	1.47	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
Mymax	7.57	100.0	50.0	42.5	0.11	4.77	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
Mx1	10.27	100.0	50.0	42.5	0.15	6.51	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
Mx2	3.97	100.0	50.0	42.5	0.06	2.49	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
My1	9.11	100.0	50.0	42.5	0.14	5.76	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
My2	2.65	100.0	50.0	42.5	0.04	1.66	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.
My2max	2.65	100.0	50.0	42.5	0.04	1.66	6.25	10.05	1 ø 16 @ 20 cm.

## DISEÑO A CORTANTE

ELEVATION : 60.0

ID ELEM	Vu (ton)	bw (cm)	dn (cm)	h (cm)	d(adopt) (cm)	$\rho V_c$ (ton)
Qx1	10.65	100.0	16.31	50.0	42.50	27.75
Qx3	7.57	100.0	11.60	50.0	42.50	27.75
Qy1	10.41	100.0	15.95	50.0	42.50	27.75
Qx1	10.22	100.0	15.66	50.0	42.50	27.75
Qx3	0.73	100.0	1.11	50.0	42.50	27.75
Qy1	10.04	100.0	15.38	50.0	42.50	27.75
Qx1	11.36	100.0	17.40	50.0	42.50	27.75
Qy1	10.65	100.0	16.31	50.0	42.50	27.75

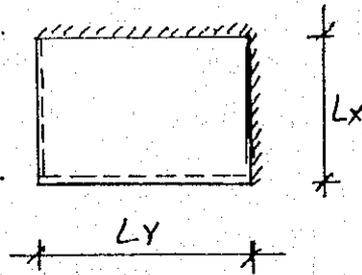
## SLAB DESIGN

(5)

ELEVATION :

LINE : 1-2

	55.00	
	TYPE = 4	
h =	0.50 m	
DL =	1.20 t/m <sup>2</sup>	
LL =	1.00 t/m <sup>2</sup>	
Wu = 1.4DL + 1.7LL =	3.38 t/m <sup>2</sup>	
Ly =	6.00 m	
Lx =	4.00 m	
Ly / Lx =	1.50	
M = c.Wu.(Lx) <sup>2</sup>		
Q = c.Wu.Lx		

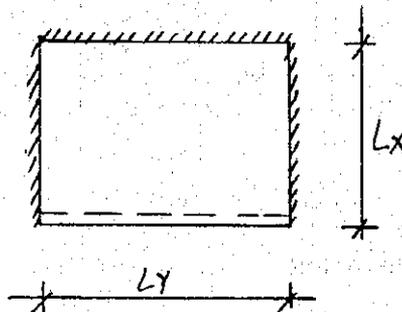


	c	
Mx1 =	0.103 Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	5.57 t-m
Mx2 =	0.043 Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	2.33 t-m
My1 =	0.080 Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	4.33 t-m
My2 =	0.015 Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	0.81 t-m
My2max =	0.018 Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	0.97 t-m
Qx1 =	0.61 Wu.Lx =	8.25 t
Qx3 =	0.55 Wu.Lx =	7.44 t
Qy1 =	0.40 Wu.Lx =	5.41 t
Qy3 =	0.40 Wu.Lx =	5.41 t

LINE : 2-3

TYPE = 2

h =	0.50 m	
DL =	1.20 t/m <sup>2</sup>	
LL =	1.00 t/m <sup>2</sup>	
Wu = 1.4DL + 1.7LL =	3.38 t/m <sup>2</sup>	
Ly =	7.00 m	
Lx =	5.00 m	
Ly / Lx =	1.40	
M = c.Wu.(Lx) <sup>2</sup>		
Q = c.Wu.Lx		

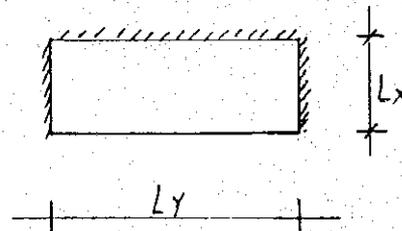


	c	
Mx1 =	0.090 Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	7.61 t-m
Mx2 =	0.035 Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	2.95 t-m
My1 =	0.074 Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	6.25 t-m
My2 =	0.020 Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	1.69 t-m
Mymax =	0.079 Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	6.68 t-m
Qx1 =	0.56 Wu.Lx =	9.80 t
Qx3 =	0.40 Wu.Lx =	6.76 t
Qy1 =	0.53 Wu.Lx =	8.96 t

LINE : 3-4,6-7,7-8

TYPE = 3

h =	0.50 m	
DL =	1.20 t/m <sup>2</sup>	
LL =	1.00 t/m <sup>2</sup>	
Wu = 1.4DL + 1.7LL =	3.38 t/m <sup>2</sup>	
Ly =	7.00 m	
Lx =	2.50 m	
Ly / Lx =	2.80	
M = c.Wu.(Lx) <sup>2</sup>		
Q = c.Wu.Lx		



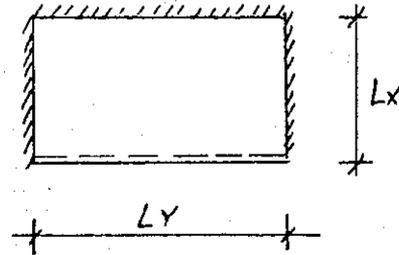
	c	
Mx1 =	0.310 Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	6.55 t-m
Mx2max =	0.023 Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	0.49 t-m
My1 =	0.375 Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	7.92 t-m
My2 =	0.085 Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	1.80 t-m
Qx1 =	1.00 Wu.Lx =	8.45 t

159

1-1-160

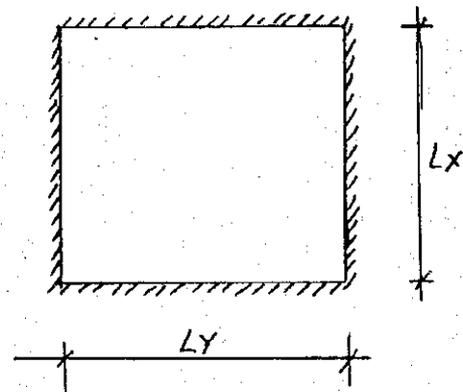
$$Qy1 = 1.10 Wu.Lx = 9.30 \text{ t}$$

LINE: 4-5 TYPE = 2  
 h = 0.50 m  
 DL = 1.20 t/m<sup>2</sup>  
 LL = 1.00 t/m<sup>2</sup>  
 Wu = 1.4DL + 1.7LL = 3.38 t/m<sup>2</sup>  
 Ly = 7.00 m  
 Lx = 4.00 m  
 Ly / Lx = 1.75  
 M = c.Wu.(Lx)<sup>2</sup>  
 Q = c.Wu.Lx



o  
 Mx1 = 0.105 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 5.68 t-m  
 Mx2 = 0.049 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 2.60 t-m  
 My1 = 0.079 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 4.27 t-m  
 My2 = 0.013 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 0.70 t-m  
 Mymax = 0.081 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 4.38 t-m  
 Qx1 = 0.61 Wu.Lx = 8.25 t  
 Qx3 = 0.40 Wu.Lx = 5.41 t  
 Qy1 = 0.55 Wu.Lx = 7.44 t

LINE: 5-6 TYPE = 1  
 h = 0.50 m  
 DL = 1.20 t/m<sup>2</sup>  
 LL = 1.00 t/m<sup>2</sup>  
 Wu = 1.4DL + 1.7LL = 3.38 t/m<sup>2</sup>  
 Ly = 6.00 m  
 Lx = 7.00 m  
 Ly / Lx = 1.14  
 M = c.Wu.(Lx)<sup>2</sup>  
 Q = c.Wu.Lx



o  
 Mx1 = 0.083 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 10.43 t-m  
 Mx2 = 0.024 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 3.97 t-m  
 My1 = 0.055 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 9.11 t-m  
 My2max = 0.016 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 2.65 t-m  
 Qx1 = 0.47 Wu.Lx = 11.12 t  
 Qy1 = 0.45 Wu.Lx = 10.65 t

## DISEÑO A FLEXIÓN

ELEVATION : 65.0

DATOS:  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200$   
 $r = 7.5 \text{ cm}$   
 $p_{max} = 0.75 p_b = 1.61 (\%)$   
 $p_s = 0.90 (\%)$

ID ELEM	Mu (t-m)	b (cm)	h (cm)	d (cm)	p (%)	As (cm <sup>2</sup> )	As(temp (cm <sup>2</sup> ))	As(adopt) (cm <sup>2</sup> )	As(adopt) (varillas)
Mx1	5.57	100.0	50.0	42.5	0.08	3.50	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm
Mx2	2.33	100.0	50.0	42.5	0.03	1.45	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm
My1	4.33	100.0	50.0	42.5	0.06	2.71	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm
My2	0.81	100.0	50.0	42.5	0.01	0.51	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm
My2max	0.97	100.0	50.0	42.5	0.01	0.61	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm
Mx1	7.61	100.0	50.0	42.5	0.11	4.80	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm
Mx2	2.96	100.0	50.0	42.5	0.04	1.85	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm
My1	6.25	100.0	50.0	42.5	0.09	3.94	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm
My2	1.69	100.0	50.0	42.5	0.02	1.06	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm
Mymax	6.68	100.0	50.0	42.5	0.10	4.20	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm
Mx1	6.55	100.0	50.0	42.5	0.10	4.12	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm
Mx2max	0.49	100.0	50.0	42.5	0.01	0.30	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm
My1	7.92	100.0	50.0	42.5	0.12	5.00	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm
My2	1.80	100.0	50.0	42.5	0.03	1.12	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm
Mx1	5.68	100.0	50.0	42.5	0.08	3.57	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm
Mx2	2.60	100.0	50.0	42.5	0.04	1.62	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm
My1	4.27	100.0	50.0	42.5	0.06	2.68	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm
My2	0.70	100.0	50.0	42.5	0.01	0.44	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm
Mymax	4.38	100.0	50.0	42.5	0.06	2.75	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm
Mx1	10.43	100.0	50.0	42.5	0.16	6.62	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm
Mx2	3.97	100.0	50.0	42.5	0.06	2.49	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm
My1	9.11	100.0	50.0	42.5	0.14	5.76	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm
My2max	2.65	100.0	50.0	42.5	0.04	1.66	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm

## DISEÑO A CORTANTE

ELEVATION : 55.0

ID ELEM	Vu (ton)	bw (cm)	dn (cm)	h (cm)	d(adopt) (cm)	$\rho V_c$ (ton)
Qx1	8.25	100.0	12.63	50.0	42.50	27.75
Qx3	7.44	100.0	11.39	50.0	42.50	27.75
Qy1	5.41	100.0	8.28	50.0	42.50	27.75
Qy1	5.41	100.0	8.28	50.0	42.50	27.75
Qy3	9.80	100.0	15.01	50.0	42.50	27.75
Qx1	6.76	100.0	10.35	50.0	42.50	27.75
Qx3	8.96	100.0	13.72	50.0	42.50	27.75
Qy1	8.45	100.0	12.94	50.0	42.50	27.75
Qx1	9.30	100.0	14.24	50.0	42.50	27.75
Qy1	8.25	100.0	12.63	50.0	42.50	27.75
Qx1	5.41	100.0	8.28	50.0	42.50	27.75
Qx3	7.44	100.0	11.39	50.0	42.50	27.75
Qy1	11.12	100.0	17.03	50.0	42.50	27.75
Qx1	10.65	100.0	16.31	50.0	42.50	27.75

167

# SLAB DESIGN

(6)

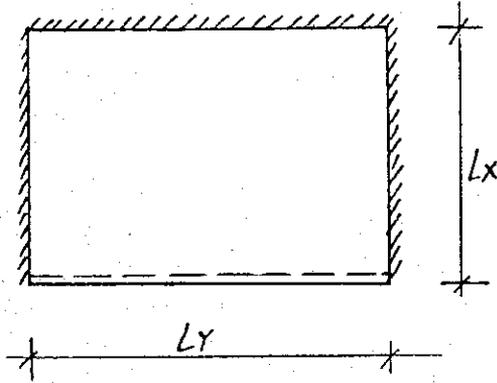
## ELEVATION :

LINE: 1-2,2-3,5-6,6-7

50.00  
TYPE = 2

$h = 0.50 \text{ m}$   
 $DL = 1.20 \text{ t/m}^2$   
 $LL = 1.00 \text{ t/m}^2$   
 $Wu = 1.4DL + 1.7LL = 3.38 \text{ t/m}^2$   
 $Ly = 10.00 \text{ m}$   
 $Lx = 7.00 \text{ m}$   
 $Ly / Lx = 1.43$   
 $M = c \cdot Wu \cdot (Lx)^2$   
 $Q = c \cdot Wu \cdot Lx$

$M_{x1max} = 0.090 \cdot Wu \cdot (Lx)^2 = 19.25 \text{ t-m}$   
 $M_{x1} = 0.079 \cdot Wu \cdot (Lx)^2 = 13.08 \text{ t-m}$   
 $M_{x2} = 0.038 \cdot Wu \cdot (Lx)^2 = 6.29 \text{ t-m}$   
 $M_{y1} = 0.059 \cdot Wu \cdot (Lx)^2 = 9.77 \text{ t-m}$   
 $M_{y2} = 0.008 \cdot Wu \cdot (Lx)^2 = 1.32 \text{ t-m}$   
 $M_{ymax} = 0.013 \cdot Wu \cdot (Lx)^2 = 2.15 \text{ t-m}$   
 $Q_{x1} = 0.51 \cdot Wu \cdot Lx = 12.07 \text{ t}$   
 $Q_{x3} = 0.38 \cdot Wu \cdot Lx = 8.99 \text{ t}$   
 $Q_{y1} = 0.43 \cdot Wu \cdot Lx = 10.17 \text{ t}$

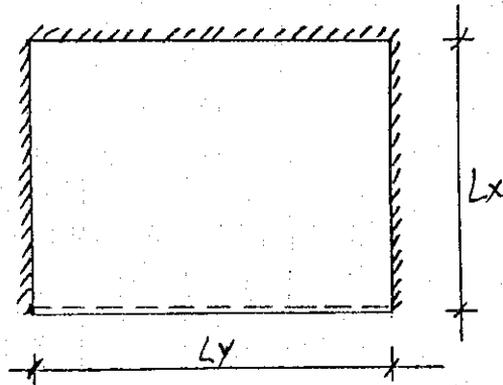


LINE: 3-4,4-5

TYPE = 2

$h = 0.50 \text{ m}$   
 $DL = 1.20 \text{ t/m}^2$   
 $LL = 1.00 \text{ t/m}^2$   
 $Wu = 1.4DL + 1.7LL = 3.38 \text{ t/m}^2$   
 $Ly = 10.00 \text{ m}$   
 $Lx = 7.50 \text{ m}$   
 $Ly / Lx = 1.33$   
 $M = c \cdot Wu \cdot (Lx)^2$   
 $Q = c \cdot Wu \cdot Lx$

$M_{x1max} = 0.078 \cdot Wu \cdot (Lx)^2 = 14.83 \text{ t-m}$   
 $M_{x1} = 0.076 \cdot Wu \cdot (Lx)^2 = 14.45 \text{ t-m}$   
 $M_{x2} = 0.034 \cdot Wu \cdot (Lx)^2 = 6.46 \text{ t-m}$   
 $M_{y1} = 0.059 \cdot Wu \cdot (Lx)^2 = 11.22 \text{ t-m}$   
 $M_{y2} = 0.011 \cdot Wu \cdot (Lx)^2 = 2.09 \text{ t-m}$   
 $M_{ymax} = 0.013 \cdot Wu \cdot (Lx)^2 = 2.47 \text{ t-m}$   
 $Q_{x1} = 0.52 \cdot Wu \cdot Lx = 13.18 \text{ t}$   
 $Q_{x3} = 0.37 \cdot Wu \cdot Lx = 9.36 \text{ t}$   
 $Q_{y1} = 0.48 \cdot Wu \cdot Lx = 12.17 \text{ t}$



## DISEÑO A FLEXIÓN

ELEVATION : 50.0

DATOS:  $f'c =$  210 Kg/cm<sup>2</sup>  
 $f_y =$  4200  
 $r =$  7.5 cm  
 $p_{max} = 0.75p_b =$  1.61 (%)  
 $p_s =$  0.90 (%)

ID ELEM	Mu (t-m)	b (cm)	h (cm)	d (cm)	p (%)	As (cm <sup>2</sup> )	As(temp) (cm <sup>2</sup> )	As(adop) (cm <sup>2</sup> )	As(adopt) (varillas)
Mx1max	13.25	100.0	50.0	42.5	0.20	8.45	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm.
Mx1	13.08	100.0	50.0	42.5	0.20	8.34	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm.
Mx2	6.29	100.0	50.0	42.5	0.09	3.96	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm.
My1	9.77	100.0	50.0	42.5	0.15	6.19	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm.
My2	1.32	100.0	50.0	42.5	0.02	0.83	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm.
Mymax	2.15	100.0	50.0	42.5	0.03	1.35	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm.
Mx1max	14.83	100.0	50.0	42.5	0.22	9.48	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm.
Mx1	14.45	100.0	50.0	42.5	0.22	9.23	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm.
Mx2	6.46	100.0	50.0	42.5	0.10	4.07	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm.
My1	11.22	100.0	50.0	42.5	0.17	7.12	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm.
My2	2.09	100.0	50.0	42.5	0.03	1.31	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm.
Mymax	2.47	100.0	50.0	42.5	0.04	1.55	6.25	10.05	1 # 16 @ 20 cm.

## DISEÑO A CORTANTE

ELEVATION : 50.0

ID ELEM	Vu (ton)	bw (cm)	dn (cm)	h (cm)	d(adopt) (cm)	$\phi V_c$ (ton)
Qx1	12.07	100.0	18.48	50.0	42.50	27.75
Qx3	8.99	100.0	13.77	50.0	42.50	27.75
Qy1	10.17	100.0	15.68	50.0	42.50	27.75
Qx1	13.18	100.0	20.19	50.0	42.50	27.75
Qx3	9.38	100.0	14.37	50.0	42.50	27.75
Qy1	12.17	100.0	18.64	50.0	42.50	27.75

# DISEÑO DE LOSAS

(7)

## CUARTO DEL MOTOR

ELEVATION : 50.00 (motor floor) A-B line  
 LINE : 1-2,3-4,5-6 TYPE = 1  
 h = 2.00 m  
 DL = 4.80 t / m<sup>2</sup>  
 LL = 2.00 t / m<sup>2</sup>  
 Wu = 1.4DL + 1.7LL = 10.12 t / m<sup>2</sup>  
 Ly = 8.00 m  
 Lx = 8.00 m  
 Ly / Lx = 1.00  
 M = c.Wu.(Lx)<sup>2</sup>  
 Q = c.Wu.Lx

c  
 Mx1 = 0.053 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 34.33 t-m  
 My1 = 0.053 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 34.33 t-m  
 Mx2 = 0.018 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 11.66 t-m  
 My2max = 0.018 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 11.66 t-m  
 Qx1 = 0.44 Wu.Lx = 35.62 t  
 Qy1 = 0.44 Wu.Lx = 35.62 t

### EJE

2-3,4-5,6-7

TIPO = 3

h = 2.00 m  
 DL = 4.80 t / m<sup>2</sup>  
 LL = 2.00 t / m<sup>2</sup>  
 Wu = 1.4DL + 1.7LL = 10.12 t / m<sup>2</sup>  
 Ly = 8.00 m  
 Lx = 6.00 m  
 Ly / Lx = 1.33  
 M = c.Wu.(Lx)<sup>2</sup>  
 Q = c.Wu.Lx

c  
 My2max = 0.010 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 3.64 t-m  
 Mx1 = 0.083 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 30.24 t-m  
 Mx2 = 0.042 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 15.30 t-m  
 My1 = 0.058 Wu.(Lx)<sup>2</sup> = 21.13 t-m  
 Qx1 = 0.50 Wu.Lx = 30.36 t  
 Qy1 = 0.40 Wu.Lx = 24.29 t

# DISEÑO A FLEXIÓN

MOTOR ROOM

50.0

DATO:  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200$   
 $r = 7.5 \text{ cm}$   
 $p_{max} = 0.75p_b = 1.61 (\%)$   
 $p_s = 0.90 (\%)$

ID ELEM	Mu (t-m)	b (cm)	h (cm)	d (cm)	p (%)	As (cm <sup>2</sup> )	As(temp) (cm <sup>2</sup> )	As(adopt) (cm <sup>2</sup> )	As(adopt) (varillas)
Mx1	34.33	100.0	200.0	192.5	0.02	4.73	25.00	25.34	1 ø 22 @ 15 cm.
My1	34.33	100.0	200.0	192.5	0.02	4.73	25.00	25.34	1 ø 22 @ 15 cm.
Mx2	11.66	100.0	200.0	192.5	0.01	1.60	25.00	25.34	1 ø 22 @ 15 cm.
My2max	11.66	100.0	200.0	192.5	0.01	1.60	25.00	25.34	1 ø 22 @ 15 cm.
My2max	3.64	100.0	200.0	192.5	0.00	0.50	25.00	25.34	1 ø 22 @ 15 cm.
Mx1	30.24	100.0	200.0	192.5	0.02	4.17	25.00	25.34	1 ø 22 @ 15 cm.
Mx2	15.30	100.0	200.0	192.5	0.01	2.11	25.00	25.34	1 ø 22 @ 15 cm.
My1	21.13	100.0	200.0	192.5	0.02	2.91	25.00	25.34	1 ø 22 @ 15 cm.

# DISEÑO A CORTANTE

50.0

CUARTO DE MOTOR

ID ELEM	Vu (ton)	bw (cm)	dn (cm)	h (cm)	d(adopt) (cm)	pVc (ton)
Qx1	35.62	100.0	54.57	200.0	192.50	125.67
Qy1	35.62	100.0	54.57	200.0	192.50	125.67
Qx1	30.36	100.0	46.50	200.0	192.50	125.67
Qy1	24.29	100.0	37.20	200.0	192.50	125.67

165

1-1-166

# DISEÑO DE LOSAS

(B)

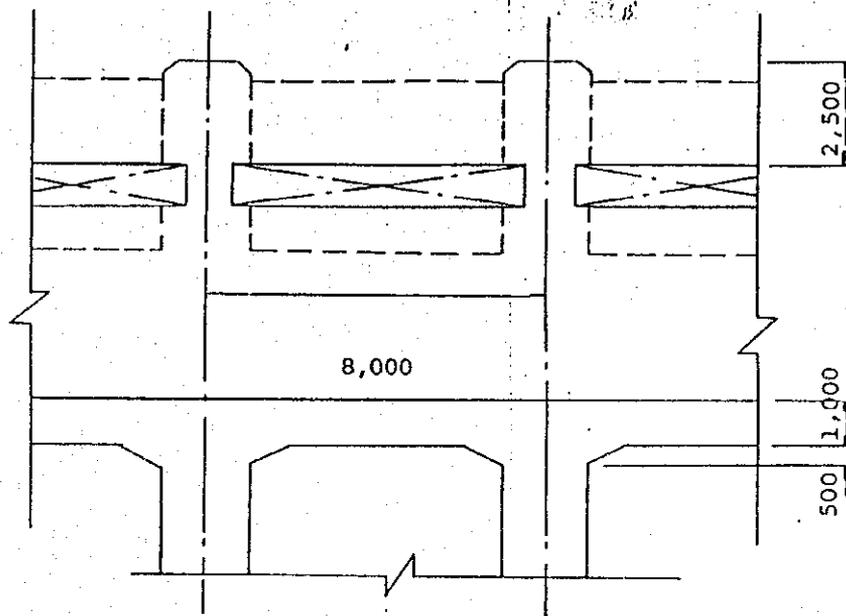
## LOSA DE PISO DE PUENTE GRUA

El piso se diseña como una viga doblemente empotrada con carga uniforme de 1.0 t/m<sup>2</sup>

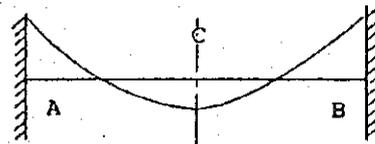
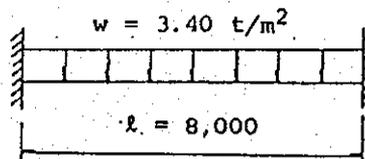
CARGA ULTIMA TOTAL:

h =	1.00 m
DL =	2.40 t/m <sup>2</sup>
LL =	1.00 t/m <sup>2</sup>
Wu = 1.4DL + 1.7LL =	5.06 t/m <sup>2</sup>
L =	8.00 m

$$M_u = W_u \cdot L^2 / 12 = 26.99 \text{ t-m}$$
$$Q_u = W_u \cdot L / 2 = 20.24 \text{ ton}$$



$$W = 1.00 \times 2.40 + 1.00 = 3.40 \text{ t/m}^2$$



## DISEÑO A FLEXIÓN

### LOSA DE PISO DE PUENTE GRUA

GIVEN:

DATOS:  $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200$   
 $r = 7.5 \text{ cm}$   
 $p_{max} = 0.75p_b = 1.61 \text{ (\%)}$   
 $p_s = 0.90 \text{ (\%)}$

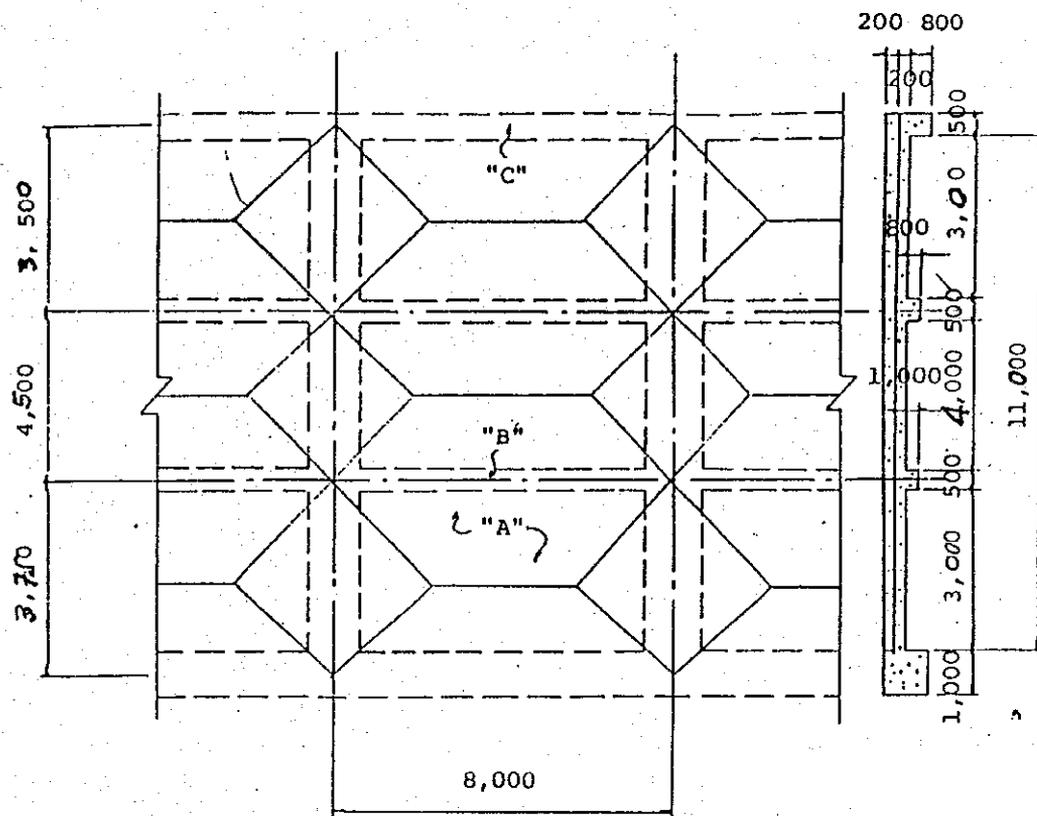
ID ELEM	Mu (t-m)	b (cm)	h (cm)	d (cm)	p (%)	As (cm <sup>2</sup> )	As(temp) (cm <sup>2</sup> )	As(adopt) (cm <sup>2</sup> )	As(adopt) (varillas)
Mu1	26.99	100.0	100.0	92.5	0.08	7.80	12.50	15.71	1 $\varnothing$ 20 @ 20 cm.

