

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



# torre de la loma

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO

Por  
FRANCISCO GARZA MERCADO

Como Requisito Parcial para obtener el grado de  
MAESTRIA EN INGENIERIA ESTRUCTURAL

Junio de 2006

## AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas que vienen a mi mente al recordar las enseñanzas en mis años de estudiante de Ingeniería, de 1948 a 1953, a las que debo un sincero agradecimiento: **Ing. Manual Martínez Carranza**, director de la Facultad al inicio de mi carrera y catedrático de Topografía y Mecánica analítica; **Ing. Leobardo Elizondo**, director de la misma en mis años finales dentro de la Facultad, y catedrático de Mecánica de Suelos y Estructuras de madera; mis maestros, ingenieros **Anastasio Vázquez** en sus amigables prácticas de Topografía, **Eligio Quiroga** en Matemáticas, **José Manuel López** (Chemanuel) de Puentes, **José D. García Lazo**, en Administración de Obras, amigo hasta la fecha; muchos otros que el tiempo me ha hecho olvidar sus nombres completos, pero no sus enseñanzas, y **Federico Garza Taméz**, de Estructuras Indeterminadas. A todos ellos, Muchas gracias

Mas recientemente,

**Ing. Oscar José Moreira Flores**, director actual de la Facultad de Ingeniería Civil, que, en su discurso de conmemoración del 50 aniversario de nuestra generación, hace tres de años, nos animó a todos en general, y a mi en particular, a finiquitar nuestros estudios, dentro la Maestría en Ingeniería Estructural, aprovechando la modalidad de Experiencia Profesional, sin lo cual este trabajo no existiría. **Ing. Moreira**, Muchas Gracias.

A mi amigo y cogeneracionista, **Ing. Gonzalo Quiroga**, presidente vitalicio de nuestra generación, que me llevó, casi de la mano, a mi primera entrevista con esta finalidad, con los funcionarios de la Facultad encargados de los estudios de posgrado. **Chalío**, Muchas Gracias.

Y, muy especialmente, a **Ing. Justino César González Álvarez M. en I.** , Subdirector de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Civil, el que, sin conocernos prácticamente, se ha portado como un verdadero amigo, facilitando enormemente los tramites de mi solicitud, sin cuya ayuda creo que yo nunca me hubiera atrevido lanzarme. Espero no fallarle. **Maestro Justino**: Muchísimas gracias.

Junio de 2006

**Francisco F. Garza Mercado**

*A MIS HIJOS:  
FRANCISCO, ROMAN, RODOLFO,  
JAIME, GRACIELA PATRICIA Y DANIEL  
QUE ME INSPIRARON PARA INTENTAR  
DAR ESTE PASO*

A MIS PADRES,  
QUE RECUERDO CON TERNURA,  
QUE ESTARÍAN ORGULLOSOS DE PRESENCIARLO

MENCION ESPECIAL PARA MI HIJO MAYOR,  
FRANCISCO, QUE SE ENCARGO DE FACILITARME  
TODOS LOS TRAMITES PARA HACER POSIBLE SU  
PRESENTACION.

## RESUMEN

Como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en Ingeniería Estructural, que otorga la Subdirección de Estudios de Posgrado, de la Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Nuevo León, se presenta el diseño estructural de la Torre de la Loma.

Se iniciará con los capítulos generales de norma, como:

**Prólogo:** en donde se hará una semblanza del autor, se explicarán las razones por las cuales este trabajo llega con 4 décadas de atraso, y porque se está presentando ahora, merced a la generosidad de la Universidad de otorgar “títulos por experiencia” a las personas que, como yo, pasamos por todos los créditos y no alcanzamos el título.

**Definición del Proyecto:** para alcanzar este propósito se presenta el diseño estructural del edificio, de aproximadamente 14,000 m<sup>2</sup> de construcción, en dos sótanos para estacionamiento y una torre de 17 niveles, localizado en el parteaguas de la Loma Larga de Monterrey, presentando para el diseño de la estructura el “Método Santa Teresa”, de mi autoría, que se describe mas adelante.

**Antecedentes:** Hasta hace unos 50 años Monterrey fue una ciudad horizontal, de solo uno o dos pisos. Fue hasta los 50's del siglo pasado, cuando aparecen los primeros edificios altos: Edificio Chapa, Hospital de Zona del Seguro Social, Hotel Yamayel, de algunas iglesias. Alrededor del 55 se produjeron los primeros dos “rascacielos”: El Condominio del Norte (Edificio Latino) y el Edificio Acero, que tuvieron que analizarse, cuando todavía las computadoras nos eran desconocidas, utilizando balanceos de Cross y tablas de columnas con carga excéntrica. 10 años mas se necesitaron para que aparecieran nuevos edificios altos: el Condominio Monterrey, el edificio El Roble y otros que no recordamos. En los 80's los que rodean la Gran Plaza de Monterrey: Biblioteca del Estado, Palacio Legislativo, Tesorería del Estado y, poco mas adelante, el Elizondo Garza, el de Infonavit, el Palacio de Justicia, y otros mas, fuera del centro, que fueron el detonador para la construcción de muchos otros edificios altos, tanto de Monterrey como de San Pedro: El Capitolio, en la cima de la loma Larga, el edificio Ábaco y la Torre Invermexico. Actualmente ya son tantos que he perdido la cuenta.

Cuando en el Condominio Santa Teresa, de unos 15 pisos, en la ciudad de México, se proyectó allá por 1980, originalmente diseñado en concreto, tuve que transformarlo rápidamente a estructura metálica, y no disponía aún de métodos computacionales de análisis, tuve la necesidad de inventar un procedimiento aproximado, el “Método Santa Teresa”. Rediseñé el edificio utilizando este método y se construyó enseguida sin mayores problemas. Poco tiempo después, en 1985, cuando un terrible sismo echó abajo cientos de edificios en la ciudad de México, respetó el Santa Teresa, lo cual incrementó mi confianza. De ahí en adelante, el método ha formado parte de todos mis diseños de estructuras, en edificios desde 2 a 20 pisos.

**Objetivos Y Metas:** el principal objetivo es el de presentar este trabajo de acuerdo con los requisitos de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Civil, UANL, esperando que sea aprobada y el título otorgado. El segundo es el de dar a conocer mi método Santa Teresa, y que este sea avaluado por los especialistas que se nombren para el efecto. Para el objeto, se presentará la memoria de cálculos completa del edificio antes

mencionado adaptada al formato oficial de tesis para aspirar al grado de Maestría en Ingeniería Estructural.

Se presentan a continuación los capítulos de: Hipótesis, Metodología y Cronología de actividades, Literatura de consulta, exigidos por el protocolo oficial para el registro de Tesis de Maestría, y más adelante, el desarrollo la memoria y los planos del proyecto. con la esperanza que el método sea conocido, evaluado y utilizado, con el deseo de que personas con mayores conocimientos y capacidades adopten el método y lo mejoren.

## HIPÓTESIS

El uso de computadoras muy exactas nos lleva a pensar que el trabajo de ingeniería debe ser igual. Sin embargo, no puede tener una exactitud mayor que la de los datos que lo integran. Si medimos un terreno a pasos, y luego calculamos su perímetro, área, ángulos, rumbos, etc., utilizando la computadora, los resultados tendrán la exactitud de nuestros pasos, no la del equipo de cálculo.

**Dimensiones:** Los planos estructurales muestran usualmente dimensiones en centímetros o milímetros. No es raro, sin embargo, encontrar diferencias mayores en la obra, que son permitidas si no exceden de cierta tolerancia. Por eso a mí me parece absurdo ver un valor como  $I = 1,000,416.66666667 \text{ cm}^4$ , para el momento de inercia de una viga de 35x70 cm (que probablemente se construyó de 36x71 cm).

**Cargas Muertas:** Consideramos un peso del concreto de  $2400 \text{ Kg/m}^3$ , sin pensar que en la realidad este puede oscilar entre 2200 y 2600. Se toma como exacto un dato que puede tener un error de  $\pm 8\%$ . Lo mismo sucede con las partidas, como pisos, muros, plafones, acabados, etc., puestas a mano en la obra. Puedo asegurar que las cargas muertas tienen un error posible del 10%, sin ninguna exageración.

**Cargas Vivas:** Se determinan para una probabilidad escasa de excederse. Se especifican como 50, 100, 150... 500  $\text{Kg/m}^2$ , sin mayor pretensión de exactitud. Estas cargas pueden variar desde cero hasta un valor bastante mayor que el especificado. Se puede pensar en muchos casos en cambio de uso, en donde las cargas vivas reglamentarias pueden ser grandemente excedidas. Es común usar cargas vivas uniformes en todo el edificio, cuando, alternándolas, se pueden causar momentos un 20% mayores. Las cargas vivas, por carecer de métodos de control, pueden propiciar errores hasta de un 20%.

**Cargas de la Naturaleza:** para viento, sismo, nieve, granizo, etc. los valores especificados se consideran como reales, pero nadie puede asegurar que no puedan ser excedidos. La realidad ha demostrado que estas cargas pueden tener errores hasta del 50%, o mas... por fortuna, generalmente dentro de la seguridad

**Factores de Seguridad:** Para considerar la incertidumbre de las cargas, o la probabilidad de sobrecargas, se especifican factores de seguridad o de carga. Es normal calcular por resistencia última para 1.4 veces las cargas muertas mas 1.7 veces las vivas. Se especifican además factores de reducción de resistencia ( $\phi$ ) para remediar posibles fallas en los materiales. Pero aun en estos casos se usan solo dos o tres cifras significativas (1.4, 1.7, 0.85), sin mayor pretensión de exactitud. Es solo una ilusión que la exactitud de la computadora pueda mejorar el resultado final.

**Resistencia de Materiales:** No es raro encontrar diferencia de  $\pm 15\%$  en la resistencia del concreto, incluso dentro de un mismo colado. En el acero estructural, hay diferencias normales de  $\pm 3\%$ , en su sección transversal o su peso. Cosa parecida sucede con cualquier material de construcción como concreto, acero, madera y hasta muros o vidrios. Las resistencias de los materiales, aun en buenas condiciones de supervisión, pueden errar con facilidad un 10 o 15%.

**Módulo de Elasticidad:** Es la relación esfuerzo/deformación del material estructural. Sirve principalmente para el cálculo de deflexiones, y muy frecuentemente se anula en los

análisis de marcos, por aparecer el dato tanto en el numerador como el denominador de las fórmulas. Cabe señalar, que este valor puede variar mucho: por ejemplo, las especificaciones del DF especifican  $E_c = 10,000 \sqrt{f'_c}$ , mientras que las del ACI piden  $E_c = 15,100 \sqrt{f'_c}$ , con un 50% de diferencia solo por este concepto. La plasticidad del concreto modifica aun mas este valor, que solemos considerar como exacto y constante, hasta por un factor de 2 o 3.

**Momento de Inercia:** es una propiedad que interesa para determinar deflexiones y como parámetro en las distribuciones de momentos en marcos y estructuras continuas. Según se trate de secciones rectangulares, simples o compuestas, el valor puede variar hasta un 100%, o más, si se considera, por ejemplo, una viga "T" como rectangular. El momento de inercia varía hasta dentro de un mismo claro, de acuerdo con el agrietamiento, el signo del momento, y aun el grado de esfuerzo. Diferencias hasta del 50% entre el valor teórico y el real no son cosa extraña en la práctica, pero, por suerte, esta propiedad, junto con la E, tiende a anularse en las fórmulas de análisis de vigas continuas y marcos, excepto para las deflexiones.

**Plasticidad:** Los materiales de construcción, como concreto y acero, se vuelven plásticos al excederse el límite elástico de esfuerzos. Las deflexiones dejan de ser proporcionales a los esfuerzos, y la distribución de momentos no depende ya de la inercia, sino de la resistencia. En una estructura continua, al llegar la sección de un apoyo a la cedencia, forma una rótula plástica, que gira de ahí en delante sin aumento en sus esfuerzos. Con el aumento de carga el momento en la articulación plástica se mantiene fijo, a costa de aumentar en otras secciones menos esforzadas. Esta es una propiedad salvadora, *pues podemos equivocarnos bastante*, intencionalmente o por error, en los momentos de continuidad en los extremos de una viga o columna, si compensamos la diferencia en la sección del centro del claro de la viga o en el extremo opuesto de la columna.

Hablé de errores en los datos de ingeniería, pero también de cómo las la técnica trata de corregirlos: los errores en las cargas básicas o la probabilidad de sobrecargas mediante factores de carga o de seguridad, y los de resistencia o comportamiento de los materiales, mediante factores de reducción, dejando todavía un margen de seguridad suficiente.

Hablé además de diferencias en las propiedades mecánicas, módulo de elasticidad y momento de inercia, y de como la plasticidad actúa a favor de la estructura, compensando diferencias de momentos en las secciones críticas, a costa de cargar otras secciones menos esforzadas. Si se siguen las especificaciones en cuanto a cargas y factores de seguridad recomendados, se podrán tener diseños seguros, a pesar de las incertidumbres de los datos.

Pero no debemos ser más papistas que el Papa, y reconocer que todas estas incertidumbres no las van a componer la exactitud de la computadora. En mi opinión, un sistema aproximado, sancionado por la experiencia y conocimiento de las estructuras, será tan bueno, o mejor, que el supuestamente mejor y más exacto de los programas expertos de análisis estructural.

**Método Santa Teresa:** En este trabajo se utiliza para el análisis de la estructura el "Método Santa Teresa". Por el nombre del autor podría también llamarse "Método Garza Mercado" o, por su característica principal, ver punto 4 enseguida, como "Método de las excentricidades constantes".

Se basa en el Método del Portal, el cual supone la estructura dividida en niveles y crujías, con las consideraciones siguientes:

1. Para efectos de empujes laterales de viento y sismo se contemplan puntos de inflexión a la mitad de la altura de las columnas ( $h_c/2$ ) y al centro de los claros ( $L/2$ ), condición ésta que está muy cercana a la realidad.

- 2. Las cargas verticales en las columnas son proporcionales a los anchos tributarios. lo cual se reconoce intuitivamente.*
- 3. Los empujes y cortantes horizontales por viento o sismo se distribuyen en la misma proporción, tocando a las columnas exteriores, en el caso de claros iguales, la mitad de la carga de las interiores. Esto es elemental en el Portal*
- 4. Como el punto de inflexión tiene una altura constante en cada piso, tanto los momentos por cortantes horizontales, como las reacciones verticales, resultan proporcionales a las áreas tributarias. En consecuencia la excentricidad, dada por la relación  $e = M/P$ , resulta constante para todas las columnas en el piso, pues el valor de los anchos tributarios aparece simultáneamente en el numerador y el denominador de la fracción y se anulan. Dado que  $M = V_h * h / 2$ , la excentricidad estará dada por  $e = V_h * hc / 2P$ , constante para todo el piso*

Lo mejor del método Santa Teresa, es que las áreas tributarias desaparecen en las fórmulas, por lo cual puede trabajarse con cargas para 1 m<sup>2</sup> de edificio, un recuadro, una crujía, o hasta con el edificio completo. Esta última consideración es la que empleamos en el método, como vamos a ver más adelante, por su simplicidad.

En la etapa de análisis no importan los valores reales de las reacciones verticales ni horizontales, ni los de los momentos en alguna columna en particular, ya que los datos requeridos serán las cargas verticales y los empujes de viento o sismo correspondientes al edificio entero.

Es así muy fácil determinar, por ejemplo, cual de las cargas de viento o sismo, es la que rige, dejando fuera de los cálculos la otra, que ya no interesa. Igualmente es relativamente fácil saber si rigen cargas muertas y vivas o sus combinaciones con sismo o viento.

A sabiendas que las fórmulas de columnas consideran una excentricidad mínima, podremos también determinar si las excentricidades rigen o no en el diseño de columnas y losas, y, en el caso de que rijan, determinar los factores de aumento de la carga axial para producir el mismo efecto de la carga excéntrica. No es raro que el factor sea de la unidad. Esto se observa con claridad, por ejemplo, en las tablas de capacidad de carga de columnas del Manual CRSI en donde, para excentricidades o momentos menores que los críticos la carga axial admisible es constante e igual a la especificada para  $e = 0$

Para combinaciones con viento o sismo las especificaciones usar cargas vivas reducidas y utilizar un factor de 0.75 ( $C_m + C_v + C_{ws}$ ). El factor combinado resulta de alrededor de 0.60, por lo cual no debe extrañarnos el encontrar que las cargas de viento o sismo no rigen en una gran parte de la estructura. Esto lo vamos a ver en el capítulo 5. En el caso de cargas muerta y vivas solamente, recordando la excentricidad mínima de las fórmulas, será sencillo entender que los momentos no necesitan ser considerados si la excentricidad es menor que la mínima. **Una vez hecho este análisis, y encontrados los factores de amplificación provocados por las excentricidades, la estructura podremos calcularla como si se tratara de solo carga axial.**

## **METODOLOGÍA**

Se seguirá la usual en el diseño de edificios altos, con el siguiente desarrollo de sus capítulos: Alcance, Descripción, Materiales y especificaciones, Cargas Básicas, Análisis General por viento y sismo, Columnas, Pedestales y zapatas, Muros de contención, Cisterna, Firme, Rampas y subestación, Losas, Escaleras y una lista de los planos, para continuar con copias de todos los planos.

## **PROGRAMA DE ACTIVIDADES**

La redacción de la memoria original y el dibujo de los planos nos llevó en su momento alrededor de 14 semanas. Sin embargo, tuvieron que pasar otras 18 para contestar la revisión hecha por otros y hacer muchas modificaciones al proyecto durante la marcha de la construcción.

Sin embargo, para los efectos de la adaptación como tesis de posgrado, puede decirse que está esta lista para entrega inmediata, quedando el tiempo de terminación en manos de los que se encarguen de revisarla y calificarla.

## **LITERATURA DE CONSULTA**

Se refiere principalmente a los documentos requeridos para el proyecto: Reglamento de concreto estructural ACI-318-95, Reglamento de las Construcciones del DDF, Manual de Diseño de la CFE 1993, Manual AISC 1985, CRCI Design Handbook Vol. II ,1963, Concrete Reinforcing Steel Institute, CRCI Design Handbook 1992, Concrete Reinforcing Steel Institute

---

## TABLA DE CONTENIDO

---

AGRADECIMIENTOS  
DEDICATORIAS  
RESUMEN

PRÓLOGO.....	i
DEFINICIÓN DEL PROYECTO.....	ii
ANTECEDENTES .....	ii
OBJETIVOS Y METAS.....	iii
HIPÓTESIS.....	iv
METODOLOGÍA.....	vii
PROGRAMA DE ACTIVIDADES.....	ix
LITERATURA DE CONSULTA .....	ix

### MEMORIA DE CALCULOS

1. Alcance.....	1
2. Descripción.....	1
3. Especificaciones y Materiales.....	2
4. Cargas básicas.....	2
5. Análisis de Viento y Sismo.....	4
6. Columnas. Pedestales y Zapatas.....	12
7. Muros de contención.....	16
8. Cisterna.....	16
9. Firmes.....	18
10. Rampas y subestación .....	18
11. Losas Sótano 2.....	24
12. Losas Sótano 1.....	30
13. Losa Planta Baja.....	36
14. Alberca .....	49
15. Palapas.....	54
16. Losas primer piso .....	55
17. Losas entrepiso tipo.....	59
18. Losa Pent-house .....	63
19. Losa Planta Alta Pent House.....	64
20. Losa Azotea.....	68
21. Modulo de Elevadores y escaleras.....	73
22. Lista de Planos .....	79

### PLANOS ESTRUCTUALES.....80

Se anexan copias de 19 planos del proyecto estructural, y un CD de todo el proyecto, incluyendo el escrito completo de la tesis en Word, y un juego completo de planos en Autocad.

## PROLOGO

Llega este trabajo un poco tarde. Voy a explicar el porqué:

Soy de la generación 1948-1953 del Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Nuevo León. Recibí mi título de Ingeniero Civil en 1955. Ese mismo año me casé y tuve 6 hijos. No había mucho tiempo para seguir estudiando en la universidad.

Trabajé durante ese tiempo en instituciones oficiales o particulares: Dirección municipal de Obras Públicas, Universidad Labastida, Facultad de Biología de la UNL, Dirección de Agua Potable y Alcantarillado del Estado y como catedrático de Análisis Gráfico y Mecánica Analítica en la propia Facultad, todavía como pasante.

Inmediatamente después de titularme (1955) ingresé como aprendiz o ayudante a una gran empresa constructora, mas tarde llamada Grupo Industrial de la Construcción, integrada por una serie de empresas: Estructuras S. de R. L., Concretos S.A., Maderas estructuradas, S.A., Talleres Churubusco, Stahlton México, S.A., Pret, S.A., especializadas en diseño y construcción de puentes y estructuras metálicas, puentes y estructuras de concreto, estructuras de madera, taller de fabricación de estructuras metálicas, planta de prefabricados de concreto, losas prefabricadas de patente internacional, cascarones de concreto, etc., en donde complementé el conocimiento práctico y la aplicación de todos los correspondientes métodos de análisis y diseño, terminando como jefe de proyectos del Grupo en todas esas especialidades. Estuve ahí por 10 años.

En 1965 me independicé, con un bufete personal de diseño estructural. Un par de años después, allá por 1967, me invitó el entonces director de la Facultad, Ing. Ulises Leal, que había conocido en la Comisión de Agua Potable, para impartir la cátedra de Concreto Presforzado dentro de la recién creada Escuela de Estructuras. Puedo enorgullecerme de ser uno de sus fundadores, junto con Raúl Salinas, Federico Villarreal, Emilio González Duque, Raymundo Rivera, Guadalupe Villarreal, etc.

Con ellos tuve, al darme de alta como alumno de la maestría, un sistema amigable de créditos compartidos: Raúl Salinas y González Duque enseñaban métodos de análisis estructural y yo retribuía con la cátedra de Concreto Presforzado, que había aprendido durante mi trabajo anterior.

Terminé todos mis créditos. Solicité mi examen de grado e hice una tesis, precisamente sobre concreto Presforzado... pero todo ahí se detuvo. La gran huelga que azotó a las Universidades del País paró a nuestra Universidad, de modo que por algún tiempo no se impartieron clases ni se dieron exámenes. Por eso y por muchas otras causas personales mi título de Maestría tuvo que esperar... 40 años.

...

En 2003, con motivo de celebrar 50 años de haber concluido los estudios, la Facultad ofreció a nuestra generación varios eventos conmemorativos: conferencias magistrales, convivios, pláticas, entrega de diplomas relativos al acto, etc. En una de estas reuniones el director de la Facultad, Ing. Oscar José Moreira Flores, después de decirnos un discurso sobre la historia de nuestra Universidad y nuestra Facultad, haciendo hincapié en sus logros, nos explicó que la Facultad estaba dando oportunidad de titularse a los que carecían de este reconocimiento. Se había implantado algo así como un "título por experiencia", a los cuales tenían derecho, sin exceso de trámites, quienes como yo, habían completado sus créditos, pero por alguna causa no se habían titulado. Se habló no solo del título de Ingeniero, sino también el de la Maestría, dando algunos ejemplos de gente conocida, inclusive de mi generación o muy cercana a ella, que se había beneficiado con este procedimiento, e invitándonos, a los que estuviéramos en este caso, a acudir a la facultad.

Comencé los trámites de inmediato, hace de esto unos tres años, pero no pude continuarlos en esa ocasión, primero, porque se había extraviado mi cédula profesional, que yo debía entregar como requisito obligatorio, cuya reposición duro cerca de un año, y, después, por causas de mi trabajo.

Llego así a solicitar mi Maestría en Estructuras con casi 40 años de atraso.

Espero esta vez lograrlo.

## **DEFINICIÓN DEL PROYECTO**

Trataré este trabajo del diseño estructural de un edificio llamado Torre de La Loma. Cuenta este con 19 pisos: dos plantas de Pent-House, 14 niveles de apartamentos, una planta baja con áreas comunes y dos niveles de estacionamiento en semi sótanos. El edificio se desplanta sobre el parte aguas en el punto mas alto de la loma larga de Monterrey, con vistas tanto a Monterrey como a Valle Oriente, en San Pedro.

En la planta baja, se localiza la alberca y un área de jardín. Los niveles de estacionamiento y planta baja tienen dimensiones de 34.80 x 37.70 m cada una, con una altura de 3.24 m en estacionamiento 2, y de 5.04 m en estacionamiento 1 en la zona de la alberca. Las plantas tipo, el penthouse y la azotea tienen un área de 12.23 x 38.60 m cada una. El primer piso está a de 6.40 m de altura es decir, la planta baja tiene una doble altura. El resto de los niveles tienen una altura de 3.20 m de piso a piso. En el nivel del Estacionamiento 1, se localiza la cisterna y su cuarto de máquinas. Al sur de la planta baja, se localiza un estacionamiento techado y al sur de este se encuentra el estacionamiento de visitantes, desplantado sobre el terreno natural.

Su estructura es a base de losas planas encasetonadas (aligeradas mediante casetones desmontables de fibra de vidrio), comúnmente llamadas reticulares, directamente apoyadas en columnas y pedestales de concreto, sin necesidad de vigas. Las cimentaciones son a base de zapatas aisladas, desplantadas en una roca muy dura.

La redacción de esta tesis se hará de tipo profesional, es decir, como se presenta para un trabajo real. La intención principal es la de mostrar para el análisis estructural un método mío propio, el Santa Teresa, que se describe mas adelante. Es un sistema, como el muy conocido Método del Portal, de los llamados aproximados, que resuelve en forma muy expedita, con suficiente exactitud y con toda seguridad, los momentos, cargas y excentricidades en columnas y losas, utilizando en este caso solo 6 tablas de cálculo en solo tres páginas. El método incluye fórmulas y factores para transformar cargas excéntricas en cargas axiales equivalentes, para fines de diseño de columnas, sin tener que calcular explícitamente los momentos.

Muy distinto y mucho mas fácil de usar y de desarrollar, en mi opinión, que los métodos expertos—como el Staad III—que para el mismo caso necesitarían varias páginas de codificación de entrada y una salida de centenares de páginas, con los mismos o equivalentes resultados. La memoria de cálculos actual, incluyendo prólogo, introducción, antecedentes y el diseño de muchos elementos discretos, como escaleras, cisterna y alberca, solo requirió de 86 páginas, muchas menos que las 200 a 300 que produce el Staad solamente para el análisis y diseño de la estructura principal.

## **ANTECEDENTES**

Hasta hace unos 50 años la ciudad de Monterrey y su área metropolitana, fue una ciudad marcadamente de crecimiento horizontal. Cubriendo una gran extensión en ancho, su altura estuvo limitada, en casi toda su historia de mas de 400 años, por edificaciones de poca altura: solo uno o dos pisos.

Alrededor de 1950 apareció el primer “rascacielos”, el edificio Chapa, sobresaliendo 10 pisos sobre el nivel de la calle. Se decía que sus propietarios lo habían hecho de esa altura para, en una mañana clara, poder divisar desde ahí su tierra natal: Marín N.L. De alturas similares eran entonces solamente el Hospital de Zona del seguro Social, en Pino Suárez y Juan Ignacio Ramón, el Hotel Yamayel, en Zaragoza y Arteaga, las torres de Catedral y de algunas iglesias... y nada más.

En el siguiente lustro, alrededor de 1955, se produjeron dos estructuras notables: el Condominio del Norte, ahora Edificio Latino, de 30 niveles, y el condominio Acero, de altura poco menor, ambos en el corazón de la ciudad. Sin los modernos programas de computadora, que ahora se usan, su diseño representó todo un reto, utilizando la tecnología entonces de punta, como los balanceos de momentos de Cross, las tablas de diseño de columnas con momento, y las últimas especificaciones de diseño y construcción del ACI. Fueron, sin embargo, por mucho tiempo, los edificios mas altos de la ciudad, sin prácticamente ninguna competencia.

Cuando en el fraccionamiento Santa Teresa de la ciudad de México, se proyectó allá por 1980 el condominio del mismo nombre, de unos 15 pisos, originalmente diseñado en concreto reforzado, tuve que transformarlo a estructura metálica para un fabricante de esta especialidad, y no disponía aún de métodos computacionales de análisis, tuve la necesidad de implementar, de inventar, un método aproximado al que llamé con el mismo nombre: “Método Santa Teresa”. Rediseñé el edificio utilizando este método y se construyó sin mayores problemas. Poco tiempo después, en 1985, un terrible sismo echó abajo cientos de edificios en la ciudad de México, pero respetó el Santa Teresa, lo cual incrementó mi confianza. De ahí en adelante, el método Santa Teresa ha formado parte de todos mis diseños de estructuras, en edificios desde 2 a 20 pisos, de los cuales tengo ya una lista grande.

Se necesitaron 10 años mas, para que aparecieran nuevos edificios altos: el condominio Monterrey, en Morelos y Juárez, con dos torres de 10 y 14 pisos, y el Roble frente al anterior, y algunos otros que no recordamos.

Con la construcción de la Macro plaza de Monterrey en las cercanías de 1980, se erigieron varios edificios altos, todos de alrededor de 15 pisos, en los linderos de la Plaza: la Biblioteca del Estado, el Palacio Legislativo, el edificio Elizondo Páez (ahora de la Tesorería del Estado) y, poco mas adelante, el edificio Elizondo Garza, el de Infonavit y el Palacio de Justicia, y otros mas fuera del centro, que fueron el detonador para la construcción de muchos otros edificios altos, tanto de Monterrey como de San Pedro: el Capitolio, en la cima de la loma Larga, el edificio Ábaco (ven a mi casa esta navidad), la Torre Invermexico. Actualmente ya son tantos que verdaderamente he perdido la cuenta.

Es para este tipo de construcción, los edificios altos, que se necesitan métodos que nos ayuden en el análisis rápido y el diseño simplificado de estructuras.

## **OBJETIVOS Y METAS**

El principal objetivo es el de presentar esta tesis de acuerdo con los requisitos de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Civil, UANL, esperando que sea aprobada. El segundo es el de dar a conocer mi método Santa Teresa, y que este sea avaluado por los especialistas que se nombren para el efecto.

Para el objeto, se presentará la memoria de cálculos completa del edificio que da nombre a este trabajo, adaptada al formato oficial de tesis para aspirar al grado de Maestría en Ingeniería Estructural.

Enseguida se presentarán los capítulos de norma de: Hipótesis, Metodología y Cronología de actividades, Literatura de consulta y requerimientos exigidos por el protocolo oficial para

el registro de Tesis de Maestría, y mas adelante, el desarrollo la memoria y los planos del proyecto.

Es mi esperanza que el método sea conocido, evaluado y utilizado. Nada me gustaría mas que personas con mayores conocimientos y capacidades adopten el método y lo mejoren.

## HIPÓTESIS

El uso de computadoras, con capacidad de 15 cifras significativas, nos lleva a pensar que el trabajo de ingeniería es, o debe ser, de mucha exactitud. Sin embargo, la física elemental enseña que ningún resultado puede tener una exactitud mayor que la de los datos que lo integran. Por ejemplo, si se multiplican 10 cantidades, 9 muy exactas y una con error de  $\pm 10\%$ , el resultado tendrá el error de la última, sin importar mucho la exactitud de las demás. Si medimos un terreno a pasos, y luego calculamos su perímetro, área, ángulos, rumbos, etc., utilizando la computadora, los resultados tendrán la exactitud de nuestros pasos, no la del equipo de cálculo. No se puede obtener oro de una máquina si la alimentamos con cobre.

**Dimensiones:** Los planos estructurales muestran usualmente dimensiones en centímetros o milímetros. No es raro, sin embargo, encontrar una diferencia de 50 cm en el claro de un puente de 40 m, o un desplazamiento de 10 cm, en el eje de una columna que va a recibir una estructura metálica. Vigas mostradas de 30x60 cm en los dibujos en la realidad pueden tener 30.5x61 cm en la obra, solo por usar cimbras estandarizadas de madera. Estas inevitables diferencias son permitidas por las especificaciones de diseño si no exceden de ciertas tolerancias. Es admisible en los códigos, por ejemplo, un error de un 2% en las dimensiones, lo cual indirectamente permite errores del 4% en las áreas, del 6% en los módulos de sección y de 8% en los momentos de Inercia. Es por eso que a mí me parece absurdo ver un valor como

$I = 1,000,416.66666667 \text{ cm}^4$ , para el momento de inercia de una viga de 35x70 cm (que probablemente se construyó de 36x71 cm), que bien puede expresarse como  $I = 1.0 \cdot 10^6 \text{ cm}^4$  ó  $0.010 \text{ m}^4$ . Ese tipo de números largos no se verá en este trabajo.

**Cargas Muertas:** En los cálculos se usa un peso del concreto de  $2400 \text{ Kg/m}^3$ , sin pensar que en la realidad este puede oscilar entre 2200 y 2600, de acuerdo a su granulometría, compactación o porcentaje de refuerzo. Sin prestarle mucha atención se toma como exacto un dato que puede tener un error de  $\pm 8\%$ . Lo mismo sucede con todas las partidas, como pisos, muros, plafones, acabados, etc., puestos a mano en la obra. Puedo decir, en general, que las cargas muertas tienen un error posible del 10%, sin ninguna exageración.

**Cargas Vivas:** Son las personas, mobiliarios y equipos que ocupan las áreas de construcción. Se determinan estadísticamente, para una probabilidad escasa de excederse. Se especifican como 50, 100, 150... 500  $\text{Kg/m}^2$ , con solo dos cifras significativas y sin mayor pretensión de exactitud. En la realidad estas cargas pueden variar desde cero, en una estructura vacía, hasta un valor bastante mayor que el especificado. Por ejemplo, el área social de una vivienda, diseñada para carga reglamentaria de  $170 \text{ Kg/m}^2$ , puede tener hasta  $350 \text{ Kg/m}^2$ , o más, en una fiesta familiar o en una sesión de gimnasia, sin que muchos nos percatemos de la inexactitud original del diseño. Se puede pensar en muchos casos de cambio eventual de uso, en donde las cargas vivas reglamentarias pueden ser excedidas. Es común además ver, en proyectos importantes, el uso de cargas vivas uniformes en todo el edificio, cuando, alternándolas, se pueden causar momentos hasta un 20% mayores. Aun cuando no lo queramos, las cargas vivas, por carecer de métodos de control, pueden propiciar errores hasta de un 20%.

**Cargas de la Naturaleza:** Viento, sismo, nieve, granizo, etc., son cargas determinadas también estadísticamente para cada lugar. Se llevan registros de las mismas por tiempos

mas o menos largos y se especifican las mayores en el plazo medido, obteniéndose predicciones a otros plazos interesantes. Los valores especificados se consideran como reales en los cálculos, pero nadie puede asegurar que no puedan ser excedidos. Los grandes y destructivos temblores o huracanes que suceden en zonas con un valor predeterminado menor, hacen que las especificaciones de la fecha se modifiquen de inmediato, de acuerdo al evento presente... y esperado que no vuelva a excederse en el futuro. Las cargas de la naturaleza no tienen palabra de honor, ni leen las especificaciones. La realidad ha demostrado que estas cargas pueden tener errores hasta del 50%, o mas... por fortuna, generalmente dentro de la seguridad

**Factores de Seguridad:** Para remediar errores involuntarios de cálculo, por la incertidumbre de las cargas de norma, o la probabilidad de sobrecargas, se especifican factores de seguridad o de carga. Es normal calcular una estructura por resistencia última para 1.4 veces las cargas muertas más 1.7 veces las vivas. Se especifican además factores de reducción de resistencia ( $\phi$ ) para remediar posibles fallas en los materiales de construcción, de lo cual hablaremos enseguida. Pero aun en estos casos se usan solo dos o tres cifras significativas (1.4, 1.7, 0.85), sin mayor pretensión de exactitud. Al utilizar estos valores, la exactitud resultante será de solo dos o tres cifras, nada mas por este concepto. Es solo una ilusión que la exactitud de la computadora pueda mejorar la exactitud de los datos o el resultado final.

**Resistencia de Materiales:** No es nada raro encontrar diferencia de  $\pm 15\%$  en la resistencia  $f'_c$  del concreto medida en la obra, incluso dentro de un mismo colado. Aun en el acero estructural, que tiene fuertes controles de fabricación, hay diferencias normales de  $\pm 3\%$ , en su sección transversal o su peso. Cosa parecida sucede con cualquier material de construcción como concreto, acero, madera y hasta muros o vidrios. Uno tiene que tener presente la incertidumbre en la resistencia y tomar precauciones. Las resistencias de los materiales, aun en buenas condiciones de supervisión, pueden errar con facilidad un 10 o 15%.

**Módulo de Elasticidad:** Representa la relación entre esfuerzo y deformación del material estructural. Sirve principalmente para el cálculo de deflexiones, a nivel de servicio, y muy frecuentemente se anula en los análisis de marcos, por aparecer el dato tanto en el numerador como el denominador de las fórmulas. Cabe señalar, que este valor puede variar mucho: por ejemplo, las especificaciones del DF especifican  $E_c = 10,000 \sqrt{f'_c}$ , mientras que las del ACI piden  $E_c = 15,100 \sqrt{f'_c}$ , con un 50% de diferencia solo por este concepto. La plasticidad del concreto, cerca de la ruptura, modifica aun mas este valor, que solemos considerar como exacto y constante en los programas de análisis de estructuras, hasta por un factor de 2 o 3.

**Momento de Inercia:** Esta es una propiedad que interesa para determinar deflexiones y como parámetro en las distribuciones de momentos en marcos y estructuras continuas. Puede también variar mucho, según se trate de secciones rectangulares, simples o compuestas, en donde el valor puede variar hasta un 100%, o más, si se considera, por ejemplo, una viga "T" como rectangular. El momento de inercia varía hasta dentro de un mismo claro, de acuerdo con el agrietamiento, el signo del momento, y aun el grado de esfuerzo. Diferencias hasta del 50% entre el valor teórico y el real no son cosa extraña en la práctica, pues, por suerte esta propiedad, junto con la E, tiende a anularse en las fórmulas de análisis de vigas continuas y marcos, excepto para las deflexiones.

**Plasticidad:** Los materiales de construcción, como concreto y acero, se vuelven plásticos una vez que se excede el límite elástico de esfuerzos. Las deflexiones dejan de ser proporcionales a los esfuerzos, y la distribución de momentos no depende ya de la inercia, sino de la resistencia. En una estructura continua, al llegar la sección de un apoyo a su punto de cedencia, forma una rótula plástica, que gira de ahí en adelante, como una

articulación, sin aumento en sus esfuerzos. Con el aumento de carga el momento en la articulación plástica se mantiene fijo, a costa de aumentar en otras secciones menos esforzadas. Esta es una propiedad salvadora, *pues podemos equivocarnos* bastante, intencionalmente o por error, en los momentos de continuidad en los extremos de una viga o columna, si compensamos la diferencia en la sección del centro del claro de la viga o en el extremo opuesto de la columna.

Hablé de errores posibles o incertidumbres en los datos de ingeniería, pero también dije de cómo las especificaciones o la técnica trata de corregirlos: los errores en las cargas básicas o la probabilidad de sobrecargas mediante factores de carga o de seguridad, y los de resistencia o comportamiento de los materiales, mediante factores de reducción, dejando todavía un margen de seguridad suficiente.

Hablé además de diferencias en las propiedades mecánicas, módulo de elasticidad y momento de inercia, pero mencioné también como la plasticidad actúa a favor de la estructura, compensando diferencias de momentos en las secciones críticas, a costa de cargar otras secciones menos esforzadas. Sé que si se siguen las especificaciones en cuanto a cargas y factores de seguridad recomendados, se podrán tener diseños seguros, a pesar de las incertidumbres de los datos.

Pero no debemos ser más papistas que el Papa, y reconocer que todas estas incertidumbres no las va a componer la exactitud de la computadora o la de los sistemas análisis denominados “exactos”. En mi opinión, un sistema aproximado, sancionado por la experiencia y conocimiento de las estructuras, será tan bueno, o mejor, que el supuestamente mejor y más exacto de los programas expertos de análisis estructural.

En el trabajo que enseguida comienza se verán expuestas estas premisas: en el análisis de marcos del edificio completo, en el cual usamos el método Santa Teresa de mi autoría, y en los de análisis de losas mediante coeficientes, que creo son muy pragmáticos y en los cuales yo tengo absoluta confianza.

**Método Santa Teresa:** En esta tesis se va a utilizar para el análisis de la estructura el “Método Santa Teresa”, así denominado por haberse usado por primera vez, en 1980, en un edificio de unos 15 pisos en el fraccionamiento del mismo nombre, al sur de la ciudad de México. Vale mencionar que ha resistido este edificio, sin daños, temblores mucho muy importantes sin ningún problema. Por el nombre del autor podría también llamarse como “Método Garza Mercado” o, por su característica principal, ver punto 4 enseguida, como “Método de las excentricidades constantes”.

Se basa el Santa Teresa en el muy conocido Método del Portal, el cual supone la estructura dividida en niveles y crujeas, con las consideraciones siguientes:

1. Para efectos de empujes laterales de viento y sismo se contemplan puntos de inflexión a la mitad de la altura de las columnas ( $h_c/2$ ) y al centro de los claros ( $L/2$ ), condición ésta que está muy cercana a la realidad. Así visto, el sistema es estáticamente determinado, aún sin conocer por adelantado las secciones de los elementos.
2. Las cargas verticales en las columnas son proporcionales a los anchos tributarios. En una estructura con claros iguales esto significa que las columnas exteriores, con la mitad del ancho tributario, tendrá la mitad de las cargas de las columnas interiores, lo cual se reconoce intuitivamente.
3. Los empujes y cortantes horizontales por viento o sismo se distribuyen en la misma proporción, tocando a las columnas exteriores, en el caso de claros iguales, la mitad de la carga de las interiores. Esto es elemental en el método del Portal
4. Como el punto de inflexión tiene una altura constante en cada piso, resulta que tanto los momentos por cortantes horizontales, como las reacciones verticales, resultan proporcionales a las áreas tributarias. En consecuencia la excentricidad, dada por la relación  $e = M/P$ , resulta constante para todas las columnas en el piso, pues el valor de

los anchos tributarios aparece simultáneamente en el numerador y el denominador de la fracción y se anulan. Dado que  $M = V_h * h / 2$ , la excentricidad estará dada por  $e = V_h * hc / 2P$ , constante para todo el piso

Lo mejor del método Santa Teresa, se deriva del hecho de que las áreas tributarias desaparecen en las fórmulas, por lo cual puede trabajarse con cargas equivalentes para 1 m<sup>2</sup> de edificio, un recuadro tipo, una crujía, o hasta con el edificio completo. Esta última consideración es la que empleamos en el método, como vamos a ver más adelante, por su simplicidad.

En la etapa de análisis no nos importan los valores reales de las reacciones verticales ni horizontales, ni los de los momentos en alguna columna en particular, ya que los datos requeridos serán las cargas verticales y los empujes de viento o sismo correspondientes al edificio entero.

Es así muy fácil determinar, por ejemplo, cual de las cargas de viento o sismo, es la que rige, dejando fuera de los cálculos la otra, que ya no interesa. Igualmente es relativamente fácil saber si rigen cargas muertas y vivas o sus combinaciones con sismo o viento.

A sabiendas que las fórmulas de columnas consideran una excentricidad mínima (tradicionalmente 0.10b), podremos también determinar si las excentricidades rigen o no en el diseño de columnas y losas, y, en el caso de que rijan, determinar los factores de aumento de la carga axial para producir el mismo efecto de la carga excéntrica. Como se verá mas adelante, no es raro que el factor sea de la unidad. Esto se observa con claridad en las tablas de capacidad de carga de columnas del Manual CRSI en donde, para excentricidades o Momentos menores que los críticos la carga axial admisible es constante e igual a la especificada para  $e = 0$

Para combinaciones con viento o sismo las especificaciones permiten dos cosas: una, usar cargas vivas reducidas (en nuestro caso la relación de cargas reducida a cargas totales es de alrededor de 0.8), y, otra, utilizar un factor de 0.75 ( $C_m + C_v + C_{ws}$ ). El factor combinado resulta de alrededor de  $0.8 * 0.75 = 0.60$ , que es muy chico, por lo cual no debe extrañarnos el encontrar que las cargas de viento o sismo no rigen en una gran parte de la estructura. Esto lo vamos a ver en el capítulo 5. En el caso de cargas muerta y vivas solamente, recordando la excentricidad mínima de las fórmulas, será sencillo entender que los momentos no necesitan ser considerados si la excentricidad es menor que la mínima.

Una vez hecho este análisis, que es simple, y encontrados los factores de amplificación provocados por las excentricidades de las reacciones verticales que rijan por cargas muertas y vivas y de sismo o viento, la estructura podremos calcularla como si se tratara de solo carga axial.

## METODOLOGÍA

Se seguirá la usual en el diseño de edificios altos, con el siguiente desarrollo de sus capítulos:

1. **Alcance:** donde de muestra a que se refiere el trabajo y sus referencias a planos arquitectónicos, oficina coordinadora de la obra y laboratorio mecánica de suelos.
2. **Descripción:** como su nombre lo indica, una breve descripción del edificio y sus principales estructuras
3. **Materiales y especificaciones:** Una relación de las especificaciones de diseño y construcción y los materiales principales

4. **Cargas Básicas:** Las tablas de cargas que se usarán para el diseño en cada uno de sus pisos característicos: azoteas, pisos tipo torre, planta baja, estacionamientos, alberca y jardín, así como las de viento y sismo.

5. **Análisis General por viento y sismo:**

Es una comparación aproximada de las cargas totales de viento y sismo, en este caso para todo el edificio, para determinar una primera instancia cual de las dos es la que rige.

Enseguida, utilizando balanceos simplificados, determinamos las fórmulas de momentos, cargas y excentricidades básicas para el caso de cargas muertas y vivas, viento o sismo y sus combinaciones.

Seguimos, utilizando el método Santa Teresa, con la determinación en 4 tablas de cálculo, de los factores de carga axial equivalente para las columnas interiores y exteriores y en las direcciones NS y EO. Como se explicó antes, cuando el factor resulta igual o menor que la unidad, las flexiones en columnas, por cargas muertas y vivas y para sus combinaciones con la carga que rija de viento o sismo, no necesitan considerarse y estas podrán diseñarse como si se tratara de columnas con carga axial. Puede verse en las páginas 9 y 10 mas adelante, que esto sucede en la mayor parte de la altura del edificio. Para llegar a estas conclusiones no se requiere de gran exactitud.

Enseguida se calculan en las dos tablas siguientes los factores para momentos en las losas. De nuevo, cuando estos son iguales o menores que la unidad, los momentos adicionales no necesitan considerarse y las losas pueden calcularse simplemente como simplemente apoyadas y continuas sobre las columnas.

Se muestran aquí las ventajas del método: a pesar de ser un edificio complejo, la mayor parte de las columnas puede calcularse mediante factores como si se tratará de carga axial, y las losas como continuas en su piso, sin necesidad de considerar específicamente las flexiones por viento y sismo.

6. **Columnas, Pedestales y zapatas:**

Se empieza por calcular las capacidades de carga última  $P_u$ , de acuerdo a las fórmulas del ACI para columnas con carga axial, para los distintos tipos previstos para esto mediante un cálculo preliminar;

Se determinan enseguida los tipos de pedestales correspondientes para cada una de las columnas del nivel inferior del edificio, y las capacidades de carga de las zapatas tipo (por la multiplicación del área de la zapata por su esfuerzo de trabajo último) y sus espesores y refuerzos (mediante las tablas del Manual CRSI).

Se pasa, mediante una tabla en Excel, a determinar las cargas en cada marca de columna y en cada nivel, con base en las cuales se proporciona en cada caso el tipo de columna, pedestal y zapata correspondiente. Nótese que las carga totales en cada nudo se ven afectadas por los factores de carga axial equivalente determinados en el capítulo anterior, siendo notable que, en la mayor parte de los casos, el factor es 1.

7. **Muros de contención, 8. Cisterna, 9. Firme y 10. Rampas y subestación.** Por el orden de la construcción, se determinan en estos capítulos los elementos mencionados, que son discretos e independientes de la estructura principal.

11. **a 20. Losas:** Igualmente, en los capítulos 11 a 20 se analizan y diseñan las losas de cada uno de los niveles: Sótano 2, Sótano 1, Planta Baja, Primer Nivel, Plantas tipo, Planta baja PH, planta Alta PH y azotea.

Se diseñan las losas utilizando los métodos de losas planas en dos direcciones adaptados del ACI, considerando en donde procedan los factores de Momentos en losas, encontrados antes, y utilizando factores de corrección para el refuerzo de pisos con igual distribución, pero diferente carga.

Se intercalan dos capítulos especiales, de elementos discretos: 14. Alberca y 15. Palapas, solo para conservar el orden del diseño y la construcción.

Se termina la memoria con el diseño de las escaleras y una lista de los planos, para continuar con copias de todos los planos a tamaño doble carta.

## **PROGRAMA DE ACTIVIDADES**

Debemos decir que la redacción de la memoria original y el dibujo de los planos nos llevó en su momento alrededor de 14 semanas. Sin embargo, tuvieron que pasar otras 18 para contestar la revisión hecha por otros y hacer muchas modificaciones al proyecto durante la marcha de la construcción. Muchas de estas modificaciones fueron simples cambios de forma arquitectónica de los remates de las losas, que están para el momento incluidas en los planos, sin que necesariamente se registren en la memoria.

Sin embargo, para los efectos de la adaptación como tesis de posgrado, puede decirse que está esta lista para entrega inmediata, quedando el tiempo de terminación de los trámites en manos de los que se encarguen, por la Facultad, de revisarla y calificarla.

## **LITERATURA DE CONSULTA**

La literatura de consulta se refiere principalmente a los documentos requeridos para el proyecto:

Reglamento de concreto estructural ACI-318-95

Reglamento de las Construcciones del DDF

Manual de Diseño de la CFE 1993

Manual AISC 1985

CRCI Design Handbook Vol. II ,1963, Concrete Reinforcing Steel Institute

CRCI Design Handbook 1992, Concrete Reinforcing Steel Institute

**MEMORIA DE CÁLCULOS**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE INGENIERIA CIVIL**



**DISEÑO ESTRUCTURAL MEMORIA DE CALCULOS**

**Contenido:**

**1.Alcance, 2.Descripción, 3.Especificaciones y Materiales, 4.Cargas básicas, 5.Análisis de Viento y Sismo, 6.Columnas, pedestales y zapatas, 7.Muros de Contención, 8.Cisterna, 9.Firmes, 10.Rampas y Subestación, 11.Losas Sótano 2, 12.Losas Sótano 1, 13.Losa Planta Baja, 14.Alberca, 15.Palapas, 16.Losas Primer piso, 17.Losas Entrepiso Tipo, 18.Losa PH, 19.Losa planta alta PH, 20.Losa Azotea, 21.Núcleo de Elevadores y Escaleras, 22.Lista de Planos**

**1. Alcance.**

Tratará el presente trabajo de del diseño estructural para el edificio **Torre de la Loma**, ubicado en Avenida del Parteaguas y Priv. San Alberto, Garza García, N.L. Se basará este diseño en los planos de una prestigiada oficina de proyectos arquitectónicos. Se hace con la coordinación del proyecto de una importante firma de dirección de obra y con la participación de un laboratorio de la localidad para realizar la Mecánica de Suelos. Formará parte integrante de la tesis que el suscrito presenta para obtener el grado de Maestría en Ingeniería estructural, con especialidad en Ingeniería Estructural.

**2. Descripción.**

Tal como se mencionó en los antecedentes de esta tesis, se trata de un edificio de apartamentos de 19 pisos, de aproximadamente 14,000 m<sup>2</sup> de construcción, con 2 de niveles de Pent-House, 14 de apartamentos, 1 planta baja con áreas comunes, y 2 niveles de estacionamiento en semi sótanos. En la planta baja, se localiza la alberca y el área de jardín. Los niveles de estacionamiento y la planta baja tienen dimensiones de 34.80 x 37.70 m cada uno, con una altura de 3.24 m en estacionamiento 2, y de 5.04 m en la zona de la alberca del estacionamiento 1. Las plantas tipo, el penthouse y la azotea cubrirán un recuadro de 12.23 x 38.60 m. El nivel 1 está a de 6.40 m de altura, es decir, la planta baja tendrá una doble altura. El resto de los niveles tendrán una altura de 3.20 m de piso a piso. Sobre la casa de máquinas de los elevadores se localizará en el futuro una antena parabólica. En el nivel del Estacionamiento 1, se localizará la cisterna y su cuarto de máquinas. Al sur de la planta baja, se localiza un estacionamiento techado y al sur de este se encuentra el estacionamiento de visitantes, desplantado sobre el terreno natural.

El esfuerzo admisible en el terreno, de acuerdo al estudio de Mecánica de Suelos, es de 5 a 30 Kg/cm<sup>2</sup>, según su localización. Se propone suponer un esfuerzo de 10 Kg/cm<sup>2</sup> para el diseño del edificio, y que sea el laboratorio de suelos y/o el supervisor el que establezca la profundidad de desplante en la obra, debiendo hacerse oportunamente los cambios necesarios de las cimentaciones en caso de no encontrarse dicho esfuerzo a una profundidad razonable.

### 3. Especificaciones y Materiales.

#### Especificaciones de Diseño.

Cargas: Reglamento construcciones del DDF.  
Viento y sismo: Manual de Diseño de la CFE 1993.  
Concreto: ACI 318-95  
Acero Estructural AISC, 1985

#### Especificaciones de Construcción

Concreto: ACI 318-95  
Acero Estructural AISC, 1985

#### Materiales

Concreto:  $f'c = 200$  Kg/cm<sup>2</sup> tipo, excepto indicados.  
 $f'c = 300$  Kg/cm<sup>2</sup>, solo en columnas  
Acero de refuerzo:  $F_y = 4200$  Kg/cm<sup>2</sup>  
Acero Estructural: ASTM-A36  
Esfuerzo de trabajo en el suelo: 10 Kg/cm<sup>2</sup>

### 4. Cargas básicas.

#### Azotea

##### Carga Muerta

Po. Po. Losa (0.35*2400*0.47)	390		Kg/m <sup>2</sup>
Instalaciones y Plafón	50		Kg/m <sup>2</sup>
Relleno e impermeabilización	120		Kg/m <sup>2</sup>
Total Carga Muerta (w m)	560	560	Kg/m <sup>2</sup>
Carga Viva (w v)	200	70	* Kg/m <sup>2</sup>
Carga Total w = (w m + w v)	760	630	* Kg/m <sup>2</sup>
w u = 1.4*w m + 1.7*w v	1120	900	* Kg/m <sup>2</sup>

#### Entrepiso Tipo y planta baja\*\*

##### Carga Muerta

Po. Po. Losa (0.35*2400*0.47)	390		Kg/m <sup>2</sup>
Instalaciones y Plafón	50		Kg/m <sup>2</sup>
Acabados de piso	120		Kg/m <sup>2</sup>
Muros interiores	240		Kg/m <sup>2</sup>
Total Carga Muerta (w m)	800	800	Kg/m <sup>2</sup>
Carga Viva (w v)	250	90	* Kg/m <sup>2</sup>
Carga Total w = (w m + w v)	1050	890	* Kg/m <sup>2</sup>
w u = 1.4*w m + 1.7*w v	1550	1270	* Kg/m <sup>2</sup>

#### Entrepiso Primer Nivel\*\*\*

##### Carga Muerta

Po. Po. Losa (0.40*2400*0.55)	530		Kg/m <sup>2</sup>
Instalaciones y Plafón	50		Kg/m <sup>2</sup>
Acabados de piso	120		Kg/m <sup>2</sup>
Muros interiores	240		Kg/m <sup>2</sup>
Total Carga Muerta (w m)	940	940	Kg/m <sup>2</sup>
Carga Viva (w v)	250	90	* Kg/m <sup>2</sup>
Carga Total w = (w m + w v)	1190	1030	* Kg/m <sup>2</sup>

•Para usarse con viento o sismo

\*\*En planta baja no hay muros interiores pero la carga viva es de 350 Kg/m<sup>2</sup>, resultando  $w u = 1.4*560 + 1.7*350 = 1380$  Kg/m<sup>2</sup>

\*\*\* Al final se anuló la losa inferior de 5 cm. Ver capítulo 16

#### Estacionamiento

## Alberca

### Carga Muerta

Po. Po. Losa (idem estacionamiento)	440		Kg/m <sup>2</sup>
Instalaciones	50		Kg/m <sup>2</sup>
Acabados de piso	120		Kg/m <sup>2</sup>
Agua	1750		Kg/m <sup>2</sup>
<b>Total Carga Muerta (wm)</b>	<b>2360</b>		<b>Kg/m<sup>2</sup></b>
<b>Carga Total w = (wm+ww)</b>	<b>2360</b>		<b>Kg/m<sup>2</sup></b>
<b>wu = 1.4*wm+1.7*ww</b>	<b>3300</b>		<b>Kg/m<sup>2</sup></b>

## Estacionamiento

### Jardín

#### Carga Muerta

Po. Po. Losa (0.37*2400*0.50)	440		Kg/m <sup>2</sup>
Superficie de rodamiento	72		Kg/m <sup>2</sup>
Instalaciones y Plafón	8		Kg/m <sup>2</sup>
<b>Total Carga Muerta (wm)</b>	<b>520</b>	520	Kg/m <sup>2</sup>
Carga Viva (ww)	250	100	* Kg/m <sup>2</sup>
<b>Carga Total w = (wm+ww)</b>	<b>770</b>	<b>620</b>	* Kg/m <sup>2</sup>
<b>wu = 1.4*wm+1.7*ww</b>	<b>1150</b>	<b>900</b>	* Kg/m <sup>2</sup>
P Concentrada	1500	1500	Kg
<b>Pu Concentrada</b>	<b>2550</b>	<b>2550</b>	Kg

\*Ver nota en hoja anterior

#### Carga Muerta

Po. Po. Losa (0.35*2400*0.47)	395		Kg/m <sup>2</sup>
Instalaciones	15		Kg/m <sup>2</sup>
Relleno de tierra (0.3*1600)	480		Kg/m <sup>2</sup>
<b>Total Carga Muerta (wm)</b>	<b>890</b>	890	* Kg/m <sup>2</sup>
Carga Viva (ww)	250	90	* Kg/m <sup>2</sup>
<b>Carga Total w = (wm+ww)</b>	<b>1140</b>	<b>980</b>	* Kg/m <sup>2</sup>
<b>wu = 1.4*wm+1.7*ww</b>	<b>1670</b>	<b>1400</b>	Kg/m <sup>2</sup>

\*Ver nota en hoja anterior

## Viento

Del Manual CFE., 1993

### Zona eólica:

**Monterrey, N.L.**

Grupo B, Tipo 1, Categoría 3, Clase B, L>20 m

Velocidad regional:	Vr = 143 Km/hr
Factor de tamaño:	Fc = 0.95
$\alpha = 0.16, \delta = 390, Frz = 1.56*(10/\delta)^a$	Frz = 0.868 (H≤10 m)
Frz = 1.56*(H/δ) <sup>α</sup>	Frz = 1.149 (H = 57.6 m)
Fα = Fc*Frz = 0.95*0.868	Fα = 0.825 (H≤10 m)
= 0.95*1.149	Fα = 1.092 (H = 57.6 m)
Fact. topografía, Expuesto P>10%	Ft = 1.2
Vel. de diseño:	<b>Vd = 187 Km/hr</b>
Vd = Ft*Fα*Vr = 1.2*1.092*143 =	Ω = 675 mm Hg
Altura s/niv. del mar H ~ 1000 m:	τ = 19°
Temp. ambiente	G ≅ 0.91
G = 0.392*Ω/(273+τ)	p = 153°C
p = 0.0048*G*Vd <sup>2</sup> *C	
p = 0.0048*0.91*187 <sup>2</sup> *C	

$C = 0.80 + 0.50 = 1.30$ ,  $q = 1.30 * 153$       **q = 199 Kg/m<sup>2</sup>**  
 Factor de red. x tamaño ( $A > 100 \text{ m}^2$ )       $K_a = 0.8$   
 Factor por Presión local (E. Ppal.)       $K_l = 1.0$   
 $q = 0.80 * 199$       **q<sub>1</sub> = 159 Kg/m<sup>2</sup>**  
 Formula con altura  $h > 10 \text{ m}$   
 $q_h = 0.8 * 159 * 1.52^2 * (h/390)^{0.32} = 293 * (h/390)^{0.32}$   
 $q_h = 293/390^{0.32} * h^{0.32} = 43.4 * h^{0.32}$   
 $q_{\text{max}} = 43.4 * 57.6^{0.32} = 159 \text{ Kg/m}^2 = q_1$ , OK  
**Cargas de Sismo**  
 Zona Sísmica A, Suelo tipo 1  
 Factor sísmico  $c = 0.08$ , Ductilidad  $Q = 4$   
 Coef. sísmico reducido  $c/Q = 0.02$   
 Ver nota en hoja 11

## 5. Análisis de Viento y Sismo.

Para cargas de viento en dirección NS el nivel básico es de la Planta Baja, Niv. 0.00, pues el viento es detenido o resistido por la loma. En dirección EO el viento es muy chico y no rige, por lo que podemos despreciar los empujes por debajo del Niv.0, solo para simplificar. El sismo, por el contrario, es en toda la altura, desde el nivel del sótano 2 hasta la corona.

### Dirección E-O: Cargas de Viento.

#### Carga total de viento\*

EW:  $F_{wu} = 160,800 \text{ Kg.}$

NS:  $F_{wu} = 503,400 \text{ Kg.}$

Nivel	Z	wuz	hz	WuTN	VuWN	WuTE	VuWE
N. Az.	<b>57.60</b>	270	7.10	74.0	74	23.6	24
N. P.A..P.H.	54.40	265	3.20	32.7	107	10.5	34
N. P.B.P.H.	51.20	260	3.20	32.1	139	10.3	44
N. 14	48.00	255	3.20	31.5	170	10.0	54
N. 13	44.80	249	3.20	30.8	201	9.8	64
N. 12	41.60	243	3.20	30.0	231	9.6	74
N. 11	38.40	237	3.20	29.3	260	9.4	83
N. 10	35.20	231	3.20	28.5	289	9.1	92
N. 9	32.00	224	3.20	27.6	316	8.8	101
N. 8	28.80	216	3.20	26.7	343	8.5	110
N. 7	25.60	208	3.20	25.7	369	8.2	118
N. 6	22.40	200	3.20	24.6	394	7.9	126
N. 5	19.20	190	3.20	23.5	417	7.5	133
N. 4	16.00	179	3.20	22.1	439	7.1	140
N. 3	12.80	167	3.20	20.6	460	6.6	147
N. 2*	9.60	101	3.20	12.5	472	4.0	151
N. 1*	6.40	101	4.80	18.7	491	6.0	157
N. P.B.*	0.00	101	3.20	12.5	<b>503</b>	4.0	<b>161</b>
				<b>VowN =</b>	<b>503.4</b>	<b>VowE =</b>	<b>160.8</b>

#### Áreas.

\* N. de R.: En P.B., N.1 y N.2 wuz debió ser 154 en lugar de 101. La corrección no vale la pena y no se hizo

Nivel	A		Nivel	A	
N. Az.	458	m2	N. 7	458	m2
N. P.A.P.H.	458	m2	N. 6	458	m2
N. P.B.P.H.	458	m2	N. 5	458	m2
N. 14	458	m2	N. 4	458	m2
N. 13	458	m2	N. 3	458	m2
N. 12	458	m2	N. 2	458	m2
N. 11	458	m2	N. 1	458	m2
N. 10	458	m2	N. P.B.	1271	m2
N. 9	458	m2	N. S1	1271	m2
N. 8	458	m2	N. S2	494	m2
			<b>Total</b>	<b>10828</b>	m2

### Cargas Sismo

Nivel	A	wm	wvr	wur	h	Wus	Wush	Fus	VusE
N Az	458	0.56	0.07	0.90	65.88	414	27269	17	17
N P.A.P.H.	458	0.80	0.09	1.27	62.68	584	36575	23	40
N P.B.P.H.	458	0.80	0.09	1.27	59.48	584	34708	22	62
N 14	458	0.80	0.09	1.27	56.28	584	32840	21	83
N 13	458	0.80	0.09	1.27	53.08	584	30973	20	102
N 12	458	0.80	0.09	1.27	49.88	584	29106	18	121
N 11	458	0.80	0.09	1.27	46.68	584	27239	17	138
N 10	458	0.80	0.09	1.27	43.48	584	25371	16	154
N 9	458	0.80	0.09	1.27	40.28	584	23504	15	169
N 8	458	0.80	0.09	1.27	37.08	584	21637	14	182
N 7	458	0.80	0.09	1.27	33.88	584	19770	12	195
N 6	458	0.80	0.09	1.27	30.68	584	17902	11	206
N 5	458	0.80	0.09	1.27	27.48	584	16035	10	216
N 4	458	0.80	0.09	1.27	24.28	584	14168	9	225
N 3	458	0.80	0.09	1.27	21.08	584	12301	8	233
N 2	458	0.80	0.09	1.27	17.88	584	10433	7	240
N 1	458	0.94	0.09	1.47	14.68	673	9885	6	246
N P.B.	1271	0.56	0.15	1.04	8.28	1320	10932	7	253
N S1	1271	0.52	0.10	0.90	3.24	1144	3705	2	255
N S2	494	0.52	0.10	0.90	0.00	446	0	0	255
<b>Totales</b>	<b>10828</b>					<b>12750</b>	<b>404352</b>	<b>255</b>	
						<b>VusE= 255</b>	<b>0.00063</b>	<b>=F</b>	

$V_{uosN} = 255,000 \text{ Kg} < V_{owN}$  Rige viento

$V_{uosE} = 255,000 \text{ KG} > V_{owE}$  Rige sismo

**Teóricamente rige carga de viento en dirección norte-sur y carga de sismo en dirección oriente-poniente.**

Enseguida se analizará si rige el viento, el sismo o las cargas gravitacionales, mediante un método aproximado. No tenemos que ser muy exactos en esto, porque, como se verá adelante, viento y sismo no rigen en la mayor parte de la altura del edificio. Ver tablas en hojas 9, 10 y 11

### Dirección Oriente-Poniente

### Columnas exteriores.

Ancho tributario =  $9.20/2 + 1.63 = 6.23$

### Momentos y excentricidades.

#### A. Azotea

$L = 8.70$  m;  $a = 1.90$ ;  $m = 1.90/8.7 = L/5$

$h = 3.20$  m,  $h = 6.40$  m en P. B.,  $h = 4.86$  m en Sótano 1

Factores de rigidez:

$K_c = 1/3.20 = 0.31$ ,  $K_v = 1/8.70 = 0.11$

$F_{dc} = 0.31/(0.31+0.11) = 0.74$ ;  $\Sigma K_e = 0.42$

$F_{dv} = 0.11/(0.31+0.11) = 0.26$

$M_e = wL^2/12 - wa^2/2$

$M_c = wL^2 * (1/12 - (1/5)^2/2) * 0.74 = wL^2/21$

$M_v = wL^2/15$

$e_o = (wL^2/21)/(wL/2 + wL/5) = L/15$

$e_{0E} = 8.70/15 = 0.58$  m

#### B. Entrepiso

Factores de rigidez: son los mismos de azotea con 2 columnas

$F_{dc} = 0.31/(0.31*2+0.11) = 0.42$ ;  $\Sigma K_e = 0.73$

$F_{dv} = 0.11/(0.31*2+0.11) = 0.15$

$M_e = wL^2/12 - wa^2/2$

$M_c = wL^2 * (1/12 - (1/5)^2/2) * 0.42 = wL^2/37$

$M_v = wL^2/14$

$e_o = (wL^2/37)/(wL/2 + wL/5) = L/26$

$e_{0E} = 8.70/26 = 0.33$  m

#### B1. Entrepiso Nivel 1

Factores de rigidez:

$Col = I/h = 1/6.40 = 0.16$

$F_{dc} = 0.16/(0.16+0.31+0.11) = 0.28$ ;  $\Sigma K_e = 0.58$

$F_{dv} = 0.11/(0.16+0.31+0.11) = 0.19$

$M_e = wL^2/12 - wa^2/2$

$M_c = wL^2 * (1/12 - (1/5)^2/2) * 0.28 = wL^2/56$

$M_v = wL^2/14$

$e_o = (wL^2/56)/(wL/2 + wL/5) = L/39$

$e_{0EN1} = 8.70/39 = 0.22$  m

#### B2. Entrepiso Nivel P.B.

Factores de rigidez:

$Col = I/h = 1/4.86 = 0.21$

$F_{dc} = 0.21/(0.21+0.28+0.11) = 0.35$ ;  $\Sigma K_e = 0.60$

$F_{dv} = 0.11/(0.21+0.28+0.11) = 0.18$ ;

$M_e = wL^2/12 - wa^2/2$

$M_c = wL^2 * (1/12 - (1/5)^2/2) * 0.35 = wL^2/45$

$M_v = wL^2/14$

$e_o = (wL^2/45)/(wL/2 + wL/5) = L/32$

$e_{0EPB} = 8.70/32 = 0.27$  m

Los momentos en losas resultan de aproximadamente  $wL^2/15$  para azoteas y  $wl^2/14$  para el resto. En centros de claro el momento positivo se calcula con  $M_+ = wl^2/8 - wL^2/14$  o 15

### Columnas Interiores.

Las cargas muertas están balanceadas y no producen momentos, solamente las cargas vivas en la relación:

$R = w_{uv}/w_u$

$M_e = w_{uv}L^2/12 = w_uL^2/12 * R$ ;  $e_o = M_e/w_uL = L/12 * R = 0.73R$

$e_{0EI} = 0.73R * K_c / (\Sigma k_e + K_v)$

Azotea:  $e_{0EI} = 0.73 * (200 * 1.7/1120) * 0.31/0.53 = 0.13$  m

Entr. tipo:  $e_{0EI} = 0.73 * (250 * 1.7/1550) * 0.31/0.84 = 0.07$  m

Nivel 1:  $e_{0EN1} = 0.73 * (250 * 1.7/1550) * 0.16/0.69 = 0.05$  m

Nivel PB:  $e_{0EPB} = 0.73 * (250 * 1.7/1550) * 0.21/0.71 = 0.06$  m

### Dirección Norte-Sur

## Columnas Exteriores.

### A. Azotea.

$$\text{Ancho Tributario} = (8.7+8.7)/2 = 8.7 \text{ m}$$

$$L = 8.0 \text{ m}; a = 2.23 \text{ m} = 2.23/8.0 = L/4$$

$$h = 3.2 \text{ m}; h = 6.40 \text{ m en P.B.}; h = 4.86 \text{ m en sótano 1}$$

Factores De Rigidez:

$$\text{Col} = I/h = 1/3.2 = 0.31$$

$$\text{Viga} = I/L = 1/8.0 = 0.13$$

$$\text{Fdc} = 0.31/(0.31+0.13) = 0.70; \quad \Sigma K = \mathbf{0.44}$$

$$\text{Fdv} = 0.13/(0.31+0.13) = 0.30$$

$$\text{Me} = wL^2/12-wa^2/2$$

$$\text{Mc} = wL^2 * (1/12-(1/4)^2/2)*0.70 = wL^2/28$$

$$\mathbf{Mv = wL^2/15}$$

$$e_{0N} = (wL^2/28)/(wL/2+wL/4) = L/21$$

$$e_{0N} = 8.0/21 = \mathbf{0.38 \text{ m}}$$

### B. Entrepiso

Factores De Rigidez:

Son los mismos de azotea, con dos columnas

$$\text{Fdc} = 0.31/(0.31*2+0.13) = 0.41; \quad \Sigma K = \mathbf{0.75}$$

$$\text{Fdv} = 0.13/(0.31*2+0.13) = 0.17$$

$$\text{Me} = wL^2/12-wa^2/2$$

$$\text{Mc} = wL^2 * (1/12-(1/4)^2/2)*0.41 = wL^2/47$$

$$\mathbf{Mv = wL^2/14}$$

$$e_{0N} = (wL^2/47)/(wL/2+wL/4) = L/35$$

$$e_{0N} = 8.0/35 = \mathbf{0.23 \text{ m}}$$

### B1. Entrepiso N1

Factores De Rigidez:

$$\text{Col} = I/H = 1/6.40 = 0.16$$

$$\text{Fdc} = 0.16/(0.16+0.31+0.13) = 0.27; \quad \Sigma K = \mathbf{0.60}$$

$$\text{Fdv} = 0.13/(0.16+0.31+0.13) = 0.22$$

$$\text{Me} = wL^2/12-wa^2/2$$

$$\text{Mc} = wL^2 * (1/12-(1/4)^2/2)*0.27 = wL^2/71$$

$$\mathbf{Mv = wL^2/14}$$

$$e_{0N} = (wL^2/71)/(wL/2+wL/4) = L/53$$

$$e_{0NN1} = 8.0/53 = \mathbf{0.15 \text{ m}}$$

### B2. Entrepiso Nivel P.B.

Factores de rigidez:

$$\text{Col} = I/h = 1/4.86 = 0.21$$

$$\text{Fdc} = 0.21/(0.21+0.31+0.13) = 0.32; \quad \Sigma K = 0.65$$

$$\text{Fdv} = 0.13/(0.21+0.31+0.13) = 0.19$$

$$\text{Me} = wL^2/12-wa^2/2$$

$$\text{Mc} = wL^2 * (1/12-(1/4)^2/2)*0.32 = wL^2/59$$

$$\mathbf{Mv = wL^2/14}$$

$$e_{0N} = (wL^2/59)/(wL/2+wL/4) = L/44$$

$$e_{0NPB} = 8.0/44 = \mathbf{0.18 \text{ m}}$$

En este caso los momentos negativos son de  $wL^2/15$  y  $wL^2/14$

## Columnas Interiores.

$$R = wuv/wu$$

$$\text{Me} = wuvL^2/12 = wuL^2/12*R; \quad e_0 = \text{Me}/wuL = L/12*R = 0.67R$$

$$e_{0EI} = 0.67R*Kc / (\Sigma k_e + K_v)$$

$$\text{Azotea: } e_{0EI} = 0.67*(200*1.7/1120)*0.31/0.57 = \mathbf{0.11 \text{ m}}$$

$$\text{Entr. tipo: } e_{0EI} = 0.67*(250*1.7/1550)*0.31/0.88 = \mathbf{0.07 \text{ m}}$$

$$\text{Nivel 1: } e_{0EN1} = 0.67*(250*1.7/1550)*0.16/0.73 = \mathbf{0.04 \text{ m}}$$

$$\text{Nivel PB: } e_{0EPB} = 0.67*(250*1.7/1550)*0.21/0.78 = \mathbf{0.05 \text{ m}}$$

Los momentos son constantes en cada nivel, la carga axial es acumulativa, por lo que la excentricidad se reduce con la cantidad de pisos de acuerdo con la formula:

$$e_1 = e_0*(P_u/\Sigma P_u)$$

Por sismo o por viento, con puntos de inflexión a media altura neta, la excentricidad es:  $e_2 = Mw/R$  o  $Ms/R$

$$\mu = V_{urs} \cdot h/2; P_{urs} = \Sigma P_{ur}; e_2 = M_{urs}/P_{urs} = V_{urs} \cdot h/2/\Sigma P_{ur};$$

$$h_n = 2.85 \text{ m}; e_2 = 1.425 \cdot V_{urs}/\Sigma P_{ur}, e_T = e_1 + e_2$$

$$h_n = 6.00 \text{ m}; e_2 = 3.000 \cdot V_{urs}/\Sigma P_{ur}, e_T = e_1 + e_2$$

$$h_n = 4.49 \text{ m}; e_2 = 2.245 \cdot V_{urs}/\Sigma P_{ur}, e_T = e_1 + e_2$$

Las fórmulas de resistencia de columnas tienen implícita una excentricidad mínima de  $b/10$ , estos es:  $e_{min} = 0.1b$ , resultando las fórmulas de cargas axiales equivalentes siguientes. Nótese que sustituyendo  $e = 0.1b$ , resulta  $R_u = P_u$

Condición 1, Cargas muertas y vivas:

$$R_{u1} = P_{u1} \cdot (0.4 + 6e_1/b) \geq P_{u1}$$

Condición 2, Cargas muertas y vivas reducidas + viento o sismo:

$$R_{ur2} = 0.75 \cdot P_{ur2} \cdot (0.4 + 6e_T/b) \geq P_{ur2} \text{ viento}$$

$$R_{ur2} = 0.75 \cdot 1.10 \cdot P_{ur2} \cdot (0.4 + 6e_T/b) \geq P_{ur2} \text{ sismo}$$

Si  $R_{ur2} < R_{u1}$ , viento o sismo no rigen

En donde "b" es el ancho de columna, pedestal o zapata, respectivamente, en la dirección estudiada del viento o sismo.

