

# Diseño y análisis de losas tradicionales de hormigón

Proyecto de Hormigón Armado - Entrega N°5

Integrantes: Mauricio Leal V.  
Pablo Pizarro R.  
Ignacio Yáñez G.  
Profesor: Juan Mendoza V.  
Auxiliar: Felipe Andrade T.

Fecha de entrega: 21 de Noviembre de 2018  
Santiago, Chile

# Índice de Contenidos

1. Determinación de cargas de diseño.	1
2. Especificación de espesores de losa por piso, armaduras mínimas y calidad de materiales.	2
3. Determinación de losas a diseñar y condiciones de apoyo	3
4. Análisis de losas	15
5. Resultados	18
6. Deformaciones máximas por piso	24
7. Comentarios	30

## Lista de Figuras

1. Disposición de losas en el nivel -1. . . . .	4
2. Disposición de losas en el nivel 1. . . . .	6
3. Disposición de losas en el nivel 2. . . . .	8
4. Disposición de losas en el nivel 3. . . . .	10
5. Disposición de losas en el nivel 23. . . . .	12
6. Disposición de losas en el nivel 24. . . . .	13
7. Disposición de losa en la cubierta. . . . .	14
8. Recomendaciones para franjas de losa. . . . .	15
9. Deflexión máxima admisible . . . . .	24
10. Deformaciones piso -1 al 5. . . . .	25
11. Deformaciones piso 6 al 11. . . . .	26
12. Deformaciones piso 12 al 17. . . . .	27
13. Deformaciones piso 18 al 23. . . . .	28
14. Deformaciones piso 24 a cubierta. . . . .	29

## Lista de Tablas

1. Cargas de peso propio. . . . .	1
2. Sobrecargas. . . . .	1
3. Armaduras mínimas y calidad de materiales. . . . .	2
4. Características de losas nivel -1. . . . .	3
5. Características de losas nivel 1. . . . .	5
6. Características de losas nivel 2. . . . .	7
7. Características de losas desde nivel 3 al 22. . . . .	9
8. Características de losas del nivel 23. . . . .	11

9.	Características de losas del nivel 24. . . . .	13
10.	Características de losa de cubierta. . . . .	14
11.	Ejemplo de análisis losa regular: losa N° 0101. . . . .	16
12.	Ejemplo de análisis franja de losa: losa N° 114. . . . .	17
13.	Ejemplo de análisis de interacción entre losas 0101 y 0102. . . . .	17
14.	Resumen armaduras nivel -1. . . . .	18
15.	Resumen armaduras nivel 1. . . . .	19
16.	Resumen armaduras niveles 2 a 22. . . . .	19
17.	Resumen armaduras nivel 23. . . . .	20
18.	Resumen armaduras nivel 24 y cubierta. . . . .	20
19.	Resumen armadura negativa nivel -1. . . . .	21
20.	Resumen armadura negativa nivel 1. . . . .	22
21.	Resumen armadura negativa niveles 2 al 22. . . . .	22
22.	Resumen armadura negativa nivel 23. . . . .	23
23.	Resumen armadura negativa nivel 24. . . . .	23
24.	Deformaciones máximas por piso en losas más desfavorables. . . . .	24

# 1. Determinación de cargas de diseño.

A continuación se presentan las cargas a considerar en el diseño:

Tabla 1: Cargas de peso propio.

Elemento	Peso Propio [ $kgf/m^2$ ]
<b><math>PP_{Tabique}</math></b>	<b>100</b>
$\gamma_{yeso}[kgf/m^2 \cdot cm]$	10
$e_{yeso}[cm]$	2,5
<b><math>PP_{Yeso}</math></b>	<b>25</b>
$\gamma_{sl}[kgf/m^2 \cdot cm]$	20
$e_{sl}[cm]$	5
<b><math>PP_{Sobrelosa}</math></b>	<b>100</b>
<b><math>PP_{adic}</math></b>	<b>225</b>

Tabla 2: Sobrecargas.

Ocupación	Sobrecargas [ $kgf/m^2$ ]
Habitacional	200
Área común y escalera	400
Balcones	300
Autos	500
Techo	100

A esto se agrega el peso propio de cada losa y, luego de mayorar las cargas, se obtienen las solicitaciones ( $qu$ ) en cada elemento.

## 2. Especificación de espesores de losa por piso, armaduras mínimas y calidad de materiales.

En etapas previas se definió el espesor de losas, con el que se determina la armadura mínima por piso, y la calidad de materiales a usar según se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3: Armaduras mínimas y calidad de materiales.

Nivel	e [cm]	$A_{s_{min}}$	$[cm^2/m]$	Hormigón	Acero refuerzo
Cubierta	16	2,88	$\phi 8@17$	G20	A63-42H
24	16	2,88	$\phi 8@17$	G20	A63-42H
23	16	2,88	$\phi 8@17$	G20	A63-42H
22	16	2,88	$\phi 8@17$	G20	A63-42H
21	16	2,88	$\phi 8@17$	G20	A63-42H
20	16	2,88	$\phi 8@17$	G20	A63-42H
19	16	2,88	$\phi 8@17$	G20	A63-42H
18	16	2,88	$\phi 8@17$	G20	A63-42H
17	16	2,88	$\phi 8@17$	G20	A63-42H
16	16	2,88	$\phi 8@17$	G20	A63-42H
15	16	2,88	$\phi 8@17$	G20	A63-42H
14	16	2,88	$\phi 8@17$	G20	A63-42H
13	16	2,88	$\phi 8@17$	G30	A63-42H
12	16	2,88	$\phi 8@17$	G30	A63-42H
11	16	2,88	$\phi 8@17$	G30	A63-42H
10	16	2,88	$\phi 8@17$	G30	A63-42H
9	16	2,88	$\phi 8@17$	G30	A63-42H
8	16	2,88	$\phi 8@17$	G30	A63-42H
7	16	2,88	$\phi 8@17$	G35	A63-42H
6	16	2,88	$\phi 8@17$	G35	A63-42H
5	16	2,88	$\phi 8@17$	G35	A63-42H
4	16	2,88	$\phi 8@17$	G35	A63-42H
3	16	2,88	$\phi 8@17$	G35	A63-42H
2	16	2,88	$\phi 8@17$	G35	A63-42H
1	16	2,88	$\phi 8@17$	G35	A63-42H
-1	17	3,06	$\phi 8@16$	G35	A63-42H

### 3. Determinación de losas a diseñar y condiciones de apoyo

A continuación, se dan a conocer las losas a diseñar por piso, junto con sus condiciones de apoyo, numeración y otros parámetros relevantes a considerar para su posterior diseño.

Tabla 4: Características de losas nivel -1.

N° Losa	Lx (m)	Ly (m)	e (cm)	Caso	SC ( $kgf/m^2$ )	Tipo H.
0101	5	5,33	17	6	500	G35
0102	5	7,2	17	6	500	G35
0103	5	7,2	17	6	500	G35
0104	5	7,89	17	6	500	G35
0105	4,45	5	17	6	500	G35
0106	3,6	5	17	6	500	G35
0107	5,33	5,54	17	6	500	G35
0108	5,54	7,2	17	6	500	G35
0109	5,54	7,2	17	6	500	G35
0110	5,54	12,34	17	6	500	G35
0111	3,6	5,54	17	6	500	G35
0112	6,05	9,34	17	6	400	G35
0113	4,65	5,6	17	6	400	G35
0114	4,65	5,6	17	6	500	G35
0115	6,05	9,49	17	6	500	G35
0116	4,45	10,5	17	6	500	G35
0117	3,6	10,5	17	6	500	G35
0118	7,16	11,34	17	6	400	G35
0119	1,4	11,2	17	6	400	G35
0120	2,1	4,04	17	5b	400	G35
0121	2,9	6,36	17	6	400	G35
0122	4,25	6,36	17	6	500	G35
0123	6,49	7,16	17	6	500	G35
0124	8,24	18,54	17	6	500	G35
0125	5	8,24	17	6	500	G35
0126	5,52	8,24	17	6	500	G35
0127	7,09	10,15	17	6	500	G35
0128	3,6	10,15	17	6	500	G35
0129	2,32	4,3	17	6	400	G35

El siguiente esquema muestra la disposición de las losas en el modelo ETABS:

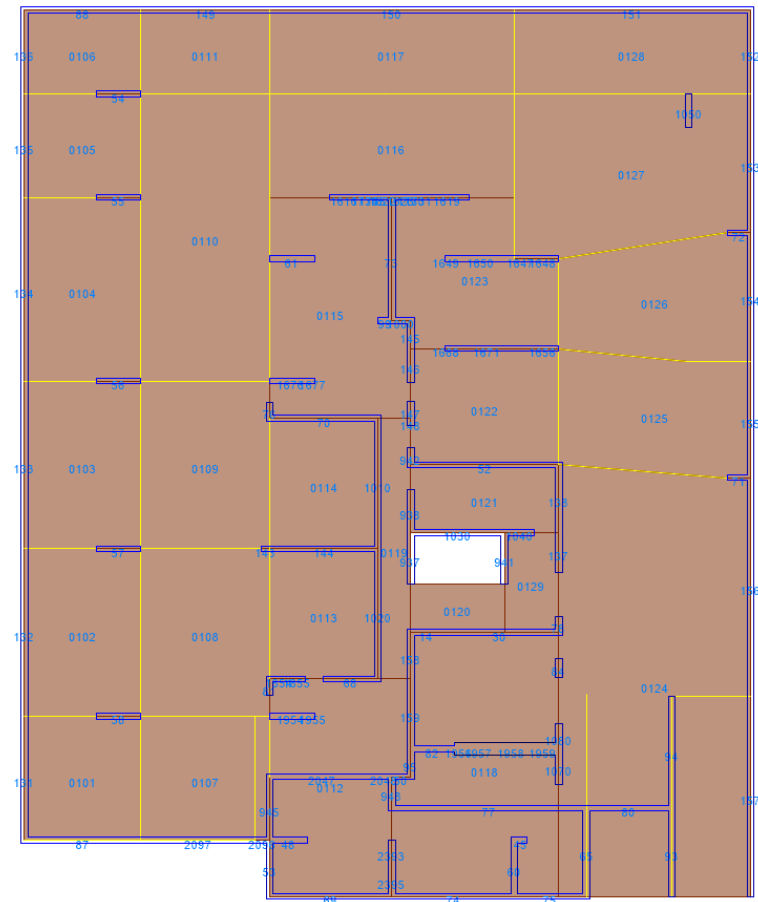


Figura 1: Disposición de losas en el nivel -1.

Para el nivel 1 se tendrá:

Tabla 5: Características de losas nivel 1.