## DISEÑO A CORTANTE

### LOSA DE PISO DE PUENTE GRUA

ID ELEM	Vu (ton)	bw (cm)	dn (cm)	h (cm)	d(adopt) (cm)	$\phi V_c$ (ton)
Qu1	20.24	100.0	31.00	100.0	92.50	60.39

CUBIERTA  
 (9) (EL. 70.10 m)



1-1-169

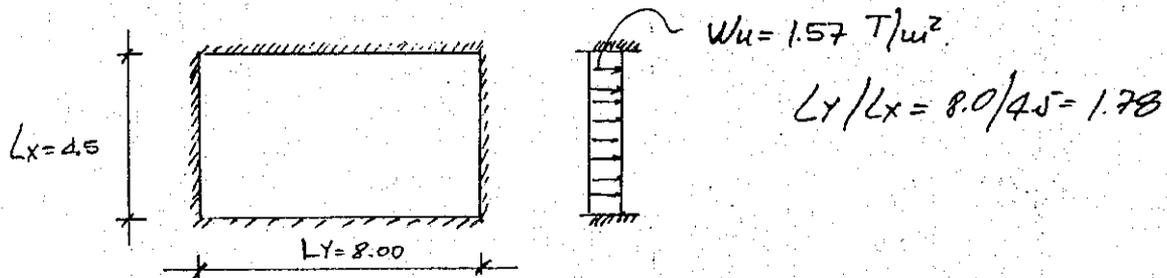
# Cubierta (EL. 70.10)

Cargas:

Peso propio =  $W_1 = 0.20 \times 0.40 = 0.08 \text{ T/m}^2$   
 Peso mortero =  $W_2 = 0.20 \times 2.00 = 0.40 \text{ T/m}^2$   
 Carga viva =  $W_3 = 0.20 \text{ T/m}^2$

$$W_u = 1.4(0.08 + 0.40) + 1.7(0.20) = 1.57 \text{ T/m}^2$$

2) La losa de cubierta se diseña como losa en 2 direcciones con 4 lados empotrados



$$M_{x1} = 0.082 \times 1.57 \times 4.5^2 = 2.61 \text{ T-m}$$

$$M_{x2} = 0.038 \times 1.57 \times 4.5^2 = 1.21 \text{ "}$$

$$M_{y1} = 0.057 \times 1.57 \times 8.0^2 = 1.81 \text{ "}$$

$$M_{y2} = 0.010 \times 1.57 \times 8.0^2 = 0.32 \text{ "}$$

$$Q_{x1} = 0.52 \times 1.57 \times 4.5 = 3.67 \text{ Ton}$$

$$Q_{y1} = 0.46 \times 1.57 \times 8.0 = 3.25 \text{ Ton}$$

$M_{u\max} = 2.61 \text{ T-m}$  para  $b=100$   $d=17$   $f_c=210$   
 $f_y=4200$

$\rho = 0.25\%$   $A_s = 4.18 \text{ cm}^2/\text{m}$  USAR:  $1\phi 12 \text{ c}/25$  (4.52)  
 $A_{s\min} = 2.50 \text{ cm}^2/\text{m}$   $1\phi 10 \text{ c}/25$

ii) VIGAS

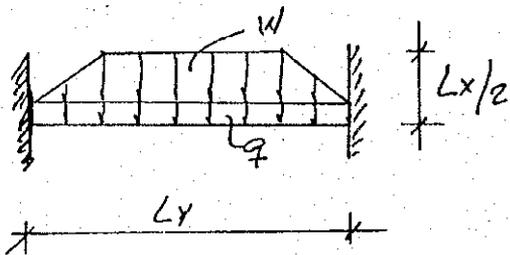
a) VIGA 'B'  
 La viga se diseña como viga doblemente empotrada.

Cargas:

Peso Propio =  $W = 0.5 \times 0.8 \times 2.4 = 0.96 \text{ T/m}$

Carga uniforme =  $1.57 \text{ T/m}^2$

Para las vigas de piso, el cálculo de las cargas (e) momento ( $M_0$ ) y fuerza cortante ( $Q_0$ ), se realiza usando, la ecuación simplificada, que se presenta a continuación.



$w$  = carga uniforme de piso

$q$  = carga uniforme de viga

$$C = w \cdot c/w + \frac{1}{12} q L_y^2$$

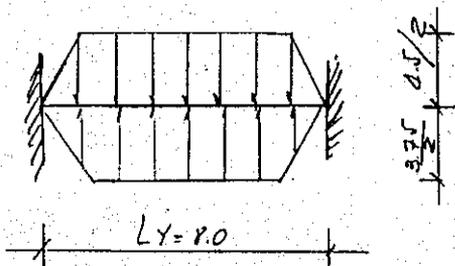
$$M_0 = w \cdot M_0/w + \frac{1}{8} q L_y^2$$

$$Q_0 = w \cdot Q_0/w + \frac{1}{2} q L_y$$

En las ecuaciones anteriores, los coeficientes  $c/w$ ,  $M_0/w$  y  $Q_0/w$  se determinan por la relación del claro longitudinal ( $L_y$ ) a claro, corto ( $L_x$ ) y, expresado gráficamente en 2.1.6

$$W_u = 1.57 \text{ T/m}^2$$

$$q_u = 0.96 \times 1.4 = 1.34 \text{ T/m}$$



$$\lambda_1 = \frac{L_y}{L_x} = \frac{8.00}{4.50} = 1.78$$

$$\lambda_2 = \frac{L_y}{L_x} = \frac{8.00}{3.75} = 2.13$$

$\lambda$	$L_x$	$C/w$	$M_0/w$	$Q_0/w$
1.78	4.50	10.0	16.5	6.5
2.13	3.75	8.5	14.0	5.6

$$C = 1.57 (10.0 + 8.5) + 1/12 (1.34) (8.0)^2 = 36.19 \text{ T-m.}$$

$$M_0 = 1.57 (16.5 + 14.0) + 1/8 (1.34) (8.0)^2 = 58.61 \text{ "}$$

$$Q_0 = 1.57 (6.5 + 5.6) + 1/2 (1.34) (8.0) = 24.36 \text{ "}$$

$$\text{Momento en extremo} = 1.2 C = 43.43 \text{ T-m.}$$

$$\text{Momento en el centro} = M_0 - 0.65 C = 35.09 \text{ T-m.}$$

b) VIGA "c"

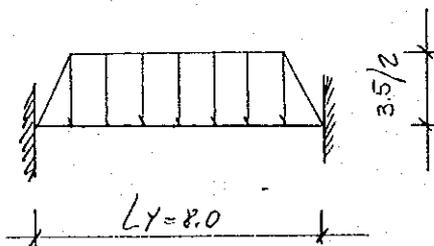
Cargas:

Peso propio:

$$W = 0.50 \times 0.8 \times 2.4 = 0.96 \text{ T/m.}$$

Carga uniforme

$$W = 1.57 \text{ T/m}^2$$



$$\lambda = L_y/L_x = 8.0/3.5 = 2.3$$

$$W_u = 1.57 \text{ T/m}^2$$

$$q_u = 1.34 \text{ T/m.}$$

$\lambda$	$L_x$	$C/w$	$M_0/w$	$Q_0/w$
2.3	3.50	8.9	14.0	5.5

$$C = 1.57(8.9) + 1/12 (1.34) (8.0)^2 = 21.12 \text{ T-m}$$

$$M_0 = 1.57(14.0) + 1/8 (1.34) (8.0)^2 = 32.70 \text{ "}$$

$$Q_0 = 1.57(5.5) + 1/2 (1.34) (8.0) = 14.00 \text{ Ton}$$

Momento en extremos

$$1.2C = 25.34 \text{ T-m}$$

Momento en el centro

$$M_0 - 0.65C = 18.97 \text{ T-m}$$

: Diseño

Datos:  $b = 50$   $d = 75$   $v = 80$   
 $f'_c = 210$   $f_y = 4200$

FLEXION

VPGA	$M_u$	$P(\%)$	$A_s$	$A_{smin}$
"B"	43.43	0.43	16.14	12.50
	35.09	0.34	12.90	12.50
"C"	25.34	0.25	9.20	12.50
	18.97	0.18	6.84	12.50

CORTANTE

$$V_u = 24.36 \text{ Ton} \quad \phi V_c = 24.48 \text{ Ton}$$

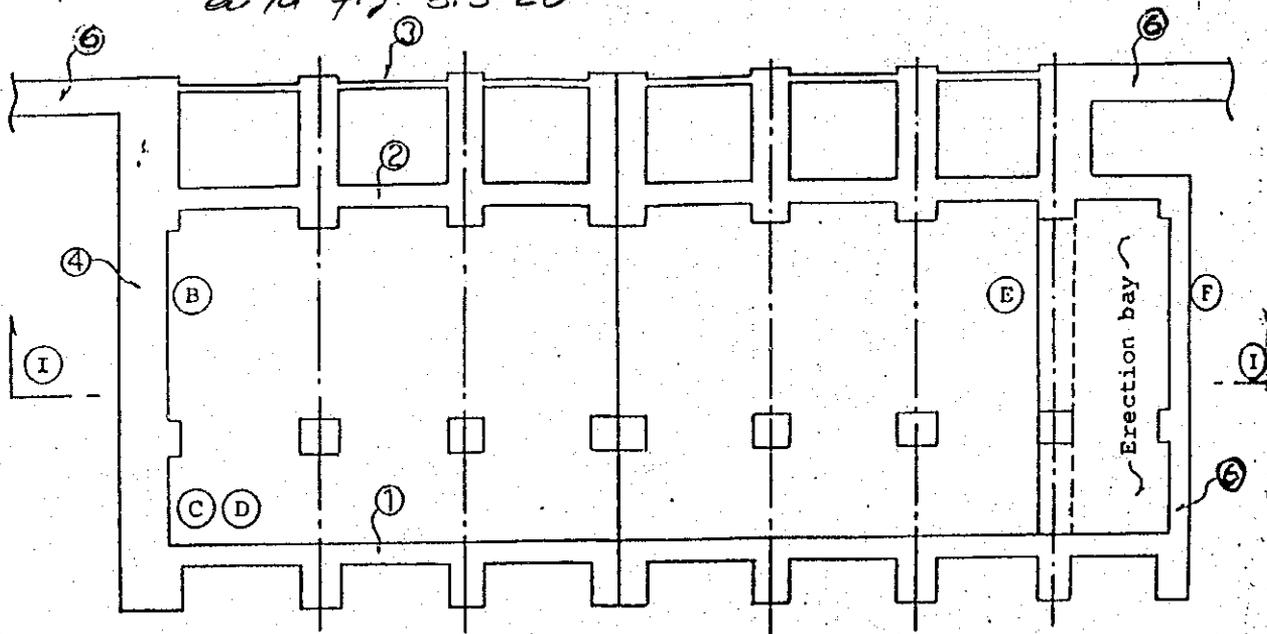
$$A_{smin} = 2.26 \text{ cm}^2$$

$$\text{USAR: } 1E \phi 12 \text{ c/30}$$

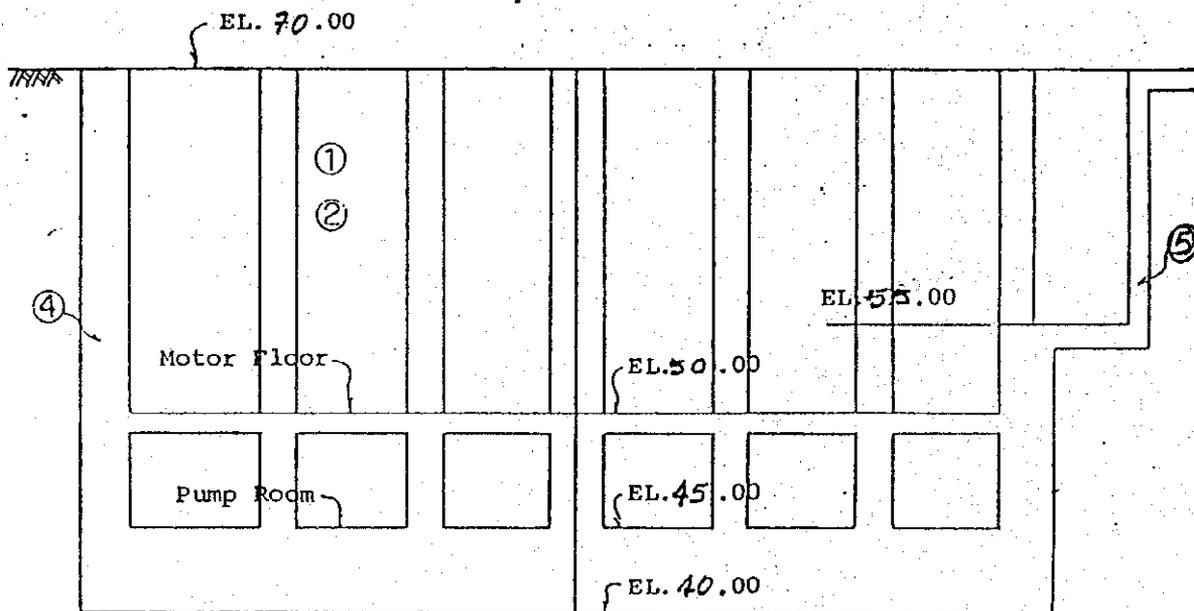
$$\text{USAR: } 5 \phi 22$$

(C) DISEÑO DE MUROS

El modelo para el colado de muros se ilustra a la fig. 3.3-20



PLANTA



SECTION I-I

Fig. 1.1.2) MODELO ESTRUCTURAL DE MUROS

1-1-177

173

## DISEÑO DE MUROS

(1)

### MURO POSTERIOR (PARTE 1)

El muro es dividido en 2 partes, sobre la EL 55.00 y bajo la EL 55.00  
 El muro bajo la EL 55.00 se considera como hormigón masivo.  
 El muro sobre la EL 55.00 se diseña como una viga empotrada en las columnas.

El modelo de cálculo se detalla a continuación.

Elevation 0 :	EMPUJE DE TIERRAS	70.00 m
Elevation 0 :	PRESION HIDROSTATICA	66.00 m
Elevation 1 :		65.00 m
Elevation 2 :		60.00 m
Elevation 3 :		55.00 m

#### EMPUJE DE TIERRAS

$\Gamma =$	1.00 t/m <sup>3</sup>
$K_a =$	0.50
$h_1 =$	5.00 m
$Ph_1 = \Gamma \cdot K_a \cdot h_1 =$	2.50 t
$h_2 =$	10.00 m
$Ph_2 = \Gamma \cdot K_a \cdot h_2 =$	5.00 t/m <sup>2</sup>
$h_3 =$	15.00 m
$Ph_3 = \Gamma \cdot K_a \cdot h_3 =$	7.50 t/m <sup>2</sup>

#### SOBRECARGA

$h_s =$	0.61 m
$P_s = \Gamma \cdot K_a \cdot h_s =$	0.31 t/m <sup>2</sup>

#### PRESION HIDROSTATICA

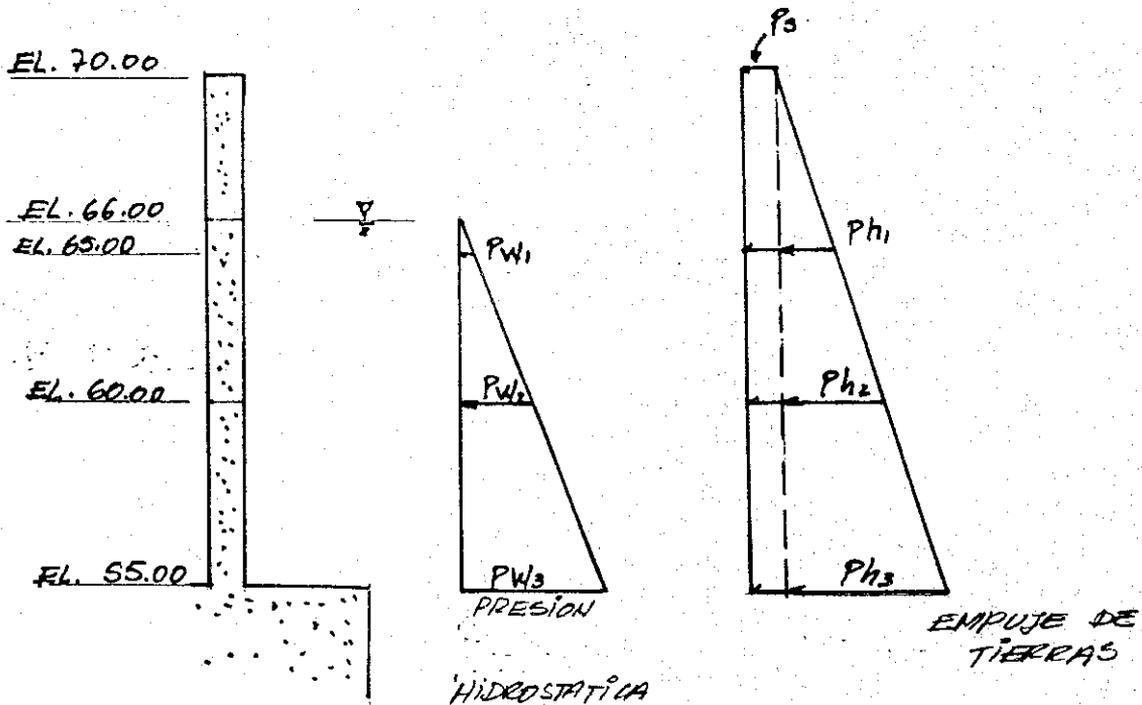
$P_{w1} = \Gamma_w \cdot h_1 =$	1.00 t/m <sup>2</sup>
$P_{w2} = \Gamma_w \cdot h_2 =$	6.00 t/m <sup>2</sup>
$P_{w3} = \Gamma_w \cdot h_3 =$	11.00 t/m <sup>2</sup>

#### CARGA ULTIMA

ELEV.1=	65.00 m
$\Sigma P_1 = Ph_1 + P_s + P_{w1} =$	3.81 t/m <sup>2</sup>
$P_{u1} = 1.4P_w + 1.7(Ph + P_s) =$	6.17 t/m <sup>2</sup>
$L =$	6.00 m
$M_{u1} = P_{u1} \cdot L^2 / 12 =$	18.51 t-m
$Q_{u1} = P_{u1} \cdot L / 2 =$	18.51 ton

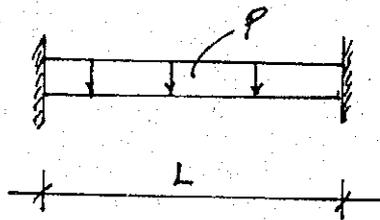
ELEV.2=	60.00 m
$\Sigma P_2 = Ph_2 + P_s + P_{w2} =$	11.31 t/m <sup>2</sup>
$P_{u2} = 1.4P_w + 1.7(Ph + P_s) =$	17.42 t/m <sup>2</sup>
$L =$	6.00 m
$M_{u2} = P_{u2} \cdot L^2 / 12 =$	52.26 t-m
$Q_{u2} = P_{u2} \cdot L / 2 =$	52.26 ton

ELEV.3=	55.00 m
$\Sigma P3 = Ph3 + Ps + Pw3 =$	18.81 t/m <sup>2</sup>
$Pu3 = 1.4Pw + 1.7(Ph + Ps) =$	28.67 t/m <sup>2</sup>
L =	6.00 m
$Mu3 = Pu \cdot L^2 / 12 =$	86.01 t-m
$Qu3 = Pu \cdot L / 2 =$	86.01 ton



HIDROSTATICA

$$P = Ph + Pw + Ps$$



## DISEÑO A FLEXIÓN

MURO POSTERIOR (PARTE 1)  
ELEVATION: 70.0 - 55.0

DATA:  $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200$   
 $r = 7.5 \text{ cm}$   
 $p_{max} = 0.75 p_b = 1.61 (\%)$   
 $p_s = 0.90 (\%)$

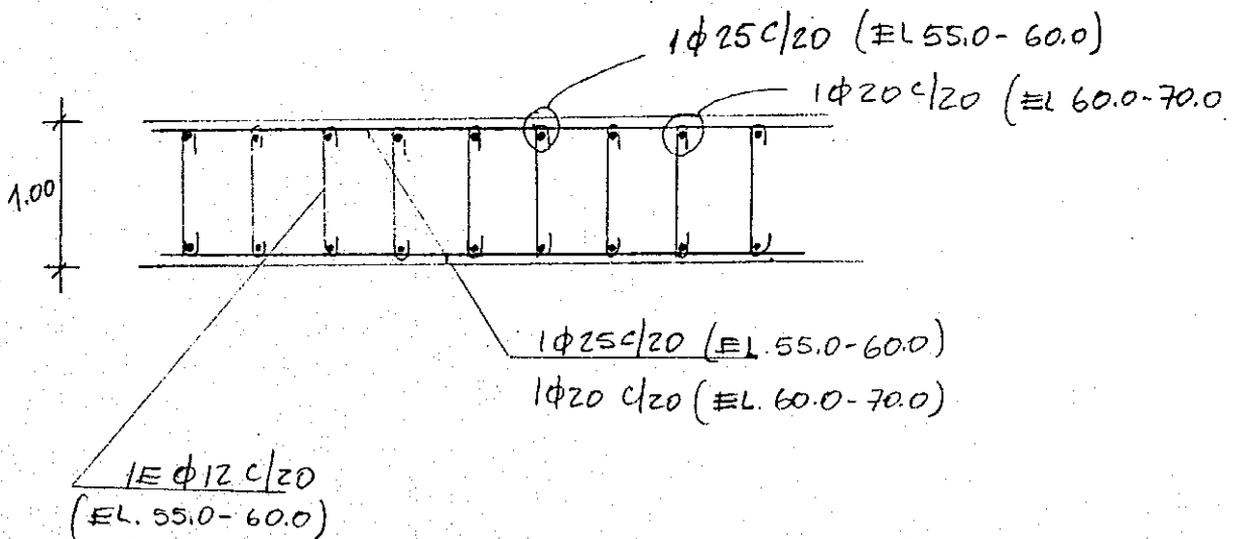
ID ELEM	Mu (t-m)	b (cm)	h (cm)	d (cm)	p (%)	As (cm <sup>2</sup> )	As(temp) (cm <sup>2</sup> )	As(adopt) (cm <sup>2</sup> )	As(adopt) (varillas)
Mu1	18.51	100.0	100.0	92.5	0.06	5.39	12.50	15.71	1 $\phi$ 20 @ 20 cm.
Mu2	52.26	100.0	100.0	92.5	0.16	15.24	12.50	15.71	1 $\phi$ 20 @ 20 cm.
Mu3	86.01	100.0	100.0	92.5	0.27	25.42	12.50	24.54	1 $\phi$ 25 @ 20 cm.