## Fórmulas

:

### Columnas y Pedestales.

$$P_{u1} = (1.4w_m + 1.7w_v) \cdot A \quad (\text{Condición 1});$$

$$e_1 = e_o \cdot (P_{u1}/\Sigma P_{u1});$$

### Dirección E-O Sismo

Clave: ( $e_{ext}/e_{int}$ )

$$e_o = 0.58/0.13 \text{ m (Azotea)}; e_o = 0.33/0.07 \text{ m (Entrepiso tipo)}$$

$$e_o = 0.22/0.05 \text{ m (Niv.1)}; e_o = 0.27/0.06 \text{ m (Niv. PB)}$$

$$P_{ur} = 1.4w_m + 1.7w_{vr}; e_{1r} = e_o \cdot (P_{ur}/\Sigma P_{ur});$$

$$V_{us} = \Sigma F_{us}$$

$$e_2 = (h/2) \cdot V_{us}/\Sigma P_{ur}; e_T = e_{1r} + e_2$$

$$\text{Condición 1: } R_{u1} = \Sigma P_{u1} \cdot (0.4 + 6e_1/b) \geq \Sigma P_{u1}$$

$$\text{Condición 2: } R_{ur} = 0.75 \cdot 1.1 \cdot \Sigma P_{ur} \cdot (0.4 + 6e_T/b) \geq \Sigma P_{ur}$$

### Dirección N-S Viento

(ext/int)

$$e_o = 0.38/0.11 \text{ m (Azotea)}; e_o = 0.23/0.07 \text{ m (Entrepiso tipo)}$$

$$e_o = 0.15/0.04 \text{ m (Niv.1)}; e_o = 0.18/0.05 \text{ m (Niv. PB)}$$

$$P_{ur} = 1.4w_m + 1.7w_{vr}; e_{1r} = e_o \cdot (P_{ur}/\Sigma P_{ur});$$

$$V_{uw} = \Sigma F_{uw};$$

$$e_2 = (h/2) \cdot V_{us}/\Sigma P_{ur}; e_T = e_1 + e_2$$

$$\text{Condición 1: } R_{u1} = \Sigma P_{u1} \cdot (0.4 + 6e_1/b) \geq \Sigma P_{u1}$$

$$\text{Condición 2: } R_{ur} = 0.75 \cdot \Sigma P_{ur} \cdot (0.4 + 6e_T/b) \geq \Sigma P_{ur}$$

### Zapatas.

$$R_{u1} = \Sigma P_{u1} \cdot (1 + 6e_1/b) \geq \Sigma P_{u1}$$

$$R_{u2} = 0.75 \cdot \Sigma P_{u2} \cdot (1 + 6e_T/b) \geq \Sigma P_{u2} \text{ viento}$$

$$R_{u2} = 0.75 \cdot 1.1 \cdot \Sigma P_{u2} \cdot (1 + 6e_T/b) \geq \Sigma P_{u2} \text{ sismo}$$

Si  $R_{u1} > R_{u2}$  Rige Condición 1

Si  $R_{u1} < R_{u2}$  Rige Condición 2

## Columnas Exteriores

### Dirección Norte-Sur

Nivel	Pu	ΣPu	e1	WtN	VwN	Pur	ΣPur	es2	esT	R11	R1	R21w	R22w	R2w	Rwds	FCE
N Az	515	515	0.38	74.0	74	414	414	0.19	0.57	2555	2555	2252	310	2252	2555	5.0
N P.A.P.H	708	1223	0.13	32.7	107	584	998	0.11	0.24	2444	2444	2521	748	2521	2521	2.1
N P.B.P.H	708	1931	0.08	32.1	139	584	1582	0.09	0.17	2727	2727	3010	1186	3010	3010	1.6
N 14	708	2639	0.06	31.5	170	584	2166	0.08	0.14	2685	2685	3016	1623	3016	3016	1.1
N 13	708	3347	0.05	30.8	201	584	2750	0.08	0.13	2968	3348	3439	2061	3439	3439	1.0
N 12	708	4055	0.04	30.0	231	584	3334	0.07	0.11	2844	4056	3141	2489	3141	4056	1.0
N 11	708	4763	0.03	29.3	260	584	3918	0.07	0.10	3127	4764	3483	2989	3483	4764	1.0
N 10	708	5471	0.03	28.5	289	584	4502	0.07	0.10	3275	5473	3663	3374	3663	5473	1.0
N 9	708	6179	0.03	27.6	317	584	5086	0.07	0.10	3558	6181	3886	3612	3886	6181	1.0
N 8	708	6887	0.02	26.7	343	584	5670	0.06	0.08	3841	6889	4204	4249	4249	6889	1.0
N 7	708	7595	0.02	25.7	369	584	6254	0.06	0.08	4016	7597	42524	4687	4687	7597	1.0
N 6	708	8303	0.02	24.7	394	584	6838	0.06	0.08	4299	8305	4546	5124	5124	8305	1.0
N 5	708	9011	0.02	23.5	417	584	7422	0.06	0.08	4583	9014	4834	5562	5562	9014	1.0
N 4	708	9719	0.02	22.1	439	584	8006	0.06	0.08	4703	9722	5116	6000	6000	9722	1.0
N 3	708	10427	0.02	20.6	460	584	8590	0.06	0.08	4863	10430	5390	6437	6437	10430	1.0
N 2	708	11135	0.01	12.5	472	584	9174	0.06	0.07	52670	11138	5625	6875	6875	11138	1.0
N 1	798	11933	0.01	18.7	491	673	9847	0.11	0.12	5373	11936	8368	7380	8368	11936	1.0
N P.B.	1536	13469	0.02	12.5	504	1320	11167	0.08	0.10	6772	13473	7401	8370	8370	13473	1.0
N S1	1468	14937	0.02	0.0	504	1144	12311	0.04	0.06	7077	14940	6389	9228	9228	14940	1.0
N S2	572	15509	0.01	0.0	504	446	12757	0.04	0.05	6634	15513	6108	9563	9563	15513	1.0
Pedestal	4	15513	0.00	0	504	4	12761	0.04	0.04	6211	15517	5766	9566	9566	15517	1.0
Zapata	8	15525	0.00	0	504	8	12770	0.04	0.04	15529	15529	10439	9572	10439	15529	1.0
		15513		504		12757										
		Cond I				Cond II				Cond I				Cond II		

### Dirección Oriente-Poniente

Nivel	Pu	ΣPu	e1	VusE	Pur	ΣPur	es2	esT	R11	R1	R21s	R22s	R2s	Rwds	Rdis	FCE
N Az	515	515	0.58	17	414	414	0.06	0.64	4190	4190	3047	341	3047	4190	4190	8.1
N P.A.P.H	708	1223	0.19	40	584	998	0.06	0.25	3605	3605	3056	823	3056	3605	3605	2.9
N P.B.P.H	708	1932	0.12	62	584	1582	0.06	0.18	3889	3889	3600	1304	3600	3889	3889	2.0
N 14	708	2640	0.09	83	584	2166	0.05	0.14	4172	4172	4121	1786	4121	4172	4172	1.6
N 13	708	3348	0.07	102	584	2750	0.05	0.12	4455	4455	4622	2267	4622	4622	4622	1.4
N 12	708	4056	0.06	121	584	3334	0.05	0.11	4739	4739	5104	2748	5104	5104	5104	1.3
N 11	708	4764	0.05	138	584	3918	0.05	0.10	5022	5022	5566	32230	5566	5566	5566	1.2
N 10	708	5473	0.04	154	584	4502	0.05	0.09	5305	5473	6011	3711	6011	6011	6011	1.1
N 9	708	6181	0.04	169	584	5086	0.05	0.09	5588	6181	6436	4193	6436	6436	6436	1.0
N 8	708	6889	0.03	182	584	5670	0.05	0.08	5872	6889	6843	4674	6843	6889	6843	1.0
N 7	708	7597	0.03	195	584	6254	0.04	0.07	6155	7597	7231	5155	7231	7597	7597	1.0
N 6	708	8305	0.03	206	584	6838	0.04	0.07	6438	8305	7601	5637	7601	8305	8305	1.0
N 5	708	9014	0.03	216	584	7422	0.04	0.07	6721	9014	7952	6118	7952	9014	9014	1.0
N 4	708	9722	0.02	225	584	8006	0.04	0.06	6226	9722	8285	6600	8285	9722	9722	1.0
N 3	708	10430	0.02	233	584	8590	0.04	0.06	6509	10430	8600	7081	8600	10430	10430	1.0
N 2	708	11138	0.02	240	584	9174	0.04	0.06	6792	11138	8896	7562	8896	11138	11138	1.0
N 1	798	11936	0.01	246	673	9847	0.07	0.08	6530	11936	12950	8118	12950	12950	11936	1.0
N P.B.	1536	13473	0.03	253	1320	11167	0.05	0.08	9537	13473	13730	9207	13730	13730	13473	1.0
N S1	1468	14940	0.03	255	1144	12311	0.03	0.06	10820	14940	12445	10151	12445	14940	14940	1.0
N S2	572	15513	0.01	255	446	12757	0.03	0.04	8094	15513	9912	10519	10519	15513	15513	1.0
Pedestal	4	15517	0.00	255	4	12761	0.03	0.03	6218	15517	7816	10522	10522	15517	15517	1.0
Zapata	8	15525	0.00	255	8	12770	0.03	0.03	15531	15531	11175	10529	11175	15531	15531	1.0
		15513				12761										
		Cond I				Cond II				Cond I				Cond II		

Nótese que en los pisos inferiores, desde la cimentación hasta el nivel 14 de la dirección Norte- Sur, y hasta el nivel 9 de la dirección Oriente Poniente, el viento y el sismo no tienen efectos. En estos casos las columnas se calculan solo para las cargas muertas y vivas solamente, multiplicadas por los factores FC críticos. Para su revisión detallada se anexan tablas completas en Excel

## Columnas Interiores

### Dirección Norte-Sur

Nivel	Pu	ΣPu	e1	WuTN	VuwN	Pur	ΣPur	ew2	ewT	R11	R1	R21w	R22w	R2w	FCIN
N. Az.	515	515	0.11	74	74	414	414	0.19	0.30	886	886	1246	310	1357	2.4
N. P.A.P.H.	708	1223	0.04	33	107	584	997	0.11	0.15	1084	1223	1690	748	1742	1.4
N. P.B.P.H.	708	1932	0.03	32	139	584	1581	0.09	0.12	1368	1932	2175	1186	2227	1.1
N. 14	708	2640	0.02	31	170	584	2164	0.08	0.10	1552	2640	2320	1623	2363	1.0
N. 13	708	3348	0.01	31	201	584	2748	0.08	0.09	1835	3348	2741	2061	2785	1.0
N. 12	708	4056	0.01	30	231	584	3331	0.07	0.09	1994	4056	2618	2499	2651	1.0
N. 11	708	4764	0.01	29	260	584	3915	0.07	0.08	2278	4764	2969	2936	3002	1.0
N. 10	708	5473	0.01	29	289	584	4499	0.07	0.08	2520	5473	3097	3374	3374	1.0
N. 9	708	6181	0.01	28	317	584	5082	0.07	0.08	2803	6181	3420	3812	3812	1.0
N. 8	708	6889	0.01	27	343	584	5666	0.06	0.07	3086	6889	3738	4249	4249	1.0
N. 7	708	7597	0.01	26	369	584	6249	0.06	0.07	3336	7597	3833	4687	4687	1.0
N. 6	708	8305	0.01	25	394	584	6833	0.06	0.07	3620	8305	4127	5124	5124	1.0
N. 5	708	9014	0.01	23	417	584	7416	0.06	0.07	3903	9014	4415	5562	5562	1.0
N. 4	708	9722	0.01	22	439	584	8000	0.06	0.06	4137	9722	4696	6000	6000	1.0
N. 3	708	10430	0.00	21	460	584	8583	0.06	0.06	4420	10430	4970	6437	6437	1.0
N. 2	708	11138	0.00	12	472	584	9167	0.06	0.06	4703	11138	5205	6875	6875	1.0
N. 1	798	11936	0.00	19	491	673	9840	0.11	0.11	4934	11936	8042	7380	8072	1.0
N. P.B.	1536	13473	0.00	12	504	1320	11160	0.08	0.08	5696	13473	6733	8370	8370	1.0
N. S1	1468	14940	0.00	0	504	1144	12304	0.04	0.05	6270	14940	5891	9228	9228	1.0
N. S2	572	15513	0.00	0	504	446	12750	0.04	0.04	6319	15513	5914	9563	9563	1.0
Pedestal	4	15517	0.00	0	504	4	12754	0.05	0.05	6207	15517	6002	9566	9566	1.0
Zapata	8	15525	0.00	0	504	8	12763	0.05	0.05	15526	15526	10544	9572	10544	1.0
	15509			503.5		12750									
	Cond I					Cond	II			Cond. I				Cond. II	

### Dirección Oriente-Poniente

Nvl	Pu	ΣPu	e1	VuE	Pu	ΣPu	e2	esT	R11	R1	R21s	R22s	R2s	Rcds1	Rds	FCI
N Az	515	515	0.13	17.2	414	414	0.06	0.19	1099	1099	998	341	998	1099	1246	2.4
N PAPH	708	1223	0.04	40.3	584	997	0.06	0.10	1150	1223	1405	823	1405	1405	1690	1.4
N PBPB	708	1932	0.03	62.2	584	1581	0.06	0.08	1434	1932	1942	1304	1942	1942	2175	1.1
N 14	708	2640	0.02	82.9	584	2164	0.05	0.07	1717	2640	2460	1786	2460	2460	2640	1.0
N 13	708	3348	0.01	102.4	584	2748	0.05	0.07	2000	3348	2959	2267	2959	3348	3348	1.0
N 12	708	4056	0.01	120.8	584	3331	0.05	0.06	2283	4056	3440	2748	3440	4056	4056	1.0
N 11	708	4764	0.01	137.9	584	3915	0.05	0.06	2567	4764	3902	3230	3902	4764	4764	1.0
N 10	708	5473	0.01	153.9	584	4499	0.05	0.06	2850	5473	4346	3711	4346	5473	5473	1.0
N 9	708	6181	0.01	168.8	584	5082	0.05	0.06	3133	6181	4771	4193	4771	6181	6181	1.0
N 8	708	6889	0.01	182.4	584	5666	0.05	0.05	3417	6889	5177	4674	5177	6889	6889	1.0
N 7	708	7597	0.01	194.9	584	6249	0.04	0.05	3700	7597	5665	5155	5665	7597	7597	1.0
N 6	708	8305	0.01	206.2	584	6833	0.04	0.05	3983	8305	5935	5637	5935	8305	8305	1.0
N 5	708	9014	0.01	216.3	584	7416	0.04	0.05	4266	9014	6286	6118	6286	9014	9014	1.0
N 4	708	9722	0.01	225.2	584	8000	0.04	0.05	4549	9722	6619	6600	6619	9722	9722	1.0
N 3	708	10430	0.00	233.0	584	8583	0.04	0.04	4832	10430	6933	7081	7081	10430	10430	1.0
N 2	708	11138	0.00	239.5	584	9167	0.04	0.04	5115	11138	7229	7562	7562	11138	11138	1.0
N 1	798	11936	0.00	245.8	673	9840	0.07	0.08	5398	11936	11720	8118	11720	11936	11936	1.0
N P.B.	1536	13473	0.01	252.7	1320	11160	0.05	0.06	6311	13473	10790	9207	10790	13473	13473	1.0
N S1	1468	14940	0.01	255.0	1144	12304	0.03	0.04	7003	14940	8988	10151	10151	14940	14940	1.0
N S2	572	15513	0.00	255.0	446	12750	0.03	0.03	6606	15513	8667	10519	10519	15513	15513	1.0
Pedestal	4	15517	0.00	255.0	4	12754	0.03	0.03	6210	15517	8251	10522	10522	15517	15517	1.0
Zapata	8	15525	0.00	255.0	8	12763	0.03	0.03	15527	15527	11252	10529	11252	15527	15527	1.0
	15513				12750											
	Cond I			Cond	II				Cond I					Cond II		

Nótese que, al igual que en las tablas anteriores, en los pisos inferiores, desde la cimentación hasta el nivel 14 en ambas direcciones, el viento y el sismo no tienen efectos. En estos casos las columnas se calculan solo para las cargas muertas y vivas solamente, multiplicadas por los factores FC críticos. Para su revisión detallada se anexan tablas completas en Excel, incluyendo fórmulas.

Comparando las cuatro tablas anteriores se establecieron los factores de diseño que se presentan en las tablas siguientes:

**Nota importante:** El edificio tiene un núcleo de elevadores y escaleras, como una especie de silos de concreto reforzado, que suponemos, conservadoramente, tomarán el 20% de la carga total en ambas direcciones. El sismo, por otro lado, no es una carga que exijan las normas locales, por ser inexistente; sin embargo,

presentaremos el cálculo para cumplir con normas nacionales, como las de la CFE; pero vamos a reducirla de tal manera que no sea mayor que la de viento, multiplicándola por  $(161/255) = 0.63$ . En las columnas, como se vio, no se necesita aplicar esta medida y solo utilizará en las losas. A continuación se presentan las tablas de factores que se aplicarán a las losas, en ambas direcciones, con las consideraciones anteriores.

## FACTORES PARA LOSAS DIRECCIÓN NORTE-SUR

Nivel	Pu	ΣPu	e1	Mu(m+v)	Mu1	Pur	ΣPur	Mu(m+vr)	Mur1	ew2	MuwN	Mu2	Mud1	Rige	Flosa
N. Az.	515	515	0.53	275	275	414	414	221	221	0.20	84	84	275	I	1.00
N. P.A.P.H.	708	1223	0.33	405	679	584	997	330	551	0.12	122	206	679	I	1.00
N. P.B.P.H.	708	1932	0.21	405	809	584	1581	331	661	0.10	158	280	809	I	1.00
N. 14	708	2640	0.15	405	809	584	2164	332	663	0.09	194	352	809	I	1.00
N. 13	708	3348	0.12	405	809	584	2748	332	664	0.08	229	423	816	II	1.01
N. 12	708	4056	0.10	405	809	584	3331	332	665	0.08	263	493	868	II	1.07
N. 11	708	4764	0.08	405	809	584	3915	333	665	0.08	297	560	919	II	1.14
N. 10	708	5473	0.07	405	809	584	4499	333	665	0.07	329	626	969	II	1.20
N. 9	708	6181	0.07	405	809	584	5082	333	665	0.07	361	690	1017	II	1.26
N. 8	708	6889	0.06	405	809	584	5666	333	666	0.07	391	752	1063	II	1.31
N. 7	708	7597	0.05	405	809	584	6249	333	666	0.07	421	812	1108	II	1.37
N. 6	708	8305	0.05	405	809	584	6833	333	666	0.07	449	869	1151	II	1.42
N. 5	708	9014	0.04	405	809	584	7416	333	666	0.06	476	924	1193	II	1.47
N. 4	708	9722	0.04	405	809	584	8000	333	666	0.06	501	976	1232	II	1.52
N. 3	708	10430	0.04	405	809	584	8583	333	666	0.06	524	1025	1268	II	1.57
N. 2	708	11138	0.04	405	809	584	9167	333	666	0.06	538	1063	1297	II	1.60
N. 1	798	11936	0.05	638	1043	673	9840	526	859	0.12	1179	1717	1932	II	1.85
N. P.B.	1536	13473	0.09	1229	934	1320	11160	1018	772	0.08	908	1043	1362	II	1.46
N. S1	1468	14940	0.08	1174	1202	1144	12304	967	993	0.05	574	741	1300	II	1.08
N. S2	572	15513	0.03	458	816	446	12750	376	672	0.05	574	574	934	II	1.14
Pedestal	4	15517	0.00			4	12754			0.05					
Zapata	8	15525	0.00			8	12763			0.04					
<b>15513</b>				6345	13328	12750		5207			5338				
<b>Cond I</b>				16280	16280	Cond II		13376	13376		14213	14213			

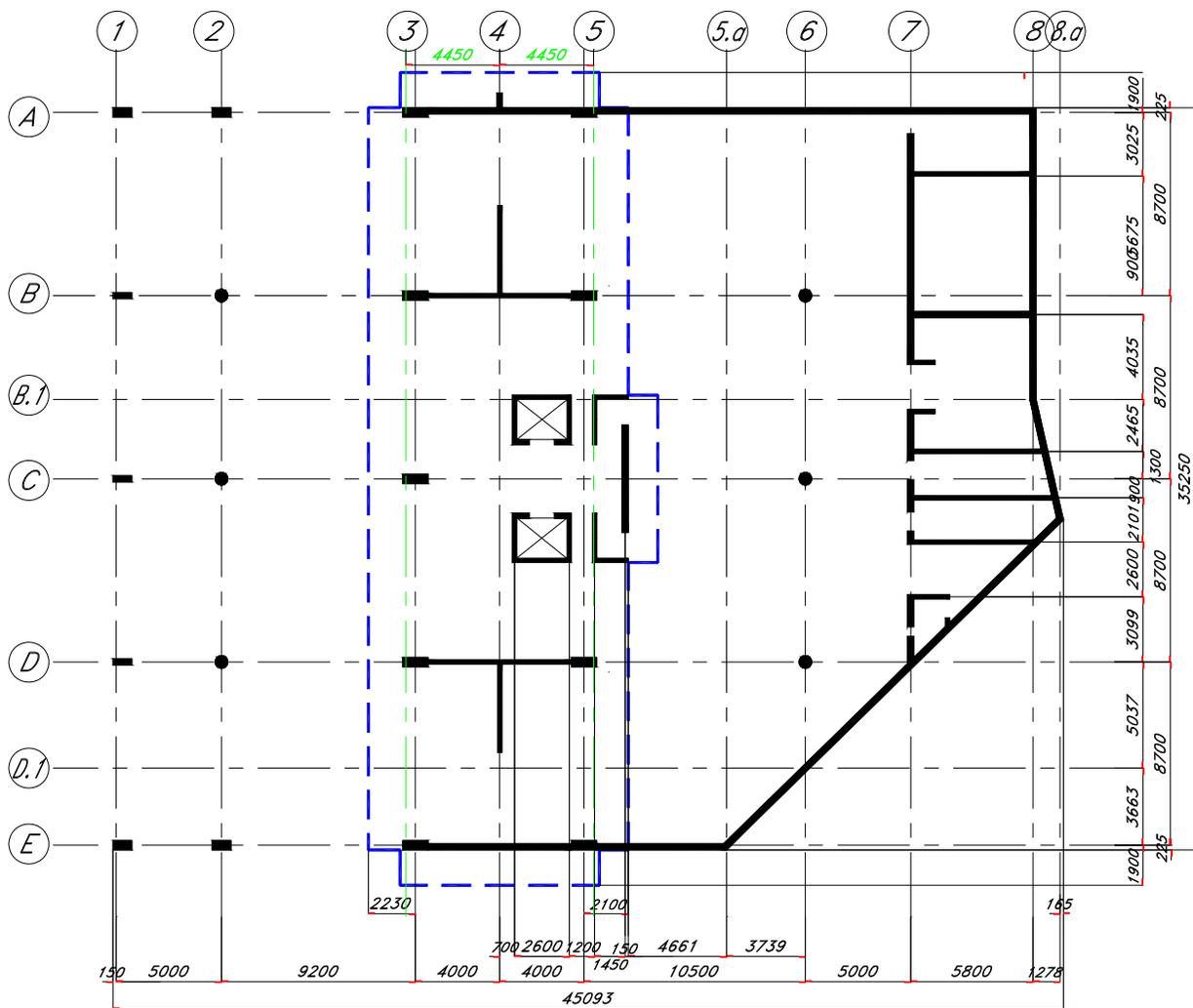
## FACTORES PARA LOSAS DIRECCIÓN ORIENTE-PONIENTE Y RESUMEN

En losas, viento o sismo no rigen en toda la altura del edificio en dirección EW y en los niveles 14 a 17 de la

Nivel	Pu	ΣPu	e2	Mu2(m+v)	Mu2	Pur	ΣITop	Mu(m+vr)	Mur2	es2	MusE	Mu3	Mud2	Rige	FlosaE	FlosaN
N. Az.	515	515	0.58	299	149	414	414	240	120	0.01	6	3	149	I	1.00	1.00
N. P.A.P.H.	708	1223	0.36	445	372	584	997	363	301	0.01	15	10	372	I	1.00	1.00
N. P.B.P.H.	708	1932	0.23	445	445	584	1581	364	363	0.01	23	19	445	I	1.00	1.00
N. 14	708	2640	0.17	445	445	584	2164	365	364	0.01	32	28	445	I	1.00	1.00
N. 13	708	3348	0.13	445	445	584	2748	365	365	0.01	41	36	445	I	1.00	1.01
N. 12	708	4056	0.11	445	445	584	3331	365	365	0.01	49	45	445	I	1.00	1.07
N. 11	708	4764	0.09	445	445	584	3915	365	365	0.01	58	54	445	I	1.00	1.14
N. 10	708	5473	0.08	445	445	584	4499	366	365	0.01	67	62	445	I	1.00	1.20
N. 9	708	6181	0.07	445	445	584	5082	366	366	0.01	75	71	445	I	1.00	1.26
N. 8	708	6889	0.06	445	445	584	5666	366	366	0.01	84	80	445	I	1.00	1.31
N. 7	708	7597	0.06	445	445	584	6249	366	366	0.01	93	88	445	I	1.00	1.37
N. 6	708	8305	0.05	445	445	584	6833	366	366	0.01	101	97	445	I	1.00	1.42
N. 5	708	9014	0.05	445	445	584	7416	366	366	0.01	110	106	445	I	1.00	1.47
N. 4	708	9722	0.05	445	445	584	8000	366	366	0.01	119	114	445	I	1.00	1.52
N. 3	708	10430	0.04	445	445	584	8583	366	366	0.01	127	123	445	I	1.00	1.57
N. 2	708	11138	0.04	445	445	584	9167	366	366	0.01	136	132	445	I	1.00	1.60
N. 1	798	11936	0.04	501	473	673	9840	413	390	0.03	307	221	475	II	1.00	1.85
N. P.B.	1536	13473	0.07	965	733	1320	11160	799	606	0.02	262	284	733	I	1.00	1.46
N. S1	1468	14940	0.06	922	943	1144	12304	759	779	0.01	182	222	943	I	1.00	1.08
N. S2	572	15513	0.02	359	640	446	12750	295	527	0.01	189	186	640	I	1.00	1.14
Pedestal	4	15517	0.00			4	12754			0.02						
Zapata	8	15525	0.00			8	12763			0.02						
<b>15513</b>				9356		12750		7690			1887					
<b>Cond I</b>				9535	9535	Cond II		7837	7837		1981	1981				

dirección NS. Las losas se calcularán para los momentos negativos de cargas muertas y vivas, multiplicados por los factores correspondientes. Se anexan las tablas completas en Excel. Los valores de la columna FCE y FCI serán los que se usarán para la evaluación de cargas en las columnas, pedestales y zapatas, exteriores e interiores según el caso. Es notable que para la mayoría de las columnas el factor es 1.00, por lo que rige carga axial normal, pudiéndose despreciar las flexiones por cargas muertas, vivas, viento y sismo.

## 6. Columnas. Pedestales y Zapatas.



### PLANTA DE COLUMNAS Y MUROS

Verificar dimensiones en planos arquitectónicos

Para la evaluación de cargas en las columnas, se considerará su peso propio. En la siguiente tabla se muestran las secciones de columnas que se utilizarán en el proyecto, la mayoría de ellas son secciones requeridas por los arquitectos. El concreto de las columnas será  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ .

**Nota:** Los arquitectos corrieron 0.45 m hacia fuera los ejes de trazo "3" y "5", para hacerlos coincidir con ejes de vigas exteriores en las plantas de la torre, pero los ejes de las columnas no se modifican

## Secciones de Columnas

Marca	a (cm)	b (cm)	Ag (cm <sup>2</sup> )	Refuerzo	As (cm <sup>2</sup> )	φPn (ton)
C1	50	45	2250	16#5	31.84	392
C2*	90	30	1592	8#5	15.92	263
C3	90	45	4050	16#6	45.92	680
C4	100	45	4500	12#8	60.84	777
C4A	100	45	4500	24#8	121.68	911
C5*	90	45	1990	10#5	19.90	328
C6	120	45	5400	16#8	81.12	950
C7	120	45	5400	24#8	121.68	1040
C7A	120	60	7200	24#8	121.68	1297
C8	120	45	5400	32#8	162.24	1130
C8A	120	60	7200	32#8	162.24	1387
C9	120	45	5400	32#10	254.08	1332
C9A	120	60	7200	32#10	254.08	1589
C10	120	60	7200	48#10	381.12	1870
C11	φ60	-	2296	8#6	22.96	379

\*Las columnas C2 y C5 son arquitectónicas, con el 1% de refuerzo de la sección estrictamente necesaria, pero no menos del 0.5% de la sección total. En las siguientes tablas se muestran las cargas en cada una de las columnas y cada nivel, así como el tipo de pedestal y zapata que se utilizará en ellas.  $\phi P_n = (0.7 * 0.8 * (0.85 * 300 * (A_g - A_s) + 4200 * A_s)) / 1000$

## Pedestales

Todos los pedestales serán 5 cm mayores que las secciones de columnas con el mismo refuerzo.

## Tabla de Zapatas. (Adaptada de Manual CRSI 92)

Marca	a	b	d	Refuerzo	Pu.Ton
Z1	100	100	40	6#4 C/D.	160
Z2	120	120	55	8#4 C/D.	230
Z3	150	150	65	10#5 C/D.	360
Z4	270	270	100	14#8 C/D.	1166
Z5	340	340	130	25#8 C/D.	1850

## Tabla de Cargas en Columnas, Pedestales y Zapatas

Ejes	A	w <sub>m</sub>	w <sub>v</sub>	w <sub>u</sub>	P <sub>u</sub>	ΣP <sub>u</sub>	f <sub>e</sub>	P' <sub>u</sub>	Carga Tipo	Col. Tipo
1A 1E	10.88	2.360	0.000	3.304	36	36	1.00	36	Alberca	C5
Mca. CC1	12.43	0.480	0.000	0.672	8	44	1.00	44	Muros Alb.	C5
	10.88	0.713	0.388	1.658	18	62	1.00	62	Estac. 1	C5
	10.88	0.713	0.388	1.658	18	80	1.00	80	Estac. 2	C5
	0.48	4.800	0.000	6.720	3	83	1.00	83	50x95	P5
Zapata	1.00	1.080	0.000	1.512	2	85	1.00	85	100x100x45	Z1
2A 2E	24.36	2.360	0.000	3.304	80	80	1.00	80	Alberca	C5
Mca. CC1	17.94	0.480	0.000	0.672	12	92	1.00	92	Muros Alb.	C5
	5.66	0.953	0.250	1.759	10	102	1.50	153	P. Baja	C5
	30.89	0.673	0.299	1.451	45	147	1.00	147	Estac. 1	C5
	30.89	0.673	0.299	1.451	45	192	1.00	192	Estac. 2	C5
Pedestal	0.48	4.800	0.000	6.720	3	195	1.00	195	50x95	P5
Zapata	1.44	1.320	0.000	1.848	3	198	1.00	198	120x120x55	Z2

Continúa en la siguiente página.

**Tabla de Cargas en Columnas, Pedestales y Zapatas (Continuación)**

<i>Ejes</i>	<i>A</i>	<i>wm</i>	<i>wv</i>	<i>wu</i>	<i>Pu</i>	$\Sigma Pu$	<i>fe</i>	<i>P'u</i>	<i>Carga Tipo</i>	<i>Col. Tipo</i>	
<i>2B 2C 2D</i> <i>Mca. CC5</i>	41.33	2.360	0.000	3.304	137	137	1.00	137	Alberca	C11	
	15.23	0.480	0.000	0.672	10	147	1.00	147	Muros Alb.	C11	
	19.14	0.972	0.250	1.786	34	181	1.00	181	P. Baja	C11	
	61.77	0.556	0.274	1.244	77	258	1.00	258	Estac. 1	C11	
	61.77	0.556	0.274	1.244	77	335	1.00	335	Estac. 2	C11	
	<i>Pedestal</i>	0.42	4.800	0.000	6.720	3	338	1.00	338	65x65	P11
<i>Zapata</i>	2.25	1.440	0.000	2.016	5	343	1.00	<b>343</b>	150x150x65	Z3	
<i>3B 3C 3D</i> <i>Mca. CC6</i>	53.33	0.592	0.200	1.169	62	62	2.60	161	Azotea	C1	
	53.33	0.832	0.250	1.590	85	147	1.40	206	P.A. P.H	C1	
	53.33	0.832	0.250	1.590	85	232	1.10	255	P.B. P.H	C1	
	53.33	0.839	0.250	1.600	85	317	1.00	317	N. 14	C3	
	53.33	0.839	0.250	1.600	85	402	1.00	402	N. 13	C3	
	53.33	0.839	0.250	1.600	85	487	1.00	487	N. 12	C3	
	53.33	0.839	0.250	1.600	85	572	1.00	572	N. 11	C3	
	53.33	0.858	0.250	1.626	87	659	1.00	659	N.10	C3	
	53.33	0.858	0.250	1.626	87	746	1.00	746	N. 9	C4	
	53.33	0.858	0.250	1.626	87	833	1.00	833	N. 8	C4	
	53.33	0.858	0.250	1.626	87	920	1.00	920	N. 7	C4	
	53.33	0.858	0.250	1.626	87	1007	1.00	1007	N. 6	C8	
	53.33	0.858	0.250	1.626	87	1094	1.00	1094	N. 5	C8	
	53.33	0.878	0.250	1.654	88	1182	1.00	1182	N. 4	C8	
	53.33	0.878	0.250	1.654	88	1270	1.00	1270	N. 3	C9	
	53.33	0.878	0.250	1.654	88	1358	1.00	1358	N. 2	C9	
	53.33	1.096	0.250	1.959	104	1462	1.00	1462	N. 1	C10	
	75.26	0.884	0.250	1.663	125	1587	1.00	1587	P. Baja	C10	
	75.26	0.575	0.270	1.264	95	1682	1.00	1682	Estac. 1	C10	
	75.26	0.575	0.270	1.264	95	1777	1.00	1777	Estac. 2	C10	
<i>Pedestal</i>	0.63	4.800	0.000	6.720	4	1781	1.00	1781	65x125	P10	
<i>Zapata</i>	10.24	2.880	0.000	4.032	41	1822	1.00	<b>1822</b>	340x340x130	Z5	
<i>5B 5C 5D</i> <i>Mca. CC7</i>	53.07	0.593	0.200	1.170	62	62	2.60	161	Azotea	C1	
	53.07	0.833	0.250	1.591	84	146	1.40	204	P.A. P.H	C1	
	53.07	0.833	0.250	1.591	84	230	1.10	253	P.B. P.H	C1	
	53.07	0.839	0.250	1.600	85	315	1.00	315	N. 14	C3	
	53.07	0.839	0.250	1.600	85	400	1.00	400	N. 13	C3	
	53.07	0.839	0.250	1.600	85	485	1.00	485	N. 12	C3	
	53.07	0.839	0.250	1.600	85	570	1.00	570	N. 11	C3	
	53.07	0.859	0.250	1.628	86	656	1.00	656	N.10	C3	
	53.07	0.859	0.250	1.628	86	742	1.00	742	N. 9	C4	
	53.07	0.859	0.250	1.628	86	828	1.00	828	N. 8	C4A	
	53.07	0.865	0.250	1.636	87	915	1.00	915	N. 7	C4A	
	53.07	0.865	0.250	1.636	87	1002	1.00	1002	N. 6	C9	
	53.07	0.865	0.250	1.636	87	1089	1.00	1089	N. 5	C9	
	53.07	0.878	0.250	1.654	88	1177	1.00	1177	N. 4	C9	
	53.07	0.878	0.250	1.654	88	1265	1.00	1265	N. 3	C9	
	53.07	0.878	0.250	1.654	88	1353	1.00	1353	N. 2	C9	
	53.07	1.096	0.250	1.959	104	1457	1.00	1457	N. 1	C10	
	83.52	0.875	0.250	1.650	138	1595	1.00	1595	P. Baja	C10	
	83.52	0.570	0.268	1.254	105	1700	1.00	1700	Estac. 1	C10	
	83.52	0.570	0.268	1.254	105	1805	1.00	1805	Estac. 2	C10	
<i>Pedestal</i>	0.63	4.800	0.000	6.720	4	1809	1.00	1809	65x125	P10	
<i>Zapata</i>	10.24	2.880	0.000	4.032	41	1850	1.00	<b>1850</b>	340x340x130	Z5	
<i>6B 6C 6D</i> <i>Mca. CC5</i>	67.43	0.849	0.250	1.614	109	109	1.00	109	P.Baja	C11	
	67.43	0.553	0.272	1.237	83	192	1.00	192	Estac. 1	C11	
	67.43	0.553	0.272	1.237	83	275	1.00	275	Estac. 2	C11	
	<i>Pedestal</i>	0.42	4.800	0.000	6.720	3	278	1.00	278	65x65	P11
	<i>Zapata</i>	2.25	1.440	0.000	2.016	5	283	1.00	<b>283</b>	150x150x65	Z1

Continua en la siguiente página.

Tabla de Cargas en Columnas, Pedestales y Zapatas. (Continuación)

Ejes	A	wm	wv	wu	Pu	ΣPu	fe	Pu	Carga Tipo	Col. Tipo
3A 3E Mca. CC2	34.70	0.610	0.200	1.194	41	41	8.10	332	Azotea	C1
	34.70	0.850	0.250	1.615	56	97	2.90	281	P.A. P.H	C1
	34.70	0.850	0.250	1.615	56	153	2.00	306	P.B. P.H	C1
	34.70	0.860	0.250	1.629	57	210	1.60	336	N. 14	C3
	34.70	0.860	0.250	1.629	57	267	1.40	374	N. 13	C3
	34.70	0.880	0.250	1.657	57	324	1.30	421	N. 12	C3
	34.70	0.880	0.250	1.657	57	381	1.20	457	N. 11	C3
	34.70	0.890	0.250	1.671	58	439	1.10	483	N.10	C3
	34.70	0.890	0.250	1.671	58	497	1.00	497	N. 9	C4
	34.70	0.890	0.250	1.671	58	555	1.00	555	N. 8	C4
	34.70	0.900	0.250	1.685	58	613	1.00	613	N. 7	C4
	34.70	0.900	0.250	1.685	58	671	1.00	671	N. 6	C4
	34.70	0.900	0.250	1.685	58	729	1.00	729	N. 5	C6
	34.70	0.900	0.250	1.685	58	787	1.00	787	N. 4	C6
	34.70	0.900	0.250	1.685	58	845	1.00	845	N. 3	C6
	34.70	0.900	0.250	1.685	58	903	1.00	903	N. 2	C6
	34.70	1.139	0.250	2.020	70	973	1.00	973	N. 1	C7A
	37.41	0.968	0.250	1.780	67	1040	1.00	1040	P. Baja	C7A
	37.41	0.631	0.290	1.376	51	1091	1.00	1091	Estac. 1	C8A
37.41	0.631	0.290	1.376	51	1142	1.00	1142	Estac. 2	C9A	
Pedestal Zapata	0.63	4.800	0.000	6.720	4	1146	1.00	1146	50x125	P9A
	6.25	2.160	0.000	3.024	19	1165	1.00	1165	270x270x100	Z4
5A 5E Mca. CC3	34.14	0.611	0.200	1.195	41	41	8.10	332	Azotea	C1
	34.14	0.851	0.250	1.616	55	96	2.90	278	P.A. P.H	C1
	34.14	0.851	0.250	1.616	55	151	2.00	302	P.B. P.H	C1
	34.14	0.861	0.250	1.630	56	207	1.60	331	N. 14	C3
	34.14	0.861	0.250	1.630	56	263	1.40	368	N. 13	C3
	34.14	0.861	0.250	1.630	56	319	1.30	415	N. 12	C3
	34.14	0.861	0.250	1.630	56	375	1.20	450	N. 11	C3
	34.14	0.891	0.250	1.672	57	432	1.10	475	N.10	C3
	34.14	0.891	0.250	1.672	57	489	1.00	489	N. 9	C4
	34.14	0.891	0.250	1.672	57	546	1.00	546	N. 8	C4
	34.14	0.901	0.250	1.686	58	604	1.00	604	N. 7	C4
	34.14	0.901	0.250	1.686	58	662	1.00	662	N. 6	C4
	34.14	0.901	0.250	1.686	58	720	1.00	720	N. 5	C4
	34.14	0.901	0.250	1.686	58	778	1.00	778	N. 4	C6
	34.14	0.901	0.250	1.686	58	836	1.00	836	N. 3	C6
	34.14	0.901	0.250	1.686	58	894	1.00	894	N. 2	C6
	34.14	1.142	0.250	2.024	69	963	1.00	963	N. 1	C7A
	21.00	1.100	0.250	1.965	41	1004	1.00	1004	P. Baja	C7A
	21.00	0.717	0.321	1.550	33	1037	1.00	1037	Estac. 1	C7A
Pedestal Zapata	0.63	4.800	0.000	6.720	4	1041	1.00	1041	50x125	P7A
	1.00	1.080	0.000	1.512	2	1043	1.00	1043	270x270x100	Z4
1B 1C 1D Mca. CC4	21.75	2.360	0.000	3.304	72	72	1.00	72	Alberca	C2
	15.23	0.480	0.000	0.672	10	82	1.00	10	Muros Alb.	C2
	21.75	0.615	0.319	1.403	31	113	1.00	31	Estac. 1	C2
	21.75	0.615	0.319	1.403	31	144	1.00	31	Estac. 2	C2
Pedestal Zapata	0.44	4.800	0.000	6.720	3	147	1.00	147	35x95	P2
	1.00	1.080	0.000	1.512	2	149	1.00	149	100x100x45	Z1

Fin de la tabla

### **Cimientos corridos.**

Además de las zapatas que se especifican en la tabla de Cargas en Columnas, Pedestales y Zapatas, se utilizarán muros cargadores de 30 cm en el perímetro del edificio sobre los ejes A, 8 y E, partiendo de los ejes A con 5 y termina en los ejes E con 5, así como algunos de los muros interiores.

<b>Ejes</b>	<b>aT</b>	<b>wu</b>	<b>wumur</b>	<b>Wuc</b>	<b>b</b>	<b>Tipo</b>
A E	4.35	1.55	3.27	21		<b>P. Baja</b>
A E	4.35	1.74	3.27	<b>43</b>		<b>N. Est. 1</b>
-		0.2	7.62	<b>51</b>	<b>0.3</b>	<b>Zapata</b>

**Cimientos de concreto ciclópeo f'c = 100 Kg/cm<sup>2</sup> con 40% de boleo de 50 cm de ancho y 20 cm de profundidad mínima.**

### **7. Muros de contención.**

Se localizan en eje 8, en eje 7, en eje 4 y en las rampas de entrada a sótano. Las alturas de los muros variarán de 0 a 3.5 m. Los muros de contención estarán todos apoyados de piso a techo y con alturas muy chicas. Tendrán por lo tanto dimensiones y armados mínimos, o bien, pueden ser de bloc relleno de concreto.

$$AsH = 0.0025 \cdot 20 \cdot 100 = 5 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \#4 @ 25 \text{ cm}$$

$$Asv = 0.0015 \cdot 20 \cdot 100 = 3 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \#4 @ 40 \text{ cm}$$

**Muros de contención de concreto reforzado de 20 cm. de espesor con #4 @25 cm horizontales y #4 @40 cm verticales, o bien, bloc de concreto relleno con concreto f'c = 200 Kg/cm<sup>2</sup> con 1 #4 @40 cm.**

### **8. Cisterna.**

Esta localizada en el nivel Estacionamiento 1, entre los ejes 78AB aproximadamente. La cisterna tiene las siguientes dimensiones: 5.80x6.575x3.24 m de profundidad. Junto a ella se encuentra el cuarto de máquinas de la cisterna con dimensiones de 5.80x6.50 m que está cubierta por la losa de la rampa de acceso al nivel Estacionamiento 1. La tapa de la cisterna estará sujeta al paso de camiones, por lo cual se considera una carga viva equivalente a 1000 Kg/m<sup>2</sup> (2' de tierra), mas pesos propios de losa y piso.

#### **Losa Tapa**

Se considera losa de concreto reforzado apoyada en dos direcciones,  $H \geq L/30 \geq 657.5/30 = 22 \text{ cm}$  de espesor y pavimento especial.

#### **Cargas:**

$$\text{Peso propio losa} = 0.25 \cdot 2400 = 600 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Pavimento o piso estimado en} = 120 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Carga muerta total: } w_m = 720 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Carga viva equivalente: } w_v = 1000 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Carga última: } w_u = 1.4w_m + 1.7w_v = 2710 \text{ Kg/m}^2$$

### Recuadro de Cisterna.

S = 5.80 m, L = 6.575 m continuo en L  
Ds = .013\* wus S<sup>4</sup>/EI; DL = .0054 wul\* L<sup>4</sup>/EI;  
DS = DL, y wus = wu - wul, de donde:  
wus = wu\*(5.4L<sup>4</sup>)/(5.4L<sup>4</sup>+ 13S<sup>4</sup>) = **1110 Kg/m<sup>2</sup>**  
wul = wu\*(13 S<sup>4</sup>)/(5.4L<sup>4</sup>+ 13S<sup>4</sup>) = **1600 Kg/m<sup>2</sup>**  
wu = 1110+1600 = **2710 Kg/m<sup>2</sup> OK**

### Recuadro de cuarto de máquinas.

S = 5.80 m, L = 6.50 m continuo en L  
Ds = .013\*wus\*S<sup>4</sup>/EI; DL = .0054\*wul\*L<sup>4</sup>/EI;  
DS = DL, y wus = wu - wul, de donde:  
wus = wu\*(5.4L<sup>4</sup>)/(5.4L<sup>4</sup>+ 13S<sup>4</sup>) = **1070 Kg/m<sup>2</sup>**  
wul = wu\*(13 S<sup>4</sup>)/(5.4L<sup>4</sup>+ 13S<sup>4</sup>) = **1640 Kg/m<sup>2</sup>**  
wu = 1070+1640 = **2710 Kg/m<sup>2</sup> OK**

### Momentos

#### Dirección continua:

wu<sub>1</sub> = 1110 Kg/m<sup>2</sup>; wu<sub>2</sub> = 1070 kg/m<sup>2</sup>  
L<sub>1</sub> = 6.58 m, L<sub>2</sub> = 6.50 m., ΣL = 13.08m.  
•Muc = (wu<sub>1</sub>\*L<sub>1</sub><sup>3</sup>+wu<sub>2</sub>\*L<sub>2</sub><sup>3</sup>)/(10ΣL) = **-4700 Kg-m**  
+Mu<sub>1</sub> = wu<sub>1</sub>\*L<sub>1</sub><sup>2</sup>/8- Muc/2\*(1.4wm/wu)  
= 1110\*6.6<sup>2</sup>/8-4700/2\*(1010/2710) = **5170 Kg-m**  
+Mu<sub>2</sub> = wu<sub>2</sub>\*L<sub>2</sub><sup>2</sup>/8- Muc/2\*(1.4wm/wu) =  
= 1070\*6.50<sup>2</sup>/8-4700/2\*(1010/2710) = **4780 kg-m**

#### Dirección discontinua:

wu<sub>1</sub>= 1600 Kg/m<sup>2</sup>; wu<sub>2</sub> = 1640 kg/m<sup>2</sup>  
L<sub>1</sub> = 5.80 m, L<sub>2</sub> = 5.80 m.  
Mu<sub>1</sub> = 1600\*5.80<sup>2</sup>/8 = **6730 kg-m**  
Mu<sub>2</sub> = 1640\*5.80<sup>2</sup>/8 = **6900 kg-m**

### Diseño de losa:

Con el programa de Excel:

Mu max. = **6900 kg-m**, b = bw = 100 cm, r = 3 cm  
dr = 12.2 cm < 22+3 = 25 cm, OK

Áreas de Acero:

+Mu<sub>1</sub> = 5170 kg-m, As = 7.3 cm<sup>2</sup> = **#5@27 cm**  
- Muc = 4700 kg-m, As = 7.3 cm<sup>2</sup> = **#5@27 cm**  
+Mu<sub>2</sub> = 4780 kg-m, As = 7.3 cm<sup>2</sup> = **#5@27 cm**  
+Mu<sub>1c</sub> = 6730 kg-m, As = 8.5 cm<sup>2</sup> = **#5@23 cm**  
+Mu<sub>1m</sub> = 6900 kg-m, As = 8.7 cm<sup>2</sup> = **#5@23 cm**

**Losa espesor 25 cm, con refuerzo indicado**

### Muros de contención:

Se diseñan simplemente apoyados de piso a techo, con altura de agua de h = 3.24 m y altura de muro de 3.55 m.

#### Muros exteriores MC1:

Los muros exteriores de la cisterna, que están en contacto con el terreno, serán excavados en roca y por lo tanto los empujes del suelo serán nulos y la condición que rige será, al igual que en los muros interiores de la cisterna, el empuje del agua.

#### Muro interior MC2

En los muros exteriores de la cisterna, que no están en contacto con el terreno, rige el empuje del agua. Por

especificaciones de cisternas se diseñan por esfuerzos de trabajo reducidos como sigue (Ver Alberca, hoja 46):

$$M = 1000 \cdot 3.24^2 \cdot 3.55 / 16 = 2330 \text{ kg-m}$$

$$d = 0.37 \cdot (2330 \cdot 1)^{0.5} = 17.9 < 21 + 4 = 25 \text{ cm.}$$

$$A_{sv} = 2330 / (1400 \cdot 0.89 \cdot 0.21) = 8.9 \text{ cm}^2 \rightarrow \#5 @ 22 \text{ cm.}$$

$$A_{sh} = 0.0025 \cdot 25 \cdot 100 = 6.3 \text{ cm}^2 \rightarrow \#4 @ 20 \text{ cm.}$$

MC1 y MC2 espesor 25 cm, con ref. htal #4 @ 20 cm y ref. vert. #5 @ 22 cm ambos en el lado exterior de la cisterna.

#### Cimentación:

$$w_{max} = 1110 \cdot 6.6 / 2 + 1070 \cdot 6.5 / 2 + 4700 / 6.6 +$$

$$+ 4700 / 6.5 + 1.4 \cdot (0.25 \cdot 3.24 \cdot 2400 + 1000) = 12700 \text{ Kg/m.}$$

$$f_u = 10 \cdot 1.6 = 16 \text{ kg/cm}^2.$$

$$b = 12700 / (16 \cdot 100) = 8 \text{ cm} < 40 \text{ cm.}$$

**Se propone base de 40 cm de en todos los muros.**

Los muros tendrán en su parte inferior un dado de 20x25 cm, colado monolítico con el firme, protegido con candado y Junta de ojo PVC de 6".

#### Firmes:

De acuerdo al manual CRSI se propone

**Firme de 10 cm en cisterna y de 15 cm en cuarto de máquinas, ambos con malla 66/66 en L. superior.**

Se pondrán juntas de construcción en firmes en centros de los claros, protegidos con banda PVC de 6".

Todo ello de acuerdo a detalles típicos de juntas de GMI, incluyendo registros, cárcamos y escaleras marinas.

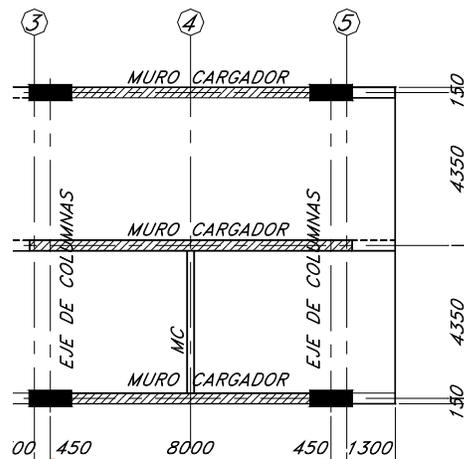
### 9. Firmes.

Del manual CRSI, todos los firmes del edificio serán de 15 cm de espesor con dos mallas 6x6/66 en ambos lechos, para estacionamiento.

### 10. Rampas y subestación

**Rampas entre estacionamientos.** (Ver nota hoja 12)

Van del nivel estacionamiento 1 al nivel estacionamiento 2, entre los ejes 35AB, 35DE y 67AB. El desnivel de todas ellas es de 1.62 m.



**Cargas:**

Peso propio losa =  $0.15 \cdot 2400 = 360 \text{ Kg/m}^2$   
 Pavimento o piso estimado en  $120 \text{ Kg/m}^2$   
 Carga muerta total:  $w_m = 480 \text{ Kg/m}^2$   
 Carga viva equivalente:  $w_v = 330 \text{ Kg/m}^2$   
 Carga última:  $w_u = 1.4w_m + 1.7w_v = 1230 \text{ kgm}^2$   
 $L = 4.35 \text{ m}$   
 $+M_u = 1230 \cdot 4.35^2 / 8 = 2910 \text{ Kg-m}$

**Diseño de losa:**

Con el programa de Excel:

$M_u = 2910 \text{ kg-m}$ ,  $b = b_w = 100 \text{ cm}$ ,  $r = 3 \text{ cm}$ ;  $H = 15.0 \text{ cm}$ ;  
 $d_r = 7.9 \text{ cm} < 12 + 3 = 15 \text{ cm}$ , OK

Áreas de Acero:

$A_{s1} = 6.9 \text{ cm}^2 \rightarrow \#4 @ 18 \text{ cm en lecho inferior}$

$A_{sT} = 0.0018 \cdot 15 \cdot 100 = 2.7 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \#3 @ 26 \text{ cm en lecho inf.}$

**Losa de 15 cm de espesor con el refuerzo indicado.**

**Viga V1.**

Resiste la carga de la rampa mas la reacción de la losa del sótano 1, en los voladizos extremos; el resto de la rampa y la viga V1 se apoyan en un muro cargador.

**Rampa:**  $w_u = 1230 \cdot 4.35 / 2 + 0.3 \cdot 0.6 \cdot 2400 \cdot 1.4 = 3280 \text{ Kg/m}$

Losas S1:  $P_u = 1150 \cdot 7.45 \cdot 8.7 / 4 = 18600 \text{ Kg}$ ;

$a = 1.40 \text{ m}$

$M_u = 3280 \cdot 1.40^2 / 2 + 18600 \cdot 1.4 = 29200 \text{ Kg-m}$

$V_u = 3280 \cdot 1.40 + 18600 = 23200 \text{ Kg}$

Con el programa de Excel:

$b = b_w = 30 \text{ cm}$ ;  $r = 5.0 \text{ cm}$ ;  $H = 60 \text{ cm}$ ;

$d_r = 45.7 \text{ cm} < 55 + 5 = 60 \text{ cm}$

$A_s = 16.0 \text{ cm}^2 = \#8 \text{ LS}$

**Estribos #3 @ 12 cm en voladizo y @30 en resto**

**Sección variable de 30x60 a 30x37cm.**

**V2:**

Tienen la mitad o menos de la carga y la misma sección.

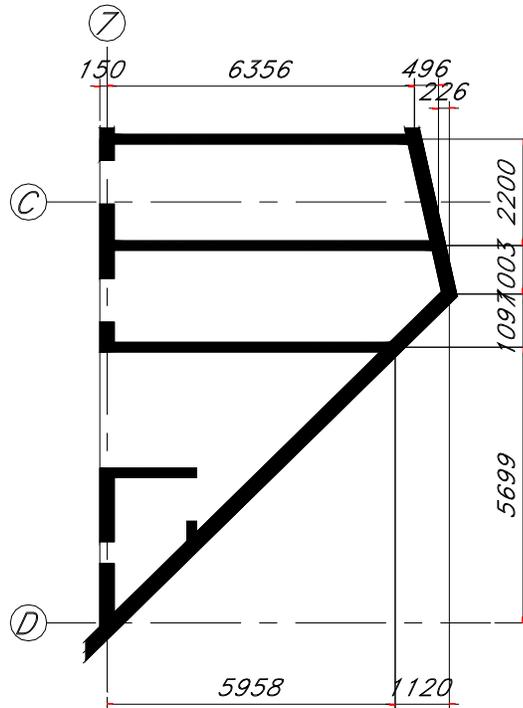
Se pedirá la mitad del refuerzo

$A_s = 8.0 \text{ cm}^2 = \#6 \text{ LS}$

**Sección variable de 30x60 a 30x37cm**

**Estribos #3 @ 16 cm en voladizo y @30 en resto**

## Rampa de acceso.



### Cargas:

Peso propio losa =  $0.15 \cdot 2400 = 360 \text{ Kg/m}^2$   
Pavimento o piso estimado en  $120 \text{ Kg/m}^2$   
Carga muerta total:  $w_m = 480 \text{ Kg/m}^2$   
Carga viva equivalente:  $w_v = 430 \text{ Kg/m}^2$   
Carga última:  $w_u = 1.4w_m + 1.7w_v = 1400 \text{ Kg/m}^2$ ;  
 $L_{\max} = 5.96 \text{ m}$

El tramo triangular se supone apoyado en dos direcciones

$+M_u = 1400 \cdot 5.96^2 / (14 \cdot 2) = 1800 \text{ Kg-m}$   
•  $M_{u2.47} = 1400 \cdot 2.47^2 / 10 = 900 \text{ Kg-m}$   
 $+M_{u2.1} = 1400 \cdot 2.1^2 / 14 = 440 \text{ Kg-m}$   
•  $M_{u2.2} = 1400 \cdot 2.20^2 / 10 = 700 \text{ Kg-m}$   
 $+M_{u2.2} = 1400 \cdot 2.2^2 / 14 = 500 \text{ Kg-m}$

### Diseño de losa:

Con el programa de Excel:

$d_r = 6.2 \text{ cm} < 12 + 3 = 15 \text{ cm}$ , OK

$+A_{s5.96} = 4.2 \text{ cm}^2/\text{m} = \#4 @ 30 \text{ cm}$  en lecho inferior A/D

$-A_{s2.47} = 2.7 \text{ cm}^2/\text{m} = \#3 @ 30 \text{ cm}$  en lecho superior

$+A_{s2.1} = 1.3 \text{ cm}^2/\text{m} = \#3 @ 30 \text{ cm}$  en lecho inferior

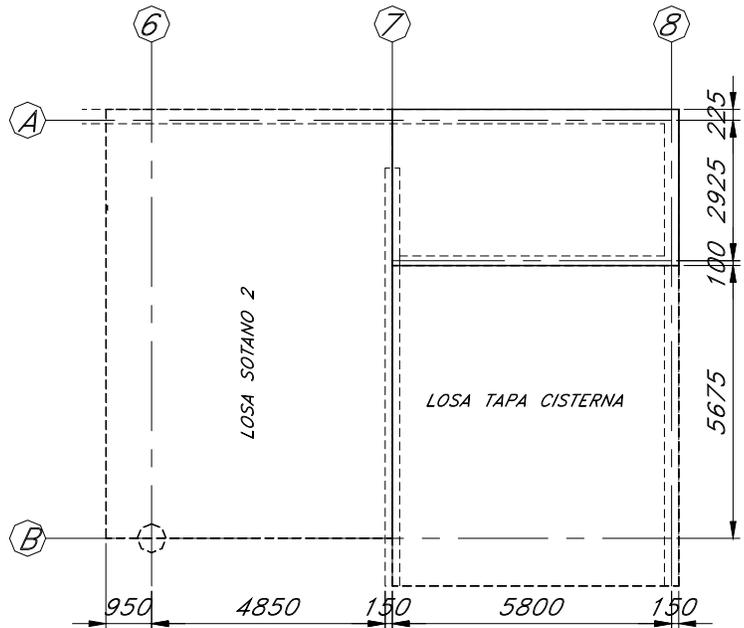
$-A_{s2.2} = 2.1 \text{ cm}^2/\text{m} = \#3 @ 30 \text{ cm}$  en lecho superior

$+A_{s2.2} = 1.4 \text{ cm}^2/\text{m} = \#3 @ 30 \text{ cm}$  en lecho inferior

$A_{sT} = 0.0018 \cdot 15 \cdot 100 = 2.7 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \#3 @ 30 \text{ cm}$  en lecho inf.

**Losa de 15 cm de espesor con el refuerzo indicado.**

## Rampa de acceso (descanso).



### Cargas:

Peso propio losa =  $0.15 \cdot 2400 = 360 \text{ Kg/m}^2$   
Pavimento o piso estimado en  $120 \text{ Kg/m}^2$   
Carga muerta total:  $w_m = 480 \text{ Kg/m}^2$   
Carga viva equivalente:  $w_v = 430 \text{ Kg/m}^2$   
Carga última:  $w_u = 1.4w_m + 1.7w_v = 1400 \text{ Kg/m}^2$

Losa apoyada en una dirección:

$w_u = 1400 \text{ Kg/m}^2$

$L = 2.925 \text{ m}$

$+M_u = 1400 \cdot 2.925^2 / 8 = 1500 \text{ Kg-m}$

### Diseño de losa:

Con el programa de Excel:

$M_u = 1500 \text{ kg-m}$ ,  $b = b_w = 100 \text{ cm}$ ,  $r = 3 \text{ cm}$ ;  $H = 15.0 \text{ cm}$ ;

$d_r = 5.7 \text{ cm} < 12 + 3 = 15 \text{ cm}$ , OK

Áreas de Acero:

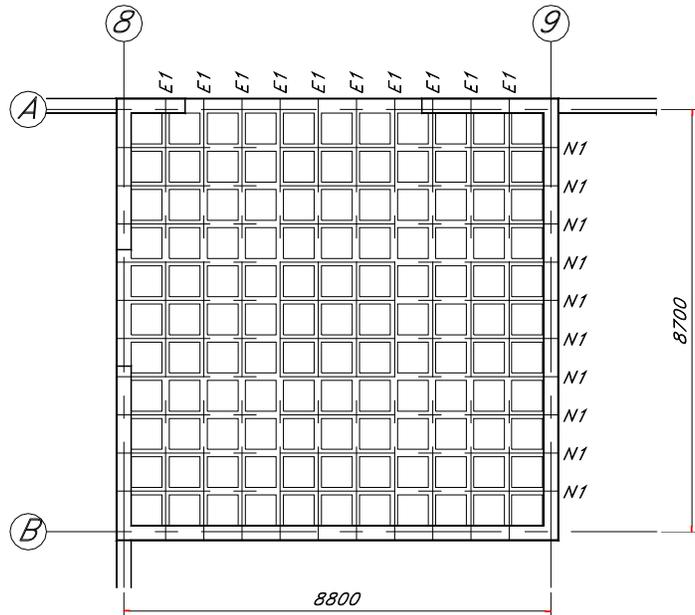
$A_{s1} = 4.0 \text{ cm}^2 \text{m} \rightarrow \#4 @ 30 \text{ cm en lecho inferior}$

$A_{sT} = 0.0018 \cdot 15 \cdot 100 = 2.7 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \#3 @ 30 \text{ cm en lecho inf.}$

**Losa de 15 cm de espesor con el refuerzo indicado.**

## Subestación

Parte de la azotea del cuarto de subestación se podrá utilizar como estacionamiento durante la construcción, y no podrá tenerse control del tipo de vehículo que se estacione en ella, se calculará la losa conservadoramente para prevenir cualquier contingencia, hasta para camiones de 3.5 ton. Cargas durante la construcción



## Cargas

### Carga Muerta

Po. Po. Losa (0.37*2400*0.43)	380	Kg/m <sup>2</sup>
Superficie de Rodamiento	72	Kg/m <sup>2</sup>
Instalaciones y Plafón	8	Kg/m <sup>2</sup>
<b>Total Carga Muerta (wm)</b>	<b>460</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>
<b>Carga Viva (wv)</b>	<b>450</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>
<b>Carga Total w = (wm+wv)</b>	<b>910</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>
<b>wu = 1.4*wm+1.7*wv</b>	<b>1410</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>

### Diseño de losa:

$$w_u = ((0.07*2400+72+8)*1.4+450*1.7)/2 = 560 \text{ Kg/m}^2$$

$$L = 63.5+15.2 = 78.7 \text{ cm}$$

$$M_u = 560*0.787^2/10 = 35 \text{ Kg-m}$$

$$b = b_w = 100 \text{ cm}, r = 3.5 \text{ cm}; H = 7.0 \text{ cm};$$

$$d_r = 0.9 \text{ cm} < 3.5+3.5 = 7 \text{ cm}, \text{ OK}$$

$$A_s = 0.15 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{sT} = 0.0018*7*100 = 1.3 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{malla } 6x6/66$$

**Losa de 7 cm de espesor con malla electrosoldada 6x6/66 a medio peralte.**

### Nervaduras (E1 y N1)

$$w_u = 1410/2*0.787 = 550 \text{ Kg/m}$$

$$L_{\text{max}} = 8.80 \text{ m}$$

$$M_u = 550*8.8^2/8 = 5320 \text{ Kg-m}$$

$$V_u = 550*8.8/2 = 2420 \text{ Kg}$$

Con el mismo programa:  
 $b+ = 78.7 \text{ cm}$ ;  $b- = bw = 15.2 \text{ cm}$ ;  $r = 3.0 \text{ cm}$ ;  
 $H = 37 \text{ cm}$ ;  $dr = 12.0 \text{ cm}$ ;  
 $+As = 4.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#5}$   
**Sección 15.2x37 cm**

### **Muros.**

Los de contención serán de concreto reforzado, similares a los calculados anteriormente.

### **Cimentación.**

Suponiendo cimienta corrido de 60x80 cm, muros de bloc de 20x20x40 cm y un esfuerzo de trabajo en el suelo de 5 Kg/cm<sup>2</sup>:

$h = 3.54 \text{ m}$  (altura de subestación)

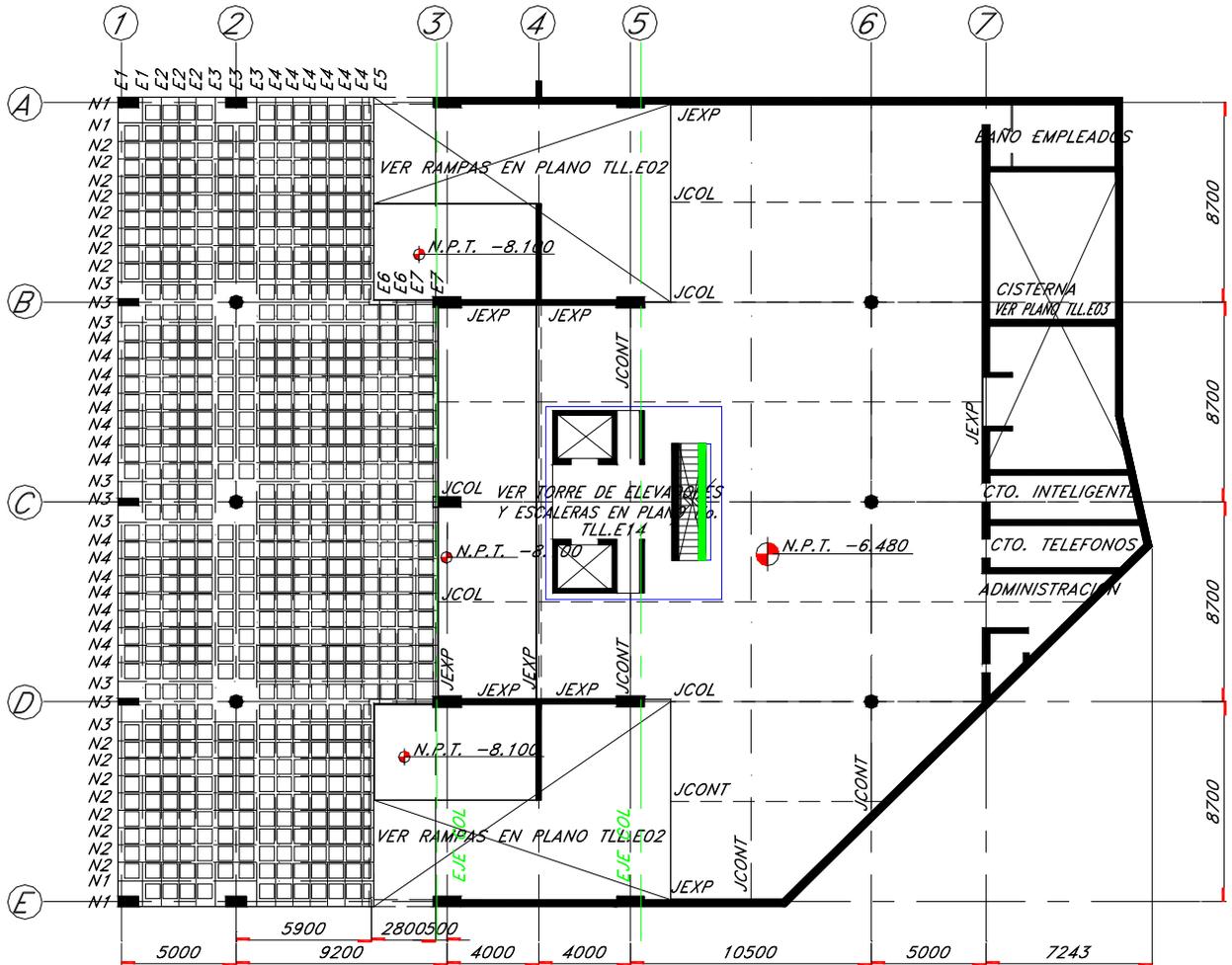
$wu = 1410/2*8.8/2+(0.2*3.54+0.6*0.8)*2400*1.4 = \mathbf{7100 \text{ Kg/m}}$

$b = 7.1/(50*1.6) = 0.09 \text{ m} < \mathbf{0.40 \text{ m}}$ .

$fs = 7100/(1.6*40*100) = \mathbf{1.1 \text{ kg/cm}^2}$

**Cimiento corrido de concreto ciclópeo  $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$   
con 40% de boleo de 40cm de ancho de peralte variable  
hasta encontrar estrato resistente.**

## 11. Losas Sótano 2



### PLANTA LOSA ESTACIONAMIENTO 2

Verificar dimensiones en planos arquitectónicos

Ver nota al pie de hoja 12

### Distribución de Nervaduras

Se supone losa de 37 cm de peralte, aligerada con casetones de 63.5x63.5x30 cm. En cada dirección se tendrá:

#### L = 5.0 m

6 casetones de 63.5	= 381.0 cm
3 Nervaduras Cap. 27.7	= 83.0 cm
3 Nervaduras Losa 12	= 36.0 cm
<b>Ancho Total</b>	<b>= 500.0 cm</b>

#### L = 8.70 m

11 casetones de 63.5	= 698.5 cm
3 Nervaduras Cap. 25.2	= 75.5 cm
8 Nervaduras Losa 12	= 96.0 cm
<b>Ancho Total</b>	<b>= 870.0 cm</b>

**L = 8.0 m**

10 casetones de 63.5	= 635.0 cm
3 Nervaduras N1 de 27	= 81.0 cm
7 Nervaduras N2 de 12	= 84.0 cm
<b>Ancho Total</b>	<b>= 800.0 cm</b>

**L = 9.20 m**

12 casetones de 63.5	= 762.0 cm
3 Nervaduras N1 de 16.7	= 50.0 cm
9 Nervaduras N2 de 12	= 108.0 cm
<b>Ancho Total</b>	<b>= 920.0 cm</b>

**L = 6.0 m**

7.5 casetones de 63.5	= 476.3 cm
3 Nervaduras Cap. 21.2	= 63.7 cm
5 Nervaduras Losa 12	= 60.0 cm
<b>Ancho Total</b>	<b>= 600.0 cm</b>

**Verificación del Peso Propio****8.70x8.00 m**

Volumen de Conc. $V_t = 8.7 \times 8.0 \times 0.37 =$	25.75 m <sup>3</sup>
Menos Volumen de casetones =	<u>12.82 m<sup>3</sup></u>
Volumen Neto $V_n =$	<b>12.93 m<sup>3</sup></b>

$$\text{Relación } V_n/V_t = 12.93/25.72 = 0.50$$

$$\text{Po.Po.} = 0.50 \times 0.37 \times 2400 = 444 \text{ Kg/m}^2 \cong \mathbf{440 \text{ Kg/m}^2, \text{ OK}}$$

**Patín de compresión.**

*Es una losa plana apoyada en dos direcciones.*

$$L = 0.635 + 0.12 = 0.755 \text{ m}$$

$$w_u = 1150/2 + 1500/(0.755^2 \times 2) = \mathbf{1890 \text{ Kg/m}^2}$$

$$M_u = \pm 1890 \times 0.755^2 / 10 = \mathbf{108 \text{ Kg-m}}$$

Usaremos un programa Excel propiedad de GMI, con los siguientes datos:

$f'_c = 200 \text{ Kg/cm}^2$ ;  $F_y = 5000 \text{ Kg/cm}^2$ ;  $c_1 = 0.75$ ;  $c_t = 0.0033$ ;  
zona sísmica = No;  $M_u = 108 \text{ Kg-m}$ ;  $b = 100 \text{ cm}$ ;  $b_w = 100 \text{ cm}$ ;  
 $rec = 3.5 \text{ cm}$ ;  $dr = 1.6 \text{ cm} < 3.5 + 3.5 = 7.0 \text{ cm}$ , **O.K.**

$$H = 7.0 \text{ cm}; A_s = 0.94 \text{ cm}^2/\text{m} \geq .0018 \times 7 \times 100 = 1.26 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Losa de 7 cm de espesor con malla electrosoldada 6x6/66 a medio peralte.**

**Nervaduras.****Cargas y Claros:**

$$w_u = 1150 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_u = 2550 \text{ Kg (en el punto más crítico).}$$

**Dirección Norte-Sur.**

$$\text{Factor} = 1.14 \text{ (solo para momentos negativos)}$$

$$L_1 = 5.0 \text{ m (1 claro)}; L_2 = 6.0 \text{ m (1 claro)}; L_3 = 8.70 \text{ m (1 claro)}$$

**Dirección Oriente-Poniente.**

$$\text{Factor} = 1.00$$

$$L_1 = 8.70 \text{ m (4 claros)}$$

Anchos Tributario máximos:

$$\text{Long. Bs} = (8.70 + 8.70) / 2 = \mathbf{8.70 \text{ m}}$$

$$\text{Transv. BL} = (5.0 + 8.7) / 2 = \mathbf{6.85 \text{ m}}$$

## Dirección Norte-Sur.

### Momentos Totales:

$$w_s = 1.15 \cdot 8.7 = 10.0 \text{ T/m}, P = 2.55 \text{ Ton}$$

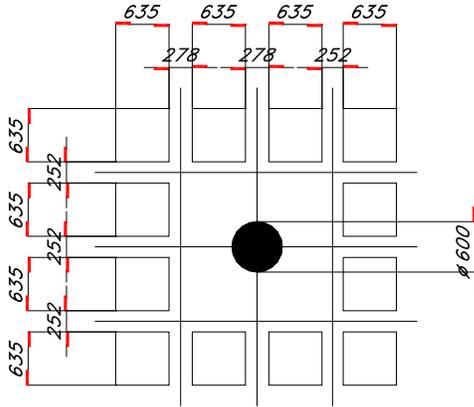
$$\bullet \text{Mu}_1 = 1.14 \cdot (10.0 \cdot 5.0^2 / 24 + 2.55 \cdot 5.0 / 9) = \mathbf{13.5 \text{ T-m}}$$

$$+ \text{Mu}_{12} = 1.00 \cdot (10.0 \cdot 5.0^2 / 14 + 2.55 \cdot 5.0 / 5) = \mathbf{20.4 \text{ T-m}}$$

$$- \text{Mu}_2 = 1.14 \cdot (10.0 \cdot 8.7^2 / 10 + 2.55 \cdot 8.7 / 5) = \mathbf{91.3 \text{ T-m}}$$

$$+ \text{Mu}_{23} = 1.00 \cdot (10.0 \cdot 8.7^2 / 14 + 2.55 \cdot 9.0 / 5) = \mathbf{58.7 \text{ T-m}}$$

$$\bullet \text{Mu}_3 = 1.14 \cdot (10.0 \cdot 8.7^2 / 24 + 2.55 \cdot 8.7 / 9) = \mathbf{38.8 \text{ T-m}}$$



### Momentos por Nervadura:

En esta dirección usaremos 3 nervaduras de capitel de 25.2 cm. de ancho y 8 nervaduras de losa de 12 cm. de ancho. El peralte total será de 37 cm. tipo.