N° Losa	Lx (m)	Ly (m)	e (cm)	Caso	SC ( $kgf/m^2$ )	Tipo H.
101	5	5,33	16	5a	500	G35
102	5	7,2	16	6	500	G35
103	5	7,2	16	6	500	G35
104	5	7,89	16	6	500	G35
105	4,93	5,33	16	4	500	G35
106	5,54	7,2	16	6	500	G35
107	5,54	7,2	16	6	500	G35
108	5,54	7,89	16	6	500	G35
109	5,54	4,45	16	5b	500	G35
110	4,65	5,6	16	6	400	G35
111	4,65	5,6	16	6	500	G35
112	6,05	9,49	16	6	500	G35
113	2	2,825	16	4	400	G35
114	1,4	9,2	16	6	400	G35
115	2,9	6,36	16	6	400	G35
116	5	5,02	16	6	200	G35
117	5,82	6,49	16	6	200	G35
118	1,34	7,01	16	2a	300	G35
119	2,1	4,04	16	5b	400	G35
120	2,32	4,3	16	6	400	G35
121	1,6	6,05	16	5b	400	G35



El siguiente esquema muestra la disposición de las losas en el modelo ETABS:

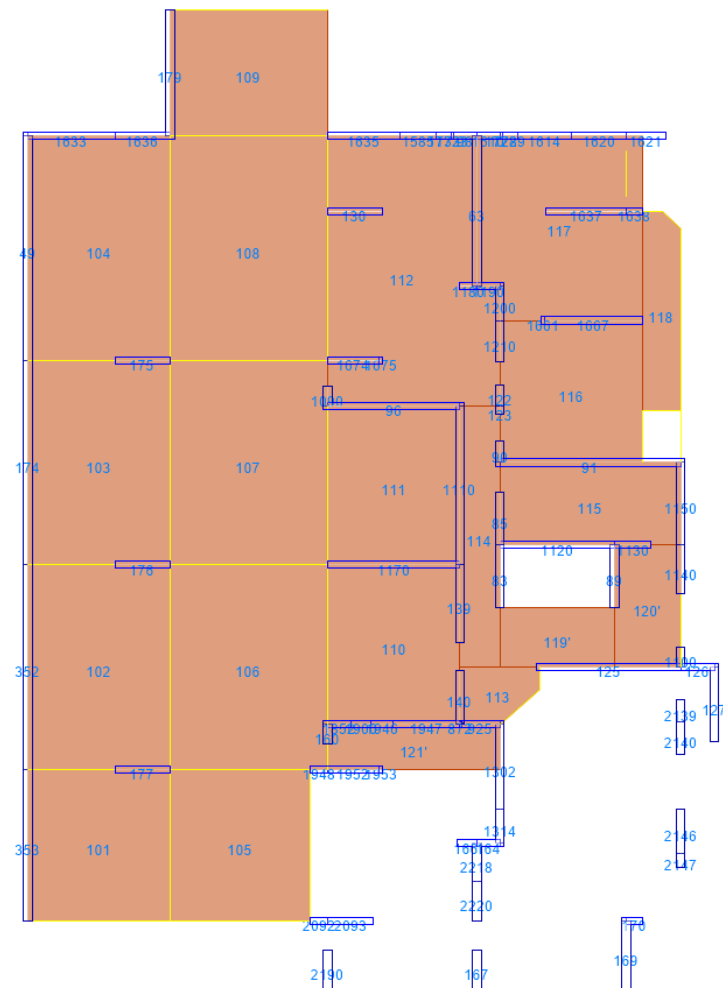


Figura 2: Disposición de losas en el nivel 1.

Para el nivel 2 se tendrá:

Tabla 6: Características de losas nivel 2.

N° Losa	Lx (m)	Ly (m)	e (cm)	Caso	SC ( $kgf/m^2$ )	Tipo H.
201	6,05	10	16	6	200	G35
202	4,65	5,6	16	6	200	G35
203	4,65	5,6	16	6	200	G35
204	6,05	7,89	16	6	200	G35
205	5,82	6,96	16	6	200	G35
206	5	5,02	16	6	200	G35
207	2,1	4,04	16	5b	400	G35
208	1,4	11,2	16	6	400	G35
209	2,9	6,36	16	6	400	G35
210	5	5,02	16	6	200	G35
211	5,82	6,49	16	6	200	G35
212	1,51	5,33	16	2a	300	G35
213	1,51	5,6	16	5b	300	G35
214	1,51	5,6	16	5b	300	G35
215	1,51	5,25	16	2a	300	G35
216	1,04	3,83	16	2a	300	G35
217	1,04	3,83	16	2a	300	G35
218	1,34	7,01	16	2a	300	G35
219	1,34	7,09	16	2a	300	G35
220	0,74	3,83	16	2a	300	G35
221	0,7	3,83	16	2a	300	G35
222	2,32	4,3	16	5b	400	G35

## Diseño y análisis de losas tradicionales de hormigón



Figura 3: Disposición de losas en el nivel 2.

Para el nivel 3 al 22 se tendrán las siguientes características en común, teniendo solo una variación del tipo de hormigón ( H35 desde nivel 3 al 7, H30 desde nivel 8 al 13 y H20 desde el nivel 14 al 22):

Tabla 7: Características de losas desde nivel 3 al 22.

Nº Losa	Lx (m)	Ly (m)	e (cm)	Caso	SC ( $kgf/m^2$ )	Tipo H.
(3-22)01	6,05	10	16	6	200	G35,30,20
(3-22)02	4,65	5,6	16	6	200	G35,30,20
(3-22)03	4,65	5,6	16	6	200	G35,30,20
(3-22)04	6,05	7,89	16	6	200	G35,30,20
(3-22)05	5,82	6,96	16	6	200	G35,30,20
(3-22)06	5	5,02	16	6	200	G35,30,20
(3-22)07	2,1	4,04	16	5b	400	G35,30,20
(3-22)08	1,4	11,2	16	6	400	G35,30,20
(3-22)09	2,9	6,36	16	6	400	G35,30,20
(3-22)10	5	5,02	16	6	200	G35,30,20
(3-22)11	5,82	6,49	16	6	200	G35,30,20
(3-22)12	1,51	5,33	16	2a	300	G35,30,20
(3-22)13	1,51	5,6	16	5b	300	G35,30,20
(3-22)14	1,51	5,6	16	5b	300	G35,30,20
(3-22)15	1,51	5,25	16	2a	300	G35,30,20
(3-22)16	1,04	3,83	16	2a	300	G35,30,20
(3-22)17	1,04	3,83	16	2a	300	G35,30,20
(3-22)18	1,34	7,01	16	2a	300	G35,30,20
(3-22)19	1,34	7,09	16	2a	300	G35,30,20
(3-22)20	0,74	3,83	16	2a	300	G35,30,20
(3-22)21	0,7	3,83	16	2a	300	G35,30,20
(3-22)22	2,32	4,3	16	5b	400	G35,30,20

El siguiente esquema muestra la disposición de las losas en el modelo ETABS para el nivel 3, el cual se repite en el resto de los pisos:

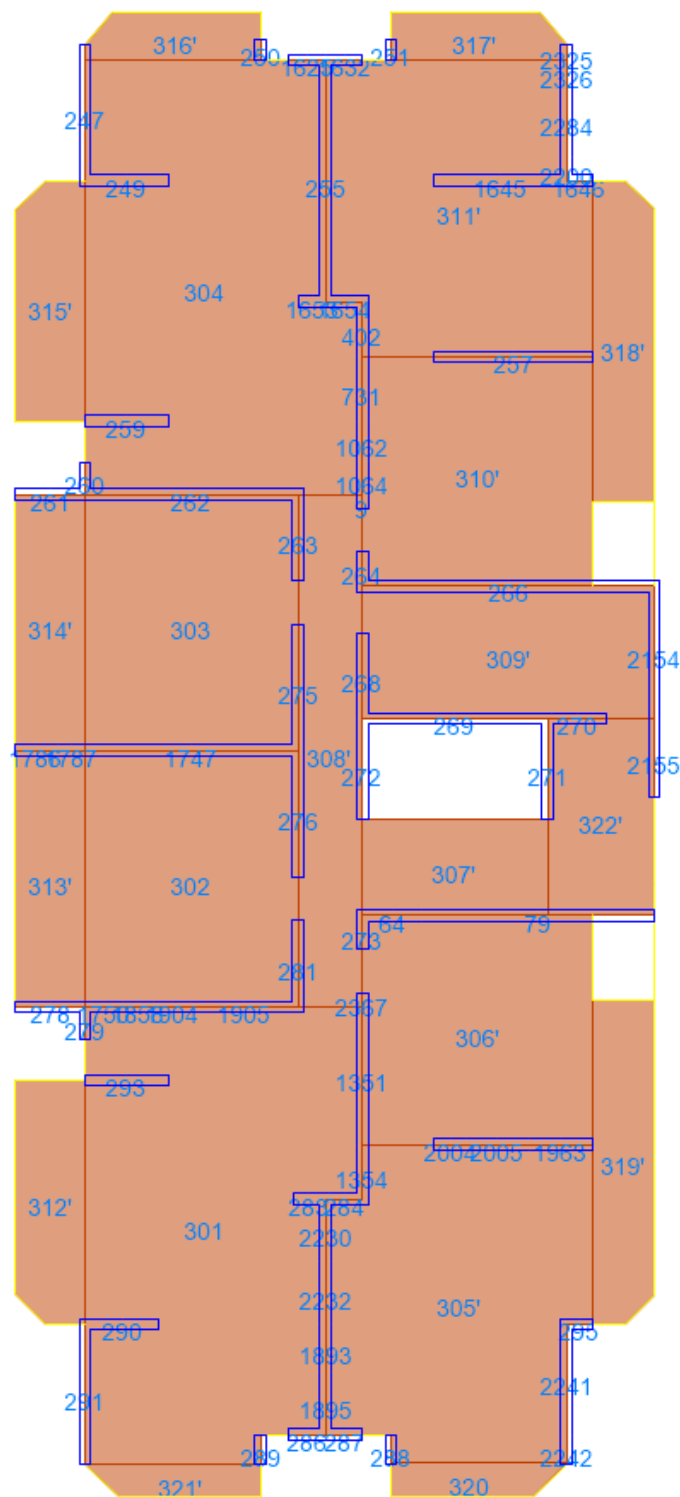


Figura 4: Disposición de losas en el nivel 3.

Para el nivel 23 se tendrá:

Tabla 8: Características de losas del nivel 23.