## DISEÑO A CORTANTE

MURO POSTERIOR (PARTE 1)  
ELEVATION: 70.0 - 55.0

ID ELEM	Vu (ton)	bw (cm)	dn (cm)	h (cm)	d(adopt) (cm)	$\rho V_c$ (ton)
Qu1	18.51	100.0	28.35	100.0	92.50	60.39
Qu2	52.26	100.0	80.04	100.0	92.50	60.39
Qu3	86.01	100.0	131.74	100.0	92.50	60.39

1 E  $\phi$  12 @ 20 cm.



176

1-1-177

WALL DESIGN

MURO FRONTAL (Parte 2)

(2)

El muro frontal se divide en 2 partes sobre la EL 55<sup>00</sup> y bajo la EL 55<sup>00</sup>.

El muro bajo la EL 55<sup>00</sup> se considera como homogéneo masivo.

El muro sobre la EL 55<sup>00</sup> se diseña como una losa en 2 direcciones con 3 extremos empotrados y un extremo libre.

El modelo de cálculo se presenta a continuación.

Elevation 0 : (water pressure) 66.00 m  
Elevation 1 : 55.00 m

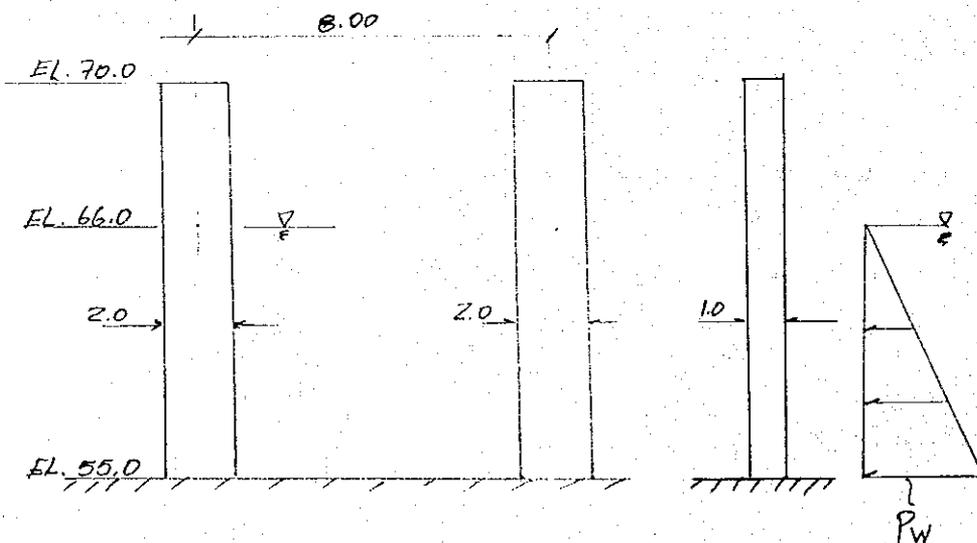
PRESION HIDROSTATICA

$P_w1 = \gamma_w \cdot h_1 = 11.00 \text{ t/m}^2$

CARGA TOTAL ULTIMA

$t = 1.00 \text{ m}$   
 $W_u = 1.4 \text{ WL} = 15.40 \text{ t/m}^2$   
 $L_y = 14.00 \text{ m}$   
 $L_x = 8.00 \text{ m}$   
 $L_y/L_x = 1.75$   
 $M = c \cdot W_u \cdot (L_x)^2$   
 $Q = c \cdot W_u \cdot L_x$

$M_{x1} = 0.008 W_u \cdot (L_x)^2 = 7.88 \text{ t-m}$   
 $M_{x2} = 0.005 W_u \cdot (L_x)^2 = 4.93 \text{ t-m}$   
 $M_{x3} = 0.046 W_u \cdot (L_x)^2 = 45.34 \text{ t-m}$   
 $M_{y1} = 0.045 W_u \cdot (L_x)^2 = 44.35 \text{ t-m}$   
 $M_{y2} = 0.008 W_u \cdot (L_x)^2 = 7.88 \text{ t-m}$   
 $Q_{x1} = 0.01 W_u \cdot L_x = 1.23 \text{ t}$   
 $Q_{x1max} = 0.34 W_u \cdot L_x = 41.89 \text{ t}$   
 $Q_{y1} = 0.38 W_u \cdot L_x = 46.82 \text{ t}$



## DISEÑO A FLEXIÓN

### MURO FRONTAL (PARTE 2)

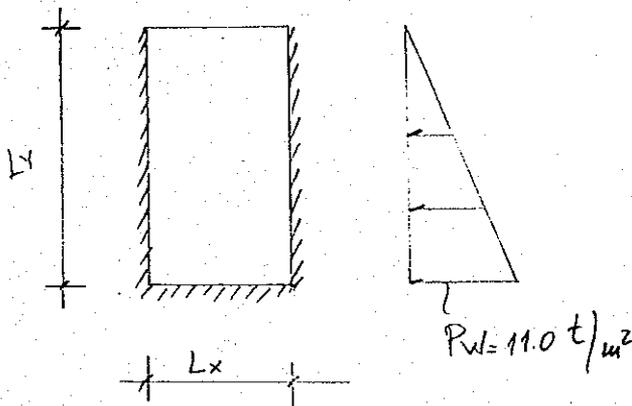
DATOS:  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200$   
 $r = 7.5 \text{ cm}$   
 $p_{max} = 0.75p_b = 1.61 (\%)$   
 $p_s = 0.90 (\%)$

ID ELEM	Mu (t-m)	b (cm)	h (cm)	d (cm)	p (%)	As (cm <sup>2</sup> )	As(temp) (cm <sup>2</sup> )	As(adopt) (cm <sup>2</sup> )	As(adopt) (varillas)
Mx1	7.68	100.0	100.0	92.5	0.02	2.26	12.50	15.71	1 $\varnothing$ 20 @ 20 cm
Mx2	4.93	100.0	100.0	92.5	0.02	1.41	12.50	15.71	1 $\varnothing$ 20 @ 20 cm
Mx3	45.34	100.0	100.0	92.5	0.14	13.19	12.50	15.71	1 $\varnothing$ 20 @ 20 cm
My1	44.35	100.0	100.0	92.5	0.14	12.90	12.50	15.71	1 $\varnothing$ 20 @ 20 cm
My2	7.68	100.0	100.0	92.5	0.02	2.26	12.50	15.71	1 $\varnothing$ 20 @ 20 cm

## DISEÑO A CORTANTE

### MURO FRONTAL (PARTE 2)

ID ELEM	Vu (ton)	bw (cm)	dn (cm)	h (cm)	d(adopt) (cm)	$\rho_v$ (%)
Qx1	1.23	100.0	1.89	100.0	92.50	60.39
Qx1max	41.89	100.0	64.16	100.0	92.50	60.39
Qy1	46.82	100.0	71.71	100.0	92.50	60.39



WALL DESIGN

MURO DIVISORIO DE ENTRADA

(3) El muro se diseña para fuerzas sísmicas

Las cargas que actúan sobre el muro son:

- 1.-) Fuerzas internas debido a fuerzas sísmicas
- 2.-) Presión dinámica debido al flujo.

Elevation 0 : (water pressure)	66.00 m
Elevation 1 :	42.00 m
t (thickness wall) =	0.50 m

FUERZA SISMICA:

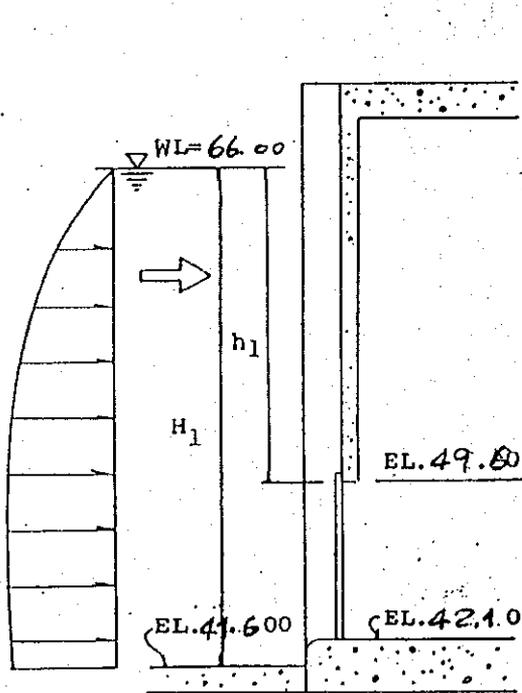
$W1 = 0.15 W = 0.18 \text{ t/m}^2$

PRESION HIDROSTATICA DINAMICA

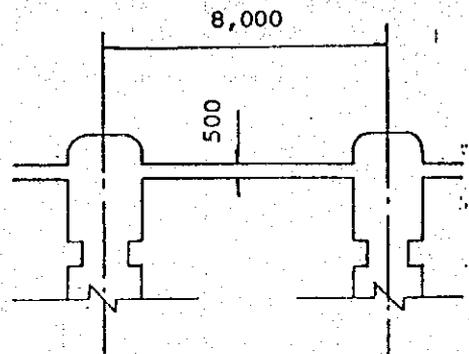
$W2 = 0.875 W_0 \cdot K_h \cdot J (H_1 \cdot h_1) = 2.63 \text{ t/m}^2$

CARGA TOTAL ULTIMA

$\Sigma W = W1 + W2 =$	2.81 t/m <sup>2</sup>
$W_u = 1.4 (W1 + W2) =$	3.93 t/m <sup>2</sup>
$L =$	8.00 m
$M_u = W_u \cdot L^2 / 12 =$	20.95 t-m
$Q_u = W_u \cdot L / 2 =$	15.71 ton



[Dynamic water pressure]



## DISEÑO A FLEXIÓN

### PARTITION WALL OF INLET GIVEN :

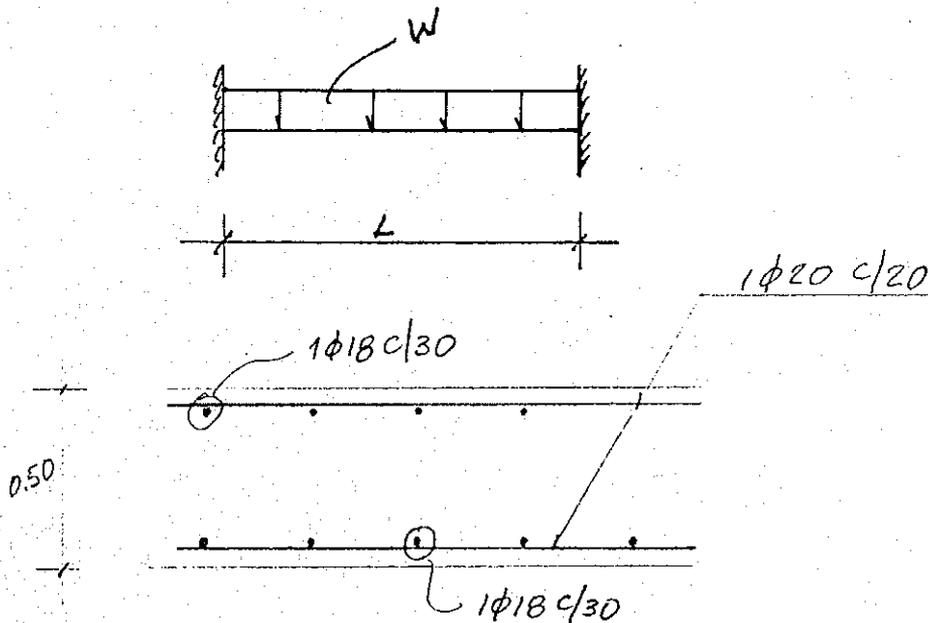
$f'_c =$	210	Kg/cm <sup>2</sup>
$f_y =$	4200	
$r =$	7.5	cm
$p_{max} = 0.75 p_b =$	1.81	(%)
$p_s =$	0.90	(%)

ID ELEM	Mu (t-m)	b (cm)	h (cm)	d (cm)	p (%)	As (cm <sup>2</sup> )	As(temp) (cm <sup>2</sup> )	As(adopt) (cm <sup>2</sup> )	As(adopt) (varillas)
Mu	20.95	100.0	50.0	42.5	0.32	13.55	6.25	15.71 8.48	1 # 20 @ 20 cm. 1 # 18 @ 30 cm.

## DISEÑO A CORTANTE

### PARTITION WALL OF INLET

ID ELEM	Vu (ton)	bw (cm)	dn (cm)	h (cm)	d(adopt) (cm)	$\rho V_c$ (ton)
Qu	15.71	100.0	24.07	50.0	42.50	27.75



1-1-181

30-Sep-94

## Diseño de Muros

### MURO LATERAL DEL PATIO DE TRANSFORMADORES

El muro lateral se divide en 4 partes como se señala a continuación.

#### 1.) Parte A

Parte A es diseñada como una viga doblemente empotrada por el muro de ala de la entrada

- Carga externa que actúa en el muro

$$W = q_0 + P = q \cdot K_a + \Gamma \cdot h \cdot K_a$$

Las cargas externas para cada elevación son calculadas como se detalla:

- EL. (max) 70.10 m

- El.1= 41.60 m

h = 28.50 m

$\Gamma = 1.80 \text{ t/m}^3$

$K_a = 0.50$

$q = 1.00 \text{ t/m}^2$

$W_1 = q \cdot K_a + \Gamma \cdot h \cdot K_a = 26.15 \text{ t/m}^2$

$W_{u1} = 1.7W = 44.45 \text{ t/m}^2$

- El.2= 50.00 m

h = 20.10 m

$\Gamma = 1.80 \text{ t/m}^3$

$K_a = 0.50$

$q = 1.00 \text{ t/m}^2$

$W_2 = q \cdot K_a + \Gamma \cdot h \cdot K_a = 18.59 \text{ t/m}^2$

$W_{u2} = 1.7W = 31.60 \text{ t/m}^2$

- El.3= 55.00 m

h = 15.10 m

$\Gamma = 1.80 \text{ t/m}^3$

$K_a = 0.50$

$q = 1.00 \text{ t/m}^2$

$W_3 = q \cdot K_a + \Gamma \cdot h \cdot K_a = 14.09 \text{ t/m}^2$

$W_{u3} = 1.7W = 23.95 \text{ t/m}^2$

- El.4= 60.00 m

h = 10.10 m

$\Gamma = 1.80 \text{ t/m}^3$

$K_a = 0.50$

$q = 1.00 \text{ t/m}^2$

$W_4 = q \cdot K_a + \Gamma \cdot h \cdot K_a = 9.59 \text{ t/m}^2$

$W_{u4} = 1.7W = 16.30 \text{ t/m}^2$

- El.5= 65.00 m

h = 5.10 m

$\Gamma = 1.80 \text{ t/m}^3$

$K_a = 0.50$

$q = 1.00 \text{ t/m}^2$

30-Sep-94

$W5 = q \cdot Ka + \Gamma \cdot h \cdot Ka =$   
 $Wu5 = 1.7W =$

$5.09 \text{ t/m}^2$   
 $8.65 \text{ t/m}^2$

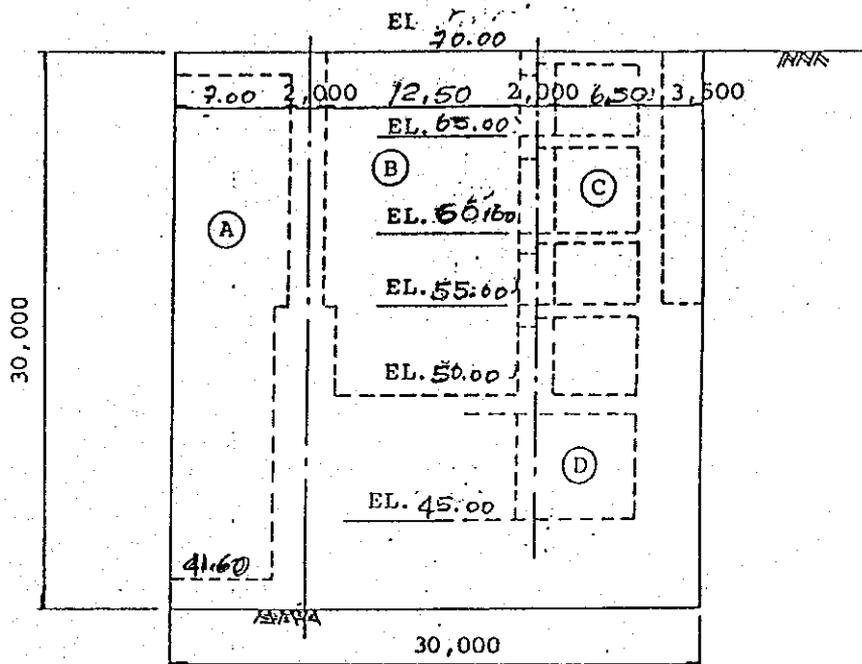
Las momentos de flexión y las fuerzas de corte para cada elevación son calculadas como sigue:

$Mu = Wu \cdot L^2 / 12$

$Qu = Wu \cdot L / 2$

$L = 7.00 \text{ m}$

EL. (m)	41.60	50.00	55.00	60.00	65.00
Mu (t-m)	181.52	129.05	97.81	66.57	35.33
Qu (t)	155.59	110.61	83.84	57.06	30.29



DISEÑO A FLEXIÓN

MURO LATERAL DEL PATIO DE TRANSFORMADORES (Parte 4)

PARTE A

DATOS

$f'c =$	210	Kg/cm <sup>2</sup>
$f_y =$	4200	
$r =$	7.5	cm
$p_{max} = 0.75p_b =$	1.81	(%)
$p_s =$	0.90	(%)

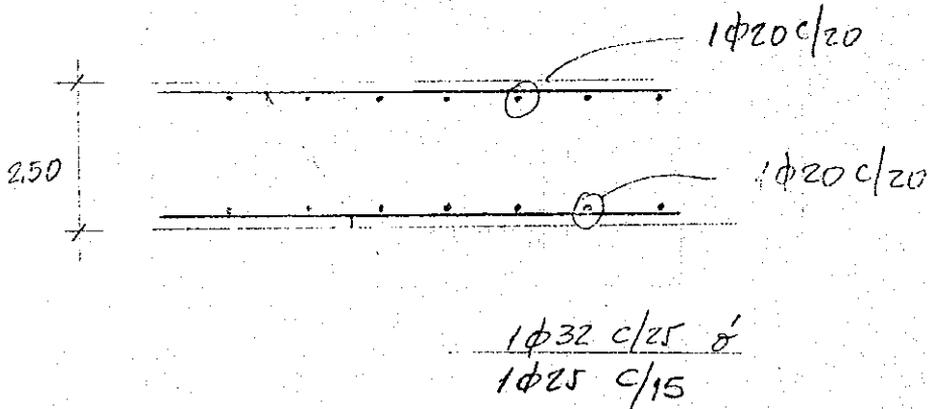
ID ELEM	Mu (t-m)	b (cm)	h (cm)	d (cm)	p (%)	Ae (cm <sup>2</sup> )	Ae(temp) (cm <sup>2</sup> )	Ae(adopt) (cm <sup>2</sup> )	Ae(adopt) (varillas)
Mu1	181.52	100.0	250.0	242.5	0.08	20.00	31.25	32.17	1 $\phi$ 32 @ 25 cm
Mu2	129.05	100.0	250.0	242.5	0.06	14.18	31.25	32.17	1 $\phi$ 32 @ 25 cm
Mu3	97.81	100.0	250.0	242.5	0.04	10.73	31.25	32.17	1 $\phi$ 32 @ 25 cm
Mu4	66.57	100.0	250.0	242.5	0.03	7.29	31.25	32.17	1 $\phi$ 32 @ 25 cm
Mu5	35.33	100.0	250.0	242.5	0.02	3.86	31.25	32.17	1 $\phi$ 32 @ 25 cm

DISEÑO A CORTE

MURO LATERAL DEL PATIO DE TRANSFORMADORES (Parte 4)

PARTE A

ID ELEM	Vu (ton)	bw (cm)	dn (cm)	h (cm)	d(adopt) (cm)	$\rho V_c$ (ton)
Qu1	155.59	100.0	236.33	250.0	242.50	158.31
Qu2	110.81	100.0	169.43	250.0	242.50	158.31
Qu3	83.84	100.0	128.42	250.0	242.50	158.31
Qu4	57.06	100.0	87.40	250.0	242.50	158.31
Qu5	30.29	100.0	46.38	250.0	242.50	158.31



30-Sep-94

2.) Parte B

La Parte B es diseñada como una losa en dos direcciones, con 3 lados empotrados y 1 lado libre.

EL.0 (presión de agua)	66.00 m
EL.1 (presión de agua)	70.10 m
EL.2	49.50 m
hw =	16.50 m
h1 =	20.60 m
q =	1.00 t/m <sup>2</sup>
Γ =	1.00 t/m <sup>3</sup>
Ka =	0.50
qo = q.Ka =	0.50 t/m <sup>2</sup>
q1 = Γ.Ka.h1 + hw =	26.8 t/m <sup>2</sup>
W = qo + q1 =	27.30 t/m <sup>2</sup>
Wu1 = 1.7qo =	0.85 t/m <sup>2</sup>
Wu2 = 1.5q1 =	40.20 t/m <sup>2</sup>
t (espesor de pared) =	2.50 m
Ly =	20.60 m
Lx =	12.50 m
Ly/Lx =	1.65

Los momentos de flexión y las fuerzas de corte son calculados como sigue:

$$M = c.Wu.(Lx)^2$$

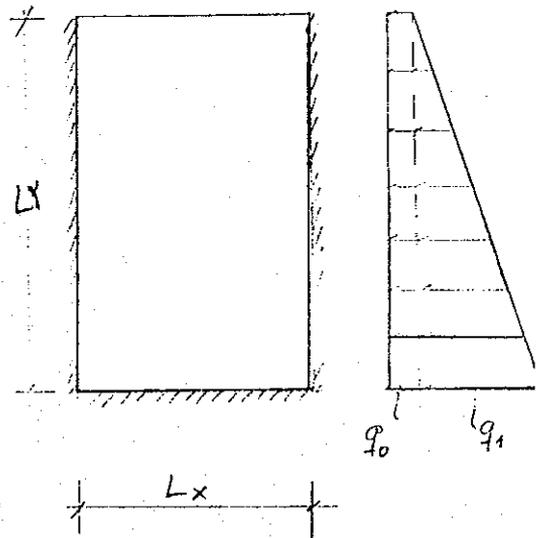
$$Q = c.Wu.Lx$$

Carga Triangular

Mx1 =	0.009 Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	56.53 t-m
Mx2 =	0.005 Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	31.41 t-m
Mx3 =	0.045 Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	282.66 t-m
My1 =	0.044 Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	276.37 t-m
My2 =	0.010 Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	62.81 t-m
Qx1 =	0.050 Wu.Lx =	25.13 t
Qy1 =	0.380 Wu.Lx =	190.95 t
Qx1max =	0.330 Wu.Lx =	165.83 t

Carga Uniforme

Mx1 =	0.08 Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	11.02 t-m
Mx2 =	0.04 Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	5.58 t-m
Mx3 =	0.00 Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	0.00 t-m
Ky1 =	0.00 Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	7.04 t-m
Ky2 =	0.00 Wu.(Lx) <sup>2</sup> =	1.76 t-m
Qx1 =	0.00 Wu.Lx =	0.00 t
Qy1 =	0.480 Wu.Lx =	5.10 t
Qx1max =	0.000 Wu.Lx =	0.00 t



1-1-105

DISEÑO A FLEXION  
 MURO LATERAL DEL PATIO DE TRANSFORMADORES (Parte 4)  
 PARTE B

DATOS

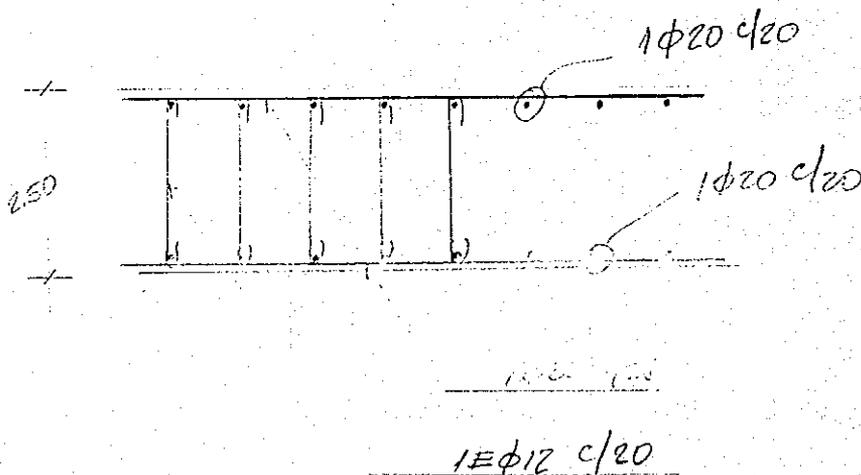
$f_c =$  210 Kg/cm<sup>2</sup>  
 $f_y =$  4200  
 $r =$  7.5 cm  
 $p_{max} = 0.75 p_b =$  1.61 (%)  
 $p_s =$  0.90 (%)

ID ELEM	Mu (t-m)	b (cm)	h (cm)	d (cm)	p (%)	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (temp) (cm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (adopt) (cm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (adopt) (varillas)
Mu1	67.55	100.0	250.0	242.5	0.03	7.40	31.25	32.17	1 ø 32 @ 25 cm.
Mu2	36.98	100.0	250.0	242.5	0.02	4.04	31.25	32.17	1 ø 32 @ 25 cm.
Mu3	282.66	100.0	250.0	242.5	0.13	31.31	31.25	32.17	1 ø 32 @ 25 cm.
Mu4	284.21	100.0	250.0	242.5	0.13	31.49	31.25	32.17	1 ø 32 @ 25 cm.
Mu5	64.14	100.0	250.0	242.5	0.03	7.02	31.25	32.17	1 ø 32 @ 25 cm.