Se tendrá la siguiente distribución de Momentos:

$$\bullet \text{Mu} \Rightarrow 65\% \text{ N. Capitel}, - \text{Mu} \Rightarrow 35\% \text{ N. Losa}$$

$$+ \text{Mu} \Rightarrow 55\% \text{ N. Capitel}, + \text{Mu} \Rightarrow 45\% \text{ N. Losa}$$

### Nervaduras de Capitel:

$$\bullet \text{Mu}_1 = 13.5 \cdot 0.65 / 3 = \mathbf{2.9 \text{ T-m}}$$

$$+ \text{Mu}_{12} = 20.4 \cdot 0.55 / 3 = \mathbf{3.7 \text{ T-m}}$$

$$\bullet \text{Mu}_2 = 91.3 \cdot 0.65 / 3 = \mathbf{19.8 \text{ T-m}}$$

$$+ \text{Mu}_{23} = 58.7 \cdot 0.55 / 3 = \mathbf{10.8 \text{ T-m}}$$

$$\bullet \text{Mu}_3 = 38.8 \cdot 0.65 / 3 = \mathbf{8.4 \text{ T-m}}$$

$$\text{Mu}_{\text{Total}} \text{ en capitel} = 91.3 \cdot 0.65 = \mathbf{59.4 \text{ T-m}}$$

Momento fuera del capitel:

$$\bullet \text{Mu}_2 = 19.8 \text{ Ton-m}; + \text{Mu}_{23} = 10.8 \text{ Ton-m}$$

$$\text{Mu}_t = 19.8 + 10.8 = 30.6 \text{ Ton-m}$$

$$L/2 = 8.7 / 2 = 4.35 \text{ m}; C = 1.04 \text{ m}; L/2 - C = 3.31 \text{ m.}$$

$$\text{Mu}_{\text{FC}} = 30.6 \cdot 3.31^2 / 4.35^2 - 10.8 = \mathbf{6.9 \text{ T-m}}$$

$$\text{Factor} = 6.9 / 19.8 = \mathbf{0.35}$$

### Nervaduras de Losa

$$\bullet \text{Mu}_1 = 13.5 \cdot 0.35 / 8 = \mathbf{0.6 \text{ T-m}}$$

$$+ \text{Mu}_{12} = 20.4 \cdot 0.45 / 8 = \mathbf{1.2 \text{ T-m}}$$

$$\bullet \text{Mu}_2 = 91.3 \cdot 0.35 / 8 = \mathbf{4.0 \text{ T-m}}$$

$$+ \text{Mu}_{23} = 58.7 \cdot 0.45 / 8 = \mathbf{3.3 \text{ T-m}}$$

$$\bullet \text{Mu}_3 = 38.8 \cdot 0.35 / 8 = \mathbf{1.7 \text{ T-m}}$$

### Reducción de Momentos:

$$M_o = 0.09 \cdot F \cdot (1 - 2 \cdot c / 3 \cdot L)^2 \cdot W \cdot L; F = 1.15 - c / L \geq 1;$$

$$c \text{ min} = 53 \text{ cm (Equiv } \phi 60); L \text{ max} = 870 \text{ cm}$$

$$F = 1.15 - 53 / 870 = 1.09$$

$$M_o = 0.09 \cdot 1.09 \cdot (1 - 2 \cdot 53 / (3 \cdot 870))^2 \cdot W \cdot L; M_o = 0.090 \cdot W \cdot L$$

$$R = 0.090 / 0.125 = \mathbf{0.72}$$

### Revisión a cortante

**A) En capitel** a  $\frac{1}{2}$  peralte de paños de columnas.

$$V_{u \text{ max}} = 1150 \cdot (8.7 + 5.0) / 2 \cdot (8.7 + 8.7) / 1000 + 2.55 = \mathbf{71.1 \text{ T.}}$$

$$b_o = (53 + 34) \cdot 4 = \mathbf{348 \text{ cm}}, d = 34 \text{ cm.}$$

$$v_u = 71100 / (348 \cdot 34) = \mathbf{6.0 \text{ Kg/cm}^2} < 13.2, \text{ Admisible}$$

**B) Fuera del capitel** a un peralte del capitel

$$x = (2 \cdot 63.5 + 25.2 + 27.8 \cdot 2) + 34 \cdot 2 = \mathbf{276 \text{ cm}};$$

$$b_o = 4 \cdot 27.8 + 2 \cdot 25.2 + 6 \cdot 25.2 = \mathbf{313 \text{ cm}}$$

$$V_u = 71.1 - 1.15 \cdot 2.76 \cdot 2.76 = \mathbf{62.3 \text{ Ton}}$$

$$v_u = 62300 / (313 \cdot 34) = \mathbf{5.9 \text{ Kg/cm}^2} < 7.3, \text{ Admisible}$$

### Refuerzo negativo en capitel

$$Mu_{Total} = 59.4 \cdot 0.72 = 42.8 \text{ T-m}$$

$$\text{Ancho de capitel} = 2 \cdot 63.5 + 3 \cdot 27.8 = 210 \text{ cm}$$

Con el programa anterior

$$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2; b = b_w = 210 \text{ cm}; \text{rec} = 3 \text{ cm}$$

$$d_r = 20.9 \text{ cm} < 34 + 3 = 37 \text{ cm}$$

$$A_s = 35.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{14\#6 \text{ (total)}} - 6\#6 \text{ en Nerv.} = \mathbf{8\#6 \text{ (neto)}}$$

### Refuerzo negativo fuera de capitel

$$\bullet Mu_2 = 6.9 \cdot 0.72 = \mathbf{5.0 \text{ T-m}}$$

$$b = b_w = 25.2 \text{ cm}; \text{rec} = 3 \text{ cm}$$

$$d_r = 20.6 \text{ cm} > 34 + 3 = 37 \text{ cm}$$

$$\bullet A_{s2} = 4.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

### Nerv. de capitel interior N3 (3)

$$Mu_1 = 0.72 \cdot 0.35 \cdot 2.9 = \mathbf{0.8 \text{ T-m}^{**}}$$

$$+Mu_{12} = 0.72 \cdot 3.7 = \mathbf{2.7 \text{ T-m}}$$

$$Mu_2 = 0.72 \cdot 0.35 \cdot 19.8 = \mathbf{5.0 \text{ T-m}}$$

$$Mu_{23} = 0.72 \cdot 10.8 = \mathbf{7.8 \text{ T-m}}$$

$$Mu_3 = 0.72 \cdot 0.35 \cdot 8.4 = \mathbf{2.1 \text{ T-m}}$$

$$b = 88.7 \text{ cm}, b_w = 25.2 \text{ cm}; h = 37 \text{ cm}; r = 3 \text{ cm}; d_r = 20.6 \text{ cm}$$

$$-A_{s1} = 0.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$+A_{s12} = 2.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6 \cong 2\#6}$$

$$A_{s2} = 4.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6} + A_{s23} = 6.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6}$$

$$A_{s3} = 2.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

**Sección 25.2x37 cm.**

### Nervaduras de capitel N1 (2)

$$L_{23} = 5.9 \text{ m} < 8.70 \text{ m}; \text{Factor} = (5.9/8.7)^2 = \mathbf{0.46}$$

$$\text{Factor} = (8.7/2) / ((8.7+8.7)/2) \cdot 3/2 = \mathbf{0.75}$$

$$A_{s1} = 0.8 \cdot 0.75 = 0.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5}^{**} + A_{s12} = 2.8 \cdot 0.75 = 2.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5}$$

$$A_{s2} = 4.1 \cdot 0.75 \cdot 0.46 = 1.4 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5 \cong 2\#5} + A_{s23} =$$

$$6.2 \cdot 0.75 \cdot 0.46 = 2.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#5}$$

$$A_{s3} = 2.2 \cdot 0.75 \cdot 0.46 = 0.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5}$$

**Sección 25.2x37 cm.**

### Nervaduras de Losa N4:

$$Mu_1 = 0.6 \cdot 0.72 = \mathbf{0.4 \text{ T-m}} + Mu_{12} = 1.2 \cdot 0.72 = \mathbf{0.9 \text{ T-m}}$$

$$Mu_2 = 4.0 \cdot 0.72 = \mathbf{2.9 \text{ T-m}}$$

$$Mu_{23} = 3.3 \cdot 0.72 = \mathbf{2.4 \text{ T-m}}$$

$$Mu_3 = 1.7 \cdot 0.72 = \mathbf{1.2 \text{ T-m}} \quad b^+ = 75.5 \text{ cm}; b^- = b_w = 12 \text{ cm}; h = 37 \text{ cm}; r = 3 \text{ cm}; d_r = 22.8 \text{ cm}; H = 37 \text{ cm}.$$

$$A_{s1} = 0.4 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#4} + A_{s12} = 0.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#4}$$

$$A_{s2} = 2.4 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4} + A_{s23} = 1.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

$$A_{s3} = 1.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#4}$$

**Sección 12x37 cm.**

### Nervaduras de Losa N2:

$$\text{Factor segundo claro} = 0.46$$

$$\text{Por comparación con N2 se propone } A_s = \pm \mathbf{1\#4}$$

**Sección 12x37 cm.**

\*\* Refuerzos fuera del capitel, tipo

## Dirección Oriente-Poniente.

### Momentos Totales Máximos

$$w_u = 1.15 \cdot 6.85 = 7.9 \text{ T/m}; P = 2.55 \text{ Ton};$$

$$\text{Factor de losa} = 1.00$$

$$M_{uA} = -M_{uE} = 1.00 \cdot (7.9 \cdot 8.7^2 / 24 + 2.55 \cdot 8.7 / 9) = 27.4 \text{ T-m}$$

$$+M_{uAB} = +M_{uDE} = +M_{uBC} = +M_{uCD} = 7.9 \cdot 8.7^2 / 14 + 2.55 \cdot 8.7 / 5$$

$$+M_{uAB} = +M_{uDE} = +M_{uBC} = +M_{uCD} = 47.2 \text{ T-m}$$

$$M_{uB} = -M_{uD} = -M_C = 1.00 \cdot (7.9 \cdot 8.7^2 / 10 + 2.55 \cdot 8.7 / 5) = 64.2 \text{ T-m}$$

### Momentos por Nervadura

Usaremos 2 nervaduras de capitel de 27.8 y una de 25.2 cm. de ancho y 6 nervaduras de losa de 12 cm. de ancho.

### Nervaduras de capitel.

$$M_{uA} = -M_{uE} = 27.4 \cdot 0.65 / 3 = 5.9 \text{ T-m} \quad +M_{uAB} = +M_{uDE} = +M_{uBC}$$

$$= +M_{uCD} = 47.2 \cdot 0.55 / 3 = 8.7 \text{ T-m} \quad -M_{uB} = -M_{uD} = -M_C =$$

$$64.2 \cdot 0.65 / 3 = 13.9 \text{ T-m}$$

$$M_{uTotal \text{ en capitel}} = 64.2 \cdot 0.65 = 41.7 \text{ T-m}$$

### Momento fuera del capitel:

$$\bullet M_{u2} = 13.9 \text{ Ton-m}; +M_{u3} = 8.7 \text{ Ton-m}; M_{ut} = 22.6 \text{ Ton-m}$$

$$L/2 = 8.7 / 2 = 4.35 \text{ m}; C = 1.04 \text{ m}; L/2 - C = 3.31 \text{ m.}$$

$$M_{uFC} = 22.6 \cdot 3.31^2 / 4 + 3.31^2 \cdot 8.7 = 4.4 \text{ T-m}, \text{ Factor} = 0.32$$

### Nervaduras de losa

$$M_{uA} = -M_{uE} = 27.4 \cdot 0.35 / 6 = 1.6 \text{ T-m} \quad +M_{uAB} = +M_{uDE} = +M_{uBC}$$

$$= +M_{uCD} = 47.2 \cdot 0.45 / 6 = 3.5 \text{ T-m} \quad -M_{uB} = -M_{uD} = -M_C =$$

$$64.2 \cdot 0.35 / 6 = 3.7 \text{ T-m}$$

### Reducción de Momentos:

$$M_o = 0.09 \cdot F \cdot (1 - 2 \cdot c / 3 \cdot L)^2 \cdot W \cdot L; F = 1.15 - c / L \geq 1$$

$$c \text{ min} = 30 \text{ cm}; L \text{ max} = 870 \text{ cm}$$

$$F = 1.15 - 30 / 870 = 1.12$$

$$M_o = 0.09 \cdot 1.12 \cdot (1 - 2 \cdot 30 / (3 \cdot 870))^2 \cdot W \cdot L; M_o = 0.1 \cdot W \cdot L$$

$$r = 0.10 / 0.125 = 0.8$$

### Refuerzo negativo en capitel

$$M_{uTotal} = 41.7 \cdot 0.8 = 33.4 \text{ T-m}$$

$$\text{Ancho de capitel} = 2 \cdot 63.5 + 25.2 \cdot 3 = 203 \text{ cm}$$

Con el programa anterior:

$$b = b_w = 203 \text{ cm}; \text{rec} = 3 \text{ cm}, d_r = 18.8 \text{ cm} < 34 + 3 = 37 \text{ cm}$$

**O.K.**

$$A_s = 27.3 \text{ cm}^2 = 10\#6 \text{ (total)} - 3\#6 \text{ en Nervs.} \cong 8\#6 \text{ (neto)}$$

### Refuerzo negativo fuera de capitel

$$M_{uB} = -M_{uD} = M_u = 4.4 \cdot 0.8 = 3.5 \text{ T-m} \quad b = b_w = 25.2 \text{ cm}; \text{rec}$$

$$= 3 \text{ cm} \quad A_s = 2.84 \text{ cm}^2 \cong 1\#6$$

### Refuerzo positivo

$$+M_{uAB} = M_u = 8.7 \cdot 0.8 = 7.0 \text{ T-m}$$

nervaduras "T" con un ancho de 88.7 cm y patín de 7 cm.

$$d_r = 13.0 \text{ cm.} < 34 + 3 = 37 \text{ cm.}$$

$$A_s = 5.6 \text{ cm}^2 = 2\#6$$

### Nervaduras de capitel E3 (3)

$$M_{uA} = -M_{uE} = 4.2 \cdot 0.8 = 3.4 \text{ T-m}$$

$$+Mu_{AB} = +Mu_{DE} = +Mu_{BC} = +Mu_{CD} = 8.7 \cdot 0.8 = 7.0 \text{ T-m}$$

$$-Mu_B = -Mu_D = -M_C = 4.2 \cdot 0.8 = 3.4 \text{ T-m}$$

$$b+ = 88.7, b- = b_w = 25.2 \text{ cm}; \text{rec} = 3 \text{ cm}; H = 37 \text{ cm};$$

$$d_r = 24.4 \text{ cm} < 34 + 3 = 37 \text{ cm}$$

$$A_{SA} = -A_{SE} = 2.84 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$+A_{SAB} = +A_{SDE} = +A_{SBC} = +A_{SCD} = 5.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

$$-A_{SB} = -A_{SD} = -A_{SC} = 2.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

**Sección 25.2x37 cm.**

### Nervaduras de capitel E1 (2)

$$\text{Factor} = (5/2)/((5+8.7)/2)^{3/2} = 0.55$$

$$A_{SA} = -A_{SE} = 2.8 \cdot 0.55 = 1.6 \text{ cm}^2$$

$$= \mathbf{1\#5}$$

$$+A_{SAB} = +A_{SDE} = +A_{SBC} = +A_{SCD} = 5.6 \cdot 0.55 = 3.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#5}$$

$$A_{SB} = -A_{SD} = -A_{SC} = 2.8 \cdot 0.55 = 1.6 \text{ cm}^2$$

$$= \mathbf{1\#5}$$

**Sección 25.2x37 cm.**

### Nervaduras de capitel E5 (1)

$$w_u = 1.15 \cdot 5.90/2 = 3.4 \text{ T/m}; P_u = 2.55 \text{ Ton}; L = 8.7 \text{ m}$$

$$+Mu_{AB} = 1.00 \cdot (3.4 \cdot 8.7^2/8 + 2.55 \cdot 8.7/4) \cdot 0.8 \cdot 0.55/1 = 16.6 \text{ T-m}$$

$$b = 56.9 \text{ cm}, b_w = 25.2 \text{ cm}; \text{rec} = 3 \text{ cm}; H = 37 \text{ cm};$$

$$d_r = 25.0 \text{ cm} < 34 + 3 = 37 \text{ cm}$$

$$+A_{SAB} = +A_{SDE} = 14.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{5\#6}$$

**Sección 25.2x37 cm.**

### Nervaduras de capitel E7(2)

$$\text{Factor} = (8.7/2)/((5+8.7)/2)^{3/2} = 0.95$$

$$A_{SB} = -A_{SD} = 2.8 \cdot 0.95 = 2.8 \text{ cm}^2$$

$$= \mathbf{1\#6}$$

$$+A_{SBC} = +A_{SCD} = 5.6 \cdot 0.95 = 5.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

$$-A_{SC} = 2.9 \cdot 0.95 = 2.8 \text{ cm}^2$$

$$= \mathbf{1\#6}$$

**Sección 25.2x37 cm.**

### Nervaduras de losa E4 (6)

$$M_{UA} = M_{UE} = 1.6 \cdot 0.8 = 1.3 \text{ T-m} \quad +M_{UAB} = +M_{UDE} = +M_{UBC} =$$

$$+M_{UCD} = 3.5 \cdot 0.8 = 2.8 \text{ T-m}$$

$$M_{UB} = -M_{UD} = -M_{UC} = 3.7 \cdot 0.8 = 3.0 \text{ T-m}$$

$$b+ = 85.5 \text{ cm}, b- = b_w = 12 \text{ cm}; H = 37 \text{ cm}; r = 3 \text{ cm};$$

$$d_r = 23.2 \text{ cm}$$

$$-A_{SA} = -A_{SE} = 1.35 \text{ cm}^2$$

$$\cong \mathbf{1\#4}$$

$$+A_{SAB} = +A_{SDE} = +A_{SBC} = +A_{SCD} = 2.2 \text{ cm}^2$$

$$= \mathbf{2\#4}$$

$$A_{SB} = -A_{SD} = -A_{SC} = 2.5 \text{ cm}^2$$

$$= \mathbf{2\#4}$$

**Sección 12x37 cm.**

### Nervaduras de losa E2 (2)

$$\text{Factor} = 2.5/4.35 \cdot 6/3 = 1.15$$

$$A_{SA} = -A_{SE} = 1.35 \cdot 1.15 = 1.6 \text{ cm}^2$$

$$= \mathbf{2\#4}$$

$$+A_{SAB} = +A_{SDE} = +A_{SBC} = +A_{SCD} = 2.2 \cdot 1.15 = 2.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#4}$$

$$-A_{SB} = -A_{SD} = -A_{SC} = 2.5 \cdot 1.15 = 2.9 \text{ cm}^2$$

$$= \mathbf{3\#4}$$

**Sección 12x37 cm.**

### Nervaduras de losa E6 (2)

Son similares a las E2 en los tramos BC Y CD

$$-A_{SB} = -A_{SD} = 1.6 \text{ cm}^2$$

$$= \mathbf{1\#4}$$

$$+A_{SBC} = +A_{SCD} = 2.5 \text{ cm}^2$$

$$= \mathbf{2\#4}$$

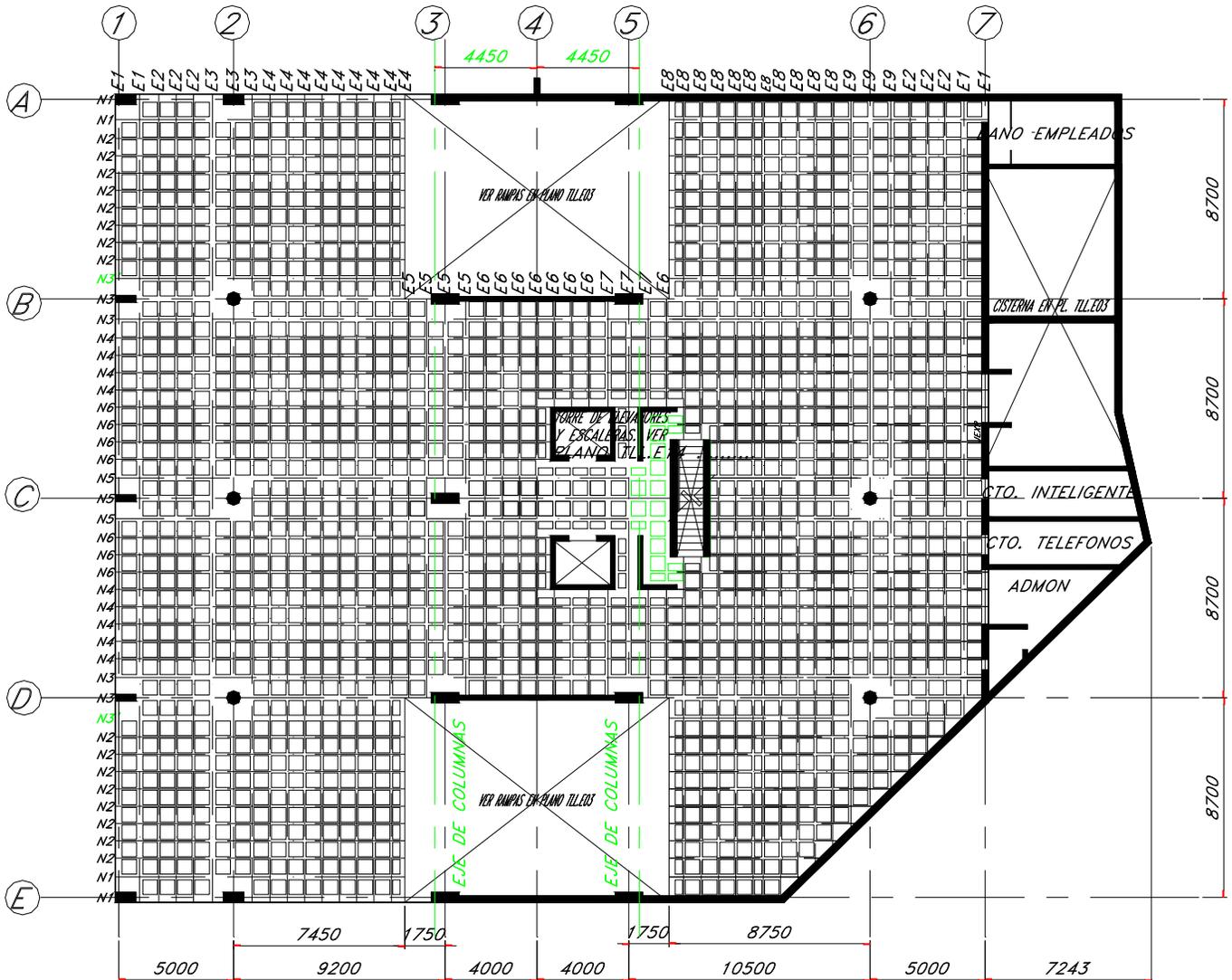
$$A_{SC} = 2.8 \text{ cm}^2$$

$$= \mathbf{3\#4}$$

**Sección 12x37 cm.**

**Nota:** Al final, por sencillez, se hicieron algunas simplificaciones: Se agregó la marca E3' para diferenciarla de la E3, de mayor claro y se redistribuyeron los refuerzos del capitel

## 12. Losas Sótano 1



### PLANTA LOSA NIVEL SOTANO 1

Verificar dimensiones en planos arquitectónicos  
Ver nota al pie de hoja 12

#### Patín de compresión.

Será igual al del Nivel Sotano2

**Losa de 7 cm de espesor con malla electrosoldada 6x6/66 a medio peralte.**

#### Nervaduras.

##### Cargas y Claros:

$w_u = 1150 \text{ Kg/m}^2$

$P_u = 2550 \text{ Kg}$  (en el punto más crítico).

##### Dirección Norte-Sur.

Factor = 1.08 (para momentos negativos)

$L_1 = 5.0 \text{ m}$ ;  $L_2 = 7.45 \text{ m}$  (1 claro);

$L_3 = 9.20 \text{ m}$ ;  $L_4 = 8.00 \text{ m}$ ;  $L_5 = 10.50 \text{ m}$

$L_6 = 5.00 \text{ m}$ ,

$L'_1 = (5.0+9.2)/2 = 7.10 \text{ m}$ ;  $L'_2 = (9.2+8.0)/2 = 8.6 \text{ m}$ ;

$L'_3 = (8.0+10.5)/2 = 9.25 \text{ m}$ ;  $L'_4 = (10.5+5.0)/2 = 7.75 \text{ m}$

### Dirección Oriente-Poniente.

Factor de momentos negativos = 1.00

$L1 = 8.70 \text{ m}$  (4 claros)

**Anchos Tributarios:**

$Long. Bs = (8.70+8.70)/2 = 8.70 \text{ m}$

$Transv. BL = (8.0+10.5)/2 = 9.25 \text{ m}$

### Dirección Norte-Sur.

#### Momentos Totales máximo:

$wus = 1.15 \cdot 8.7 = 10.0 \text{ T/m}$ ,  $Pu = 2.55 \text{ Ton}$

$\bullet Mu_1 = 1.08 \cdot (10.0 \cdot 5.00^2/24 + 2.55 \cdot 5.00/9) = 12.8 \text{ T-m}$

$+Mu_{12} = 1.00 \cdot (10.0 \cdot 5.00^2/14 + 2.55 \cdot 5.00/5) = 20.4 \text{ T-m}$

$-Mu_2 = 1.08 \cdot (10.0 \cdot 7.10^2/10 + 2.55 \cdot 7.10/5) = 58.3 \text{ T-m}$

$+Mu_{23} = 1.00 \cdot (10.0 \cdot 9.20^2/14 + 2.55 \cdot 9.20/5) = 65.1 \text{ T-m}$

$-Mu_3 = 1.08 \cdot (10.0 \cdot 8.60^2/10 + 2.55 \cdot 8.60/5) = 84.6 \text{ T-m}$

$+Mu_{35} = 1.00 \cdot (10.0 \cdot 8.00^2/14 + 2.55 \cdot 8.00/5) = 49.8 \text{ T-m}$

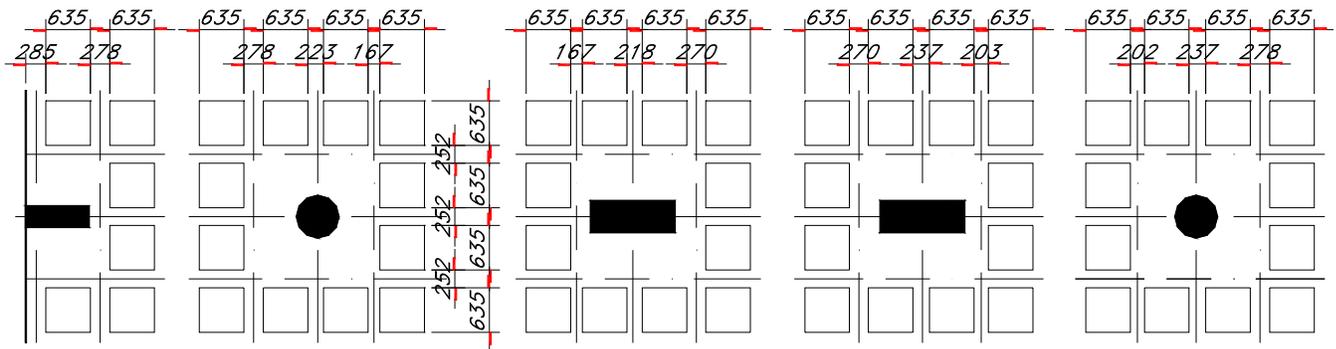
$-Mu_5 = 1.08 \cdot (10.0 \cdot 9.25^2/10 + 2.55 \cdot 9.25/5) = 97.5 \text{ T-m}$

$+Mu_{56} = 1.00 \cdot (10.0 \cdot 10.5^2/14 + 2.55 \cdot 10.5/5) = 84.1 \text{ T-m}$

$-Mu_6 = 1.08 \cdot (10.0 \cdot 7.75^2/10 + 2.55 \cdot 7.75/5) = 69.1 \text{ T-m}$

$+Mu_{67} = 1.00 \cdot (10.0 \cdot 5.00^2/14 + 2.55 \cdot 5.00/5) = 20.4 \text{ T-m}$

$-Mu_7 = 1.08 \cdot (10.0 \cdot 5.00^2/24 + 2.55 \cdot 5.00/9) = 12.8 \text{ T-m}$



#### Momentos por Nervadura:

Según los croquis anteriores, en esta dirección usaremos 3 nervaduras de capitel de 25.2 cm. de ancho y 8 nervaduras de losa de 12 cm. de ancho. El peralte total será de 37 cm. Tipo

#### Nervaduras de Capitel:

$\bullet Mu_1 = 12.8 \cdot 0.65/3 = 2.8 \text{ T-m}$

$+Mu_{12} = 20.4 \cdot 0.55/3 = 3.7 \text{ T-m}$

$\bullet Mu_2 = 58.3 \cdot 0.65/3 = 12.6 \text{ T-m}$

$+Mu_{23} = 65.1 \cdot 0.55/3 = 11.9 \text{ T-m}$

$\bullet Mu_3 = 84.6 \cdot 0.65/3 = 18.3 \text{ T-m}$

$+Mu_{35} = 49.8 \cdot 0.55/3 = 9.1 \text{ T-m}$

$\bullet Mu_5 = 97.5 \cdot 0.65/3 = 21.1 \text{ T-m}$

$+Mu_{56} = 84.1 \cdot 0.55/3 = 15.4 \text{ T-m}$

$\bullet Mu_6 = 69.1 \cdot 0.65/3 = 15.0 \text{ T-m}$

$+Mu_{67} = 20.4 \cdot 0.55/3 = 3.7 \text{ T-m}$

$\bullet Mu_7 = 12.8 \cdot 0.65/3 = 2.8 \text{ T-m}$

$Mu_{Total} \text{ en capitel} = 97.5 \cdot 0.65 = 63.4 \text{ T-m}$

#### Momento fuera del capitel:

$\bullet Mu_5 = 21.1 \text{ Ton-m}$ ;  $+Mu_{56} = 15.4 \text{ Ton-m}$ ;  $= 36.5 \text{ Ton-m}$

$L/2 = 10.5/2 = 5.25 \text{ m}$ ;  $C = 0.96 \text{ m}$ ;  $L/2 - C = 4.29 \text{ m}$ .

$Mu_{FC} = 36.5 \cdot 4.29^2/5.25^2 - 15.4 = 9.0 \text{ T-m}$

Factor =  $9.0/21.1 = 0.43$

### Nervaduras de Losa

$$\begin{aligned} \bullet \text{Mu}_1 &= 12.8 \cdot 0.35/8 = \mathbf{0.6} \text{ T-m} \\ +\text{Mu}_{12} &= 20.4 \cdot 0.45/8 = \mathbf{1.2} \text{ T-m} \\ \bullet \text{Mu}_2 &= 58.3 \cdot 0.35/8 = \mathbf{2.6} \text{ T-m} \\ +\text{Mu}_{23} &= 65.1 \cdot 0.45/8 = \mathbf{3.7} \text{ T-m} \\ \bullet \text{Mu}_3 &= 84.6 \cdot 0.35/8 = \mathbf{3.7} \text{ T-m} \\ +\text{Mu}_{35} &= 49.8 \cdot 0.45/8 = \mathbf{2.8} \text{ T-m} \\ \bullet \text{Mu}_5 &= 97.5 \cdot 0.35/8 = \mathbf{4.3} \text{ T-m} \\ +\text{Mu}_{56} &= 84.1 \cdot 0.45/8 = \mathbf{4.7} \text{ T-m} \\ \bullet \text{Mu}_6 &= 69.1 \cdot 0.35/8 = \mathbf{3.0} \text{ T-m} \\ +\text{Mu}_{67} &= 20.4 \cdot 0.45/8 = \mathbf{1.2} \text{ T-m} \\ \bullet \text{Mu}_7 &= 12.8 \cdot 0.35/8 = \mathbf{0.6} \text{ T-m} \end{aligned}$$

### Reducción de Momentos:

$$M_o = 0.09 \cdot F \cdot (1 - 2 \cdot c/3 \cdot L)^2 \cdot W \cdot L; F = 1.15 - c/L \geq 1$$

$$c_{\min} = 53 \text{ cm (equiv. a } \phi 60); L_{\max} = 1050 \text{ cm}$$

$$F = 1.15 - 53/1050 = 1.10$$

$$M_o = 0.09 \cdot 1.10 \cdot (1 - 2 \cdot 53/(3 \cdot 1050))^2 \cdot W \cdot L; M_o = 0.092 \cdot W \cdot L$$

$$R = 0.092/0.125 = \mathbf{0.74}$$

### Revisión a cortante

**A) En capitel** a  $\frac{1}{2}$  peralte de paños de columnas.

$$V_{u\max} = 1150 \cdot (8.0 + 10.50)/2 \cdot (8.7 + 8.7)/2 / 1000 + 2.55 = \mathbf{95.1} \text{ T.}$$

$$b_o = (53 + 34) \cdot 4 = 348 \text{ cm.}, d = 34 \text{ cm.}$$

$$v_u = 95100 / (348 \cdot 34) = 8.04 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\phi_{vc} = 0.85 \cdot 1.1 \cdot 200^{.5} = 13.2 \text{ kg/cm}^2. > v_u.$$

**B) Fuera del capitel** a un peralte del capitel

$$x = (2 \cdot 63.5 + 20.2 + 23.7 + 27.8) + 34 \cdot 2 = 267 \text{ cm;}$$

$$b_o = 3 \cdot 27.8 + 3 \cdot 25.2 + 6 \cdot 25.2 = 310 \text{ cm}$$

$$V_u = 95.1 - 1.15 \cdot 2.76 \cdot 2.76 = 86.3 \text{ Ton}$$

$$v_u = 86300 / (310 \cdot 34) = 8.2 \text{ Kg/cm}^2 > 7.3$$

**Necesita estribos o ampliación de nervaduras solo eje 5B**

### Refuerzo negativo en capitel

$$M_u \text{ Total} = 63.4 \cdot 0.74 = \mathbf{46.9} \text{ T-m}$$

$$\text{Ancho de capitel} = 2 \cdot 63.5 + 1.5 \cdot 25.2 + 1.5 \cdot 27.8 = 207 \text{ cm}$$

$$b = b_w = 207 \text{ cm; rec} = 3 \text{ cm; dr} = 22.1 \text{ cm} < 34 + 3 = 37 \text{ cm}$$

$$A_s = 39.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{14\#6} \text{ (total)} - \mathbf{6\#6} \text{ Nerv} = \mathbf{8\#6} \text{ (Neto)}$$

### Refuerzo negativo fuera de capitel

$$\bullet \text{Mu}_2 = 9.1 \cdot 0.74 = \mathbf{6.7} \text{ T-m}$$

$$b = b_w = 23.7 \text{ cm; rec} = 3 \text{ cm}$$

$$dr = 24.6 \text{ cm} > 34 + 3 = 37 \text{ cm}$$

$$\bullet A_{s2} = 5.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

### Nervaduras de capitel interior N3

$$\bullet \text{Mu}_1 = -\text{Mu}_7 = 0.74 \cdot 0.43 \cdot \mathbf{2.8} = \mathbf{0.9} \text{ T-m}$$

$$+\text{Mu}_{12} = +\text{Mu}_{67} = 0.74 \cdot 1.00 \cdot \mathbf{3.7} = \mathbf{2.7} \text{ T-m}$$

$$\bullet \text{Mu}_2 = 0.74 \cdot 0.43 \cdot 12.6 = \mathbf{4.0} \text{ T-m}$$

$$+\text{Mu}_{23} = 0.74 \cdot 1.00 \cdot 11.9 = \mathbf{8.8} \text{ T-m}$$

$$\bullet \text{Mu}_3 = 0.74 \cdot 0.43 \cdot 18.3 = \mathbf{5.8} \text{ T-m}$$

$$+\text{Mu}_{35} = 0.74 \cdot 1.00 \cdot 9.1 = \mathbf{6.7} \text{ T-m}$$

$$\bullet \text{Mu}_5 = 0.74 \cdot 0.43 \cdot 21.1 = \mathbf{6.7} \text{ T-m}$$

$$+\text{Mu}_{56} = 0.74 \cdot 1.00 \cdot 15.4 = \mathbf{11.4} \text{ T-m}$$

$$\bullet \text{Mu}_6 = 0.74 \cdot 0.43 \cdot 15.0 = \mathbf{4.8} \text{ T-m}$$

$$b^+ = 88.7 \text{ cm, } b^- = b_w = 25.2 \text{ cm; } h = 37 \text{ cm; } r = 3 \text{ cm;}$$

$$dr = 23.9 \text{ cm} < 34 + 3 = 37 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} As_1 &= -As_7 = 0.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6} \\ +As_{12} &= +As_{67} = 2.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6} \\ As_2 &= 3.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6} +As_{23} = 7.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6} \\ As_3 &= 4.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6} +As_{35} = 5.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6} \\ As_5 &= 5.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6} +As_{56} = 9.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{4\#6} \\ As_6 &= 4.0 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6} \end{aligned}$$

**Sección 25.2x37 cm**

### Nervaduras de capitel N1 (2)

Factor de refuerzo respecto de N3 =  $0.5 \cdot 3/2 = 0.75$ ,  
proporcional además al cuadrado de los claros

$$\begin{aligned} -As_1 &= -As_7 = 0.75 \cdot 0.9 = 0.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5} \\ +As_{12} &= +As_{67} = 0.75 \cdot 2.8 = 2.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5} \\ \bullet As_2 &= 0.75 \cdot 3.3 \cdot (6.23/7.10)^2 = 1.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5} \\ +As_{22a} &= 0.75 \cdot 7.1 \cdot (7.45/9.20)^2 = 3.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#5} \\ -As_{2a} &= 0.75 \cdot 0.9 \cdot (7.45/5.00)^2 = 1.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5} \\ -As_{5a} &= 0.75 \cdot 0.9 \cdot (8.75/5.00)^2 = 2.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5} \\ +As_{56a} &= 0.75 \cdot 9.7 \cdot (8.75/10.5)^2 = 5.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#5} \\ \bullet As_6 &= 0.75 \cdot 4.0 \cdot (6.88/7.75)^2 = 2.4 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5} \end{aligned}$$

**Sección 25.2x37 cm.**

### Nerv. de capitel N5 (3)

Son iguales a la nervadura N3, excepto tramo central

$$\begin{aligned} -As_1 &= -As_7 = 0.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6} \\ +As_{12} &= +As_{67} = 2.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6} \\ \bullet As_2 &= 3.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6} \\ +As_{23} &= 7.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6} \\ \bullet As_3 &= 0.9 \cdot (8.60/5.00)^2 = 2.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6} \\ +As_{34a} &= 5.7 \cdot (4.50/8.00)^2 = 1.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6} \\ -As_{4a} &= 0.9 \cdot (4.50/5.00)^2 = 0.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6} \\ \bullet As_{5a} &= 0.9 \cdot (8.75/5.00)^2 = 2.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6} \\ +As_{56a} &= 9.2 \cdot (8.75/10.5)^2 = 6.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6} \\ -As_6 &= 4.0 \cdot (6.88/7.75)^2 = 3.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6} \end{aligned}$$

**Sección 25.2x37 cm.**

### Nervaduras de Losa N4 (8):

$$\begin{aligned} \bullet Mu_1 &= -Mu_7 = 0.74 \cdot 0.6 = \mathbf{0.4} \text{ T-m} \\ +Mu_{12} &= +Mu_{67} = 0.74 \cdot 1.2 = \mathbf{0.9} \text{ T-m} \\ \bullet Mu_2 &= 0.74 \cdot 2.6 = \mathbf{1.9} \text{ T-m} \\ +Mu_{23} &= 0.74 \cdot 3.7 = \mathbf{2.7} \text{ T-m} \\ \bullet Mu_3 &= 0.74 \cdot 3.7 = \mathbf{2.7} \text{ T-m} \\ +Mu_{35} &= 0.74 \cdot 2.8 = \mathbf{2.1} \text{ T-m} \\ \bullet Mu_5 &= 0.74 \cdot 4.3 = \mathbf{3.2} \text{ T-m} \\ +Mu_{56} &= 0.74 \cdot 4.7 = \mathbf{3.5} \text{ T-m} \\ Mu_6 &= 0.74 \cdot 3.0 = \mathbf{2.2} \text{ T-m } b+ = 75.5 \text{ cm; } b- = bw = 12 \text{ cm; } \\ r &= 3 \text{ cm; } h = 37 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -As_1 &= -As_7 = 0.4 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#4} \\ +As_{12} &= +As_{67} = 0.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#4} \\ As_2 &= 1.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4} +As_{23} = 2.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4} \\ As_3 \text{ Y } -As_6 &= 2.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4} +As_{35} = 1.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4} \\ As_5 &= 2.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#4} +As_{56} = 2.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#4} \end{aligned}$$

**Sección 12x37 cm.**

### Nervaduras de Losa N2 (8):

$$\begin{aligned} \bullet \text{Mu}_1 &= -\text{Mu}_7 = 0.4 \text{ T-m} \\ +\text{Mu}_{12} &= +\text{Mu}_{67} = 0.9 \text{ T-m} \\ \bullet \text{Mu}_2 &= 1.9 \cdot (6.23/7.10)^2 = 1.5 \text{ T-m} \\ +\text{Mu}_{22a} &= 2.7 \cdot (7.45/9.20)^2 = 1.8 \text{ T-m} \\ \bullet \text{Mu}_{2a} &= 0.4 \cdot (7.45/5.00)^2 = 0.9 \text{ T-m} \\ \bullet \text{Mu}_{5a} &= 0.4 \cdot (8.75/5.00)^2 = 1.2 \text{ T-m} \\ +\text{Mu}_{5a6} &= 3.5 \cdot (8.75/10.5)^2 = 2.4 \text{ T-m} \\ \bullet \text{Mu}_6 &= 2.2 \cdot (6.88/7.55)^2 = 1.8 \text{ T-m} \\ b+ &= 75.5 \text{ cm}; b- = b_w = 12 \text{ cm}; h = 37 \text{ cm}; r = 3 \text{ cm}; \\ \text{As}_1 &= -\text{As}_7 = 0.4 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#3} +\text{As}_{12} = \\ &+ \text{As}_{67} = 0.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#3} \\ \text{As}_2 &= 1.4 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#3} +\text{As}_{22.a} = 1.4 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#3} \\ \text{As}_{2.a} &= 1.0 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#3} \\ \text{As}_{5.a} &= 1.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#3} +\text{As}_{5.a6} = 1.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#3} \\ \text{As}_6 &= 1.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#3} \end{aligned}$$

**Sección 12x37 cm.**

### Nerv. de Losa N6 (8)

Es igual a la anterior, excepto tramo central

**Sección 12x37 cm**

**Dirección Oriente-Poniente.**

### Momentos Totales

$$\begin{aligned} w_u &= 1.15 \cdot 9.25 = 10.6 \text{ T/m}; P = 2.55 \text{ Ton} \\ \text{Mu}_A &= -\text{Mu}_E = 10.6 \cdot 8.7^2/24 + 2.55 \cdot 8.7/9 = \mathbf{35.9 \text{ T-m}} \\ +\text{Mu}_{AB} &= +\text{Mu}_{DE} = +\text{Mu}_{BC} = +\text{Mu}_{CD} = 10.6 \cdot 8.7^2/14 + 2.55 \cdot 8.7/5 \\ +\text{Mu}_{AB} &= +\text{Mu}_{DE} = +\text{Mu}_{BC} = +\text{Mu}_{CD} = \mathbf{61.8 \text{ T-m}} \\ \text{Mu}_B &= -\text{Mu}_D = -\text{Mc} = 10.6 \cdot 8.7^2/10 + 2.55 \cdot 8.7/5 = \mathbf{84.6 \text{ T-m}} \end{aligned}$$

### Momentos por Nervadura

Son 2 nervaduras de capitel de 27.8 y una de 25.2 cm. de ancho y 9 nervaduras de losa de 12 cm.

### Nervaduras de Capitel.

$$\begin{aligned} \text{Mu}_A &= -\text{Mu}_E = 35.9 \cdot 0.65/3 = \mathbf{7.8 \text{ T-m}} +\text{Mu}_{AB} = +\text{Mu}_{DE} = +\text{Mu}_{BC} \\ &= +\text{Mu}_{CD} = 61.8 \cdot 0.55/3 = \mathbf{11.3 \text{ T-m}} -\text{Mu}_B = -\text{Mu}_D = -\text{Mc} = \\ &84.6 \cdot 0.65/3 = \mathbf{18.3 \text{ T-m}} \\ \text{Mu}_{\text{Total}} &\text{ en capitel} = 84.6 \cdot 0.65 = \mathbf{55.0 \text{ T-m}} \end{aligned}$$

### Momento fuera del capitel:

$$\begin{aligned} \bullet \text{Mu}_B &= 18.3 \text{ Ton-m}; +\text{Mu}_{AB} = 11.3 \text{ Ton-m}; \text{Mu}_t = 29.6 \text{ Ton-m} \\ L/2 &= 8.7/2 = 4.35 \text{ m}; C = 1.01 \text{ m}; L/2 - C = 3.34 \text{ m}. \\ \text{Mu}_{FC} &= 29.6 \cdot 3.34^2/4.35^2 - 11.3 = \mathbf{6.2 \text{ T-m}} \\ \text{Factor} &= 6.2/18.3 = \mathbf{0.34} \end{aligned}$$

### Nervaduras de Losa:

$$\begin{aligned} \text{Mu}_A &= -\text{Mu}_E = 35.9 \cdot 0.35/9 = 1.4 \text{ T-m} \\ +\text{Mu}_{AB} &= +\text{Mu}_{DE} = +\text{Mu}_{BC} = +\text{Mu}_{CD} = 61.8 \cdot 0.45/9 = 3.1 \text{ T-m} \\ -\text{Mu}_B &= -\text{Mu}_D = -\text{Mc} = 84.6 \cdot 0.35/9 = 3.3 \text{ T-m} \end{aligned}$$

### Reducción de Momentos:

$$\begin{aligned} \text{Mo} &= 0.09 \cdot F \cdot (1 - 2 \cdot c/3 \cdot L)^2 \cdot W \cdot L; F = 1.15 - c/L \geq 1 \\ c \text{ min} &= 30 \text{ cm}; L \text{ max} = 870 \text{ cm} \\ F &= 1.15 - 30/870 = 1.12 \\ \text{Mo} &= 0.09 \cdot 1.12 \cdot (1 - 2 \cdot 30/(3 \cdot 870))^2 \cdot W \cdot L; \text{Mo} = 0.1 \cdot W \cdot L \\ r &= 0.1/0.125 = \mathbf{0.80} \end{aligned}$$

### **Refuerzo negativo en capitel**

$$Mu_{Total} = 55.0 \cdot 0.80 = \mathbf{44.0 \text{ T-m}}$$

$$\text{Ancho de capitel} = 2 \cdot 63.5 + 20.3 \cdot 1.5 + 27.0 \cdot 1.5 = \mathbf{198 \text{ cm}}$$

Con el programa anterior:

$$b = b_w = 198 \text{ cm}; \text{ rec} = 3 \text{ cm}, \text{ dr} = 21.8 \text{ cm} < 34 + 3 = 37 \text{ cm} \text{ O.K.}$$

$$As = 36.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{14\#6 \text{ (total)} - 6\#6 \text{ Nerv.} = 8\#6 \text{ (Neto)}}$$

### **Nervaduras de capitel E5**

$$Mu_B = -Mu_D = 6.2 \cdot 0.80 = \mathbf{5.0 \text{ T-m}} + Mu_{AB} = 11.3 \cdot 0.8 = \mathbf{9.0 \text{ T-m}}$$

$$b^+ = 83.8, b^- = b_w = 20.3 \text{ cm}; \text{ rec} = 3 \text{ cm}, \text{ dr} = 23.0 \text{ cm} < 34 + 3 = 37 \text{ cm} \text{ OK.}$$

$$As = 4.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

$$+As = 7.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6}$$

**Sección 27.8x37 cm**

### **Nervaduras de capitel E3 (3)**

$$\text{Factor} = ((5.0 + 9.2)/2) / ((10.5 + 8.0)/2) \cdot 3/3 = 0.77$$

$$-As = 4.2 \cdot 0.77 = 3.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#5}$$

$$+As = 7.2 \cdot 0.77 = 5.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

**Sección 27.8x37 cm.**

### **Nervaduras de capitel E1 (2)**

$$\text{Factor} = (5/2) / ((5.0 + 9.2)/2) \cdot 3/2 = 0.53 \text{ de E3}$$

$$As = 3.2 \cdot 0.53 = 1.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5}$$

$$+As = 5.6 \cdot 0.53 = 3.0 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#5}$$

**Sección 25.2x37 cm.**

### **Nervaduras de capitel E7 (3)**

Se reforzarán igual que las E5, reduciendo el refuerzo en función de los claros

**Sección 20.3x37 cm.**

### **Nervaduras de capitel E9 (3)**

$$\text{Factor} = ((10.5 + 5)/2) / ((10.5 + 8.0)/2) = 0.84 \text{ de E5}$$

$$-As = 4.2 \cdot 0.84 = 3.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#5}$$

$$+As = 7.2 \cdot 0.84 = 6.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#5}$$

**Sección 20.3x37 cm.**

### **Nervaduras de losa E4 (8)**

$$Mu_E = 1.4 \cdot 0.8 = \mathbf{1.1 \text{ T-m}}$$

$$+Mu = +Mu_{CD} = 3.1 \cdot 0.8 = \mathbf{2.5 \text{ T-m}}$$

$$Mu_I = 3.3 \cdot 0.8 = \mathbf{2.6 \text{ T-m}} \quad b^+ = 75.5 \text{ cm. } b^- = b_w = 12 \text{ cm};$$

$$H = 37 \text{ cm}; r = 3 \text{ cm}; \text{ dr} = 21.6 \text{ cm}$$

$$-Ase = 1.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#4}$$

$$+As = 2.0 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5}$$

$$As_i = 2.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5}$$

**Sección 12x37 cm.**

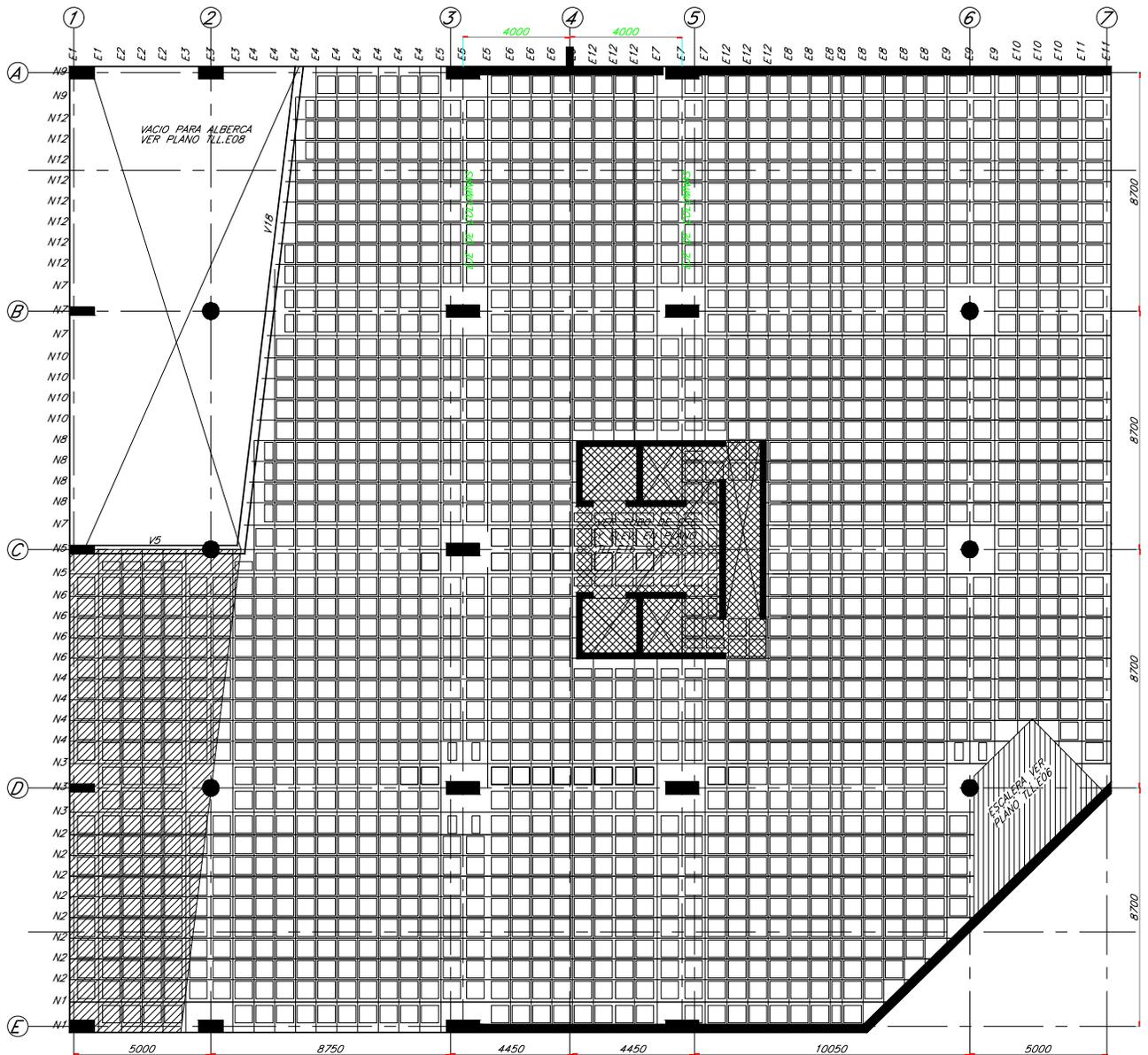
### **Nervaduras de losa E2 y E6 (2)**

$$\text{Factor} = 2.5 / 7.75 \cdot 6/2 = 1.0$$

Resultan iguales a E4

**Sección 12x37 cm.**

### 13. Losa Planta Baja.



### PLANTA LOSA PLANTA BAJA

Verificar dimensiones en planos arquitectónicos y en obra  
Ver nota al pie de hoja 12

#### Patín de compresión.

Es una losa plana apoyada en dos direcciones.

$$L = 0.635 + 0.12 = 0.755 \text{ m}$$

$$w_u = 1380/2 = 690 \text{ Kg/m}^2$$

$$M_u = \pm 690 \cdot 0.755^2 / 10 = 40 \text{ Kg-m}$$

Con el mismo programa Excel

**$F_y = 5000 \text{ Kg/cm}^2$ ;**

$M_u = 40 \text{ Kg-m}$ ;  $b = 100 \text{ cm}$ ;  $b_w = 100 \text{ cm}$ ;

$rec = 2.5 \text{ cm}$ ;  $dr = 1.0 \text{ cm} < 2.5 + 2.5 = 5.0 \text{ cm}$  **O.K.**

$H = 5.0 \text{ cm}$ ;  $A_s = 0.48 \text{ cm}^2/\text{m}$ .

**Losa de 5 cm de espesor con malla electrosoldada 6x6/1010 a medio peralte.**

## Nervaduras.

### Cargas y Claros:

$w_u = 1380 \text{ Kg/m}^2$

### Dirección Norte-Sur.

Factor = **1.45** (solo para momentos negativos)

$L_1 = 5.0 \text{ m}$  (2 claros);  $L_2 = 9.20 \text{ m}$  (1 claro);

$L_3 = 8.00 \text{ m}$  (1 claro);  $L_4 = 10.50 \text{ m}$  (1 claro)

$L'_1 = (9.2+5.0)/2 = 7.10 \text{ m}$ ;  $L'_2 = (9.2+8.0)/2 = 8.60 \text{ m}$ ;

$L'_3 = (10.5+8.0)/2 = 9.25 \text{ m}$ ;  $L'_4 = (10.5+5.0)/2 = 7.75 \text{ m}$

### Dirección Oriente-Poniente.

Factor = **1.0** (para momentos negativos)

$L_1 = 8.70 \text{ m}$  (4 claros)

$L' = 8.70 \text{ m}$

Anchos Tributarios:

Dirección Norte-Sur:  $B_s = (8.70+8.70)/2 = 8.70 \text{ m}$

Dirección Oriente-Poniente:  $B_L = (8.0+10.5)/2 = 8.60 \text{ m Base.}$

### Dirección Norte-Sur.

#### Momentos Totales:

$w_s = 1.38 \cdot 8.7 = 12.0 \text{ T/m}$ ,

•  $Mu_1 = -Mu_7 = 1.45 \cdot 12.0 \cdot 5.00^2/24 = 18.1 \text{ T-m}$

+  $Mu_{12} = +Mu_{67} = 1.00 \cdot 12.0 \cdot 5.00^2/14 = 21.4 \text{ T-m}$

-  $Mu_2 = 1.45 \cdot 12.0 \cdot 7.10^2/10 = 87.7 \text{ T-m}$

+  $Mu_{23} = 1.00 \cdot 12.0 \cdot 9.20^2/14 = 72.6 \text{ T-m}$

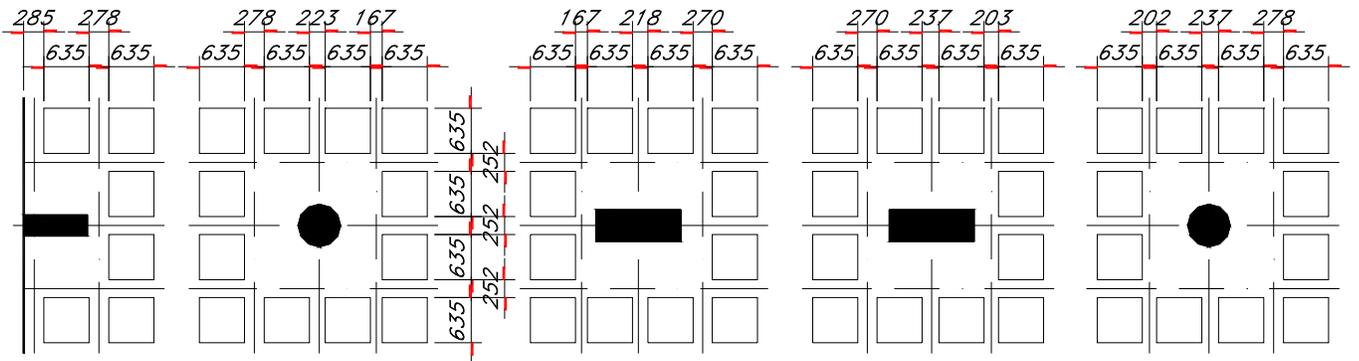
•  $Mu_3 = 1.45 \cdot 12.0 \cdot 8.60^2/10 = 129.0 \text{ T-m}$

+  $Mu_{35} = 1.00 \cdot 12.0 \cdot 8.00^2/14 = 54.9 \text{ T-m}$

•  $Mu_5 = 1.45 \cdot 12.0 \cdot 9.25^2/10 = 149.0 \text{ T-m}$

+  $Mu_{56} = 1.00 \cdot 12.0 \cdot 10.5^2/14 = 94.5 \text{ T-m}$

•  $Mu_6 = 1.45 \cdot 12.0 \cdot 10.5^2/24 = 79.9 \text{ T-m}$



#### Momentos por Nervadura:

Son 3 nervaduras de capitel de 25.2 cm. de ancho y 8 nervaduras de losa de 12 cm. de ancho. eralte total será de 35 cm. tipo.

#### Nervadura de capitel:

•  $Mu_1 = -Mu_7 = 18.1 \cdot 0.65/3 = 3.9 \text{ T-m}$

+  $Mu_{12} = +Mu_{67} = 21.4 \cdot 0.55/3 = 3.9 \text{ T-m}$

•  $Mu_2 = 87.7 \cdot 0.65/3 = 19.0 \text{ T-m}$

+  $Mu_{23} = 72.6 \cdot 0.55/3 = 13.3 \text{ T-m}$

•  $Mu_3 = 129.0 \cdot 0.65/3 = 28.0 \text{ T-m}$

+  $Mu_{35} = 54.9 \cdot 0.55/3 = 10.1 \text{ T-m}$

•  $Mu_5 = 149.0 \cdot 0.65/3 = 32.3 \text{ T-m}$

+  $Mu_{56} = 94.5 \cdot 0.55/3 = 17.3 \text{ T-m}$

•  $Mu_6 = 79.9 \cdot 0.65/3 = 17.3 \text{ T-m}$

$Mu_{Total} \text{ en capitel} = 149 \cdot 0.65 = 96.9 \text{ T-m}$

### Momento fuera del capitel

$M_N = 32.3 \text{ T-m}$ ;  $M_P = 17.3 \text{ T-m}$ ;  $M_T = 49.6 \text{ T-m}$   
 $L/2 = 10.5/2 = 5.25 \text{ m}$ ;  $c = 1.035 \text{ m}$ ;  $x = 5.25 - 1.035 = 4.215 \text{ m}$   
 $M_C = 49.6 * 4.215^2 / 5.25^2 - 17.3 = 14.7 \text{ T-m}$ ;  $FC = 0.46$

### Nervaduras de losa

•  $M_{u1} = -M_{u7} = 18.1 * 0.35/8 = 0.8 \text{ T-m}$   
+  $M_{u12} = +M_{u67} = 21.4 * 0.45/8 = 1.2 \text{ T-m}$   
•  $M_{u2} = 87.7 * 0.35/8 = 3.8 \text{ T-m}$   
+  $M_{u23} = 72.6 * 0.45/8 = 4.1 \text{ T-m}$   
•  $M_{u3} = 129.0 * 0.35/8 = 5.6 \text{ T-m}$   
+  $M_{u35} = 54.9 * 0.45/8 = 3.1 \text{ T-m}$   
•  $M_{u5} = 149.0 * 0.35/8 = 6.5 \text{ T-m}$   
+  $M_{u56} = 94.5 * 0.45/8 = 5.3 \text{ T-m}$   
•  $M_{u6} = 79.9 * 0.35/8 = 3.5 \text{ T-m}$

### Reducción de Momentos:

$M_o = 0.09 * F * (1 - 2 * c / 3 * L)^2 * W * L$ ;  $F = 1.15 - c/L \geq 1$   
 $c_{\min} = 53 \text{ cm}$  (Equiv. a  $\square 60 \text{ cm}$ );  $L_{\max} = 1050 \text{ cm}$   
 $F = 1.15 - 53/1050 = 1.1$   
 $M_o = 0.09 * 1.1 * (1 - 2 * 53 / (3 * 1050))^2 * W * L$ ;  $M_o = 0.092 * W * L$   
 $r = 0.092 / 0.125 = 0.74$

### Revisión a cortante

**A) En capitel** a  $\frac{1}{2}$  peralte de paños de columnas.

$V_{u\max} = 1380 * (8.0 + 10.50) / 2 * (8.7 + 8.7) / 2 / 1000 = 111.0 \text{ T}$ .

$b_o = (53 + 34) * 4 = 348 \text{ cm}$ ,  $d = 32 \text{ cm}$ .

$v_u = 111000 / (348 * 32) = 10.0 \text{ Kg/cm}^2 < 13.2 \text{ Adm}$

**B) Fuera del capitel** a un peralte del capitel

$x = (2 * 63.5 + 20.3 * 1.5 + 27.8 * 1.5) + 32 * 2 = 263 \text{ cm}$ ;

$b_o = 3 * 27.8 + 3 * 25.2 + 6 * 25.2 = 310 \text{ cm}$

$V_u = 111 - 1.38 * 2.63 * 2.63 = 101 \text{ Ton}$

$v_u = 101000 / (310 * 32) = 10.2 \text{ Kg/cm}^2 > 7.3 \text{ No pasa}$ .

Se podrán medios casetones en la primera línea enseguida de los capiteles, solo eje 6C. El resto de los capiteles están bien

### Refuerzo negativo en capitel

$M_{u\text{ Total}} = 96.9 * 0.74 = 71.7 \text{ T-m}$

Ancho de capitel =  $2 * 63.5 + 3 * 25.2 = 203 \text{ cm}$

Con el programa

$b = b_w = 203 \text{ cm}$ ;  $rec = 3 \text{ cm}$

$d_r = 27.5 \text{ cm} < 32 + 3 = 35 \text{ cm}$

$A_s = 68.1 \text{ cm}^2 = 14\#8 \text{ (total)} - 6\#8 \text{ Nerv.} = 8\#8 \text{ (neto)} \approx 7\#6$

### Refuerzo negativo fuera de capitel

•  $M_{u6} = 14.7 * 0.74 = 10.9 \text{ T-m}$

$b = b_w = 57.0 \text{ cm}$ ;  $rec = 3 \text{ cm}$

$d_r = 20.30 \text{ cm} < 32 + 3 = 35 \text{ cm}$

•  $A_{s2} = 9.6 \text{ cm}^2 = 2\#8 \text{ o } 4\#6$

### Refuerzo Positivo

+  $M_{u56} = 17.3 * 0.74 = 12.8 \text{ T-m}$

$b+ = 88.7$ ;  $b = b_w = 25.2 \text{ cm}$ ;  $rec = 3 \text{ cm}$

$d_r = 17.6 \text{ cm} < 32 + 3 = 35 \text{ cm}$

•  $A_{s2} = 11.1 \text{ cm}^2 = 3\#8 \text{ o } 4\#6$

### Nerv. de capitel interior N3 (3)

Factor de carga =  $1.67/1.38 = 1.21$  Zona de jardín

$$-Mu_1 = 1.21 \cdot 3.9 \cdot 0.72 \cdot 0.46 = 1.6 \text{ T-m}$$

$$+Mu_{12} = 1.21 \cdot 3.9 \cdot 0.72 = 3.4 \text{ T-m}$$

$$\bullet Mu_2 = 1.11 \cdot 19.0 \cdot 0.72 \cdot 0.46 = 7.0 \text{ T-m}$$

$$+Mu_{23} = 13.3 \cdot 0.72 = 9.6 \text{ T-m}$$

$$\bullet Mu_3 = 28.0 \cdot 0.72 \cdot 0.46 = 9.3 \text{ T-m}$$

$$+Mu_{35} = 10.1 \cdot 0.72 = 7.3 \text{ T-m}$$

$$\bullet Mu_5 = 32.3 \cdot 0.72 \cdot 0.46 = 10.8 \text{ T-m}$$

$$+Mu_{56} = 17.3 \cdot 0.72 = 12.5 \text{ T-m}$$

$$\bullet Mu_6 = 22.6 \cdot 0.72 \cdot 0.46 = 7.5 \text{ T-m}$$

$$+Mu_{67} = 3.9 \cdot 0.72 = 2.8 \text{ T-m}$$

$$\bullet Mu_7 = 3.9 \cdot 0.72 \cdot 0.46 = 1.3 \text{ T-m}$$

$b+ = 88.7 \text{ cm}$ ;  $b = b_w = 25.2 \text{ cm}$ ;  $h = 35 \text{ cm}$ ;  $r = 3 \text{ cm}$ ;

$d_r = 30.3 \text{ cm} < 32+3 = 35 \text{ cm}$

$$As_1 = 1.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#8 \text{ o } 1\#6} + As_{12} = 2.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$As_2 = 6.4 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#8 \text{ o } 3\#6} + As_{23} = 8.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6}$$

$$As_3 = 8.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#8 \text{ o } 3\#6} + As_{35} = 6.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6}$$

$$As_5 = 10.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#8 \text{ o } 4\#6} + As_{56} = 10.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{4\#6}$$

$$As_6 = 6.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#8 \text{ o } 3\#6} + As_{67} = 2.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$As_7 = 1.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#8 \text{ o } 1\#6}$$

**Sección 25.2x35 cm.**

### Nerv. de capitel N1 (2)

Factor =  $(8.70/2)/((8.70+8.70)/2)^{3/2} = 0.75$

Factor de carga =  $1.67/1.38 \cdot 0.75 = 0.91$

$$As_1 = 0.91 \cdot 1.8 = 1.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$+As_{12} = 0.91 \cdot 2.9 = 2.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$As_2 = 0.83 \cdot 6.4 = 5.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

$$+As_{23} = 0.75 \cdot 8.2 = 6.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

$$As_3 = 0.75 \cdot 8.9 = 6.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6}$$

$$+As_{35} = 0.75 \cdot 6.2 = 4.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

$$As_5 = 0.75 \cdot 10.9 = 8.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6}$$

$$+As_{56} = 0.75 \cdot 6.9 \cdot 7.881^2/10.5^2 = 2.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$-As_{5b} = 0.75 \cdot 10.7 \cdot 10/24 \cdot 7.881^2/10.5^2 = 1.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

**Sección 25.2x35 cm**

### Nerv. de capitel N5 (3)

Factor =  $(8.70/2)/((8.70+8.70)/2)^{3/2} = 0.75$

Factor de carga =  $1.67/1.38 \cdot 0.75 = 0.91$

$$As_1 = 0.91 \cdot 1.8 = 1.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#8 \text{ o } 1\#6}$$

$$+As_{12} = 0.91 \cdot 2.9 = 2.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$As_2 = 0.96 \cdot 6.4 = 6.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#8 \text{ o } 2\#6}$$

$$+As_{23} = 6.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6}$$

$$As_3 = 6.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#8 \text{ o } 3\#6}$$

$$+As_{34a} = 6.1 \cdot 4.70^2/8.0^2 = 2.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$-As_{4a} = 6.7 \cdot 10/24 \cdot 4.70^2/8.0^2 = 1.0 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#8 \text{ o } 1\#6}$$

$$-As_{5a} = 8.2 \cdot 10/24 \cdot 7.114^2/10.5^2 = 1.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#8 \text{ o } 1\#6}$$

$$+As_{5a6} = 10.9 \cdot 7.114^2/10.5^2 = 5.0 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

$$-As_6 = 6.9 \cdot 7.114^2/10.5^2 = 4.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#8 \text{ o } 2\#6}$$

$$+As_{67} = 2.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$As_7 = 1.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#8 \text{ o } 1\#6}$$

**Sección 25.2x35 cm.**

**Nerv. de capitel N7 (3)**

$$As_{2a} = 6.4 \cdot (7.05^2 / 9.2^2) \cdot 10 / 24 = 1.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$+As_{23} = 8.2 \cdot (7.05^2 / 9.2^2) = 4.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

$$-As_3 = 8.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6}$$

$$+As_{35} = 6.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

$$As_5 = 10.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{4\#6} \quad +As_{56} = 10.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{4\#6}$$

$$As_6 = 6.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6} \quad +As_{67} = 2.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$As_7 = 1.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

**Sección 25.2x35 cm.**

**Nerv. de capitel N9 (3)**

$$\text{Factor} = (8.70/2) / ((8.70+8.70)/2) \cdot 3/2 = 0.75$$

$$As_{2b} = 0.75 \cdot 6.4 \cdot 6.0^2 / 9.2^2 \cdot 10 / 24 = 0.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$+As_{2b3} = 0.75 \cdot 8.2 \cdot 6.0^2 / 9.2^2 = 2.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$-As_3 = 0.75 \cdot 8.9 = 6.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6}$$

$$+As_{35} = 0.75 \cdot 6.2 = 4.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

$$As_5 = 0.75 \cdot 10.7 = 8.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6}$$

$$+As_{56} = 0.75 \cdot 10.9 = 8.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6}$$

$$As_6 = 0.75 \cdot 6.9 = 5.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

$$As_7 = 0.75 \cdot 1.5 = 1.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$+As_{67} = 0.75 \cdot 2.7 = 2.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

**Sección 25.2x35 cm.**

**Nervaduras de Losa N2 (8):**

$$\text{Factor de carga} = 1.67/1.38 = 1.21$$

$$\bullet Mu_1 = 1.21 \cdot 0.8 \cdot 0.72 = \mathbf{0.7} \text{ T-m}$$

$$+Mu_{12} = 1.21 \cdot 1.2 \cdot 0.72 = \mathbf{1.1} \text{ T-m}$$

$$\bullet Mu_2 = 3.8 \cdot 0.72 = \mathbf{2.7} \text{ T-m}$$

$$+Mu_{23} = 4.1 \cdot 0.72 = \mathbf{3.0} \text{ T-m}$$

$$\bullet Mu_3 = 5.6 \cdot 0.72 = \mathbf{4.0} \text{ T-m}$$

$$+Mu_{35} = 3.1 \cdot 0.72 = \mathbf{2.2} \text{ T-m}$$

$$\bullet Mu_5 = 6.5 \cdot 0.72 = \mathbf{4.7} \text{ T-m}$$

$$+Mu_{56} = 5.3 \cdot 0.72 = \mathbf{3.8} \text{ T-m}$$

$$\bullet Mu_6 = 4.6 \cdot 0.72 = \mathbf{3.4} \text{ T-m}$$

$$+Mu_{66a} = 1.2 \cdot 0.72 \cdot (3.612^2 / 5.0^2) = \mathbf{0.5} \text{ T-m}$$

$$-Mu_{6a} = 0.8 \cdot 0.72 \cdot (3.612^2 / 5.0^2) = \mathbf{0.3} \text{ T-m}$$

$$b+ = 75.5 \text{ cm}; b- = bw = 12 \text{ cm}; r = 3 \text{ cm};$$

$$dr = 29.0 \text{ cm} \approx 32+3 = 35 \text{ cm};$$

$$As_1 = 0.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5}$$

$$+As_{12} = 1.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5}$$

$$As_2 = 2.4 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#5}$$

$$+As_{23} = 2.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#5}$$

$$As_3 = 3.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#5}$$

$$+As_{35} = 1.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5}$$

$$As_5 = 4.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#5}$$

$$+As_{56} = 3.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#5}$$

$$As_6 = 3.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#5}$$

$$+As_{66a} = 0.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5}$$

$$As_{6a} = 0.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5}$$

**Sección 12x35 cm.**

**Nervaduras de Losa N4 (4):**

$$\text{Factor} = (8.70/2) / ((8.70+8.70)/2) \cdot 8/4 = 1$$

$$-As_1 = 1 \cdot 0.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5} \quad +As_{12} = 1 \cdot 1.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5}$$

$$+As_2 = 1 \cdot 2.4 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#5} \quad +As_{23} = 1 \cdot 2.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#5}$$

$$-As_3 = 1 \cdot 3.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#5}$$

$$+As_{35} = 1 \cdot 1.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5}$$

+As5 = 1\*4.6 cm2 = **2#5**  
 +As56 = 1\*3.2 cm2 = **2#5**  
 -As6 = 1\*3.1 cm2 = **2#5**  
 +As67 = 1\*0.6\*5.0^2/3.612^2 = 1.1 cm2 = **1#5**  
 -As7 = 1\*0.3\*5.0^2/3.612^2 = 0.6 cm2 = **1#5**  
**Sección 12x35 cm.**

#### **Nerv. de Losa N6 (4)**

Factor = (8.70/2)/((8.70+8.70)/2)\*8/4 = 1  
 As1 = 1\*0.8 cm2 = **1#5**  
 +As12 = 1\*1.2 cm2 = **1#5**  
 As2 = 1\*2.4 cm2 = **2#5**  
 +As23 = 1\*2.5 cm2 = **2#5**  
 As3 = 1\*3.8 cm2 = **2#5**  
 +As35 = 1\*1.8 cm2 = **1#5**  
 As5 = 1\*4.6 cm2 = **2#5**  
 +As56 = 1\*3.2 cm2 = **2#5**  
 As6 = 1\*3.1 cm2 = **2#5**  
 +As67 = 1\*0.6\*(5.0^2/3.612^2) = 1.1 cm2 = **1#5**  
 -As7 = 1\*0.3\*(5.0^2/3.612^2) = 0.6 cm2 = **1#5**  
**Sección 12x35 cm.**

#### **Nerv. de Losa N8 (4)**

Factor = (8.70/2)/((8.70+8.70)/2)\*8/4 = 1  
 As2a = 2.4\*(7.575^2/9.2^2)\*10/24 = 0.7 cm2 = **1#5**  
 +As2a3 = 2.5\*(7.575^2/9.2^2) = 1.7 cm2 = **1#5**  
 -As3 = 3.8\*(7.575^2/9.2^2) = 2.6 cm2 = **2#5**  
 +As34a = 1.8\*(4.70^2/8.00^2) = 0.6 cm2 = **1#5**  
 -As4a = 4.6\*(4.70^2/8.00^2)\*10/24 = 0.7cm2 = **1#5**  
 -As5a = 3.2\*(7.114^2/10.5^2) = 1.5 cm2 = **1#5**  
 +As5a6 = 3.1\*(7.114^2/10.5^2) = 1.4 cm2 = **1#5**  
 -As6 = 3.1\*(7.114^2/10.5^2) = 1.4 cm2 = **1#5**  
 +As66a = 0.6 cm2 = **1#5**  
 As6a = 0.3 cm2 = **1#5**  
**Sección 12x35 cm.**

#### **Nerv. de Losa N10 (4)**

Factor = (8.70/2)/((8.70+8.70)/2)\*8/4 = 1  
 ++As2a = 2.4\*(7.575^2/9.20^2)\*10/24 = 0.7 cm2 = **1#5**  
 +As2a3 = 2.5\*(7.575^2/9.20^2) = 1.7 cm2 = **1#5**  
 -As3 = 3.8\*(7.787^2/9.20^2) = 2.7 cm2 = **2#5**  
 +As35 = 1.8 cm2 = **1#5**  
 As5 = 4.6 cm2 = **2#5**  
 +As56 = 3.2 cm2 = **2#5**  
 As6 = 3.1 cm2 = **2#5**  
 +As67 = 0.6 cm2 = **1#5**  
 As7 = 0.3 cm2 = **1#5**  
**Sección 12x35 cm.**

#### **Nerv. de Losa N12 (8)**

-As2a = 2.4\*6.525^2/9.2^2\*10/24 = 0.5 cm2 = **1#5**  
 +As2a3 = 2.5\*6.525^2/9.2^2 = 1.3 cm2 = **1#5**  
 -As3 = 3.8\*7.2625^2/9.2^2 = 2.4 cm2 = **2#5**  
 +As35 = 1.8 cm2 = **1#5**

-As5 = 4.6 cm<sup>2</sup> = **2#5**  
 +As6 = 3.2 cm<sup>2</sup> = **2#5**  
 -As6 = 3.1 cm<sup>2</sup> = **2#5**  
 +As67 = 0.5 cm<sup>2</sup> = **1#5**  
 As7 = 0.3 cm<sup>2</sup> = **1#5**  
**Sección 12x35 cm.**

### Dirección Oriente-Poniente

#### Momentos Totales máximo:

ws = 1.38\*8.6 = 11.9 T/m,  
 •MuA = -MuE = 11.9\*8.7<sup>2</sup>/24 = **37.5 T-m**  
 +MuAB = +MuBC = +MuCD = +MuDE = 11.9\*8.7<sup>2</sup>/14  
 +MuAB = +MuBC = +MuCD = +MuDE = **64.3 T-m**  
 -MuB = -MuC = -MuD = 11.9\*8.7<sup>2</sup>/10 = **90.1 T-m**  
 Usaremos una nervadura de capitel de 16.7 cm, una de 21.8 cm y una de 27.0 cm de ancho y 9 nervaduras de losa de 12 cm. de ancho. El peralte total será de 35 cm. tipo.