N° Losa	Lx (m)	Ly (m)	e (cm)	Caso	SC ( $kgf/m^2$ )	Tipo H.
2301	6,05	10	16	6	100	G20
2302	4,65	5,6	16	6	100	G20
2303	4,65	5,6	16	6	100	G20
2304	6,05	7,89	16	6	100	G20
2305	5,82	6,96	16	6	100	G20
2306	5	5,02	16	6	100	G20
2307	2,1	4,04	16	5b	100	G20
2308	1,4	11,2	16	6	100	G20
2309	2,9	6,36	16	6	100	G20
2310	5	5,02	16	6	100	G20
2311	5,82	6,49	16	6	100	G20
2312	1,51	9,1	16	2a	100	G20
2313	1,51	5,6	16	5b	100	G20
2314	1,51	5,6	16	5b	100	G20
2315	1,51	8,93	16	2a	100	G20
2316	1,04	3,83	16	4	100	G20
2317	1,04	3,83	16	4	100	G20
2318	1,34	10,69	16	2a	100	G20
2319	1,34	10,86	16	2a	100	G20
2320	0,74	3,83	16	4	100	G20
2321	0,7	3,83	16	4	100	G20
2322	2,32	4,3	16	5b	100	G20

El siguiente esquema muestra la disposición de las losas en el modelo ETABS:

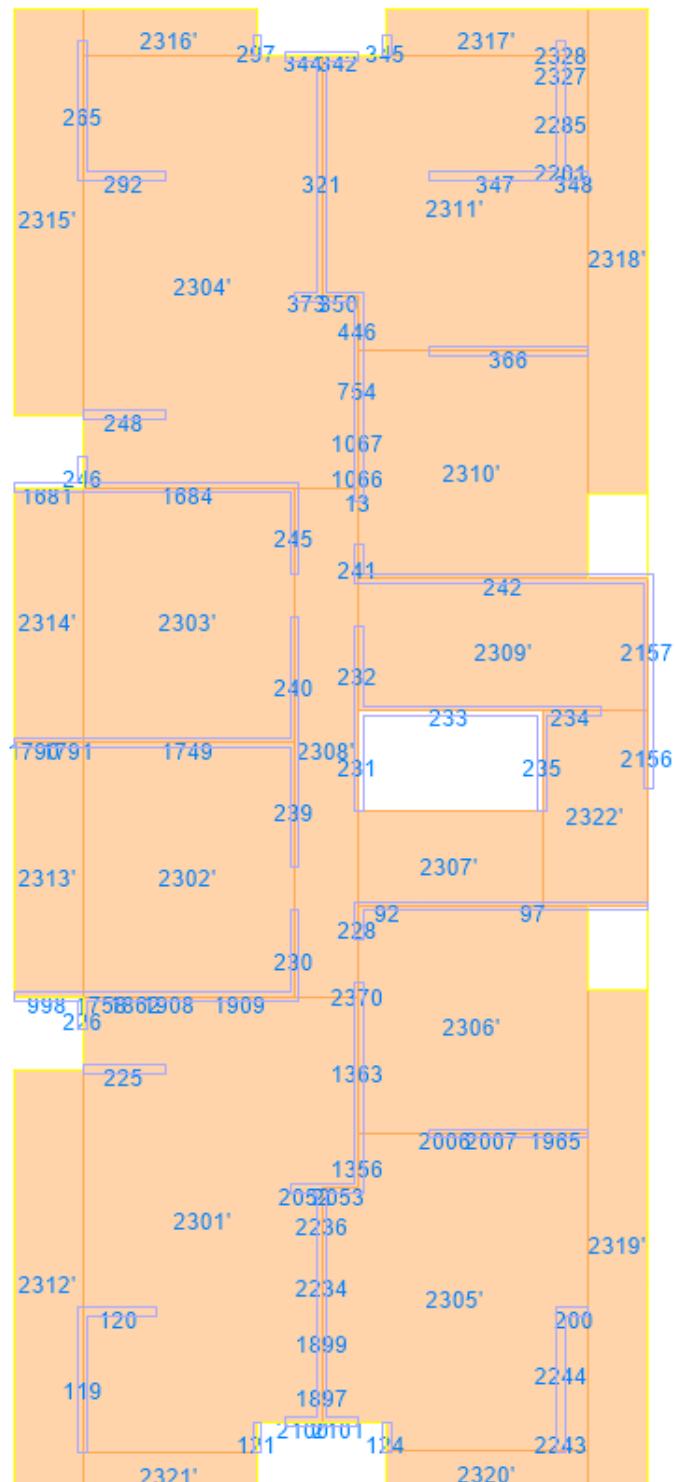


Figura 5: Disposición de losas en el nivel 23.

Para el nivel 24 se tendrá:

Tabla 9: Características de losas del nivel 24.

N° Losa	Lx (m)	Ly (m)	e (cm)	Caso	SC ( $kgf/m^2$ )	Tipo H.
2401	2,1	4,04	16	5a	100	G20
2402	2,32	4,3	16	6	100	G20
2403	2,9	6,36	16	6	100	G20

El siguiente esquema muestra la disposición de las losas en el modelo ETABS:

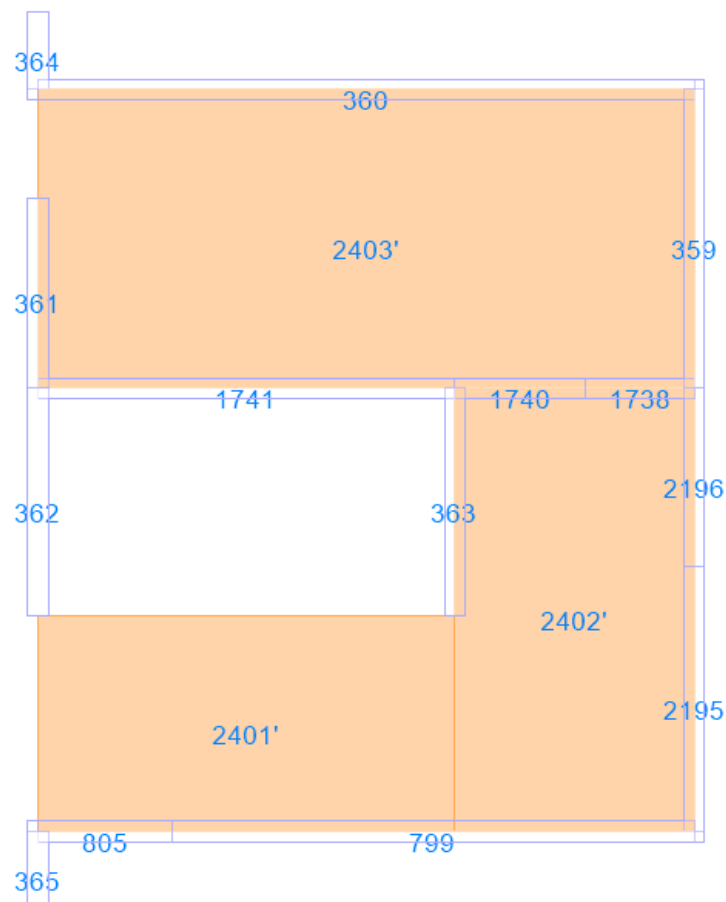


Figura 6: Disposición de losas en el nivel 24.



Para la cubierta se tendrá:

Tabla 10: Características de losa de cubierta.

N° Losa	Lx (m)	Ly (m)	e (cm)	Caso	SC ( $kgf/m^2$ )	Tipo H.
CU	2,2	4,04	16	6	100	G20

El siguiente esquema muestra la disposición de la losa en el modelo ETABS:

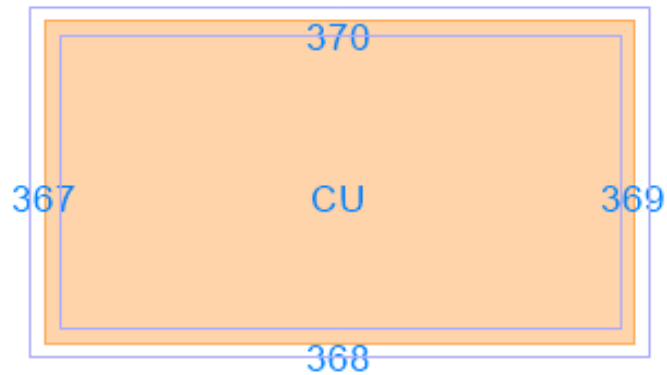


Figura 7: Disposición de losa en la cubierta.

## 4. Análisis de losas

La metodología de análisis de cada losa es la siguiente:

- Definir dimensiones: lado corto, lado largo y espesor.
- Con el parámetro  $\epsilon$ , si este es menor a 2, determinar los valores de  $m_x$ ,  $m_y$ ,  $m_{ex}$  y  $m_{ey}$ , los parámetros  $k$  y de alternancia de carga  $\Delta x$  y  $\Delta y$ , de las tablas de Czerny y Marcus. Si  $\epsilon$  es mayor a 2, se siguen las recomendaciones para franja de losa, mostradas en la figura 8.
- Una vez determinado el parámetro  $\phi$  se puede determinar el espesor mínimo que debiera cumplir la losa, considerando el coeficiente de uso ( $\lambda$ ) correspondiente, y se verifica si se encuentra bajo el escogido previamente.
- Se determinan la sobrecarga según el uso y el peso propio dado por su espesor y peso adicional, y se mayoran para determinar la carga de diseño. Esta se multiplica por el área (se suponen todas las losas rectangulares) para determinar el valor de  $K_u$ .
- Se determinan los momentos máximos, tanto positivos como negativos, a partir de los valores de las tablas o con las recomendaciones de franja de losa, según sea el caso. Se consideran el efecto de la alternancia de carga en los momentos positivos y el aumento de armaduras por torsión.
- Realizando un análisis de flexión simple se determina el área de acero requerida. En caso de ser menor al área mínima se usa esta última, si no se escoge la armadura correspondiente al área calculada.

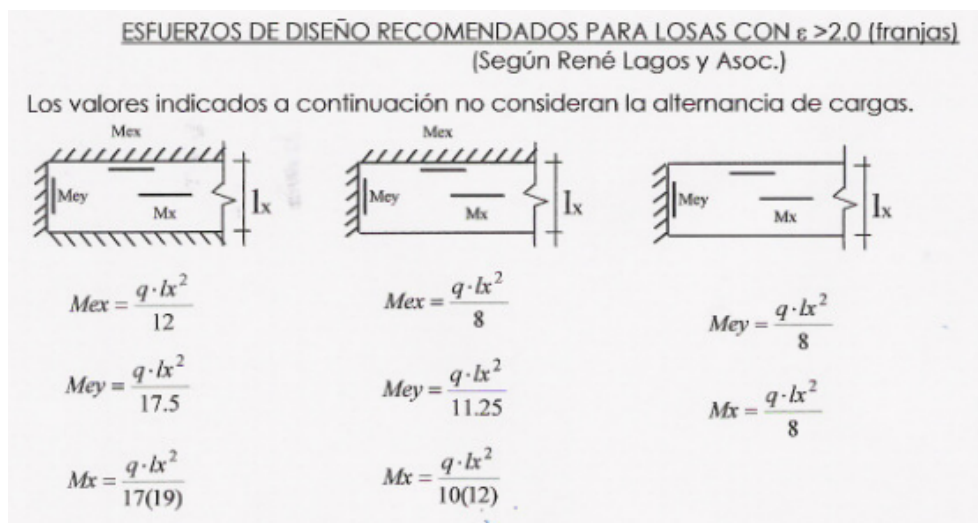


Figura 8: Recomendaciones para franjas de losa.