DISEÑO A CORTE  
 MURO LATERAL DEL PATIO DE TRANSFORMADORES (Parte 4)  
 PARTE B

ID ELEM	Vu (ton)	b <sub>w</sub> (cm)	d <sub>n</sub> (cm)	h (cm)	d(adopt) (cm)	ρ <sub>v</sub> (%)
Qu1	30.44	100.0	46.62	250.0	242.50	153.31
Qu2	196.05	100.0	300.00	250.0	242.50	153.31
Qu3	165.83	100.0	254.01	250.0	242.50	153.31

1 E ø 12 @ 25 cm.  
 1 E ø 12 @ 25 cm.



3.) Parte C

La Parte C es diseñada como una viga a flexión.  
 $t$  (espesor del muro) = 2.50 m

-Carga externa que actúa en el muro

$$W = q_0 + P = q \cdot K_a + \Gamma s \cdot h \cdot K_a + h w$$

Las cargas externas para cada elevación son calculadas como se detalla.

-EL.(water)=	66.00 m	
-EL.(max)=	70.10 m	
- E1.1=	50.00 m	
h =	20.10 m	
hw=	16.00 m	
$\Gamma$ =	1.00 t/m <sup>3</sup>	
Ka=	0.50	
q=	1.00 t/m <sup>2</sup>	
W1=q.Ka+ $\Gamma$ s.h.Ka+hw =		26.55 t/m <sup>2</sup>
Wu1=1.7q.Ka+1.7 $\Gamma$ s.h.Ka+1.4hw =		40.34 t/m <sup>2</sup>
- E1.2=	55.00 m	
h =	15.10 m	
hw=	11.00 m	
$\Gamma$ =	1.00 t/m <sup>3</sup>	
Ka=	0.50	
q=	0.61 m	
W2=q.Ka+ $\Gamma$ s.h.Ka+hw =		19.05 t/m <sup>2</sup>
Wu2=1.7q.Ka+1.7 $\Gamma$ s.h.Ka+1.4hw =		29.08 t/m <sup>2</sup>
- E1.3=	60.00 m	
h =	10.10 m	
hw=	6.00 m	
$\Gamma$ =	1.00 t/m <sup>3</sup>	
Ka=	0.50	
q=	1.00 t/m <sup>2</sup>	
W3=q.Ka+ $\Gamma$ s.h.Ka+hw =		11.55 t/m <sup>2</sup>
Wu3=1.7q.Ka+1.7 $\Gamma$ s.h.Ka+1.4hw =		17.83 t/m <sup>2</sup>
- E1.4=	65.00 m	
h =		
hw=		
$\Gamma$ =	1.00 t/m <sup>3</sup>	
Ka=	0.50	
q=	1.00 t/m <sup>2</sup>	
W4=q.Ka+ $\Gamma$ s.h.Ka+hw =		4.05 t/m <sup>2</sup>
Wu4=1.7q.Ka+1.7 $\Gamma$ s.h.Ka+1.4hw =		6.58 t/m <sup>2</sup>

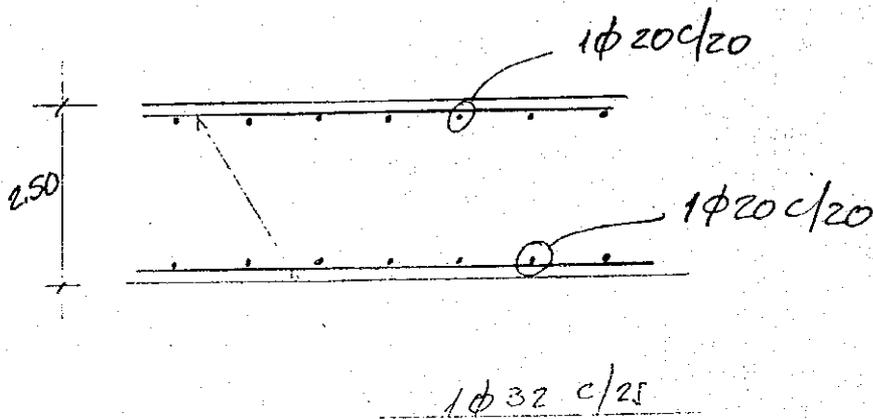
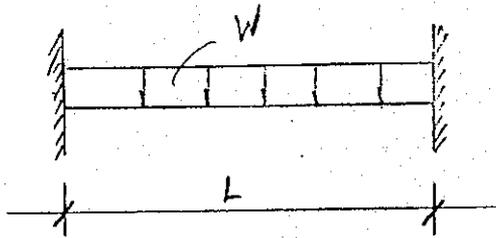
El momento de flexión y la fuerza de corte para cada elevación son calculadas como sigue:

$$M_u = W_u \cdot L^2 / 12$$

$$Q_u = W_u \cdot L / 2$$

$$L = 6.50 \text{ m}$$

EL. (m)	50.00	55.00	60.00	65.00
Mu (t-m)	142.01	102.40	62.79	23.18
Qu (t)	131.09	94.53	57.96	21.40



DISEÑO A FLEXION  
 MURO LATERAL DEL PATIO DE TRANSFORMADORES (Parte 4)  
 PARTE C

DATOS:

$f'c =$  210 Kg/cm<sup>2</sup>  
 $f_y =$  4200  
 $r =$  7.5 cm  
 $p_{max} = 0.75p_b =$  1.61 (%)  
 $p_s =$  0.90 (%)

ID ELEM	Mu (t-m)	b (cm)	h (cm)	d (cm)	p (%)	As (cm <sup>2</sup> )	As(temp) (cm <sup>2</sup> )	As(adopt) (cm <sup>2</sup> )	As(adopt) (varillas)
Mu1	142.01	100.0	250.0	242.5	0.06	15.61	31.25	32.17	1 ø 32 @ 25 cm
Mu2	102.40	100.0	250.0	242.5	0.05	11.23	31.25	32.17	1 ø 32 @ 25 cm
Mu3	62.79	100.0	250.0	242.5	0.03	6.87	31.25	32.17	1 ø 32 @ 25 cm
Mu4	23.18	100.0	250.0	242.5	0.01	2.53	31.25	32.17	1 ø 32 @ 25 cm

DISEÑO A CORTE  
 MURO LATERAL DEL PATIO DE TRANSFORMADORES (Parte 4)  
 PARTE C

ID ELEM	Vu (ton)	bw (cm)	dn (cm)	h (cm)	d(adopt) (cm)	σvc (ton)
Qu1	131.09	100.0	200.00	250.0	242.50	153.31
Qu2	94.53	100.0	144.79	250.0	242.50	153.31
Qu3	57.96	100.0	88.79	250.0	242.50	153.31
Qu4	21.40	100.0	32.78	250.0	242.50	153.31

# DISEÑO DE MUROS

## MURO LATERAL DEL PATIO DE TRANSFORMADORES (PARTE 4)

4.) Parte D

La Parte D se diseña como una losa en 2 direcciones con  $q$  losido empotrado.

EL.0 (PRESION HIDROSTATICA)	66.00 m
EL.1 (EMPUJE DE TIERRAS)	70.10 m
EL.2	49.00 m
EL.3	44.00 m
hw1=	17.00 m
hw2=	22.00 m
h1=	21.10 m
h2=	26.10 m
h3=	0.61 m
$\Gamma$ =	1.00 t/m <sup>3</sup>
Ka=	0.50
$q_1 = h_3 \cdot Ka + \Gamma_s \cdot h_1 \cdot Ka + hw_1 =$	27.86 t/m <sup>2</sup>
$q_2 = h_3 \cdot Ka + \Gamma_s \cdot h_2 \cdot Ka + hw_2 =$	35.36 t/m <sup>2</sup>
$Wu_1 = 1.7 q_1 \cdot Ka + 1.7 \Gamma_s \cdot h_1 \cdot Ka + 1.4 hw_1 =$	42.25 t/m <sup>2</sup>
$Wu_2 = 1.7 q_2 \cdot Ka + 1.7 \Gamma_s \cdot h_2 \cdot Ka + 1.4 hw_2 =$	53.50 t/m <sup>2</sup>
$w(\text{average}) = (w_1 + w_2) / 2 =$	47.88 t/m <sup>2</sup>
t (wall thickness) =	2.50 m
$L_y =$	9.50 m
$L_x =$	5.00 m
$L_y / L_x =$	1.90

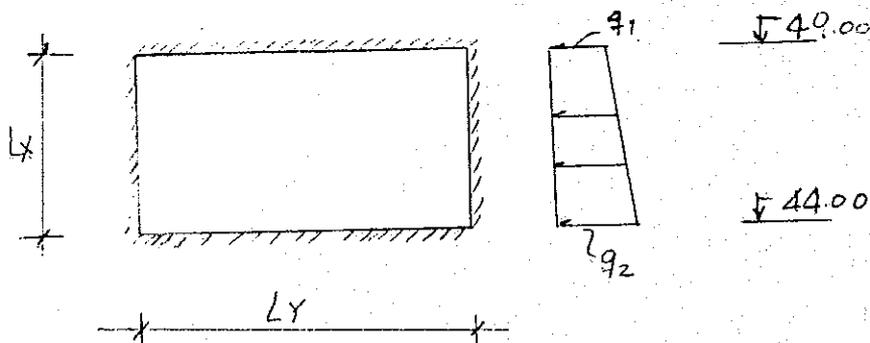
EL MOMENTO Y CORTANTE EN CADA ELEVACION SE CALCULA COMO SIGUE:

$$M = c \cdot Wu \cdot (L_x)^2$$

$$Q = c \cdot Wu \cdot L_x$$

### CARGA UNIFORME

$M_{x1} =$	$0.083 Wu \cdot (L_x)^2$	99.35 t-m
$M_{x2} =$	$0.039 Wu \cdot (L_x)^2$	46.68 t-m
$M_{y1} =$	$0.057 Wu \cdot (L_x)^2$	68.23 t-m
$M_{y2} =$	$0.010 Wu \cdot (L_x)^2$	11.97 t-m
$Q_{x1} =$	$0.520 Wu \cdot L_x =$	124.48 t
$Q_{y1} =$	$0.460 Wu \cdot L_x =$	110.12 t



## DISEÑO A FLEXIÓN

MURO LATERAL DEL PATIO DE TRANSFORMADORES (PARTE 4.)

PARTED

DATOS:  $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200$   
 $r = 7.5 \text{ cm}$   
 $p_{max} = 0.75p_b = 1.61 \text{ (\%)}$   
 $p_s = 0.90 \text{ (\%)}$

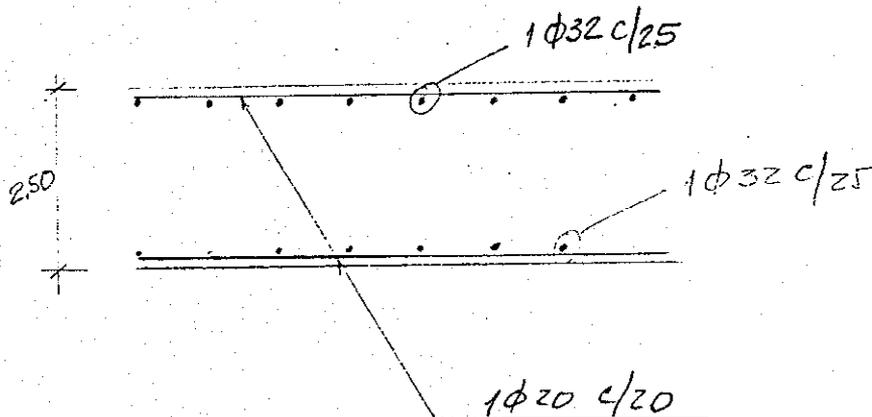
ID ELEM	Mu (t-m)	b (cm)	h (cm)	d (cm)	p (%)	Ae (cm <sup>2</sup> )	Ae(temp) (cm <sup>2</sup> )	Ae(adopt) (cm <sup>2</sup> )	Ae(adopt) (varillas)
Mu1	99.35	100.0	250.0	242.5	0.04	10.90	31.25	32.17	1 $\phi$ 32 @ 25 cm.
Mu2	46.68	100.0	250.0	242.5	0.02	5.11	31.25	32.17	1 $\phi$ 32 @ 25 cm.
Mu3	68.23	100.0	250.0	242.5	0.03	7.47	31.25	32.17	1 $\phi$ 32 @ 25 cm.
Mu4	11.97	100.0	250.0	242.5	0.01	1.31	31.25	32.17	1 $\phi$ 32 @ 25 cm.

## DISEÑO A CORTANTE

MURO LATERAL DEL PATIO DE TRANSFORMADORES (PARTE 4.)

PARTED

ID ELEM	Vu (ton)	bw (cm)	dn (cm)	h (cm)	d(adopt) (cm)	$\phi V_c$ (ton)
Qu1	124.48	100.0	190.68	250.0	242.50	158.31
Qu2	110.12	100.0	168.68	250.0	242.50	158.31



DISEÑO DE MUROS

MURO LATERAL DEL PATIO DE MANIOBRAS (PARTE 6)

Parte 5

EL MURO SE DISEÑA COMO LOJA EN 2 DIRECCIONES CON 3 LADOS EMPOTRADOS Y 1 LIBRE

EL.0 (PRESION HIDROSTATICA)	70.00 m
EL.1 (EMPUJE DE TIERRAS)	70.00 m
EL.2	54.50 m
hw=	15.50 m
h1=	15.50 m
q=	1.00 t/m <sup>2</sup>
Γ =	1.00 t/m <sup>3</sup>
Ka=	0.50
qo=q.Ka =	0.50 t/m <sup>2</sup>
Wu1=1.7qo =	0.85 t/m <sup>2</sup>
q2= Γs.h1.Ka + hw =	23.25 t/m <sup>2</sup>
Wu2= 1.7 Γs.h.Ka + 1.4 hw =	34.88 t/m <sup>2</sup>
t (	1.50 m
Ly =	15.50 m
Lx =	12.50 m
Ly/Lx =	1.24

EL MOMENTO Y EL CORTANTE SE CALCULA COMO SIGUE :

$$M = c.Wu.(Lx)^2$$

$$Q = c.Wu.Lx$$

CARGA TRIANGULAR

Mx1 =	0.011 Wu2.(Lx) <sup>2</sup> =	59.94 t-m
Mx2 =	0.008 Wu2.(Lx) <sup>2</sup> =	43.59 t-m
Mx3max =	0.040 Wu2.(Lx) <sup>2</sup> =	217.97 t-m
My1 =	0.038 Wu2.(Lx) <sup>2</sup> =	207.07 t-m
My2max =	0.009 Wu2.(Lx) <sup>2</sup> =	49.04 t-m
Qx1 =	0.050 Wu2.Lx =	21.80 t
Qx1max =	0.280 Wu2.Lx =	122.06 t
Qy1 =	0.350 Wu2.Lx =	152.58 t

CARGA UNIFORME

Mx1 =	0.085 Wu1.(Lx) <sup>2</sup> =	11.29 t-m
Mx2 =	0.040 Wu1.(Lx) <sup>2</sup> =	5.31 t-m
My1 =	0.058 Wu1.(Lx) <sup>2</sup> =	7.70 t-m
My2max =	0.010 Wu1.(Lx) <sup>2</sup> =	1.33 t-m
Qx1 =	0.510 Wu1.Lx =	5.42 t
Qy1 =	0.400 Wu1.Lx =	4.25 t

## DISEÑO A FLEXIÓN

### MURO LATERAL DEL PATIO DE MANIOBRAS (PARTE 5)

DATOS:  $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200$   
 $r = 7.5 \text{ cm}$   
 $p_{max} = 0.75p_b = 1.61 \text{ (\%)}$   
 $p_s = 0.90 \text{ (\%)}$

ID ELEM	Mu (t-m)	b (cm)	h (cm)	d (cm)	p (%)	As (cm <sup>2</sup> )	As(temp) (cm <sup>2</sup> )	As(adopt) (cm <sup>2</sup> )	As(adopt) (varillas)
Mu1	71.23	100.0	150.0	142.5	0.09	13.97	18.75	19.63	1 $\varnothing$ 25 @ 25 cm.
Mu2	48.91	100.0	150.0	142.5	0.06	9.15	18.75	19.63	1 $\varnothing$ 25 @ 25 cm.
Mu3	217.97	100.0	150.0	142.5	0.29	41.92	18.75	41.05	1 $\varnothing$ 28 @ 15 cm.
Mu4	214.77	100.0	150.0	142.5	0.29	41.28	18.75	41.05	1 $\varnothing$ 28 @ 15 cm.
Mu5	50.37	100.0	150.0	142.5	0.07	9.42	18.75	19.63	1 $\varnothing$ 25 @ 25 cm.

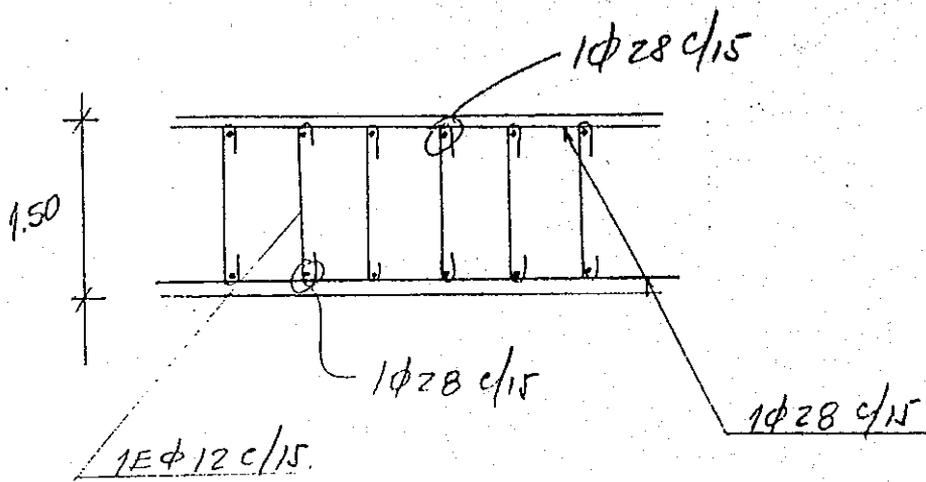
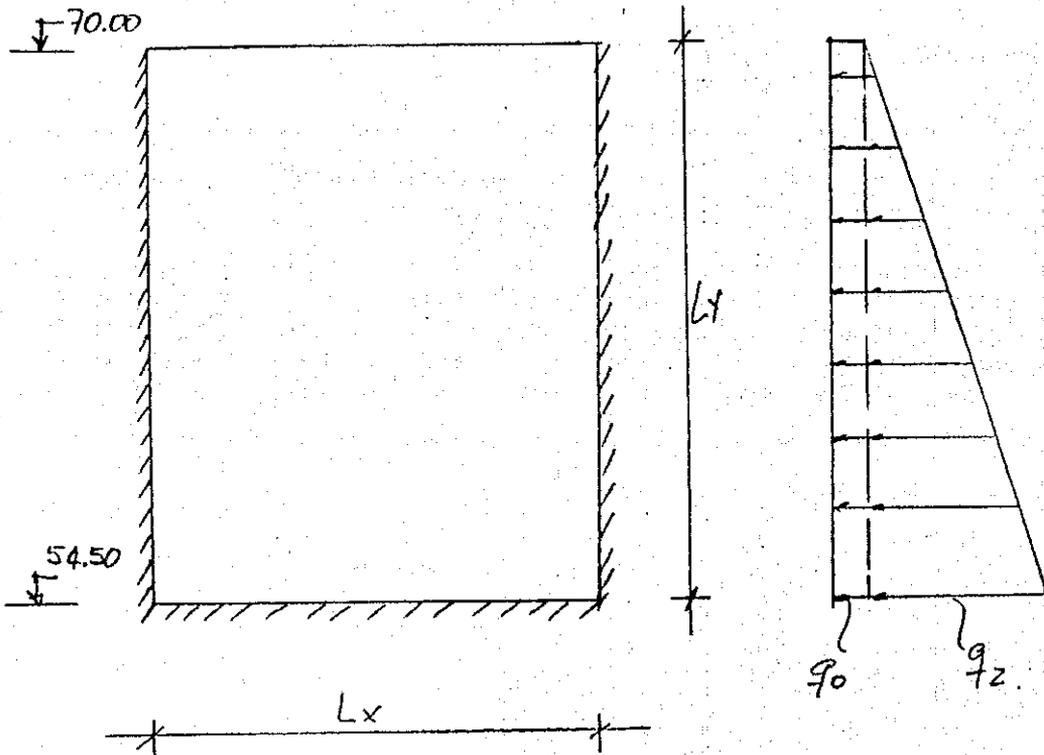
## DISEÑO A CORTANTE

### MURO LATERAL DEL PATIO DE MANIOBRAS (PARTE 5)

ID ELEM	Vu (ton)	bw (cm)	dn (cm)	h (cm)	d(adopt) (cm)	$\rho V_c$ (ton)	
Qu1	27.22	100.0	41.69	150.0	142.50	93.03	
Qu2	122.06	100.0	186.97	150.0	142.50	93.03	1 E $\varnothing$ 14 @ 25 cm.
Qu3	156.83	100.0	240.23	150.0	142.50	93.03	1 E $\varnothing$ 14 @ 25 cm.