#### Nervaduras de capitel:

•MuA = -MuE = 37.5\*0.65/3 = **8.1 T-m**  
 +MuAB = +MuBC = +MuCD = +MuDE = 64.3\*0.55/3 = **11.8 T-m**  
 -MuB = -MuC = -MuD = 90.1\*0.65/3 = **19.5 T-m**  
 MuTotal en capitel = 90.1\*0.65 = **58.6 T-m**

#### Momento fuera de capitel

MN = 19.5 T-m; MP = 11.8 T-m; MT = 19.5+11.8 = 31.3 T-m  
 L/2 = 8.7/2 = 4.35 m; c = 1.926/2 = 0.963 m;  
 x = 4.35-0.963 = 3.387 m  
 MC = 31.3\*3.387<sup>2</sup>/4.35<sup>2</sup>-11.8 = **7.2 T-m**; R = **0.37**

#### Nervaduras de Losa

•MuA = -MuE = 37.5\*0.35/9 = **1.5 T-m**  
 +MuAB = +MuBC = +MuCD = +MuDE = 64.3\*0.45/9 = **3.2 T-m**  
 -MuB = -MuC = -MuD = 90.1\*0.35/9 = **3.5 T-m**

#### Reducción de Momentos:

Mo = 0.09\*F\*(1-2\*c/3\*L)<sup>2</sup>\*W\*L; F = 1.15-c/L ≥ 1  
 c min = 30 cm; L max = 1050 cm  
 F = 1.15-30/870 = 1.12  
 Mo = 0.09\*1.12\*(1-2\*30/(3\*870))<sup>2</sup>\*W\*L; Mo = 0.1\*W\*L  
 r = 0.1/0.125 = **0.8**

#### Refuerzo negativo en capitel

Mu Total = 58.6\*0.8 = **46.9 T-m**  
 Ancho de capitel = 2\*63.5+1.5\*16.7+1.5\*27.0 = **193 cm**  
 b = bw = 193 cm; rec = 3 cm  
 dr = 22.8 cm < 32+3 = 35 cm  
 As = 42.4 cm<sup>2</sup> = **16#6 (total)- 6#6 Nerv. = 10#6 (neto)**

#### Refuerzo negativo fuera de capitel

•MuC = 7.2\*0.8 = **5.8 T-m**  
 b = bw = 16.7 cm; rec = 3 cm  
 dr = 27.3 cm < 32+3 = 35 cm  
 •Asc = 5.5 cm<sup>2</sup> = **2#6**

#### Refuerzo Positivo

+MuAB = 11.8\*0.8 = **9.4 T-m**  
 b+ = 80.2; b = bw = 16.7 cm; rec = 3 cm  
 •AsAB = 8.1 cm<sup>2</sup> = **3#6**

### **Nervaduras de Capitel interior E5 (3)**

$$\bullet \text{MuA} = -\text{MuE} = 8.1 \cdot 0.37 \cdot 0.8 = 2.4 \text{ T-m}$$

$$+\text{MuAB} = +\text{MuBC} = +\text{MuCD} = +\text{MuDE} = 11.8 \cdot 0.8 = 9.4 \text{ T-m}$$

$$-\text{MuB} = -\text{MuC} = -\text{MuD} = 19.5 \cdot 0.37 \cdot 0.8 = 5.8 \text{ T-m}$$

$$b+ = 80.2 \text{ cm } b- = b_w = 16.7 \text{ cm};$$

$$H = 35 \text{ cm}; dr = 44.8 \text{ cm} > 32+3 = 35 \text{ cm}$$

$$dr = 27.3 \text{ cm} < 32+3 = 35 \text{ cm}$$

$$\bullet \text{AsA} = -\text{AsE} = 2.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$+\text{AsAB} = +\text{AsBC} = +\text{AsCD} = +\text{AsDE} = 8.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6}$$

$$-\text{AsB} = -\text{AsC} = -\text{AsD} = 5.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

**Sección 16.7x35 cm**

### **Nervaduras de Capitel interior E3 (3)**

$$\text{Factor} = ((9.2+5.0)/2)/8.60 = 0.83$$

$$\text{Factor de carga} = 1.67/1.38 = 1.21$$

$$\text{Factor combinado} = 0.83 \cdot 1.21 = 1.0$$

$$\bullet \text{Asc} = 5.5 \cdot 10/24 = 2.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$+\text{AsCD} = +\text{AsDE} = 8.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6}$$

$$\bullet \text{AsD} = 5.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

$$\bullet \text{AsE} = 2.1 \cdot 0.83 = 1.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

**Sección 16.7x35 cm**

### **Nervaduras de Capitel exterior E1 (2)**

$$\text{Factor} = (5.0/2)/8.60 \cdot 3/2 = 0.44$$

$$\text{Factor de carga} = 1.67/1.38 = 1.21$$

$$\text{Factor combinado} = 0.44 \cdot 1.21 = 0.53$$

$$\bullet \text{Asc} = 2.1 \cdot 0.53 = 1.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$+\text{AsCD} = +\text{AsDE} = 8.1 \cdot 0.53 = 4.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

$$\bullet \text{AsD} = 5.5 \cdot 0.53 = 2.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$\bullet \text{AsE} = 2.1 \cdot 0.53 = 1.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

**Sección 28.7x35 cm**

### **Nervaduras de Capitel interior E7 (3)**

$$\text{Factor} = ((10.5+8)/2)/8.60 = 1.08$$

$$\bullet \text{AsA} = -\text{AsE} = 1.08 \cdot 2.1 = 2.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$+\text{AsAB} = +\text{AsDE} = 1.08 \cdot 8.1 = 8.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6}$$

$$-\text{AsB} = -\text{AsD} = 1.08 \cdot 5.5 = 5.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

$$+\text{AsBB1} = +\text{Asc1D} = 1.08 \cdot 8.1 \cdot 4.825^2 / 8.7^2 = 2.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$-\text{AsB1} = -\text{Asuc1} = 1.08 \cdot 5.5 \cdot 4.825^2 / 8.7^2 \cdot 10/24 = 0.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

**Sección 20.3x35 cm**

### **Nervaduras de Capitel interior E9 (3)**

$$\text{Factor} = ((10.5+5)/2)/8.60 = 0.9$$

$$\bullet \text{AsA} = -\text{AsE} = 2.1 \cdot 0.9 = 1.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$+\text{AsAB} = +\text{AsBC} = +\text{AsCD} =$$

$$+\text{AsDE} = 8.1 \cdot 0.9 = 7.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6}$$

$$-\text{AsB} = -\text{AsC} = -\text{AsD} = 5.5 \cdot 0.9 = 5.0 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

**Sección 20.3x35 cm**

### **Nervaduras de Capitel exterior E11 (2)**

$$\text{Factor} = (5/2)/8.60 \cdot 3/2 = 0.43$$

$$\bullet \text{AsA} = 2.1 \cdot 0.43 = 0.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$+\text{AsAB} = +\text{AsBC} = +\text{AsCD} =$$

$$+\text{AsDE} = 8.1 \cdot 0.43 = 3.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

$$-\text{AsB} = -\text{AsC} = -\text{AsD} = 5.5 \cdot 0.43 = 2.4 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$-\text{AsD1} = 5.5 \cdot 0.43 \cdot 5.247^2 / 8.7^2 = 0.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

**Sección 27.8x35 cm**

**Nervaduras de Losa E4 (9)**

$$\bullet \text{MuA} = -\text{MuE} = 1.5 \cdot 0.8 = 1.2 \text{ T-m}$$

$$+\text{MuAB} = +\text{MuBC} = +\text{MuCD} = +\text{MuDE} = 3.2 \cdot 0.8 = 2.6 \text{ T-m}$$

$$-\text{MuB} = -\text{MuC} = -\text{MuD} = 3.5 \cdot 0.8 = 2.8 \text{ T-m}$$

$$b+ = 75.5 \text{ cm } b- = b_w = 12 \text{ cm}; \text{ rec} = 3 \text{ cm}; H = 35 \text{ cm};$$

$$d_r = 22.4 \text{ cm} < 32+3 = 35 \text{ cm}$$

$$\bullet \text{AsA} = -\text{AsE} = 1.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#4}$$

$$+\text{AsAB} = +\text{AsBC} = +\text{AsCD} =$$

$$+\text{AsDE} = 2.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

$$-\text{AsB} = -\text{AsC} = -\text{AsD} = 2.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

**Sección 12x35 cm****Nervaduras de Losa E2 (3)**

$$\text{Factor} = (5.0/2)/(8.6) \cdot 9/3 = 0.87$$

$$\text{Factor de carga} = 1.67/1.38 = 1.21$$

$$\text{Factor combinado} = 0.87 \cdot 1.21 = 1.05$$

$$\bullet \text{AsC} = -\text{AsE} = 1.05 \cdot 1.3 = 1.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#4}$$

$$+\text{AsCD} = +\text{AsDE} = 1.05 \cdot 2.1 = 2.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

$$\bullet \text{AsD} = 1.05 \cdot 2.5 = 2.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

**Sección 12x35 cm****Nervaduras de Losa E6 (4)**

$$\bullet \text{AsA} = -\text{AsE} = 1.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#4}$$

$$+\text{AsAB} = +\text{AsBC} = +\text{AsCD} =$$

$$+\text{AsDE} = 2.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

$$-\text{AsB} = -\text{AsC} = -\text{AsD} = 2.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

**Sección 12x35 cm****Nervaduras de Losa E8 (6)**

$$\text{Factor} = ((10.5+5.0)/2)/8.6 \cdot 9/7.5 = 1.08$$

$$\bullet \text{AsA} = -\text{AsE} = 1.08 \cdot 1.3 = 1.4 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#4}$$

$$+\text{AsAB} = +\text{AsBC} = +\text{AsCD} =$$

$$+\text{AsDE} = 1.08 \cdot 2.1 = 2.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

$$-\text{AsB} = -\text{AsC} = -\text{AsD} = 1.08 \cdot 2.5 = 2.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

**Sección 12x35 cm****Nervaduras de Losa E10 (3)**

$$\text{Factor} = (5.0/2)/8.6 \cdot 9/3 = 0.87$$

$$\bullet \text{AsA} = 0.87 \cdot 1.3 = 1.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#4}$$

$$+\text{AsAB} = +\text{AsBC} = +\text{AsCD} = 0.87 \cdot 2.1 = 1.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

$$-\text{AsB} = -\text{AsC} = -\text{AsD} = 0.87 \cdot 2.5 = 2.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

$$+\text{AsDD1} = 0.87 \cdot 2.5 \cdot 5.247^2 / 8.7^2 = 0.8 = \mathbf{1\#4}$$

$$-\text{AsE} = 0.87 \cdot 1.3 \cdot 5.247^2 / 8.7^2 = 0.4 = \mathbf{1\#4}$$

**Sección 12x35 cm****Nervadura de Losa E12 (6)**

$$\text{Factor} = ((10.5+8.0)/2)/8.6 \cdot 9/9 = 1.07$$

$$\bullet \text{AsA} = -\text{AsE} = 1.07 \cdot 1.3 = 1.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#4}$$

$$+\text{AsAB} = +\text{AsDE} = 1.07 \cdot 2.1 = 2.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

$$-\text{AsB} = -\text{AsD} = 1.07 \cdot 2.5 = 2.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#4}$$

$$+\text{AsBB1} = +\text{AsC1D} = 1.07 \cdot 2.1 \cdot 4.825^2 / 8.7^2 = 0.7 = \mathbf{1\#4}$$

$$-\text{AsB1} = -\text{AsC1} = 1.07 \cdot 2.5 \cdot 4.825^2 / 8.7^2 \cdot 10/24 = 0.3 = \mathbf{1\#4}$$

**Sección 12x35 cm**

## Escalinata de acceso

### Cargas:

Carga Muerta	
Po. Po. Losa (0.1*2400)	240 Kg/m <sup>2</sup>
Escalones 120+0.18/2*2400	340 Kg/m <sup>2</sup>
Total Carga Muerta (wm)	580 Kg/m <sup>2</sup>
Carga Viva (wv)	350 Kg/m <sup>2</sup>
Carga Total w = (wm+wv)	930 Kg/m <sup>2</sup>
wu = 1.4*wm+1.7*wv	1410 Kg/m <sup>2</sup>

### Losa:

wu = 1410 Kg/m; L = 3.90 m

Mu = 1410\*3.9<sup>2</sup>/8 = 2600 Kg-m

Con el programa de Excel:

b = bw = 100 cm, r = 2.5 cm; H = 10.0 cm;

dr = 7.50 cm < 7.5+2.5 = 10 cm, OK

Áreas de Acero:

As = 11.2 cm<sup>2</sup>/m = #5 @ 18 cm

AsT = 0.0018\*10\*100 = 1.8 cm<sup>2</sup>/m = #3 @ 30 cm

**Losa de 10 cm de espesor con refuerzo indicado en lecho inferior**

### Trabes de apoyo.

#### V2

wu = 1380\*5.40/4+0.3\*1.0\*2400\*1.4 = 2870 Kg/m

L = 3.90 m

Mu = 2870\*3.90<sup>2</sup>/8 = 5460 Kg-m

Vu = 2870\*3.90/2 = 5600 Kg

Con el programa de Excel:

b = bw = 30 cm, r = 5 cm; H = 100 cm;

dr = 19.8 cm < 95+5 = 100 cm, OK

Áreas de Acero:

As = 2.02 cm<sup>2</sup> ≥ 2#5

• As = Min = 2#4

Estribo #3@ 40 cm

**Sección 30x100 cm**

#### V1

w1 = 1380\*8.7/2+1410\*3.9/2+0.3\*1.0\*2400\*1.4 = 9800 Kg/m

w2 = 1380\*8.7/2+0.3\*1.0\*2400\*1.4 = 7000 Kg/m

P = 5600 Kg

L = 7.0 m

a = 3.19 m ; b = 3.81 m

R1 = (9800\*3.19\*5.41+5600\*3.81+7000\*3.81<sup>2</sup>/2)/7 = 34500 Kg

R2 = 9800\*3.19+5600+7000\*3.81-34500 = 29000 Kg

x = 34500/9800 = 3.52 m > 3.19 m

Mu = 34500\*3.19 - 9800\*3.19<sup>2</sup>/2 = 60200 kg-m

Con el programa de Excel:

b = bw = 30 cm, r = 5 cm; H = 100 cm;

dr = 65.6 cm < 95+5 = 100 cm, OK

Áreas de Acero:

As = 18.2 cm<sup>2</sup> = 4#8

• As = Min = 2#6

Estribo #3@ 40 cm

**Sección 30x100 cm**

### V3

$$w1 = 1380 \cdot 10.05/2 + 1410 \cdot 3.9/4 + 0.3 \cdot 1.0 \cdot 2400 \cdot 1.4 = 9320 \text{ Kg/m}$$

$$P = 34500 \text{ Kg}$$

$$L = 5.26 \text{ m}$$

$$a = 0.5 \text{ m}$$

$$R1 = (8830 \cdot (5.26^2/2 - 0.5^2/2) - 34500 \cdot 0.5) / 5.26 = 19700 \text{ Kg}$$

$$R2 = 9320 \cdot 5.76 + 34500 - 19700 = 68500 \text{ Kg}$$

$$x = 19900 / 9320 = 2.13 \text{ m}$$

$$+Mu = 9320 \cdot 2.13^2/2 = 21100 \text{ kg-m}$$

$$\bullet Mu = 9320 \cdot 0.5^2/2 + 34500 \cdot 0.5 = 18400 \text{ kg-m}$$
 Con el programa de Excel:

$$b = bw = 30 \text{ cm}, r = 5 \text{ cm}; H = 100 \text{ cm};$$

$$dr = 38.9 \text{ cm} < 95 + 5 = 100 \text{ cm}, \text{ OK}$$

Áreas de Acero:

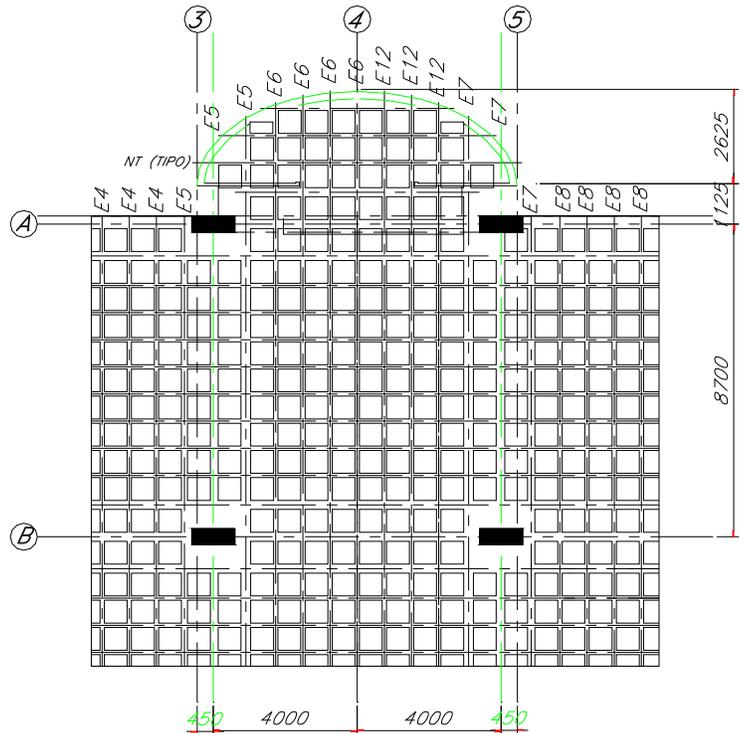
$$As = 8.02 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6}$$

$$\bullet As = 6.97 = \mathbf{3\#6}$$

Estribo #3@ 40 cm

**Sección 20x100 cm**

## Losa Baños.



## Planta Baja.

### Cargas.

**Muros interiores** =  $(2.32/26.15) \cdot 2.45 \cdot 250 = 60 \text{ Kg/m}^2$

$w_u = (560+60) \cdot 1.4 + 170 \cdot 1.7 = 1160 \text{ Kg/m}^2$

Muros exteriores :  $w_u = 2 \cdot 3.25 \cdot 350 \cdot 1.4 / 3.75 = 850 \text{ Kg/m}^2$

### Losa Azotea

Po. Po. =  $0.15 \cdot 2400 \cdot 0.53 = 190 \text{ Kg/m}^2$

Relleno e impermeabilización = **120 Kg/m<sup>2</sup>**

Plafón e instalaciones = **50 Kg/m<sup>2</sup>**

Total Carga Muerta =  $190+120+50 = 360 \text{ Kg/m}^2$

Carga Viva = **100 Kg/m<sup>2</sup>**

$w_u = 360 \cdot 1.4 + 100 \cdot 1.7 = 680 \text{ Kg/m}^2$

### Volado.

$w_u = (1160+850+680) \cdot 6.80 = 18300 \text{ Kg/m}$

### Momentos Totales.

$\bullet M_{uA} \cong 0.75 \cdot (18000 \cdot 3.75^2 / 2) = 95000 \text{ Kg-m}$

### Momentos por nervadura.

Se distribuirán los momentos en relación con el ancho de las nervaduras

**E5 y E7** Capitel (2)

$\bullet M_{uA} = 95000 \cdot 0.27 / (0.27 \cdot 2 + 0.12 \cdot 7) = 18600 \text{ Kg-m}$  Con el programa de Excel:

$b = b_w = 27 \text{ cm}$ ;  $r = 3.0 \text{ cm}$ ;  $H = 35 \text{ cm}$ ;

con 30% de refuerzo de compresión

$d_r = 32.1 \text{ cm} \cong 32+3 = 35 \text{ cm}$

$A_s = 13.3/0.70 = 19.0 \text{ cm}^2 = \mathbf{7\#6}$  (En  $\frac{1}{2}$  capitel, total.)  
 $= \mathbf{4\#6}$  (En nervadura, fuera del capitel)  
 $A's = .30 * 19.0 = 5.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$   
**Sección 27x35 cm**

#### E4, E6, E12 Losa (6)

$\bullet \quad M_{uA} = 95000 * 0.12 / (0.27 * 2 + 0.12 * 7) = \mathbf{8300 \text{ Kg-m}}$   
 $A_s = 5.92/0.70 = 8.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#8}$  (con 30% R.C.)  
**Sección 12x35 cm**

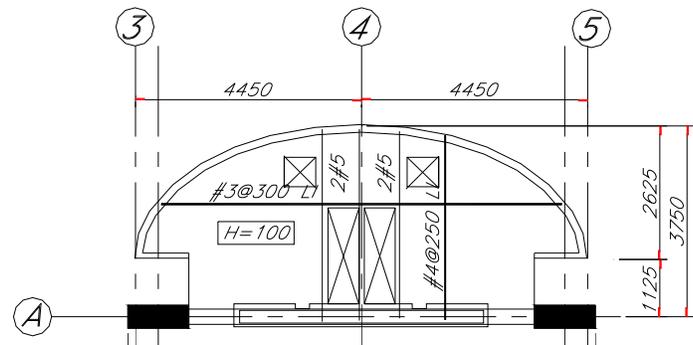
#### Nervadura Temperatura.

$A_s = 0.58 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#3}$   
**Sección 10x35 cm**

#### Trabe en eje A

$w_u = (1160 + 850 + 680) * 6.80 + 0.45 * 0.75 * 2400 * 1.4 = 19500 \text{ Kg-m}$   
 $L = 8.0 \text{ m}$   
 $M_u = 19500 * 8.0^2 / 8 = \mathbf{156000 \text{ Kg-m}}$   
 $V_u = 19500 * 8.0 / 2 = \mathbf{78000 \text{ Kg}}$   
 $V_{ucrit} = 78000 - 19500 * (0.6 + 0.94) = 48000 \text{ Kg.}$   
 $\text{Kg-m; } b^+ = 100 \text{ cm; } b^- = b_w = 45 \text{ cm; } r = 6 \text{ cm;}$   
 $H = 75 \text{ cm; } d_r = 57.9 \text{ cm} < 94 + 6 = 100 \text{ cm.}$   
 $A_s = 46.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{10\#8}$   
 $A_{sT} = 7.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#8}$   
 $A_s \text{ adic} = \mathbf{4\#4}$  en caras laterales.  
**Estribos # 3 @ 20 cm**  
**Sección 45x100 cm, incluido espesor losa**

#### Azotea.



Por acuerdo con los arquitectos, se hará una losa llena de concreto para permitir la colocación de domos.

$w_u = 1.4 * (240 + 120) + 1.7 * 100 = 670 \text{ kg/m}^2$ ;  $L = 3.75 \text{ m}$

$M_u = 670 * 3.75^2 / 8 = 1200 \text{ kg-m/m}$

Con el programa Excel, resulta

$H = 10 \text{ cm}$ ,

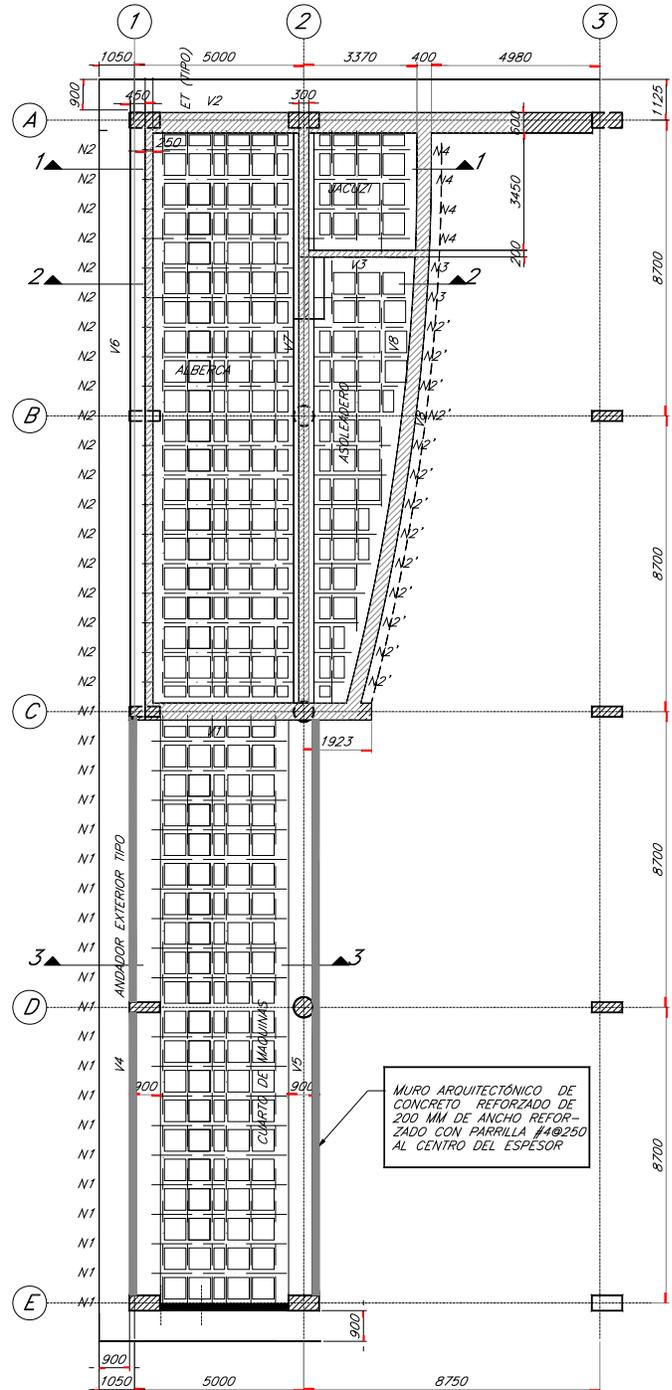
$A_s = 5.0 \text{ cm}^2/\text{m} = \mathbf{\#4@25 \text{ cm}}$ :

$A_{sT} = 1.8 \text{ cm}^2/\text{m} = \mathbf{\#3@30 \text{ cm}}$ .

**Losa espesor 10 cm, con refuerzo indicado**

Agregar refuerzo para sustituir el refuerzo cortado a los lados de los cubos

## 14. Alberca



De acuerdo con las especificaciones para elementos en contacto con el agua, se recomienda diseño elástico con los esfuerzos admisibles reducidos, principalmente para evitar agrietamientos y fugas, con la fórmulas siguientes:

$$d = 0.37 * \sqrt{M/b}$$

$$As = M / (fs * j * d)$$

$fs = 1100 \text{ kg/cm}^2$  del lado del agua

$fs = 1400 \text{ kg/cm}^2$  del lado opuesto al agua

$j = 0.89$

### Losa fondo alberca

#### Cargas

Po.Po. = $0.37 \cdot 2400 \cdot 0.51 =$	450 Kg/m <sup>2</sup>
Instalaciones =	10 Kg/m <sup>2</sup>
Acabado de Piso =	120 Kg/m <sup>2</sup>
Agua = $1.60 \cdot 1000 =$	<u>1600 Kg/m<sup>2</sup></u>
Carga Total = <b>450+10+120+1600 =</b>	<b>2180 Kg/m<sup>2</sup></b>

#### Patín de compresión.

$$w = (0.07 \cdot 2400 + 10 + 120 + 1600) / 2 = 950 \text{ Kg/m c/d; } L = 0.87 \text{ m}$$

$$+M = 950 \cdot 0.87^2 / 10 = 72 \text{ Kg-m}$$

$$d = 0.37 \cdot 72^{0.5} = 3.1 \text{ cm} < 5.0 + 2.0 = 7 \text{ cm.}$$

$$\bullet \text{As} = 72 / (1100 \cdot 0.89 \cdot 0.050) = 1.47 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{Malla } 6\text{x}6/44$$

$$\bullet \text{As} = 72 / (1400 \cdot 0.89 \cdot 0.050) = 1.16 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{Malla } 6\text{x}6/66$$

**Losa de 7 cm de espesor con mallas electrosoldadas 6x6/44 Lecho Sup. + 6x6/66 Lecho inf.**

#### Nervaduras N2 Alberca.

$$w = 2180 \cdot 0.87 = 1900 \text{ Kg/m;}$$

$$L = 5.0 \text{ m}$$

$$+M = 1900 \cdot 5.0^2 / 8 = 5900 \text{ Kg-m}$$

$$V = 1900 \cdot 5.0 / 2 = 4800 \text{ Kg}$$

$$d = 0.37 \cdot (5900 / 0.87)^{0.5} = 30.5 \text{ cm} < 34 + 3 = 37 \text{ cm}$$

$$+As = 5900 / (1400 \cdot 0.89 \cdot 0.34) = 14.0 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#8}$$

para empotramiento del muro de contención:

$$M = 1000 \cdot 1.60^3 / 6 = 680 \text{ kg-m/m} \cdot 0.87 = 590 \text{ kg-m/nerv}$$

$$-As = 590 / (1100 \cdot 0.89 \cdot 0.32) = 1.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

$$Vc = 4800 - 2180 \cdot 0.47 = 3800 \text{ Kg}$$

$$vc = 3800 / (23.5 \cdot 34) = 4.7 \text{ Kg/cm}^2 \approx 4.5 \text{ Kg/cm}^2$$

**Sección 23.5x37 cm.**

#### Nervaduras NT (Tipo).

$$AsT = \pm 0.0018 \cdot 9.5^3 / 2 = \pm 0.3 \text{ cm}^2 = \pm \mathbf{1\#3}$$

**Sección 9.5x37 cm.**

#### Losa fondo Jacuzzi.

##### Patín de Compresión.

$$w = 1900 - 1600 + 1000 = 1300 \text{ Kg/m}^2$$

$$\bullet \text{As} = 1.60 \cdot 1300 / 1900 = 1.10 \text{ cm}^2/\text{m} = \mathbf{6\text{x}6/66}$$

$$+As = 1.30 \cdot 1300 / 1900 = 0.89 \text{ cm}^2/\text{m} = \mathbf{6\text{x}6/88}$$

**Losa de 7 cm de espesor con mallas electrosoldadas 6x6/66 lecho sup +6x6/88 en lecho inf.**

#### Nervaduras N4 Jacuzzi.

$$w = 1580 \cdot 0.87 = 1370 \text{ Kg/m}$$

$$L = 3.595 \text{ m}$$

$$+M = 1370 \cdot 3.595^2 / 8 = 2200 \text{ Kg-m}$$

$$V = 1370 \cdot 3.595 / 2 = 2460 \text{ Kg}$$

$$+As = 2200 / (1400 \cdot 0.89 \cdot 0.34) = 5.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

-As = **2#4** para empotramiento del muro de contención

$$Vc = 2460 - 1370 \cdot 0.47 = 1820 \text{ Kg}$$

$$vc = 1820 / (23.5 \cdot 34) = 2.3 \text{ Kg/cm}^2 < 4.5 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (no estribos)}$$

**Sección 23.5x37 cm.**

#### Losa fondo de asoleadero.

##### Patín de Compresión.

$$w = 1900 - 1600 + 350 = 650 \text{ Kg/m}$$

$$w = 650 / 2 = 325 \text{ Kg/m, } L_1 = 0.87 \text{ m}$$

$\underline{M} = 325 \cdot 0.87^2 / 10 = 25 \text{ Kg-m}$   
 $d = 0.37 \cdot 25^{0.5} = 1.9 \text{ cm} < 3.5 + 3.5 = 7 \text{ cm.}$   
 $\underline{As} = 25 / (1100 \cdot 0.89 \cdot 0.035) = 0.73 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{Malla } 6 \times 6 / 88$   
**Losa de 7 cm de espesor con una malla electrosoldadas 6x6/88, a medio peralte.**

**Nervaduras N2' Asoleadero.**

$w = 930 \cdot 0.87 = 810 \text{ Kg/m; } L_{\text{max}} = 3.45 \text{ m}$   
 $+M = 810 \cdot 3.45^2 / 8 = 1210 \text{ Kg-m}$   
 $+As = 1210 / (1400 \cdot 0.89 \cdot 0.34) = 2.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#4}$   
**Sección 23.5x37 cm.**

**Losa andador (alrededor de alberca).**

$w_u = 1.4 \cdot (240 + 120) + 1.7 \cdot 350 = 1100 \text{ Kg/m}^2$   
 $L = 0.90 \text{ m min.} = 1.15 \text{ m. max.}$   
 $\bullet \quad \underline{Mu} = 1100 \cdot 1.15^2 / 2 = 730 \text{ Kg-m}$   
 $b = b_w = 100 \text{ cm; } H = 10 \text{ cm; } r = 2.5 \text{ cm}$   
 $dr = 4.0 \text{ cm} < 7.5 + 2.5 = 10 \text{ cm:}$   
 $\bullet \quad As = 2.7 \text{ cm}^2/\text{m} = \mathbf{\#3 @ 25 \text{ cm}}$   
 $As_T = 1.4 \text{ cm}^2/\text{m} = \mathbf{\#3 @ 30 \text{ cm}}$   
**Losa de 10 cm de espesor con parrilla #3@25 cm L.S..**

**Losa cuarto de máquinas**

Cargas:

Po. Po. = $0.37 \cdot 0.51 \cdot 2400 =$	450 Kg/m <sup>2</sup>
Instalaciones =	10 Kg/m <sup>2</sup>
Acabado de piso =	<u>120 Kg/m<sup>2</sup></u>
Total Carga Muerta =	580 Kg/m <sup>2</sup>
<u>Carga Viva máquinas =</u>	<u>500 Kg/m<sup>2</sup></u>
Carga Total =	<b>1080 Kg/m<sup>2</sup></b>
<b>wu = <math>580 \cdot 1.4 + 500 \cdot 1.7 =</math></b>	<b>1660 Kg/m<sup>2</sup></b>

**Patín de compresión.**

$w_u = (1660 - 450 \cdot 1.4 + 240 \cdot 1.4) / 2 = 680 \text{ Kg/m}$   
 $L_1 = 0.87 \text{ m}$   
 $\underline{Mu} = 680 \cdot 0.87^2 / 10 = 51 \text{ Kg-m}$   
 $b = b_w = 100 \text{ cm; } H = 7 \text{ cm; } r = 3.5 \text{ cm}$   
 $dr = 1.0 \text{ cm} < 3.5 + 3.5 = 7 \text{ cm:}$   
 $\bullet \quad As = 0.52 \text{ cm}^2/\text{m} = 6 \times 6 / 1010$   
 $As_T = 0.0018 \cdot 7 \cdot 100 = 1.26 \text{ cm}^2/\text{m} \approx \mathbf{6 \times 6 / 66}$   
**Losa de 7 cm de espesor malla electrosoldada 6x6/66 a medio peralte.**

**Nervaduras N1.**

$w_u = 1660 \cdot 0.87 = 1450 \text{ Kg/m}$   
 $L = 5.0 \text{ m;}$   
 $Mu = 1450 \cdot 5.0^2 / 8 = 4530 \text{ Kg-m}$   
 $Vu = 1450 \cdot 5.0 / 2 = 3630 \text{ Kg}$   
 $b+ = 87 \text{ cm; } b_w = 23.5 \text{ cm; } H = 37 \text{ cm;}$   
 $r = 3.0 \text{ cm; } dr = 10.6 \text{ cm} < 34 + 3 = 37 \text{ cm:}$   
 $\bullet As = 0.49 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#3}$   
 $+As = 3.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#5}$   
**Sección 23.5x37 cm.**

## Vigas Principales.

Las vigas **V4** y **V5** no están en contacto con el agua y por lo tanto se diseñarán por última resistencia, en tanto que las vigas **V1**, **V2**, **V6**, **V7** y **V8** se diseñarán por esfuerzos de trabajo. En la Tabla siguiente se calculan los Momentos de diseño:

En las vigas V4 y V5 se incluye el peso de muros de 15 cm zarpeados por ambos lados de 1.75 m de altura.

Marca	L	wu1	wu2	-MuE	+MuED	-MuD	+MuDC	-Muc	VuED	VuDE	VuDC	VuCD	
<b>V4</b>	8.70	7060	0	22300	38200	53400	38200	22300	30700	33800	33800	30700	<b>100x37</b>
<b>V5</b>	8.70	6010	6430	19000	32500	47100	34800	20300	26100	28800	30800	28000	<b>100x37</b>

Con el programa de Excel:

### Viga V4:

**Mu = 53400 Kg-m**; b = bw = 90 cm; r = 5 cm; H = 37 cm

dr = 35.7 cm  $\approx$  32+5 = 37 cm

• ASE = -Asc = 20.2 cm<sup>2</sup> = **4#8**

+ASED = +AsDC = 37.7 cm<sup>2</sup> = **8#8**

• ASD = 59.6 cm<sup>2</sup> = **12#8**

Vu = **33800 Kg.**

**Est. # 3@ 16 cm**

**Sección 100x37 cm**

### Viga V5:

**Mu = 47100 Kg-m**; b = bw = 90 cm; r = 5 cm; H = 37 cm

dr = 31.8 cm < 32+5 = 37 cm

• ASE = 16.9cm<sup>2</sup> = **4#8**

+ASED = **31.0 cm<sup>2</sup> = 6#8**

• ASD = 49.4 cm<sup>2</sup> = **10#8**

• ASDC = 33.6 cm<sup>2</sup> = **7#8**

• Asc = 18.2 cm<sup>2</sup> = **4#8**

**Est. # 3@ 16 cm**

**Sección 100 x 37 cm**

Marca	L	wu1	wu2	-Mc	+MCB	-MB	+MBA	-MA	VCB	VBC	VBA	VAB	
<b>V6</b>	8.70	8440	0	26600	45600	31900	45600	26600	36700	40400	40400	36700	<b>60x197</b>
<b>V7</b>	8.70	10100	10600	31900	54600	78300	57300	33400	43900	49500	49500	46100	<b>60x197</b>
<b>V8</b>	17.74	9110	0	119000	358000	-	-	119000	80800	-	-	80800	<b>60x197</b>

Las vigas **V6**, **V7**, **V8**, se consideran como vigas T con un patín de compresión mínimo de 0.6 m. y ancho según cortante. En las vigas que circundan a la alberca, que son anchas y peraltadas, las especificaciones piden refuerzo mínimo de  $0.0033 \cdot bw \cdot d$ , pero no necesita ser mayor que 1.33 veces el refuerzo requerido; o sea que, si el refuerzo requerido es menor de  $.0033bw \cdot d$  cm<sup>2</sup>, se necesita usar un 33% de refuerzo adicional

### Viga V6

dr =  $0.37 \cdot (45600/0.6)^{0.5}$  = 102 cm < 190+7 =197

Asmin =  $.0033 \cdot 25 \cdot 197$  = 16.3 cm<sup>2</sup>

• Asc =  $26600 / (1100 \cdot .89 \cdot 1.9)$  = 14.3 < 16.3 cm<sup>2</sup> = **4#8**

+ASCB =  $45600 / (1400 \cdot .89 \cdot 1.9)$  = 19.2 cm<sup>2</sup> = **4#8**

-ASB =  $31900 / (1400 \cdot .89 \cdot 1.9)$  = 13.5 < 16.3 cm<sup>2</sup> = **4#8**

+ASBA =  $45600 / (1400 \cdot .89 \cdot 1.9)$  = 19.2 cm<sup>2</sup> = **4#8**

• AsA =  $26600 / (1400 \cdot .89 \cdot 1.9)$  = 14.3 < 16.3 cm<sup>2</sup> = **4#8**

$V_c = 40400 - 8440 \cdot (0.3 + 0.32) = 35200 \text{ Kg}$   
 $vc = 35200 / (25 \cdot 190) = 7.4 \text{ Kg/cm}^2$   
 $vc_{adm} = 0.29 \cdot (200 \cdot 1)^{0.5} = 4.1 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $v - vc = 3.3$   
 $Av_r = 3.3 \cdot 25 \cdot 100 / 1100 = 7.5 \text{ cm}^2/\text{m} = \text{Estribos \#4 @ 30 cm}$   
 $Av \geq .0015 \cdot 25 \cdot 100 = 3.8 \text{ cm}^2/\text{m} < 10$  ver revisión al final  
 $ASTH = 0.0025 \cdot 25 \cdot 100 / 2 = 3.1 \text{ cm}^2/\text{m} = \text{\#4 @ 40 cm}$   
**Sección 25x197 cm, con patín sup. mínimo de 60 cm.**

### Viga V7

$bw = 30 \text{ cm}$ ,  $As_{min} = .0033 \cdot 30 \cdot 197 = 19.5 \text{ cm}^2$   
 $dr = 0.37 \cdot (78300 / 0.6)^{0.5} = 134 \text{ cm} < 190 + 7 = 197 \text{ cm}$ .  
 $\bullet Asc = 31900 / (1100 \cdot .89 \cdot 1.9) = 17.1 < 19.5 \text{ cm}^2 = \text{4\#8}$   
 $+AscB = 54600 / (1400 \cdot .89 \cdot 1.9) = 23.1 \text{ cm}^2 = \text{5\#8}$   
 $-AsB = 78300 / (1400 \cdot .89 \cdot 1.61) = 39.1 \text{ cm}^2 = \text{8\#8}$   
 $+AsBA = 57300 / (1400 \cdot .89 \cdot 0.89) = 51.7 \text{ cm}^2 = \text{11\#8}$   
 $\bullet AsA = 33400 / (1100 \cdot .89 \cdot 1.9) = 17.9 < 19.5 \text{ cm}^2 = \text{4\#8}$   
 $V_c = 49500 - 10100 \cdot (0.3 + 0.32) = 43200 \text{ Kg}$   
 $vc = 43200 / (30 \cdot 190) = 7.6 \text{ Kg/cm}^2$ ;  $v - vc = 3.5 \text{ kg/cm}^2$   
 $Av = 3.5 \cdot 30 \cdot 100 / 1400 = 7.5 \text{ cm}^2/\text{m} = \text{Estribos \#4 @ 30 cm}$ .  
 $ASTH = .0025 \cdot 30 \cdot 100 / 2 = 3.8 \text{ cm}^2/\text{m} = \text{\#4 @ 30 cm}$   
**Sección 30x197 cm atiesado con losas**

### Viga V8

El agua se encuentra fuera de la zona crítica del refuerzo por lo que se diseñará sin disminución de esfuerzos. Patín de comp. de 70 cm min.,  $bw = 40 \text{ cm}$ ,  $Av_{min} = .0033 \cdot 40 \cdot 197 = 26 \text{ cm}^2$   
 $dr = 0.26 \cdot (358000 / 0.70)^{0.5} = 185 + 12 = 197 \text{ cm}$   
 $-Asc = 119000 / (1700 \cdot .89 \cdot 1.85) = 42.5 \text{ cm}^2 = \text{5\#10}$   
 $+AsCA = 358000 / (1700 \cdot .89 \cdot 1.85) = 128 \text{ cm}^2 = \text{16\#10}$   
 $\bullet AsA = 42.5 \text{ cm}^2 = \text{5\#10}$   
 $V_c = 80800 - 9110 \cdot (0.3 + 1.85) = 61200 \text{ Kg}$   
 $vc = 61200 / (40 \cdot 185) = 8.3 \text{ Kg/cm}^2$   
 $Av = (8.3 - 4.1) \cdot 40 \cdot 100 / 1400 = 12.0 \text{ cm}^2$   
**Estribos \#4 @ 20 cm.**  
 $ASTH = .0025 \cdot 40 \cdot 100 / 2 = 5.0 \text{ cm}^2/\text{m} = \text{\#4 @ 25 cm}$   
**Sección 40x197 cm, con patín de comp. de 70 cm. min**

Marca	L	a	wu1	wu2	P	-M1	+M12	-M2	+M23	-M3	V12	V21	V23	V32	
V1	8.70	1.45	2300	2300	80800	7250	21800	117000	-	-	10000	11000	91800	-	60x197
V2	8.70	0.00	3000	3000	80800	9500	16200	23000	225000	9500	13100	14400	72300	44700	60x197
V3	3.60	0.00	720	720	0	390	660	930	660	390	1290	1420	1420	1290	30x100

### Viga V1:

$dr = 0.37 \cdot (117000 / .50)^{0.5} = 179 \text{ cm} < 185 + 12 = 197 \text{ cm}$   
 $-As_1 = 7250 / (1100 \cdot .89 \cdot 1.85) = 4.0 \cdot 1.33 = 5.3 \text{ cm}^2 = \text{2\#8}$   
 $+As_{12} = 21800 / (1400 \cdot .89 \cdot 1.85) = 9.5 \cdot 1.33 = 12.6 \text{ cm}^2 = \text{3\#8}$   
 $-As_2 = 117000 / (1100 \cdot .89 \cdot 1.85) = 64.6 \text{ cm}^2 = \text{8\#10}$   
 $V_c = 92800 - 2300 \cdot (0.3 + 1.85) = 87900 \text{ Kg}$   
 $vc = 87900 / (50 \cdot 185) = 9.5 \text{ Kg/cm}^2$   
 $vc_{adm} = 0.29 \cdot 200 \cdot 727.375^{0.5} = 4.1 \text{ Kg/cm}^2$   
 $Av = (9.5 - 4.1) \cdot 50 \cdot 100 / 1400 = 19.2 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $Av_{min} \geq .0015 \cdot 50 \cdot 100 = 7.5 \text{ cm}^2/\text{m}$   
**Estribo \#5 @ 20 cm en voladizo**  
**Estribo \#4 @ 33 cm en el resto**  
 $ASTH = .0015 \cdot 5000 / 2 = 3.8 \text{ cm}^2/\text{m} = \text{\#4 @ 30 cm}$   
**Sección 50x197**

**Viga V2:**

Se requiere el 35% de refuerzo de compresión.

$$d_r = 0.37 \cdot (225000 \cdot 0.65 / 0.60)^{0.5} = 183 \text{ cm} < 185 + 12 = 197 \text{ cm}$$

$$-A_{s1} = 9500 / (1100 \cdot 0.89 \cdot 1.85) = 5.2 \cdot 1.33 = 7.0 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#8}$$

$$+A_{s12} = 16200 / (1400 \cdot 0.89 \cdot 1.85) = 7.0 \cdot 1.33 = 9.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#10}$$

$$\bullet A_{s2} = 23000 / (1100 \cdot 0.89 \cdot 1.85) = 12.7 \cdot 1.33 = 16.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{4\#8}$$

$$+A_{s23} = 225000 / (1400 \cdot 0.89 \cdot 1.85) = 97.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{12\#10}$$

$$\bullet A_{s3} = 7.0 \text{ cm}^2 \geq \mathbf{2\#8}$$

$$V_c = 73000 - 3000 \cdot (0.3 + 0.34) = 71100 \text{ Kg}$$

$$v_c = 71100 / (60 \cdot 185) = 6.4 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A_v = (6.4 - 4.1) \cdot 60 \cdot 100 / 1400 = 9.9 \text{ cm}^2 \geq 9.0 \text{ cm}^2$$

**Estribos #4 @ 30 cm**

$$A_{STH} = 0.0025 \cdot 60 \cdot 100 / 2 = 7.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{\#5 @ 26 \text{ cm}}$$

**Sección 60x197**

**Viga V3:**

$$d_r = 0.37 \cdot (930 / 0.30)^{0.5} = 21 \text{ cm.} < 95 + 5 = 100 \text{ cm.}$$

$$\bullet A_{s2} \geq 0.2 \cdot 1.33 = 0.27 \text{ cm}^2 \geq \mathbf{2\#5}$$

$$+A_{s22a} = 0.4 \text{ cm}^2 \geq \mathbf{2\#5}$$

$$\bullet A_{s2a} = 0.7 \text{ cm}^2 \geq \mathbf{2\#5}$$

$$V_c = 1420 - 720 \cdot (0.3 + 0.95) = 520 \text{ Kg}$$

$$v_c = 520 / (20 \cdot 95) = 0.3 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A_v = 0.0015 \cdot 30 \cdot 100 = 4.5 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Estribos #3 @ 30 cm.**

$$A_{STH} = 0.0025 \cdot 20 \cdot 100 / 2 = 2.5 \text{ cm}^2/\text{m} = \mathbf{\#3 @ 25 \text{ cm}}$$

**Sección 20x100 cm**

**Revisión de las vigas V1, V2, V3, V6, V7 y V8**

como muros de contención.; H = 1.60 m

**V6**

$$M = 1000 \cdot 1.6^3 / 6 = 680 \text{ kg-m}$$

$$d = 0.37 \cdot 680^{0.5} = 9.7 < 21 + 4 = 25 \text{ cm.}$$

$$A_{sv} = 680 / (1100 \cdot 0.89 \cdot 0.21) + 7.5 / 2 = 7.1 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{sv} = \mathbf{\#5 @ 28 \text{ cm}}$$
 lado del agua.

$$A_{sh} = 0.0025 \cdot 20 \cdot 100 / 2 = 2.5 \text{ cm}^2 \rightarrow \mathbf{\#4 @ 40 \text{ cm.}}$$

**Espesor 25 cm, con ref. htal #3 @ 26 cm**

**y estribos #5 @ 28 cm.**

**Resto, muros apoyados de piso a techo**

$$M = 1000 \cdot 1.6^3 / 16 = 256 \text{ kg-m}$$
 despreciable

Usar estribos calculados como vigas

**15. Palapas**

Ya para terminar el proyecto, por acuerdo de los interesados, se eliminaron la palapas, dejándolas para otra oportunidad. Siguen en pie, sin embargo, las marquesinas metálicas en la fachada Norte, pero estas se fabricarán de acuerdo a un plano hecho por otros para un caso similar. En este caso a GMI solo le corresponde revisarlas y, si así se quisiera por parte del cliente, copiarlas en un plano de la serie, para las especificaciones y dentro del proyecto de este edificio.

## 16. Losas primer piso

Es una losa igual a la de los pisos tipo de la torre, excepto acabado inferior de 5 cm y Factores de Losa. Ver distribución de nervaduras y casetones en capítulo 16, mas adelante. Ver nota importante al final del capítulo

### Patín de compresión.

Es una losa plana apoyada en dos direcciones.

$$L = 0.635 + 0.12 = 0.755 \text{ m}$$

$$w_u = 1740/2 = 870 \text{ Kg/m}^2$$

$$M_u = \pm 870 * 0.755^2 / 10 = 50 \text{ Kg-m}$$

$$f'_c = 200 \text{ Kg/cm}^2; F_y = 5000 \text{ Kg/cm}^2;$$

$$M_u = 50 \text{ Kg-m}; b = 100 \text{ cm}; b_w = 100 \text{ cm};$$

$$rec = 2.5 \text{ cm}; dr = 1.1 \text{ cm} < 2.5 + 2.5 = 5.0 \text{ cm O.K.}$$

$$H = 5.0 \text{ cm}; A_s = 0.61 \text{ cm}^2/\text{m} \geq .0018 * 500 = 0.9 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Losa de 5 cm de espesor con malla electrosoldada 6x6/88 a medio peralte.**

### Nervaduras.

#### Cargas y claros:

Losa :  $w_u = 1740 \text{ Kg/m}^2$  (en Losa) (ver nota al final)

$$\text{Alero: } w_m = (0.15 + 0.75) / 2 * 2400 + 120 + 10 = \mathbf{1210 \text{ Kg/m}^2}$$

(Po. Po.) + Acabado de Piso + instalaciones

$$w_v = \mathbf{250 \text{ Kg/m}^2}$$

$$w_u = 1210 * 1.4 + 250 * 1.7 = \mathbf{2120 \text{ Kg/m}^2}$$

#### Dirección Norte-Sur.

Factor = 1.85 (para momentos negativos solamente)

$$L_1 = 2.23 \text{ m (alero)}; L_2 = 8.0 \text{ m (1 claro)}; L_3 = 2.10 \text{ m (alero)}$$

#### Dirección Oriente-Poniente.

Factor = 1.0 (para momentos negativos)

$$L_1 = 1.90 \text{ m (2 aleros)}$$

$$L_2 = 8.70 \text{ m (4 claros)}; L_3 = 4.825 \text{ m}$$

#### Anchos Tributarios:

$$\text{Norte-Sur} = (8.70 + 8.70) / 2 = \mathbf{8.70 \text{ m}}$$

$$\text{Oriente-Poniente} = 8.0 / 2 + 2.23 = \mathbf{6.23 \text{ m}}$$

#### Dirección Norte Sur

#### Momentos Totales:

En alero:

$$w_u = 2.12 * 8.7 = \mathbf{18.4 \text{ Ton/m}};$$

En losa:

$$w_s = 1.74 * 8.7 = \mathbf{15.1 \text{ T/m}},$$

$$\bullet M_{u3} = 18.4 * 2.23^2 / 2 = \mathbf{45.8 \text{ T-m}}$$

$$\bullet M_{u3} = 15.1 * 8.0^2 / 15 * 1.85 = \mathbf{119.0 \text{ T-m}}$$

$$+ M_{u35} = 15.1 * 8.0^2 / 8 - 15.1 * 8.0^2 / 15 = \mathbf{56.4 \text{ T-m}}$$

$$- M_{u5} = 15.1 * 8.0^2 / 15 * 1.85 = \mathbf{119.0 \text{ T-m}}$$

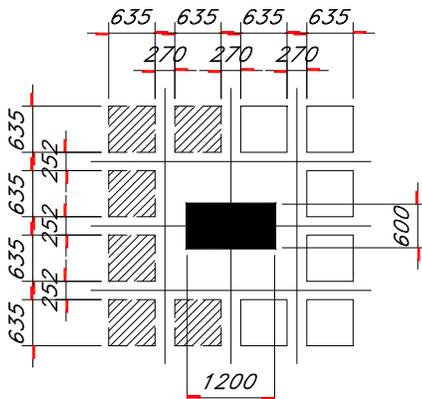
$$\bullet M_{u5} = 18.4 * 2.1^2 / 2 = \mathbf{40.6 \text{ T-m}}$$

#### Momentos por Nervadura:

Usaremos 3 nervaduras de capitel de 25.2 cm. de ancho y 8 nervaduras de losa de 12 cm. El peralte total será de 35 cm. tipo. Los casetones achurados y las nervaduras correspondientes son virtuales, se les considera como si estuvieran en el alero). Se tendrá la siguiente distribución de Momentos

$$\bullet M_u \Rightarrow 65\% \text{ N. Capitel, } -M_u \Rightarrow 35\% \text{ N. Losa}$$

$$+M_u \Rightarrow 55\% \text{ N. Capitel, } +M_u \Rightarrow 45\% \text{ N. Losa}$$



### Nervaduras de Capitel

$$\begin{aligned}\bullet \text{Mu}_3 &= 119.0 \cdot 0.65/3 = \mathbf{25.8 \text{ T-m}} \\ +\text{Mu}_{35} &= 56.4 \cdot 0.55/3 = \mathbf{10.3 \text{ T-m}} \\ \bullet \text{Mu}_5 &= 119.0 \cdot 0.65/3 = \mathbf{25.8 \text{ T-m}} \\ \text{Mu}_{\text{Total en capitel}} &= 119 \cdot 0.65 = \mathbf{77.4 \text{ T-m}}\end{aligned}$$

Momento fuera del capitel:

$$\begin{aligned}\bullet \text{Mu}_3 &= 25.8 \text{ Ton-m}; +\text{As}_{35} = 10.3 \text{ Ton-m}; \text{Mt} = 36.1 \text{ Ton-m} \\ L/2 &= 8.00/2 = 4.00 \text{ m}; C = 1.04 \text{ m}; L/2-C = 2.96 \text{ m}. \\ \text{Mu}_{\text{FC}} &= 36.1 \cdot 2.96^2/4.00^2 - 10.3 = \mathbf{9.5 \text{ T-m}}, \text{Factor} = \mathbf{0.37}\end{aligned}$$

### Nervaduras de Losa

$$\begin{aligned}\bullet \text{Mu}_3 &= -\text{M}_5 = 119 \cdot 0.35/8 = \mathbf{5.2 \text{ T-m}} \\ +\text{Mu}_{23} &= 56.4 \cdot 0.45/8 = \mathbf{3.2 \text{ T-m}}\end{aligned}$$

### Reducción de Momentos:

$$\begin{aligned}\text{Mo} &= 0.09 \cdot F \cdot (1 - 2 \cdot c/3 \cdot L)^2 \cdot W \cdot L; F = 1.15 - c/L \geq 1 \\ c &= 120 \text{ cm}; L = 800 \text{ cm} \\ F &= 1.15 - 120/800 = 1.00 \\ \text{Mo} &= 0.09 \cdot 1.00 \cdot (1 - 2 \cdot 120/(3 \cdot 800))^2 \cdot W \cdot L; \text{Mo} = \mathbf{0.073 \cdot W \cdot L} \\ R &= 0.073/0.125 = 0.58, \text{usar } \mathbf{0.70 \text{ min.}}\end{aligned}$$

### Revisión a cortante

**A) En capitel** a  $\frac{1}{2}$  peralte de paños de columnas.

$$\begin{aligned}V_{\text{umax}} &= (1740 \cdot 4.00 \cdot 8.7 + 2120 \cdot 2.23 \cdot 8.7)/1000 = \mathbf{101 \text{ T}}. \\ b_o &= (120 + 32 + 60 + 32) = 244 \text{ cm.}, d = 32 \text{ cm}. \\ V_u &= 101000/(244 \cdot 32) = 12.9 \text{ Kg/cm}^2 < 13.2, \text{admisible}\end{aligned}$$

**B) Fuera del capitel** a un peralte del capitel

$$\begin{aligned}x &= (2 \cdot 63.5 + 27 \cdot 3) + 32 \cdot 2 = 272 \text{ cm}; \\ b_o &= 6 \cdot 27 + 6 \cdot 25.2 = 313 \text{ cm} \\ V_u &= 101 - 1.74 \cdot 2.72 \cdot 2.72 = \mathbf{88.1 \text{ Ton}} \\ v_u &= 88100/(313 \cdot 32) = 8.8 \text{ Kg/cm}^2 < \text{admisible} \\ &\text{dispone además del espesor del alero y queda sobrado.}\end{aligned}$$

### Refuerzo negativo en capitel

$$\begin{aligned}\text{Mu}_{\text{Total}} &= 77.4 \cdot 0.70 = \mathbf{54.2 \text{ T-m}} \\ \text{Ancho de capitel} &= 2 \cdot 63.5 + 25.2 \cdot 3 = 203 \text{ cm} \\ b &= b_w = 203 \text{ cm}; \text{rec} = 3 \text{ cm} \\ d_r &= 24.0 \text{ cm} < 32 + 3 = 35 \text{ cm} \\ \text{As} &= 49.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{17\#6 \text{ (total)} - 9\#6 \text{ en Nerv.} \cong \mathbf{8\#6 \text{ (neto)}}\end{aligned}$$

### Nervaduras de capitel N3 y N5

$$\begin{aligned}\bullet \text{Mu}_3 &= -\text{Mu}_3 = 9.5 \cdot 0.70 = \mathbf{6.7 \text{ T-m}} \\ \bullet \text{Mu}_{35} &= 10.3 \cdot 0.70 = \mathbf{7.2 \text{ T-m}} \\ b^+ &= 88.7 \text{ cm}, b^- = b_w = 25.2 \text{ cm}; \text{rec} = 3 \text{ cm} \\ d_r &= 23.9 \text{ cm} < 32 + 3 = 35 \text{ cm} \\ \bullet \text{As}_3 &= -\text{As}_5 = 6.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6} \\ +\text{As}_{35} &= 6.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6}\end{aligned}$$

### Sección 25.2x35 cm

Los aleros tienen momentos menores que la losa y Sección variable de 15 a 75 cm. Se reforzarán con la prolongación de las nervaduras, quedando sobrados.

### Nervaduras de capitel N1

$$\begin{aligned}\text{Factor} &= (8.7/2 + 1.9)/((8.7 + 8.7)/2) \cdot 3/2 = 1.08 \\ \bullet \text{As}_3 &= -\text{As}_5 = 6.1 \cdot 1.08 = 6.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6} \\ +\text{As}_{35} &= 6.1 \cdot 1.08 = 6.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6} \\ &\text{Resultan iguales que las N3 y N5}\end{aligned}$$

### Nervaduras de Losa N2:

$$\begin{aligned} \bullet \text{Mu}_3 = -\text{Mu}_5 &= 5.2 \cdot 0.70 = \mathbf{3.6 \text{ T-m}} \\ +\text{Mu}_{35} &= 3.2 \cdot 0.70 = \mathbf{2.2 \text{ T-m}} \\ \bullet \text{As}_3 = -\text{As}_5 &= 3.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#4} \\ +\text{As}_{35} &= 1.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4} \end{aligned}$$

**Sección 12x35 cm.**

### Nervaduras de Losa N4:

$$\begin{aligned} \text{Factor} &= (8.70 + 4.825) / (8.7 + 8.7) \cdot 8/6 = 1.03 \\ \bullet \text{As}_3 = -\text{As}_5 &= 3.3 \cdot 1.03 = 3.4 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#4} \\ +\text{As}_{35} &= 1.8 \cdot 1.03 = 1.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4} \end{aligned}$$

**Sección 12x35 cm.**

### Nervaduras de Losa N6:

Resultan iguales que las N2, ajustando el refuerzo del claro de 4.70 m en relación con el de 8.00 m.

$$\begin{aligned} \bullet \text{As}_3 = \text{As}_5 &= 3.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#4} \\ +\text{As}_{35} &= 1.8 \cdot (4.70/8.00)^2 = 0.6 \text{ cm}^2 \cong \mathbf{1\#4} \end{aligned}$$

**Sección 12x35 cm.**

### Dirección Oriente-Poniente.

#### Momentos Totales

$$\begin{aligned} w_u &= 1.74 \cdot 6.23 = \mathbf{10.8 \text{ T/m}}; \\ \bullet \text{Mu}_{AA} = -\text{Mu}_{AE} &= 10.8 \cdot 1.9^2/2 = \mathbf{19.5 \text{ T-m}} \\ \bullet \text{Mu}_A = -\text{Mu}_E &= 1.0 \cdot 10.8 \cdot 8.7^2/15 = \mathbf{54.5 \text{ T-m}} \\ +\text{Mu}_{AB} = +\text{Mu}_{DE} + \text{As}_{BC} = +\text{Mu}_{CD} &= 10.8 \cdot 8.7^2/14 = \mathbf{58.4 \text{ T-m}} \\ -\text{Mu}_B = -\text{Mu}_D = -\text{Mu}_C &= 1.0 \cdot 10.8 \cdot 8.7^2/10 = \mathbf{81.8 \text{ T-m}} \end{aligned}$$

#### Momentos por Nervadura

Son 3 de capitel de 27 cm. de ancho y 5.5 de losa de 12 cm, (incluyendo las virtuales dentro del capitel)

#### Nervaduras de Capitel.

$$\begin{aligned} \bullet \text{Mu}_{AA} = -\text{Mu}_{AE} &= 19.5 \cdot 0.65/3 = \mathbf{4.2 \text{ T-m}} \\ \bullet \text{Mu}_A = -\text{Mu}_E &= 54.5 \cdot 0.65/3 = \mathbf{11.8 \text{ T-m}} \\ +\text{Mu}_{AB} = +\text{Mu}_{DE} = +\text{Mu}_{BC} = +\text{Mu}_{CD} &= 58.4 \cdot 0.55/3 = \mathbf{10.7 \text{ T-m}} \\ -\text{Mu}_B = -\text{Mu}_D = -\text{Mu}_C &= 81.8 \cdot 0.65/3 = \mathbf{17.7 \text{ T-m}} \\ \text{Mu}_{\text{Total}} \text{ en capitel} &= 81.8 \cdot 0.65 = \mathbf{53.2 \text{ T-m}} \end{aligned}$$

Momento fuera del capitel:

$$\begin{aligned} \bullet \text{Mu}_B &= 17.7 \text{ Ton-m}; +\text{Mu}_{AB} = 10.7 \text{ Ton-m}; \text{Mu}_t = 28.4 \text{ Ton-m} \\ L/2 &= 8.7/2 = 4.35 \text{ m}; C = 1.01 \text{ m}; L/2 - C = 3.34 \text{ m}. \\ \text{Mu}_{FC} &= 28.4 \cdot 3.34^2 / (4.35^2 - 10.7) = \mathbf{6.0 \text{ T-m}}; \text{Factor} = \mathbf{0.34} \end{aligned}$$

#### Nervaduras de Losa:

$$\begin{aligned} \bullet \text{Mu}_{AA} = -\text{Mu}_{AE} &= 19.5 \cdot 0.35/5.5 = \mathbf{1.2 \text{ T-m}} \\ \bullet \text{Mu}_A = -\text{Mu}_E &= 54.5 \cdot 0.35/5.5 = \mathbf{3.5 \text{ T-m}} \\ +\text{Mu}_{AB} = +\text{Mu}_{DE} = +\text{Mu}_{BC} = +\text{Mu}_{CD} &= 58.4 \cdot 0.45/5.5 = \mathbf{4.8 \text{ T-m}} \\ -\text{Mu}_B = -\text{Mu}_D = -\text{Mu}_C &= 81.8 \cdot 0.35/5.5 = \mathbf{5.2 \text{ T-m}} \end{aligned}$$

#### Reducción de Momentos:

$$\begin{aligned} \text{Mo} &= 0.09 \cdot F \cdot (1 - 2 \cdot c/3 \cdot L)^2 \cdot W \cdot L; F = 1.15 - c/L \geq 1 \\ c_{\text{min}} &= 45 \text{ cm}; L = 870 \text{ cm} \\ F &= 1.15 - 45/870 = 1.10 \\ \text{Mo} &= 0.09 \cdot 1.10 \cdot (1 - 2 \cdot 45/(3 \cdot 870))^2 \cdot W \cdot L; \text{Mo} = 0.092 \cdot W \cdot L \\ r &= 0.092/0.125 = \mathbf{0.74} \end{aligned}$$

### Refuerzo negativo en capitel

$$M_u \text{ Total} = 53.2 \cdot 0.74 = \mathbf{39.4 \text{ T-m}}$$

$$\text{Ancho de capitel} = 2 \cdot 63.5 + 27 \cdot 3 = \mathbf{208 \text{ cm}}$$

$$b = b_w = 208 \text{ cm}; \text{ rec} = 3 \text{ cm}, \text{ dr} = 20.2 \text{ cm} < 32 + 3 = 35 \text{ cm}$$

$$-A_s = 34.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{12\#6 \text{ (total)}} - 6\#6 \text{ En Nerv.} \cong \mathbf{8\#6 \text{ (neto)}}$$

### Nervaduras de capitel E1

$$\bullet \quad M_{uB} = -M_{uC} = M_{uD} = 6.0 \cdot 0.74 = \mathbf{4.4 \text{ T-m}}$$

$$+M_{uBC} = M_{uCD} = 10.7 \cdot 0.74 = \mathbf{7.9 \text{ T-m}}$$

$$b^+ = 90.5 \text{ cm}, b^- = b_w = 27 \text{ cm}; \text{ rec} = 3 \text{ cm};$$

$$\text{dr} = 18.7 \text{ cm} < 32 + 3 = 35 \text{ cm}$$

$$\bullet \quad A_s = 3.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

$$+A_s = 6.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6}$$

### Sección 27x35 cm.

### Nervaduras de capitel E3

Son iguales a las anteriores, excepto que se ajustará el tramo de 4.85 m en proporción con el claro de 8.70 m

### Sección 27x35 cm.

### Nervaduras de losa E2

$$\bullet \quad M_{uAA} = -M_{uAE} = 1.2 \cdot 0.74 = \mathbf{0.9 \text{ T-m}}$$

$$\bullet \quad M_{uA} = M_{uE} = 3.5 \cdot 0.74 = \mathbf{2.6 \text{ T-m}}$$

$$+M_{uAB} = +M_{uDE} = +M_{uBC} = +M_{uCD} = 4.8 \cdot 0.74 = \mathbf{3.6 \text{ T-m}}$$

$$-M_{uB} = -M_{uD} = -M_{uC} = 5.2 \cdot 0.74 = \mathbf{3.9 \text{ T-m}}$$

$$b^+ = 85.5 \text{ cm}, b^- = b_w = 12 \text{ cm}; H = 35 \text{ cm}; r = 3 \text{ cm}; \text{ dr} = 26.4 \text{ cm}$$

$$-A_{sAA} = -A_{sAE} = 1.0 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#4}$$

$$\bullet \quad A_{sA} = -A_{sE} = 2.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

$$+A_{sAB} = +A_{sDE} = 3.0 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#4}$$

$$\bullet \quad A_{sB} = -A_{sD} = -A_{sC} = 3.7 = \mathbf{3\#4}$$

$$+A_{sBC} = +A_{sCD} = 3.0 = \mathbf{3\#4}$$

### Sección 12x35 cm.

### Nervaduras de losa E4

Son iguales a las anteriores, excepto que se ajustará el tramo de 4.85 m en proporción con el claro de 8.70 m

### Sección 12x35 cm.

### Nota importante:

Por instrucciones del cliente, se elimina la losa de acabado de 5 cm en el lecho inferior y se instalará un plafón. Se modificará el plano con el factor:

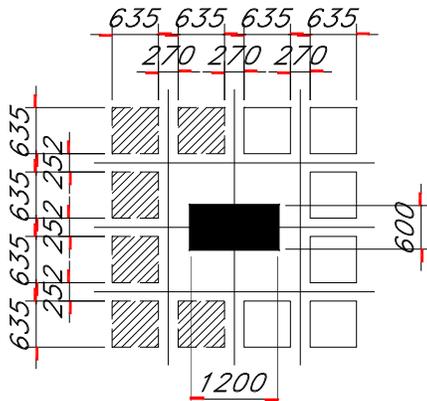
$$F = 1550/1740 = \mathbf{0.89}$$

Posteriormente, por razones arquitectónicas, se ampliaron los aleros Norte y Sur como se muestra en planos arquitectónicos y en dibujo estructural TLL.E09 Rev 1

El factor de 0.89 se despreció.



## 17.1 Losas Niveles 2 a 5



### Nervaduras.

#### Cargas y claros:

Losa:  $w_u = 1550 \text{ Kg/m}^2$

Aleros:  $w_m = (0.15+0.75)/2 \cdot 2400 + 120 + 10 = 1210 \text{ Kg/m}^2$   
(Po. Po.) + Acabado de Piso + instalaciones

$w_v = 250 \text{ Kg/m}^2$

$w_u = 1210 \cdot 1.4 + 250 \cdot 1.7 = 2120 \text{ Kg/m}^2$

#### Dirección Norte-Sur.

Factor = **1.60** (para momentos negativos solamente)

$L_1 = 2.23 \text{ m}$  (alero);  $L_2 = 8.0 \text{ m}$  (1 claro);  $L_3 = 2.10 \text{ m}$  (alero)

#### Dirección Oriente-Poniente.

Factor = **1.0** (para momentos negativos)

$L_1 = 1.90 \text{ m}$  (2 aleros)

$L_2 = 8.70 \text{ m}$  (4 claros)

$L_3 = 4.825 \text{ m}$

#### Anchos Tributarios:

NNorte-Sur =  $(8.70+8.70)/2 = 8.70 \text{ m}$

Oriente-Poniente =  $8.0/2 + 2.23 = 6.23 \text{ m}$

### Dirección Norte Sur

#### Momentos Totales:

En alero:

$w_u = 2.12 \cdot 8.7 = 18.4 \text{ Ton/m}$ ;

En losa:

$w_{us} = 1.55 \cdot 8.7 = 13.5 \text{ T/m}$ ,

•  $M_{u3} = 18.4 \cdot 2.23^2/2 = 45.8 \text{ T-m}$

•  $M_{u35} = 13.5 \cdot 8.0^2/15 \cdot 1.60 = 92.2 \text{ T-m}$

+  $M_{u35} = 13.5 \cdot 8.0^2/8 - 13.5 \cdot 8.0^2/15 = 50.4 \text{ T-m}$

-  $M_{u5} = 13.5 \cdot 8.0^2/15 \cdot 1.60 = 92.2 \text{ T-m}$

-  $M_{u5} = 18.4 \cdot 2.1^2/2 = 40.6 \text{ T-m}$

#### Momentos por Nervadura:

Usaremos 3 nervaduras de capitel de 25.2 cm. de ancho y 8 nervaduras de losa de 12 cm. El peralte total será de 35 cm. tipo. (Los casetones achurados y las nerv. correspondientes son virtuales, se les considera como si estuvieran en el alero).

Se tendrá la siguiente distribución de Momentos

•  $M_u \Rightarrow 65\%$  N. Capitel, -  $M_u \Rightarrow 35\%$  N. Losa

+  $M_u \Rightarrow 55\%$  N. Capitel, +  $M_u \Rightarrow 45\%$  N. Losa

#### Nervaduras de Capitel

•  $M_{u3} = 92.2 \cdot 0.65/3 = 20.0 \text{ T-m}$

+  $M_{u35} = 50.4 \cdot 0.55/3 = 9.2 \text{ T-m}$

•  $M_{u5} = 92.2 \cdot 0.65/3 = 20.0 \text{ T-m}$

$M_{u\text{Total}} \text{ en capitel} = 92.2 \cdot 0.65 = 59.9 \text{ T-m}$

#### Momento fuera del capitel:

•  $M_{u3} = 20.0 \text{ Ton-m}$ ; +  $A_{s35} = 9.2 \text{ Ton-m}$ ;  $M_t = 29.2 \text{ Ton-m}$

$L/2 = 8.00/2 = 4.00 \text{ m}$ ;  $C = 1.04 \text{ m}$ ;  $L/2 - C = 2.96 \text{ m}$ .