A continuación se muestran dos ejemplos de cálculo, para una losa rectangular y una franja, respectivamente.

Tabla 11: Ejemplo de análisis losa regular: losa N° 0101.

N° Losa		0101	
Dimensiones Losa		Momentos últimos	
$L_x[m]$	5	$M_x [kgf \cdot m/m]$	968,5
$L_y[m]$	5,33	$As [cm^2/m]$	1,86
$e_{min}[cm]$	10	$a [cm/m]$	0,026
Cond. apoyo	6	$As [cm^2/m]$	1,68
		<b>Fs</b>	<b><math>\phi 8@16</math></b>
Parámetros			
$\epsilon$	1,1	$M_y [kgf \cdot m/m]$	740,6
$k$	0,55	$As [cm^2/m]$	1,42
$\lambda$	35	$a [cm/m]$	0,020
$mx$	1	$As [cm^2/m]$	1,29
$my$	50,7	<b>Fi</b>	<b><math>\phi 8@16</math></b>
$mex$	66,3		
$mey$	18,8	$M_{ex} [kgf \cdot m/m]$	2239,7
$\Delta x$	20,3	$As [cm^2/m]$	4,31
$\Delta y$	1,05	$a [cm/m]$	0,061
		$As [cm^2/m]$	3,89
Cargas		<b>F'+</b>	<b><math>\phi 10@20</math></b>
$SC [kgf/m^2]$	500		
$PP_{losa} [kgf/m^2]$	425	$M_{ey} [kgf \cdot m/m]$	2074,2
$PP_t [kgf/m^2]$	650	$As [cm^2/m]$	3,99
$q_u [kgf/m^2]$	1580	$a [cm/m]$	0,056
$Ku [kgf \cdot m/m]$	42107,0	$As [cm^2/m]$	3,6
$\alpha$	0,16	<b>F'-</b>	<b><math>\phi 8@14</math></b>

Tabla 12: Ejemplo de análisis franja de losa: losa N° 114.

N° Losa		114	
Dimensiones Losa		Momentos últimos	
$L_x[m]$	1,4	$M_x [kgf \cdot m/m]$	160,3
$L_y[m]$	9,2	$As [cm^2/m]$	0,33
$e_{min}[cm]$	4	$a [cm/m]$	0,005
Cond. apoyo	6	$As [cm^2/m]$	0,3
Parámetros		<b>Fs</b>	<b><math>\phi 8@17</math></b>
$\epsilon$	6,6	$M_y [kgf \cdot m/m]$	0
$k$	0,58	$As [cm^2/m]$	0,00
$\lambda$	47	$a [cm/m]$	0,000
$mx$	Franja de losa	$As [cm^2/m]$	0
$my$	Franja de losa	<b>Fi</b>	<b><math>\phi 8@17</math></b>
$mex$	Franja de losa	$Mex [kgf \cdot m/m]$	227,0
$mey$	Franja de losa	$As [cm^2/m]$	0,47
$\Delta x$	Franja de losa	$a [cm/m]$	0,007
$\Delta y$	Franja de losa	$As [cm^2/m]$	0,43
Cargas		<b>F'+</b>	<b><math>\phi 8@17</math></b>
$SC [kgf/m^2]$	400	$Mey [kgf \cdot m/m]$	155,7
$PP_{losa} [kgf/m^2]$	400	$As [cm^2/m]$	0,32
$PP_i [kgf/m^2]$	625	$a [cm/m]$	0,005
$q_u [kgf/m^2]$	1390	$As [cm^2/m]$	0,29
$Ku [kgf \cdot m/m]$	17903,2	<b>F'-</b>	<b><math>\phi 8@17</math></b>
$\alpha$	0,14		

Para la interacción entre losas se comparan los momentos negativos en el eje correspondiente y se ponderan, con distintos factores según la diferencia entre ellos. Con esto se determina un momento último que usa para diseñar los suples mediante un análisis de flexión simple.

A continuación se muestra un ejemplo del cálculo realizado para la interacción entre las losas 0101 y 0107:

Tabla 13: Ejemplo de análisis de interacción entre losas 0101 y 0102.

Losas	0101-0102	
Ejes	y	y
$Me [kgf \cdot m/m]$	2074,2	2171,0
Dif [%]	4,5 %	
$Mu [kgf \cdot m/m]$	1910,4	
$As [cm^2/m]$	3,7	
$a [cm/m]$	0,1	
$As [cm^2/m]$	3,3	
<b>F'</b>	<b><math>\phi 10@23</math></b>	

## 5. Resultados

A continuación se muestra el resumen de los resultados del diseño de armaduras para las losas del edificio. En estas se muestran tanto armaduras positivas como negativas, siendo estas últimas sólo aplicadas en los bordes de las losas sin interacción.

Tabla 14: Resumen armaduras nivel -1.

N° Losa	e [cm]	$A_{gmin}$ ( $cm^2/m$ )	$q_u$ ( $kgf/m^2$ )	$F_s$		$F_i$		$F'_s$		$F'_i$	
				As ( $cm^2/m$ )		As ( $cm^2/m$ )		As ( $cm^2/m$ )		As ( $cm^2/m$ )	
0101	17	3,06	1580	1,68	$\phi 8@16$	1,29	$\phi 8@16$	3,89	$\phi 10@20$	3,60	$\phi 8@14$
0102	17	3,06	1580	2,69	$\phi 8@16$	0,85	$\phi 8@16$	4,99	$\phi 8@10$	3,77	$\phi 10@21$
0103	17	3,06	1580	2,69	$\phi 8@16$	0,85	$\phi 8@16$	4,99	$\phi 8@10$	3,77	$\phi 10@21$
0104	17	3,06	1580	2,86	$\phi 8@16$	0,81	$\phi 8@16$	5,28	$\phi 10@15$	3,88	$\phi 10@20$
0105	17	3,06	1580	1,52	$\phi 8@16$	0,91	$\phi 8@16$	3,28	$\phi 8@15$	2,84	$\phi 8@16$
0106	17	3,06	1580	1,33	$\phi 8@16$	0,51	$\phi 8@16$	2,57	$\phi 8@16$	2,02	$\phi 8@16$
0107	17	3,06	1580	1,86	$\phi 8@16$	1,43	$\phi 8@16$	4,31	$\phi 10@18$	3,99	$\phi 10@20$
0108	17	3,06	1580	2,87	$\phi 8@16$	1,36	$\phi 8@16$	5,82	$\phi 12@20$	4,78	$\phi 12@24$
0109	17	3,06	1580	2,87	$\phi 8@16$	1,36	$\phi 8@16$	5,82	$\phi 12@20$	4,78	$\phi 12@24$
0110	17	3,06	1580	4,95	$\phi 8@10$	0,00	$\phi 8@16$	7,02	$\phi 12@16$	4,81	$\phi 12@24$
0111	17	3,06	1580	1,45	$\phi 8@16$	0,41	$\phi 8@16$	2,67	$\phi 8@16$	1,96	$\phi 8@16$
0112	17	3,06	1420	3,61	$\phi 8@14$	1,02	$\phi 8@16$	6,80	$\phi 12@17$	5,00	$\phi 8@10$
0113	17	3,06	1420	1,66	$\phi 8@16$	0,79	$\phi 8@16$	3,42	$\phi 10@23$	2,80	$\phi 8@16$
0114	17	3,06	1580	1,87	$\phi 8@16$	0,89	$\phi 8@16$	3,80	$\phi 8@13$	3,12	$\phi 10@25$
0115	17	3,06	1580	4,17	$\phi 8@12$	1,18	$\phi 8@16$	7,69	$\phi 12@15$	5,65	$\phi 12@20$
0116	17	3,06	1580	3,20	$\phi 10@24$	0,00	$\phi 8@16$	4,53	$\phi 10@17$	3,10	$\phi 10@25$
0117	17	3,06	1580	2,09	$\phi 8@16$	0,00	$\phi 8@16$	2,96	$\phi 8@16$	2,03	$\phi 8@16$
0118	17	3,06	1420	5,19	$\phi 10@15$	1,47	$\phi 8@16$	9,79	$\phi 16@21$	7,18	$\phi 10@11$
0119	17	3,06	1420	0,29	$\phi 8@16$	0,00	$\phi 8@16$	0,41	$\phi 8@16$	0,28	$\phi 8@16$
0120	17	3,06	1420	0,61	$\phi 8@16$	0,11	$\phi 8@16$	1,19	$\phi 8@16$	0,85	$\phi 8@16$
0121	17	3,06	1420	1,22	$\phi 8@16$	0,00	$\phi 8@16$	1,73	$\phi 8@16$	1,19	$\phi 8@16$
0122	17	3,06	1580	2,02	$\phi 8@16$	0,64	$\phi 8@16$	3,75	$\phi 10@21$	2,83	$\phi 8@16$
0123	17	3,06	1580	3,17	$\phi 10@24$	1,90	$\phi 8@16$	6,86	$\phi 12@17$	5,93	$\phi 12@19$
0124	17	3,06	1580	10,99	$\phi 16@19$	0,00	$\phi 8@16$	15,60	$\phi 16@13$	10,67	$\phi 16@19$
0125	17	3,06	1580	2,99	$\phi 8@16$	0,85	$\phi 8@16$	5,52	$\phi 10@14$	4,05	$\phi 10@19$
0126	17	3,06	1580	3,39	$\phi 10@23$	1,07	$\phi 8@16$	6,31	$\phi 12@18$	4,76	$\phi 12@24$
0127	17	3,06	1580	5,37	$\phi 12@21$	1,70	$\phi 8@16$	10,00	$\phi 16@20$	7,55	$\phi 12@15$
0128	17	3,06	1580	2,09	$\phi 8@16$	0,00	$\phi 8@16$	2,96	$\phi 8@16$	2,03	$\phi 8@16$
0129	17	3,06	1420	0,61	$\phi 8@16$	0,16	$\phi 8@16$	1,12	$\phi 8@16$	0,79	$\phi 8@16$

Tabla 15: Resumen armaduras nivel 1.