MURO LATERAL DEL PATIO DE MANIOBRAS

(PARTE 5)



1-1-194

DISEÑO DE MUROS

(6) MURO DE ALA (PARTE 6)  
 El muro de ala se diseña como una losa unidireccional con 1 extremo empotrado y 1 apoyo simple.  
 El cálculo se realiza para 5 secciones.  
 El modelo para el cálculo se detalla a continuación.  
 Carga exterior que actúa contra el muro

1.)  $W = (q + \Gamma t \cdot h) \cdot K_a$

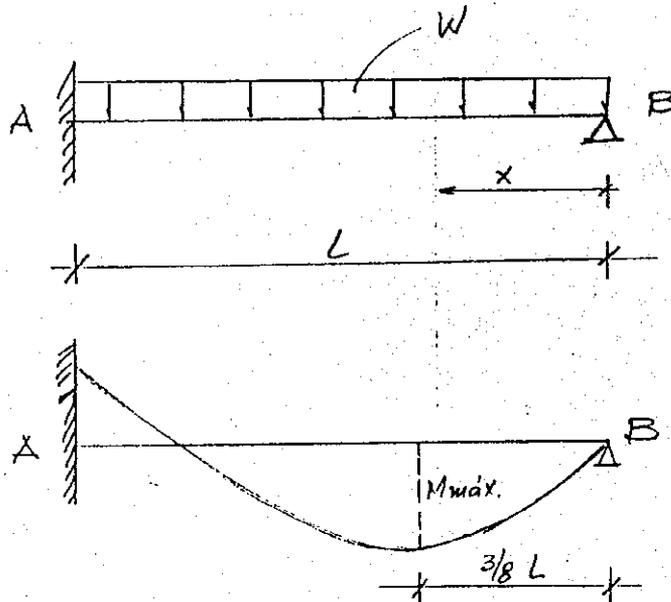
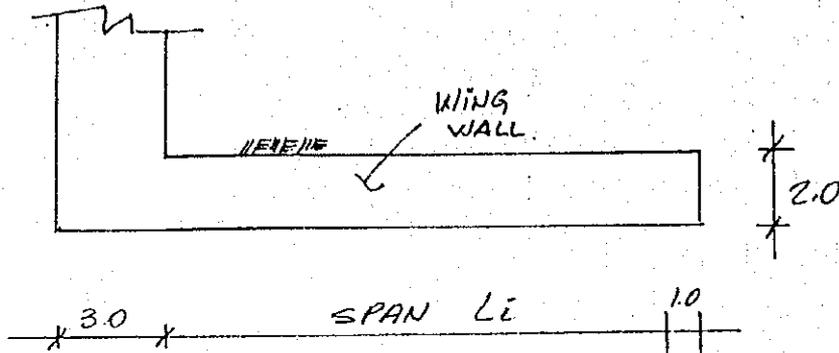
EL.1=	70.00 m
EL.2=	60.00 m
EL.3=	50.00 m
EL.4=	40.00 m

h1=	5.00 m
h2=	10.00 m
h3=	15.00 m
h4=	20.00 m
h5=	25.00 m
$\Gamma =$	2.00 t/m <sup>3</sup>
Ka=	0.50
q=	1.00 t/m <sup>2</sup>

t	200 cm
(exterior al muro)=	
Wua=1.7(q+ $\Gamma$ t.h).Ka=	9.35 t/m <sup>2</sup>
Wub=1.7(q+ $\Gamma$ t.h).Ka=	17.85 t/m <sup>2</sup>
Wuc=1.7(q+ $\Gamma$ t.h).Ka=	26.35 t/m <sup>2</sup>
Wud=1.7(q+ $\Gamma$ t.h).Ka=	34.85 t/m <sup>2</sup>
Wue=1.7(q+ $\Gamma$ t.h).Ka=	43.35 t/m <sup>2</sup>

# DISEÑO DE MUROS

## MURO DE ALA (PARTE 6)



$$M_A = \frac{1}{8} wL^2$$

$$M_{max} = \frac{9}{128} wL^2$$

$$Q_A = \frac{5}{8} wL$$

$$Q_B = \frac{3}{8} wL$$

1-1-196

195

El momento flector y el cortante se calculan en 3 puntos:

X=L      X=3/8L      X=0

SECCION	CLARO (m) L	CARGA (t/m <sup>2</sup> ) W	MOMENTO Y CORTANTE			
			ITEM	X=0	X=3/8L	X=L
A	21.00	9.35	X (m)	0.00	7.88	21.00
			M (t-m)	0.00	289.92	515.42
			Q (t)	73.63	0.00	122.72
B	16.50	17.85	X (m)	0.00	6.19	16.50
			M (t-m)	0.00	341.70	607.46
			Q (t)	110.45	0.00	184.08
C	11.50	26.35	X (m)	0.00	4.31	11.50
			M (t-m)	0.00	245.02	435.60
			Q (t)	113.63	0.00	189.39
D	8.50	34.85	X (m)	0.00	3.19	8.50
			M (t-m)	0.00	177.04	314.74
			Q (t)	111.08	0.00	185.14
E	3.50	43.35	X (m)	0.00	1.31	3.50
			M (t-m)	0.00	37.34	66.38
			Q (t)	56.90	0.00	94.83

1-1-197

## DISEÑO A FLEXIÓN

### MURO DE ALA

DATOS:  $f'_c =$  210 Kg/cm<sup>2</sup>  
 $f_y =$  4200 "  
 $r =$  7.5 cm  
 $p_{max} = 0.75p_b =$  1.81 (%)  
 $p_s =$  0.90 (%)

ID ELEM	Mu (t-m)	b (cm)	h (cm)	d (cm)	p (%)	As (cm <sup>2</sup> )	As(temp) (cm <sup>2</sup> )	As(adopt) (cm <sup>2</sup> )	As(adopt) (varillas)
Mu1	289.92	100.0	200.0	192.5	0.21	40.87	25.00	53.62	1 ø 32 @ 15 cm.
Mu2(-)	515.42	100.0	200.0	192.5	0.39	74.21	25.00	73.11	1 ø 32 @ 11 cm.
Mu3	341.70	100.0	200.0	192.5	0.25	48.39	25.00	53.62	1 ø 32 @ 15 cm.
Mu4(-)	607.46	100.0	200.0	192.5	0.46	68.26	25.00	89.36	1 ø 32 @ 9 cm.
Mu5	245.02	100.0	200.0	192.5	0.18	34.40	25.00	40.21	1 ø 32 @ 20 cm.
Mu6(-)	435.60	100.0	200.0	192.5	0.32	62.24	25.00	61.87	1 ø 32 @ 13 cm.
Mu7	177.04	100.0	200.0	192.5	0.13	24.70	25.00	26.81	1 ø 32 @ 30 cm.
Mu8(-)	314.74	100.0	200.0	192.5	0.23	44.47	25.00	53.62	1 ø 32 @ 15 cm.
Mu9	37.34	100.0	200.0	192.5	0.03	5.15	25.00	26.81	1 ø 32 @ 30 cm.
Mu10(-)	66.38	100.0	200.0	192.5	0.05	9.17	25.00	26.81	1 ø 32 @ 30 cm.

## DISEÑO A CORTANTE

### MURO DE ALA

ID ELEM	Vu (ton)	bw (cm)	dn (cm)	h (cm)	d(adopt) (cm)	$\rho V_c$ (ton)
Qu1	73.63	100.0	112.79	200.0	192.50	125.67
Qu2	122.72	100.0	187.98	200.0	192.50	125.67
Qu3	110.45	100.0	169.18	200.0	192.50	125.67
Qu4	184.08	100.0	281.97	200.0	192.50	125.67
Qu5	113.63	100.0	174.06	200.0	192.50	125.67
Qu6	189.39	100.0	290.10	200.0	192.50	125.67
Qu7	111.08	100.0	170.16	200.0	192.50	125.67
Qu8	186.14	100.0	283.59	200.0	192.50	125.67
Qu9	56.90	100.0	87.15	200.0	192.50	125.67
Qu10	94.83	100.0	145.26	200.0	192.50	125.67

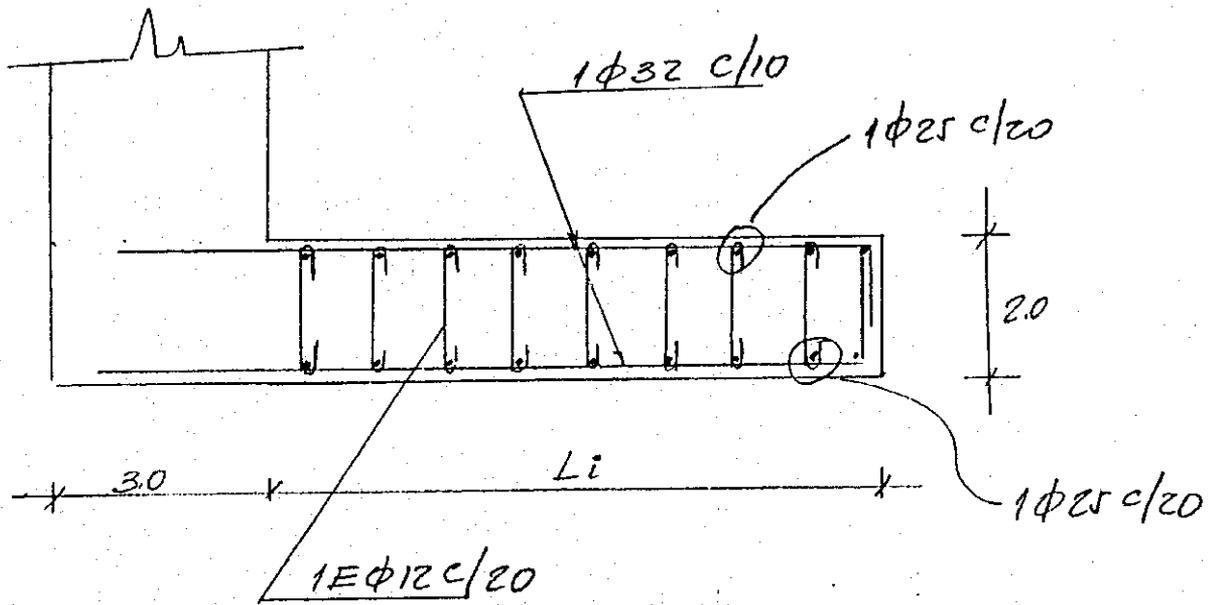
1 E ø 14 @ 30 cm.

1 E ø 14 @ 30 cm.

1 E ø 14 @ 30 cm.

# DISEÑO DE MUROS

## MURO DE ALA (PARTE B)



1-1-199

198

(D) Cálculo estructural del puente grúa

cálculo estructural:

Las cargas y reacciones sobre la grúa están indicadas abajo:

Carga estimada de la grúa	32.0 T Ton.
Máxima carga de la grúa	—
Numero de ruedas en un lado	4
Fuerza vertical de cada rueda (carga estimada)	22.0 Ton.
Fuerza vertical de cada rueda (carga máxima)	22.0 Ton.
Factor de impacto vertical	1.2
Factor de impacto horizontal:	
Transversal al riel	0.1
Longitudinal al riel	0.15
Peso propio de la grúa	24.0 Ton.
Claro	10.0 m.

Los datos de las fuerzas verticales son obtenidas de los fabricantes.

Para el análisis estructural la fuerza vertical (carga máxima) es aplicada.

$$\text{carga por rueda } P_1 \text{ a } P_4 = 11.0 \times 1.2 = 13.2 \text{ Ton.}$$

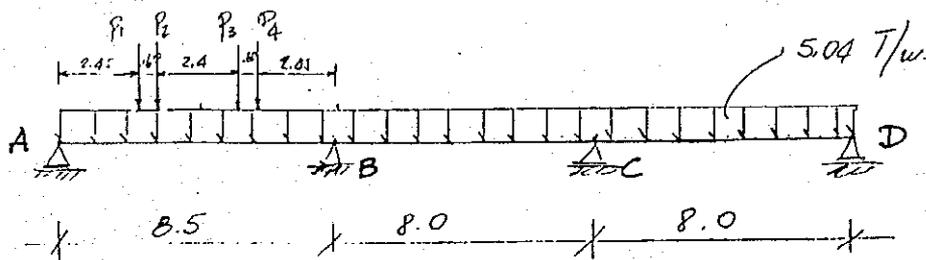
$$P_v = 1.7(13.20) = 22.44 \text{ Ton.}$$

$$\text{Peso propio del puente: } W = 1.00 \times 1.5 \times 2.4 = 3.60 \text{ T/m.}$$

$$W_u = 1.4(3.60) = 5.04 \text{ T/m.}$$

Para determinar el momento flectante máximo y el cortante máximo, se realiza el análisis estructural bajo las siguientes condiciones de carga:

- 1) El máximo cortante ocurre cuando la fuerza vertical  $P_1$  está sobre el punto A.
- 2) El momento flector máximo en el apoyo, ocurre cuando el centro de las cargas coincide con el centro del tramo A-B.
- 3) El máximo momento en el tramo, ocurre cuando el centro de las cargas coincide con el centro del tramo A-B.



$$P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = 22.44 \text{ Ton.}$$

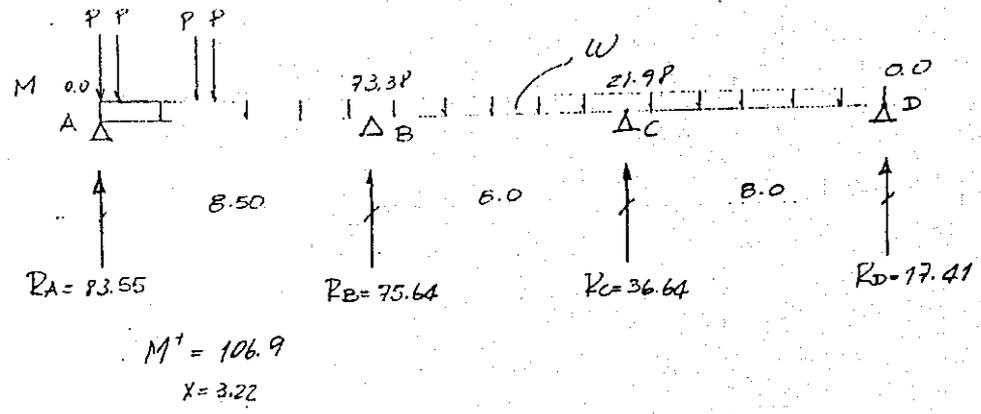
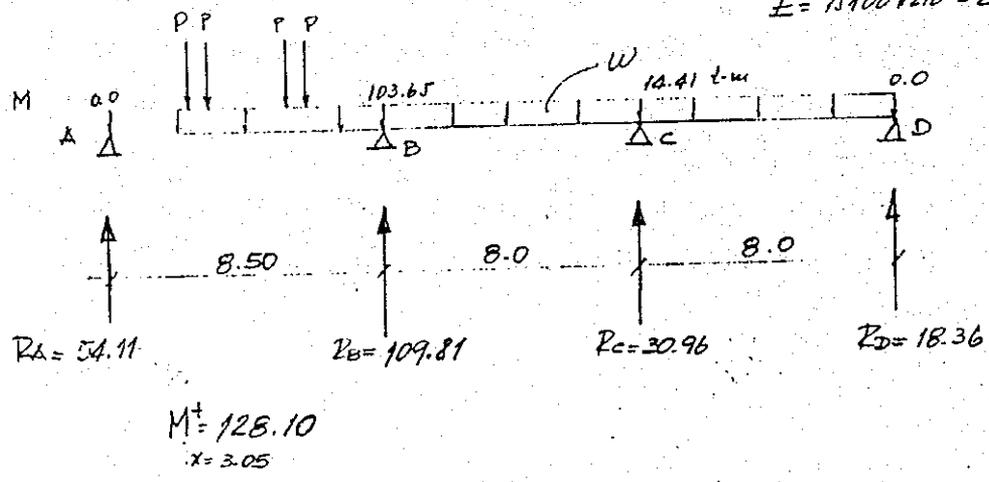
$$W_u = 5.04 \text{ T/m.}$$

PROGRAMA PARA DETERMINAR LOS MOMENTOS EN LOS APOYOS DE UNA VIGA CONTINUA  
 POR MATRICES

MOMENTOS FINALES EN LOS MIEMBROS

TRAMO	LONGITUD	CARGA REPARTIDA	M. IZQUIERDA	M. DERECHA
1	8.50	5.040	-0.00	103.65
2	8.00	5.040	-103.65	14.41
3	8.00	5.040	-14.41	-0.00

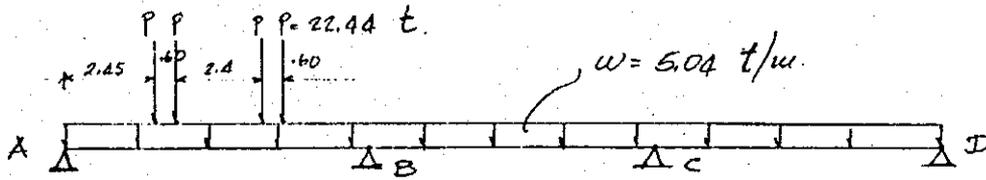
$I = 2812.50 \text{ dm}^4$   
 $E = 15100 \sqrt{210} = 218819.8 \text{ Kg/cm}^2$



20%

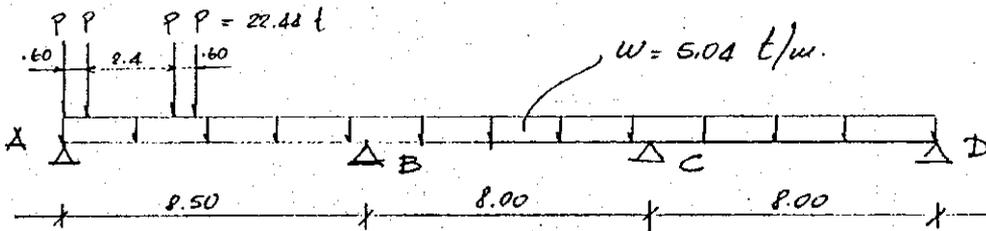
# ANALISIS DE LA VIGA

CASE 1.-



$V_I$	$\uparrow 66.3$	$66.3 \uparrow$	$\uparrow 20.16$	$20.16 \uparrow$	$\uparrow 20.16$	$20.16 \uparrow$
$V_H$	$\downarrow 12.19$	$12.19 \uparrow$	$\uparrow 11.16$	$11.16 \downarrow$	$\uparrow 1.80$	$1.80 \downarrow$
$V_T$	$\uparrow 54.11$	$78.49 \uparrow$	$\uparrow 31.32$	$9.00 \uparrow$	$\uparrow 21.96$	$18.36 \uparrow$

CASE 2.-



$V_I$	$\uparrow 92.18$	$40.42 \uparrow$	$\uparrow 20.16$	$20.16 \uparrow$	$\uparrow 20.16$	$20.16 \uparrow$
$V_H$	$\downarrow 8.63$	$8.63 \uparrow$	$\uparrow 6.43$	$6.43 \downarrow$	$\uparrow 2.75$	$2.75 \downarrow$
$V_T$	$\uparrow 83.55$	$49.05 \uparrow$	$\uparrow 26.59$	$13.73 \uparrow$	$\uparrow 22.91$	$17.01 \uparrow$

## DISEÑO DE VIGA

a) FLEXION

$$b = 100 \quad h = 150 \quad d = 145 \quad f'_c = 210 \quad f_y = 4200$$

$$M_{u \max} = 128.10 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$P = 0.16\% \quad P_{\min} = 0.33\% \quad A_{s \min} = 98.33 \text{ cm}^2$$

USE : 10  $\phi$  25 (49.09  $\text{cm}^2$ )

b) CORTANTE

$$b = 100 \quad d = 145 \quad f'_c = 210 \quad f_y = 4200$$

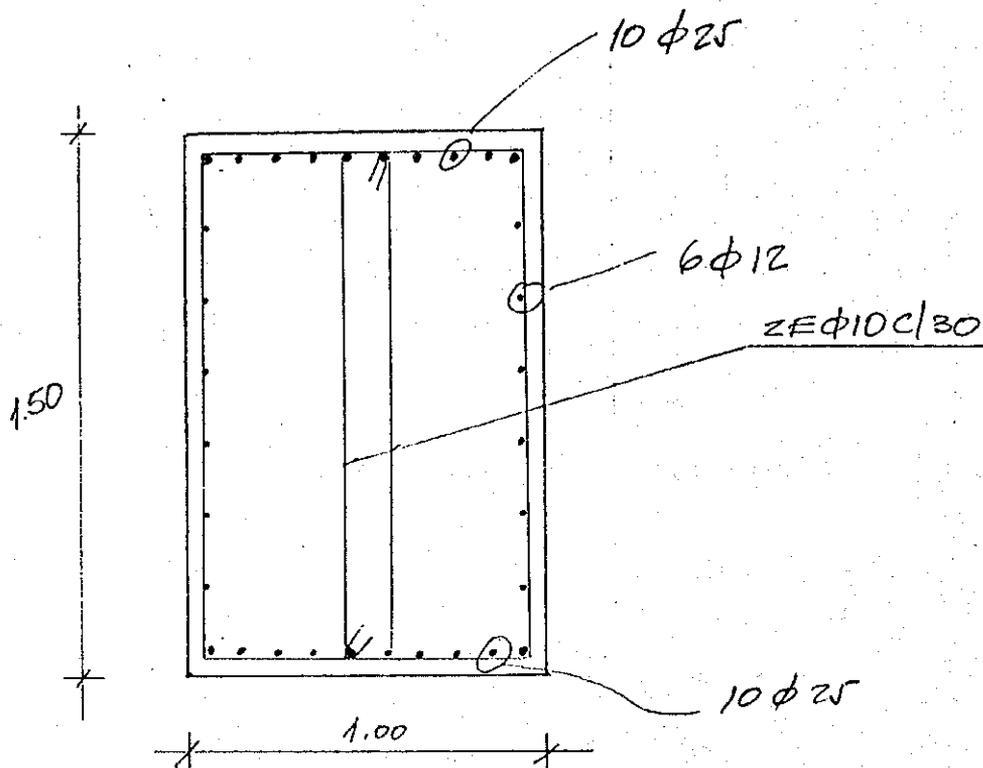
$$V_{u\max} = 83.55 \text{ t.} \quad \phi V_c = 94.66 \text{ t}$$

$$\phi V_c > V_u$$

$$A_v = 2 \text{ E } \phi 10 = 3.14 \text{ cm}^2 \quad S_{w\max} = 35 \text{ cm.}$$

USE: 2 E  $\phi 10$  c/30

Astero = 1  $\phi 12$  c/20 CADA CARA



REFUERZO DE VIGA  
DE PUENTE GRUA

1-1-20X

203

## 1.2 Superestructura



## 1.2 La Superestructura

### 1.2.1 Casa de Bombas

#### (1) Sistema Estructural

El diseño de la superestructura se ha efectuado de acuerdo con el siguiente sistema estructural.

#### (a) Disposición General

La Estación de Bombeo se ha dividido en dos partes principales que son: la zona de montaje y la zona de máquinas bombas / motores.

#### (b) Junta de expansión.

La estación de bombeo está separada en dos bloques por una junta de expansión.

#### (c) Cubierta

La cubierta está formada por una losa de hormigón armado fundida en el sitio y apoyada en el sistema estructural compuesto por vigas principales y secundarias.

#### (d) Viga del puente grúa

La viga que soporta el puente grúa es de hormigón armado y está apoyada en las ménsulas de las columnas.

#### (e) Planta de pórticos

La planta de los pórticos de la casa de bombas se muestra en el gráfico 4.1

#### (2) Criterios de Diseño

##### (A) Cargas

##### (a) Peso unitario de materiales

Materiales	Peso Unitario
Hormigón simple	2,30 tf/m <sup>3</sup>
Hormigón armado	2,40 tf/m <sup>3</sup>
Mortero	2,00 tf/m <sup>3</sup>
Acero	7,80 tf/m <sup>3</sup>

(b) Carga Muerta

La carga muerta es el peso propio de la estructura.

(c) Fuerza sísmica

La fuerza sísmica lateral actuante en la estructura se ha calculado con la siguiente fórmula:

$$F = \Sigma W \cdot kh$$

donde:

F = Fuerza lateral sísmica t

$\Sigma W$  = carga muerta total

kh = coeficiente sísmico horizontal=0.15

(B) Cargas factoradas

Las estructuras y sus elementos fueron diseñados según los siguientes coeficientes de mayoración de carga muerta D y carga viva L para última resistencia.

$$U = 1,4 D + 1,7 L$$

Para análisis con la fuerza sísmica E, se utilizó la combinación de cargas más crítica de las siguientes:

$$U = 1,05 D + 1,275 L + 1,87 E$$

$$U = 0,9 D + 1,43 E$$

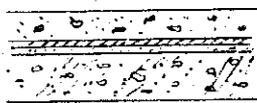
### (3) Análisis y Diseño Estructural

El análisis estructural se ha efectuado para cada bloque de la estación de bombeo con el programa de computación SAP 90.

#### (A) Cargas Adoptadas

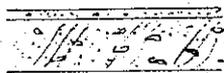
##### (a) Carga muerta de la cubierta y piso

###### a) Cubierta



-Hormigón simple 10 cm de espesor		230
-3 capas impermeabilizantes		20
-Mortero de base	3cm	60
-Losa de hormigón	15cm	<u>360</u>
		670 kgf/m <sup>2</sup>

###### b) Entrepiso



-Mortero de cemento	3cm	60 kgf/m <sup>2</sup>
-Losa de hormigón	15cm	<u>360</u>
		420 kgf/m <sup>2</sup>

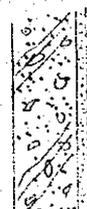
###### c) Carga muerta de paredes de hormigón armado

W 150



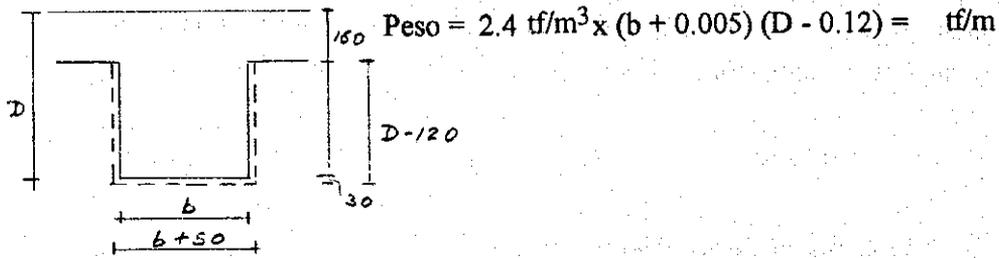
Espesor	150 mm	
- Pared de hormigón	15 cm	360 kgf/m <sup>2</sup>
- Enlucido	2 cm	<u>40</u>
		400 kgf/m <sup>2</sup>

W 200



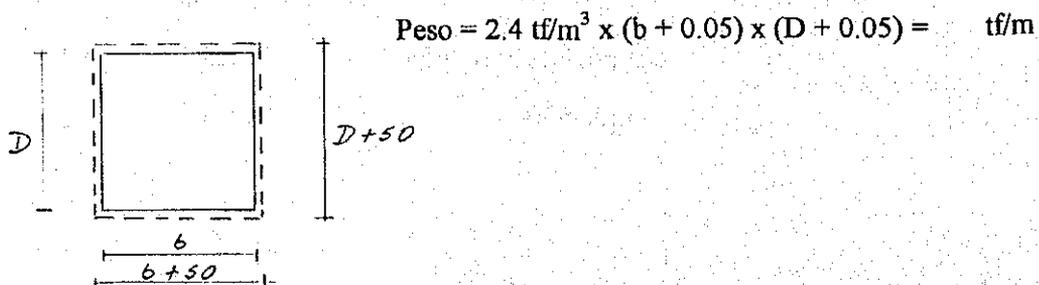
Espesor	200 mm	
- Pared de hormigón	20 cm	480 kgf/m <sup>2</sup>
- Enlucido	2 cm	<u>40</u>
		520 kgf/m <sup>2</sup>

(d) Carga muerta de vigas principales y secundarias.