$M_{uFC} = 29.2 \cdot 2.96^2/4.00^2 - 9.2 = 6.8 \text{ T-m}$ , Factor = 0.34

#### Nervaduras de Losa

•  $M_{u3} = -M_5 = 92.2 \cdot 0.35/8 = 4.0 \text{ T-m}$

+  $M_{u23} = 50.4 \cdot 0.45/8 = 2.8 \text{ T-m}$

### Reducción de Momentos:

$$M_o = 0.09 \cdot F \cdot (1 - 2 \cdot c / 3 \cdot L)^2 \cdot W \cdot L; F = 1.15 - c / L \geq 1$$

$$c = 120 \text{ cm}; L = 800 \text{ cm}$$

$$F = 1.15 - 120 / 800 = 1.00$$

$$M_o = 0.09 \cdot 1.00 \cdot (1 - 2 \cdot 120 / (3 \cdot 800))^2 \cdot W \cdot L; M_o = 0.073 \cdot W \cdot L$$

$$R = 0.073 / 0.125 = 0.58, \text{ usar } \mathbf{0.70 \text{ min}}$$

### Revisión a cortante

El capitel es el mismo que el de la losa primer nivel y con un poco menos carga, resultando sobrado

### Refuerzo negativo en capitel

$$M_{u \text{ Total}} = 59.9 \cdot 0.70 = \mathbf{41.9 \text{ T-m}}$$

$$\text{Ancho de capitel} = 2 \cdot 63.5 + 25.2 \cdot 3 = 203 \text{ cm}$$

$$b = b_w = 203 \text{ cm}; \text{rec} = 3 \text{ cm}$$

$$d_r = 21.0 \text{ cm} < 32 + 3 = 35 \text{ cm}$$

$$A_s = 37.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{14\#6 \text{ (total)} - 6\#6 \text{ en 3 nerv.} = \mathbf{8\#6 \text{ (neto)}}$$

### Nervaduras de capitel N3 y N5

$$\bullet M_{u2} = 6.8 \cdot 0.70 = \mathbf{4.8 \text{ T-m}}$$

$$M_{u35} = 9.2 \cdot 0.70 = \mathbf{6.4 \text{ T-m}}$$

$$b^+ = 88.7 \text{ cm}, b^- = b_w = 25.2 \text{ cm}; \text{rec} = 3 \text{ cm}$$

$$d_r = 20.2 \text{ cm} < 32 + 3 = 35 \text{ cm}$$

$$\bullet A_{s2} = 4.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

$$+A_{s35} = 5.4 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

### Sección 25.2x35 cm

Los aleros Tienen momentos menores que la losa y sección variable de 15 a 75 cm. Se reforzará con la prolongación de las nervaduras, quedando sobrados

### Nervaduras de capitel N1

$$\text{Factor} = (8.7/2 + 1.9) / ((8.7 + 8.7)/2)^{3/2} = 1.08$$

$$A_{s3} = -A_{s5} = 4.2 \cdot 1.08 = 4.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

$$+A_{s35} = 5.4 \cdot 1.08 = 5.8 \text{ cm}^2 \cong \mathbf{2\#6}$$

Resultan iguales que las N3 y N5

### Nervaduras de Losa N2:

$$M_{u3} = -M_{u5} = 4.0 \cdot 0.70 = \mathbf{2.8 \text{ T-m}}$$

$$+M_{u35} = 2.8 \cdot 0.70 = \mathbf{2.0 \text{ T-m}}$$

$$A_{s3} = -A_{s5} = 2.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

$$+A_{s35} = 1.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

### Sección 12x35 cm.

### Nervaduras de Losa N4:

$$\text{Factor} = (8.70 + 4.825) / (8.7 + 8.7)^{8/6} = 1.03$$

$$A_{s3} = -A_{s5} = 2.5 \cdot 1.03 = 2.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

$$+A_{s35} = 1.7 \cdot 1.03 = 1.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

### Sección 12x35 cm.

### Nervaduras de Losa N6:

Resultan iguales que las N2, ajustando el refuerzo del claro de 4.70 m en relación con el de 8.00 m.

$$A_{s3} = A_{s5} = 2.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

$$+A_{s35} = 1.7 \cdot (4.70 / 8.00)^2 = 0.60 \text{ cm}^2 \cong \mathbf{1\#4}$$

### Sección 12x35 cm.

## Dirección Oriente-Poniente.

### Momentos Totales

$$w_u = 1.55 \cdot 6.23 = 9.7 \text{ T/m};$$

$$M_{uAA} = -M_{uAE} = 9.7 \cdot 1.9^2 / 2 = 17.5 \text{ T-m}$$

$$M_{uA} = -M_{uE} = 1.0 \cdot 9.7 \cdot 8.7^2 / 15 = 49.0 \text{ T-m} \quad +M_{uAB} = +M_{uDE}$$

$$+A_{sBC} = +M_{uCD} = 9.7 \cdot 8.7^2 / 14 = 52.4 \text{ T-m} \quad -M_{uB} = -M_{uD} = -$$

$$M_{uC} = 1.0 \cdot 9.7 \cdot 8.7^2 / 10 = 73.4 \text{ T-m}$$

### Momentos por Nervadura

Son 3 de capitel de 27 cm. de ancho y 5.5 de losa de 12 cm, (incluyendo las virtuales dentro del capitel)

### Nervaduras de Capitel.

$$M_{uAA} = -M_{uAE} = 17.5 \cdot 0.65 / 3 = 3.8 \text{ T-m}$$

$$M_{uA} = -M_{uE} = 49.0 \cdot 0.65 / 3 = 10.6 \text{ T-m}$$

$$+M_{uAB} = +M_{uDE} = +M_{uBC} = +M_{uCD} = 52.4 \cdot 0.55 / 3 = 9.6 \text{ T-m} -$$

$$M_{uB} = -M_{uD} = -M_{uC} = 73.4 \cdot 0.65 / 3 = 15.9 \text{ T-m}$$

$$M_{uTotal \text{ en capitel}} = 73.4 \cdot 0.65 = 47.7 \text{ T-m}$$

Momento fuera del capitel:

$$\bullet M_{uB} = 15.9 \text{ Ton-m}; +M_{uAB} = 9.6 \text{ Ton-m}; M_{ut} = 25.5 \text{ Ton-m}$$

$$L/2 = 8.7/2 = 4.35 \text{ m}; C = 1.01 \text{ m}; L/2 - C = 3.34 \text{ m.}$$

$$M_{uFC} = 25.5 \cdot 3.34^2 / 4.35^2 - 9.6 = 5.4 \text{ T-m, Factor} = 0.34$$

### Nervaduras de Losa:

$$M_{uAA} = -M_{uAE} = 17.5 \cdot 0.35 / 5.5 = 1.1 \text{ T-m}$$

$$M_{uA} = -M_{uE} = 49 \cdot 0.35 / 5.5 = 3.1 \text{ T-m}$$

$$+M_{uAB} = +M_{uDE} = +M_{uBC} = +M_{uCD} = 52.4 \cdot 0.45 / 5.5 = 4.3 \text{ T-m}$$

$$-M_{uB} = -M_{uD} = -M_C = 73.4 \cdot 0.35 / 5.5 = 4.7 \text{ T-m}$$

### Reducción de Momentos:

$$M_o = 0.09 \cdot F \cdot (1 - 2 \cdot c / 3 \cdot L)^2 \cdot W \cdot L; F = 1.15 - c/L \geq 1$$

$$c \text{ min} = 45 \text{ cm}; L = 870 \text{ cm}$$

$$F = 1.15 - 45/870 = 1.10$$

$$M_o = 0.09 \cdot 1.10 \cdot (1 - 2 \cdot 45 / (3 \cdot 870))^2 \cdot W \cdot L; M_o = 0.092 \cdot W \cdot L$$

$$r = 0.092 / 0.125 = 0.74$$

### Refuerzo negativo en capitel

$$M_{uTotal} = 47.7 \cdot 0.74 = 35.3 \text{ T-m}$$

$$\text{Ancho de capitel} = 2 \cdot 63.5 + 27.0 \cdot 3 = 208 \text{ cm}$$

$$b = b_w = 208 \text{ cm}; \text{rec} = 3 \text{ cm}, d_r = 19.1 \text{ cm} < 32 + 3 = 35 \text{ cm}$$

$$A_s = 31.0 \text{ cm}^2 \cong 12\#6 \text{ (total)} - 6\#6 \text{ en 3 Nerv.} \cong 8\#6 \text{ (Neto)}$$

### Nervaduras de capitel E1

$$M_{uB} = -M_{uC} = M_{uD} = 5.4 \cdot 0.74 = 4.0 \text{ T-m} \quad +M_{uBC} = M_{uCD} =$$

$$9.6 \cdot 0.74 = 7.1 \text{ T-m} \quad b^+ = 90.5 \text{ cm}, b^- = b_w = 27 \text{ cm}; \text{rec} = 3 \text{ cm};$$

$$d_r = 17.8 \text{ cm} < 32 + 3 = 35 \text{ cm}$$

$$A_{sB} = 3.5 \text{ cm}^2 = 2\#6 \quad +A_{sBC} = 6.0 \text{ cm}^2 = 2\#6$$

**Sección 27x35 cm.dd**

### Nervaduras de capitel E3

Son iguales a las anteriores, excepto Que se ajustará el tramo de 4.85 m en proporción con el claro de 8.70 m

**Sección 27x35 cm.**

### **Nervaduras de losa E2**

$$\begin{aligned} M_{uAA} = -M_{uAE} &= 1.1 \cdot 0.74 && = 0.8 \text{ T-m} \\ M_{uA} = M_{uE} &= 3.1 \cdot 0.74 && = 2.3 \text{ T-m} \\ +M_{uAB} = +M_{uDE} = +M_{uBC} = +M_{uCD} &= 4.3 \cdot 0.74 && = 3.2 \text{ T-m} \\ -M_{uB} = -M_{uD} = -M_{uC} &= 4.7 \cdot 0.74 && = 3.5 \text{ T-m} \\ b &= 75.5 \text{ cm. } b- = b_w = 12 \text{ cm; } H = 35 \text{ cm; } r = 3 \text{ cm; } d_r = 24.3 \text{ cm} \\ A_{sAA} = -A_{sAE} &= 0.9 \text{ cm}^2 && = 1\#5 \\ A_{sA} = -A_{sE} &= 2.0 \text{ cm}^2 && = 2\#5 \\ +A_{sAB} = +A_{sDE} &= 2.7 \text{ cm}^2 && = 2\#5 \\ A_{sUB} = -A_{sUC} = -A_{sUD} &= 3.2 && = 2\#5 +A_{sUBC} = \\ +A_{sUCD} &= 2.6 && = 2\#5 \end{aligned}$$

**Sección 12x35 cm.**

### **Nervaduras de losa E4**

Son iguales a las anteriores, excepto que se ajustará el tramo de 4.85 m en proporción con el claro de 8.70 m

**Sección 12x35 cm.**

## **17.2 Losas Niveles superiores.**

En estos cambian:

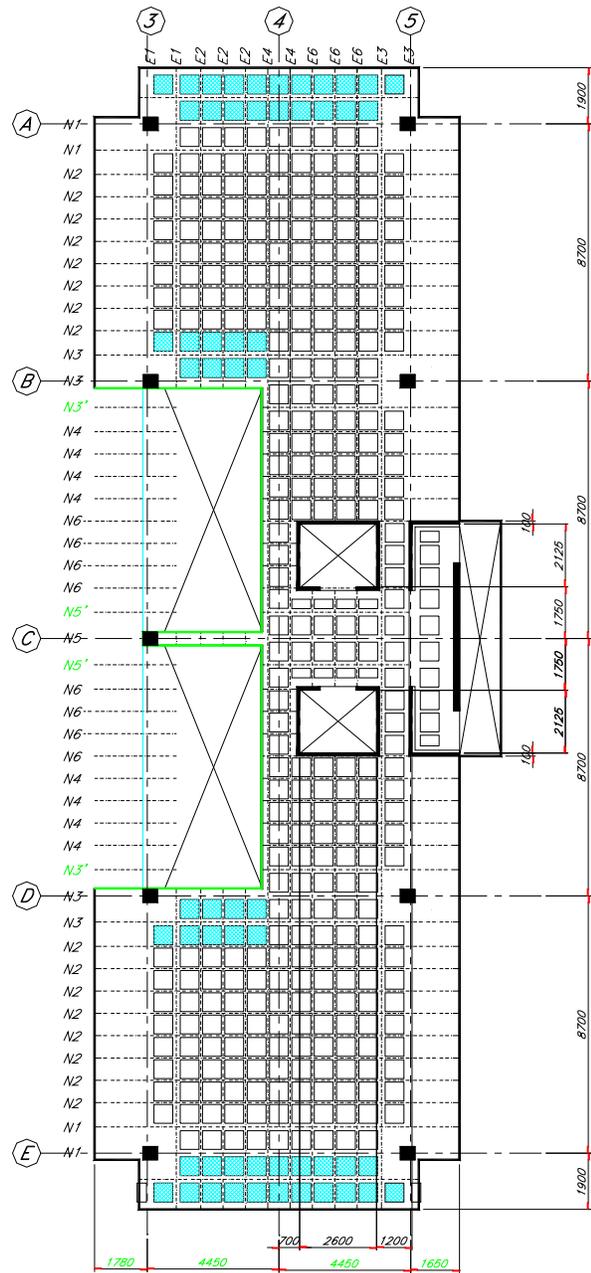
1. El factor de losa, aplicable a los momentos negativos,  $F1 = FL_{\text{nuevo}} / FL_{\text{anterior}}$ , siempre menor que 1
2. El ancho de la columna "c", que afecta al factor de reducción "R", y al esfuerzo cortante.
3. Los refuerzos negativos se ajustan de acuerdo al producto  $F2 = F1 \cdot R$
4. Los refuerzos positivos son solamente proporcionales a R
5. Los esfuerzos cortantes en el capitel se ajustan de acuerdo al factor F3 de perímetro de cortante.
6. Estos factores se calculan con mucha facilidad:

Haremos estos ajustes por inspección, editando directamente las copias de los planos de Losas Niveles 2 a 5.

## **18. Losa Pent-house**

Esta losa tiene la misma distribución de casetones y nervaduras de las losas anteriores y se definirá directamente sobre el plano correspondiente

## 19. Losa Planta Alta Pent House



### Patín de Compresión

Será igual al de las losas anteriores:

**Losa de 5 cm de espesor con malla electrosoldada 6x6/1010 a medio peralte.**

### Nervaduras.

#### Cargas y claros:

Losa  $w_u = 1550 \text{ Kg/m}^2$

Alero  $w_m = (0.15+0.75)/2 \cdot 2400 + 120 + 10 = 1210 \text{ Kg/m}^2$   
(Po. Po.) + Acabado de Piso + instalaciones

$w_v = 250 \text{ Kg/m}^2$

$w_u = 1210 \cdot 1.4 + 250 \cdot 1.7 = 2120 \text{ Kg/m}^2$  (para)

### Dirección Norte-Sur.

Factor = 1.00 (para momentos negativos solamente)

$L_1 = 1.88 \text{ m}$  (alero norte);

$L_2 = 8.7 \text{ m}$  (1 claro);

$L_3 = 1.85 \text{ m}$  (alero sur)

### Dirección Oriente-Poniente.

Factor = 1.0 (para momentos negativos)

$L_1 = 1.90 \text{ m}$  (2 aleros)

$L_2 = 8.70 \text{ m}$  (4 claros)

$L_3 = 4.825 \text{ m}$

Anchos Tributarios:

Norte-Sur =  $(8.70+8.70)/2 = 8.70 \text{ m}$

Oriente-Poniente =  $8.7/2+1.88 = 6.23 \text{ m}$

### Dirección Norte Sur

#### Momentos Totales:

En alero:

$w_u = 2.12 \cdot 8.7 = 18.4 \text{ Ton/m}$ ;

En losa:

$w_{us} = 1.55 \cdot 8.7 = 13.5 \text{ T/m}$ ,

•  $M_{au3} = 18.4 \cdot 1.88^2/2 = 32.5 \text{ T-m}$

•  $M_{us3} = 13.5 \cdot 8.7^2/15 = 68.1 \text{ T-m}$

+  $M_{u35} = 13.5 \cdot 8.7^2/8 - 13.5 \cdot 8.7^2/15 = 59.6 \text{ T-m}$

-  $M_{u5} = 13.5 \cdot 8.7^2/15 = 68.1 \text{ T-m}$

•  $M_{au5} = 18.4 \cdot 1.85^2/2 = 31.5 \text{ T-m}$

#### Momentos por Nervadura:

Se usarán 3 nervaduras de capitel de 25.2 cm. de ancho y 8 nervaduras de losa de 12 cm. El peralte total será de 35 cm. tipo. (Los casetones achurados son virtuales, se les considera como si estuvieran en el alero).

Se tendrá la siguiente distribución de Momentos

•  $M_u \Rightarrow 65\% \text{ N. Capitel}$ ,  $-M_u \Rightarrow 35\% \text{ N. Losa}$

+  $M_u \Rightarrow 55\% \text{ N. Capitel}$ , +  $M_u \Rightarrow 45\% \text{ N. Losa}$

#### Nervaduras de Capitel

•  $M_{u3} = 68.1 \cdot 0.65/3 = 14.8 \text{ T-m}$

+  $M_{u35} = 59.6 \cdot 0.55/3 = 10.9 \text{ T-m}$

•  $M_{u5} = 68.1 \cdot 0.65/3 = 14.8 \text{ T-m}$

$M_{u\text{Total en capitel}} = 68.1 \cdot 0.65 = 44.3 \text{ T-m}$

#### Momento fuera del capitel:

•  $M_{u3} = 14.8 \text{ Ton-m}$ ; +  $A_{s35} = 10.9 \text{ Ton-m}$ ;  $M_t = 25.7 \text{ Ton-m}$

$L/2 = 8.70/2 = 4.35 \text{ m}$ ;  $C = 1.04 \text{ m}$ ;  $L/2 - C = 3.31 \text{ m}$ .

$M_{uFC} = 25.7 \cdot 3.31^2/4.35^2 - 10.9 = 4.0 \text{ T-m}$

#### Nervaduras de Losa

•  $M_{u3} = -M_5 = 68.1 \cdot 0.35/8 = 3.0 \text{ T-m}$

+  $M_{u23} = 59.6 \cdot 0.45/8 = 3.4 \text{ T-m}$

#### Reducción de Momentos:

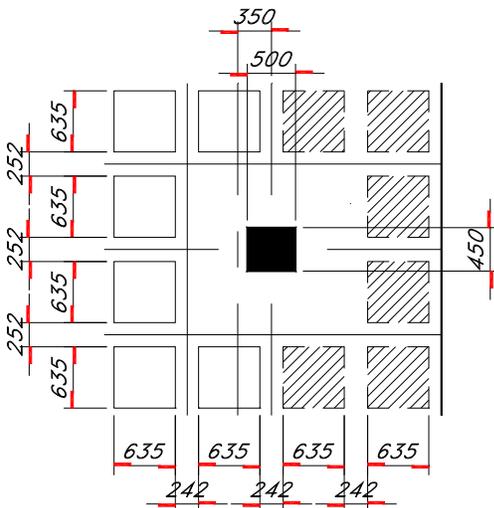
$M_o = 0.09 \cdot F \cdot (1 - 2 \cdot c/3 \cdot L)^2 \cdot W \cdot L$ ;  $F = 1.15 - c/L \geq 1$

$c = 50 \text{ cm}$ ;  $L = 870 \text{ cm}$

$F = 1.15 - 50/870 = 1.09$

$M_o = 0.09 \cdot 1.09 \cdot (1 - 2 \cdot 50/(3 \cdot 870))^2 \cdot W \cdot L$ ;  $M_o = 0.09 \cdot W \cdot L$

$R = 0.09/0.125 = 0.72$



### Revisión a cortante

Es igual y está en mejores condiciones que los de las losas tipo torre. OK

### Refuerzo negativo en capitel

$$Mu_{Total} = 44.3 * 0.72 = 31.9 \text{ T-m}$$

$$\text{Ancho de capitel} = 2 * 63.5 + 25.2 * 3 = 203 \text{ cm}$$

$$b = bw = 203 \text{ cm}; \text{ rec} = 3 \text{ cm}$$

$$dr = 18.4 \text{ cm} < 32 + 3 = 35 \text{ cm}$$

$$As = 27.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{10\#6 \text{ (total)} - 6\#6 \text{ en 3 nerv.} = 4\#6 \text{ (Neto)}}$$

### Nervaduras de capitel N3 y N5

$$\bullet Mu_2 = 4.0 * 0.72 = 2.9 \text{ T-m}$$

$$Mu_{35} = 10.9 * 0.72 = 7.9 \text{ T-m}$$

$$b = 88.7 \text{ cm}, bw = 25.2 \text{ cm}; \text{ rec} = 3 \text{ cm}$$

$$dr = 15.7 \text{ cm} < 32 + 3 = 35 \text{ cm}$$

$$\bullet As_2 = 2.7 \text{ cm}^2 \geq \mathbf{2\#6}$$

$$+As_{35} = 6.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6}$$

### Sección 25.2x35 cm

Los aleros Tienen momentos menores que la losa y se reforzarán con la prolongación de las nervaduras de la losa Sección variable de 15 a 75 cm. Mismo refuerzo que losa

### Nervaduras de capitel N1

$$\text{Factor} = (8.7/2 + 1.88) / ((8.7 + 8.7)/2)^{3/2} = 1.07$$

$$-As_3 = -As_5 = 2.9 * 1.07 = 3.1 \text{ cm}^2 \geq \mathbf{2\#6}$$

$$+As_{35} = 6.8 * 1.07 = 6.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#6}$$

Resultan iguales que las N3 y N5

### Nervaduras de Losa N2:

$$Mu_3 = -Mu_5 = 3.0 * 0.72 = 2.2 \text{ T-m}$$

$$+Mu_{35} = 3.4 * 0.72 = 2.5 \text{ T-m}$$

$$As_3 = -As_5 = 1.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5}$$

$$+As_{35} = 2.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

### Sección 12x35 cm.

### Nervaduras de Losa N4:

$$\text{Factor} = (8.70 + 4.825) / (8.7 + 8.7)^{8/4} = 1.55$$

$$As_3 = -As_5 = 1.9 * 1.55 = 3.0 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#5}$$

$$+As_{35} = 2.1 * 1.55 = 3.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

### Sección 12x35 cm.

### Nervaduras de Losa N6:

Resultan iguales que las N2, ajustando el refuerzo del claro de 4.70 m en relación con el de 8.70 m.

$$As_3 = As_5 = 2.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$+As_{35} = 2.1 * (4.70/8.00)^2 = 0.72 \text{ cm}^2 \cong \mathbf{1\#6}$$

### Sección 12x35 cm.

### Dirección Oriente-Poniente.

Será igual a la losa del nivel anterior, excepto en lo que se indica enseguida

### Nervaduras de capitel E3

$$As_B = 5.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

$$+As_{BC} = 5.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

### Sección 24.2x35 cm.

### **Nervaduras de capitel E1**

Son iguales a las anteriores, excepto será simplemente apoyada en lugar de continua para el momento positivo.

Factor =  $14/8 = 1.75$  y para el momento negativo:

Factor =  $10/24 = 0.42$

$As_B = 5.1 \cdot 0.42 = 2.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$

$+As_{BC} = 5.7 \cdot 1.75 = 10.0 \text{ cm}^2 = \mathbf{4\#6}$

**Sección 24.2x35 cm.**

### **Nervaduras de losa E4**

$As_{AA} = -As_{AE} = 0.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5}$

$As_A = -As_E = 1.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#5} + As_{AB} =$

$+As_{UDE} = 2.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#5}$

$As_{UB} = -As_{UC} = -As_{UD} = 3.0 = \mathbf{2\#5}$

$+As_{UBC} = +As_{UCD} = 2.6 = \mathbf{2\#5}$

**Sección 12x35 cm.**

### **Nervaduras de losa E2**

$As_A = -As_E = 1.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#5} + As_{AB} = +As_{UDE} = 2.6 \cdot 14/8 \cdot 8/4 =$   
 $9.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{4\#6} - As_{UB} = -As_{UD} = 3.0 \cdot 10/24 \cdot 8/2 = 5.0 = \mathbf{2\#6}$

**Sección 12x35 cm.**

### **Nervaduras de losa E6**

Se ajustará con los siguientes factores:

En el tramo AB, DE:

Factor =  $8/4 = 2.0$

En el tramo BB1 y DD1:

Factor =  $4.825^2/8.7^2 \cdot 8/4 = 0.62$

$As_{AA} = -As_{AE} = 0.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5}$

$As_A = -As_E = 1.8 \cdot 2 = 3.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#5}$

$+As_{AB} = +As_{UDE} = 2.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#5}$

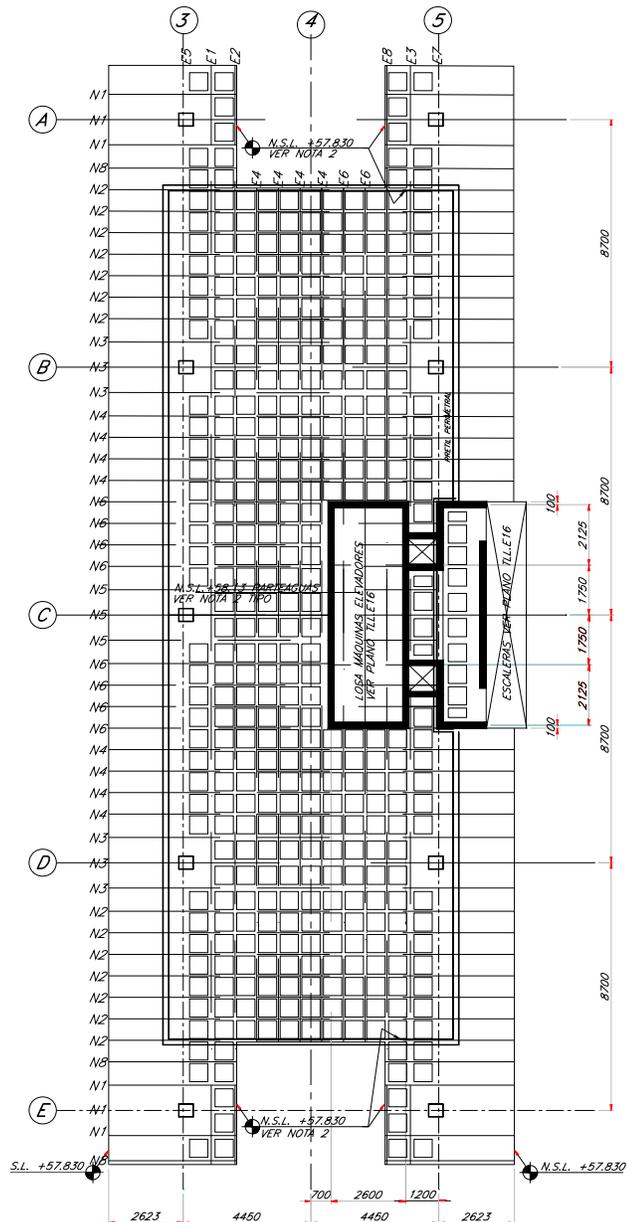
$As_{UB} = -As_{UD} = 3.0 = \mathbf{2\#5} + As_{UBBa} =$

$+As_{UDaD} = 2.6 \cdot 0.62 = 1.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#5}$

$-As_{UBa} = -As_{UDa} = 3.0 \cdot 10/24 \cdot 8/4 = 2.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#5}$

**Sección 12x35 cm.**

## 20. Losa Azotea



### **Patín de compresión.**

Es una losa plana apoyada en dos direcciones.

$$L = 0.635 + 0.12 = 0.755 \text{ m}$$

$$w_u = 1220 / 2 = 610 \text{ Kg/m}^2$$

$$M_u = \pm 610 \cdot 0.755^2 / 10 = 35 \text{ Kg-m}$$

Con el mismo programa anterior

$$f_c = 200 \text{ Kg/cm}^2; f_y = 5000 \text{ Kg/cm}^2;$$

$$b = 100 \text{ cm}; b_w = 100 \text{ cm};$$

$$rec = 2.5 \text{ cm}; dr = 0.9 \text{ cm} < 2.5 + 2.5 = 5.0 \text{ cm O.K.}$$

$$H = 5.0 \text{ cm}; A_s = 0.42 \text{ cm}^2/\text{m} \geq .0018 \cdot 5 \cdot 100 = 0.9 \text{ CM}^2/\text{M}$$

**Losa de 5 cm de espesor con malla electrosoldada 6x6/88 a medio peralte.**

## Nervaduras.

### Cargas y claros:

Losa:  $w_u = 1120 \text{ Kg/m}^2$

Aleros:  $w_m = (0.15+0.75)/2 \cdot 2400 + 120 + 10 = 1210 \text{ Kg/m}^2$   
(Po. Po.) + Acabado de Piso + instalaciones

$w_v = 250 \text{ Kg/m}^2$

$w_u = 1210 \cdot 1.4 + 250 \cdot 1.7 = 2120 \text{ Kg/m}^2$

### Dirección Norte-Sur.

Factor Mom. Neg. = **1.00**

L1 = **1.88 m** (alero); L2 = **8.70 m** (1 claro); L3 = **1.75 m** (alero)

### Dirección Oriente-Poniente.

Factor = **1.0** (para momentos negativos)

L1 = 1.90 m (2 aleros)

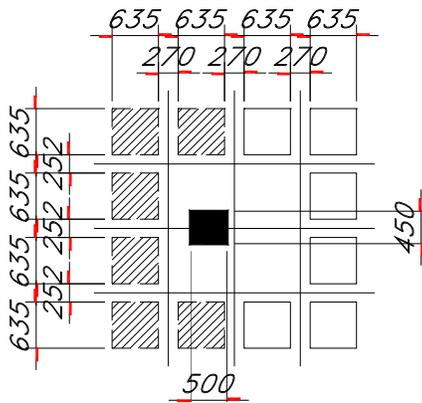
L2 = 8.70 m (4 claros)

L3 = 4.825 m

### Anchos Tributarios:

Norte-Sur =  $(8.70+8.70)/2 = 8.70 \text{ m}$

Oriente-Poniente =  $8.7/2 + 2.63 = 6.98 \text{ m}$



## Dirección Norte Sur

### Momentos Totales:

#### En alero:

$w_u = 2.12 \cdot 8.7 = 18.4 \text{ Ton/m}$ ;

#### En losa:

$w_{us} = 1.12 \cdot 8.7 = 9.7 \text{ T/m}$ ,

•  $M_{au3} = 18.4 \cdot 2.63^2/2 = 63.7 \text{ T-m}$

•  $M_{us3} = 9.7 \cdot 8.70^2/15 = 48.9 \text{ T-m}$

+  $M_{u35} = 9.7 \cdot 8.70^2/8 - 9.7 \cdot 8.70^2/15 = 42.8 \text{ T-m}$

-  $M_{u5} = 9.7 \cdot 8.70^2/15 = 48.9 \text{ T-m}$

•  $M_{au5} = 18.4 \cdot 2.63^2/2 = 63.7 \text{ T-m}$

### Momentos por Nervadura:

Usaremos 3 nervaduras de capitel de 25.2 cm. de ancho y 8 nervaduras de losa de 12 cm. El peralte total será de 35 cm. tipo. (Los casetones achurados y las nerv. correspondientes son virtuales, se les considera como si estuvieran en el alero).

Se tendrá la siguiente distribución de Momentos

•  $M_u \Rightarrow 65\%$  N. Capitel,  $-M_u \Rightarrow 35\%$  N. Losa

+  $M_u \Rightarrow 55\%$  N. Capitel, +  $M_u \Rightarrow 45\%$  N. Losa

### Nervaduras de Capitel

•  $M_{u3} = 63.7 \cdot 0.65/3 = 13.8 \text{ T-m}$

•  $M_{u35} = 48.9 \cdot 0.65/3 = 10.6 \text{ T-m}$

+  $M_{u35} = 42.8 \cdot 0.55/3 = 7.8 \text{ T-m}$

•  $M_{u53} = 48.9 \cdot 0.65/3 = 10.6 \text{ T-m}$

•  $M_{u5} = 63.7 \cdot 0.65/3 = 13.8 \text{ T-m}$

$M_{u\text{Total en capitel}} = 63.7 \cdot 0.65 = 41.4 \text{ T-m}$

### Momento fuera del capitel:

•  $M_{u35} = 10.6 \text{ Ton-m}$ ;

+  $A_{s35} = 7.8 \text{ Ton-m}$ ;  $M_t = 18.4 \text{ Ton-m}$

$L/2 = 8.70/2 = 4.35 \text{ m}$ ;  $C = 1.04 \text{ m}$ ;  $L/2 - C = 3.31 \text{ m}$ .

$M_{ufc} = 18.4 \cdot 3.31^2/4.35^2 - 7.8 = 2.9 \text{ T-m}$ , Factor = **0.27**  $M_{u35}$

-  $M_{uv} = 13.8 \text{ ton-m}$ ; +  $A_{sv} = 0.0 \text{ Ton-m}$ ;  $M_t = 13.8 \text{ Ton-m}$

$M_{ufcv} = 13.8 \cdot 1.59^2/2.63^2 = 5.1 \text{ T-m}$ , Factor = **0.37**  $M_{uv}$

Rige alero

### Nervaduras de Losa

$$\begin{aligned}\bullet \text{Mu}_3 &= -\text{M}_5 = 63.7 \cdot 0.35/8 = \mathbf{2.8 \text{ T-m}} \\ +\text{Mu}_{23} &= 42.8 \cdot 0.45/8 = \mathbf{2.4 \text{ T-m}}\end{aligned}$$

### Reducción de Momentos:

$$M_o = 0.09 \cdot F \cdot (1 - 2 \cdot c/3 \cdot L)^2 \cdot W \cdot L; F = 1.15 - c/L \geq 1$$

$$c = 50 \text{ cm}; L = 870 \text{ cm}$$

$$F = 1.15 - 50/870 = 1.093$$

$$M_o = 0.09 \cdot 1.093 \cdot (1 - 2 \cdot 50/(3 \cdot 870))^2 \cdot W \cdot L; M_o = 0.091 \cdot W \cdot L$$

$$R = 0.091/0.125 = \mathbf{0.73}$$

### Revisión a cortante

$$b_v = 50 + 32 + 45 + 32 = 159 \text{ cm} \quad w_v = 1120$$

$$b_1 = 120 + 32 + 60 + 32 = 244 \text{ cm} \quad w_1 = 1740, v_{u1} = 12.9 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_u = 12.9 \cdot (1120/1740) \cdot (244/159) = 12.7 \text{ kg/cm}^2 < 13.2 \text{ adm.}$$

### Refuerzo negativo en capitel

$$M_u \text{ Total} = 41.4 \cdot 0.73 = \mathbf{30.2 \text{ T-m}}$$

$$\text{Ancho de capitel} = 2 \cdot 63.5 + 25.2 \cdot 3 = 203 \text{ cm}$$

$$b = b_w = 203 \text{ cm}; \text{rec} = 3 \text{ cm}$$

$$d_r = 17.9 \text{ cm} < 32 + 3 = 35 \text{ cm}$$

$$A_s = 26.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{9\#6 \text{ (total)}} - 3\#6 \text{ en 3 nerv.} = \mathbf{6\#6 \text{ (neto)}}$$

### Nervaduras de capitel N3 y N5

$$\bullet \text{Mu}_2 = 5.1 \cdot 0.73 = \mathbf{3.7 \text{ T-m}}$$

$$M_{u35} = 7.8 \cdot 0.73 = \mathbf{5.7 \text{ T-m}}$$

$$b_+ = 88.7 \text{ cm}, b_- = b_w = 25.2 \text{ cm}; \text{rec} = 3 \text{ cm}$$

$$d_r = 17.8 \text{ cm} < 32 + 3 = 35 \text{ cm}$$

$$\bullet A_{s2} = 3.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6} + A_{s35} = 4.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

Nótese que la deficiencia en  $-A_s$  (-13%) se compensa con el exceso en  $+A_s$  (+17%)

### Sección 25.2x35 cm

Los aleros Tienen sección variable de 15 a 75 cm. quedando sobrados. Se reforzarán en esta dirección con la prolongación de las nervaduras

### Nervaduras de capitel N1

$$\text{Factor} = (8.70/2 + 1.9)/((8.7 + 8.7)/2) \cdot 3/2 = 1.08$$

$$-A_{s3} = -A_{s5} = 3.2 \cdot 1.08 = 3.4 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$$

$$+A_{s35} = 4.8 \cdot 1.08 = 5.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$$

Resultan iguales que las N3 y N5. Misma nota anterior

### Nervaduras de Losa N2:

$$M_{u3} = -M_{u5} = 2.8 \cdot 0.73 = \mathbf{2.0 \text{ T-m}}$$

$$+M_{u35} = 2.4 \cdot 0.73 = \mathbf{1.8 \text{ T-m}}$$

$$A_{s3} = -A_{s5} = 1.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

$$+A_{s35} = 1.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

### Sección 12x35 cm.

### Nervaduras de Losa N4:

$$\text{Factor} = (8.70 + 4.825)/(8.7 + 8.7) \cdot 8/6 = 1.03$$

$$A_{s3} = -A_{s5} = 1.8 \cdot 1.03 = 1.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4} + A_{s35} = 1.5 \cdot 1.03 = 1.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

### Sección 12x35 cm.

### **Nervaduras de Losa N6:**

Resultan iguales que las N2, ajustando el refuerzo del claro de 4.70 m en relación con el de 8.00 m.

$$As_3 = As_5 = 1.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4} + As_{35} = 1.5 \cdot (4.70/8.00)^2 = 0.50 \text{ cm}^2 \cong \mathbf{2\#4}$$

**Sección 12x35 cm.**

### **Dirección Oriente-Poniente.**

#### **Momentos Totales**

Al igual que en el resto de las losas de la torre, suponemos que la carga de losa (1.21 t/m<sup>2</sup>) se aplica en todo el ancho de la losa (6.98 m. en este caso) y el sobrepeso del alero se toma con la viga aperaltada y el propio refuerzo del alero.

$$w_u = 1.12 \cdot 6.98 = \mathbf{7.8 \text{ T/m}}$$

$$M_{UAA} = -M_{UAE} = 7.8 \cdot 1.9^2/2 = \mathbf{14.0 \text{ T-m}}$$

$$M_{UA} = -M_{UE} = 7.8 \cdot 8.7^2/15 = \mathbf{39.4 \text{ T-m}}$$

$$+M_{UAB} = +M_{UDE} + A_{SBC} = +M_{UCD} = 7.8 \cdot 8.7^2/14 = \mathbf{42.1 \text{ T-m}}$$

$$M_{UB} = -M_{UD} = -M_{UC} = 7.8 \cdot 8.7^2/10 = \mathbf{59.0 \text{ T-m}}$$

#### **Momentos por Nervadura**

Son 3 de capitel de 27 cm. de ancho y 5.5 de losa de 12 cm, (incluyendo 1.5 nervaduras virtuales dentro del capitel)

#### **Nervaduras de Capitel.**

$$M_{UAA} = -M_{UAE} = 14.0 \cdot 0.65/3 = \mathbf{3.0 \text{ T-m}}$$

$$M_{UA} = -M_{UE} = 39.4 \cdot 0.65/3 = \mathbf{8.5 \text{ T-m}} +M_{UAB} = +M_{UDE} =$$

$$+M_{UBC} = +M_{UCD} = 42.1 \cdot 0.55/3 = \mathbf{7.7 \text{ T-m}}$$

$$M_{UB} = -M_{UD} = -M_{UC} = 59.0 \cdot 0.65/3 = \mathbf{12.8 \text{ T-m}}$$

$$M_{U\text{Total en capitel}} = 59.0 \cdot 0.65 = \mathbf{38.4 \text{ T-m}}$$

#### **Momento fuera del capitel:**

$$\bullet M_{UB} = 12.8 \text{ Ton-m}; +M_{UAB} = 7.7 \text{ Ton-m}; M_{ut} = 20.5 \text{ Ton-m}$$

$$L/2 = 8.70/2 = 4.35 \text{ m}; C = 1.01 \text{ m}; L/2 - C = 3.34 \text{ m}.$$

$$M_{uFC} = 20.5 \cdot 3.34^2/4.35^2 - 7.7 = \mathbf{4.4 \text{ T-m}}, \text{ Factor} = \mathbf{0.34 M_{uB}}$$

#### **Nervaduras de Losa:**

$$M_{UAA} = -M_{UAE} = 14.0 \cdot 0.35/5.5 = \mathbf{0.9 \text{ T-m}}$$

$$M_{UA} = -M_{UE} = 39.4 \cdot 0.35/5.5 = \mathbf{2.5 \text{ T-m}}$$

$$+M_{UAB} = +M_{UDE} = +M_{UBC} =$$

$$+M_{UCD} = 42.1 \cdot 0.45/5.5 = \mathbf{3.4 \text{ T-m}} -M_{UB} = -M_{UD} = -M_C =$$

$$59.0 \cdot 0.35/5.5 = \mathbf{3.8 \text{ T-m}}$$

#### **Reducción de Momentos:**

$$M_o = 0.09 \cdot F \cdot (1 - 2 \cdot c/3 \cdot L)^2 \cdot W \cdot L; F = 1.15 - c/L \geq 1$$

$$c_{\text{min}} = 45 \text{ cm}; L = 870 \text{ cm}$$

$$F = 1.15 - 45/870 = 1.10$$

$$M_o = 0.09 \cdot 1.10 \cdot (1 - 2 \cdot 45/(3 \cdot 870))^2 \cdot W \cdot L; M_o = 0.092 \cdot W \cdot L$$

$$r = 0.092/0.125 = \mathbf{0.74}$$

#### **Refuerzo negativo en capitel**

$$M_{U\text{Total}} = 38.4 \cdot 0.74 = \mathbf{28.4 \text{ T-m}}$$

$$\text{Ancho de capitel} = 2 \cdot 63.5 + 27.0 \cdot 3 = 208 \text{ cm}$$

$$\text{rec} = 3 \text{ cm}, \text{ dr} = 17.1 \text{ cm} < 32 + 3 = 35 \text{ cm}$$

$$As = 24.6 \text{ cm}^2 \cong \mathbf{9\#6 \text{ (total)}} - 3\#6 \text{ en 3 Nerv.} = \mathbf{6\#6 \text{ (Neto)}}$$

#### **Nervaduras de capitel E1 y E5**

$$M_{UB} = -M_{UC} = M_{UD} = 4.4 \cdot 0.74 = \mathbf{3.3 \text{ T-m}} +M_{UBC} = M_{UCD} =$$

$$7.7 \cdot 0.74 = \mathbf{5.7 \text{ T-m}}$$

$b_+ = 90.5 \text{ cm}$ ,  $b_- = b_w = 27 \text{ cm}$ ;  $rec = 3 \text{ cm}$ ;  
 $d_r = 16.2 \text{ cm} < 32 + 3 = 35 \text{ cm}$   
 $A_{sB} = 2.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#6}$   $+A_{sBC} = 4.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#6}$   
**Sección 27x35 cm.**

### **Nervaduras de capitel E3**

Son iguales a las anteriores, excepto que se ajustará el tramo de 4.85 m en proporción con el claro de 8.70 m  
**Sección 27x35 cm.**

### **Nervaduras de losa E2**

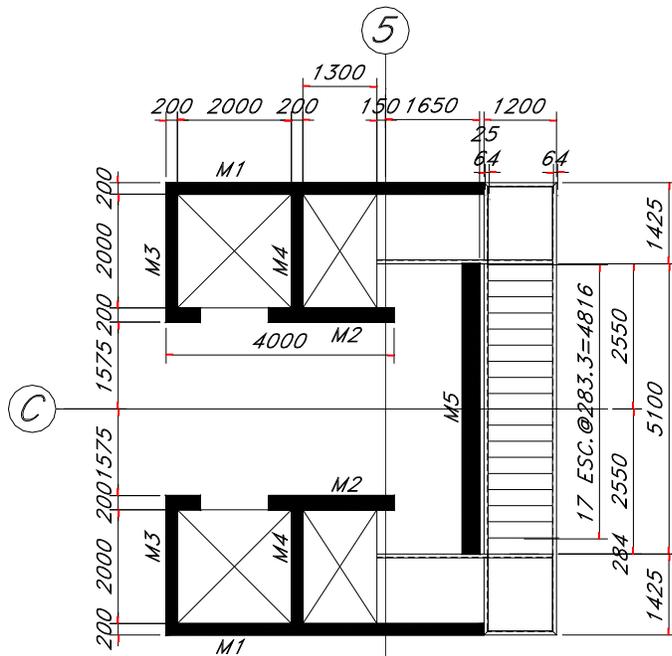
$M_{uAA} = -M_{uAE} = 0.9 * 0.74 = \mathbf{0.7 \text{ T-m}}$   
 $M_{uA} = M_{uE} = 2.5 * 0.74 = \mathbf{1.9 \text{ T-m}}$   
 $+M_{uAB} = +M_{uDE} = +M_{uBC} = +M_{uCD} = 3.4 * 0.74 = \mathbf{2.5 \text{ T-m}}$   
 $-M_{uB} = -M_{uD} = -M_{uC} = 3.8 * 0.74 = \mathbf{2.8 \text{ T-m}}$   
 $b_+ = 75.5 \text{ cm}$ .  $b_- = b_w = 12 \text{ cm}$ ;  
 $H = 35 \text{ cm}$ ;  $r = 3 \text{ cm}$ ;  $d_r = 23.2 \text{ cm}$   
 $A_{sAA} = -A_{sAE} = 0.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{1\#4}$   
 $A_{sA} = -A_{sE} = 1.7 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$   
 $+A_{sAB} = +A_{sDE} = 1.8 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$   
 $A_{sUB} = -A_{sUC} = -A_{sUD} = 2.2 = \mathbf{2\#4}$   
 $+A_{sUBC} = +A_{sUCD} = 2.1 = \mathbf{2\#4}$   
**Sección 12x35 cm.**

### **Nervaduras de losa E4**

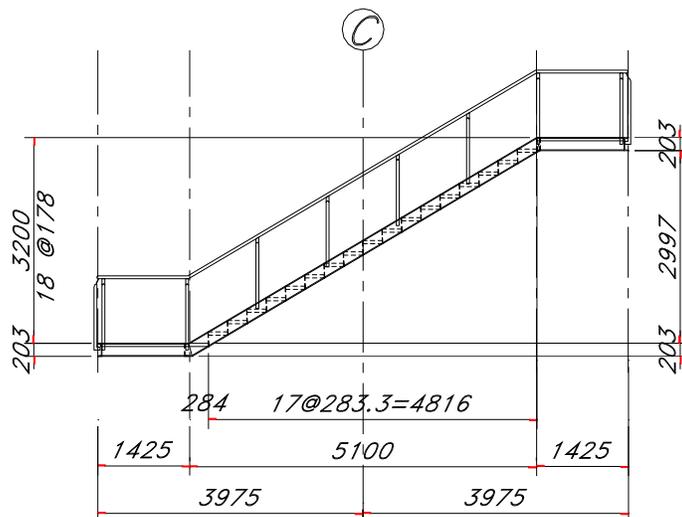
Son iguales a las anteriores, excepto que se ajustará el tramo de 4.85 m en proporción con el claro de 8.70 m  
**Sección 12x35**

## 21. Modulo de Elevadores y escaleras

Van del nivel estacionamiento 1 al nivel de azotea, entre los ejes A y B, centradas con el eje C y al lado sur del eje 5. La escalera toda esta diseñada principalmente por arquitectura, con sus escalones y alfordas propuestos por los arquitectos



PLANTA ESCALERAS Y ELEVADORES



MODULO DE ESCALERAS

### ESCALERAS

#### Cargas:

Carga Muerta

Po. Po. Alfarda (30\*2/1.15) 50 Kg/m<sup>2</sup>

Escalones (120+0.05\*2400+20) 260 Kg/m<sup>2</sup>

Total Carga Muerta (**w<sub>m</sub>**) 310 Kg/m<sup>2</sup>

Carga Viva (**w<sub>v</sub>**) 350 Kg/m<sup>2</sup>

Carga Total **w = (w<sub>m</sub>+w<sub>v</sub>)** 660 Kg/m<sup>2</sup>

**w<sub>u</sub> = 1.4\*w<sub>m</sub>+1.7\*w<sub>v</sub>** 1030 Kg/m<sup>2</sup>

#### Alfordas:

$w = 660 \cdot 0.60 = 400 \text{ Kg/m}$ ;  $L = 5.10 \text{ m}$

$M = 400 \cdot 5.10^2 / 8 = 1300 \text{ Kg-m}$

$S_{req} = 1300 / 15.2 = 86 \text{ cm}^3$

Por arquitectura y detalle usar

**CPS 203x27.9 Kg/m**, con  $S_x = 180. \text{cm}^3 > S_{req}$ ; sobrado

#### Trabes de apoyo.

$w = 30 \text{ Kg/m}$ ;  $P = 400 \cdot 3.975 = 1600 \text{ Kg}$

$L = 1.26 \text{ m}$

$\bullet M = 30 \cdot 1.26^2 / 2 + 1600 \cdot 1.26 = 2040 \text{ Kg-m}$

$S_{req} = 2040 / 15.2 = 134 \text{ cm}^3$

**CPS 203x27.9 Kg/m**, con  $S_x = 180 \text{ cm}^3$

### Descansos.

#### Cargas:

Peso propio =  $0.05 \cdot 2400 = 120 \text{ Kg/m}^2$   
Acabado de piso =  $120 \text{ Kg/m}^2$   
Carga muerta total:  $w_m = 240 \text{ kg/m}^2$   
Carga viva  $w_v = 350 \text{ kg/m}^2$   
Carga Total:  $w = w_m + w_v = 590 \text{ kg/m}^2$   
 $w_u = 1.4 \cdot w_m + 1.7 \cdot w_v = 1.4 \cdot 240 + 1.7 \cdot 350 = 930 \text{ Kg/m}^2$

### Losa

Apoyada en dos direcciones:

$s = 1.20 \text{ m}$ ,  $L = 1.425 \text{ m}$ .

$w_{us} = 930 \cdot 1.425^4 / (1.425^4 + 1.20^4) = 620 \text{ Kg/m}^2$

$w_{ul} = 930 \cdot 1.20^4 / (1.425^4 + 1.20^4) = 310 \text{ Kg/m}^2$

+Mus =  $620 \cdot 1.20^2 / 8 = 110 \text{ kg-m}$

+Mul =  $310 \cdot 1.425^2 / 8 = 80 \text{ Kg-m}$

$b = b_w = 100 \text{ cm}$ ,  $r = 2.0 \text{ cm}$ ;  $H = 5.0 \text{ cm}$ ;

$d_r = 1.60 \text{ cm} < 3 + 2 = 5 \text{ cm}$ , OK

$A_s = 0.99 \text{ cm}^2/\text{m} = \text{Malla } 6 \times 6 / 66$

$A_{sT} = 0.0015 \cdot 5 \cdot 100 = 0.75 \text{ cm}^2/\text{m} < A_s$

**Losa de 5 cm de espesor con Malla 6x6/66 en lecho inferior**

Pudiera ser 6x6/88 pero la diferencia no vale la pena

### Bastidor:

$w_l = 620 \cdot 1.20 / 2 = 370 \text{ Kg/m}^2$

$w_l = 320 / 1.425 / 2 = 110 \text{ Kg/m}^2$

$S = 1.20 \text{ m}$ ;  $L = 1.425 \text{ m}$

$M_s = 370 / 1.20^2 / 8 = 32 \text{ Kg-m}$

$M_l = 110 \cdot 1.425^2 / 8 = 28 \text{ Kg-m}$

$S_{req} = 32 / 15.2 = 2.1 \text{ cm}^3$

$\Delta_{adm} = L / 360 = 120 / 360 = 0.33 \text{ cm}$

$I_{req} = (5 / 384) \cdot 3.7 \cdot 120^4 / (2100000 \cdot 0.33) = 14.4 \text{ cm}^4$

**APS 51x51x6 - 4.75 Kg/m**

con  $S_x = 4.1 \text{ cm}^3 > 2.1$ ;  $I_x = 14.6 \text{ cm}^4 > 14.4$  OK

### Escalón.

Tienen el mismo claro máximo que los descansos, pero un ancho menor. Se harán iguales a la losa de los descansos:

**Losa de 5 cm de espesor con Malla 6x6/66 en lecho inferior**

**Bastidor:**

**APS 51x51x6 - 4.75 Kg/m**

### Barandal.

Será arquitectónico y se establecerá en base a los datos que proporcionen los arquitectos.

## CUBO ELEVADORES.

Servirán los muros de apoyo a las losas de entrepiso y azotea, además del cuarto de máquinas de elevadores. En la siguiente tabla se muestran las capacidades de carga de cada uno de los muros y las cargas actuantes en ellos, de acuerdo al capítulo 14 de las especificaciones ACI :

## CAPACIDADES DE MUROS.

### Cargas en muros

En la tabla siguiente se muestran las cargas máximas sobre la cimentación

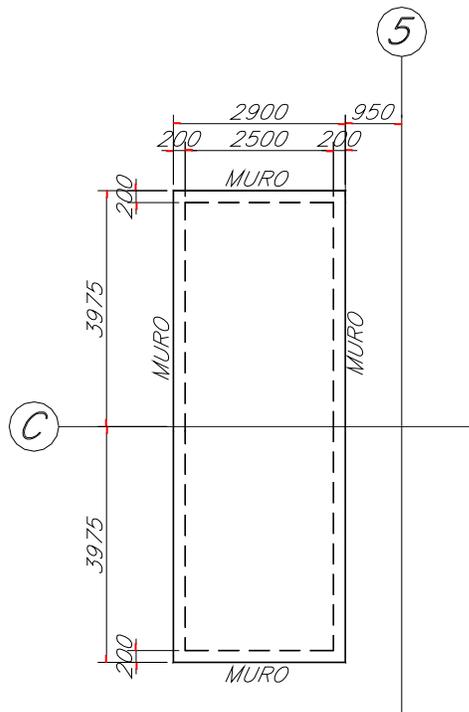
Nótese que todos los muros pueden ser de 20 cm.

Marca	A	wm	wv	wu	Pu	ΣPu	Carga Tipo
<b>M1</b>	16.05	1.086	0.200	1.860	30	30	Azotea
	16.05	1.326	0.250	2.281	549	579	15 Ptas tipo
	16.05	1.853	0.250	3.019	48	627	N. 1
	16.05	1.599	0.250	2.664	43	670	P. Baja
	16.05	1.046	0.343	2.048	33	703	Estac. 1
<b>dado</b>	1.39	4.800	0.000	6.720	9	712	<b>25x555</b>
<b>Zapata</b>	4.44	1.080	0.000	1.512	7	719	<b>45x80</b>
<b>M2</b>	7.52	1.581	0.200	2.553	19	19	Azotea
	7.52	1.821	0.250	2.974	336	355	15 Ptas tipo
	7.52	2.843	0.250	4.405	33	388	N. 1
	7.52	2.351	0.250	3.716	28	416	P. Baja
	7.52	1.541	0.449	2.921	22	438	Estac. 1
<b>dado</b>	1.22	4.800	0.000	6.720	8	446	<b>30x405</b>
<b>Zapata</b>	2.84	1.080	0.000	1.512	4	450	<b>45x70</b>
<b>M3</b>	5.52	1.242	0.200	2.079	11	11	Azotea
	5.52	1.482	0.250	2.500	207	218	15 Ptas tipo
	5.52	2.303	0.250	3.649	20	238	N. 1
	5.52	1.835	0.250	2.994	17	255	P. Baja
	5.52	1.202	0.522	2.570	14	269	Estac. 1
<b>dado</b>	0.63	4.800	0.000	6.720	4	273	<b>25x250</b>
<b>Zapata</b>	1.75	1.080	0.000	1.512	3	276	<b>45x70</b>
<b>M5</b>	10.01	1.734	0.200	2.768	28	28	Azotea
	10.01	1.974	0.250	3.189	479	507	15 Ptas tipo
	10.01	3.288	0.250	5.028	50	557	N. 1
	10.01	2.583	0.250	4.041	40	597	P. Baja
	10.01	1.694	0.400	3.052	31	628	Estac. 1
<b>dado</b>	1.80	4.800	0.000	6.720	12	640	<b>35x515</b>
<b>Zapata</b>	4.12	1.080	0.000	1.512	6	646	<b>45x80</b>

Marca	a	h	Lc	Ag	φPh	Asv	Nw	Sv	Ash	NwH	Sh
<b>M1</b>	550	<b>20</b>	285	11000	<b>740</b>	0.024	<b>3</b>	<b>30</b>	0.040	<b>4</b>	<b>30</b>
<b>M2</b>	400	<b>25</b>	285	10000	<b>707</b>	0.030	<b>4</b>	<b>30</b>	0.050	<b>4</b>	<b>25</b>
<b>M3</b>	245	<b>20</b>	285	4900	<b>329</b>	0.024	<b>3</b>	<b>30</b>	0.040	<b>4</b>	<b>30</b>
<b>M4</b>	245	<b>20</b>	285	4900	<b>329</b>	0.024	<b>3</b>	<b>30</b>	0.040	<b>4</b>	<b>30</b>
<b>M5</b>	510	<b>30</b>	285	15300	<b>1112</b>	0.036	<b>4</b>	<b>30</b>	0.060	<b>5</b>	<b>30</b>

Después de entrega esta memoria, el cliente dispuso que todos los muros fueran de 20 cm de espesor, excepto el muro M5, en el tramo de Planta Baja a Nivel 1, de doble altura, que será de 30 cm, y los de la cisterna, de 25.

## Cuarto de maquinas elevadores



### Losa de Azotea

#### Cargas:

$$\text{Po. Po.} = 0.15 \cdot 2400 = 360 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Impermeabilización} = 120 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Total Carga Muerta} = 480 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Viva equipos Azotea} = 200 \text{ Kg/m}^2$$

$$w_u = 1.4 \cdot 480 + 200 \cdot 1.7 = \mathbf{1010 \text{ Kg/m}^2}$$

$$\text{Carga Concentrada} = 2000 \text{ Kg.}$$

$$P_u = 2000 \cdot 1.7 = \mathbf{3400 \text{ Kg}}, \text{ se supone ancho efectivo de } 1.25 \text{ m.}$$

$$L = 2.50 \text{ m}$$

#### Diseño:

$$M_u = 1010 \cdot 2.5^2 / 8 + 3400 \cdot 2.5 / (4 \cdot 1.25) = \mathbf{2500 \text{ Kg-m}}$$

Con el programa de Excel:

$$b = b_w = 100 \text{ cm}; r = 3 \text{ cm};$$

$$d_r = 7.3 \text{ cm} < 12 + 3 = 15 \text{ cm}; H = 15 \text{ cm}$$

$$A_s = 5.9 \text{ cm}^2/\text{m} = \mathbf{\#4 @ 20 \text{ cm.}}$$

$$A_{st} = 0.0018 \cdot 15 \cdot 100 = 2.7 \text{ cm}^2/\text{m} = \mathbf{\#3 @ 25 \text{ cm}}$$

**Losa de concreto de 15 cm. de espesor con el refuerzo indicado en lecho inferior.**

### Vigas de apoyo.

La losa se apoyará en los muros del cuarto de máquinas.

### Losa Entrepiso

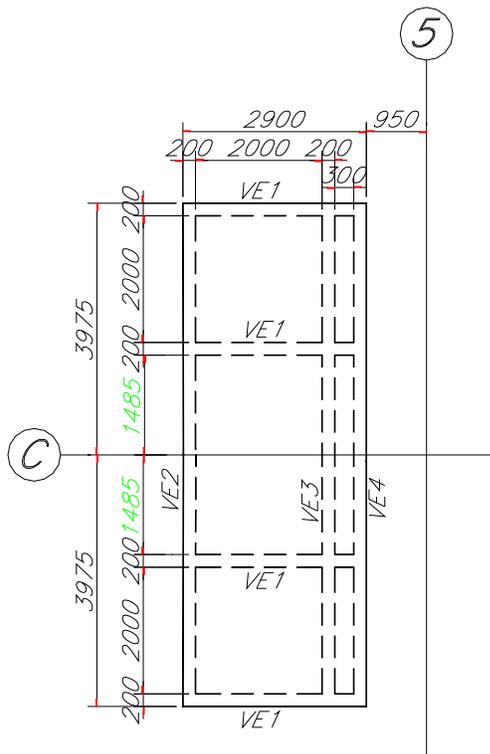
#### Cargas:

##### Zona de Máquinas:

$$\text{Po. Po.} = 0.20 \cdot 2400 = 500 \text{ Kg/m}^2; \text{ Viva Equipo} = \mathbf{4000 \text{ Kg/m}^2}$$

$$\text{Carga Total} = 500 + 4000 = 4500 \text{ Kg/m}^2$$

$$w_u = 1.4 \cdot 500 + 1.7 \cdot 4000 = \mathbf{7500 \text{ Kg/m}^2}$$



#### Ampliación:

$$\text{Po. Po.} = 0.15 \cdot 2400 = 360 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Viva Equipo} = 500 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Carga Total} = 360 + 500 = 860 \text{ Kg/m}^2$$

$$w_u = 1.4 \cdot 360 + 1.7 \cdot 500 = \mathbf{1350 \text{ Kg/m}^2}$$

$$L = 2.20 \text{ m}$$

$$a = 0.40 \text{ m}$$

#### Diseño:

##### Zona de Máquinas:

Como la losa está llena de ranuras y perforaciones, se calcula para toda la carga en cada direcciones

$$+M_u = 7500 \cdot 2.2^2 / 8 = \mathbf{4500 \text{ Kg-m}}$$

$$\bullet M_u = 7500 \cdot 0.4^2 / 2 = \mathbf{600 \text{ Kg-m}}$$

$$b = 100 \text{ cm}; r = 3 \text{ cm}; d_r = 9.8 < 17 + 3 = 20 \text{ cm}$$

$$+A_s = 7.4 \text{ cm}^2/\text{m} = \mathbf{\#5 @ 20 \text{ cm}}$$

$$\bullet A_s = .0018 \cdot 20 \cdot 100 = 3.6 \text{ cm}^2/\text{m} = \mathbf{\#3 @ 20 \text{ cm (rige Temp.)}}$$

#### Ampliación:

$$+M_u = 1170 \cdot 2.2^2 / 8 = \mathbf{710 \text{ Kg-m}}$$

$$\bullet M_u = 1170 \cdot 0.4^2 / 2 = \mathbf{94 \text{ Kg-m}}$$

$$b = 100 \text{ cm}; r = 3 \text{ cm}; d_r = 3.9 < 12 + 3 = 15 \text{ cm}$$

$$+A_s = 2.1 \text{ cm}^2/\text{m} = \mathbf{\#3 @ 30 \text{ cm.}}$$

$$\bullet A_s = 0.7 \text{ cm}^2/\text{m} = \mathbf{\#3 @ 30 \text{ cm}}$$

$$A_{st} = 2.7 \text{ cm}^2/\text{m} = \mathbf{\#3 @ 30 \text{ cm}}$$

## Vigas de apoyo

:

### VE2:

$$w_{u1} = 7500 \cdot 2.2/2 + (350 \cdot 2.5 + 0.2 \cdot 0.35 \cdot 2400 + 840 \cdot 2.5/2) \cdot 1.4$$

$$w_{u1} = 11100 \text{ Kg/m}$$

$$w_{u2} = 1350 \cdot 2.2/2 + (350 \cdot 2.5 + 0.2 \cdot 0.35 \cdot 2400 + 840 \cdot 2.5/2) \cdot 1.4$$

$$w_{u1} = 4400 \text{ Kg/m}$$

$$w_{u'} = (11100 + 4400)/2 = 7800 \text{ Kg-m}$$

$$L_1 = 2.23 \text{ m}; L_2 = 3.15 \text{ m};$$

$$\bullet \text{Mu}_1 = 11100 \cdot 2.23^2/24 = \mathbf{2300} \text{ Kg-m}$$

$$+\text{Mu}_{12} = 11100 \cdot 2.23^2/14 = \mathbf{3900} \text{ Kg-m}$$

$$\bullet \text{Mu}_2 = 7800 \cdot 3.15^2/10 = \mathbf{7700} \text{ Kg-m}$$

$$+\text{Mu}_{22} = 7800 \cdot 3.15^2/14 = \mathbf{5500} \text{ Kg-m}$$

$$V_{u12} = 11100 \cdot 2.23/2 = \mathbf{12400} \text{ Kg}$$

$$V_{u21} = 1.1 \cdot 11100 \cdot 2.23/2 = \mathbf{13600} \text{ Kg}$$

$$V_{u22} = 1.1 \cdot 4400 \cdot 3.15/2 = \mathbf{7600} \text{ Kg}$$

Con el programa de Excel:

$$\text{Mu max} = \mathbf{7700} \text{ Kg-m}, b = b_w = 20 \text{ cm}; r = 5 \text{ cm}; H = 35 \text{ cm};$$

$$d_r = 28.7 \text{ cm} < 35 + 5 = 40 \text{ cm}$$

$$\bullet \text{As}_1 = 2.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#5}$$

$$+\text{As}_{12} = 3.1 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

$$\bullet \text{As}_2 = 6.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#5}$$

$$+\text{As}_{22} = 4.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#4}$$

**Estribos #3 @ 18 cm**

**Sección 20x40 cm**

### VE3:

$$w_{u1} = 7500 \cdot (2.2/2 + 0.4/2) + 0.2 \cdot 0.35 \cdot 2400 \cdot 1.4 = \mathbf{10000} \text{ Kg/m}$$

$$w_{u2} = 1350 \cdot (2.2/2 + 0.4/2) + 0.2 \cdot 0.35 \cdot 2400 \cdot 1.4 = \mathbf{2000} \text{ Kg/m}$$

$$w_{u'} = (10000 + 2000)/2 = \mathbf{6000} \text{ Kg-m}$$

$$L_1 = 2.23 \text{ m}; L_2 = 3.15 \text{ m};$$

$$\bullet \text{Mu}_1 = 10000 \cdot 2.23^2/24 = \mathbf{2100} \text{ Kg-m}$$

$$+\text{Mu}_{12} = 10000 \cdot 2.23^2/14 = \mathbf{3600} \text{ Kg-m}$$

$$\bullet \text{Mu}_2 = 6000 \cdot 3.15^2/10 = \mathbf{6000} \text{ Kg-m}$$

$$+\text{Mu}_{22} = 2000 \cdot 3.15^2/14 = \mathbf{1400} \text{ Kg-m}$$

$$V_{u12} = 10000 \cdot 2.23/2 = \mathbf{11200} \text{ Kg}$$

$$V_{u21} = 1.1 \cdot 10000 \cdot 2.23/2 = \mathbf{12300} \text{ Kg}$$

$$V_{u22} = 1.1 \cdot 6000 \cdot 3.15/2 = \mathbf{10400} \text{ Kg}$$

Con el programa de Excel:

$$b_w = 20 \text{ cm}; r = 5 \text{ cm}; H = 40 \text{ cm}; d_r = 20.2 < 35 + 5 = 40 \text{ cm}$$

$$-\text{As}_1 = 2.2 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

$$+\text{As}_{12} = 2.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#4}$$

$$\bullet \text{As}_2 = 5.0 \text{ cm}^2 = \mathbf{4\#4}$$

$$+\text{As}_{22} = 1.5 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

**Estribos #3 @ 18 cm**

**Sección 20x40 cm**

### VE4:

$$w_{u1} = 7500 \cdot 0.4/2 + (350 \cdot 2.5 + 0.2 \cdot 0.35 \cdot 2400 + 840 \cdot 2.5/2) \cdot 1.4$$

$$w_{u1} = \mathbf{4400} \text{ Kg/m}$$

$$w_{u2} = 1350 \cdot 0.4/2 + (350 \cdot 2.5 + 0.2 \cdot 0.35 \cdot 2400 + 840 \cdot 2.5/2) \cdot 1.4$$

$$w_{u1} = \mathbf{3200} \text{ Kg/m}$$

$$w_{u'} = (4400 + 3200)/2 = 3800 \text{ Kg-m}$$

$$L_1 = 2.23 \text{ m}; L_2 = 3.15 \text{ m};$$

$$\bullet \text{Mu}_1 = 4400 \cdot 2.23^2/24 = \mathbf{910} \text{ Kg-m}$$

$$+\text{Mu}_{12} = 4400 \cdot 2.23^2/14 = \mathbf{1600} \text{ Kg-m}$$

$$\bullet \text{Mu}_2 = 3800 \cdot 3.15^2/10 = \mathbf{3800} \text{ Kg-m}$$

$$+\text{Mu}_{22} = 3200 \cdot 3.15^2/14 = \mathbf{2300} \text{ Kg-m}$$

$$Vu_{12} = 4400 \cdot 2.23/2 = \mathbf{4900 \text{ Kg}}$$

$$Vu_{21} = 1.1 \cdot 4400 \cdot 2.23/2 = \mathbf{5400 \text{ Kg}}$$

$$Vu_{22} = 1.1 \cdot 3200 \cdot 3.15/2 = \mathbf{5500 \text{ Kg}}$$

Con el programa de Excel:

$$Mu = \mathbf{3500 \text{ Kg-mb}} = bw = 20 \text{ cm}; r = 5 \text{ cm}; H = 40 \text{ cm};$$

$$dr = 20.2 \text{ cm} < 35+5 = 40 \text{ cm}$$

$$As_1 = 0.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

$$+As_{12} = 1.6 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

$$\bullet \quad As_2 = 3.0 \text{ cm}^2 = \mathbf{3\#4}$$

$$+As_{22} = 2.3 \text{ cm}^2 = \mathbf{2\#4}$$

**Estribos #2 @ 15 cm**

**Sección 20x40 cm**

## **VE1**

### **Exterior**

Carga el muro exterior y la reacción extrema de V4

$$wu = 0.2 \cdot 0.35 \cdot 2400 + 350 \cdot 2.5 = \mathbf{1040 \text{ Kg/m}}; Pu = \mathbf{4900 \text{ Kg}}$$

$$L = 2.20 \text{ m}; a = 0.5 \text{ m}$$

$$Mu = 1040 \cdot 0.5^2/2 + 4900 \cdot 0.5 = \mathbf{2600 \text{ Kg-m}}$$

### **Interior**

Carga solo las reacciones intermedias de V4. El peso propio es despreciable

$$Pu = 5500 + 5400 = \mathbf{10900 \text{ Kg}}$$

$$Mu = 10900 \cdot 0.5 = \mathbf{5500 \text{ Kg-m}} > 2600, \text{ rige}$$

$$b = 20 \text{ cm}; r = 5 \text{ cm}; H = 40 \text{ cm}; d = 17.6 < 35+5 = 40 \text{ cm}$$

$$-As = 4.5 \text{ cm}^2/\text{m} = \mathbf{2\#6}$$

$$+As = \text{Minimo} = \mathbf{2\#3}$$

**Estribos # 2 @15 cm.**

**Sección 20x40 cm**

## 22. Lista de Planos

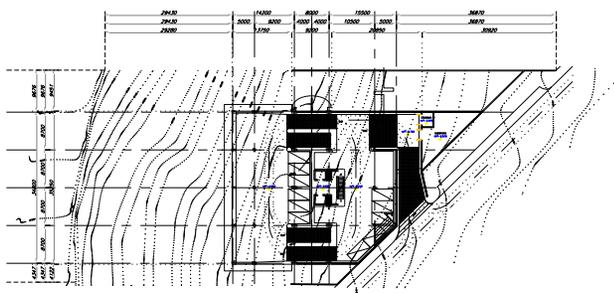
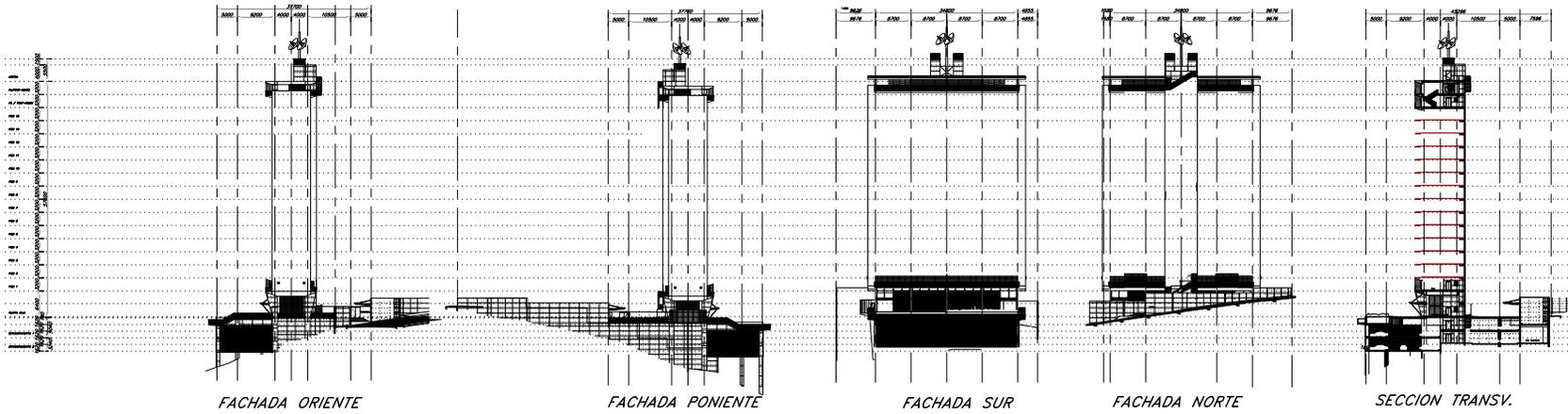
Se anexan copias doble carta de los siguientes planos:

TLL.G01	Dimensiones Generales
TLL.E01	Cimentación y columnas
TLL.E02	Muros de contención
TLL.E03	Cisterna
TLL.E04	Losa Sótano 2
TLL.E05	Losa sótano 1
TLL.E06	Rampas y Subestación
TLL.E07	Losa Planta Baja
TLL.E08	Alberca
TLL.E09	Losa nivel 1
TLL.E10	Losa nivel 2 a 5
TLL.E11	Losa nivel 6 a 10
TLL.E12	Losa nivel 11 a 14
TLL.E13	Losa PB Pent-House
TLL.E14	Losa PA PH
TLL.E15	Losas Azotea
TLL.E16	Elevadores y escaleras
TLL.E17	Caseta elevadores
TLL.E18	Cisterna Transf..