N° Losa	e [cm]	$Ag_{min}$ ( $cm^2/m$ )	$q_u$ ( $kgf/m^2$ )	$F_s$		$F_i$		$F'_s$		$F'_i$	
				As ( $cm^2/m$ )		As ( $cm^2/m$ )		As ( $cm^2/m$ )		As ( $cm^2/m$ )	
101	16	2,88	1550,00	2,06	$\phi 8@17$	1,34	$\phi 8@17$	4,72	$\phi 12@24$	3,94	$\phi 10@20$
102	16	2,88	1550,00	2,83	$\phi 8@17$	0,90	$\phi 8@17$	5,25	$\phi 10@15$	3,96	$\phi 10@20$
103	16	2,88	1550,00	2,83	$\phi 8@17$	0,90	$\phi 8@17$	5,25	$\phi 10@15$	3,96	$\phi 10@20$
104	16	2,88	1550,00	3,02	$\phi 8@17$	0,86	$\phi 8@17$	5,55	$\phi 10@14$	4,08	$\phi 10@19$
105	16	2,88	1550,00	2,48	$\phi 8@17$	1,97	$\phi 8@17$	5,42	$\phi 12@21$	5,05	$\phi 12@22$
106	16	2,88	1550,00	3,03	$\phi 8@17$	1,43	$\phi 8@17$	6,12	$\phi 10@13$	5,03	$\phi 8@10$
107	16	2,88	1550,00	3,03	$\phi 8@17$	1,43	$\phi 8@17$	6,12	$\phi 10@13$	5,03	$\phi 8@10$
108	16	2,88	1550,00	3,44	$\phi 10@23$	1,09	$\phi 8@17$	6,37	$\phi 12@18$	4,81	$\phi 12@24$
109	16	2,88	1550,00	1,92	$\phi 8@17$	1,26	$\phi 8@17$	4,50	$\phi 8@11$	4,11	$\phi 8@12$
110	16	2,88	1390,00	1,74	$\phi 8@17$	0,83	$\phi 8@17$	3,58	$\phi 8@14$	2,94	$\phi 8@17$
111	16	2,88	1550,00	1,98	$\phi 8@17$	0,94	$\phi 8@17$	3,99	$\phi 10@20$	3,28	$\phi 8@15$
112	16	2,88	1550,00	4,40	$\phi 10@18$	1,25	$\phi 8@17$	8,09	$\phi 12@14$	5,94	$\phi 12@19$
113	16	2,88	1390,00	0,52	$\phi 8@17$	0,22	$\phi 8@17$	1,02	$\phi 8@17$	0,79	$\phi 8@17$
114	16	2,88	1390,00	0,30	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,43	$\phi 8@17$	0,29	$\phi 8@17$
115	16	2,88	1390,00	1,28	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	1,81	$\phi 8@17$	1,24	$\phi 8@17$
116	16	2,88	1070,00	1,08	$\phi 8@17$	0,83	$\phi 8@17$	2,66	$\phi 8@17$	2,46	$\phi 8@17$
117	16	2,88	1070,00	1,76	$\phi 8@17$	1,05	$\phi 8@17$	4,04	$\phi 10@19$	3,50	$\phi 8@14$
118	16	2,88	1230,00	0,35	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,52	$\phi 8@17$	0,37	$\phi 8@17$
119	16	2,88	1390,00	0,65	$\phi 8@17$	0,12	$\phi 8@17$	1,25	$\phi 8@17$	0,89	$\phi 8@17$
120	16	2,88	1390,00	0,64	$\phi 8@17$	0,17	$\phi 8@17$	1,17	$\phi 8@17$	0,82	$\phi 8@17$
121	16	2,88	1390,00	0,39	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,56	$\phi 8@17$	0,38	$\phi 8@17$

Tabla 16: Resumen armaduras niveles 2 a 22.

N° Losa	e [cm]	$Ag_{min}$ ( $cm^2/m$ )	$q_u$ ( $kgf/m^2$ )	$F_s$		$F_i$		$F'_s$		$F'_i$	
				As ( $cm^2/m$ )		As ( $cm^2/m$ )		As ( $cm^2/m$ )		As ( $cm^2/m$ )	
(2-22)01	16	2,88	1070	1,27	$\phi 8@17$	0,60	$\phi 8@17$	0,56	$\phi 8@17$	2,26	$\phi 8@17$
(2-22)02	16	2,88	1070	1,27	$\phi 8@17$	0,60	$\phi 8@17$	0,56	$\phi 8@17$	2,26	$\phi 8@17$
(2-22)03	16	2,88	1070	2,38	$\phi 8@17$	0,91	$\phi 8@17$	0,56	$\phi 8@10$	3,88	$\phi 10@20$
(2-22)04	16	2,88	1070	1,88	$\phi 8@17$	1,13	$\phi 8@17$	0,56	$\phi 10@18$	3,75	$\phi 10@21$
(2-22)05	16	2,88	1070	1,08	$\phi 8@17$	0,83	$\phi 8@17$	0,56	$\phi 8@17$	2,46	$\phi 8@17$
(2-22)06	16	2,88	1390	0,65	$\phi 8@17$	0,12	$\phi 8@17$	0,56	$\phi 8@17$	0,89	$\phi 8@17$
(2-22)07	16	2,88	1390	0,30	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,56	$\phi 8@17$	0,29	$\phi 8@17$
(2-22)08	16	2,88	1390	1,28	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,56	$\phi 8@17$	1,24	$\phi 8@17$
(2-22)09	16	2,88	1070	1,08	$\phi 8@17$	0,83	$\phi 8@17$	0,56	$\phi 8@17$	2,46	$\phi 8@17$
(2-22)10	16	2,88	1070	1,76	$\phi 8@17$	1,05	$\phi 8@17$	0,56	$\phi 10@19$	3,50	$\phi 8@14$
(2-22)11	16	2,88	1230	0,44	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,56	$\phi 8@17$	0,47	$\phi 8@17$
(2-22)12	16	2,88	1230	0,44	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,56	$\phi 8@17$	0,47	$\phi 8@17$
(2-22)13	16	2,88	1230	0,44	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,56	$\phi 8@17$	0,47	$\phi 8@17$
(2-22)14	16	2,88	1230	0,44	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,56	$\phi 8@17$	0,47	$\phi 8@17$
(2-22)15	16	2,88	1230	0,44	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,56	$\phi 8@17$	0,47	$\phi 8@17$
(2-22)16	16	2,88	1230	0,21	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,56	$\phi 8@17$	0,22	$\phi 8@17$
(2-22)17	16	2,88	1230	0,21	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,56	$\phi 8@17$	0,22	$\phi 8@17$
(2-22)18	16	2,88	1230	0,35	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,56	$\phi 8@17$	0,37	$\phi 8@17$
(2-22)19	16	2,88	1230	0,35	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,56	$\phi 8@17$	0,37	$\phi 8@17$
(2-22)20	16	2,88	1230	0,11	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,56	$\phi 8@17$	0,12	$\phi 8@17$
(2-22)21	16	2,88	1230	0,10	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,56	$\phi 8@17$	0,10	$\phi 8@17$
(2-22)22	16	2,88	1230	0,66	$\phi 8@17$	0,17	$\phi 8@17$	0,56	$\phi 8@17$	1,04	$\phi 8@17$

Tabla 17: Resumen armaduras nivel 23.

N° Losa	e [cm]	$Ag_{min}$ ( $cm^2/m$ )	$q_u$ ( $kgf/m^2$ )	$F_s$		$F_i$		$F'_s$		$F'_i$	
				As ( $cm^2/m$ )		As ( $cm^2/m$ )		As ( $cm^2/m$ )		As ( $cm^2/m$ )	
2301	16	2,88	910	2,39	$\phi 8@17$	0,68	$\phi 8@17$	5,01	$\phi 8@10$	3,68	$\phi 10@21$
2302	16	2,88	910	1,04	$\phi 8@17$	0,49	$\phi 8@17$	2,35	$\phi 8@17$	1,93	$\phi 8@17$
2303	16	2,88	910	1,04	$\phi 8@17$	0,49	$\phi 8@17$	2,35	$\phi 8@17$	1,93	$\phi 8@17$
2304	16	2,88	910	1,94	$\phi 8@17$	0,74	$\phi 8@17$	4,22	$\phi 8@12$	3,30	$\phi 8@15$
2305	16	2,88	910	1,54	$\phi 8@17$	0,92	$\phi 8@17$	3,69	$\phi 10@21$	3,19	$\phi 10@24$
2306	16	2,88	910	0,89	$\phi 8@17$	0,68	$\phi 8@17$	2,26	$\phi 8@17$	2,10	$\phi 8@17$
2307	16	2,88	910	0,40	$\phi 8@17$	0,08	$\phi 8@17$	0,82	$\phi 8@17$	0,59	$\phi 8@17$
2308	16	2,88	910	0,20	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,28	$\phi 8@17$	0,19	$\phi 8@17$
2309	16	2,88	910	0,84	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	1,19	$\phi 8@17$	0,82	$\phi 8@17$
2310	16	2,88	910	0,89	$\phi 8@17$	0,68	$\phi 8@17$	2,26	$\phi 8@17$	2,10	$\phi 8@17$
2311	16	2,88	910	1,44	$\phi 8@17$	0,86	$\phi 8@17$	3,44	$\phi 10@23$	2,98	$\phi 8@17$
2312	16	2,88	910	0,33	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,49	$\phi 8@17$	0,35	$\phi 8@17$
2313	16	2,88	910	0,33	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,49	$\phi 8@17$	0,35	$\phi 8@17$
2314	16	2,88	910	0,33	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,49	$\phi 8@17$	0,35	$\phi 8@17$
2315	16	2,88	910	0,33	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,49	$\phi 8@17$	0,35	$\phi 8@17$
2316	16	2,88	910	0,16	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,23	$\phi 8@17$	0,17	$\phi 8@17$
2317	16	2,88	910	0,16	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,23	$\phi 8@17$	0,17	$\phi 8@17$
2318	16	2,88	910	0,26	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,38	$\phi 8@17$	0,27	$\phi 8@17$
2319	16	2,88	910	0,26	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,38	$\phi 8@17$	0,27	$\phi 8@17$
2320	16	2,88	910	0,08	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,12	$\phi 8@17$	0,09	$\phi 8@17$
2321	16	2,88	910	0,07	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	0,11	$\phi 8@17$	0,08	$\phi 8@17$
2322	16	2,88	910	0,47	$\phi 8@17$	0,13	$\phi 8@17$	1,01	$\phi 8@17$	0,77	$\phi 8@17$

Tabla 18: Resumen armaduras nivel 24 y cubierta.