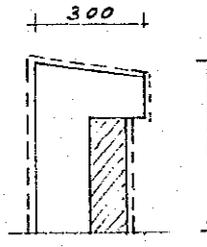
Elemento	b x D	Peso
RG 1	45 cm x 80 cm	$2.4 \times 0.5 \times 0.68 = 0.82$ tf/m
RG 2		
2G 2	40 x 80	$2.4 \times 0.45 \times 0.68 = 0.74$
2G 3		
2G 1	50 x 80	$2.4 \times 0.55 \times 0.68 = 0.90$
RG-3	70 x 150	$2.4 \times 0.75 \times 1.38 = 2.48$
RG4	90 x 130 Ave	$2.4 \times 0.95 \times 1.18 = 2.69$
2G 4	100 x 150	$2.4 \times 1.05 \times 1.55 = 3.91$ sin losa
CG 1	40 x 60	$2.4 \times 0.45 \times 0.48 = 0.52$
RB 1		
RB 2	30 x 70	$2.4 \times 0.35 \times 0.58 = 0.49$
2B 1		
2B 2	30 x 60	$2.4 \times 0.35 \times 0.48 = 0.40$

e) Carga muerta de columnas

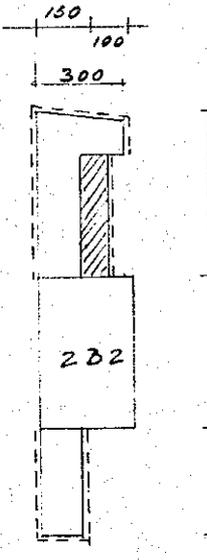


	b x D	
C1	60 cm x 80 cm	$2,4 \times 0,65 \times 0,85 = 1,33$ tf/m
C2	90 x 130	$2,4 \times 0,95 \times 1,35 = 3,08$
	90 x 150	$2,4 \times 0,95 \times 1,55 = 3,54$

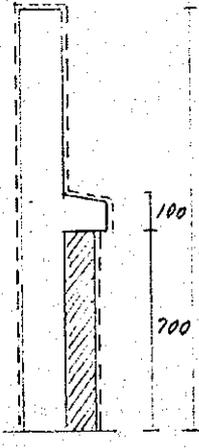
f) Peso propio antepechos



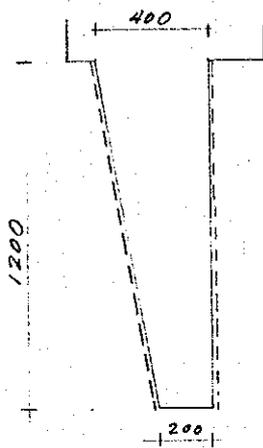
- Hormigón	$2,4 \times 0,15 \times (0,47 + 0,15)$	= 0,23
- Bloque	$2,0 \times 0,10 \times 0,32$	= 0,07
- Enlucido	$2,0 \times 0,03 \times 1,24$	= 0,08
		0,38 tf/m



- Hormigón	$2,4 \times 0,15 \times (0,57 + 0,15)$	= 0,26
- Bloque	$2,0 \times 0,10 \times 0,42$	= 0,09
- Enlucido	$2,0 \times 0,03 \times 1,44$	= 0,09
- Hormigón	$2,4 \times 0,15 \times 0,37$	= 0,13
- Enlucido	$2,0 \times 0,03 \times 0,95$	= 0,06
		0,63 tf/m



- Hormigón	$2,4 \times 0,15 \times 1,47$	= 0,53
	$2,4 \times 0,10 \times 0,15$	= 0,04
- Bloque	$2,0 \times 0,10 \times 0,70$	= 0,14
- Enlucido	$2,0 \times 0,03 \times 3,24$	= 0,20
		0,91 tf/m



$$\begin{aligned}
 - \text{Hormigón} & 2.4 \times 1.20 \times \frac{(0.40 + 0.20)}{2} = 0.86 \text{ tf/m} \\
 - \text{Enlucido} & 2.4 \times 0.03 \times 2.0 = \frac{0.15}{1.01} \text{ tf/m}
 \end{aligned}$$

(b) Carga viva

Cubierta	180 kgf/m <sup>2</sup>
Entrepiso	300 kgf/m <sup>2</sup>

(B) Análisis Estructural

El análisis estructural, en tres dimensiones, de cada uno de los dos bloques que conforman la superestructura de la casa de bombas se realizó con el programa computacional SAP 90.

(a) Bloque No. 1

El bloque No. 1 es una estructura de una planta con tres vanos en sentido longitudinal y uno en sentido transversal.

La losa de cubierta esta apoyada en vigas y estas en columnas.

El modelo matemático esta compuesto de 32 nudos, 26 elementos tipo viga y 15 elementos tipo losa.

Por ser una estructura casi simétrica en las dos direcciones, se la analizó con los siguientes estados de carga:

1. 1,4 D + 1,7 L
2. 1,05 D + 1,275 L + 1,4 Sismo Y
3. 1,05 D + 1,275 L + 1,4 Sismo X

4.  $0,9 D + 1,43$  Sismo Y

5.  $0,9 D + 1,43$  Sismo X

El modelo estructural se puede observar en el gráfico B1 - 1, los nudos en el gráfico B1-2, los elementos tipo viga en el gráfico B1-3, los elementos tipo losa en el gráfico B1- 4, la deformación de la estructura para el estado de carga No. 1 en el gráfico B1-5, la deformación de la estructura para el estado de carga No.2 en el gráfico B1-6, la deformación de la estructura para el estado de carga No.3 en el gráfico B1-7, el diagrama de momentos del estado de carga No. 1 en el gráfico B1-8 y el corte para el estado de carga No. 1 en el gráfico B1-9.

El diseño estructural de las vigas y columnas se efectuó con el programa SAPCON, que es un programa post procesador del SAP 90, para diseño de elementos de hormigón armado.

El diseño se realizó según el código ACI 318 - 89.

Los resultados del análisis y diseño estructural se presentan en anexos aparte.

(b) Bloque NO. 2

El bloque No. 2 es un edificio asimétrico de cuatro vanos, uno de los cuales es de dos pisos. Uno de los vanos extremos está junto al bloque de mantenimiento de la casa de bombas.

La losa de cubierta está apoyada en vigas y estas en columnas.

El área de mantenimiento contiene un puente grúa de 32t de capacidad que corre en rieles apoyadas en vigas de hormigón armado de  $1,0 \times 1,5$  m. Las columnas principales de este bloque son de  $0,9 \times 1,5$  m.

El modelo matemático está compuesto de 96 nudos, 139 elementos tipo viga y 30 elementos tipo losa.

Por ser una estructura asimétrica en las dos direcciones, se lo analizó con los siguientes estados de carga:

1.  $1,4 D + 1,7 L$

2. 1,05 D + 1,275 L + 1,4 Sismo Y
3. 1,05 D + 1,275 L + 1,4 Sismo X
4. 0,9 D + 1,43 Sismo Y
5. 0,9 D + 1,43 Sismo X
6. 1,05 D + 1,275 L - 1,4 Sismo Y
7. 1,05 D + 1,275 L - 1,4 Sismo X
8. 0,9 D - 1,43 Sismo Y
9. 0,9 D - 1,43 Sismo X.

El modelo estructural se puede observar en el gráfico B2-1, los nudos en el gráfico B2-2, los elementos tipo viga en el gráfico B2-3, los elementos tipo losa en el gráfico B2-4, la deformación de la estructura para los estados de carga No. 1, No.2, No.3, No. 6 y No. 7, en los gráficos B2-5, B2-6, B2-7, B2-8, B2-9 respectivamente, el diagrama de momentos y el de corte para el estado de carga No.1 en los gráficos B2-10 y B2-11 respectivamente.

El diseño estructural de las vigas y columnas, de hormigón armado, se realizó con el programa computacional SAPCON.

El diseño se realizó según el código ACI 318 -89.

Los resultados del análisis y diseño estructural se presentan en anexos aparte.

#### (C) Chequeo la Altura Escogida de la Losa

La altura mínima de la losa en dos direcciones será igual a:

$$h = \frac{Ln (800 + f_y / 1,5)}{36000 + 5000 \beta [\alpha m - 0,5(1 - \beta s)(1 + 1/\beta)]}$$

donde:

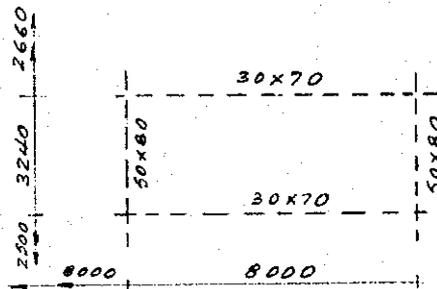
Ln = Luz libre mayor

f<sub>y</sub> = Límite de fluencia del refuerzo

$\beta$  = Relación de luz larga o luz corta

$\alpha_m$  = Valor promedio de  $\alpha$

$\beta_s$  = Relación de bordes continuos a perímetro del panel



$$L_n = 800 - 2 \times 25$$

$$= 750 \text{ cm}$$

$$L_c = 3,24 - 2 \times 15$$

$$= 294 \text{ cm}$$

$$\beta = \frac{750}{294} = 2,55$$

$$I_1 = \frac{1}{12} 50 \times 80^3 = 2'133'333,3 \text{ cm}^4$$

$$I_2 = \frac{1}{12} 30 \times 70^3 = 857'500 \text{ cm}^4$$

$$I_{s1} = \frac{1}{12} 800 \times 15^3 = 225'000 \text{ cm}^4$$

$$I_{s2} = \frac{1}{12} 295 \times 15^3 = 82'969 \text{ cm}^4$$

$$I_{s3} = \frac{1}{12} 287 \times 15^3 = 80'719 \text{ cm}^4$$

$$\alpha_1 = \frac{2'133'333}{225'000} = 9,48$$

$$\alpha_2 = \frac{857'500}{82'969} = 10,36$$

$$\alpha_3 = \frac{857'500}{80'719} = 10,62$$

$$\alpha_m = \frac{9,48 + 10,36 + 10,62}{3} = 10,15$$

$$h = \frac{7500 (800 + 420/1,5)}{36000 + 5000 \times 2,55 [10,15 - 0,5 (1-1)(1+1/2,55)]} = 49 \text{ mm}$$

pero no será menor a

$$h = \frac{\ln (800 + fy/1,5)}{36000 + 5000 \beta (1 + \beta s)}$$

$$= \frac{7500(800+420/1,5)}{36000+5000 \times 2,55(1+1)} = 132 \text{ mm}$$

y no necesita ser mayor a:

$$h = \frac{\ln (800 + fy/1,5)}{36000}$$

$$= \frac{7500(800+420/1,5)}{36000}$$

$$= 225 \text{ mm}$$

La altura asumida es 150 mm que se encuentra entre los límites definidos, luego es adecuada.

$$132 < \underline{150} < 225 \quad \text{OK}$$

#### (D) Análisis de la Viga del Puesto Grúa

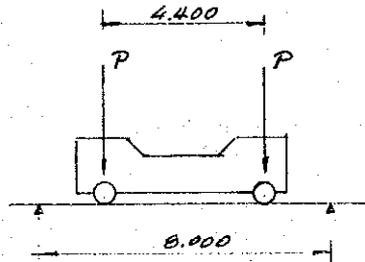
##### (a) Carga de la grúa y reacción

###### Condiciones de carga

Grúa peso propio	24 tf
Capacidad de la grúa	32 tf
Máxima carga por rueda	22 tf
Luz del puente grúa	10,5 m
Número de llantas	4 nos
Impacto vertical	1,2

### Impacto horizontal

- Transversal 0,1
- Longitudinal 0,15



$$P = 22 \times 1,2 = 26,4 \text{ tf}$$

$$a = 4,40 \text{ m}$$

$$l = 8,0 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} M_{\max} &= \frac{P}{8l} (2l - a)^2 \\ &= \frac{26,4}{8 \times 8,0} (2 \times 8,0 - 4,4)^2 = 55,506 \text{ tf-m} \end{aligned}$$

$$Q = P = 26,4 \text{ tf}$$

$$\begin{aligned} Q_{\max} &= P \left( 1 + \frac{l-a}{l} \right) \\ &= 26,4 \left( 1 + \frac{8,0-4,4}{8,0} \right) = 38,28 \text{ tf} \end{aligned}$$

(b) Chequeo de la altura de la viga

Altura necesaria

$$d > \frac{l}{\sqrt{\frac{C_c}{\alpha} \cdot \frac{b}{W_o}}}$$

Ref. Código Japonés

donde:

$C_c = 6 \text{ kgf/cm}^2$  para sección rectangular

$\alpha = 1/8$  viga simplemente apoyada

$l = 800 \text{ cm}$

$d =$  Altura necesaria

$W_o =$  Carga uniforme promedio de la viga

$$W_o = 39,1 + \frac{38280}{400} = 134,8 \text{ kg/cm}$$

$$\sqrt{\frac{C_c \cdot b}{\alpha \cdot W_o}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 100}{1/8 \cdot 134,8}} = 5,967; d > \frac{800}{5,976} = 134 \text{ cm}$$

Asumido 150 cm

(c) Chequeo de la deflexión

$$\delta_e = \delta_1 + \delta_2$$

donde:

$\delta_e =$  deflexión inicial o de corta duración

$\delta_1 =$  deflexión debida a la carga de la grúa

$\delta_2 =$  deflexión debida al peso propio de la viga

El momento de inercia efectivo según el código

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr} < I_g$$

donde:

$$M_{cr} = \frac{f_r}{y_t} I_g$$

$$f_r = 2\sqrt{f'c} = 2\sqrt{210} = 29,0 \text{ kgf/cm}^2$$

$$I_g = 100 \times \frac{150^3}{12} = 0,28125 \times 10^8 \text{ cm}^4$$

$$y_t = \frac{150}{2} = 75 \text{ cm}$$

$$M_{cr} = \frac{29}{75} 0,28125 \times 10^8 = 108,75 \text{ tf-m}$$

$$M_d = \frac{Wl^2}{8} = 3,91 \times \frac{8,0^2}{8} = 31,28 \text{ tf-m}$$

Considero la carga viva el 50% sostenida

$$M_a = M_d + 0,5 M_l$$

$$M_l = 55,506 \text{ tf-m} \quad \text{ver pag. 11}$$

$$M_a = 31,28 + 0,5 \times 55,506 = 59,03 \text{ tf-m}$$

$$E_c = W^{1,5} 0,14 \sqrt{f'c}$$

$$= 2300^{1,5} 0,14 \sqrt{210} = 223784,2 \text{ kgf/cm}^2$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2,039}{0,222378} = 9,11$$

El momento de inercia de la sección agrietada  $I_{cr}$

$$B = \frac{b}{n A_s}; \quad A_s \text{ asumida} = 0,0033 bd$$

$$A_s = 0,0033 \times 100 \times 144 = 47,52 \text{ cm}^2$$

$$B = \frac{100}{9,11 \times 47,52} = 0,231$$

$$r = \frac{(n-1)}{n A_s} A'_s \quad A'_s = 0,001 \times 100 \times 144 = 14,4 \text{ cm}^2$$

$$= \frac{(9,11-1) 14,4}{9,11 \times 47,52} = 0,27$$

$$\begin{aligned} a &= \left[ \sqrt{2dB \left(1+r \frac{d'}{d}\right) + (1+r)^2} - (1+r) \right] \frac{1}{B} \\ &= \left[ \sqrt{2 \times 144 \times 0,231 \left(1+0,27 \times \frac{6}{144}\right) + (1+0,27)^2} - 1,27 \right] \frac{1}{0,231} \\ &= 30,433 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{cr} &= \frac{6a^3}{3} + n A_s (d-a)^2 + (n-1) A'_s (a-d')^2 \\ &= \frac{100}{3} \times 30,433^3 + 9,11 \times 47,52 (144-30,433)^2 \\ &\quad + (9,11-1) 14,4 (30,433-6)^2 \\ &= 939535,17 + 5'583404,81 + 69716,72 = 6592,66 \times 10^3 \end{aligned}$$

$$\frac{I_g}{I_{cr}} = \frac{28125 \times 10^3}{6592,66 \times 10^3} = 4,266$$

$$\frac{M_{cr}}{M_d} = \frac{108,75}{31,28} = 3,477 > 1,0$$

luego  $(I_e)_d = I_g$

$$\left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 = \left(\frac{108,75}{59,03}\right)^3 = 6,253$$

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr}$$

$$\begin{aligned} &= 6,253 \times 0,28125 \times 10^8 + (1-6,253) 6592,66 \times 10^3 \\ &= 141234,38 \times 10^3 \text{ cm}^4 = 1,4123 \times 10^8 \end{aligned}$$

$I_e > I_g$

Luego tomo  $I_g$

La deflexión inicial o de corta duración será:

$$\delta e = \frac{5}{48} k \frac{M a l^2}{E c I c}$$

donde;  $k = 1,0$

$$\begin{aligned} \delta e &= \frac{5}{48} \times 1,0 \times \frac{59,03 \times 800^2 \times 10^2}{223784,2 \times 28125000} \\ &= 0,0625 \text{ cm} \end{aligned}$$

La deflexión a largo plazo será:

$$\delta t = \delta e \cdot \lambda = \frac{\delta e \xi}{1 + 50 \rho'}$$

donde,

$$\xi = 2,0 \text{ para más de cinco años}$$

$$\lambda = \frac{2,0}{1 + 50 \times 0,001} = 1,905$$

$$\delta t = 1,905 \times 0,0625 = 0,119 \text{ cm}$$

$$\frac{\delta t}{l} = \frac{0,119}{800} = \frac{1}{6722} < \frac{1}{400} \quad \text{OK}$$

De acuerdo con el código Japonés

$$\delta u = \frac{\Psi}{\alpha_y} \delta c$$

donde:  $\frac{\Psi}{\alpha_y}$  = Factor de incremento de la deflexión para largo tiempo = 7,5  
para vanos exteriores.

$$\delta c = 0,0625 \text{ cm}$$

$$\delta u = 0,0625 \times 7,5 = 0,47 \text{ cm} > \delta t$$

$$\frac{\delta u}{l} = \frac{0,47}{800} = \frac{1}{1702} \leq \frac{1}{400} \quad \text{OK}$$

Luego las deflexiones de corta y larga duración son menores a las permisibles.

(d) Diseño de la ménsula

Condiciones de carga

- Grúa peso propio	24 tf
- Capacidad de la grúa	32 tf
- Número de llantas	4 nos
- Impacto vertical	1,2
- Impacto horizontal	
. Transversal	0,1
. Longitudinal	0,15

1) Se determina la fuerza de cortante factorizada  $V_u$

$$\begin{aligned}V_u &= 1,4 D + 1,7 L \\ &= 1,4 \times \frac{24}{4} + 1,7 \times \frac{32}{2} = 35,6 \text{ t} \quad 35,6 \text{ t por rueda}\end{aligned}$$

2) Se determina el esfuerzo de fricción de cortante  $A_{vf}$

$$A_{vf} = \frac{V_u}{\Phi f_y \mu}$$

donde:

$\Phi$  = factor de reducción de resistencia

$f_y$  = límite de fluencia del refuerzo

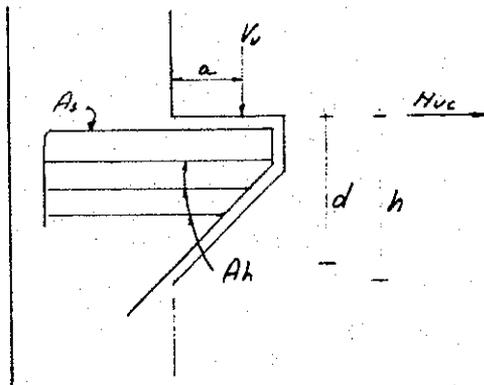
$\mu$  = coeficiente de fricción = 1,4

$$A_{vf} = \frac{35600 \times 2}{0,85 \times 4200 \times 1,4} = 14,3 \text{ cm}^2$$

3) Se determina el refuerzo por momento  $A_f$

$$A_f = \frac{M_u}{\Phi f_y Z} \quad Z = 0,9 d$$

$$M_u = V_u a + N_u c (h-d)$$



donde:

$h$  = altura total

$d$  = altura efectiva

$Nuc$  = fuerza de tensión factorizada

$a$  = longitud de cortante

$Mu$  = momento factorizado

$$Nuc = 0,1 \times 35,6 \times 2 = 7,12 \text{ t}$$

$$Mu = 35,6 \times 2 \times 0,45 + 7,12 (2,10 - 1,95) \\ = 33,11 \text{ tf-m}$$

$$Af = \frac{3311000}{0,85 \times 4200 \times 0,9 \times 195} = 5,3 \text{ cm}^2$$

- 4) Se determina el refuerzo por tensión directa  $An$

$$An = \frac{Nuc}{\Phi fy} \\ = \frac{7120}{0,85 \times 4200} = 2,0 \text{ cm}^2$$

- 5) Se determina el refuerzo primario de tensión  $As$

$$As \geq Af + An$$

la mayor

$$As \geq \frac{2}{3} Avf + An$$

$$As \geq 5,3 + 2,0 = 7,3 \text{ cm}^2$$

$$As \geq \frac{2}{3} \times 14,3 + 2,0 = 11,5 \text{ cm}^2$$

$$pmin = 0,04 \frac{fc}{fy} = 0,04 \times \frac{210}{4200} = 0,002$$

$$Asmin = 0,002 \times 90 \times 195 = 35,1 \text{ cm}^2 > 11,5 \quad 8 \Phi 25$$

6) Se determina el refuerzo paralelo por cortante  $A_h$

$$A_h = 0,5 (A_s - A_n)$$

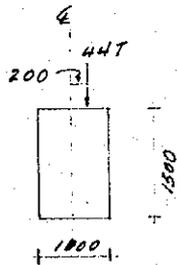
$$= 0,5 (35,1 - 2,0) = 16,6 \text{ cm}^2 \quad 8 \text{ Est } \Phi 12 (18,1 \text{ cm}^2)$$

Chequeo:  $A_s + A_h \geq A_{vf} + A_n + A_f$

$$35,1 + 16,6 \geq 14,3 + 2,0 + 5,3$$

$$51,7 \geq 21,6 \quad \text{OK}$$

(e) Chequeo la viga del puente grúa a torsión



$$T_u = (1,4 \times 6 + 1,7 \times 16) 0,2$$

$$= 7,12 \text{ t.m}$$

si  $T_u < \Phi (0,13 \sqrt{f_c} \sum x^2 y)$   
la torsión se puede despreciar

$$\Phi (0,13 \sqrt{f_c} \sum x^2 y) = 0,85 (0,13 \sqrt{210} \times 100 \times 150^2)$$

$$= 2'401946 \text{ kgf-cm}$$

$$= 24,02 \text{ tf-m} > 7,12$$

luego no considero la torsión

(E) Refuerzo de la Losa

Del análisis estructural se tiene que el momento máximo es de 1545,4 kg - m en el nudo 27 de la losa elemento 4 para el estado de carga No. 1.