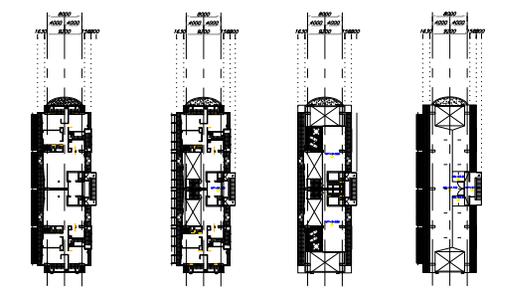
Junio de 2006

**Francisco Garza Mercado**

**PLANOS ESTRUCTURALES**



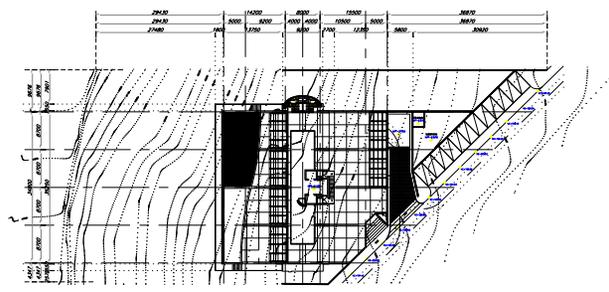
PLANTA ESTACIONAMIENTO 1



PLANTA TIPO P. BAJA P.H. P. ALTA P.H. PLANTA AZOTEA



PLANTA ESTACIONAMIENTO 2



PLANTA BAJA

**ESPECIFICACIONES**

**DISEÑO**  
 CARGAS: REGLAMENTO DEL DEPTO. DEL D.F.  
 VIENTO: MANUAL DE DISEÑO DE LA CFE-1993  
 CONCRETO: ACI 318-89  
 ACERO ESTRUCTURAL: AISC-1985

**CONSTRUCCION**

CONCRETO: ACI 301-92  
 ACERO ESTRUCTURAL: AISC, 1985

**MATERIALES**

PLANTILLA: CONC.  $f_c=100 \text{ kg/cm}^2$  DE 50 mm  
 CONCRETO:  $f_c=200 \text{ kg/cm}^2$  TIPO E.I.  
 CONCRETO:  $f_c=300 \text{ kg/cm}^2$  EN COLUMNAS  
 ACERO REFORZO:  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$   
 ACERO ESTRUCTURAL: ASTM-A36  
 CAPACIDAD DE TERRENO:  $10-10 \text{ kg/cm}^2$   
 LA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE SERA DEFINIDA POR EL SUPERVISOR CON BASE EN ESTE ESPESOR

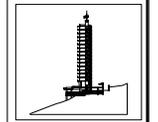
**NOTAS GENERALES**  
 1. DIMENSIONES EN MILIMETROS  
 2. NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA  
 3. VERIFICAR DIMENSIONES EN EL MONTEADILLO Y EN OBRAS  
 4. LA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE LOS MUEBLES SERA PLANEA POR EL RESERVISTE DE LA OBRA EN UN TERRENO DE  $10 \text{ kg/cm}^2$   
 5. CONCRETO EN MARCHA DE CONTENEDOR  $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$   
 6. TODOS LOS MUEBLES DEBERAN APUNTARSE EN SU LUGAR DE COLOCACION  
 7. EL MANTO DEL MANTO DE PAVO CONCRETAR CON UN GRASA DE MANTO DE 400-4000

REVISIONES

MODIFICACIONES

CLAVES Y SIMBOLOS

LOCALIZACION



LOCALIZACION TERRENO

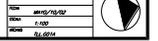
ING. FRANCISCO GARZA MERCADO

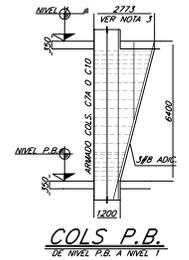
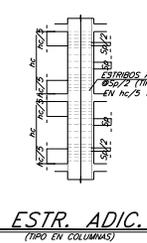
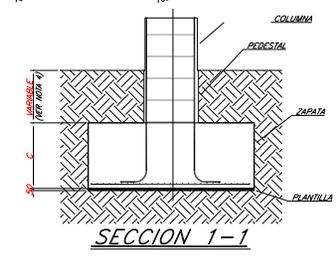
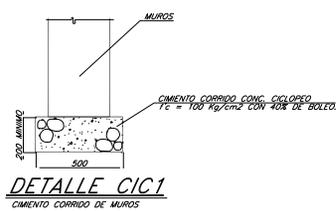
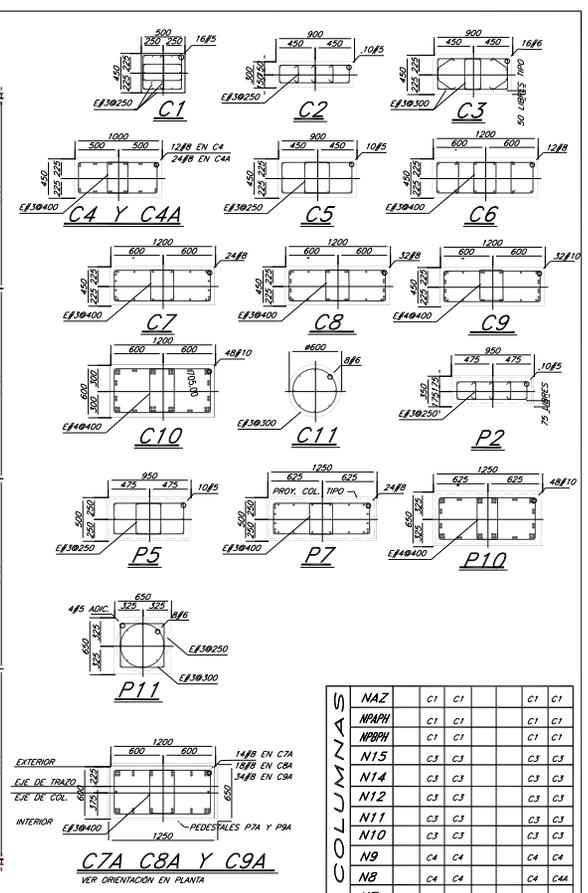
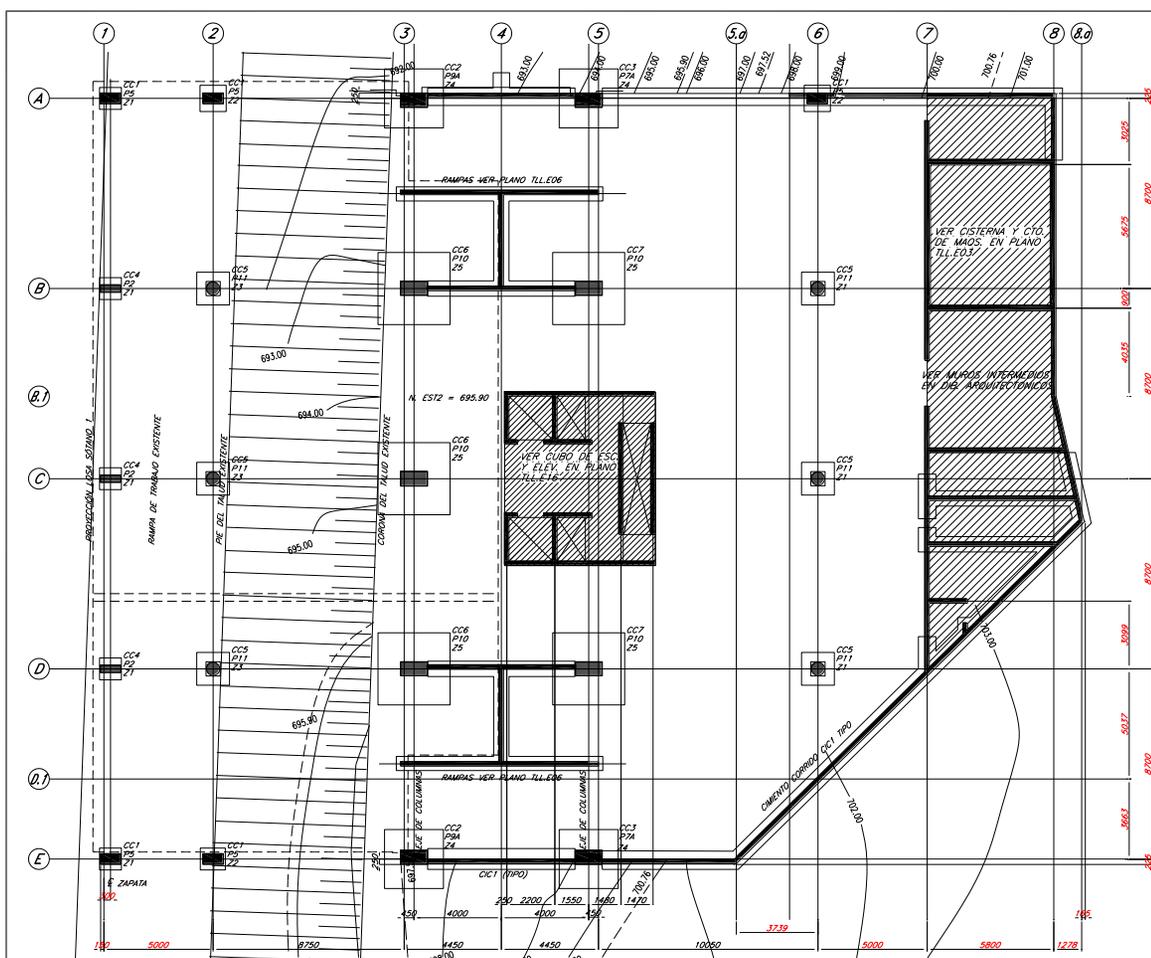
TORRE LA LOMA

PROYECTO

PLANO GENERAL TILLOTT

NOVA





CLAVES Y SIMBOLOS

LOCALIZACION

LOCALIZACION TERRENO

NAZ	C1	C1	C1	C1			
NP4PH	C1	C1	C1	C1			
NP4PH	C1	C1	C1	C1			
NP15	C3	C3	C3	C3			
NT4	C3	C3	C3	C3			
NT2	C3	C3	C3	C3			
NT1	C3	C3	C3	C3			
NT0	C3	C3	C3	C3			
NT9	C4	C4	C4	C4			
NT8	C4	C4	C4	C4			
NT7	C4	C4	C4	C4			
NT6	C4	C4	C4	C4			
NT5	C6	C4	C8	C9			
NT4	C6	C6	C8	C9			
NT3	C6	C6	C8	C9			
NT2	C6	C6	C8	C9			
NT1	C7A	C7A	C10	C10			
NPB	C5	C7A	C7A	C2	C11	C10	C10
NT1	C5	C8A	C7A	C2	C11	C10	C10
NT2	C5	C8A	--	C2	C11	C10	C10
MCA	CC1	CC2	CC3	CC4	CC5	CC6	CC7

NOTA: TODAS LAS BARRAS DE COLUMNAS SON ABRAJO DEL NIVEL INDICADO EN LA TABLA

MARCA	A	B	C	REF. D	REF. E
Z1	1000	1000	400	6#4	6#4
Z2	1200	1200	550	8#4	8#4
Z3	1500	1500	650	10#5	10#5
Z4	2700	2700	1000	14#8	14#8
Z5	3400	3400	1300	25#8	25#8

NOTAS GENERALES

- IMPEDIMENTOS DE MUROS
- NO DAR SEGUIA A BARRAS
- REFORZAR CORONAS DE PLANOS ADYACENTES EN LA OMBRA
- SIEMPRE CONECTAR REFORZAMIENTO EN BARRAS EN UN CORONADO DE TRABAJOS EN EL BARRIDO DE REFORZADO
- VER NOTAS GENERALES EN ELICAD

REVISIONES

REV. 0: ABRIL 2008, PROYECTO DE OMBRA DE CONCRETO EN CEMENTO

REV. 1: SE CORRIÓ TABLA DE COLUMNAS

REV. 2: SE CORRIÓ TABLA DE COLUMNAS

REV. 3: SE CORRIÓ TABLA DE COLUMNAS

REV. 4: SE CORRIÓ TABLA DE COLUMNAS

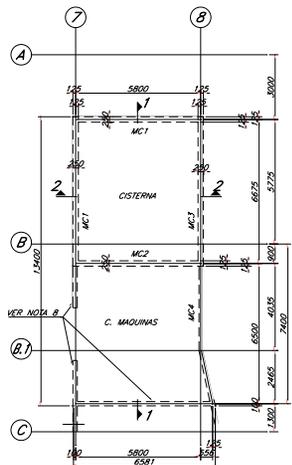
MODIFICACIONES

ING. FRANCISCO GARZA MERCADO  
TORRE LA LOMA

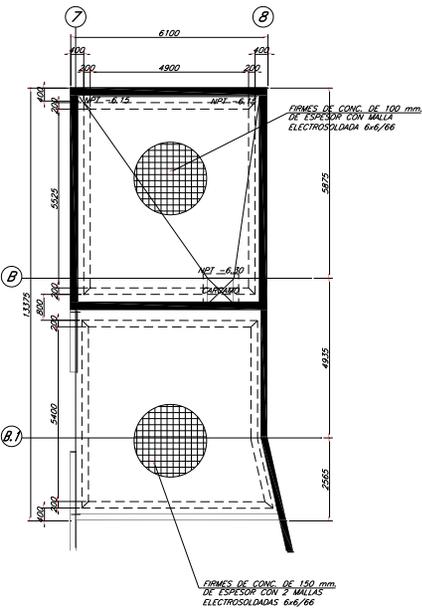
ING. JUAN CARLOS GARCIA TORRES  
CIMENTACION TILLO  
INGENIEROS Y ARQUITECTOS

ESC. 1:000  
HOJA: 01/01

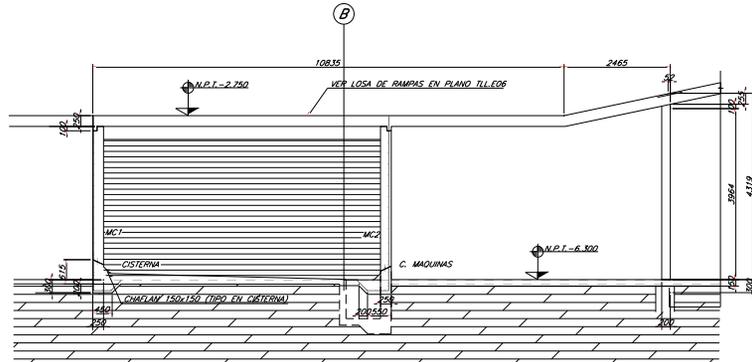




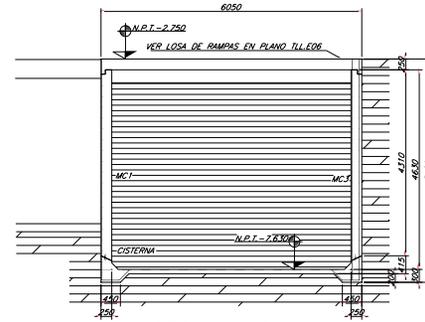
**PLANTA**  
VER NOTA 3



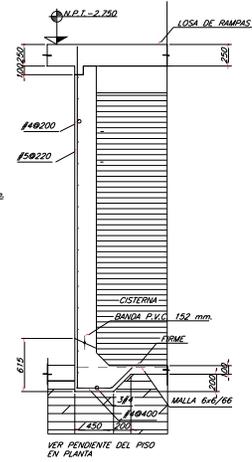
**PLANTA DE FIRMES**



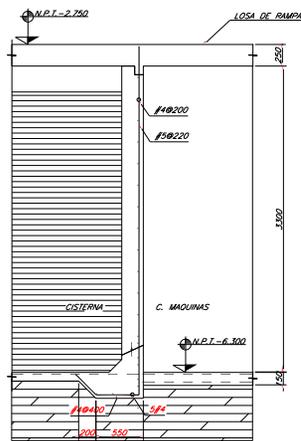
**SECCION 1-1**



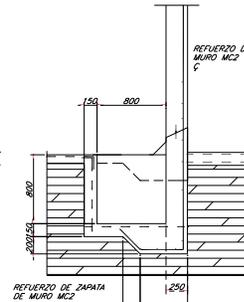
**SECCION 2-2**



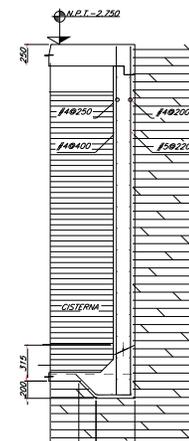
**DETALLE MC1**



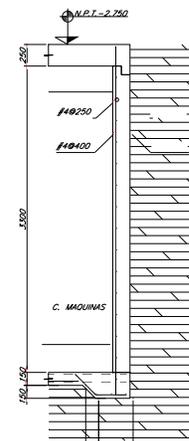
**DETALLE MC2**



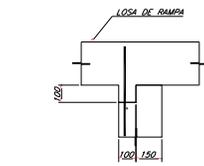
**DET. CARCAMO**



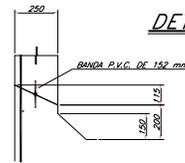
**DETALLE MC4**



**DETALLE MC5**



**DETALLE CANDADO SUP.**



**DETALLE CANDADO INF.**

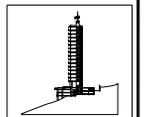
**NOTAS GENERALES**  
1. DIMENSIONES EN MILIMETROS.  
2. NO SEÑALAR MEDIDAS A DISTANCIA.  
3. SEÑALAR MEDIDAS EN UNO DE LOS SENTIDOS Y PARA CADA UNO.  
4. SEÑALAR CON CLAVES EL TIPO DE CISTERNA QUE SE DEBE USAR.  
5. SEÑALAR EL TIPO DE CISTERNA QUE SE DEBE USAR.  
6. SEÑALAR EL TIPO DE CISTERNA QUE SE DEBE USAR.  
7. SEÑALAR EL TIPO DE CISTERNA QUE SE DEBE USAR.  
8. SEÑALAR EL TIPO DE CISTERNA QUE SE DEBE USAR.  
9. SEÑALAR EL TIPO DE CISTERNA QUE SE DEBE USAR.  
10. SEÑALAR EL TIPO DE CISTERNA QUE SE DEBE USAR.

**REVISIONES**  
REV. 0. APROBACION DE CONSTRUCCION DEL PROYECTO.  
REV. 1. APROBACION DE MODIFICACIONES AL PROYECTO.  
REV. 2. APROBACION DE MODIFICACIONES AL PROYECTO.  
REV. 3. APROBACION DE MODIFICACIONES AL PROYECTO.  
REV. 4. APROBACION DE MODIFICACIONES AL PROYECTO.

**MODIFICACIONES**

**CLAVES Y SIMBOLOS**

**LOCALIZACION**

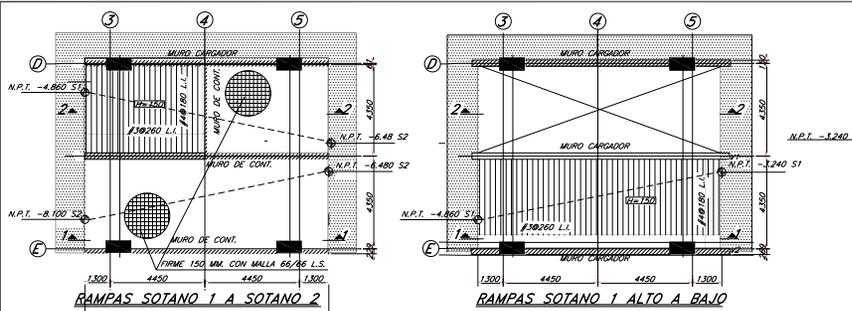


**LOCALIZACION TERRENO**

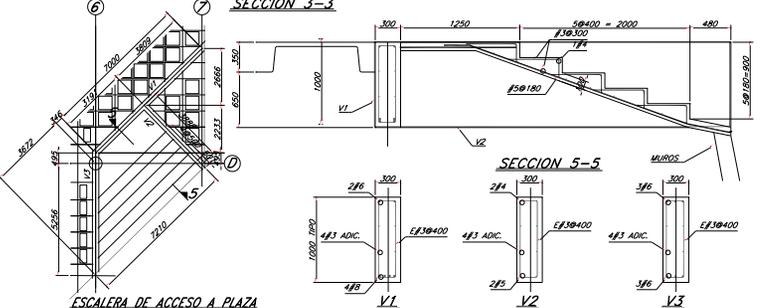
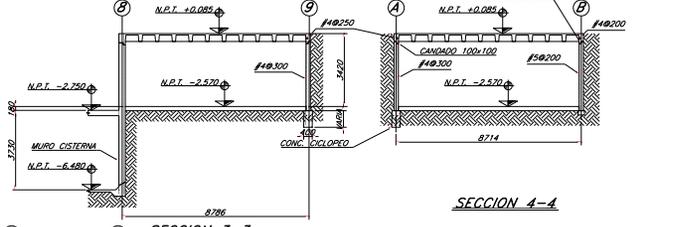
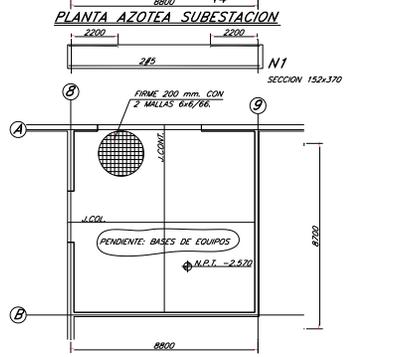
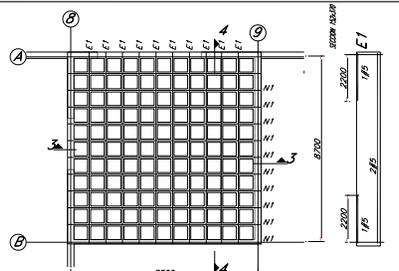
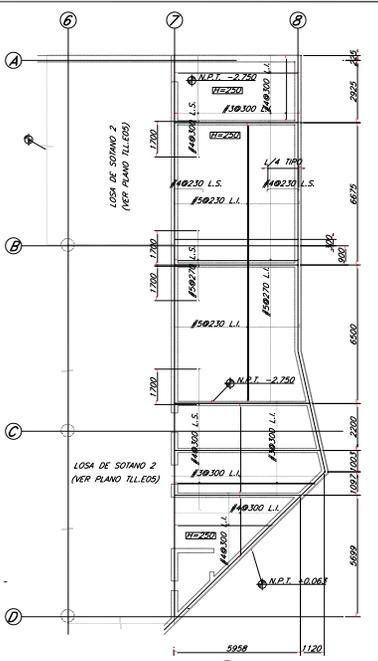
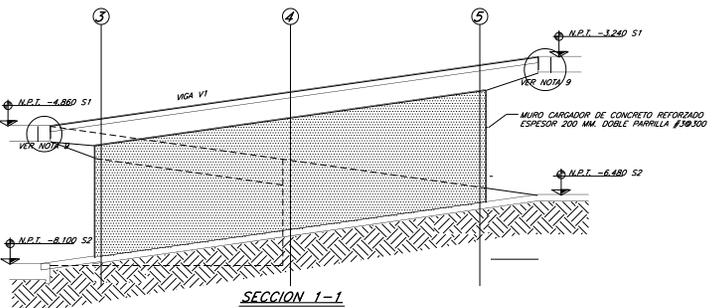
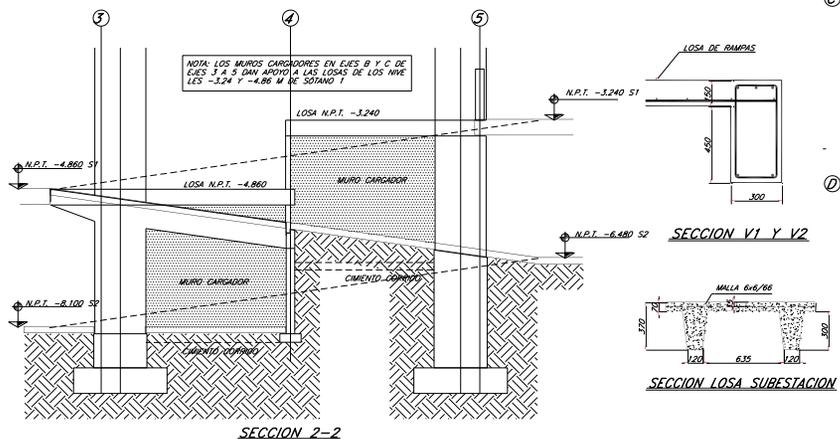
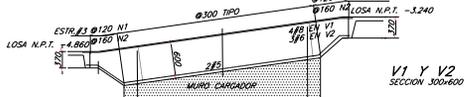
ING. FRANCISCO GARCIA MERCADO  
PROYECTO: TORRE LA LOMA  
SECCION: CISTERNA TILTOS  
ELEVACIONES: 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, 2100, 2200, 2300, 2400, 2500, 2600, 2700, 2800, 2900, 3000, 3100, 3200, 3300, 3400, 3500, 3600, 3700, 3800, 3900, 4000, 4100, 4200, 4300, 4400, 4500, 4600, 4700, 4800, 4900, 5000, 5100, 5200, 5300, 5400, 5500, 5600, 5700, 5800, 5900, 6000, 6100, 6200, 6300, 6400, 6500, 6600, 6700, 6800, 6900, 7000, 7100, 7200, 7300, 7400, 7500, 7600, 7700, 7800, 7900, 8000, 8100, 8200, 8300, 8400, 8500, 8600, 8700, 8800, 8900, 9000, 9100, 9200, 9300, 9400, 9500, 9600, 9700, 9800, 9900, 10000.







SE MUESTRAN RAMPAS JUNTO A EJE C, MAS DEL EJE C O SON SIMETRICAS RESPECTO DEL EJE C



NOTAS GENERALES  
 1. VER PLANO DE MUROS Y PISOS  
 2. VER PLANO DE LOSAS Y PISOS  
 3. VER PLANO DE MUROS Y PISOS  
 4. VER PLANO DE MUROS Y PISOS  
 5. VER PLANO DE MUROS Y PISOS  
 6. VER PLANO DE MUROS Y PISOS  
 7. VER PLANO DE MUROS Y PISOS  
 8. VER PLANO DE MUROS Y PISOS  
 9. VER PLANO DE MUROS Y PISOS

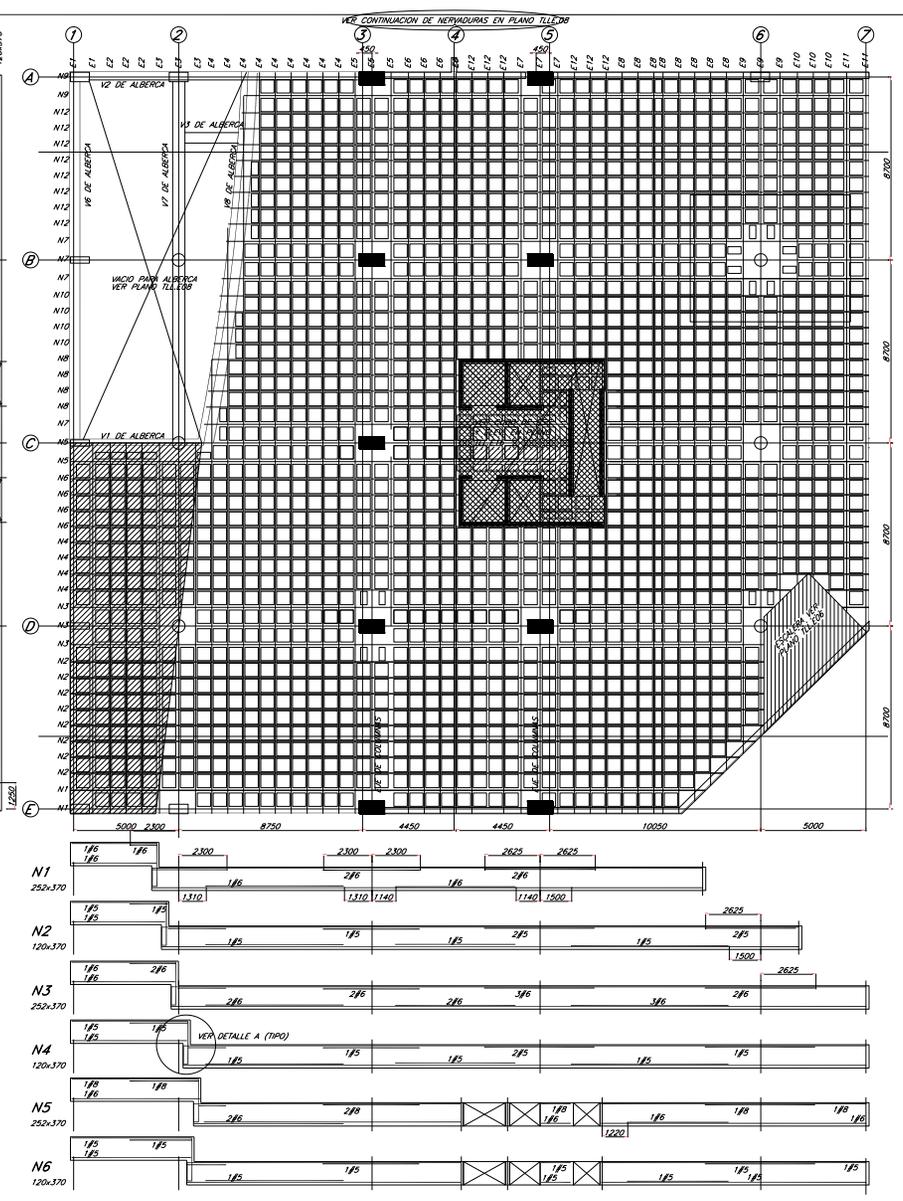
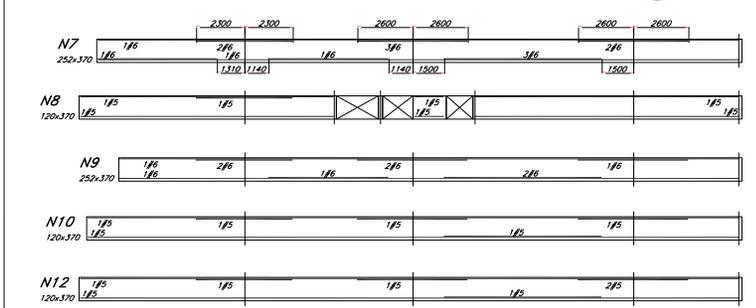
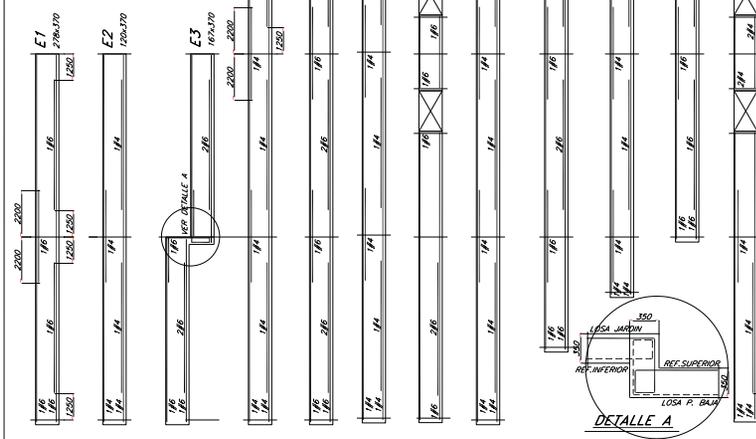
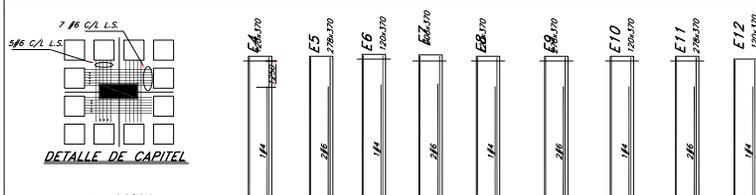
REVISIONES  
 Δ

MODIFICACIONES

CLAVES Y SIMBOLOS



ING. FRANCISCO GARCIA MERCADO  
**TORRE LA LOMA**  
 PLANTAS Y SUBSTACION TILLOS  
 1/200



**NOTAS GENERALES**

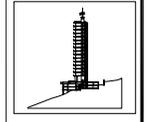
1. DIMENSIONES EN MILIMETROS.
2. REFORZAR SUPERFICIES EN PLANOS ARCADEADOS DE ACUERDO A LA TABLA.
3. COEFICIENTE DE PUNO DE VIGAS DE:
  - a. 0.15 PARA VIGAS A BORDO.
  - b. 0.20 PARA VIGAS EN EL CENTRO DE LOS PLANOS ARCADEADOS.
  - c. 0.30 PARA VIGAS EN EL CENTRO DE LOS PLANOS ARCADEADOS CON REFORZAMIENTO EN EL CENTRO DE LOS PLANOS ARCADEADOS.
4. VER NOTAS GENERALES EN PLANO ALGEBRA.

**REVISIONES**

**MODIFICACIONES**

**CLAVES Y SIMBOLOS**

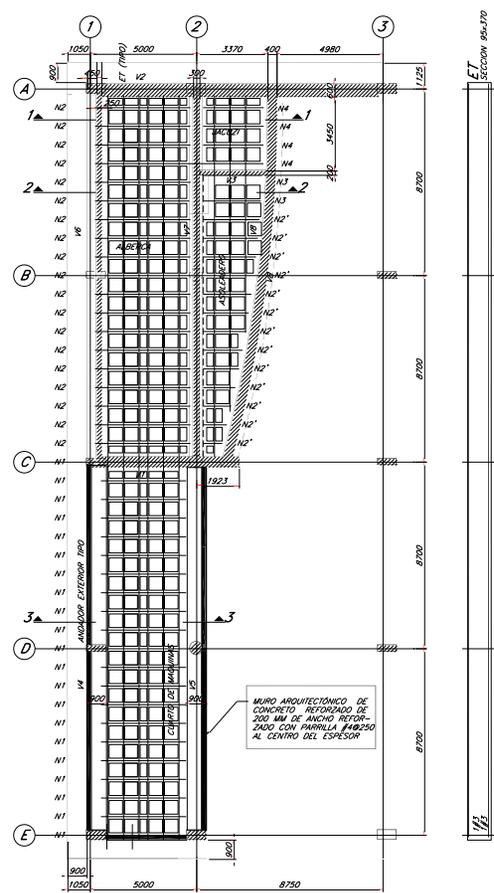
**LOCALIZACION**



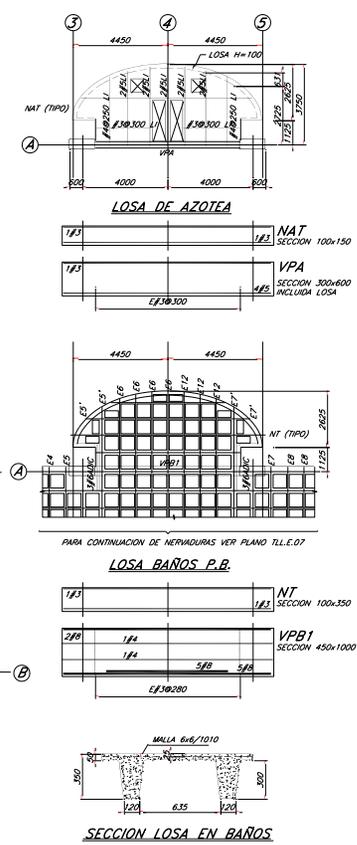
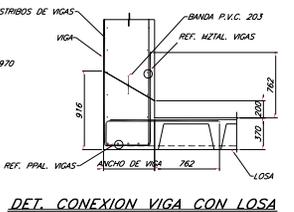
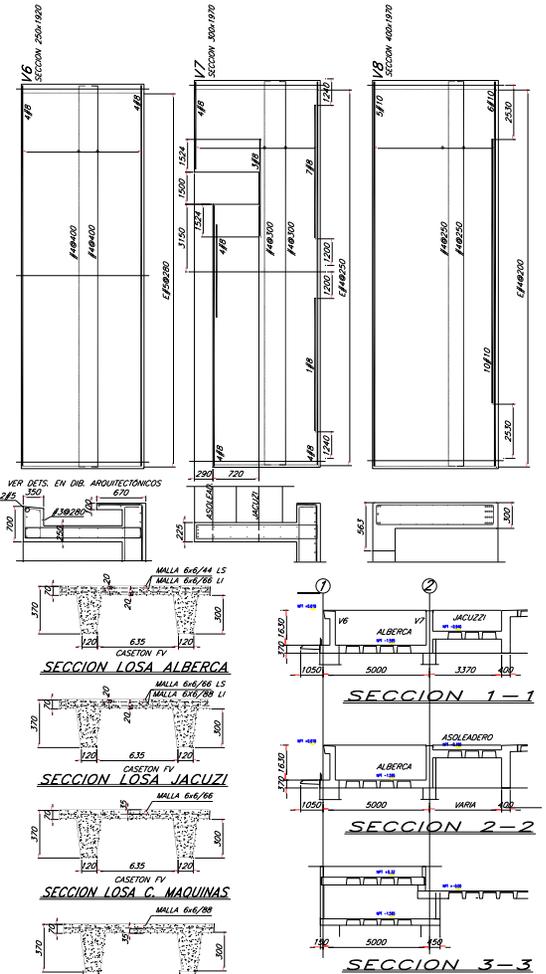
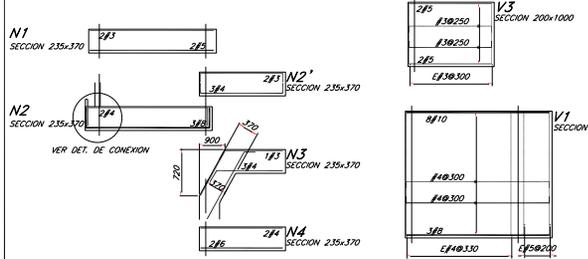
**TORRE LA LOMA**

**LOSA PLANTA BAJA ALGEBRA**





PLANTA ALBERCA Y CUARTO DE MAQUINAS



NOTAS GENERALES  
 1. DIMENSIONES EN METROS.  
 2. SECCIONES UNIFORMES EN PLANOS ADYACENTES T.M. A 200.  
 3. NO TOMAR MEDIDA A ESCALA.  
 4. SECCIONES DE FORMA DE HERRAJE.  
 5. CANTONERAS DE POLIESTIRENO EXPANSO DE 100MM.  
 6. REFORZAR LOS PLANOS EN CONTACTO CON EL CONCRETO PREVIAMENTE A LA VERIFICACION DE BUCEN MARRAS.  
 7. VER DETALLE DE REMATE EN PLANOS ADYACENTES T.M. A 200.

REVISIONES  
 REV. 0: APROBADO PARA CONSTRUIR. CANT. REV. 1: OBTENERSE DE AUTORA SECCIONES DE MARRAS LOSA ANDADOR BARRAS

MODIFICACIONES

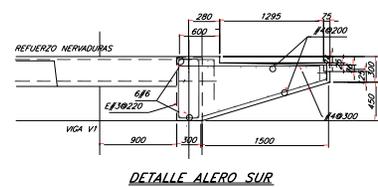
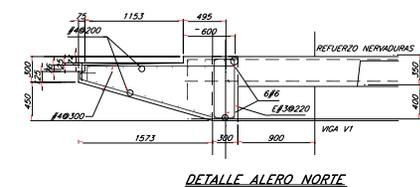
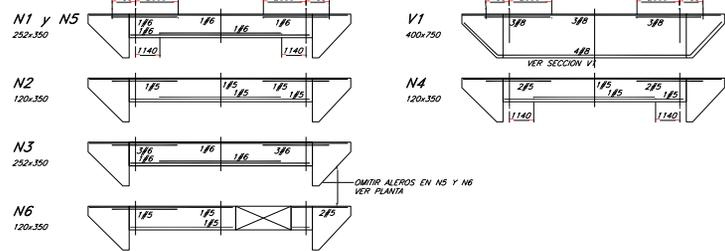
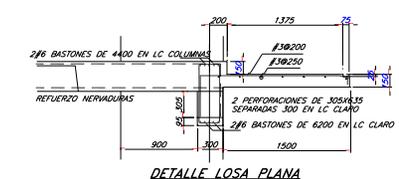
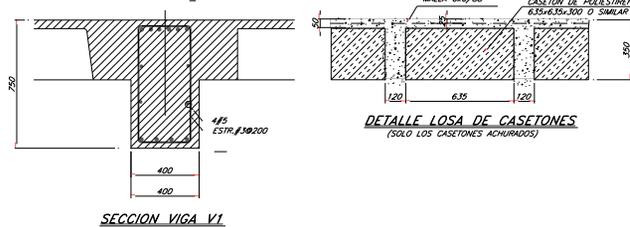
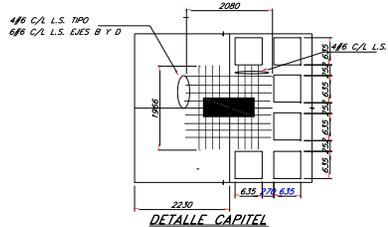
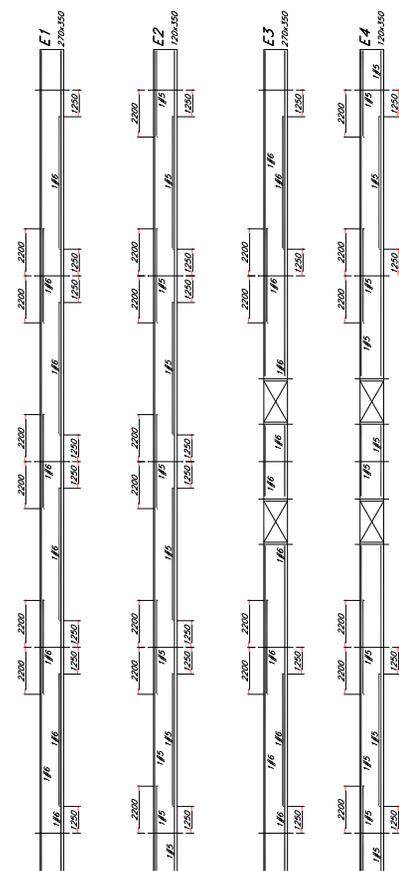
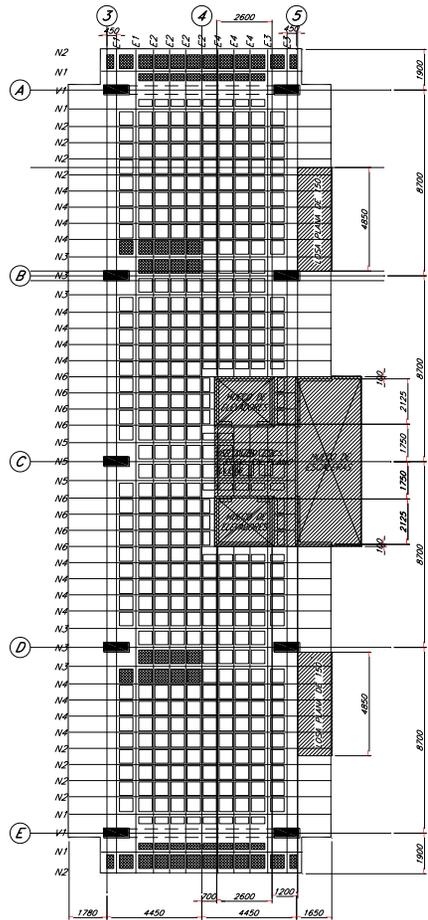
CLAVES Y SIMBOLOS



LOCALIZACION TERRENO

ING. FRANCISCO GARZA MERCADO  
 PROYECTO:  
**TORRE LA LOMA**  
 UBICACION: SAN PABLO DE LOS RIOS, MUNICIPIO DE SAN PABLO DE LOS RIOS, ESTADO DE VERACRUZ  
 PLANO: ALBERCA CON CUARTO Y BAÑOS PARA TILLOES  
 ESCALA: 1:100  
 FECHA: 11/09  
 HOJA: 01/08





NOTAS GENERALES

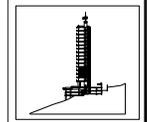
1. DIMENSIONES EN METROS.
2. REFORZOS IMPUESTOS EN LOS PLANOS ANTERIORES.
3. NO TOME MEDIDAS A ESPESOR DE LOSAS.
4. COEFICIENTE DE CORRECCION DE MOMENTO EN EL MOMENTO.
5. CASQUETES ACHURADOS SON DE LA TIPO DE BARRIL PARA ALICATADO INTERIORES.
6. LAS REFORZACIONES QUE COMIENZAN EN LAS COLUMNAS DEBEN SER DE TIPO ANCLADO.

REVISIONES

MODIFICACIONES

CLAVES Y SIMBOLOS

LOCALIZACION

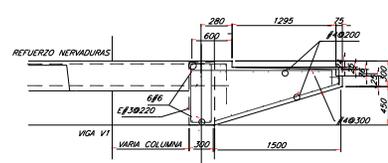
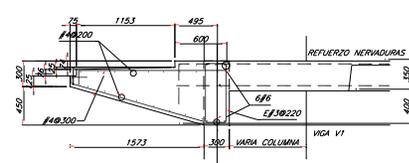
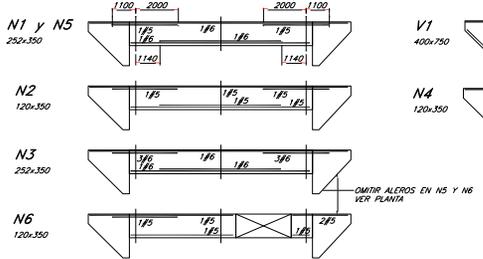
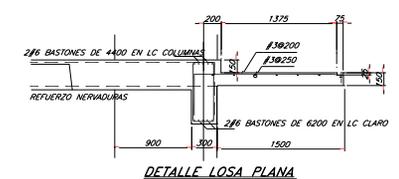
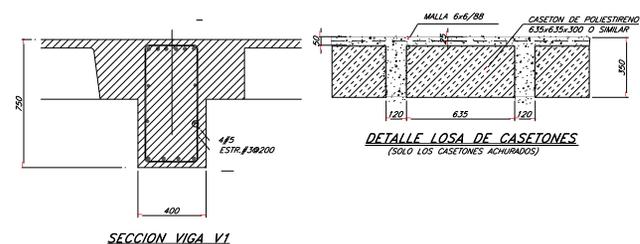
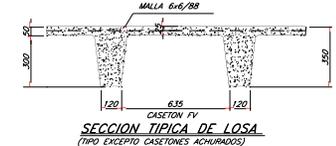
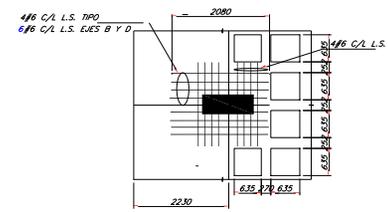
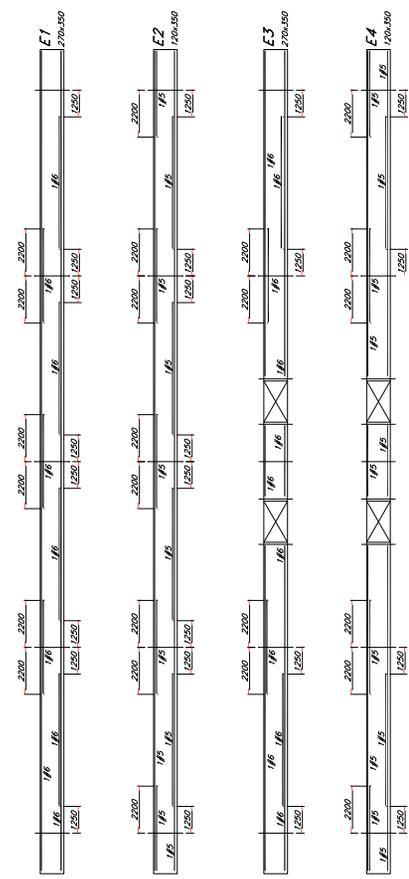
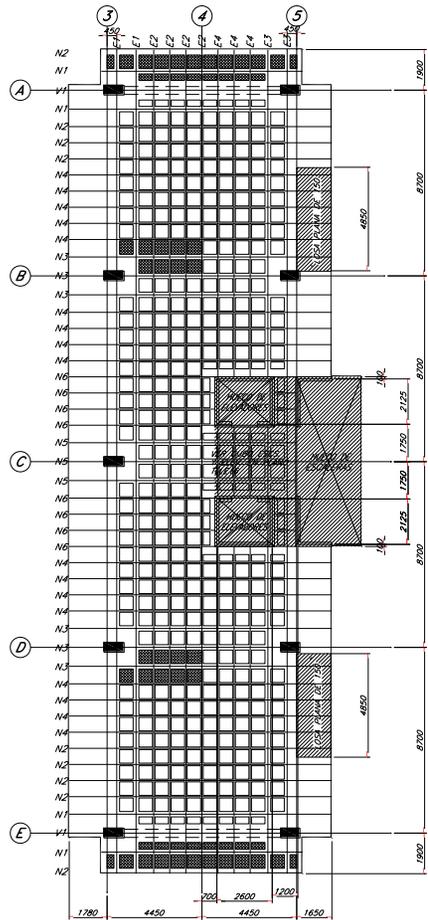


LOCALIZACION TERRENO

ING. FRANCISCO GARCIA MERCADO  
**TORRE LA LOMA**  
 PROYECTO:  
 OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL ALBERGUE  
**LOSA NIVEL 2 a 5 TALLETO**  
 PLANTA NERVADURAS Y DETALLES  
 COL: 2023020001

ESCALA:  
 1:100  
 FECHA:  
 2023





NOTAS GENERALES

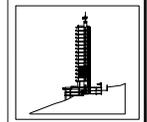
1. DIMENSIONES EN METROS.
2. REFORZACIONES EN PLANOS ANTERIORES.
3. NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA.
4. LOS CASQUETES DE CABLE DE ACERO SON DE 200x200x100 mm.
5. CASQUETES ACHURRADOS SON DE LA TIPOLOGIA DE CABLE PARA ACEROS INOCENTES.
6. LAS REFORZACIONES QUE SE MUESTREN SON SOLO PARA EFECTOS DE REFERENCIA.

REVISIONES

MODIFICACIONES

CLAVES Y SIMBOLOS

LOCALIZACION



LOCALIZACION TERRENO

ING. FRANCISCO GARCIA MERCADO  
PROYECTO  
**TORRE LA LOMA**

PROYECTO  
DISEÑO DEL REFORZAMIENTO DE LOSAS Y ALEROS  
**LOSA NIVEL 11 a 14 TALLEZ?**  
PLANTA REFORZAMIENTO 1 (DETALLE)

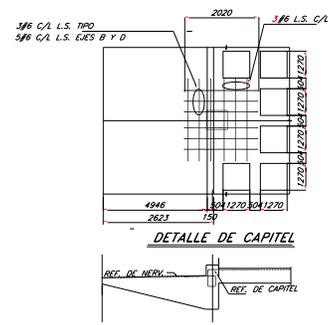
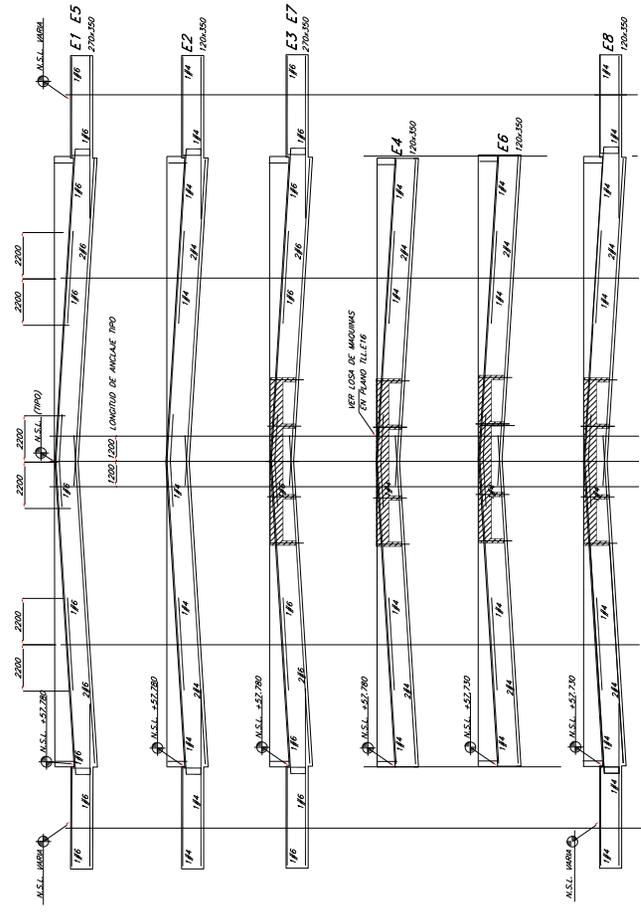
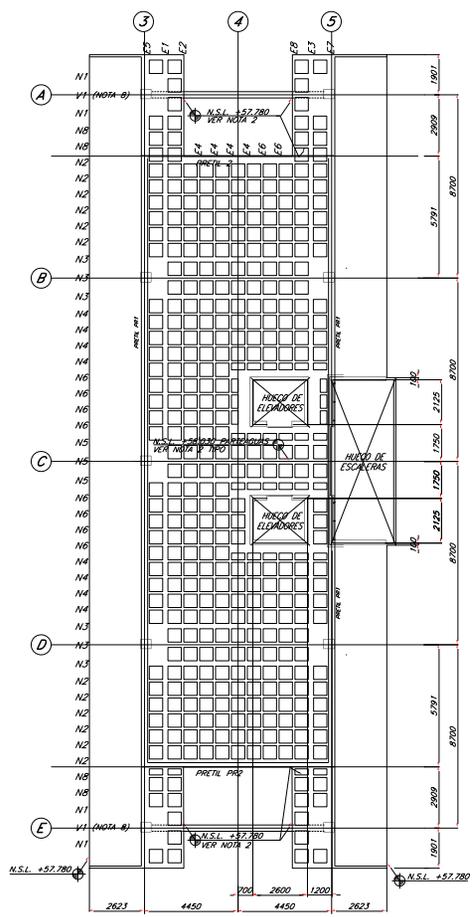
COLABORADORES:

ESCALA	1:50
FECHA	11/12/17
HOJA	11/12

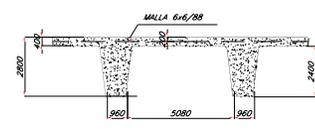




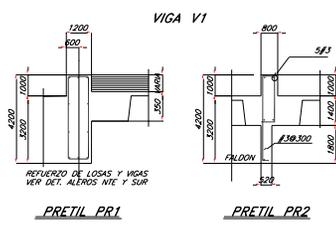




SECCION EN CAPITEL

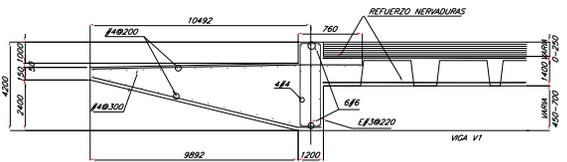
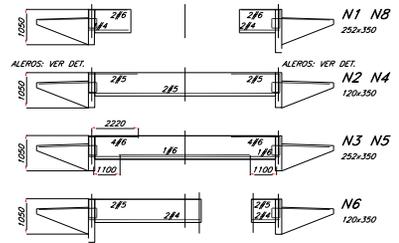


SECCION TIPICA DE LOSA

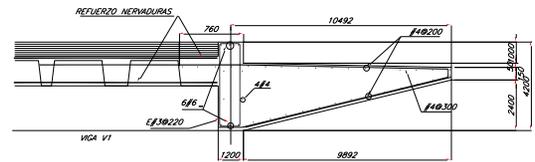


PRETIL PR1

PRETIL PR2



DETALLE ALERO NORTE



DETALLE ALERO SUR

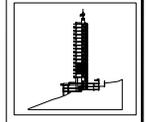
NOTAS GENERALES  
 1. DIMENSIONES EN MILIMETROS.  
 2. VERIFICAR CARGAS Y ANALISIS EN PLANO Y TRANSVERSAL EN LOS Ejes B Y D.  
 3. VERIFICAR TIPO DE MODO DE VIBRACIONES.  
 4. VERIFICAR TIPO DE MODO DE VIBRACIONES.  
 5. VER TIPO DE CUANTO DE MADERAS EN PLANO Y TRANSVERSAL EN LOS Ejes B Y D.  
 6. VER TIPO DE MODO DE VIBRACIONES EN EL PLANO Y TRANSVERSAL EN LOS Ejes B Y D.  
 7. VER TIPO DE MODO DE VIBRACIONES EN EL PLANO Y TRANSVERSAL EN LOS Ejes B Y D.  
 8. VER DETALLE DE V EN PLANO Y TRANSVERSAL.

REVISIONES

MODIFICACIONES

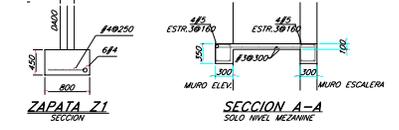
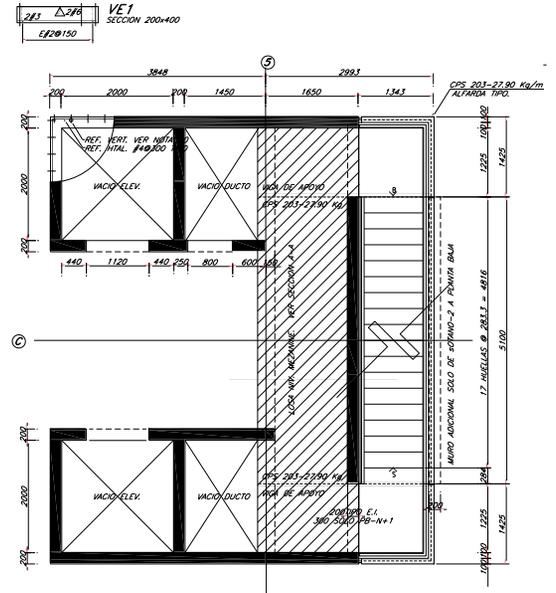
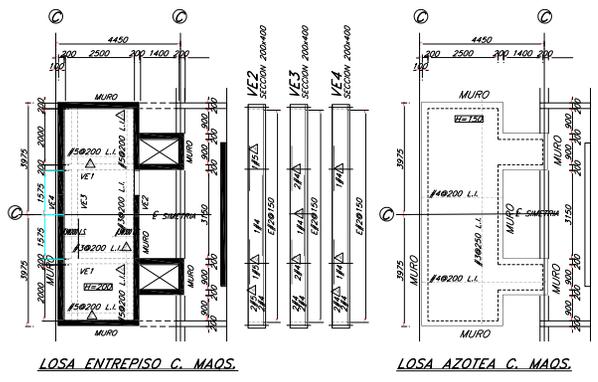
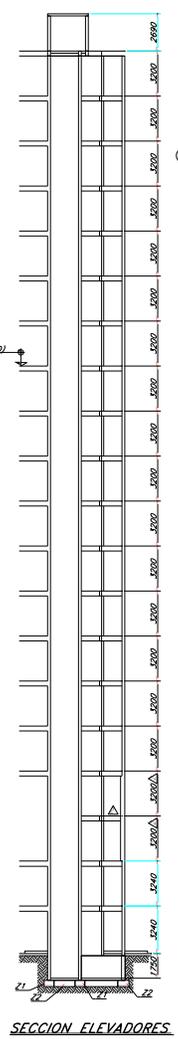
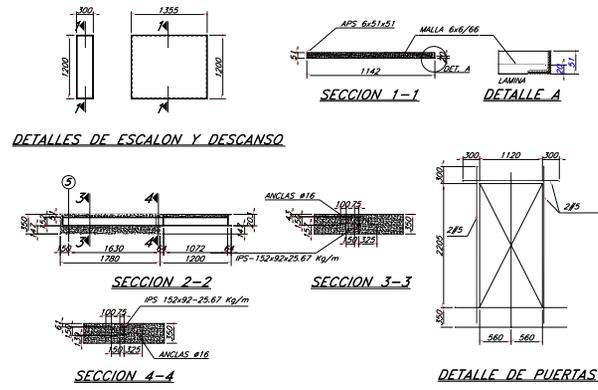
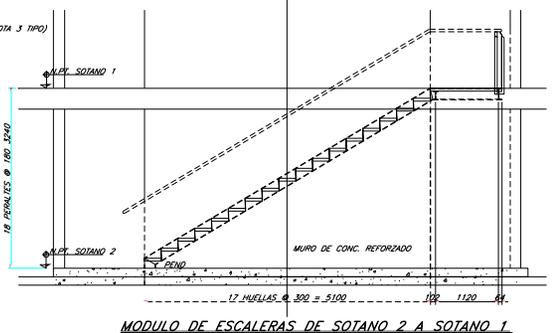
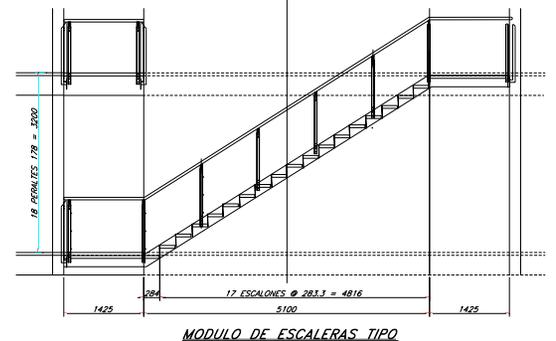
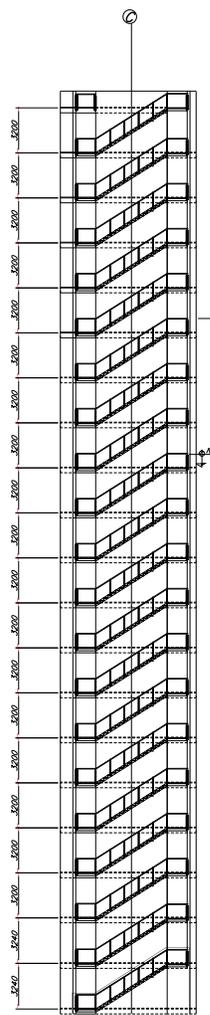
CLAVES Y SIMBOLOS

LOCALIZACION



LOCALIZACION TERRENO

ING. FRANCISCO GARZA MERCADO  
**TORRE LA LOMA**  
 PROYECTO: TORRE LA LOMA  
 UBICACION: CALLE DEL ARROYO, PUNTO DEL ARROYO  
**LOSA NIVEL AZOTEA/TLE15**  
 MUESTRA NUMERADA Y DETALLE  
 ESCALA: 1/50  
 FECHA: 2010  
 HOJA: 01/01



**NOTAS GENERALES**

1. REVISAR PLANOS.
2. REVISAR PLANOS DE OBRAS ANTERIORES.
3. REVISAR PLANOS DE OBRAS ANTERIORES EN RELACION A LA CIMENTACION Y MUROS DE FONDO.
4. REVISAR PLANOS DE OBRAS ANTERIORES EN RELACION A LA CIMENTACION Y MUROS DE FONDO.
5. REVISAR PLANOS DE OBRAS ANTERIORES EN RELACION A LA CIMENTACION Y MUROS DE FONDO.
6. REVISAR PLANOS DE OBRAS ANTERIORES EN RELACION A LA CIMENTACION Y MUROS DE FONDO.
7. REVISAR PLANOS DE OBRAS ANTERIORES EN RELACION A LA CIMENTACION Y MUROS DE FONDO.
8. REVISAR PLANOS DE OBRAS ANTERIORES EN RELACION A LA CIMENTACION Y MUROS DE FONDO.
9. REVISAR PLANOS DE OBRAS ANTERIORES EN RELACION A LA CIMENTACION Y MUROS DE FONDO.
10. REVISAR PLANOS DE OBRAS ANTERIORES EN RELACION A LA CIMENTACION Y MUROS DE FONDO.
11. REVISAR PLANOS DE OBRAS ANTERIORES EN RELACION A LA CIMENTACION Y MUROS DE FONDO.
12. REVISAR PLANOS DE OBRAS ANTERIORES EN RELACION A LA CIMENTACION Y MUROS DE FONDO.
13. REVISAR PLANOS DE OBRAS ANTERIORES EN RELACION A LA CIMENTACION Y MUROS DE FONDO.
14. REVISAR PLANOS DE OBRAS ANTERIORES EN RELACION A LA CIMENTACION Y MUROS DE FONDO.
15. REVISAR PLANOS DE OBRAS ANTERIORES EN RELACION A LA CIMENTACION Y MUROS DE FONDO.
16. REVISAR PLANOS DE OBRAS ANTERIORES EN RELACION A LA CIMENTACION Y MUROS DE FONDO.
17. REVISAR PLANOS DE OBRAS ANTERIORES EN RELACION A LA CIMENTACION Y MUROS DE FONDO.
18. REVISAR PLANOS DE OBRAS ANTERIORES EN RELACION A LA CIMENTACION Y MUROS DE FONDO.
19. REVISAR PLANOS DE OBRAS ANTERIORES EN RELACION A LA CIMENTACION Y MUROS DE FONDO.
20. REVISAR PLANOS DE OBRAS ANTERIORES EN RELACION A LA CIMENTACION Y MUROS DE FONDO.

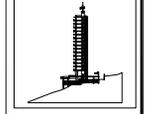
**REVISIONES**

NO.	FECHA	DESCRIPCION
1	15/01/2024	REVISAR PLANOS
2	15/01/2024	REVISAR PLANOS
3	15/01/2024	REVISAR PLANOS
4	15/01/2024	REVISAR PLANOS
5	15/01/2024	REVISAR PLANOS
6	15/01/2024	REVISAR PLANOS
7	15/01/2024	REVISAR PLANOS
8	15/01/2024	REVISAR PLANOS
9	15/01/2024	REVISAR PLANOS
10	15/01/2024	REVISAR PLANOS
11	15/01/2024	REVISAR PLANOS
12	15/01/2024	REVISAR PLANOS
13	15/01/2024	REVISAR PLANOS
14	15/01/2024	REVISAR PLANOS
15	15/01/2024	REVISAR PLANOS
16	15/01/2024	REVISAR PLANOS
17	15/01/2024	REVISAR PLANOS
18	15/01/2024	REVISAR PLANOS
19	15/01/2024	REVISAR PLANOS
20	15/01/2024	REVISAR PLANOS

**MODIFICACIONES**

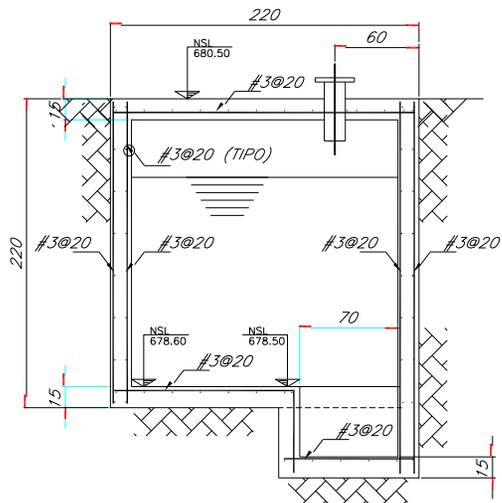
**CLAVES Y SIMBOLOS**

**LOCALIZACION**

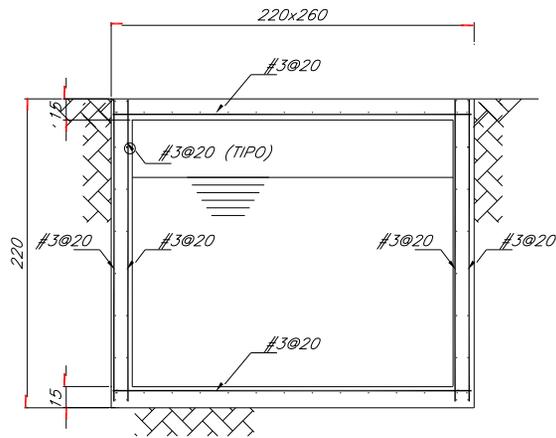


ING. FRANCISCO GARZA MERCADO / RESPONSABLE  
**TORRE LA LOMA**  
 PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCION Y REFORMA DEL BLOQUE A DEL EDIFICIO TORRE LA LOMA EN EL CARRILLO DE LOS ANGELES, CIUDAD DE MEXICO.  
 ESCALA: 1:100  
 FECHA: 15/01/2024  
 HOJA: 11 DE 14

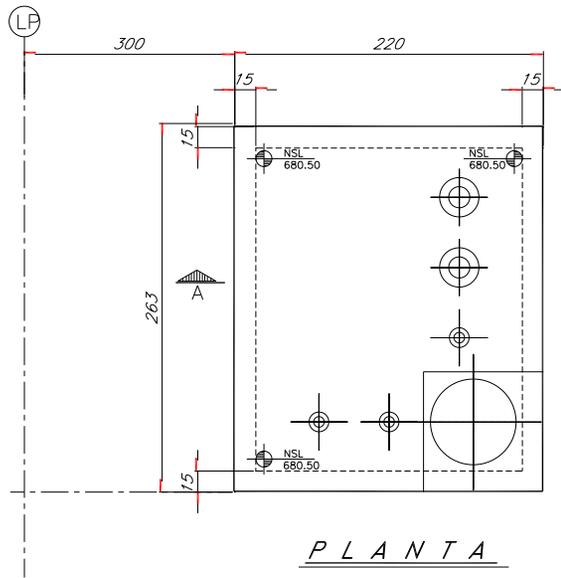




SECCION EN CARCAMO



SECCION EN TANQUE



PLANTA

**NOTA:**

EL DOBLE REFUERZO INDICADO EN LOS MUROS ES PARA EL CASO EN QUE, DEBIDO A LA FUERTE INCLINACION DEL TERRENO, DICHS MUROS QUEDEN SOBRE EL SUELO. EN CASO CONTARIO, SI LOS MUROS ESTAN ENTERRADOS, COMO SE MUESTRA EN LOS CORTES, EL REFUERZO LADO EXTERIOR PUEDE OMITIRSE.

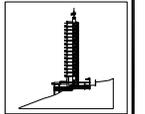
NOTAS GENERALES  
 1. VERIFICAR EL TERRENO  
 2. VERIFICAR EL NIVEL DEL SUELO Y ADECUAR EN CASO  
 3. EL NIVEL DEL SUELO DEL TANQUE  
 4. EL NIVEL DEL SUELO DEL CARCAMO

REVISIONES

MODIFICACIONES

CLAVES Y SIMBOLOS

LOCALIZACION



LOCALIZACION TERRENO

ING. FRANCISCO GARZA MERCADO

PROYECTO: TORRE LA LOMA

PROYECTO: TORRE LA LOMA

SECCION: PLANTA Y DETALLE

ESCALA: 1:20

FECHA: 15/05/2017

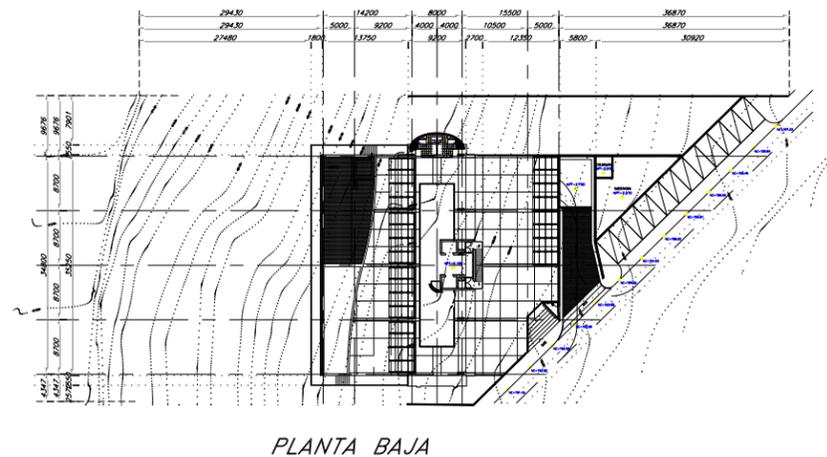
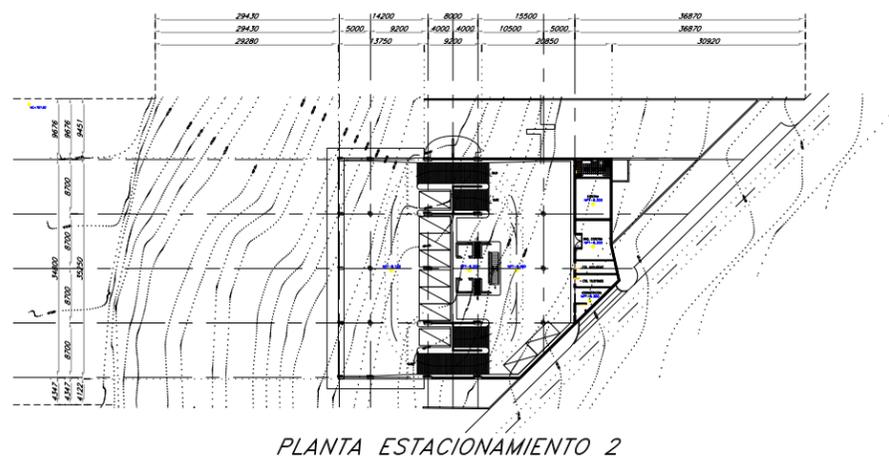
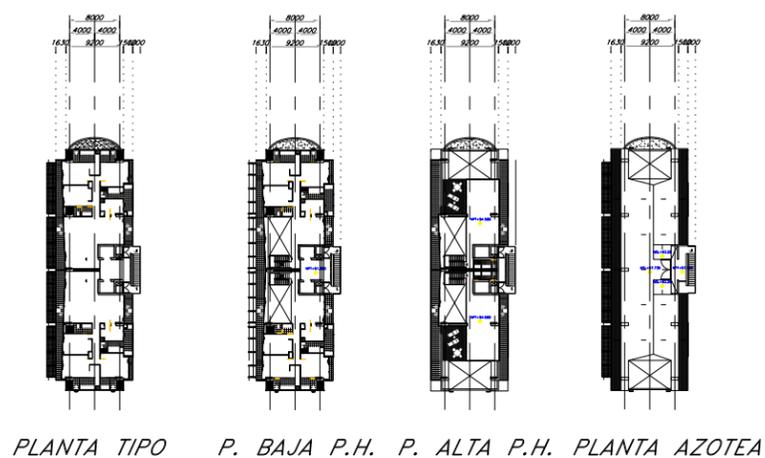
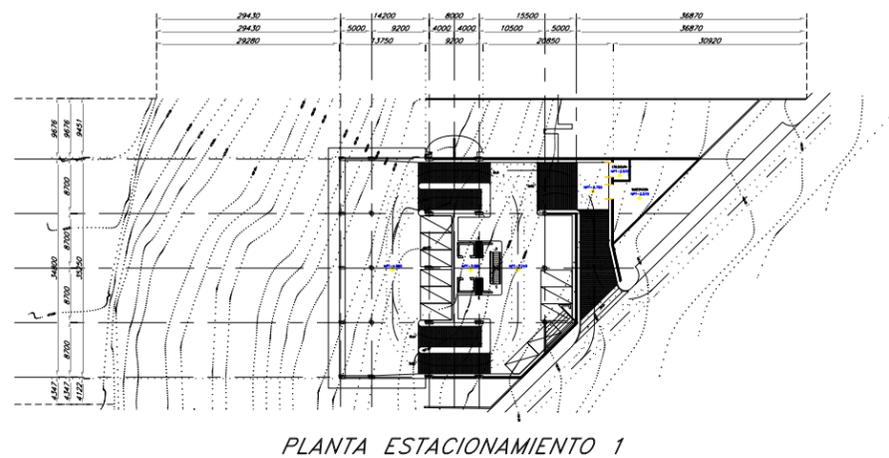
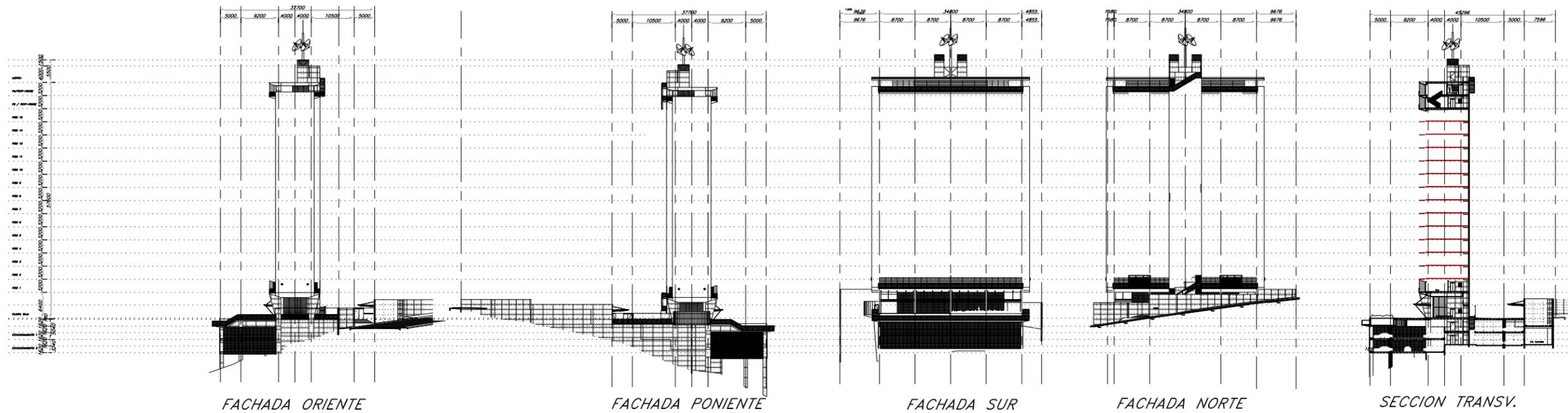
PROYECTO: TORRE LA LOMA

PROYECTO: TORRE LA LOMA

PROYECTO: TORRE LA LOMA

PROYECTO: TORRE LA LOMA





**ESPECIFICACIONES**

**DISEÑO**

CARGAS: REGLAMENTO DEL DEPTO. DEL D.F.  
 VIENTO: MANUAL DE DISEÑO DE LA CFE-1993  
 CONCRETO: ACI 318-89  
 ACERO ESTRUCTURAL: AISC-1985

**CONSTRUCCION**

CONCRETO: ACI 301-72  
 ACERO ESTRUCTURAL: AISC, 1985

**MATERIALES**

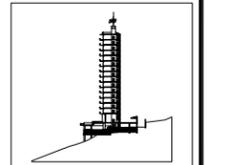
PLANTILLA: CONC.  $f'_c=100$  Kg/cm<sup>2</sup> DE 50 mm  
 CONCRETO:  $f'_c=200$  Kg/cm<sup>2</sup> TIPO E.I.  
 CONCRETO:  $f'_c=300$  Kg/cm<sup>2</sup> EN COLUMNAS  
 ACERO REFUERZO:  $F_y=4200$  Kg/cm<sup>2</sup>  
 ACERO ESTRUCTURAL: ASTM-A36  
 CAPACIDAD DE TERRENO:  $f_n=10$  Kg/cm<sup>2</sup>  
 LA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE SERA DEFINIDA POR EL SUPERVISOR CON BASE EN ESTE ESFUERZO

- NOTAS GENERALES
1. DIMENSIONES EN MILIMETROS.
  2. NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA.
  3. VERIFICAR DIMENSIONES EN PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN OBRA.
  4. LA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE LOS MUROS SERA FLUJADA POR EL RESIDENTE DE LA OBRA EN BASE A UN ESFUERZO ADMISIBLE EN EL TERRENO DE 10 Kg/cm<sup>2</sup>.
  5. CONCRETO EN MUROS DE CONTENCIÓN  $f'_c = 200$  Kg/cm<sup>2</sup>.
  6. TODOS LOS MUROS DEBERAN APUNTALARSE HASTA QUE SE CUELE EL FORME.
  7. EL MURO MAS TAMBIEN SE PUEDE CONSTRUIR CON LA OPCION DE MURO DE BLOC RELLENO

MODIFICACIONES

CLAVES Y SIMBOLOS

LOCALIZACION



LOCALIZACION TERRENO

ING. FRANCISCO GARZA MERCADO

PROYECTO: TORRE LA LOMA

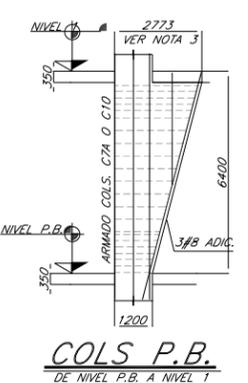
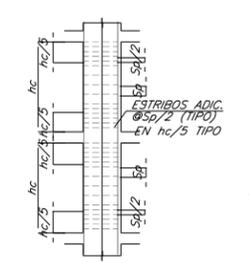
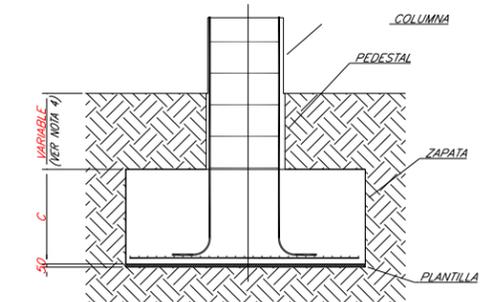
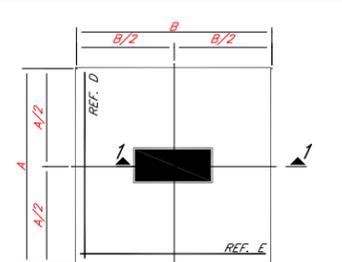
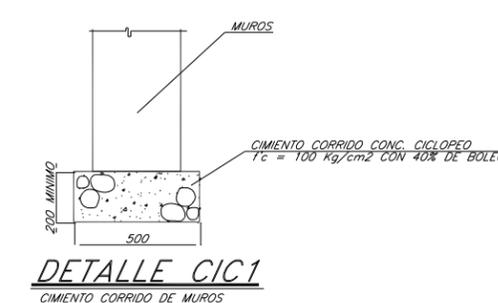
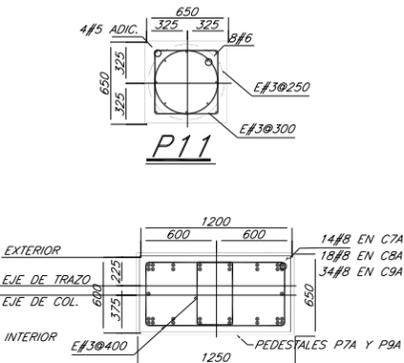
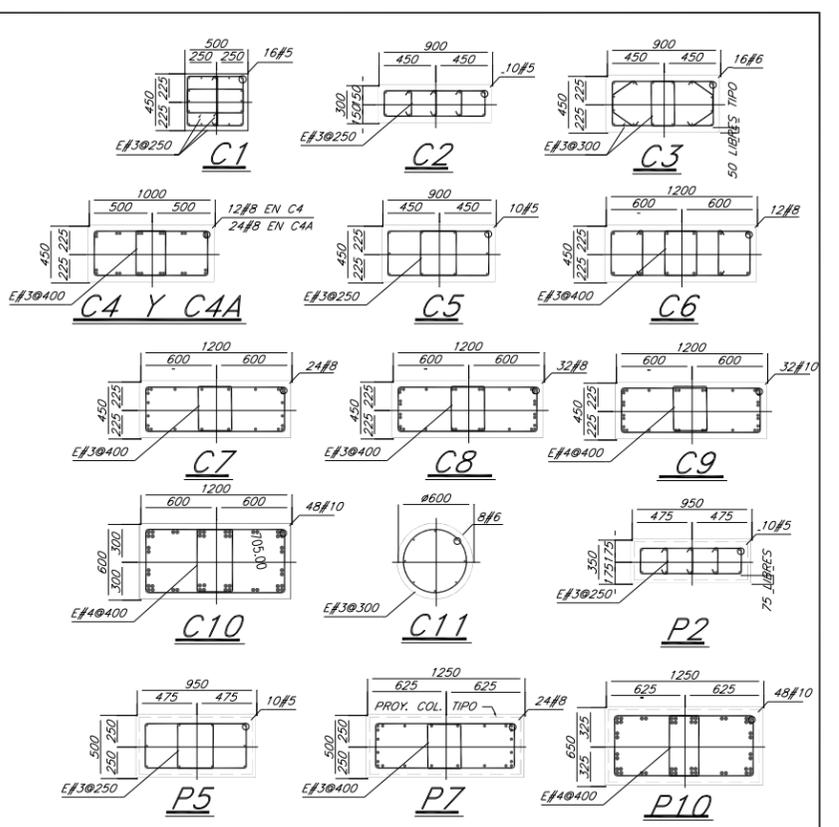
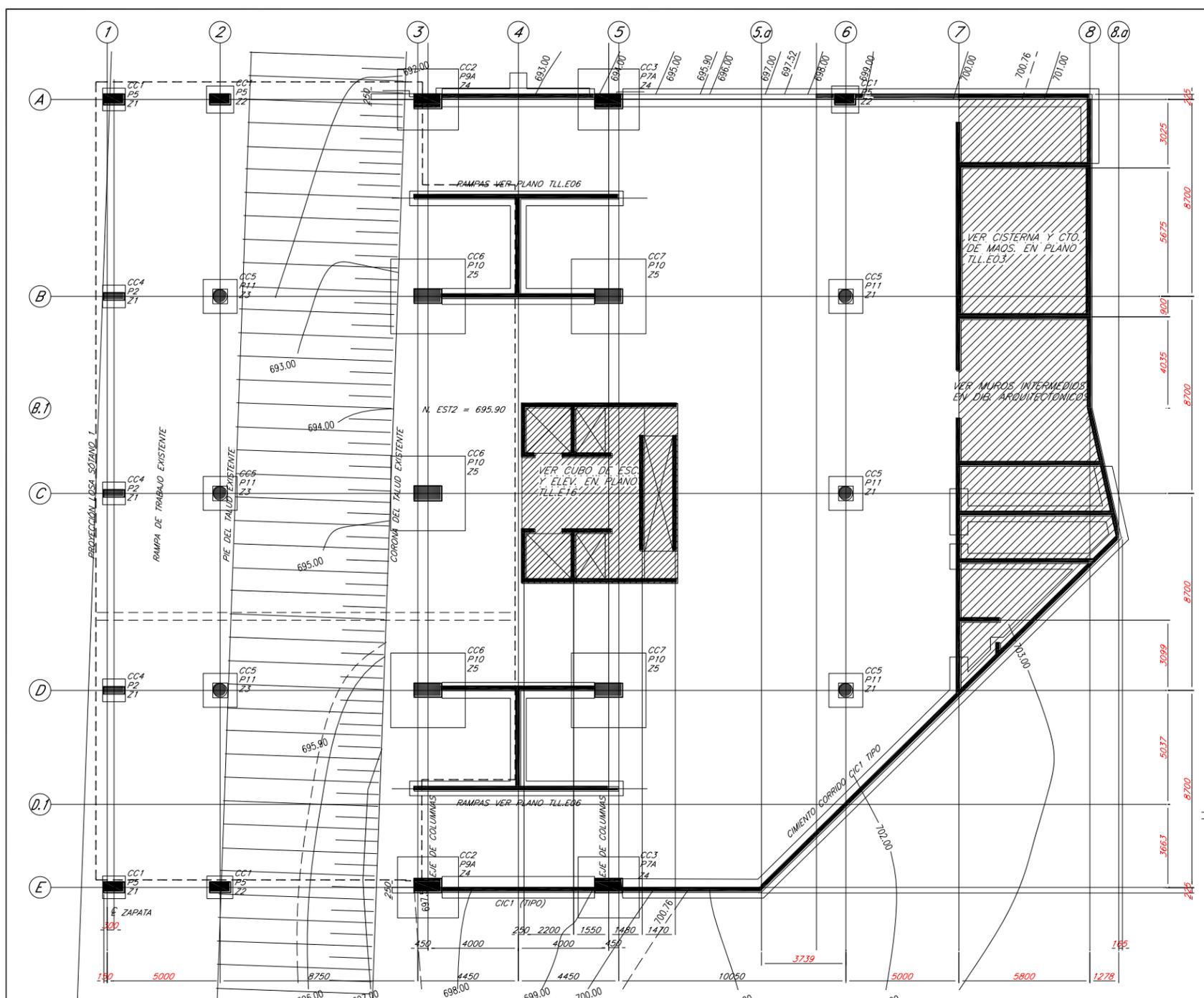
PROPIEDAD: TORRE LA LOMA

UBICACION: AV. CALLE PARAGUAY Y AV. CALLE ALBERDI, SAN PEDRO GARZA, COAHUILA, S.L.