N° Losa	e [cm]	$Ag_{min}$ ( $cm^2/m$ )	$q_u$ ( $kgf/m^2$ )	$F_s$		$F_i$		$F'_s$		$F'_i$	
				As ( $cm^2/m$ )		As ( $cm^2/m$ )		As ( $cm^2/m$ )		As ( $cm^2/m$ )	
2401	16	2,88	910	0,32	$\phi 8@17$	0,09	$\phi 8@17$	0,61	$\phi 8@17$	0,41	$\phi 8@17$
2402	16	2,88	910	0,38	$\phi 8@17$	0,10	$\phi 8@17$	0,77	$\phi 8@17$	0,54	$\phi 8@17$
2403	16	2,88	910	0,84	$\phi 8@17$	0,00	$\phi 8@17$	1,19	$\phi 8@17$	0,82	$\phi 8@17$
CU01	16	2,88	910	0,34	$\phi 8@17$	0,09	$\phi 8@17$	0,69	$\phi 8@17$	0,48	$\phi 8@17$

A continuación se muestra el resumen de los resultados del diseño armadura negativa para las interacciones entre losas del edificio.

Tabla 19: Resumen armadura negativa nivel -1.

Losas	Mu [ $kgf \cdot m/m$ ]	As [ $cm^2/m$ ]	F'
0101-0102	1910,4	3,32	$\phi 10@23$
0101-0107	2042,1	3,55	$\phi 8@14$
0102-0103	1953,9	3,39	$\phi 10@23$
0102-0108	2801,3	4,87	$\phi 12@23$
0103-0104	1982,3	3,44	$\phi 10@23$
0103-0109	2801,3	4,87	$\phi 12@23$
0104-0110	3186,7	5,54	$\phi 10@14$
0104-0105	1855,9	3,22	$\phi 10@24$
0105-0106	1517,1	2,63	$\phi 8@16$
0105-0110	2879,1	5,00	$\phi 8@10$
0106-0111	1030,6	1,79	$\phi 8@16$
0107-0108	2355,2	4,09	$\phi 10@19$
0107-0112	2941,0	5,11	$\phi 12@22$
0108-0112	3269,9	5,68	$\phi 12@20$
0108-0109	2476,9	4,30	$\phi 10@18$
0108-0113	2518,3	4,37	$\phi 10@18$
0109-0110	2485,4	4,32	$\phi 10@18$
0109-0114	2598,1	4,51	$\phi 8@11$
0109-0115	3499,8	6,08	$\phi 10@13$
0110-0111	2049,7	3,56	$\phi 8@14$
0110-0115	3809,8	6,62	$\phi 12@17$
0110-0116	2927,2	5,08	$\phi 12@22$
0111-0117	1034,8	1,80	$\phi 8@16$
0112-0118	4446,2	7,73	$\phi 12@15$
0112-0113	2134,3	3,71	$\phi 10@21$
0112-0119	1854,8	3,22	$\phi 10@24$
0113-0114	1535,1	2,67	$\phi 8@16$
0113-0119	1301,7	2,26	$\phi 8@16$
0114-0115	2402,6	4,17	$\phi 8@12$
0114-0119	1441,4	2,50	$\phi 8@16$
0115-0122	2342,6	4,07	$\phi 10@19$
0115-0123	3528,0	6,13	$\phi 10@13$
0115-0116	2636,4	4,58	$\phi 10@17$
0116-0117	2022,3	3,51	$\phi 8@14$
0116-0123	3070,2	5,33	$\phi 12@21$
0116-0127	3102,0	5,39	$\phi 12@21$
0117-0128	1053,1	1,83	$\phi 8@16$
0118-0124	6852,2	11,94	$\phi 16@17$
0118-0119	3605,9	6,27	$\phi 12@18$
0118-0120	2788,3	4,84	$\phi 12@23$
0118-0129	2725,3	4,73	$\phi 12@24$
0119-0120	359,5	0,63	$\phi 8@16$
0119-0121	472,3	0,82	$\phi 8@16$
0119-0122	1089,6	1,89	$\phi 8@16$
0121-0129	724,3	1,26	$\phi 8@16$
0121-0122	1575,3	2,74	$\phi 8@16$
0121-0124	5816,4	10,12	$\phi 16@20$
0122-0125	1846,7	3,21	$\phi 10@24$
0122-0123	2908,0	5,05	$\phi 12@22$
0123-0126	2771,0	4,81	$\phi 12@24$
0123-0127	4522,0	7,86	$\phi 10@10$
0123-0127	4522,0	7,86	$\phi 10@10$
0124-0125	4453,4	7,74	$\phi 12@15$
0124-0129	5806,0	10,11	$\phi 16@20$
0125-0126	3062,3	5,32	$\phi 12@21$
0126-0127	4407,6	7,66	$\phi 12@15$
0127-0128	4078,5	7,09	$\phi 10@11$



Tabla 20: Resumen armadura negativa nivel 1.

Losas	Mu [ $kgf \cdot m/m$ ]	As [ $cm^2/m$ ]	F'
101-102	1911,6	3,56	$\phi 8@14$
101-105	2449,5	4,56	$\phi 10@17$
102-106	2748,1	5,12	$\phi 12@22$
102-103	1916,8	3,57	$\phi 10@22$
103-107	2748,1	5,12	$\phi 12@22$
103-104	1944,6	3,62	$\phi 8@14$
104-108	2882,1	5,37	$\phi 12@21$
105-106	2436,8	4,54	$\phi 10@17$
106-121	2126,7	3,96	$\phi 10@20$
106-110	2469,0	4,6	$\phi 10@17$
106-107	2429,9	4,52	$\phi 12@25$
107-111	2548,8	4,74	$\phi 12@24$
107-108	2378,6	4,43	$\phi 12@25$
107-112	3433,4	6,39	$\phi 12@18$
108-112	3493,3	6,51	$\phi 10@12$
108-109	2252,0	4,19	$\phi 8@12$
110-121	1075,8	2,00	$\phi 8@17$
110-113	1326,9	2,47	$\phi 8@17$
110-114	1274,2	2,37	$\phi 8@17$
110-110	1422,5	2,65	$\phi 8@17$
111-114	1413,9	2,63	$\phi 8@17$
111-112	2356,9	4,39	$\phi 10@18$
112-116	2989,5	5,57	$\phi 12@20$
112-117	3126,4	5,82	$\phi 12@20$
113-121	401,3	0,75	$\phi 8@17$
114-119	352,0	0,66	$\phi 8@17$
114-115	462,3	0,86	$\phi 8@17$
114-116	961,3	1,79	$\phi 8@17$
115-120	709,0	1,32	$\phi 8@17$
115-116	1065,1	1,98	$\phi 8@17$
116-117	1491,4	2,77	$\phi 8@17$

Tabla 21: Resumen armadura negativa niveles 2 al 22.

Losas	Mu [ $kgf \cdot m/m$ ]	As [ $cm^2/m$ ]	F'
201-202	1691,0	3,15	$\phi 10@25$
201-205	2544,1	4,74	$\phi 12@24$
201-206	2264,1	4,21	$\phi 8@12$
202-203	1095,0	2,04	$\phi 8@17$
202-208	995,0	1,85	$\phi 8@17$
203-208	995,0	1,85	$\phi 8@17$
203-204	1563,8	2,91	$\phi 8@17$
204-210	1950,8	3,63	$\phi 8@14$
204-211	2174,9	4,05	$\phi 10@19$
205-206	1602,9	2,98	$\phi 8@17$
206-219	908,0	1,69	$\phi 8@17$
206-208	894,8	1,67	$\phi 8@17$
206-207	1046,8	1,95	$\phi 8@17$
206-222	1010,6	1,88	$\phi 8@17$
207-208	352,0	0,66	$\phi 8@17$
208-209	462,3	0,86	$\phi 8@17$
208-210	961,3	1,79	$\phi 8@17$
209-222	725,9	1,35	$\phi 8@17$
209-210	1065,1	1,98	$\phi 8@17$
210-211	1491,4	2,77	$\phi 8@17$

Tabla 22: Resumen armadura negativa nivel 23.

Losas	Mu [ $kgf \cdot m/m$ ]	As [ $cm^2/m$ ]	F'
2301-2302	1438,1	2,68	$\phi 8@17$
2301-2305	2163,7	4,03	$\phi 10@20$
2301-2306	1925,5	3,59	$\phi 8@14$
2302-2303	931,3	1,73	$\phi 8@17$
2302-2308	834,2	1,55	$\phi 8@17$
2303-2308	834,2	1,55	$\phi 8@17$
2303-2304	1329,9	2,48	$\phi 8@17$
2304-2310	1659,1	3,09	$\phi 10@25$
2304-2311	1849,7	3,45	$\phi 10@23$
2305-2306	1363,2	2,54	$\phi 8@17$
2306-2308	749,0	1,40	$\phi 8@17$
2306-2307	848,9	1,58	$\phi 8@17$
2306-2322	840,1	1,57	$\phi 8@17$
2307-2308	230,4	0,43	$\phi 8@17$
2308-2309	302,7	0,57	$\phi 8@17$
2308-2310	805,5	1,50	$\phi 8@17$
2309-2322	492,3	0,92	$\phi 8@17$
2309-2310	837,2	1,56	$\phi 8@17$
2310-2311	1268,4	2,36	$\phi 8@17$

Tabla 23: Resumen armadura negativa nivel 24.

Losas	Mu [ $kgf \cdot m/m$ ]	As [ $cm^2/m$ ]	F'
2401-2402	301,3	0,56	$\phi 8@17$
2402-2403	464,2	0,87	$\phi 8@17$

## 6. Deformaciones máximas por piso

Teniendo en consideración lo estipulado por la tabla 9.5 (b) de la Norma ACI 318S-05:

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

Figura 9: Deflexión máxima admisible

Se presenta la siguiente tabla resumen con las deformaciones máximas por piso, donde la deformación elástica de la losa más desfavorable se considera como la diferencia entre la formación máxima y mínima. La deformación por fluencia lenta, o creep, se considera como el triple de la deformación elástica máxima.

Tabla 24: Deformaciones máximas por piso en losas más desfavorables.