$$M_u = 154540 \text{ kgf-cm}$$

$$k_n = \frac{154540}{0,9 \times 210 \times 100 \times 12^2} = 0,0568$$

$$\rho = 0,00295 < 0,0033 = \frac{14}{f_y}$$

Chequeo con los coeficientes para losa en una dirección

$$M_{(-)} = \frac{W l n^2}{10} \qquad \frac{l_n}{l_c} = \frac{7.5}{2,94} = 2.55 > 2,0$$

$$W_D = 670 \text{ kgf/m}^2$$

$$W_L = 180 \text{ kgf/m}^2$$

$$W_u = 1.4 \times 670 + 1.7 \times 180$$

$$= 1244 \text{ kgf/m}^2/\text{m}$$

$$l_{n1} = 3,24 - 0,15 \times 2 = 2,94 \text{ m}$$

$$l_{n2} = 2,66 - (0,15 + 0,20) = 2,31$$

$$l_n = \frac{2,94 + 2,31}{2} = 2,625 \text{ m}$$

$$M_u = \frac{1244 \times 2,625^2}{10} = 857,2 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$k_n = \frac{M_u}{\Phi f_c b d^2} = \frac{85720}{0,9 \times 210 \times 100 \times 12^2} = 0,0314$$

$$\rho = 0,0016 < 0,0033$$

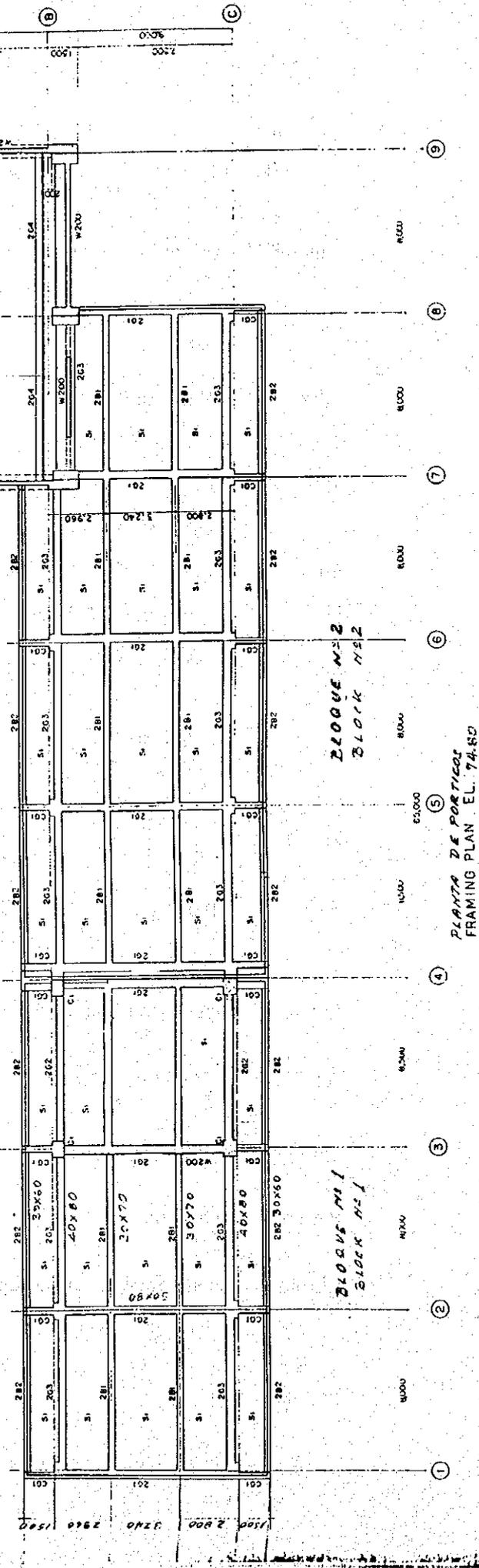
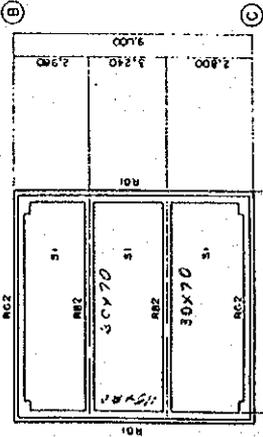
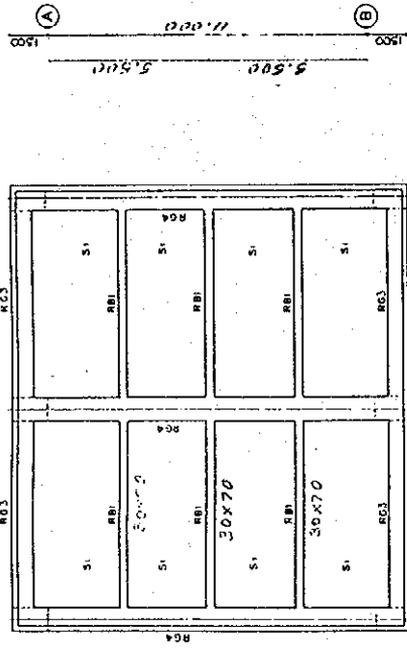
Luego se adopta el refuerzo mínimo

$$A_s = 0,0033 \times 100 \times 12 = 3,96 \text{ cm}^2$$

Para refuerzo positivo  $5 \Phi 10$  abajo

Para refuerzo negativo  $5 \Phi 12$  arriba

El refuerzo de distribución asumo igual



PLANTA DE PARTICO:  
FRAMING PLAN EL. 74.80

SUPERESTRUCTURA BLOQUE 1 - ANALISIS TRIDIMENSIONAL  
SYSTEM

L=4

:

JOINTS

1 X=10.2 Y=0.0 Z=0.0  
2 Y=8.0  
3 Y=16.0  
4 Y=24.1  
5 X=1.8 Y=0.0  
6 Y=8.0  
7 Y=16.0  
8 Y=24.1  
9 X=12.0 Y=0.0 Z=4.5  
10 Y=8.0  
11 Y=16.0  
12 Y=24.1  
13 X=10.2 Y=0.0  
14 Y=8.0  
15 Y=16.0  
16 Y=24.1  
17 X=7.7 Y=0.0  
18 Y=8.0  
19 Y=16.0  
20 Y=24.1  
21 X=4.46 Y=0.0  
22 Y=8.0  
23 Y=16.0  
24 Y=24.1  
25 X=1.8 Y=0.0  
26 Y=8.0  
27 Y=16.0  
28 Y=24.1  
29 X=0.0 Y=0.0  
30 Y=8.0  
31 Y=16.0  
32 Y=24.1

:

RESTRAINTS

1,8,1 R=1,1,1,1,1,1

:

POTENTIAL

9,32,1 P=180,180 :Unidades kg / m2

:

FRAME

NM=7 X=0,0,0,0.15 Y=0,0,0.15,0 Z=-1.0

1 SH=R T=0.6,0.3 E=2.1E9 W=1030 :carga muerta  
2 SH=R T=0.7,0.3 W=490 :carga muerta  
3 SH=R T=0.8,0.4 W=740 :carga muerta  
4 SH=R T=0.8,0.5 W=900 :carga muerta  
5 SH=R T=0.8,0.5 W=1340 :carga muerta  
6 SH=R T=0.6,0.8 W=1330 :carga muerta  
7 SH=R T=0.6,0.4 W=520 :carga muerta

C COLUMNAS

1,1,13 M=6 RE=0,0.8 G=3,1,1,1 LP=2,0  
5,5,25 M=6 RE=0,0.8 G=3,1,1,1 LP=2,0

C VIGAS

9,9,10 M=1 RE=0.25,0.25 RZ=0.5 LP=3,0 G=2,1,1,1  
12,13,14 M=3 RE=0.25,0.25 RZ=0.5 LP=3,0 G=2,1,1,1  
15,17,18 M=2 RE=0.25,0.25 RZ=0.5 LP=3,0 G=2,1,1,1  
18,21,22 M=2 RE=0.25,0.25 RZ=0.5 LP=3,0 G=2,1,1,1  
21,25,26 M=3 RE=0.25,0.25 RZ=0.5 LP=3,0 G=2,1,1,1  
24,29,30 M=1 RE=0.25,0.25 RZ=0.5 LP=3,0 G=2,1,1,1  
27,9,13 M=7 RE=0.15,0.15 RZ=0.5 LP=2,0  
28,13,17 M=5 RE=0.15,0.15 RZ=0.5 LP=2,0 G=2,1,4,4  
31,25,29 M=7 RE=0.15,0.15 RZ=0.5 LP=2,0

32,10,14 M=7 RE=0.15,0.15 RZ=0.5 LP=2.0  
33,14,18 M=4 RE=0.15,0.15 RZ=0.5 LP=2.0 G=2,1,4,4  
36,26,30 M=7 RE=0.15,0.15 RZ=0.5 LP=2.0  
37,11,15 M=7 RE=0.15,0.15 RZ=0.5 LP=2.0  
38,15,19 M=4 RE=0.15,0.15 RZ=0.5 LP=2.0 G=2,1,4,4  
41,27,31 M=7 RE=0.15,0.15 RZ=0.5 LP=2.0  
42,12,16 M=7 RE=0.15,0.15 RZ=0.5 LP=2.0  
43,16,20 M=4 RE=0.15,0.15 RZ=0.5 LP=2.0 G=2,1,4,4  
46,28,32 M=7 RE=0.15,0.15 RZ=0.5 LP=2.0

:  
SHELL

NM=1 X=0,0,0,0.15 Y=0,0,0,0.15,0 Z=-1.0 P=0,-1.0

1 E=2.1E9 U=0.15 W=3840

1 JQ=10,14,9,13 ETYPE=2 M=1 TH=0.15,0.15 LP=0

2 JQ=11,15,10,14

3 JQ=12,16,11,15

4 JQ=14,18,13,17

5 JQ=15,19,14,18

6 JQ=16,20,15,19

7 JQ=18,22,17,21

8 JQ=19,23,18,22

9 JQ=20,24,19,23

10 JQ=22,26,21,25

11 JQ=23,27,22,26

12 JQ=24,28,23,27

13 JQ=26,30,25,29

14 JQ=27,31,26,30

15 JQ=28,32,27,31

:

COMBO

1 C=1.4,1.7

:1.4 CM + 1.7 CV

2 C=1.05,1.275,1.40

:1.05 CM + 1.275 CV + 1.4 SY

3 C=1.05,1.275,0,1.40

:1.05 CM + 1.275 CV + 0 SY + 1.4 SX

4 C=0.9,0,1.43

:0.9 CM + 0 CV + 1.43 SY

5 C=0.9,0,0,1.43

:0.9 CM + 0 CV + 0 SY + 1.43 SX

:

END

## 1.2.2 Casa Del Generador

### (1) Sistema Estructural

la estructura consiste de un sistema de pórticos tridimensional conformado por vigas y columnas. La cubierta es una losa de hormigón armado apoyada en vigas.

### (2) Criterios de Diseño

#### (A) Cargas

##### (a) Peso unitario de materiales

Materiales	Peso unitario
Hormigón simpe	2,30 tf/m <sup>3</sup>
Hormigón armado	2,40 tf/m <sup>3</sup>
Mortero	2,00 tf/m <sup>3</sup>
Acero	7,80 tf/m <sup>3</sup>

##### (b) Carga Muerta

La carga muerta es el peso propio de la estructura

##### (c) Fuerza Sísmica

La fuerza sísmica lateral actuante en la estructura se ha calculado con la siguiente fórmula:

$$F = \sum W \cdot kh$$

where:

F = fuerza lateral sísmica

$\sum W$  = carga muerta total

kh = coeficiente sísmico horizontal = 0,15

(B) Cargas Factoradas

Las estructuras y sus elementos fueron diseñados para los siguientes coeficientes de mayoración de carga: muerta D y viva L, para diseño de última resistencia.

$$U = 1,4 D + 1,7 L$$

Incluyendo sismo E.

$$U = 1,05 D + 1,275 L + 1,87 E$$

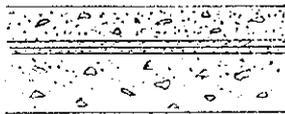
$$U = 0,9 D + 1,43 E$$

(3) Análisis y Diseño Estructural

El análisis estructural se lo realizó con el programa de computación SAP90 y el diseño con el programa SAPCON.

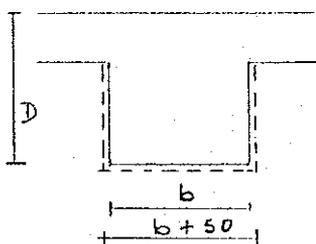
(A) Cargas Adoptadas

(a) Carga muerta de cubierta

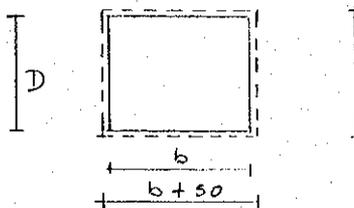


- hormigón 8 cm de espesor	184	kgf/m <sup>2</sup>
- 3 capas impermeabilizantes	20	"
- mortero de base 3 cm	60	"
- losa de hormigón 15 cm	360	"
	<u>624</u>	kgf/m <sup>2</sup>

(b) Carga muerta de vigas y columnas

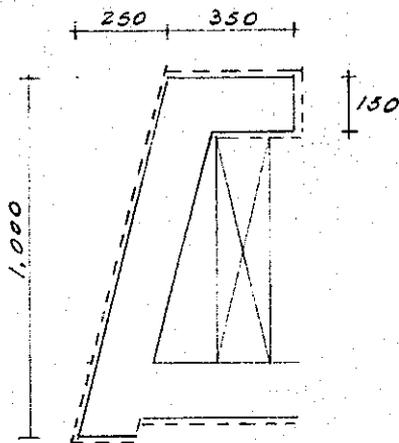


$$\begin{aligned} \text{Peso} &= 2,4 (b + 0,05) (D - 0,12) \\ &= 2,4 \times 0,45 \times 0,48 \\ &= 0,52 \text{ tf/m} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Peso} &= 2,4 (b + 0,05) (D + 0,05) \\ &= 2,4 \times 0,65 \times 0,65 \\ &= 1,01 \text{ tf/m} \end{aligned}$$

(c) Carga muerta de antepechos



Hormigón	=	2,4 x 0,15 x 1,03	=	0,47
bloque	=	2,0 x 0,2 x 0,4	=	0,16
enlucido	=	2,0 x 0,03 x 1,6	=	0,10
				<u>0,73</u> tf/m

Carga viva en la cubierta

180 kgf/m<sup>2</sup>

(B) Análisis Estructural y Refuerzo

Para el análisis estructural se preparó un modelo matemático compuesto de 10 nudos, 11 elementos tipo viga y 2 elementos tipo losa.

Se acompañan los resultados del análisis estructural y del diseño del esfuerzo.

(C) Diseño de la Fundación

Se asumió una capacidad portante del suelo de 15 tf/m<sup>2</sup>

Para el sismo se aceptó un incremento de 30%.

Para el diseño de la zapata.

$$P_u = 21,6 \text{ T}$$

$$P = 14,4 \text{ T}$$

$$M_{u1} = 1,06 \text{ T-M}$$

$$M_1 = 0,91 \text{ T-M}$$

$$M_{u2} = 4,47 \text{ T-M}$$

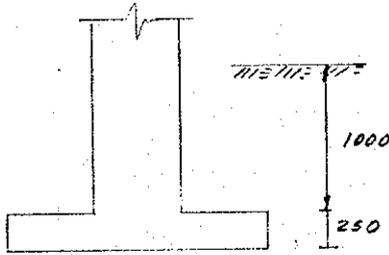
$$M_2 = 2,98 \text{ T-M}$$

Incluyendo sismo.

$$P_s = 17,97 \text{ T}$$

$$M_s = 7,31 \text{ T-M}$$

$$M_2 = 3,43 \text{ T-M}$$



$$\begin{aligned} - \text{relleno} & 1,0 \times 1,7 = 1,70 \text{ tf/m}^2 \\ - \text{hormigón} & 0,25 \times 2,4 = 0,60 \\ & 2,30 \text{ tf/m}^2 \\ - q_a & = 15 - 2,30 = 12,70 \text{ tf/m}^2 \end{aligned}$$

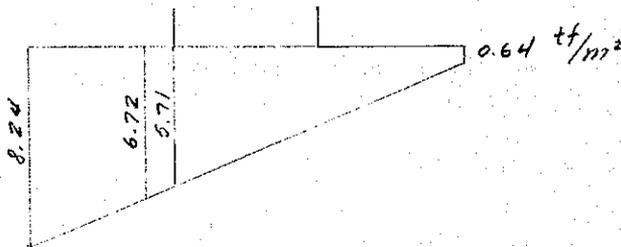
$$\text{si } b \times h = 1,8 \times 1,8 \text{ m}$$

$$\sigma = \frac{14,40}{1,8^2} \pm \frac{(0,71 + 2,98)6}{1,8^3} = 4,44 \pm 3,80 \begin{cases} 8,24 \text{ tf/m}^2 \\ 0,64 \text{ tf/m}^2 \end{cases}$$

$$\sigma = 8,24 < 12,70 \text{ OK}$$

$$\sigma_s = \frac{17,97}{1,8^2} \pm \frac{(7,31 + 3,43)6}{1,8^3} = 5,55 \pm 11,05 = 16,6 \text{ tf/m}^2$$

$$\sigma_s = 16,6 \approx 12,70 \times 1,3 \text{ OK}$$



$$\text{Si } d = 20 \text{ cm}$$

Chequeo al corte

$$V = 6,79 \frac{(1,8 + 0,8)}{2} 0,5 = 4,41 \text{ tf}$$

$$v_c = \frac{V_u}{\phi b d} < 1,06 \sqrt{f_c}$$

$$v_c = \frac{4410 \times 1,5}{0,85 \times 80 \times 20} = 4,86 \text{ kgf/cm}^2 < 15,36 \text{ OK}$$

### Cálculo del refuerzo

$$M = 5,71 \times \frac{0,6^2}{2} + 2,53 \times \frac{0,6^2}{3}$$
$$= 1,33 \text{ T-M/M}$$

$$k_n = \frac{M_u}{\phi f_c b d^2} = \frac{133000 \times 1,5}{0,9 \times 210 \times 100 \times 20^2} = 0,0264$$

$$\rho = 0,00135 < \rho_{\min}$$

$$A_{s\min} = 0,0033 \times 100 \times 20 = 6,6 \text{ cm}^2/\text{m}$$

1 Ø 12 @ 150 c/dirección

CASA DEL GENERADOR  
SYSTEM

L=4

:

JOINTS

1 X=4.5 Y=0.0 Z=0.0  
2 Y=6.0  
3 X=0.0 Y=0.0  
4 Y=6.0  
5 X=4.5 Y=0.0 Z=4.0  
6 Y=3.0  
7 Y=6.0  
8 X=0.0 Y=0.0  
9 Y=3.0  
10 Y=6.0

:

RESTRAINTS

1,4,1 R=1,1,1,1,1

:

POTENTIAL

5,10,1 P=180,180

:

FRAME

NM=3 X=0,0,0,0.15 Y=0,0,0.15 Z=-1.0

1 SH=R T=0.6,0.4 E=2.1E9 W=1250

2 SH=R T=0.6,0.4 W=520

3 SH=R T=0.6,0.6 W=730

1,1,5 M=3

2,2,7

3,3,8

4,4,10

5,5,6 M=1 LP=3,0 G=1,1,1,1

7,8,9 LP=3,0 G=1,1,1,1

9,5,8 LP=2,0

10,6,9 M=2 LP=2,0

11,7,10 M=1 LP=2,0

:

SHELL

NM=1 X=0,0,0,0.15 Y=0,0,0.15 Z=-1.0 P=0,-1.0

1 E=2.1E9 U=0.15 W=3840

1 JQ=5,6,8,9 ETYPE=2 M=1 TH=0.15 LP=0

2 JQ=6,7,9,10 ETYPE=2 M=1 TH=0.15 LP=0

:

COMBO

1 C=1.4,1.7

2 C=1.05,1.275,1.4

3 C=1.05,1.275,0,1.4

4 C=0.9,0,1.43

5 C=0.9,0,0,1.43

:

CASA DEL GENERADOR

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT	LOAD	DIST	1-2 PLANE		AXIAL	1-3 PLANE		AXIAL
ID	COMB	ENDI	SHEAR	MOMENT	FORCE	SHEAR	MOMENT	TORQ
1								
1	.000				-21603.199			-3.713
	.000		-830.245	1057.706	3519.328	-4468.344		
	4.000		-830.245	-2263.275	3519.328	9608.967		
	4.000				-17515.199			-3.713
2	.000				-14963.602			-113.007
	.000		-616.319	783.738	-291.159	3428.567		
	1.899		-616.319	-386.828	.001	3152.070		
	4.000		-616.319	-1681.539	322.041	3490.330		
	4.000				-11897.602			-113.007
3	.000				-17969.535			-402.853
	.000		-3553.339	7313.445	2698.251	-3432.913		
	4.000		-2940.139	-5673.511	2698.251	7360.090		
	4.000				-14903.535			-402.853
4	.000				-11294.605			-114.971
	.000		-527.297	670.295	-1020.713	4420.399		
	4.000		-527.297	-1438.892	-394.373	1590.226		
	4.000				-8666.605			-114.971
5	.000				-14364.953			-411.028
	.000		-3527.253	7339.924	2032.756	-2588.113		
	4.000		-2900.913	-5516.406	2032.756	5542.909		
	4.000				-11736.953			-411.028
2								
1	.000				-21603.199			3.713
	.000		-830.245	1057.706	-3519.328	4468.344		
	4.000		-830.245	-2263.275	-3519.328	-9608.967		
	4.000				-17515.199			3.713
2	.000				-17441.199			-107.438
	.000		-629.048	802.821	-5570.151	10131.082		
	4.000		-629.048	-1713.373	-4956.951	-10923.121		
	4.000				-14375.198			-107.438
3	.000				-17969.535			402.853
	.000		-3553.339	7313.445	-2698.251	3432.913		
	4.000		-2940.139	-5673.511	-2698.251	-7360.090		
	4.000				-14903.535			402.853
4	.000				-13825.294			-110.197
	.000		-540.299	689.787	-4966.196	9429.814		
	4.000		-540.299	-1471.407	-4339.856	-9182.291		
	4.000				-11197.294			-110.197
5	.000				-14364.953			411.028
	.000		-3527.253	7339.924	-2032.756	2588.113		

1-2-28

3

CASA DEL GENERADOR

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD ID COMB	DIST ENDI	1-2 PLANE		AXIAL	1-3 PLANE		AXIAL
		SHEAR	MOMENT	FORCE	SHEAR	MOMENT	TORQ
	4.000	-2900.913	-5516.406	-2032.756	-5542.909		
	4.000		-11736.953				411.028
3							
1	.000		-21603.199				3.713
	.000	830.245	-1057.706	3519.328	-4468.344		
	4.000	830.245	2263.275	3519.328	9608.967		
	4.000		-17515.199				3.713
2	.000		-14963.602				113.007
	.000	616.319	-783.738	-291.159	3428.567		
	1.899	616.319	386.828	.001	3152.070		
	4.000	616.319	1681.539	322.041	3490.330		
	4.000		-11897.602				113.007
3	.000		-14435.265				-397.284
	.000	-2307.971	5726.885	2580.741	-3269.602		
	4.000	-1694.771	-2278.599	2580.741	7053.361		
	4.000		-11369.265				-397.284
4	.000		-11294.605				114.971
	.000	527.297	-670.295	-1020.713	4420.399		
	4.000	527.297	1438.892	-394.373	1590.226		
	4.000		-8666.605				114.971
5	.000		-10754.947				-406.254
	.000	-2459.657	5979.841	1912.727	-2421.302		
	4.000	-1833.317	-2606.107	1912.727	5229.608		
	4.000		-8126.947				-406.254
4							
1	.000		-21603.199				-3.713
	.000	830.245	-1057.706	-3519.328	4468.344		
	4.000	830.245	2263.275	-3519.328	-9608.967		
	4.000		-17515.199				-3.713
2	.000		-17441.199				107.438
	.000	629.048	-802.821	-5570.151	10131.082		
	4.000	629.048	1713.373	-4956.951	-10923.121		
	4.000		-14375.198				107.438
3	.000		-14435.265				397.284
	.000	-2307.971	5726.885	-2580.741	3269.602		
	4.000	-1694.771	-2278.599	-2580.741	-7053.361		
	4.000		-11369.265				397.284
4	.000		-13825.294				110.197
	.000	540.299	-689.787	-4966.196	9429.814		
	4.000	540.299	1471.407	-4339.856	-9182.291		
	4.000		-11197.294				110.197