PLANO GENERAL TLL.001  
 DIM. GENERALES Y COORDINACIONES

FECHA: MAYO/10/02  
 ESCALA: 1:100  
 HOJO: 01-001A





**TABLA DE COLUMNAS**

NAZ	C1	C1	C1	C1
NPAPH	C1	C1	C1	C1
NPBPH	C1	C1	C1	C1
N15	C3	C3	C3	C3
N14	C3	C3	C3	C3
N12	C3	C3	C3	C3
N11	C3	C3	C3	C3
N10	C3	C3	C3	C3
N9	C4	C4	C4	C4
N8	C4	C4	C4	C4A
N7	C4	C4	C4	C4A
N6	C4	C4	C8	C9
N5	C6	C4	C8	C9
N4	C6	C6	C8	C9
N3	C6	C6	C9	C9
N2	C6	C6	C9	C9
N1	C7A	C7A	C10	C10
NPB	C5	C7A	C2	C11
NS1	C5	C8A	C2	C11
NS2	C5	C8A	C2	C11
MCA	CC1	CC2	CC3	CC4
	CC5	CC6	CC7	

**TABLA DE ZAPATAS**

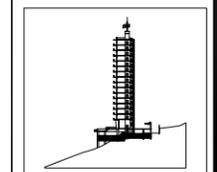
MARCA	A	B	C	REF. D	REF. E
21	1000	1000	400	6#4	6#4
22	1200	1200	550	8#4	8#4
23	1500	1500	650	10#5	10#5
24	2700	2700	1000	14#8	14#8
25	3400	3400	1300	25#8	25#8

- NOTAS GENERALES**
- DIMENSIONES EN MILIMETROS
  - NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
  - VERIFICAR DIMENSIONES EN PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA
  - LA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE LAS ZAPATAS SERA FUERA POR EL SUPERVISOR EN BASE A UN ESFUERZO DE TRABAJO EN EL SUELO DE 10 KG/CM2
  - CONCRETO EN COLUMNAS Y PEDESTALES Fc = 300 KG/CM2
  - VER NOTAS GENERALES EN TLL.E01
- REVISIONES**
- REV. 0: APROB. P/CONST.GM. JULIO/2002 SE AGRAGARON ESTRIBOS.
- REV. 1: SE MODIFICA MARCA DE DIMENCIONAMIENTO CORRIDO DE C1 A C11. 25/07/02
- REV. 2: SE INDICA TALUD Y RAMPA EXTERIOR
- REV. 3: SE AÑADEN COL. C11 EN CIE. A6 SE ELIMINA MURO A5-A6
- REV. 4: SE CORREGO TABLA DE COLUMNAS

MODIFICACIONES

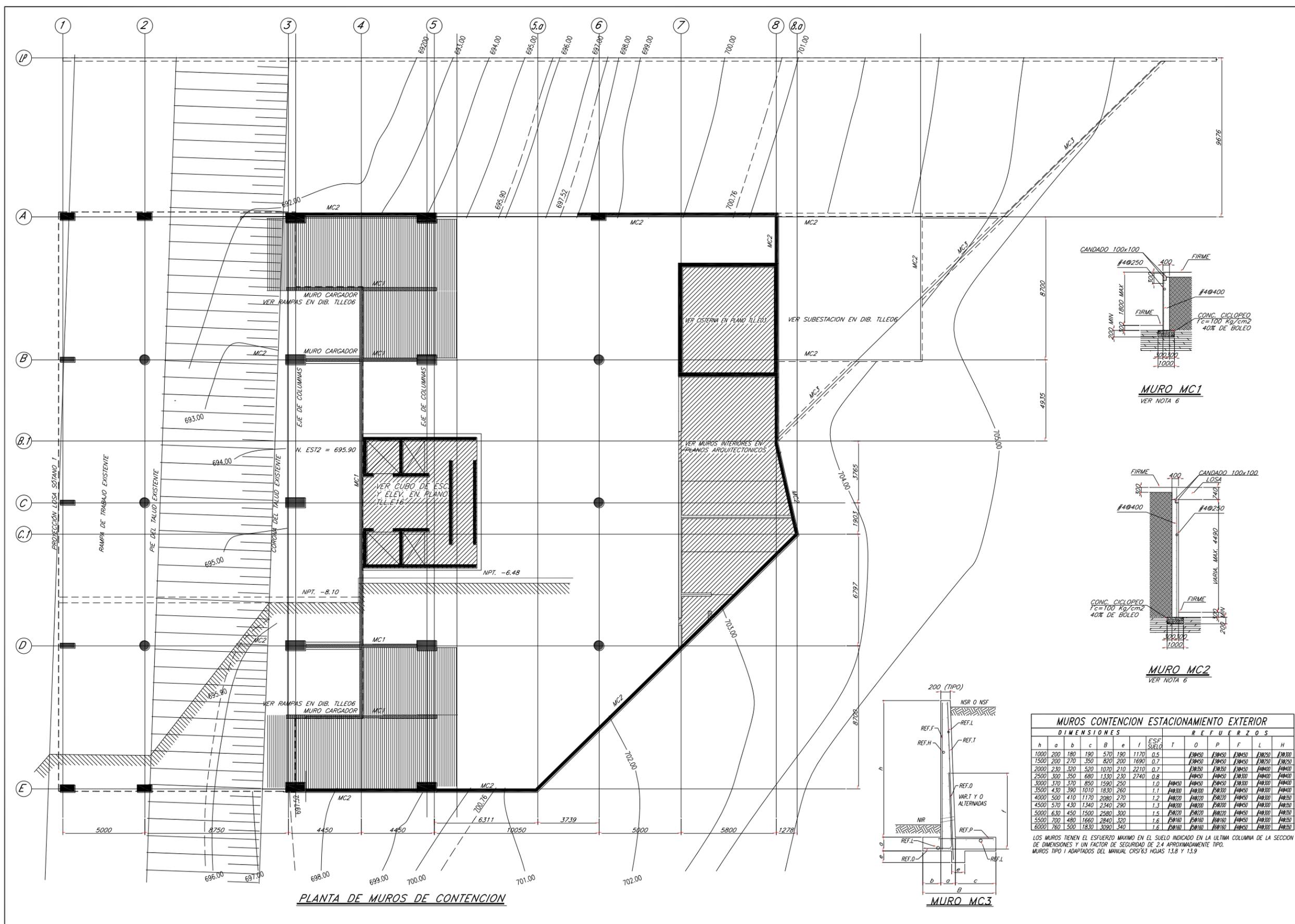
CLAVES Y SIMBOLOS

LOCALIZACION

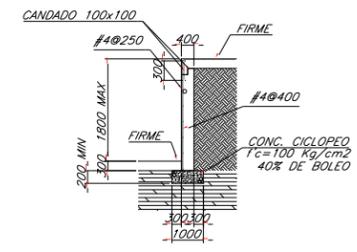


LOCALIZACION TERRENO

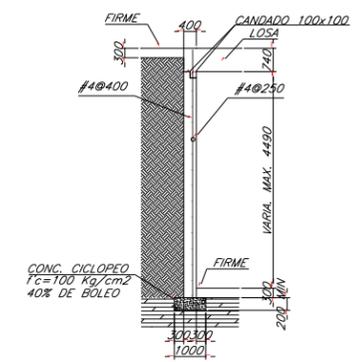
ING. FRANCISCO GARZA MERCADO  
PROYECTO  
**TORRE LA LOMA**  
PROFESION  
UBICACION  
CALLE PARRISAS Y RAMPA DE ALBERO  
SAN PEDRO GARZA GARCIA, TLL.  
PLANO  
**CIMENTACION TLL.E01**  
ZAPATAS, PEDESTALES Y COLUMNAS  
Escala: 1:100  
Fecha: TLL.E01



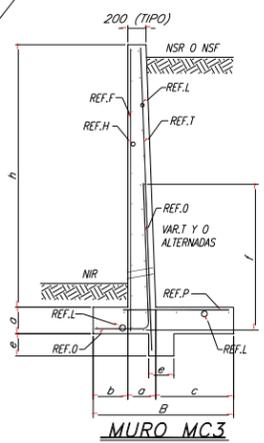
PLANTA DE MUROS DE CONTENCIÓN



MURO MC1  
VER NOTA 6



MURO MC2  
VER NOTA 6



MURO MC3

MUROS CONTENCIÓN ESTACIONAMIENTO EXTERIOR

DIMENSIONES										REFUERZOS					
A	a	b	c	B	e	f	ESF. SUELO	T	O	P	F	L	H		
1000	200	180	190	570	190	1170	0.4	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50		
1500	200	270	350	820	200	1690	0.7	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50		
2000	230	320	520	1070	210	2210	0.7	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50		
2500	300	350	680	1330	230	2740	0.8	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50		
3000	370	370	850	1590	250		1.0	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50		
3500	430	390	1070	1830	260		1.1	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50		
4000	500	410	1170	2080	270		1.2	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50		
4500	570	430	1340	2340	290		1.3	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50		
5000	630	450	1560	2680	300		1.4	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50		
5500	700	480	1860	3040	320		1.6	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50		
6000	760	500	2180	3490	340		1.6	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50	#8@50		

LOS MUROS TIENEN EL ESFUERZO MÁXIMO EN EL SUELO INDICADO EN LA ÚLTIMA COLUMNA DE LA SECCIÓN DE DIMENSIONES Y UN FACTOR DE SEGURIDAD DE 2.4 APROXIMADAMENTE TIPO. MUROS TIPO 1 ADAPTADOS DEL MANUAL CRS'63 HOJAS 13.8 Y 13.9

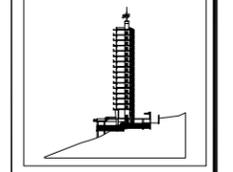
- NOTAS GENERALES
1. DIMENSIONES EN MILÍMETROS
  2. NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
  3. VERIFICAR DIMENSIONES EN PLANOS ARQUITECTÓNICOS Y EN LA OBRA
  4. LA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE LA SAPATA DE LOS MUROS Y CIMENTOS CORRIDOS DEBE SER LA SUPERFICIE CON BASE EN UN ESPESOR DE TRABAJO EN EL SUELO DE 10 KG/CM<sup>2</sup>
  5. CONCRETO F'c=100 KG/CM<sup>2</sup> E.C.E. 40% DE BOLEO
  6. LOS MUROS MC1 Y MC2 DEBERÁN APUNTARSE PROVISIONALMENTE HASTA COLGAR LOS FIRMES DE APOYO LATERAL
  7. LA TABLA DE MUROS TIPO MC1 ES UNA LEY PARA TODOS LOS MUROS AUTOPORTANTES NO DE LIMITE DE PROPIEDAD
  8. VER NOTAS GENERALES EN TLEEOG

- REVISIONES
- REV. 01: APROBADO P/A CONST. GMP SE AGREGAN MUROS MC1
  - REV. 1: SE AGREGAN MARCAS DE MUROS FALTANTES Y SE MODIFICA CUPO DE ESCALERAS Y ELEVADORES
  - REV. 2: SE SUSTITUYE M. DE C. ENTRE E.C.S. 1 Y 2 POR TALUD NATURAL
  - REV. 3: SE AGREGA COL. E.C. A6 SE ELIMINA MURO AS-46

MODIFICACIONES

CLAVES Y SIMBOLOS

LOCALIZACION



LOCALIZACION TERRENO

ING. FRANCISCO GARZA MERCADO

PROYECTO TORRE LA LOMA

UBICACION ENTRE CALLE PANDEGAS Y AVENIDA DEL ALBERGO SAN FERNANDO GARZA, CAPATZAL, DEL

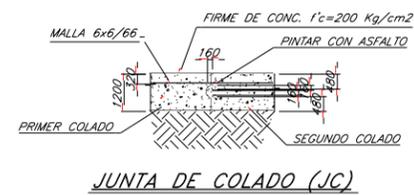
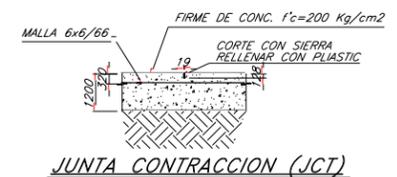
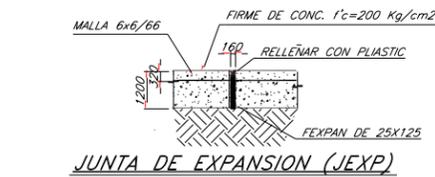
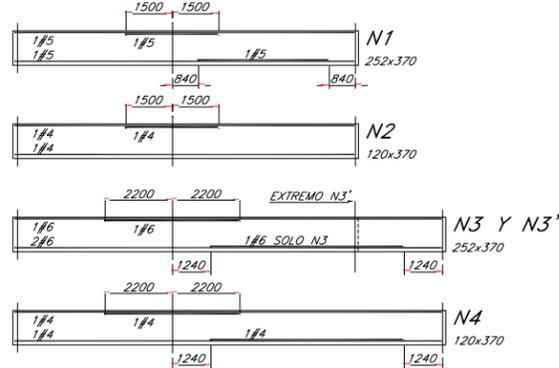
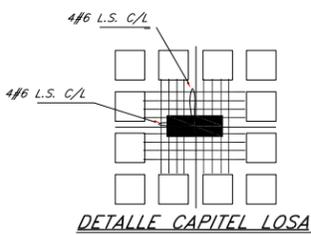
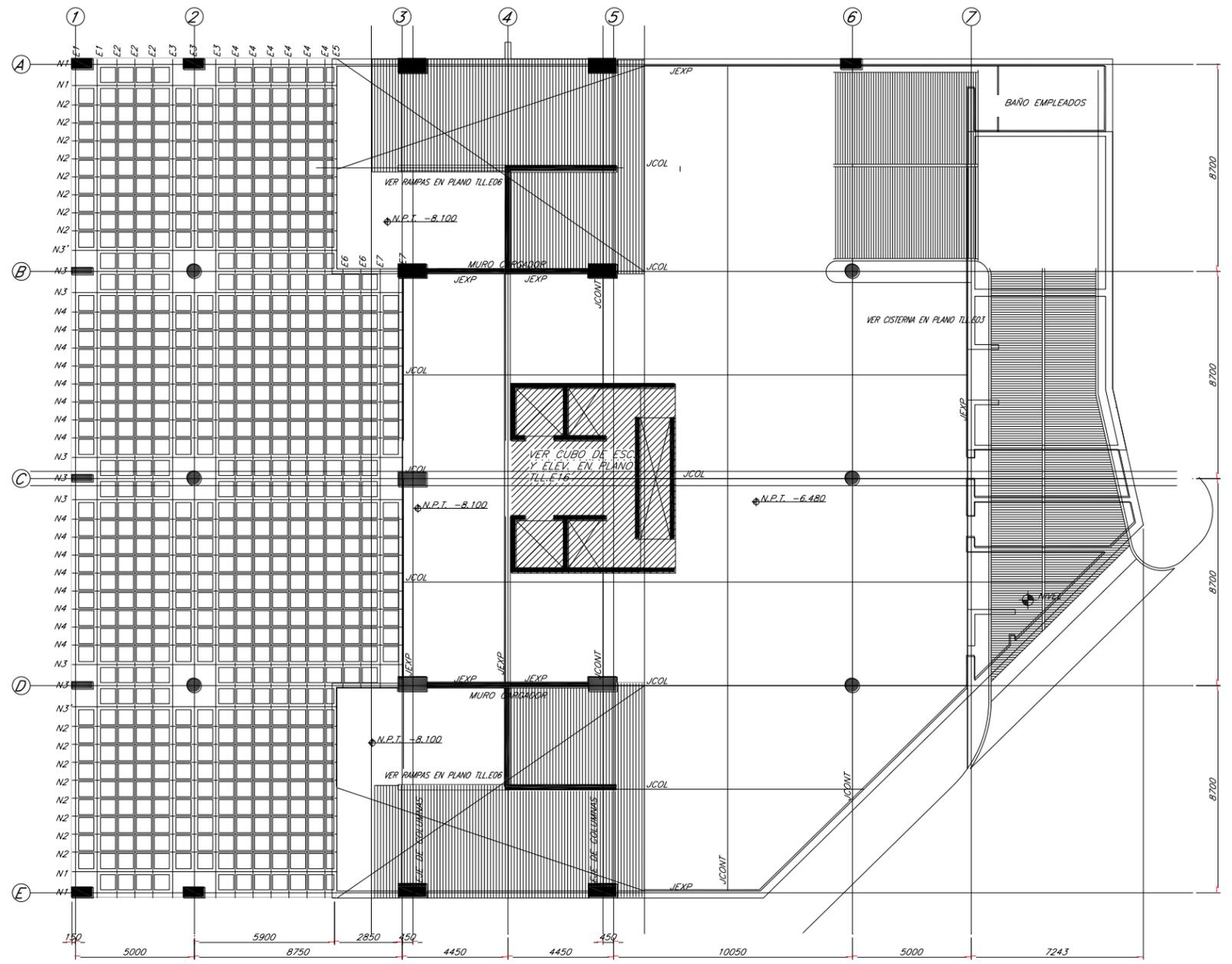
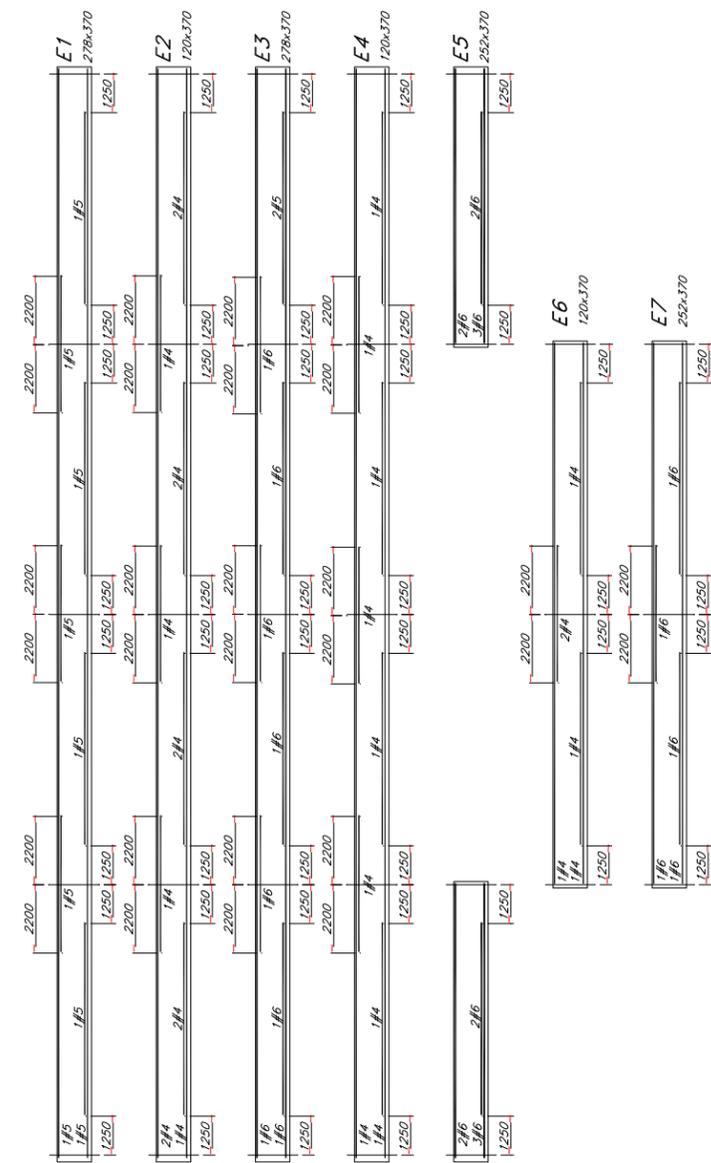
PLANO MUROS DE CONTENCIÓN TLEEO2 PLANTA Y DETALLES

COLABORADORES:

ESCALA 1:100

HOJA 11-102





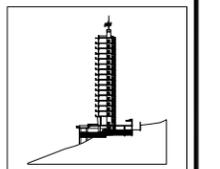
NOTAS GENERALES:  
 1. DIMENSIONES EN MILIMETROS. NIVELES EN METROS.  
 2. VERIFICAR DIMENSIONES EN PLANOS ARQUITECTONICOS Y C.C.T. EN LA OBRA.  
 3. NO USAR MUELDRA A ESCALA.  
 4. CUESTIONES DE FORMA DE VORNO DE 635X635X1000 (TPO)

REVISIONES

MODIFICACIONES

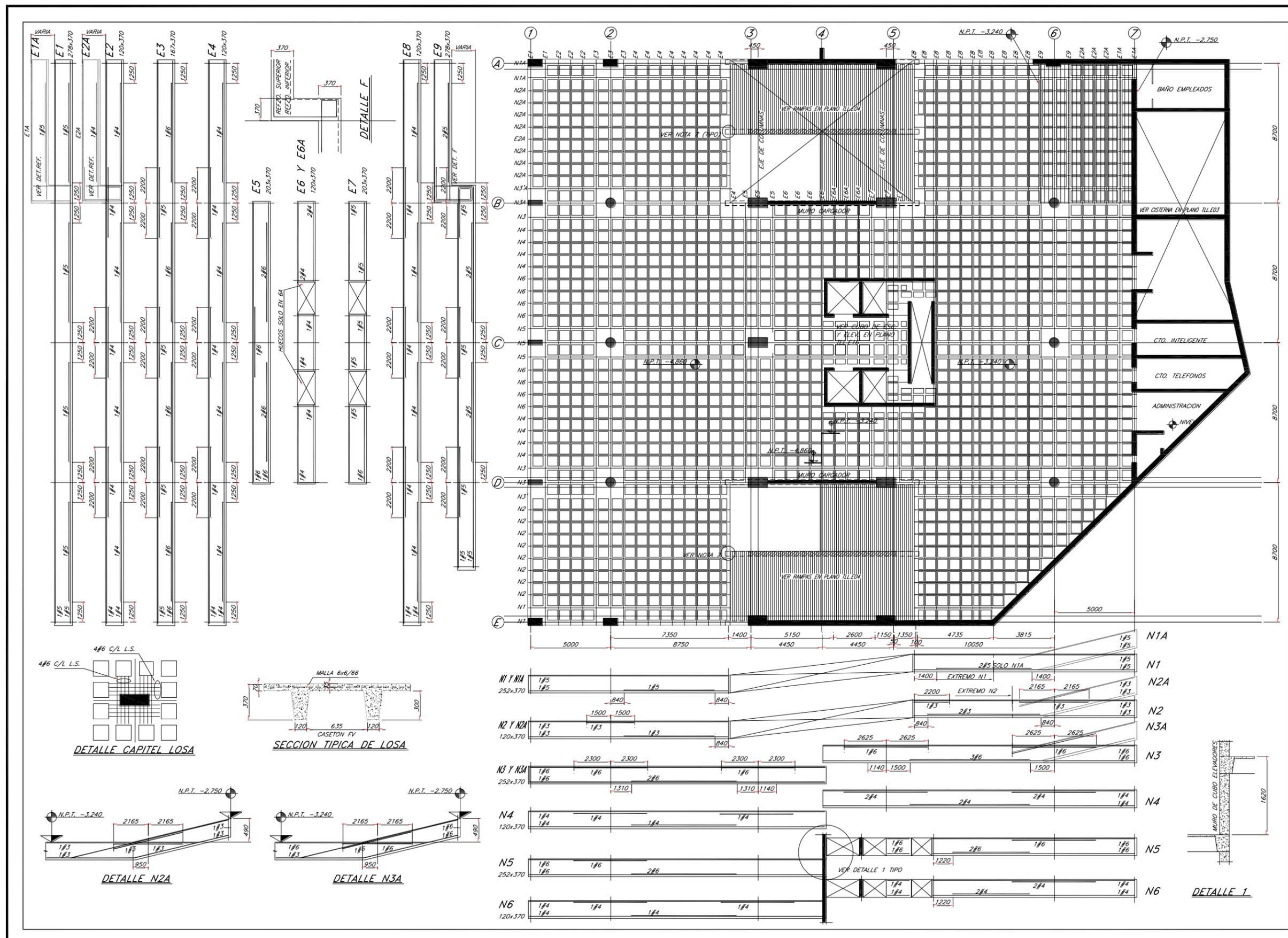
CLAVES Y SIMBOLOS

LOCALIZACION



LOCALIZACION TERRENO

ING. FRANCISCO GARZA MERCADO  
 PROYECTO  
**TORRE LA LOMA**  
 PROPIEDAD  
 UBICACION  
 CALLE CALLE ANTIGUA Y AV. ALBERTO  
 SANTA FE, COAHUILA DE ZARAGOZA, MEX.  
 PLANO  
**LOSA SOTANO 2 TLE04**  
 PLANOS, MEMORANDOS Y DETALLES  
 COLABORADORES:  
 FECHA  
 ESCALA  
 1:100  
 AUTORA  
 TLE04



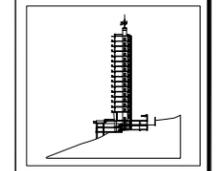
- NOTAS GENERALES**
1. DIMENSIONES EN MILIMETROS.
  2. VERIFICAR DIMENSIONES EN PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
  3. NO TOMAR MEDIDAS A CIEGAS.
  4. CASQUETONES DE FIBRA DE VIDRIO DE 635mm x 635mm x 20mm.
  5. VER NOTAS Y ESPECIFICACIONES GENERALES EN PLANO TILLO 01.
  6. NIVELES EN METROS.
  7. LAS LOSAS DE SOSTENIDO SE APOYAN EN EXTREMOS DE LAS VIGAS DE LAS RAMPA. VER PLANO TILLO 06.

REVISIONES

MODIFICACIONES

CLAVES Y SIMBOLOS

LOCALIZACION



LOCALIZACION TERRENO

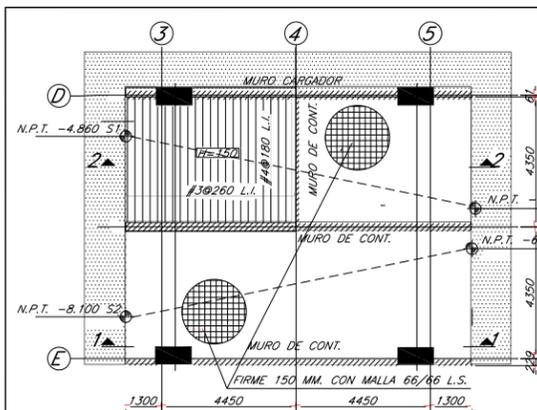
ING. FRANCISCO GARZA MERCADO  
PROYECTO  
**TORRE LA LOMA**

UBICACION  
CALLE PROGRESO Y AVENIDA DEL ALFARDO  
CALLE 25 DE SEPTIEMBRE, GUANAJUATO, GTO.

PLANO  
**LOSA SOTANO TILLO 05**  
PLANTA, REFORZAMIENTO Y DETALLES

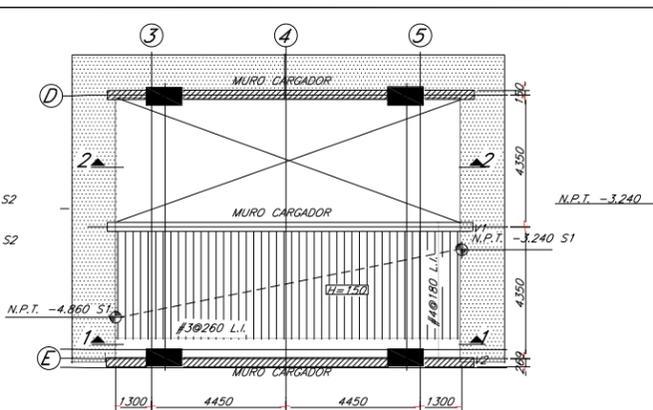
COLABORADORES:  
Escala: 1:100  
Fecha: 11/05



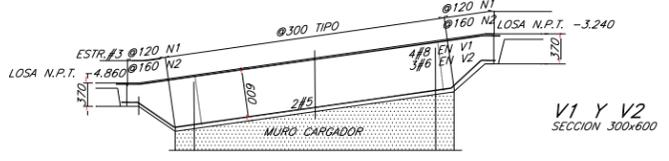


RAMPAS SOTANO 1 A SOTANO 2

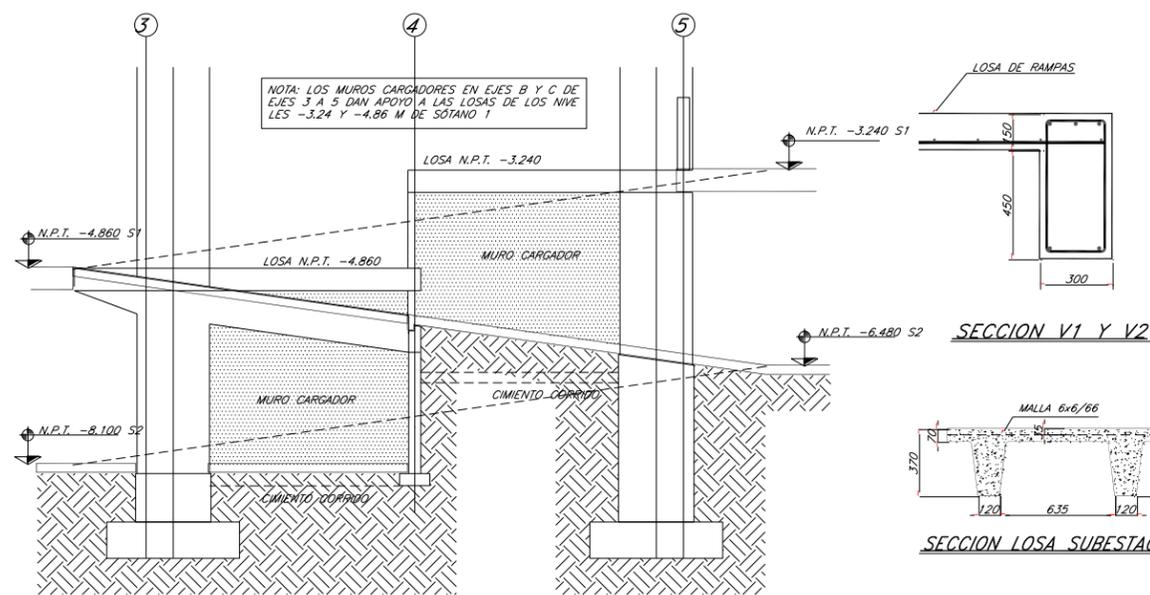
SE MUESTRAN RAMPAS JUNTO A EJE E. LAS DEL EJE D SON SIMÉTRICAS RESPECTO DEL EJE C



RAMPAS SOTANO 1 ALTO A BAJO

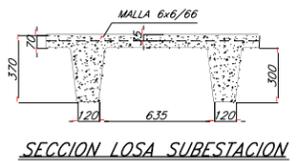


V1 Y V2 SECCION 300x600

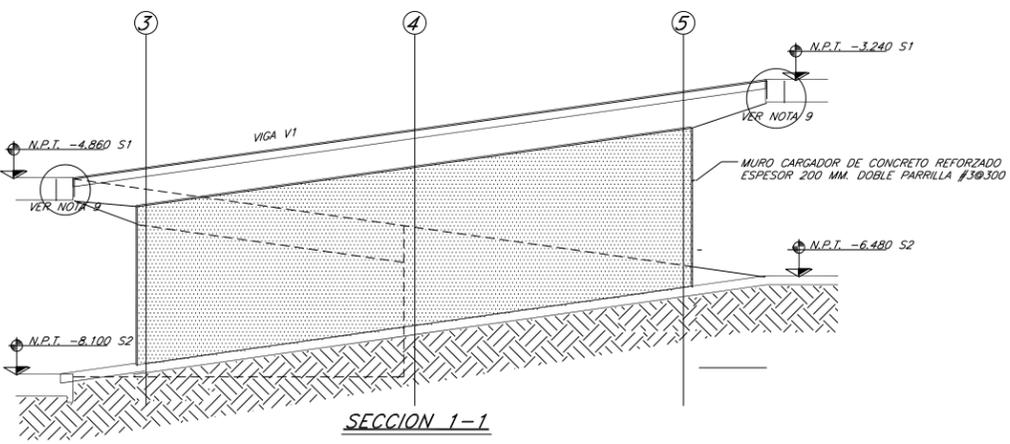


SECCION 2-2

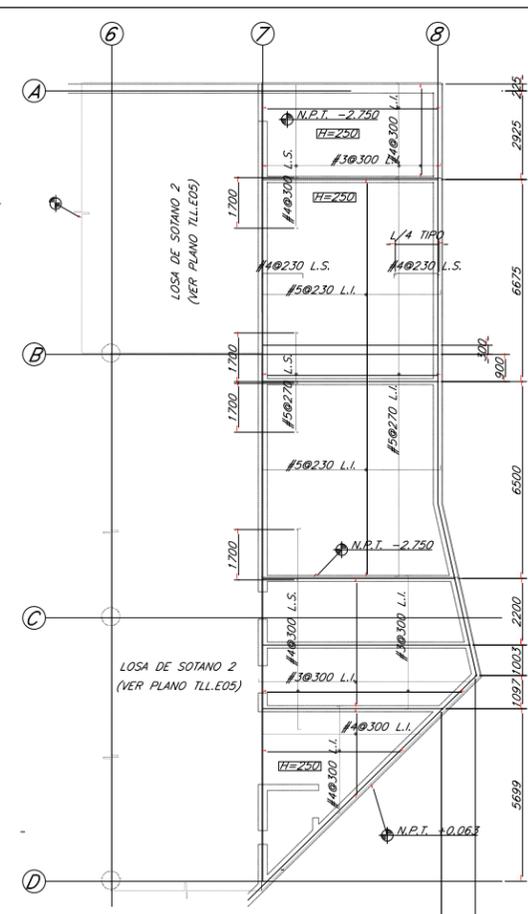
SECCION V1 Y V2



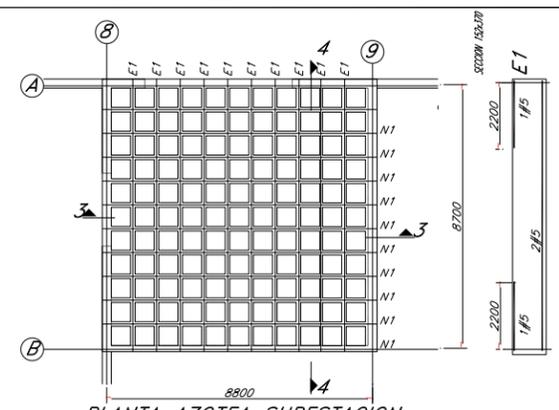
SECCION LOSA SUBESTACION



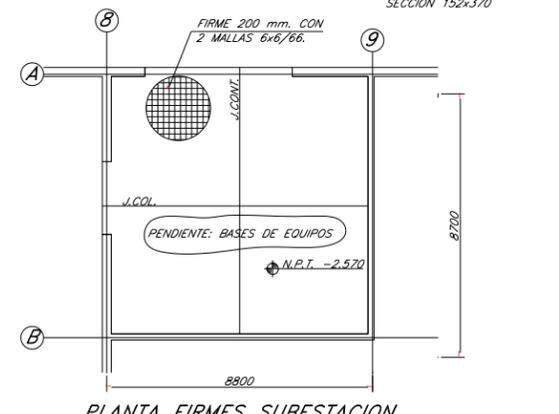
SECCION 1-1



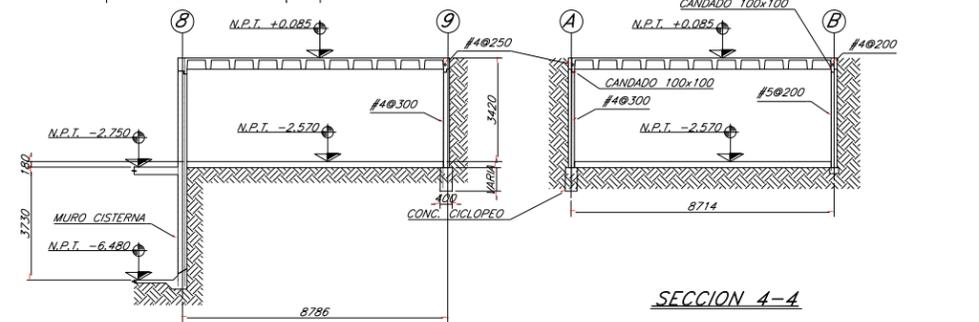
ESCALERA DE ACCESO A PLAZA



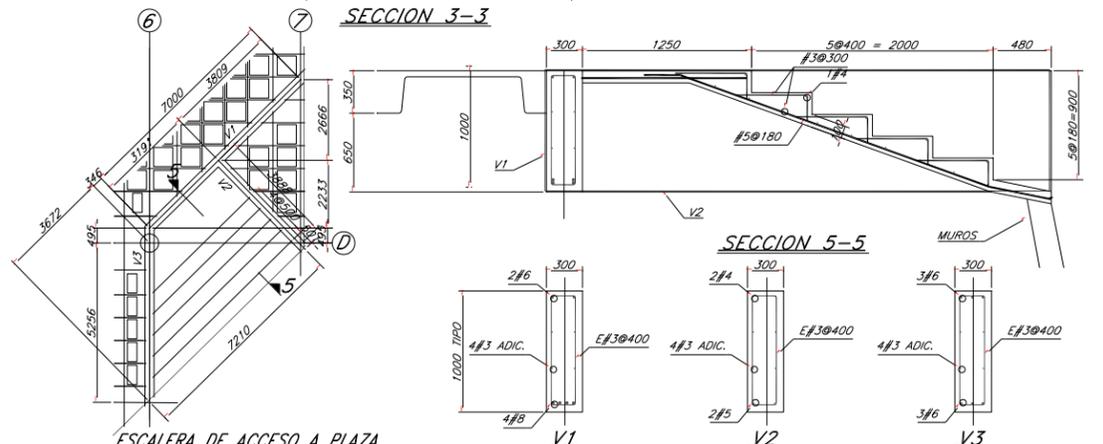
PLANTA AZOTEA SUBESTACION



PLANTA FIRMES SUBESTACION



SECCION 4-4



SECCION 3-3

SECCION 5-5

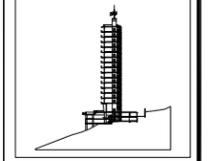
- NOTAS GENERALES
1. DIMENSIONES EN MILIMETROS.
  2. NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA.
  3. VERIFICAR DIMENSIONES EN PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
  4. NIVELES EN METROS.
  5. DESARROLLAR LA CIMENTACION AL ENCONTRAR UN ESTUQUEO DE 10 Kg/cm2.
  6. VER NOTAS GENERALES EN TLL.E01.
  7. VER DETALLES DE JUNTAS EN FIRMES EN PLANO TLL.E02.
  8. VER NOTAS GENERALES EN PLANO TLL.E01.
  9. LAS LOSAS DEL SOTANO 1 SE APOYAN EN LOS EXTREMOS DE LAS VIGAS V1 Y V2. VER PLANO TLL.E05.

REVISIONES

MODIFICACIONES

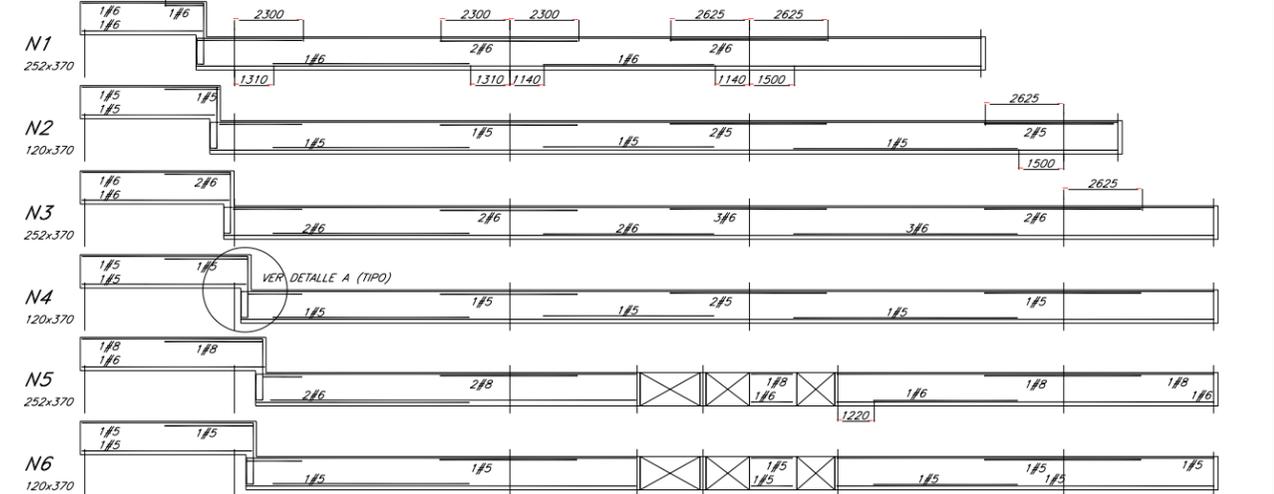
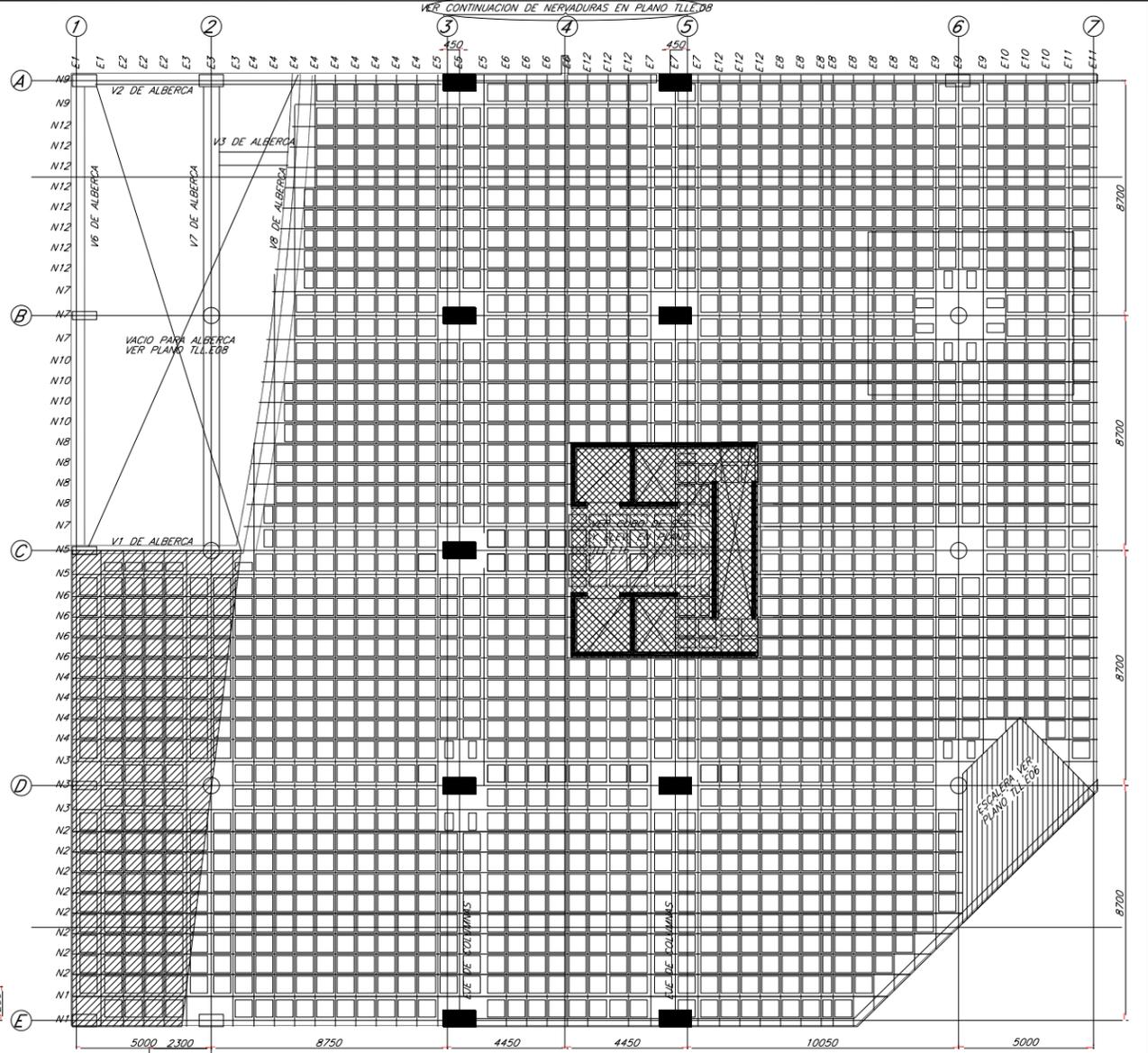
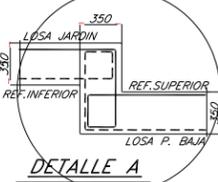
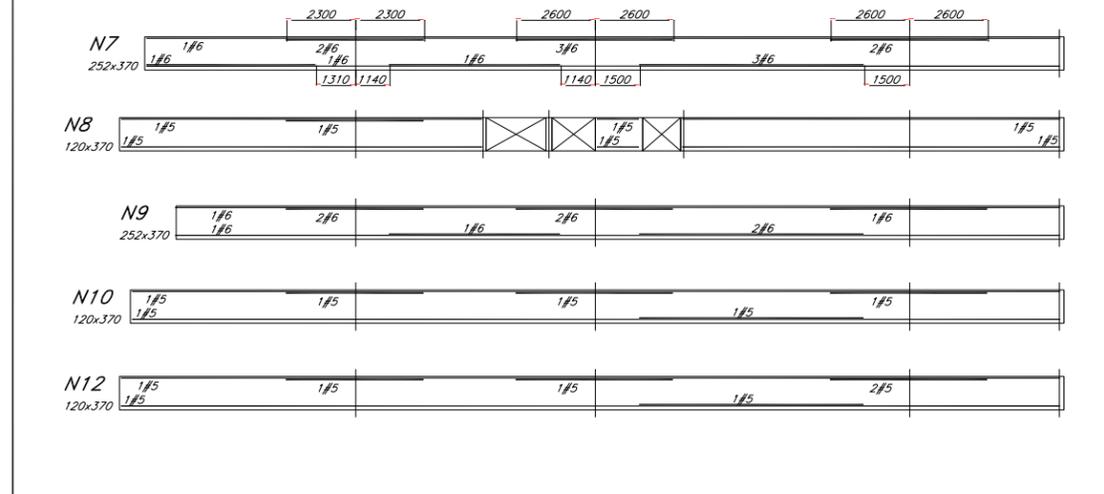
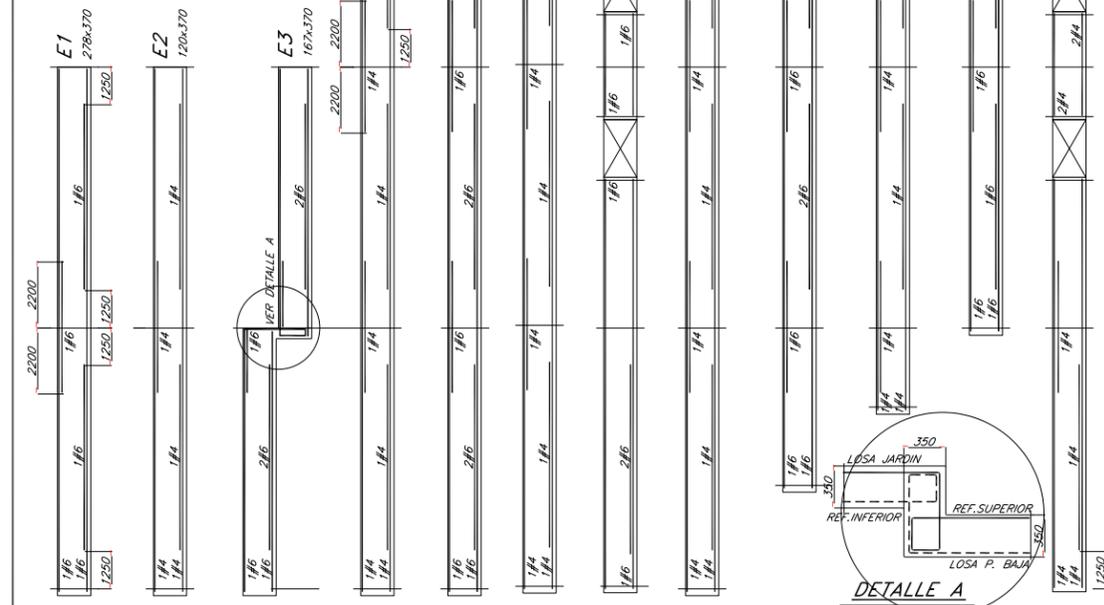
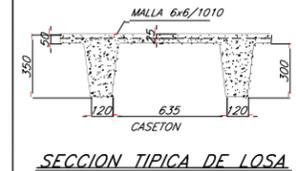
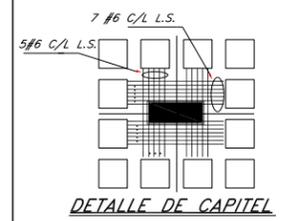
CLAVES Y SIMBOLOS

LOCALIZACION



LOCALIZACION TERRENO

ING. FRANCISCO GARZA MERCADO  
 PROYECTO  
**TORRE LA LOMA**  
 PROPIEDAD  
 ENTORNO DEL ENTORNO Y FINCA DE ALVARO SAN JUAN, CAROLINA GARZA, S.L.L.  
 PLANO  
**RAMPAS Y SUBESTACION TLL.E06**  
 PLANOS Y DETALLES  
 COLABORADORES:  
 FECHA  
 ESCALA  
 1:100  
 NOMBRE  
 TLL.E06



**NOTAS GENERALES**

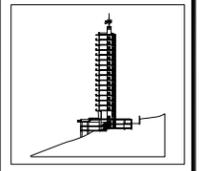
1. DIMENSIONES EN MILIMETROS.
2. VERIFICAR DIMENSIONES EN PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
3. NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA.
4. CASQUETONES DE FIBRA DE VIDRIO DE: 6.35x6.35x300 mm.
5. VER VIGAS V5 Y V8 EN PLANO TLE.E08.
6. TRANSMITE ESTE PLANO EN CONJUNTO CON EL PLANO TLE.E07.
7. VER NOTAS GENERALES EN PLANO TLE.E07.

**REVISIONES**

**MODIFICACIONES**

**CLAVES Y SIMBOLOS**

**LOCALIZACION**



**LOCALIZACION TERRENO**

**PROYECTO**  
**TORRE LA LOMA**

**PROFESOR**

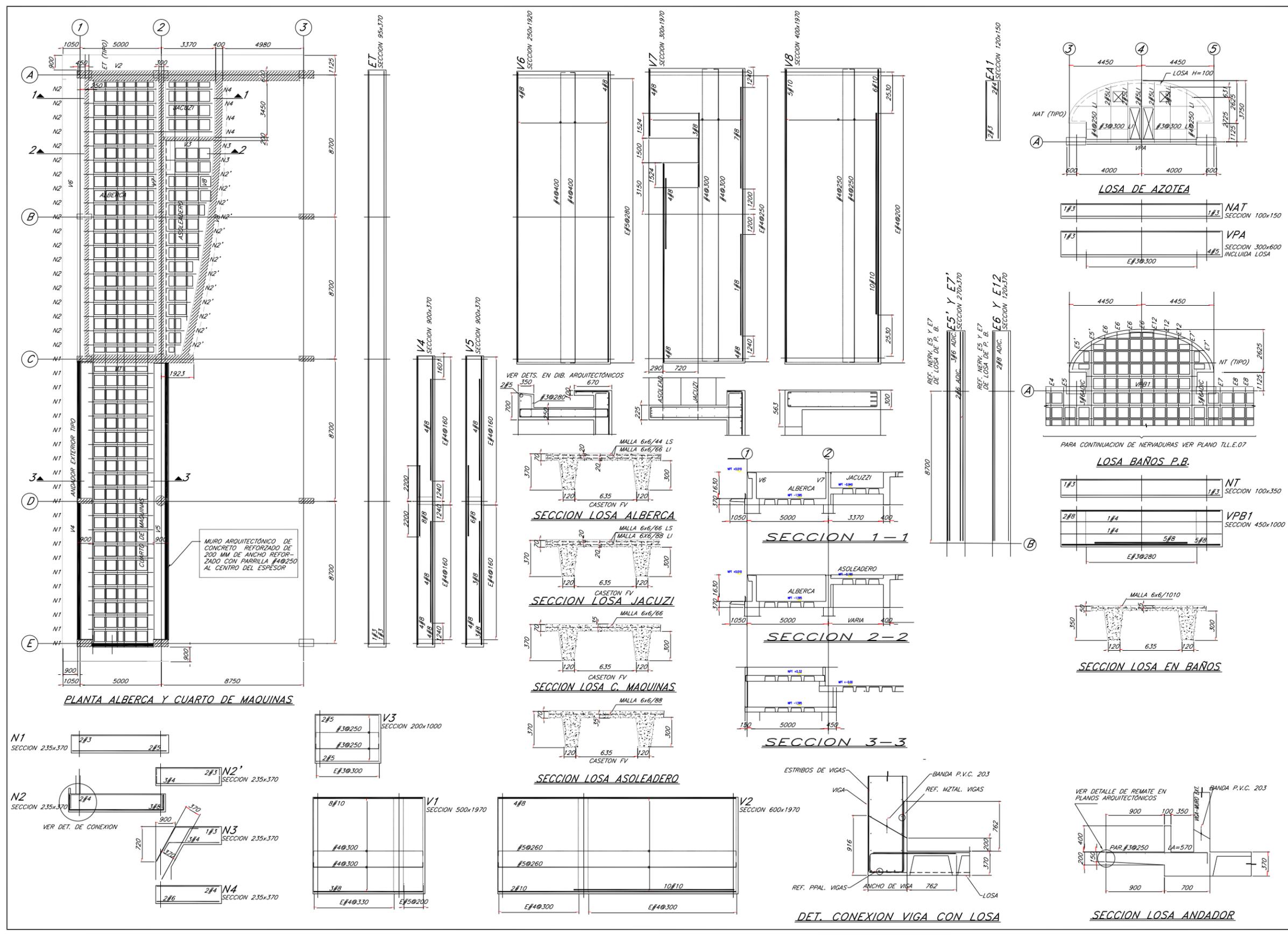
**UBICACION** AVDA. PUEBLO HERENCO 1 FINCA DE ALBERTO S.A. ZONAS SALES CAROLINA GUATEMALA, GUATEMALA

**PLANO** LOSA PLANTA BAJA TLE.E07  
PLANTA, NERVADURAS Y DETALLES

**COLABORADORES:**

**FECHA**  
**ESCALA** 1:100  
**HOJO** TLE.E07





**NOTAS GENERALES**

1. DIMENSIONES EN METROS.
2. VERIFICAR DIMENSIONES EN PLANOS ARQUITECTÓNICOS Y EN LA OBRA.
3. NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA.
4. CASETONES DE FORMA DE HONGO DE 300x625x85.
5. CASETONES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO DE 100x625x85.
6. TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON EL PLANO T.LL.E.07.
7. LOSA IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL Y SUPERFICIAL DE BUENA MARCA.

**REVISIONES**

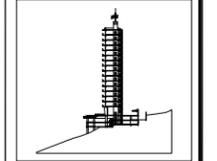
REV. 0: APROBADO PARA CONSTRUIR. GMF

REV. 1: 08/08/02 SE AÑADEN SECCIONES SE MODIFICA LOSA AZOTEA BARRAS

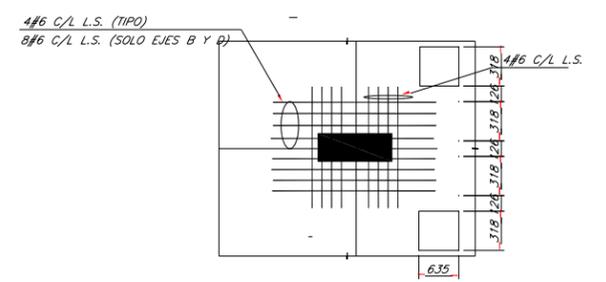
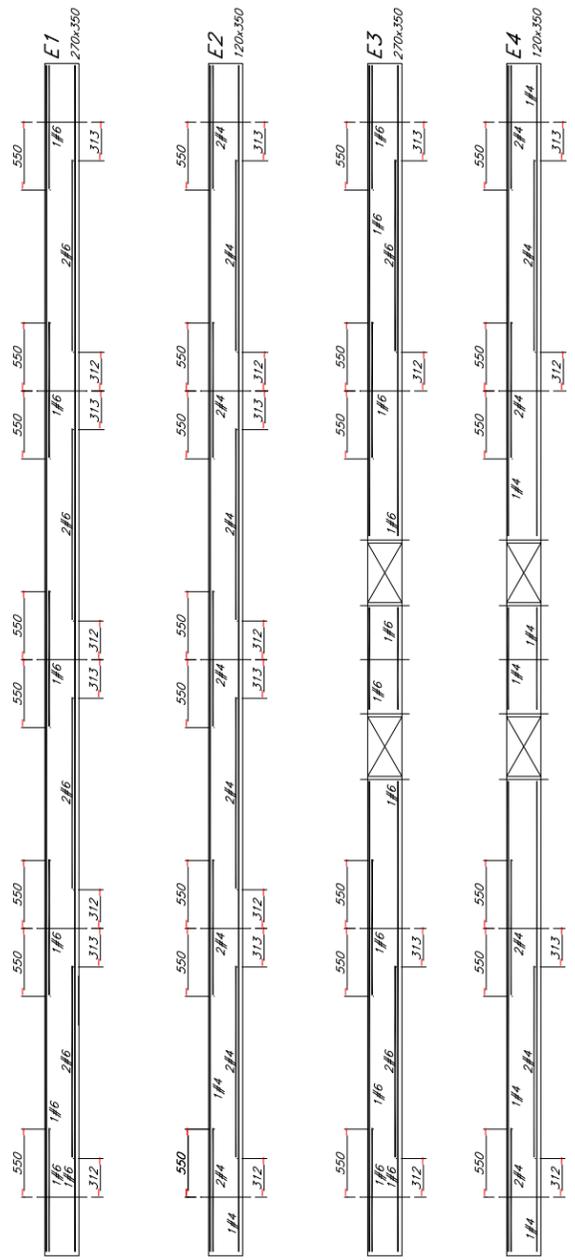
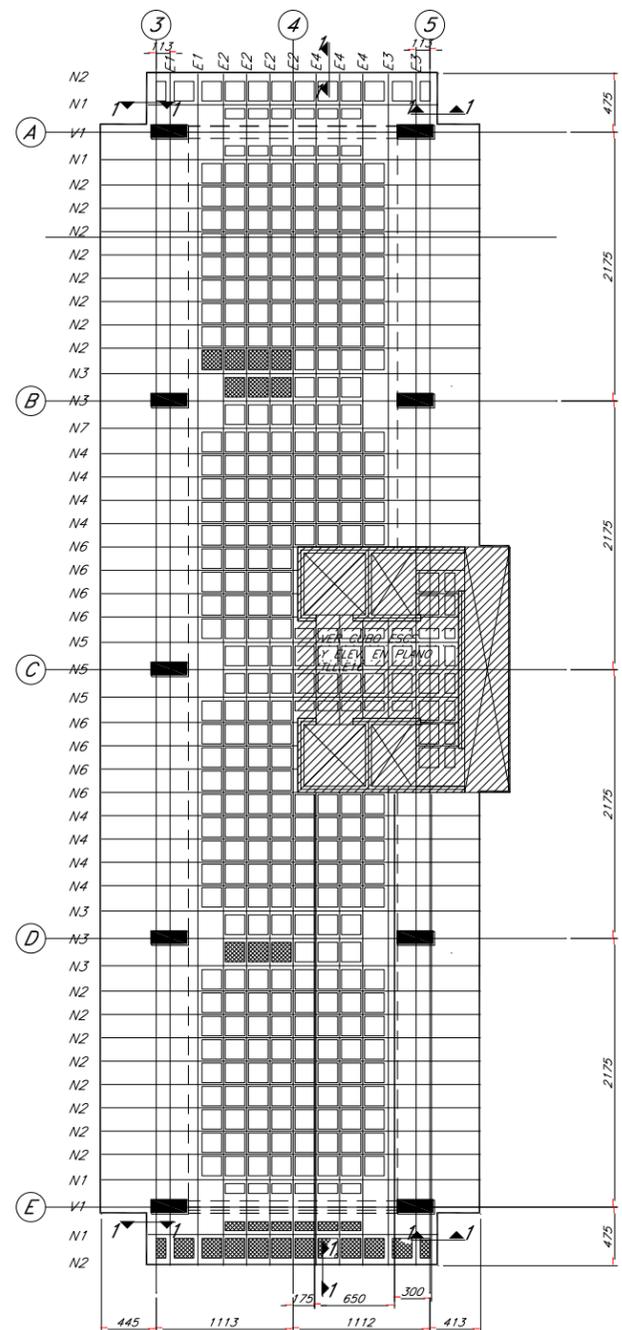
**MODIFICACIONES**

**CLAVES Y SIMBOLOS**

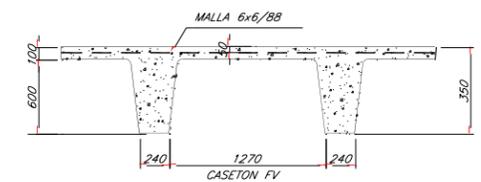
**LOCALIZACION**



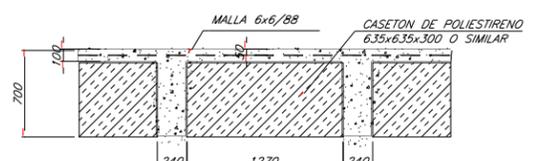
ING. FRANCISCO GARZA MERCADO  
 PROYECTO  
**TORRE LA LOMA**  
 PROPIEDAD  
 UBICACION: CARRETERA INTERMUNICIPAL Y AVENIDA DE ALBERTO SAAVEDRA CALZADA CAJONCILLO, S.L.C.  
 PLANO: ALBERCA, C/O, CUARTO Y BAÑOS P.B. T.LL.E.08  
 PLANO: NERVIJEROS Y DETALES  
 COLABORADORES:  
 FECHA: 1:500  
 MODELO: T.LL.E.08



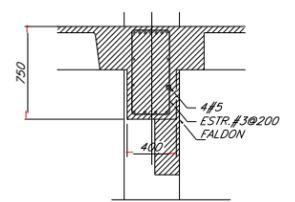
DETALLE CAPITEL



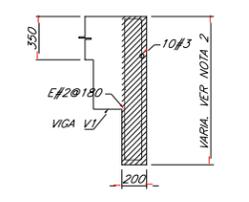
SECCION TIPICA DE LOSA  
(TIPO EXCEPTO CASONES ACHURADOS)



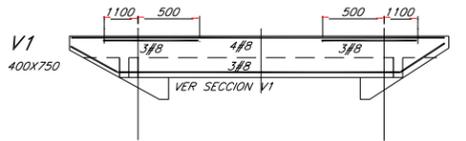
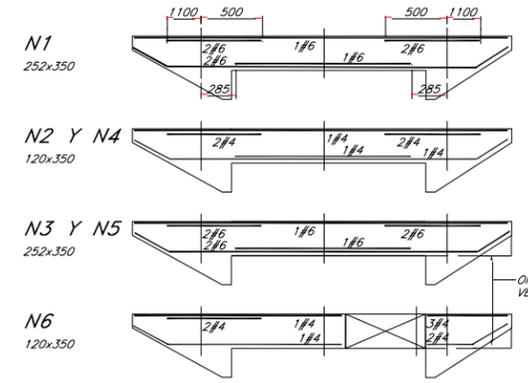
DETALLE LOSA DE CASONES  
(SOLO LOS CASONES ACHURADOS)



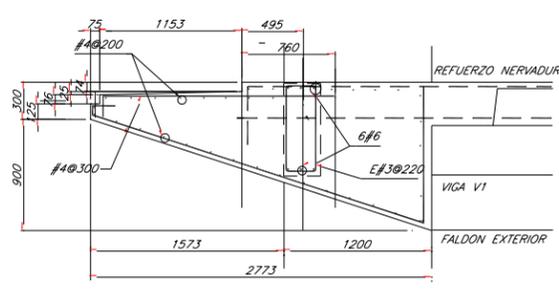
SECCION VIGA V1



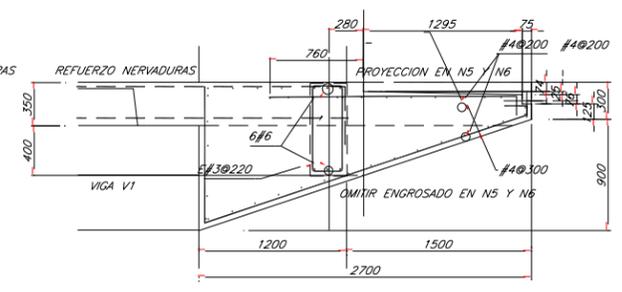
SECCION 1-1 FALDON



NOTA: EL PERFIL DE LOS ALEROS ES ESQUEMATICO VER DETALLES EN ESTE MISMO PLANO Y EN DIBUJOS ARQUITECTONICOS AR-04, AR-15, AR-17 Y CF-01



DETALLE ALERO NORTE



DETALLE ALERO SUR

NOTAS GENERALES

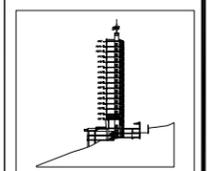
1. DIMENSIONES EN METROS.
2. REFERIRSE A DIMENSIONES EN PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
3. NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA.
4. CASONES DE FIBRA DE VIDRIO DE 800x800 mm.
5. CASONES ACHURADOS SON DE LA ZONA DE BARRIOS PARA ALCANTARILLACIONES.
6. LAS INSTALACIONES QUE ATORMESEN NEVADURAS, DEBERAN LLEVAR MANEJA METALICA.