Nivel	Nº Losa	$\Delta z_{max}[cm]$	$\Delta z_{min}[cm]$	$\Delta_{elast}[cm]$	$\Delta_{creep}[cm]$	$\Delta_{adm}[cm]$	Estado
-1	0124	-0,5417	-0,0175	0,52	1,57	4,58	OK
1	108	-0,5310	-0,0891	0,44	1,33	3,08	OK
2	204-215	-0,3245	-0,0868	0,24	0,71	1,26	OK
3	304-315	-0,3420	-0,1172	0,22	0,67	1,26	OK
4	404-415	-0,3777	-0,1453	0,23	0,70	1,26	OK
5	504-515	-0,4095	-0,1730	0,24	0,71	1,26	OK
6	604-615	-0,4402	-0,1989	0,24	0,72	1,26	OK
7	704-715	-0,4689	-0,2237	0,25	0,74	1,26	OK
8	804-815	-0,5064	-0,2486	0,26	0,77	1,26	OK
9	904-915	-0,5332	-0,2720	0,26	0,78	1,26	OK
10	1004-1015	-0,5581	-0,2937	0,26	0,79	1,26	OK
11	1104-1115	-0,5810	-0,3137	0,27	0,80	1,26	OK
12	1204-1215	-0,6019	-0,3320	0,27	0,81	1,26	OK
13	1304-1315	-0,6216	-0,3487	0,27	0,82	1,26	OK
14	1404-1415	-0,6549	-0,3718	0,28	0,85	1,26	OK
15	1504-1515	-0,6784	-0,3922	0,29	0,86	1,26	OK
16	1604-1615	-0,6990	-0,4103	0,29	0,87	1,26	OK
17	1704-1715	-0,7169	-0,4260	0,29	0,87	1,26	OK
18	1804-1815	-0,7320	-0,4392	0,29	0,88	1,26	OK
19	1904-1915	-0,7442	-0,4501	0,29	0,88	1,26	OK
20	2004-2015	-0,7537	-0,4585	0,30	0,89	1,26	OK
21	2104-2115	-0,7605	-0,4647	0,30	0,89	1,26	OK
22	2204-2215	-0,7643	-0,4680	0,30	0,89	1,26	OK
23	2315	-0,7698	-0,6369	0,13	0,40	0,84	OK
24	2404	-0,5075	-0,4537	0,05	0,16	1,61	OK
CU	CU01	-0,4778	-0,4360	0,04	0,13	1,22	OK

A continuación se muestran los esquemas de deformaciones verticales de las losas de cada nivel:

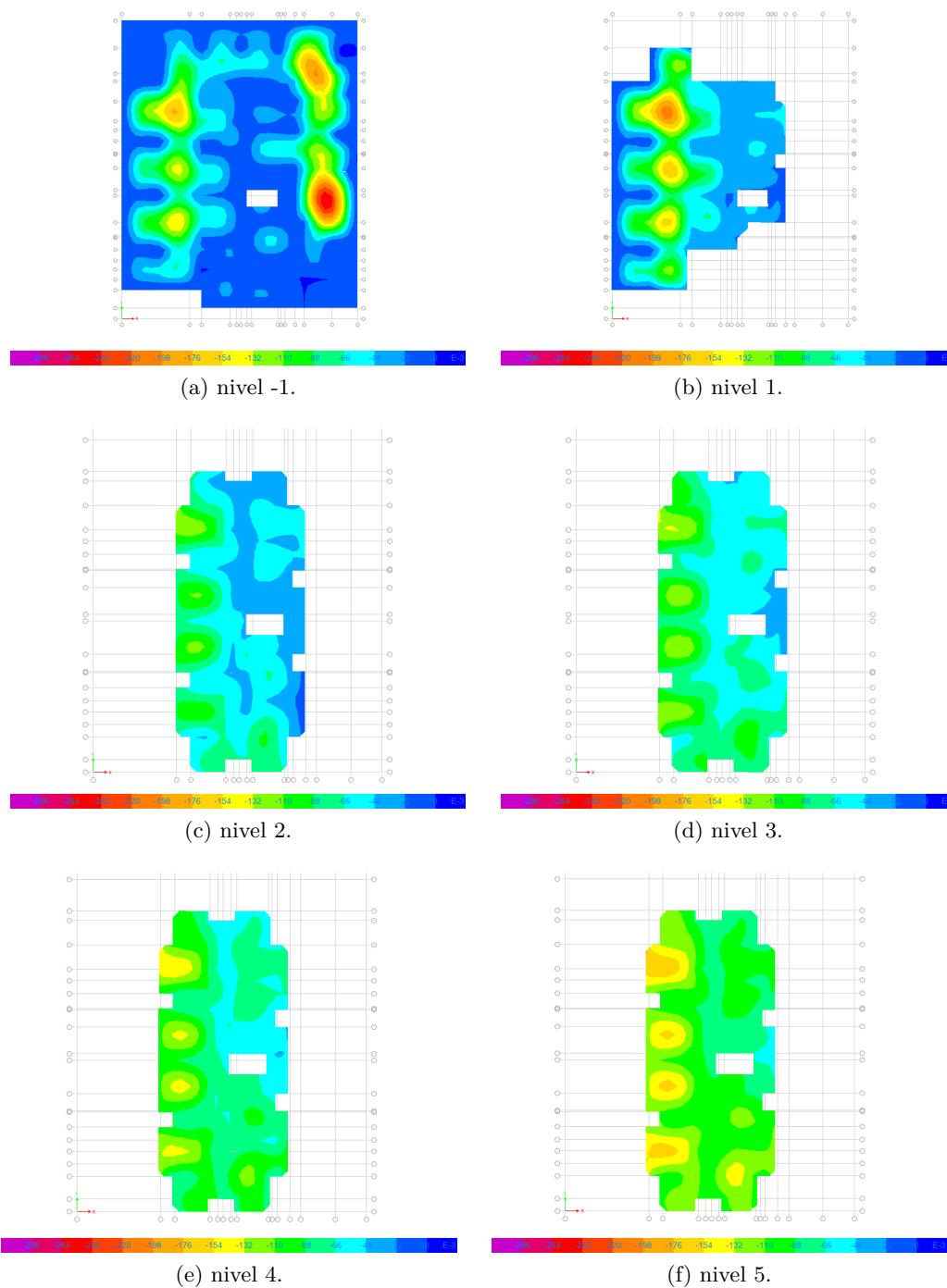


Figura 10: Deformaciones piso -1 al 5.

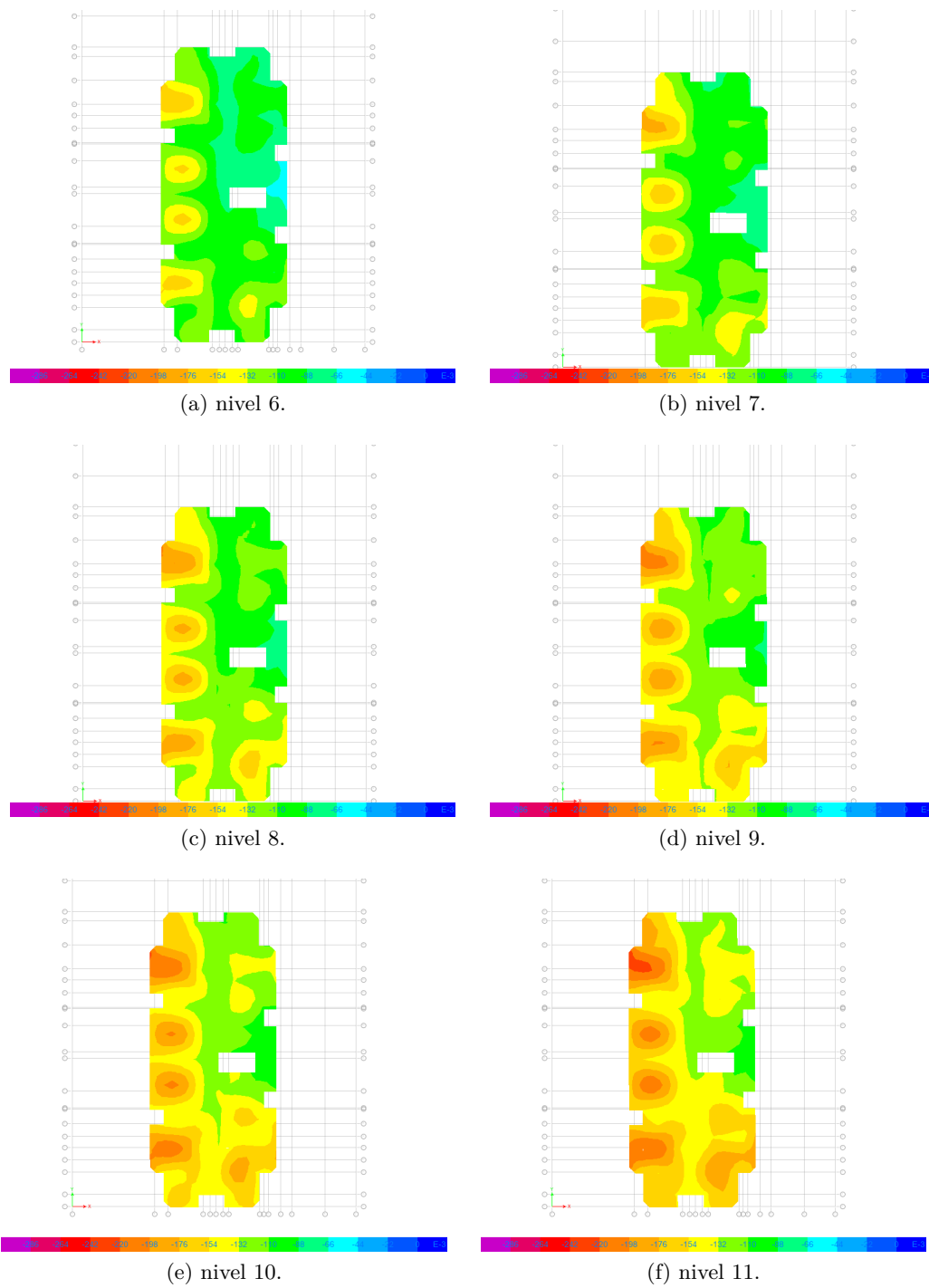


Figura 11: Deformaciones piso 6 al 11.