CASA DEL GENERADOR

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	DIST ENDDI	1-2 PLANE		AXIAL FORCE	1-3 PLANE		AXIAL TORQ
			SHEAR	MOMENT		SHEAR	MOMENT	
5	.000	.000			-10754.947			406.254
	.000	.000	-2459.657	5979.841	-1912.727	2421.302		
	4.000	4.000	-1833.317	-2606.107	-1912.727	-5229.608		
	4.000	4.000			-8126.947			406.254
-----								
5	1	.000			-3519.328			-56.843
		.000	9161.439	-8832.437	-5.985	6.722		
		3.000	3911.439	10776.880	-5.985	-11.235		
		3.000			-3519.328			-56.843
2	.000	.000			-1320.906			-43.770
	.000	.000	5746.044	-3231.848	108.807	-238.383		
	3.000	3.000	1808.544	8100.034	108.807	88.037		
	3.000	3.000			-2108.406			-43.770
3	.000	.000			-2280.068			-343.904
	.000	.000	6991.509	-6773.102	-1323.079	1346.020		
	3.000	3.000	3054.009	8295.175	-535.579	-1441.967		
	3.000	3.000			-2280.068			-343.904
4	.000	.000			-625.896			-39.369
	.000	.000	4137.398	-1496.446	111.875	-244.319		
	3.000	3.000	762.398	5853.247	111.875	91.307		
	3.000	3.000			-1430.271			-39.369
5	.000	.000			-1605.612			-345.936
	.000	.000	5409.551	-5113.584	-1350.694	1374.035		
	3.000	3.000	2034.551	6052.569	-546.319	-1471.483		
	3.000	3.000			-1605.612			-345.936
-----								
6	1	.000			-3519.328			56.843
		.000	-3911.439	10776.880	5.985	-11.235		
		3.000	-9161.439	-8832.437	5.985	6.722		
		3.000			-3519.328			56.843
2	.000	.000			-3170.586			41.496
	.000	.000	-4058.614	8065.286	117.785	-104.889		
	3.000	3.000	-7996.114	-10016.807	117.785	248.465		
	3.000	3.000			-3958.086			41.496
3	.000	.000			-2280.068			343.904
	.000	.000	-3054.009	8295.175	535.579	-1441.967		
	3.000	3.000	-6991.509	-6773.102	1323.079	1346.020		
	3.000	3.000			-2280.068			343.904
4	.000	.000			-2515.212			37.046
	.000	.000	-3060.684	5817.754	119.572	-105.754		
	3.000	3.000	-6435.684	-8426.798	119.572	252.962		
	3.000	3.000						

CASA DEL GENERADOR

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD ID COMB	DIST EMDI	1-2 PLANE		AXIAL FORCE	1-3 PLANE		AXIAL TORQ
		SHEAR	MOMENT		SHEAR	MOMENT	
	3.000			-3319.587			37.046
5	.000			-1605.612			345.936
	.000	-2034.551	6052.569		546.319	-1471.483	
	3.000	-5409.551	-5113.584		1350.694	1374.035	
	3.000			-1605.612			345.936
-----							
7							
1	.000			-3519.328			56.843
	.000	9161.439	-8832.437		5.985	-6.722	
	3.000	3911.439	10776.880		5.985	11.235	
	3.000			-3519.328			56.843
2	.000			-1320.906			43.770
	.000	5746.044	-3231.848		-108.807	238.383	
	3.000	1808.544	8100.034		-108.807	-88.037	
	3.000			-2108.406			43.770
3	.000			-2998.923			-258.639
	.000	6750.649	-6475.554		-1314.101	1335.938	
	3.000	2813.149	7870.145		-526.601	-1425.115	
	3.000			-2998.923			-258.639
4	.000			-625.896			39.369
	.000	4137.398	-1496.446		-111.875	244.319	
	3.000	762.398	5853.247		-111.875	-91.307	
	3.000			-1430.271			39.369
5	.000			-2339.871			-269.520
	.000	5163.530	-4809.660		-1342.997	1365.392	
	3.000	1788.530	5618.431		-538.622	-1457.037	
	3.000			-2339.871			-269.520
-----							
8							
1	.000			-3519.328			-56.843
	.000	-3911.439	10776.880		-5.985	11.235	
	3.000	-9161.439	-8832.437		-5.985	-6.722	
	3.000			-3519.328			-56.843
2	.000			-3170.586			-41.496
	.000	-4058.614	8065.286		-117.785	104.889	
	3.000	-7996.114	-10016.807		-117.785	-248.465	
	3.000			-3958.086			-41.496
3	.000			-2998.923			258.639
	.000	-2813.149	7870.145		526.601	-1425.115	
	3.000	-6750.649	-6475.554		1314.101	1335.938	
	3.000			-2998.923			258.639
4	.000			-2515.212			-37.046
	.000	-3060.684	5817.754		-119.572	105.754	

CASA DEL GENERADOR

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	DIST ENDI	1-2 PLANE		AXIAL	1-3 PLANE		AXIAL
			SHEAR	MOMENT	FORCE	SHEAR	MOMENT	TORQ
		3.000	-6435.684	-8426.798		-119.572	-252.962	
		3.000			-3319.587			-37.046
5		.000			-2339.871			269.520
		.000	-1788.530	5618.431		538.622	-1457.037	
		3.000	-5163.530	-4809.660		1342.997	1365.392	
		3.000			-2339.871			269.520
-----								
9								
1		.000			-824.260			.000
		.000	3937.500	-2238.714		.000	-3.009	
		2.250	-.016	2190.974		.000	-3.009	
		4.500	-3937.500	-2238.714		.000	-3.009	
		4.500			-824.260			.000
2		.000			-725.126			.000
		.000	2953.125	-1682.813		-590.625	351.390	
		2.250	-.012	1639.452		.002	-313.063	
		4.500	-2953.125	-1682.813		590.625	351.390	
		4.500			-725.126			.000
3		.000			-1208.820			-17.053
		.000	4516.344	-5196.277		418.182	-943.167	
		3.441	-.012	2574.145		418.182	495.812	
		4.500	-1389.906	1838.206		418.182	938.654	
		4.500			-27.570			-17.053
4		.000			-639.172			.000
		.000	2531.250	-1442.973		-603.281	359.290	
		2.250	-.010	1404.683		.002	-319.401	
		4.500	-2531.250	-1442.973		603.281	359.290	
		4.500			-639.172			.000
5		.000			-1133.231			-17.419
		.000	4127.966	-5031.725		427.143	-963.007	
		3.669	-.010	2541.654		427.143	604.315	
		4.500	-934.534	2153.497		427.143	959.138	
		4.500			73.332			-17.419
-----								
10								
1		.000			-11.971			.000
		.000	1638.000	-325.229		.000	.000	
		2.250	-.007	1517.521		.000	.000	
		4.500	-1638.000	-325.229		.000	.000	
		4.500			-11.971			.000
2		.000			-8.978			.000
		.000	1228.500	-243.921		-245.700	192.927	
		2.250	-.005	1138.141		.001	-83.486	
		4.500	-1228.500	-243.921		245.700	192.927	
		4.500			-8.978			.000

1-2-33

CASA DEL GENERADOR

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD ID COMB	DIST ENDI	1-2 PLANE		AXIAL FORCE	1-3 PLANE		AXIAL TORQ
		SHEAR	MOMENT		SHEAR	MOMENT	
3	.000			-254.678			.000
	.000	1415.394	-664.433		.000	.000	
	2.592	-.005	1170.128		.000	.000	
	4.500	-1041.606	176.590		.000	.000	
	4.500			236.722			.000
4	.000			-7.696			.000
	.000	1053.000	-203.482		-250.965	197.061	
	2.250	-.004	981.143		.001	-85.275	
	4.500	-1053.000	-203.482		250.965	197.061	
	4.500			-7.696			.000
5	.000			-258.661			.000
	.000	1243.899	-633.004		.000	.000	
	2.658	-.004	1020.077		.000	.000	
	4.500	-862.101	226.040		.000	.000	
	4.500			243.269			.000
11 -----							
1	.000			-824.260			.000
	.000	3937.500	-2238.714		.000	3.009	
	2.250	-.016	2190.974		.000	3.009	
	4.500	-3937.500	-2238.714		.000	3.009	
	4.500			-824.260			.000
2	.000			-511.264			.000
	.000	2953.125	-1675.258		-590.625	355.903	
	2.250	-.012	1647.008		.002	-308.550	
	4.500	-2953.125	-1675.258		590.625	355.903	
	4.500			-511.264			.000
3	.000			-1208.820			17.053
	.000	4516.344	-5196.277		-418.182	943.167	
	3.441	-.012	2574.145		-418.182	-495.812	
	4.500	-1389.906	1838.206		-418.182	-938.654	
	4.500			-27.570			17.053
4	.000			-420.727			.000
	.000	2531.250	-1435.255		-603.281	363.159	
	2.250	-.010	1412.401		.002	-315.532	
	4.500	-2531.250	-1435.255		603.281	363.159	
	4.500			-420.727			.000
5	.000			-1133.231			17.419
	.000	4127.966	-5031.725		-427.143	963.007	
	3.669	-.010	2541.654		-427.143	-604.315	
	4.500	-934.534	2153.497		-427.143	-959.138	
	4.500			73.332			17.419

1-2-39

CASA DEL GENERADOR

C O N T R O L   D A T A

EXECUTION MODE	-----	0
CODE TYPE	-----	1 (ACI 318-89)
ELEMENT PRINT SUPPRESSION FLAG	-----	0
NUMBER OF INTERACTION CURVES	-----	5
NUMBER OF POINTS PER CURVE	-----	11
CURVE PRINT SUPPRESSION FLAG	-----	0
TYPE OF UNITS	-----	M
COLUMN PRINT SUPPRESSION FLAG	-----	1
BEAM PRINT SUPPRESSION FLAG	-----	0
INTERACTION CAPACITY RATIO CUTOFF	-----	.0005

CASA DEL GENERADOR

L I V E & D E A D L O A D S

LOAD	LIVE LOAD	DEAD LOAD
1	N	Y
2	Y	N
3	N	N
4	N	N

40  
37

1-2-36

CASA DEL GENERADOR

LOAD COMBINATION MULTIPLIERS

COMBINATION	CONDITION	FACTOR
1	1	1.400
	2	1.700
2	1	1.050
	2	1.275
	3	1.400
3	1	1.050
	2	1.275
	4	1.400
4	1	.900
	3	1.430
5	1	.900
	4	1.430

1-2-37

244

CASA DEL GENERADOR

SECTION PROPERTY DATA

COLUMN-TYPE SECTION PROPERTIES

PROP ID	SECTION TYPE	SECTION SHAPE	DIMENSION T3 (m)	DIMENSION T2 (m)	CONCRETE COVER (m)	BAR AREA (m)
3	R	RR-3-3	.6000	.6000	.06000	.000000

41

1-5-88

CASA DEL GENERADOR

SECTION PROPERTY DATA

BEAM-TYPE SECTION PROPERTIES

PROP ID	SECTION TYPE	DEPTH T3 {m}	WIDTH T2 {m}	SLAB THICK {m}	WEB WIDTH {m}	TOP COVER {m}	BOTTOM COVER {m}
1	R	.6000	.4000	.00000	.00000	.06000	.06000
2	R	.6000	.4000	.00000	.00000	.06000	.06000

427

1-2-39

CASA DEL GENERADOR

M A T E R I A L P R O P E R T Y D A T A

PROP ID	MATERIAL TYPE	MODULUS E {Kg/sqm}	YIELD FY {Kg/sqm}	STRENGTH FC {Kg/sqm}	YIELD FYS {Kg/sqm}	STRENGTH FCS {Kg/sqm}
1	C	.2100E+10	.420E+08	.210E+07	.280E+08	.210E+07
2	C	.2100E+10	.420E+08	.210E+07	.280E+08	.210E+07
3	C	.2100E+10	.420E+08	.210E+07	.280E+08	.210E+07

248

1-2-90

CASA DEL GENERADOR

FRAME ELEMENT DESIGN DATA

ELT ID	ELT TYPE	PROP ID	FACTOR DS33	FACTOR DS22	FACTOR DB33	FACTOR DB22	FACTOR FOR LL
1	1	3	1.000	1.000	.000	.000	1.000
2	1	3	1.000	1.000	.000	.000	1.000
3	1	3	1.000	1.000	.000	.000	1.000
4	1	3	1.000	1.000	.000	.000	1.000
5	1	1	1.000	1.000	.000	.000	1.000
6	1	1	1.000	1.000	.000	.000	1.000
7	1	1	1.000	1.000	.000	.000	1.000
8	1	1	1.000	1.000	.000	.000	1.000
9	1	1	1.000	1.000	.000	.000	1.000
10	1	2	1.000	1.000	.000	.000	1.000
11	1	1	1.000	1.000	.000	.000	1.000

205  
247

1-2-41

CASA DEL GENERADOR

S A P 9 0 F R A M E E L E M E N T D A T A

ELT ID	JOINT END-I	JOINT END-J	ELEMENT LENGTH {m}
1	1	5	4.000
2	2	7	4.000
3	3	8	4.000
4	4	10	4.000
5	5	6	3.000
6	6	7	3.000
7	8	9	3.000
8	9	10	3.000
9	5	8	4.500
10	6	9	4.500
11	7	10	4.500

x6

1-3-42

CASA DEL GENERADOR

P-M DESIGN OF COLUMN-TYPE ELEMENTS (ACI 318-89)

ELEM ID	STATN LOC (m)	REBAR (sqcm)	<LC>	<---DESIGN POINT--->			<DESIGN FACTORS>		<---FAILURE POINT-->		
				P {T}	M33 {T-m}	M22 {T-m}	DB33	DB22	PC {T}	MC33 {T-m}	MC22 {T-m}
1	.00	36.0	< 5>	13	7	3	1.00	1.00	13	7	3
	4.00	36.0	< 5>	13	6	6	1.00	1.00	13	6	6
2	.00	36.0	< 5>	13	7	3	1.00	1.00	13	7	3
	4.00	36.0	< 5>	13	6	6	1.00	1.00	13	6	6
3	.00	36.0	< 5>	9	6	2	1.00	1.00	9	6	2
	4.00	36.0	< 5>	9	3	5	1.00	1.00	9	3	5
4	.00	36.0	< 5>	9	6	2	1.00	1.00	9	6	2
	4.00	36.0	< 5>	9	3	5	1.00	1.00	9	3	5

1-2-43

48

CASA DEL GENERADOR

SHEAR DESIGN OF COLUMN-TYPE ELEMENTS (ACI 318-89)

ELEM ID	SECTION T3 X T2 (m)	SIZE T2 (m)	SECTION SHAPE	STATN LOC (m)	<SHEAR ALONG 2-2 AXIS>			<SHEAR ALONG 3-3 AXIS>				
					AV <LC> {sqcm/m}	V22 {T}	PU {T}	AV <LC> {sqcm/m}	V33 {T}	PU {T}		
1	.60 X	.60	RR-3-3	.00	19.93	< 0 >	26	20	19.93	< 0 >	26	20
				4.00	19.93	< 0 >	26	20	19.93	< 0 >	26	20
2	.60 X	.60	RR-3-3	.00	19.93	< 0 >	26	20	19.93	< 0 >	26	20
				4.00	19.93	< 0 >	26	20	19.93	< 0 >	26	20
3	.60 X	.60	RR-3-3	.00	19.93	< 0 >	26	20	19.93	< 0 >	26	20
				4.00	19.93	< 0 >	26	20	19.93	< 0 >	26	20
4	.60 X	.60	RR-3-3	.00	19.93	< 0 >	26	20	19.93	< 0 >	26	20
				4.00	19.93	< 0 >	26	20	19.93	< 0 >	26	20

1-2-44

48

CASA DEL GENERADOR

FLEXURAL AND SHEAR DESIGN OF BEAM-TYPE ELEMENTS (ACI 318-89)

ELEM ID	SECTION SIZE		STATN LOC {m}	REQUIRED REINFORCING			DESIGN FORCES		
	WIDTH {m}	DEPTH {m}		TOP <LC> {sqcm}	BOT <LC> {sqcm}	SHR <LC> {sqcm/m}	-M33 {T-m}	+M33 {T-m}	V22 {T}
5	.40 X	.60	.00	7.23 < 1>	7.23 < 0>	17.24 < 1>	9	4	22
			.75	7.23 < 1>	7.23 < 0>	16.22 < 1>	2	3	21
			1.50	7.23 < 0>	7.23 < 2>	15.20 < 1>	2	4	20
			2.25	7.23 < 0>	7.23 < 1>	14.18 < 1>	2	7	18
			3.00	7.23 < 0>	7.23 < 1>	13.15 < 1>	2	11	17
6	.40 X	.60	.00	7.23 < 0>	7.23 < 1>	13.15 < 1>	3	11	17
			.75	7.23 < 0>	7.23 < 1>	14.18 < 1>	3	7	18
			1.50	7.23 < 0>	7.23 < 1>	15.20 < 1>	3	3	20
			2.25	7.23 < 2>	7.23 < 0>	16.22 < 1>	4	3	21
			3.00	7.23 < 2>	7.23 < 0>	17.24 < 1>	10	5	22
7	.40 X	.60	.00	7.23 < 1>	7.23 < 0>	17.24 < 1>	9	4	22
			.75	7.23 < 1>	7.23 < 0>	16.22 < 1>	2	3	21
			1.50	7.23 < 0>	7.23 < 2>	15.20 < 1>	2	4	20
			2.25	7.23 < 0>	7.23 < 1>	14.18 < 1>	2	7	18
			3.00	7.23 < 0>	7.23 < 1>	13.15 < 1>	2	11	17
8	.40 X	.60	.00	7.23 < 0>	7.23 < 1>	13.15 < 1>	3	11	17
			.75	7.23 < 0>	7.23 < 1>	14.18 < 1>	3	7	18
			1.50	7.23 < 0>	7.23 < 1>	15.20 < 1>	3	3	20
			2.25	7.23 < 2>	7.23 < 0>	16.22 < 1>	4	3	21
			3.00	7.23 < 2>	7.23 < 0>	17.24 < 1>	10	5	22
9	.40 X	.60	.00	7.23 < 3>	7.23 < 0>	9.80 < 1>	5	3	13
			1.13	7.23 < 0>	7.23 < 1>	8.27 < 1>	1	1	11
			2.25	7.23 < 0>	7.23 < 1>	6.74 < 1>	1	2	9
			3.38	7.23 < 0>	7.23 < 3>	8.27 < 1>	1	3	11
			4.50	7.23 < 1>	7.23 < 5>	9.80 < 1>	2	2	13
10	.40 X	.60	.00	7.23 < 3>	7.23 < 0>	8.02 < 1>	1	0	10
			1.13	7.23 < 0>	7.23 < 1>	7.38 < 1>	0	1	9
			2.25	7.23 < 0>	7.23 < 1>	6.74 < 5>	0	2	9
			3.38	7.23 < 0>	7.23 < 1>	7.38 < 1>	0	1	9
			4.50	7.23 < 1>	7.23 < 5>	8.02 < 1>	0	0	10
11	.40 X	.60	.00	7.23 < 3>	7.23 < 0>	9.80 < 1>	5	3	13
			1.13	7.23 < 0>	7.23 < 1>	8.27 < 1>	1	1	11
			2.25	7.23 < 0>	7.23 < 1>	6.74 < 1>	1	2	9
			3.38	7.23 < 0>	7.23 < 3>	8.27 < 1>	1	3	11
			4.50	7.23 < 1>	7.23 < 5>	9.80 < 1>	2	2	13

1-2-45

49

### 1.3 Utilidad

### 1.3 Utilidad

#### (1) Cálculo de Conductores

##### 1. PANEL DE ALUMBRADO "A"

CARGA TOTAL (VA) = 37.680 VA

$$I = \frac{37.680 \text{ VA}}{\sqrt{3} \times 220 \text{ V}}$$
$$= 98,9 \text{ Amp}$$

Del catálogo de "CABLEC", se requiere un cable 2 x (4 x 4 AWG)  
o cable 4C x 22 mm<sup>2</sup> x 2

Caída de voltaje:

$$\Delta V (\%) = K \times \text{KVA} \times L \text{ (m)}$$

(ver próxima tabla)

$$K_{220} = K_{440} \left( \frac{440}{220} \right)^2 = K_{440} \times 4$$

$$\Delta V (\%) = \frac{4,69}{2} \times 10^{-4} \times 4 \times 37,68 \text{ KVA} \times 26 \text{ m}$$

$$= 0,92 \% \quad (\text{El calibre 4 AWG del cable es adecuado})$$

##### 2. PANEL DE ALUMBRADO

Carga total (VA) = 14.240 VA

$$I = \frac{14.240 \text{ VA}}{\sqrt{3} \times 220 \text{ V}} = 37,4 \text{ Amp.}$$

Del catálogo de "CABLEC", se requiere un cable 4 x 4 AWG o  
cable 4C x 22 mm<sup>2</sup>

DESCRIPCION TRABAJO FACTORES PARA CALCULO DE REGULACION DE PUEBLOS AREA Y SUBESTACIONES

TENSION: 440V - Sistema Trifásico COS φ: 0.9 UNIDADES: % / KVA-MIBUS  
60 Hz

mm <sup>2</sup> Cu/al	CALIBRE AWG MCM mm <sup>2</sup>	CONDUCTORES DE ALUMINIO (Aislamiento termoplástico)		CONDUCTORES DE COBRE (Aislamiento Termoplástico)	
		AEREO (20°C)	SUBTERRANEO (30°C)	AEREO (20°C)	SUBTERRANEO (THW 75°C)
7x1,23	8 / 8,22	1		12,8 x 10 <sup>-4</sup>	12,16 x 10 <sup>-4</sup>
7x5	6 / 13,10	10,38 x 10 <sup>-4</sup>		7,94 x 10 <sup>-4</sup>	7,63 x 10 <sup>-4</sup>
7x1,96	4 / 21,15	7,21 x 10 <sup>-4</sup>		4,69 x 10 <sup>-4</sup>	4,38 x 10 <sup>-4</sup>
7x4,47	2 / 33,63	4,8 x 10 <sup>-4</sup>		3,22 x 10 <sup>-4</sup>	2,82 x 10 <sup>-4</sup>
7x2,78	1 / 42,41	3,98 x 10 <sup>-4</sup>		2,7 x 10 <sup>-4</sup>	2,3 x 10 <sup>-4</sup>
7x3,12	1/0 / 53,8	3,26 x 10 <sup>-4</sup>		2,27 x 10 <sup>-4</sup>	1,83 x 10 <sup>-4</sup>
7x3,52	2/0 / 67,83	2,71 x 10 <sup>-4</sup>		1,94 x 10 <sup>-4</sup>	1,5 x 10 <sup>-4</sup>
7x3,93	3/0 / 85,13	2,28 x 10 <sup>-4</sup>		1,66 x 10 <sup>-4</sup>	1,26 x 10 <sup>-4</sup>
7x4,42	4/0 / 107,7	1,93 x 10 <sup>-4</sup>		1,44 x 10 <sup>-4</sup>	1,05 x 10 <sup>-4</sup>
12x3,67	250 / 124,8				0,75 x 10 <sup>-4</sup>
12x4,02	300 / 152,7				0,66 x 10 <sup>-4</sup>
19x3,45	350 / 177,1				0,59 x 10 <sup>-4</sup>
19x3,69	400 / 201,6				0,54 x 10 <sup>-4</sup>
19x4,12	500 / 253,10				0,47 x 10 <sup>-4</sup>
1000					0,2955 x 10 <sup>-4</sup>

$\Delta V (\%) = K \cdot KVA \cdot L (m)$

$K = \frac{R \cos \phi + X \sin \phi}{10 (V)^2}$

$K_{440} = K_{208} \left( \frac{208}{440} \right)^2 =$

$K_{440} = K_{208} \cdot (0.22)$

$K_{180} = K_{440} \cdot \left( \frac{440}{180} \right)^2$

INGETEC S.A. INGENIEROS CONSULTORES	Preparado	Revisado	Fecha	Hoja 1 de 1
	A.M.G.	<i>[Signature]</i>	VII-23-90	

Caída de voltaje:

$$\begin{aligned}\Delta V (\%) &= 4,69 \times 10^{-4} \times 4 \times 14,24 \text{ KVA} \times 27 \text{ m} \\ &= 0,7 \% \text{ (al calibre 4 AWG del cable es adecuado)}\end{aligned}$$

### 3. PANEL DE ALUMBRADO "C"

Carga total (VA) = 4.500 VA

$$I = \frac{4.500 \text{ VA}}{\sqrt{3} \times 220 \text{ V}} = 11,8 \text{ Amp.}$$

Del Catálogo de "CABLEC", se requiere un cable 4 x 14 AWG  
pero se utilizará cable 4 x 12 AWG o  
cable 4C x 3,5 mm<sup>2</sup>

La caída de tensión:

$$\begin{aligned}\Delta V (\%) &= 30,4 \times 10^{-4} \times 4 \times 4,5 \text{ KVA} \times 7 \text{ m} \\ &= 0,38 \% \text{ El cable 12 AWG es adecuado}\end{aligned}$$

### 4. ALUMBRADO EXTERIOR

Se usan luminarias de 400W (450 VA)

Caída de tensión:

$$\Sigma KVA \times l = KVA \text{ virtual} \times l_s$$

$$\begin{aligned} KVA_{\text{virt.}} &= \frac{10 \times 450 + 23 \times 450 + 41 \times 450 + 59 \times 450 + 81 \times 450}{81} \\ &= \frac{450 \times 214 \text{ VA} \cdot \text{m}}{81 \text{ m}} = 1.189 \text{ VA} \end{aligned}$$

Para cable 10 AWG:

$$K = \left( \frac{440}{220} \times \sqrt{3} \right)^2 = 12$$

$$\begin{aligned} \Delta V (\%) &= 18,37 \times 10^{-4} \times 12 \times 1,19 \text{ KVA} \times 81 \text{ m} \\ &= 2,12 \% \text{ (el cable 10 AWG es adecuado)} \end{aligned}$$

Entonces el conductor es: Cable 2 x 10 AWG ó  
cable 2C x 5,5 mm<sup>2</sup>