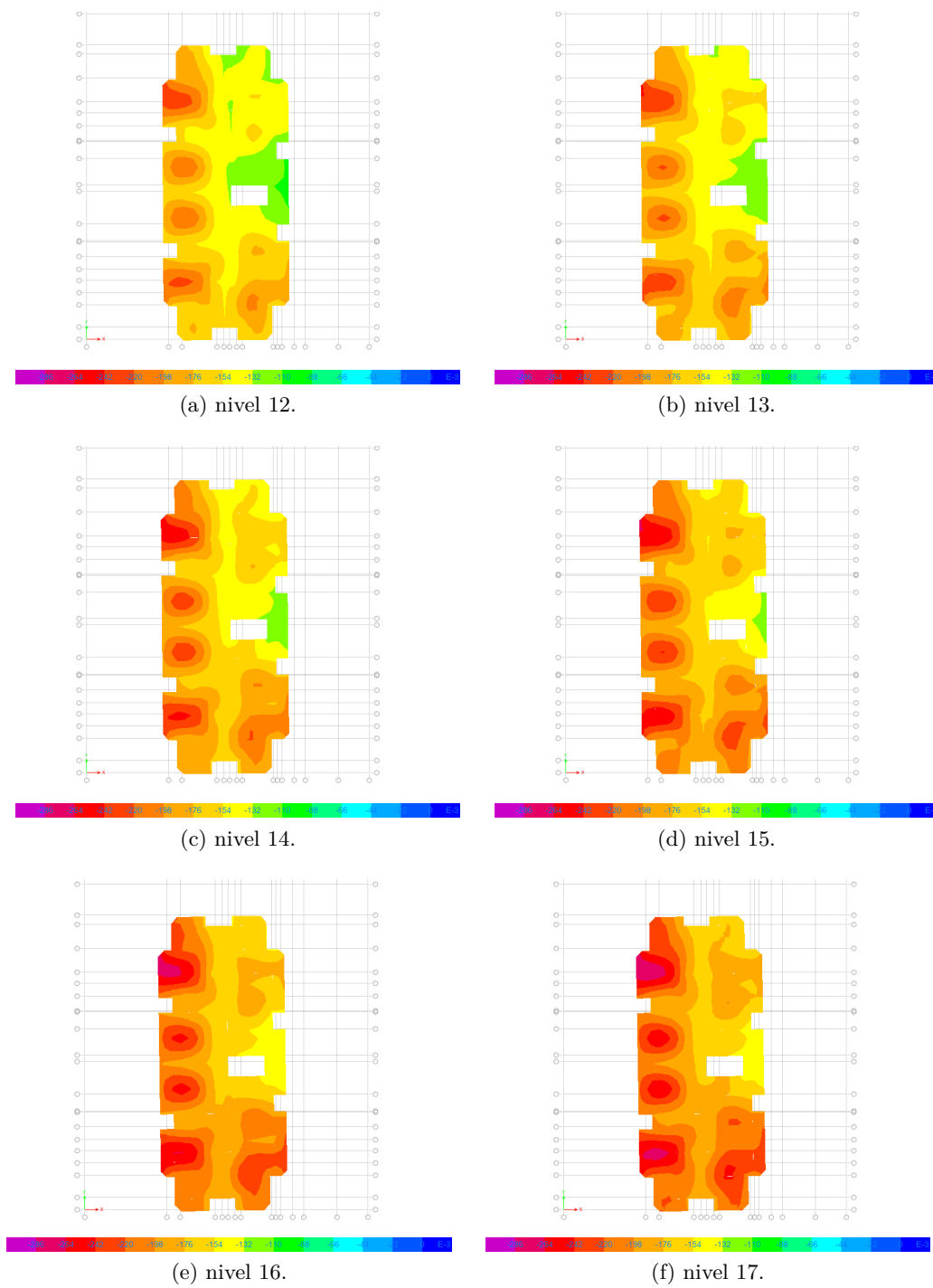


Figura 12: Deformaciones piso 12 al 17.

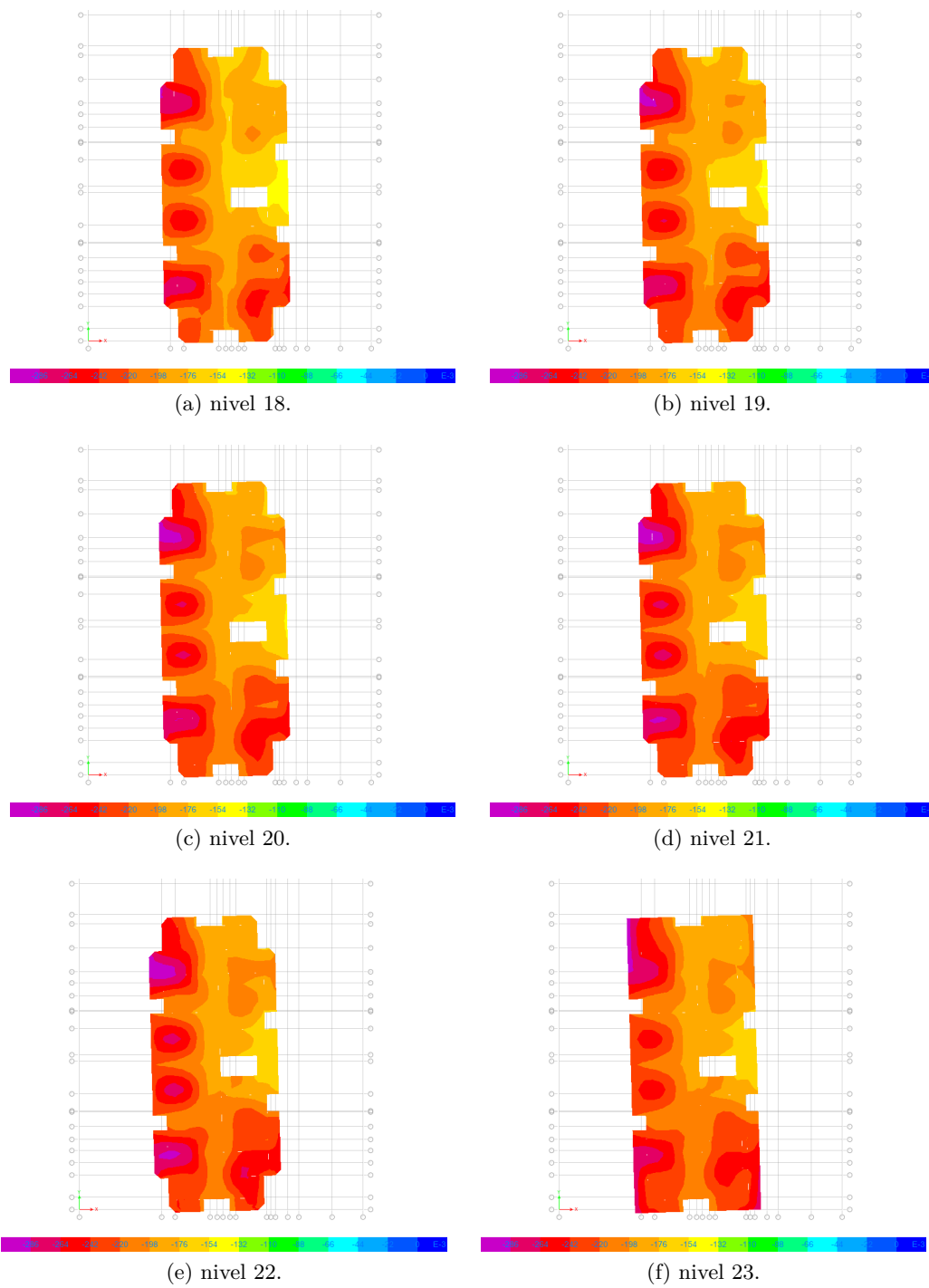


Figura 13: Deformaciones piso 18 al 23.

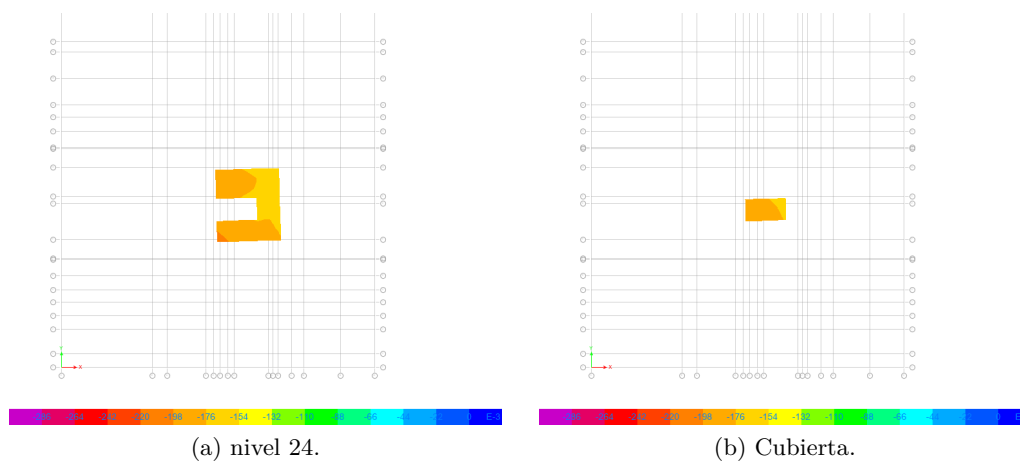


Figura 14: Deformaciones piso 24 a cubierta.



## 7. Comentarios

- Se puede ver que si bien las deformaciones máximas en los niveles inferiores (-1 y 1) son del orden de 1,5 cm, estas no exceden al máximo permitido por la norma ya que se dan en losas de estacionamiento, bajo las cuales no existen elementos no estructurales, como tabiques, que puedan resultar dañados.

A diferencias de lo ocurrido en los niveles superiores, donde la deformación máxima se da en la zona adyacente a los balcones. Aquí podría afectar el correcto desempeño de elementos no estructurales, como las ventanas, por lo que el límite permitido es menor, pero aún así no es excedido.

- Para la elección de armaduras, una vez determinada es área de acero requerida para resistir la flexión de la losa, se dio prioridad a mantener constante el diámetro de barras, aumentando la separación entre estas. Esto para, en un caso hipotético, facilitar la construcción.

En cuanto a la armadura negativa, en franjas de losas, como el pasillo que une los departamentos, se optó por uniformar el diseño. Para ello se consideraron suples que atraviesan por completo el pasillo por su lado menor, escogiéndose la sección de acero mayor para garantizar la resistencia en ambas interacciones entre losas.

Si bien, para efectos del modelo, las losas de balcones se consideraron separadas de las losas de los departamentos, al no disponer de un elemento que materialice esa división, como un muro o viga, estas en la práctica resultan ser continuas. Es por eso que no se dispusieron suples en dicha interfaz.

Cabe destacar que, se coloca doble malla en los pisos cítricos, es decir, hasta el nivel 2.

Por último, con respecto a la armadura de refuerzo, se dispone en zonas como dinteles, el perímetro de la caja del ascensor y en los shafts, usando siempre un  $F = F' = \phi 2 @ 12$ .

- Las armaduras mínimas están directamente ligadas al espesor de la losa, es por eso que se obtienen valores distintos para el nivel -1 y el resto, en que el espesor se mantiene uniforme en 16 cm.

Si bien, al realizarse el cálculo más detallado de estos espesores mínimos se obtuvieron valores menores a los determinados en etapas previas, de pre-diseño, se optó por conservarlos ya que se encuentran dentro del rango usual de espesores acostumbrado en los edificios chilenos.