REVISIONES

MODIFICACIONES

CLAVES Y SIMBOLOS

LOCALIZACION



LOCALIZACION TERRENO

ING. FRANCISCO GARZA MERCADO

PROYECTO TORRE LA LOMA

PROPIEDAD

UBICACION ENTRE CALLE NERVIJURAS Y AVENIDA DE ALBERDI

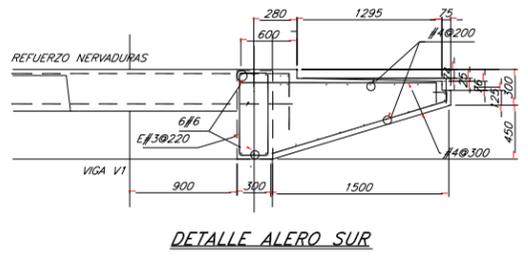
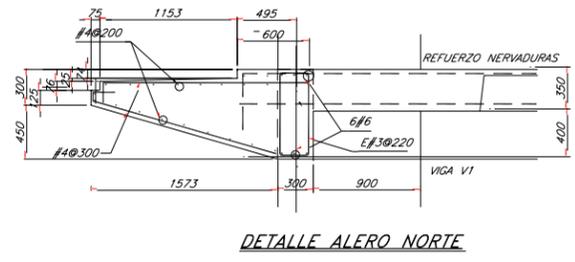
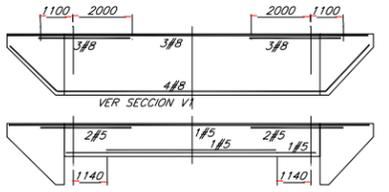
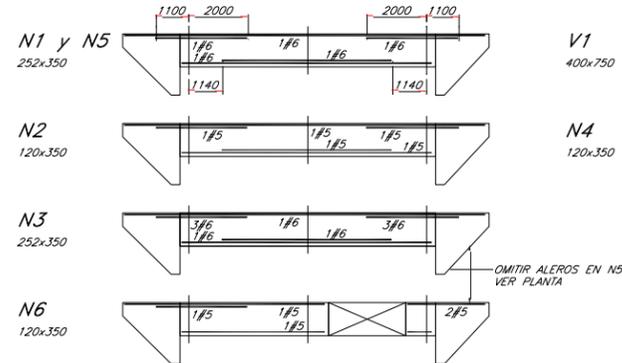
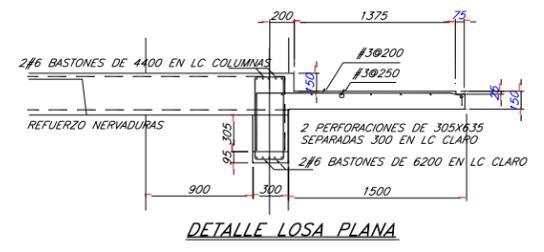
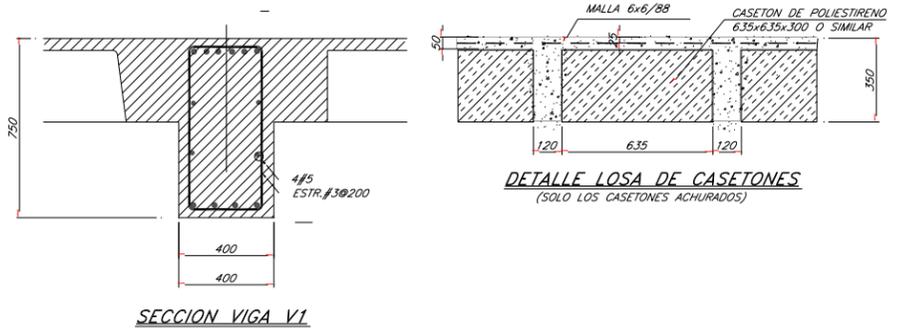
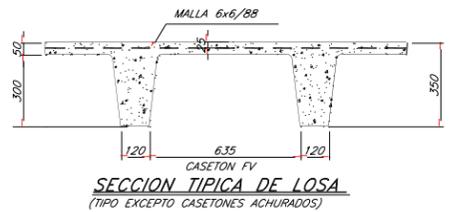
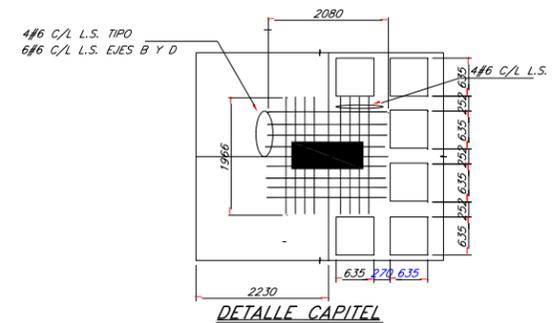
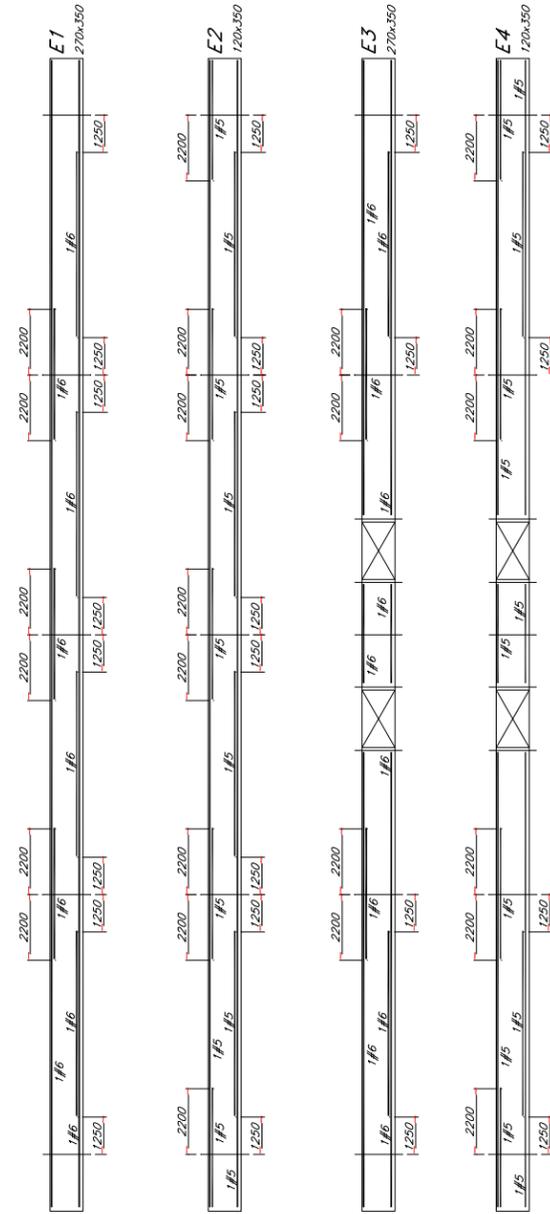
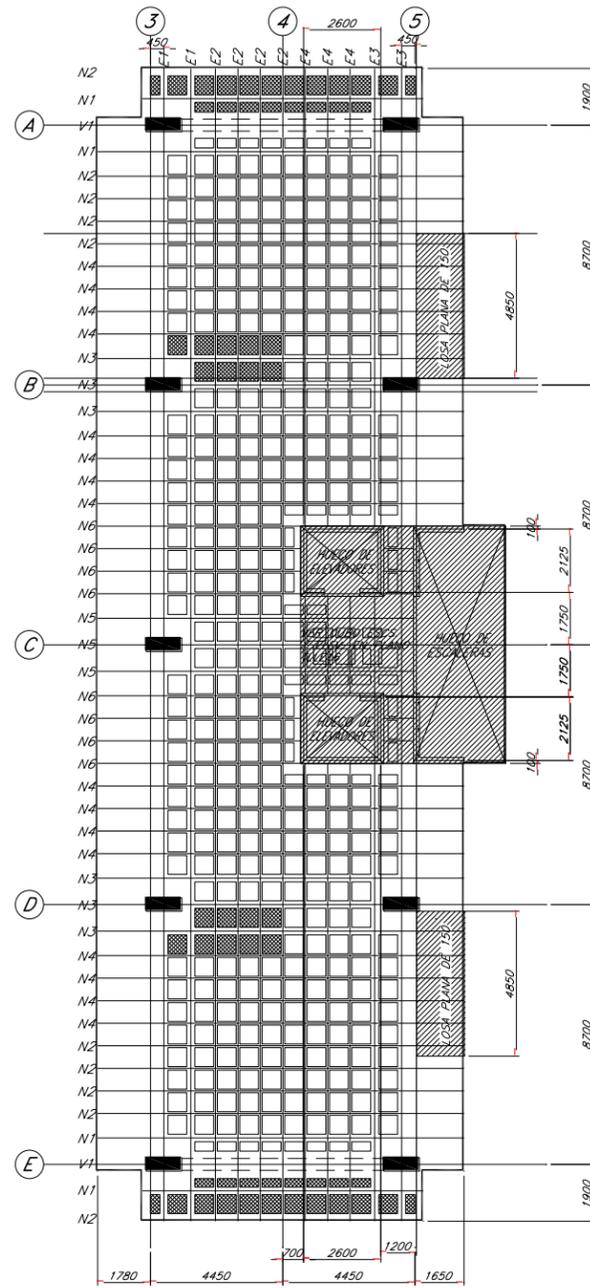
PLANTA NIVEL 1/11.009

COLABORADORES:

ESCALA 1:100

FECHA 11/11/09





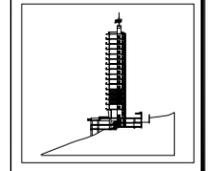
**NOTAS GENERALES**  
 1. DIMENSIONES EN METROS.  
 2. VERIFICAR DIMENSIONES EN PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.  
 3. NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA.  
 4. CASETONES DE FIBRA DE VIDRIO DE: 305x305x35 mm.  
 5. CASETONES ACHURADOS SON DE LA ZONA DE SANEOS PARA ALOJAR INSTALACIONES.  
 6. LAS INSTALACIONES QUE ATRAVIESEN REJAS DUMAS, DEBERAN LLEVAR MANGA METALICA.

REVISIONES

MODIFICACIONES

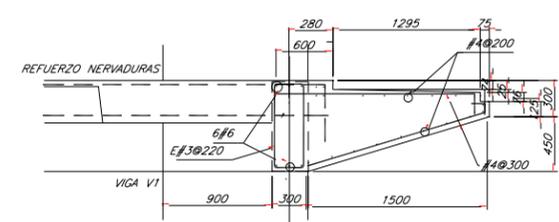
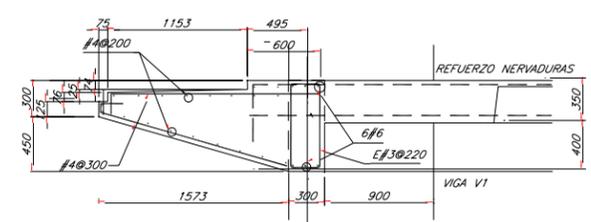
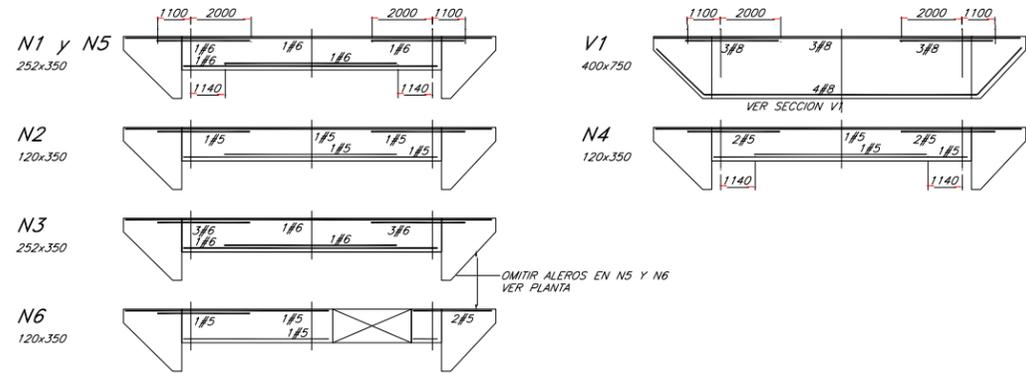
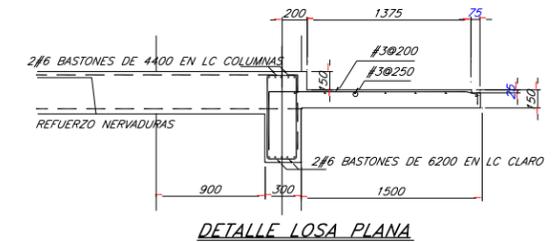
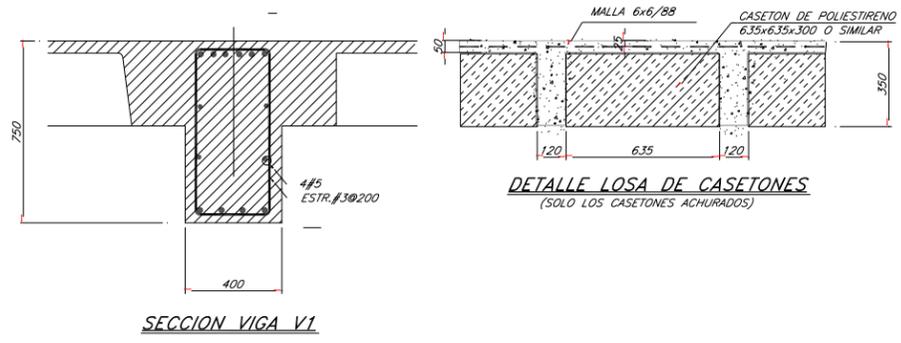
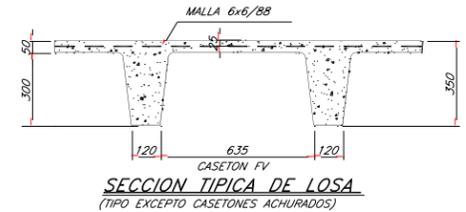
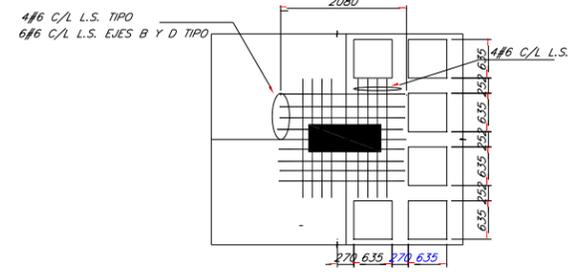
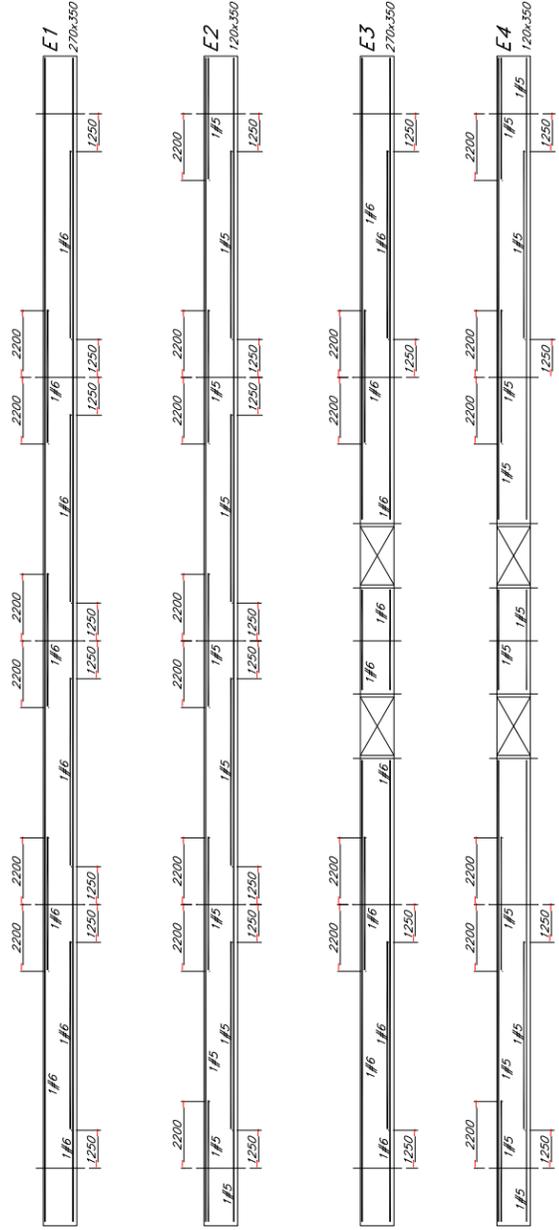
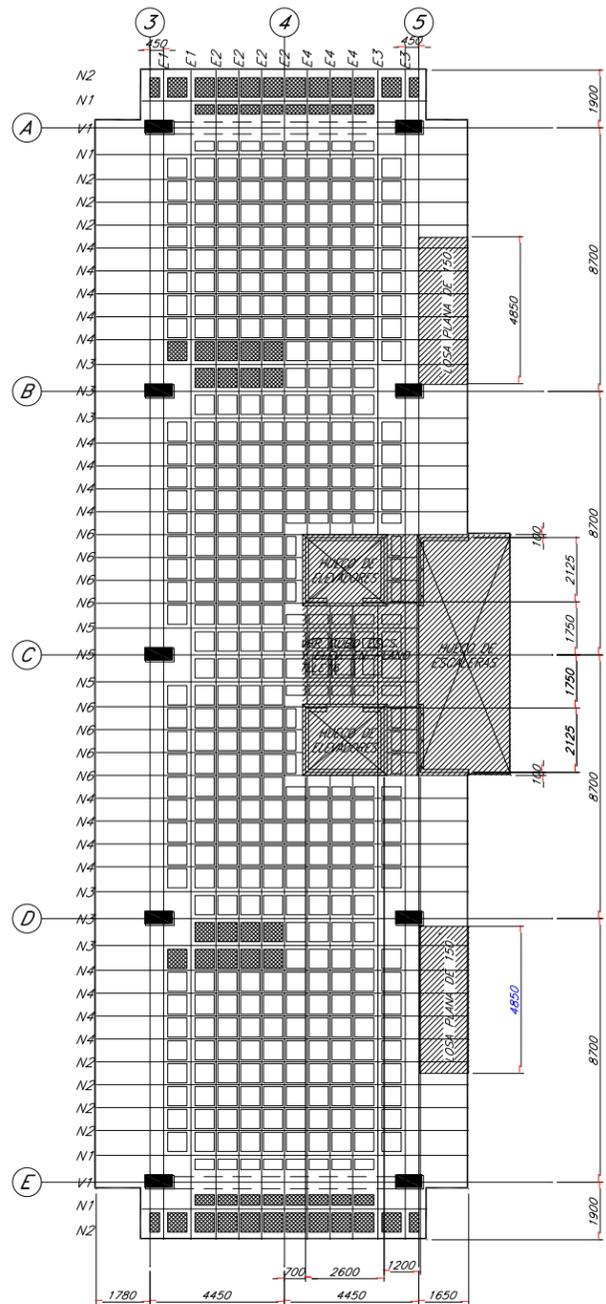
CLAVES Y SIMBOLOS

LOCALIZACION



LOCALIZACION TERRENO

ING. FRANCISCO GARZA MERCADO  
 PROYECTO: **TORRE LA LOMA**  
 UBICACION: CALLE AMARILLO Y AV. DEL ALBERGO SAN PEDRO GARZA GARCIA, T.L.L.  
 PLANO: **LOSA NIVEL 2 a 5 / TLE10**  
 PLANTA, REJAS Y DETALLES  
 COLABORADORES:  
 TEMA:  
 ESCALA: 1:100  
 FECHA: TLE10



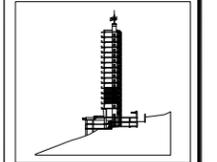
- NOTAS GENERALES**
1. DIMENSIONES EN METROS.
  2. VERIFICAR DIMENSIONES EN PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
  3. NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA.
  4. CASETONES DE FORMA DE VIEIRO DE 300x635x300 mm.
  5. CASETONES NOMBRADOS SON DE LA ZONA DE BANCOS PARA ALGUNA INSTALACIONES.
  6. LAS INSTALACIONES QUE ATRIHESEN NERVA DURAS, DEBERAN LLEVAR MANGA METALICA.

REVISIONES

MODIFICACIONES

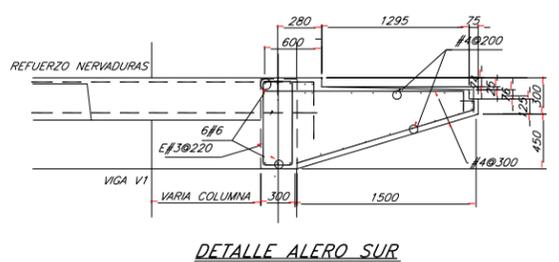
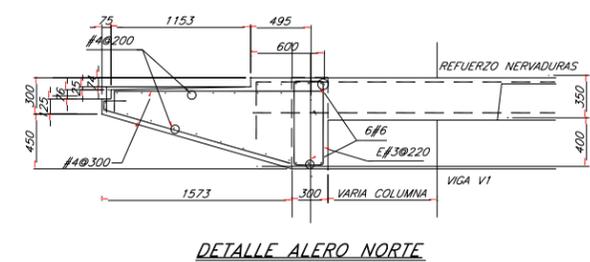
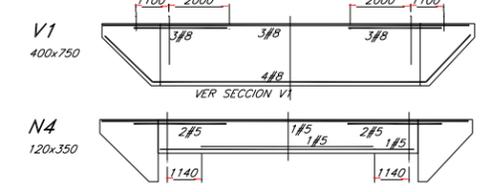
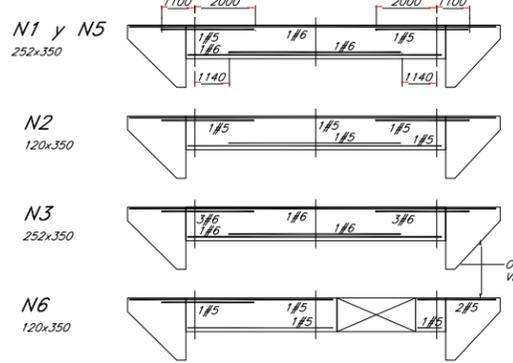
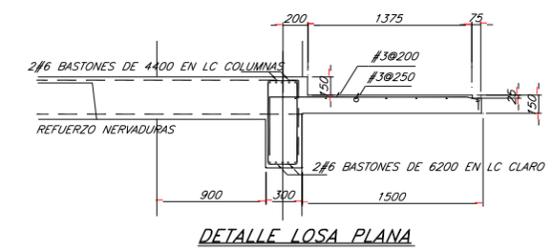
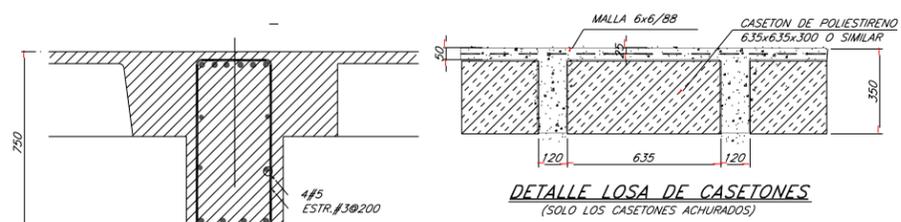
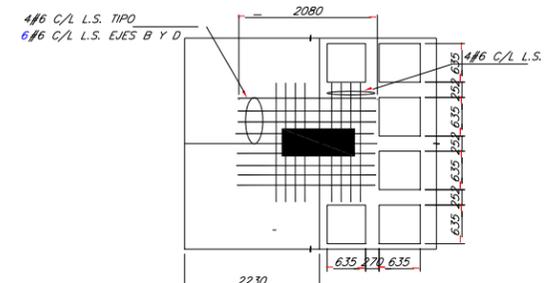
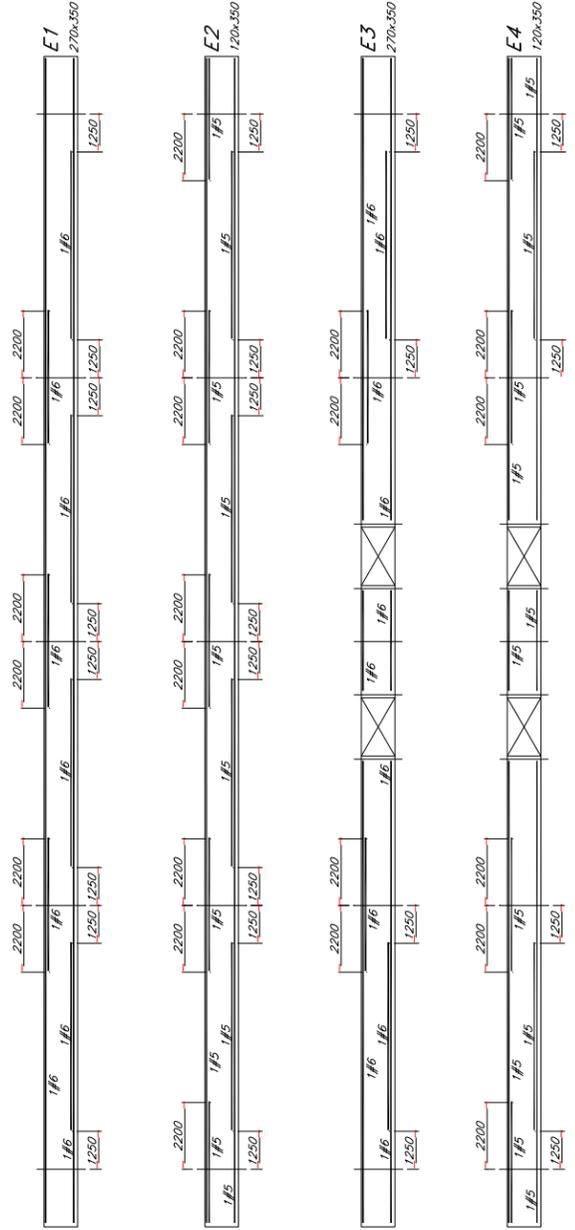
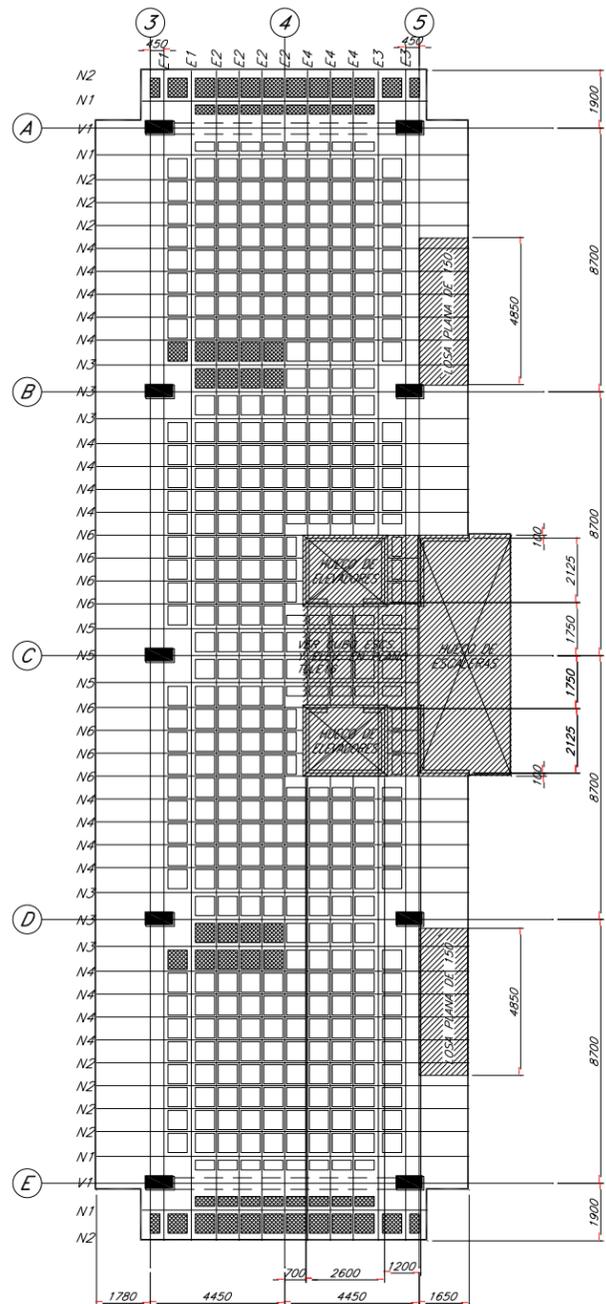
CLAVES Y SIMBOLOS

LOCALIZACION



LOCALIZACION TERRENO

INC. FRANCISCO GARZA MERCADO  
 PROYECTO: **TORRE LA LOMA**  
 PLANO: **LOSA NIVEL 6 a 10 TLE11**  
 PLANO: INSTALACIONES Y DETALLES  
 COLABORADORES:  
 FECHA: 1/10  
 HOJA: TLE11



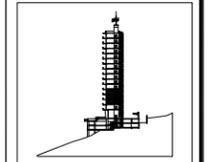
- NOTAS GENERALES
1. DIMENSIONES EN METROS.
  2. VERIFICAR DIMENSIONES EN PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
  3. NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA.
  4. CASETONES DE FORMA DE VORNO DE 300x635x300 mm.
  5. CASETONES ACHURADOS SON DE LA ZONA DE BANCOS PARA ALQUIL INSTALACIONES.
  6. LAS INSTALACIONES QUE ATRAVIESAN REJAS DURAS, DEBERAN LLEVAR MANGA METALICA.

REVISIONES

MODIFICACIONES

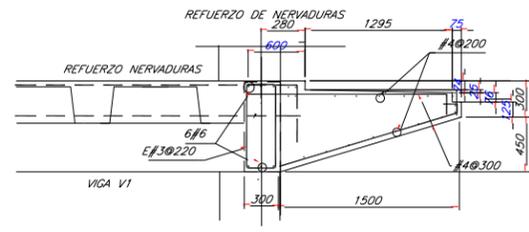
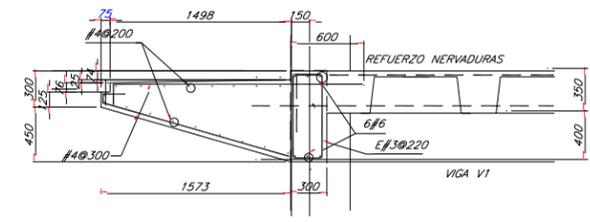
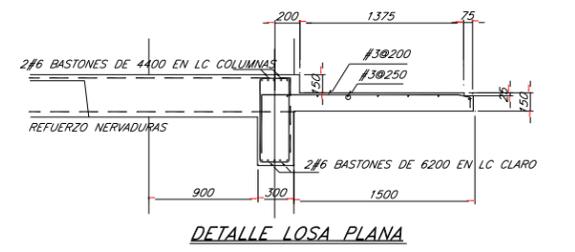
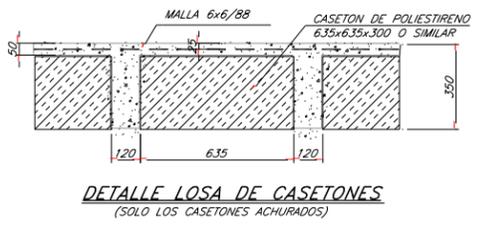
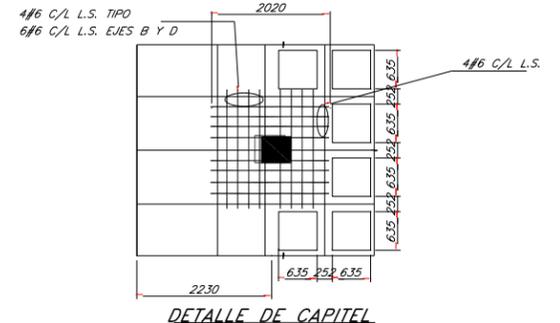
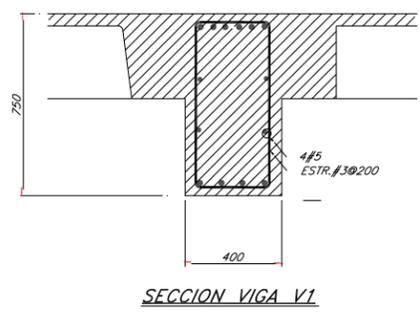
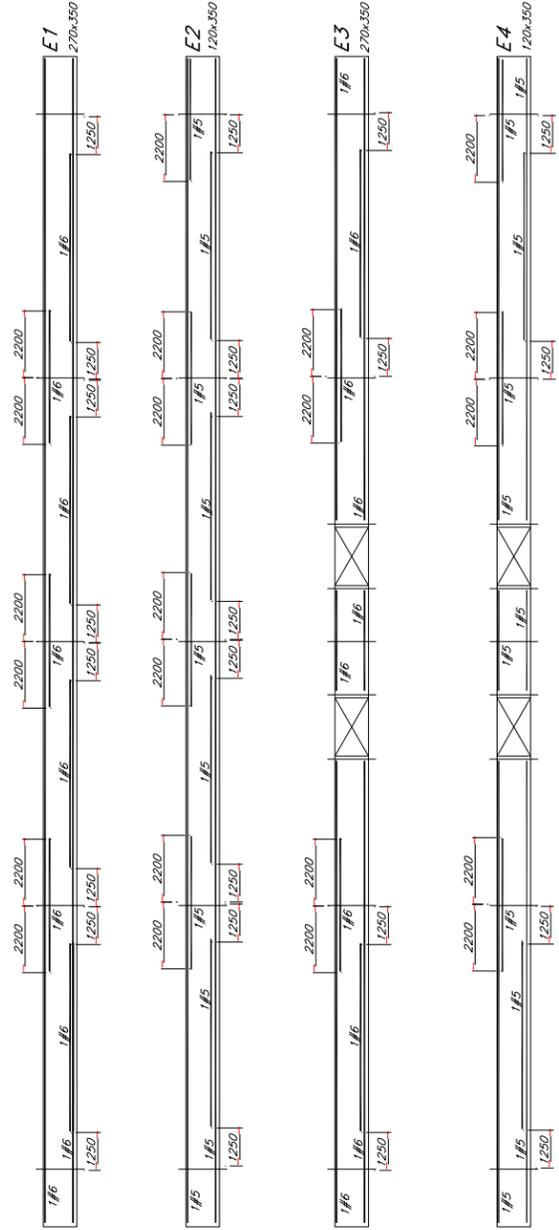
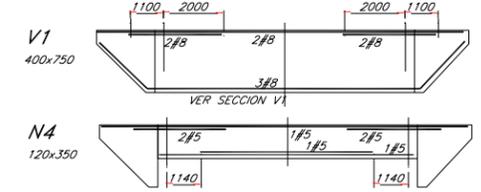
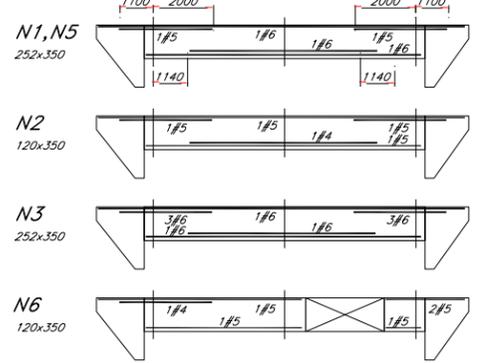
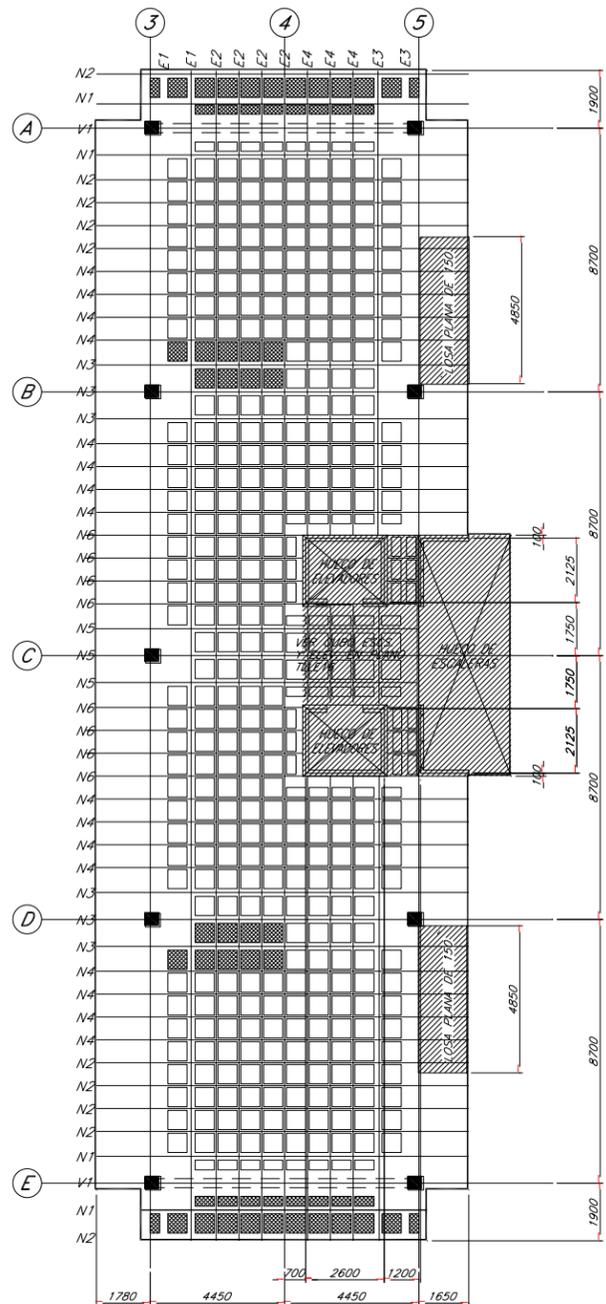
CLAVES Y SIMBOLOS

LOCALIZACION



LOCALIZACION TERRENO

ING. FRANCISCO GARZA MERCADO  
 PROYECTO  
**TORRE LA LOMA**  
 PROPIEDAD  
 UBICACION: QUITE CALLE IMPERIAL Y PARALELA AL ALBERGO SAN PEDRO CARLOS GUATEMALA, GUATEMALA  
 PLANO  
**LOSA NIVEL 11 a 14 TLE12**  
 PLANTA NIVELADOS Y DETALLES  
 COLABORADORES:  
 FECHA: 1:100  
 HOJA: TLE12



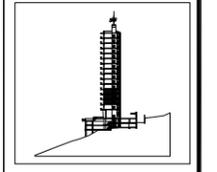
- NOTAS GENERALES
1. DIMENSIONES EN MILIMETROS.
  2. VERIFICAR DIMENSIONES EN PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
  3. NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA.
  4. CASETONES DE FORMA DE VORBO DE 300x300x300 mm.
  5. CASETONES REFORZADOS SON DE LA ZONA DE BARRIS PARA ALCAR INSTALACIONES.
  6. LAS INSTALACIONES QUE ATRANESON NERVADURAS, DEBERAN LLEVAR MANGA METALICA.

REVISIONES

MODIFICACIONES

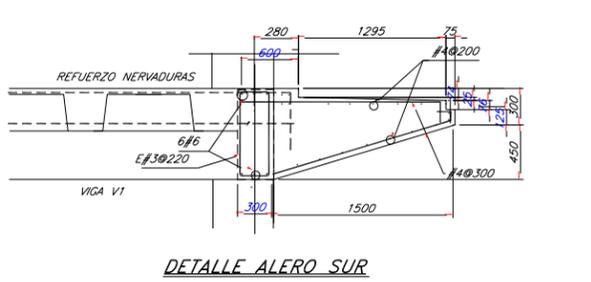
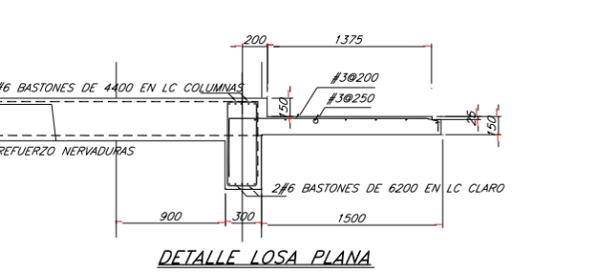
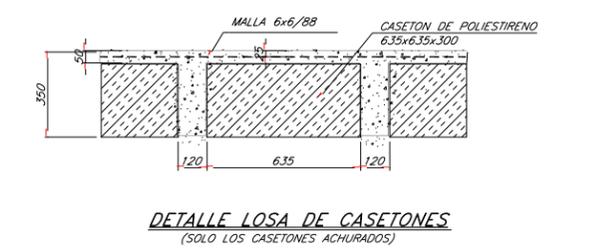
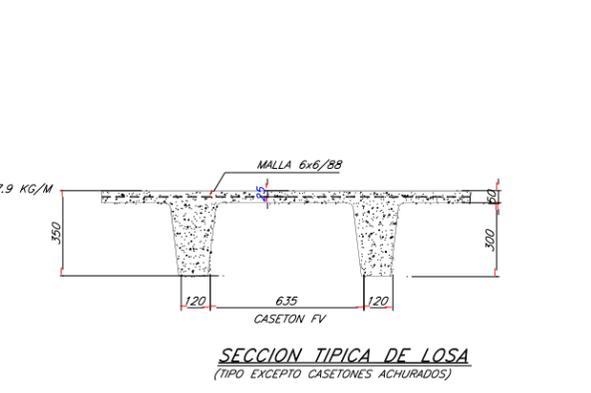
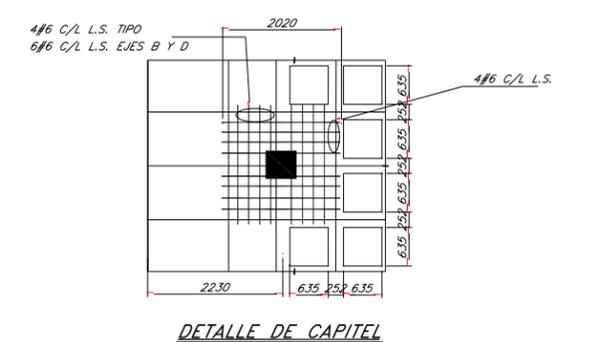
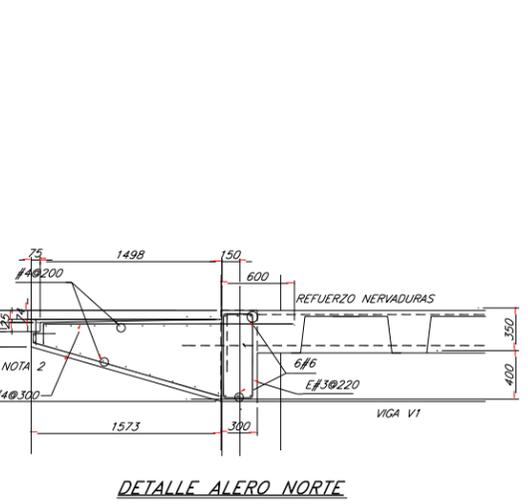
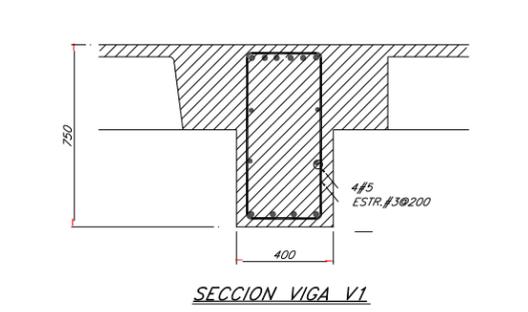
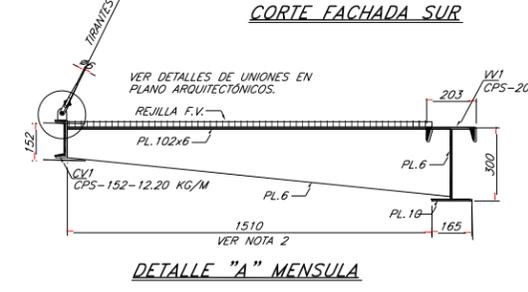
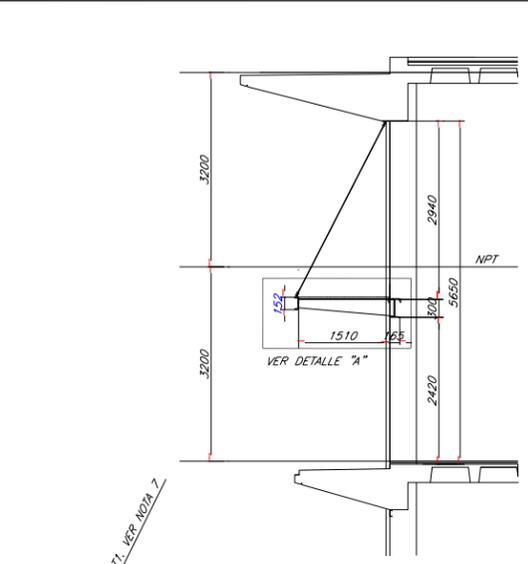
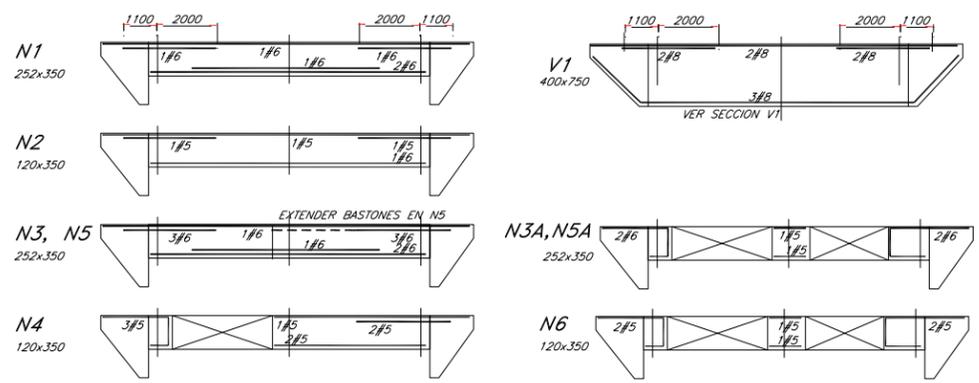
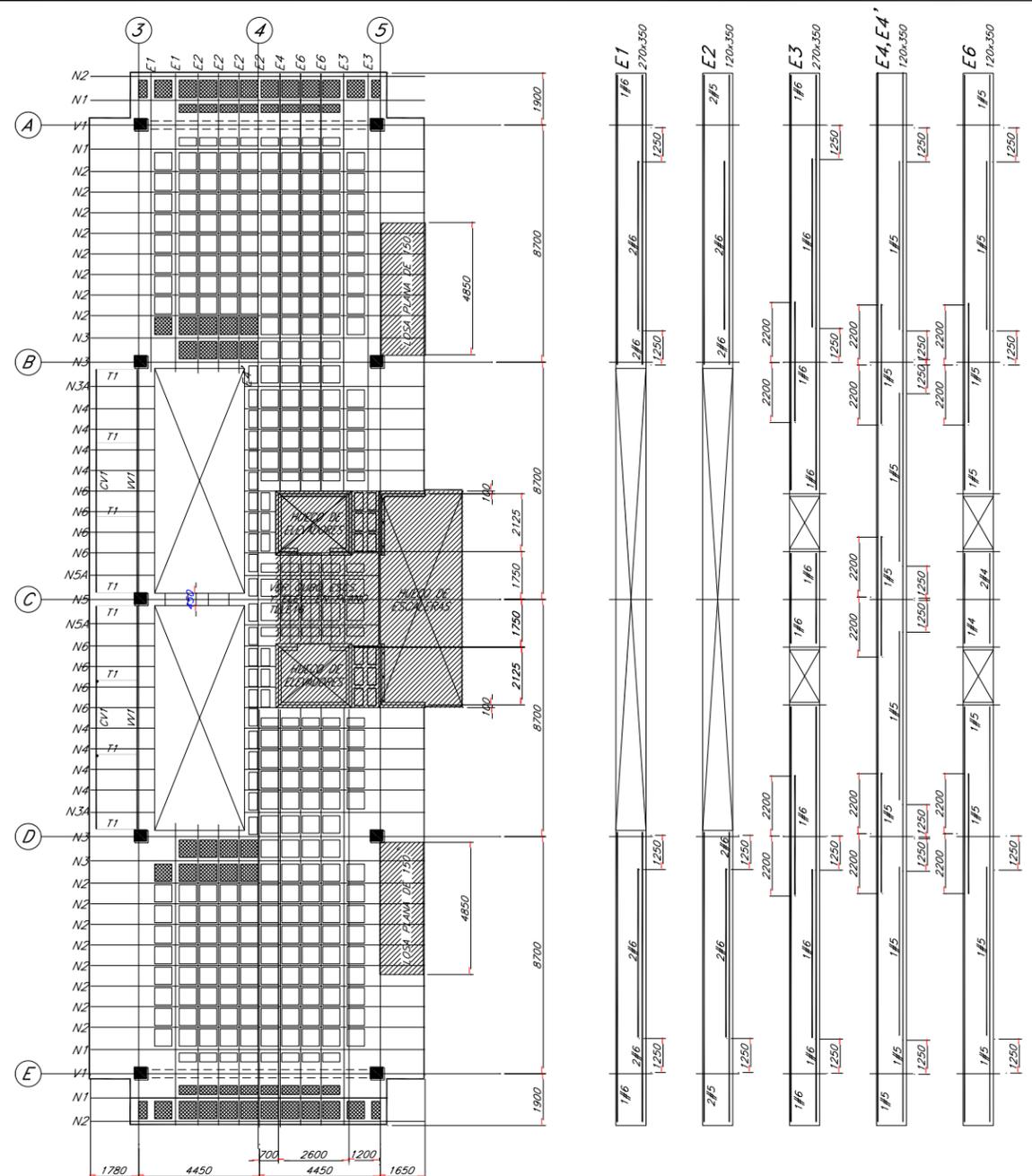
CLAVES Y SIMBOLOS

LOCALIZACION



LOCALIZACION TERRENO

INC. FRANCISCO GARZA MERCADO  
 PROYECTO  
**TORRE LA LOMA**  
 PROPIEDAD  
 UBICACION ENTRE CALLE PARTAGAS Y FINCA DE ALBERTO SANCHEZ GARCIA GARZA, S.L.L.  
 PLANO  
**LOSA NIVEL P.B. P.HOUSE TLE13**  
 PLANOS, NERVADURAS Y DETALLES  
 COLABORADORES:  
 FICHA  
 ESCALA 1:100  
 NÚMERO TLE13



- NOTAS GENERALES**
1. DIMENSIONES EN MILIMETROS.
  2. VERIFICAR DIMENSIONES EN PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
  3. NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA.
  4. CASETONES DE FIBRA DE VIDRIO DE: 300x635x635 mm.
  5. CASETONES ACHURADOS SON DE LA ZONA DE BARRIOS PARA ALCANAR INSTALACIONES.
  6. LAS INSTALACIONES QUE ATENDAN A NEUMATICAS DEBERAN LLEVAR MANEJA METALICA.
  7. EL ESPACIAMIENTO DE TRAVESAS Y MENSULAS SERA EL INDICADO EN PLANOS ARQUITECTONICOS.
  8. LOS PLANOS DE TALLER QUE SE JUSTIFIQUEN NECESARIOS SERAN POR LOS CONTRATISTAS DE LAS ESTRUCTURAS METALICAS.

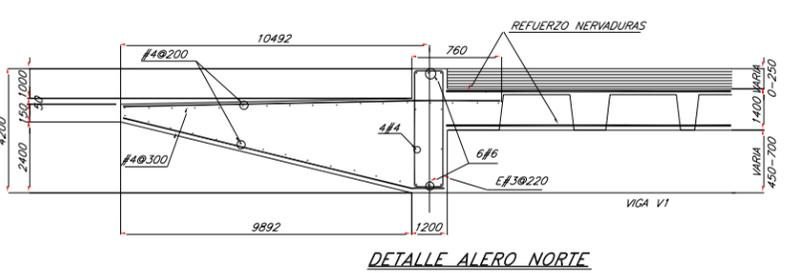
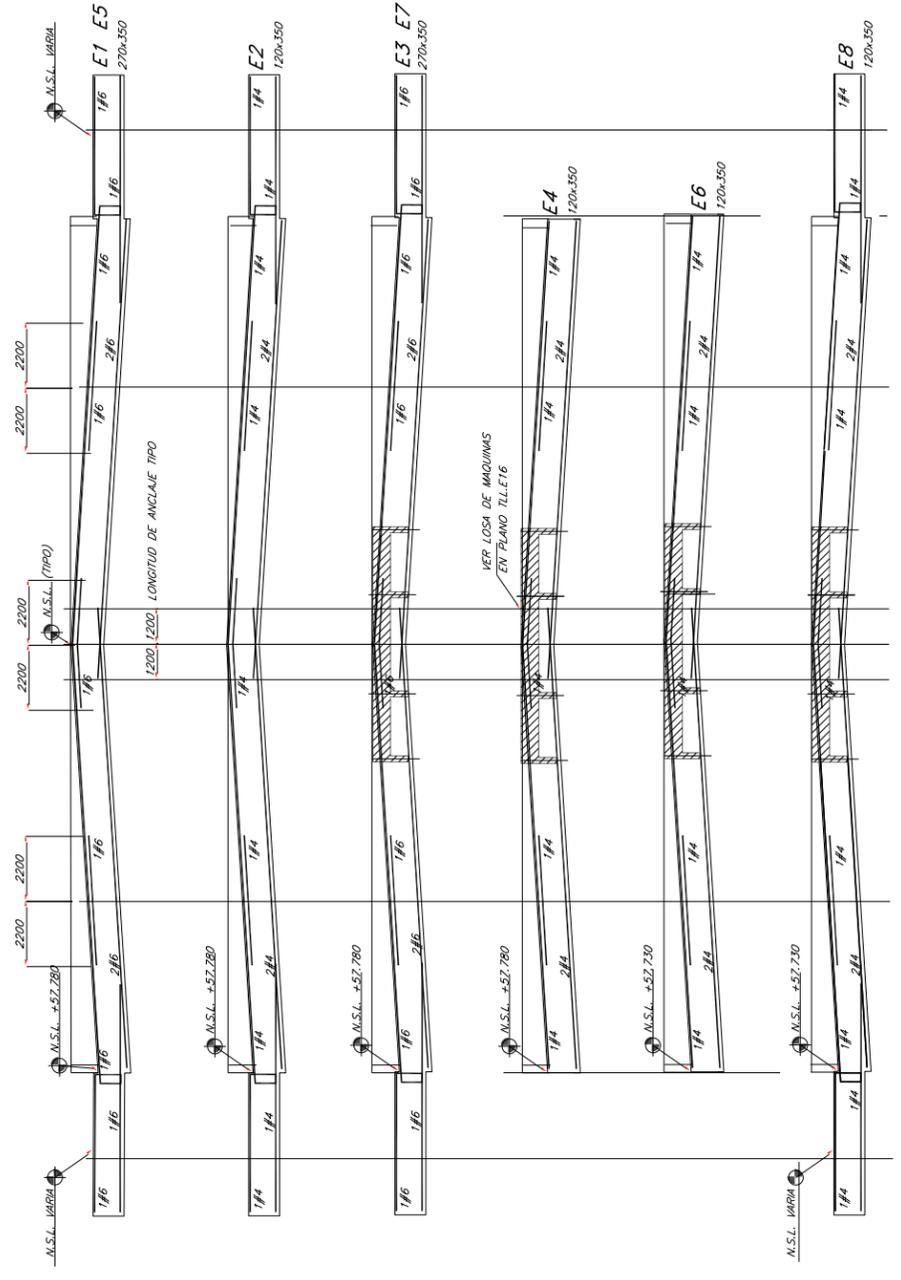
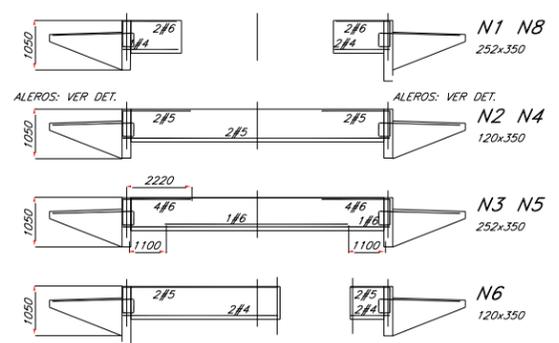
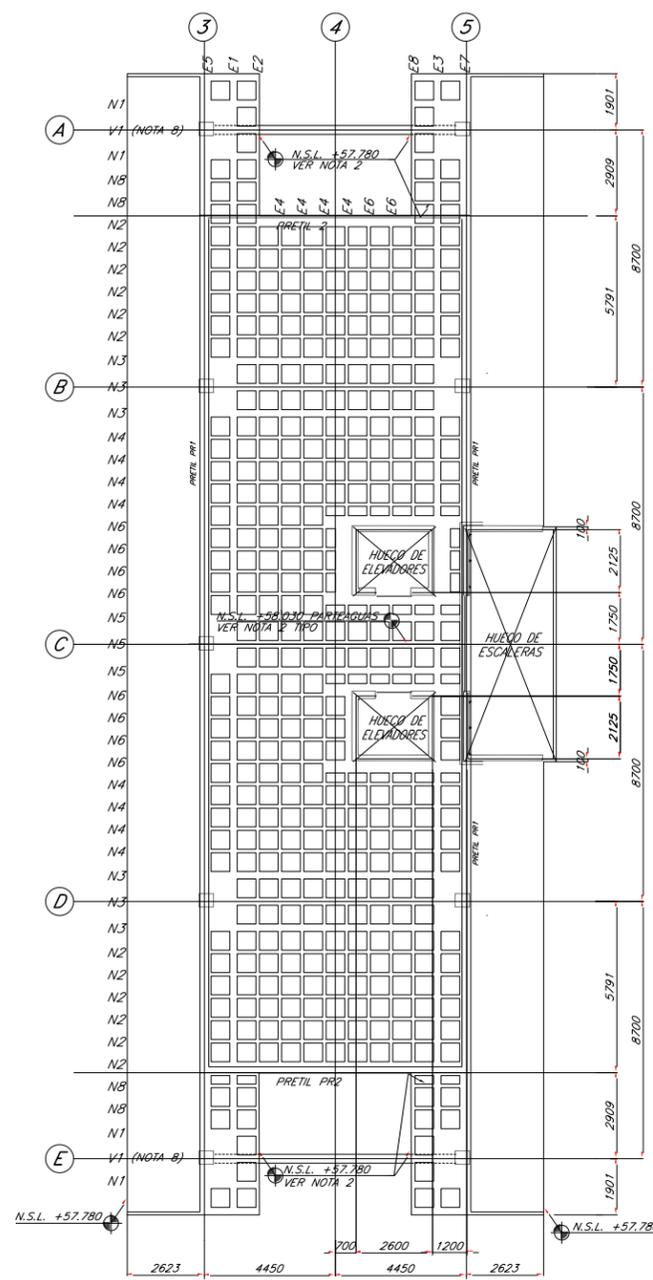
MODIFICACIONES

CLAVES Y SIMBOLOS

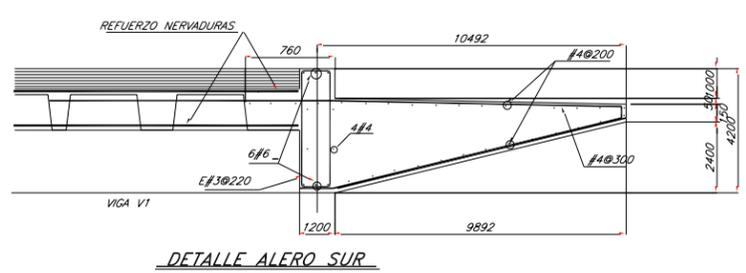
LOCALIZACION



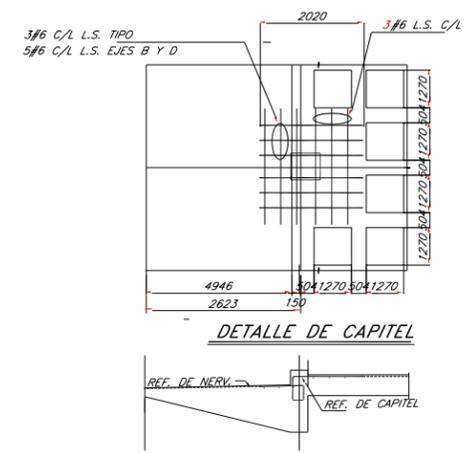
ING. FRANCISCO GARZA MERCADO  
 PROYECTO  
**TORRE LA LOMA**  
 PROYECTO  
 UBICACION: CALLE IMPERIAL Y AVENIDA DEL ALBISTO  
 SANTA FE, PUEBLO GARZA, COAHUILA, S.L.R.L.  
 PLANO: LOSA NIVEL P.A. P. HOUSE TLE. E14  
 PLANTA, NERVADURAS Y DETALLES  
 COLABORADORES: [Logo]



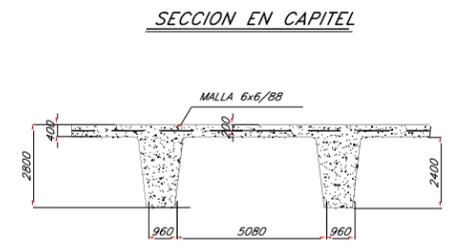
DETALLE ALERO NORTE



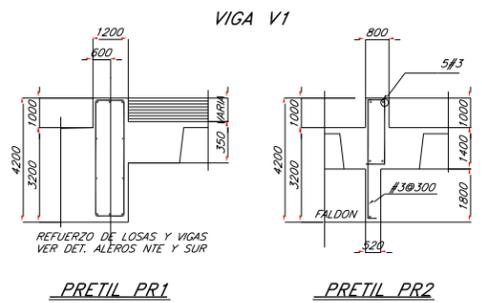
DETALLE ALERO SUR



DETALLE DE CAPITEL



SECCION TIPICA DE LOSA



PRETIL PR1

PRETIL PR2

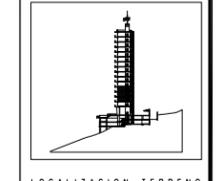
- NOTAS GENERALES
1. DIMENSIONES EN MILIMETROS.
  2. VERIFICAR DIMENSIONES Y NIVELES EN PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
  3. NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA.
  4. CESTONES DE FIBRA DE VIDRIO DE 300x300x5 mm.
  5. VER LOSA DE CUARTO DE MAQUINAS EN PLANO TLE16.
  6. TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON EL PLANO TLE16.
  7. VER NOTAS GENERALES EN PLANO TLE16.1.
  8. VER DETALLE DE V1 EN PLANO TLE16.1.

REVISIONES

MODIFICACIONES

CLAVES Y SIMBOLOS

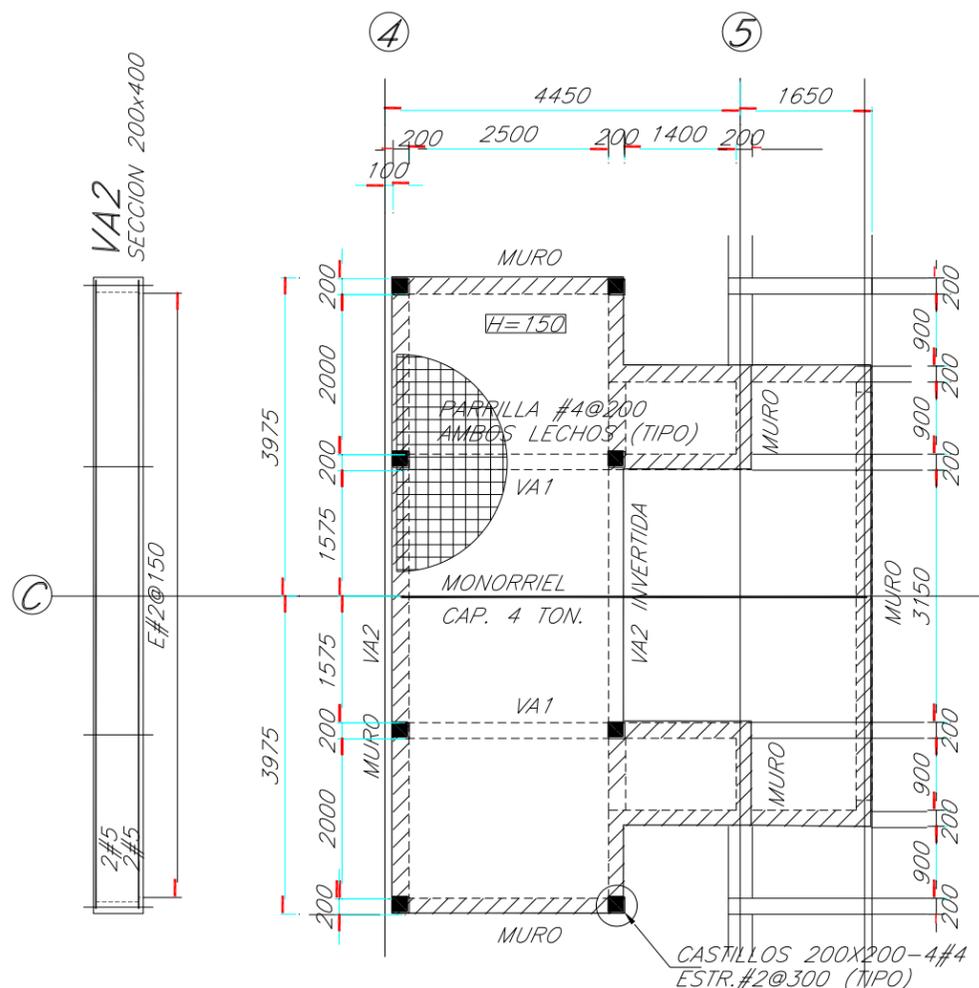
LOCALIZACION



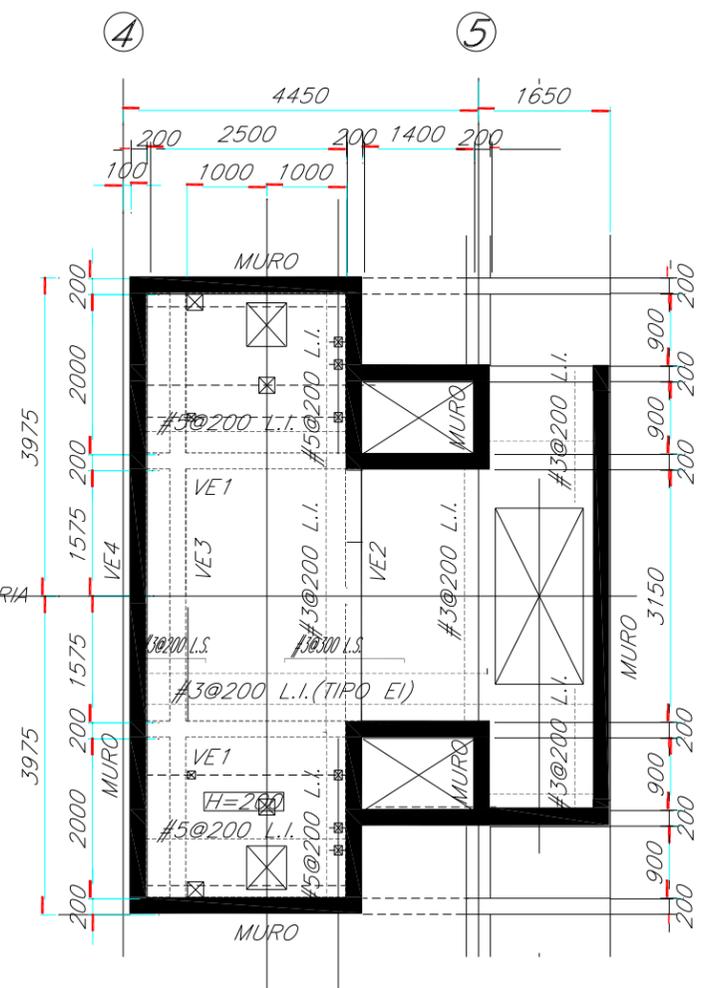
LOCALIZACION TERRENO

ING. FRANCISCO GARZA MERCADO  
 PROYECTO  
**TORRE LA LOMA**  
 PROPIEDAD  
 UBICACION: CARRETERA FEDERAL Y AVENIDA DE ALBERDI  
 SAN PEDRO GARZA, GUANAJUATO, P.N.L.  
 PLANO  
**LOSA NIVEL AZOTEA TLE15**  
 PLANTA, NERVADURAS Y DETALLES  
 COLABORADORES:  
 TEMA  
 ESCALA  
 1:100  
 HOJA  
 TLE15.1



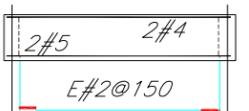


**LOSA AZOTEA C. MAQS.**

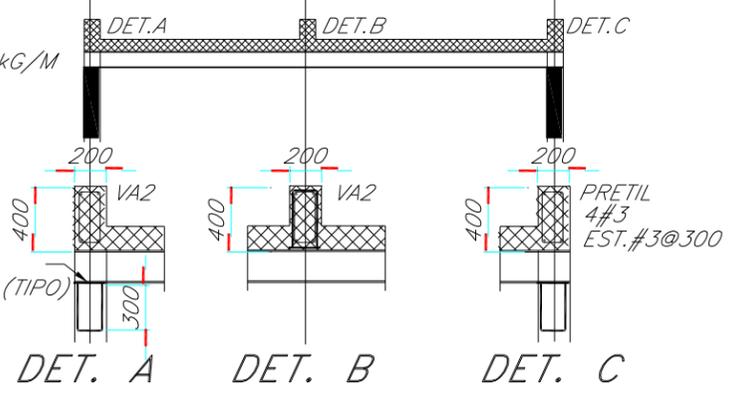


**LOSA ENTREPISO C. MAQS.**

**VA1**  
SECCION 200x400



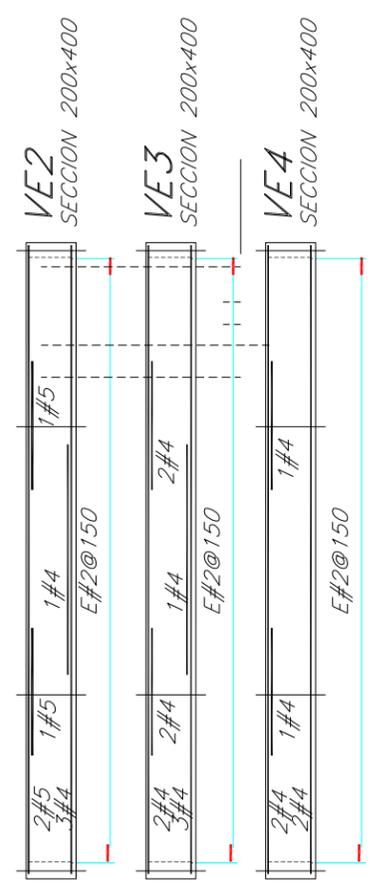
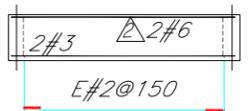
**MONORRIEL**  
IPR 203X133-26.78 KG/M



PL. 200X200X13 MM  
2 ANCLAS "U" Ø13B (TIPO)

PRETEL  
4#3  
EST. #3@300

**VE1**  
SECCION 200x400



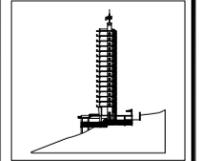
**NOTAS GENERALES**  
 1. DIMENSIONES EN MILIMETROS.  
 2. SECCIONES Y ARMAZONES EN MUROS EN PLANOS ARQUITECTONICOS.  
 3. SECCIONES Y ARMAZONES EN MUROS EN PLANOS MECANICOS.  
 4. SECCIONES Y ARMAZONES EN PLANOS MECANICOS EN PLANOS MECANICOS.  
 5. SECCIONES Y ARMAZONES EN PLANOS MECANICOS EN PLANOS MECANICOS.  
 6. SECCIONES Y ARMAZONES EN PLANOS MECANICOS EN PLANOS MECANICOS.  
 7. SECCIONES Y ARMAZONES EN PLANOS MECANICOS EN PLANOS MECANICOS.

REVISIONES

MODIFICACIONES

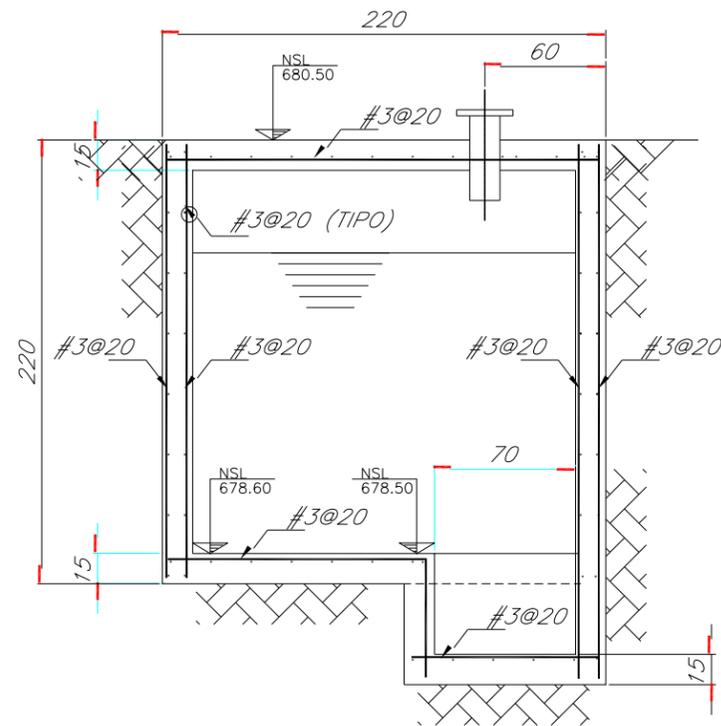
CLAVES Y SIMBOLOS

LOCALIZACION

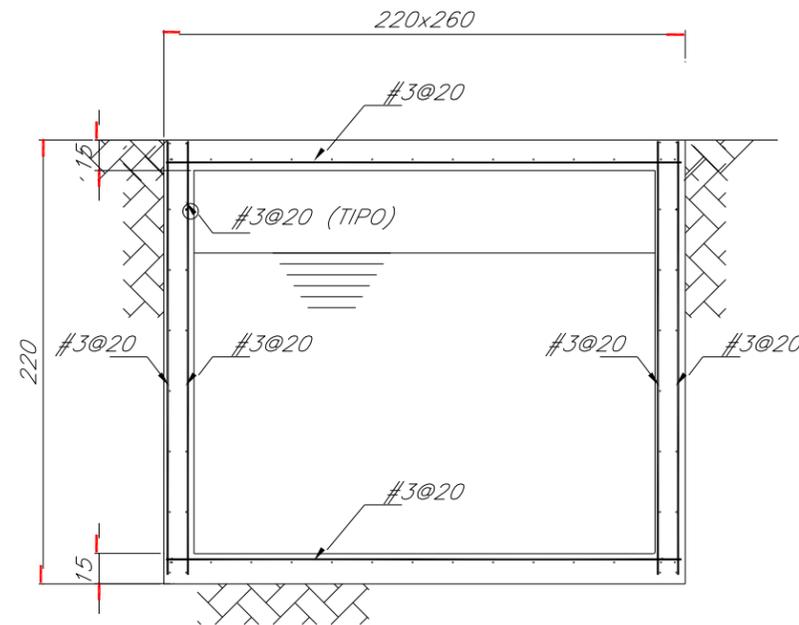


LOCALIZACION TERRENO

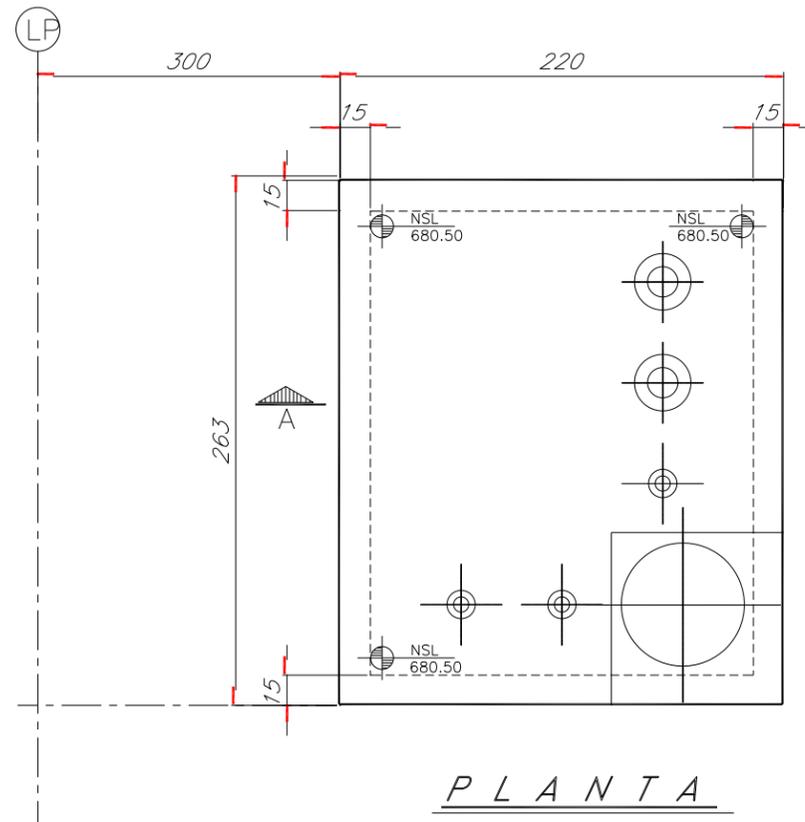
ING. FRANCISCO GARZA MERCADO  
 PROYECTO  
**TORRE LA LOMA**  
 PROPIEDAD  
 UBICACION  
 ENTRE CALLE ANTIGUA Y AVENIDA DE ALBERTO  
 SANCHEZ PRADO, GUATEMALA, G.U.  
 PLANO  
**CASETA DE ELVADORES TLE17**  
 PLANOS Y DETALLES  
 COLABORADORES:  
 ENRIQUE GARZA ROSETTE  
 FECHA  
 ABRIL/21/2003  
 ESCALA  
 1:25  
 NÚMERO  
 TLE17



SECCION EN CARCAMO



SECCION EN TANQUE



PLANTA

**NOTA:**

EL DOBLE REFUERZO INDICADO EN LOS MUROS ES PARA EL CASO EN QUE, DEBIDO A LA FUERTE INCLINACION DEL TERRENO, DICHS MUROS QUEDEN SOBRE EL SUELO. EN CASO CONTARIO, SI LOS MUROS ESTAN ENTERRADOS, COMO SE MUESTRA EN LOS CORTES, EL REFUERZO LADO EXTERIOR PUEDE OMITIRSE.

NOTAS GENERALES

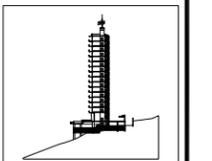
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS
2. UNIDADES EN METROS
3. ANOTACIONES EN CORTES, SECCIONES Y PLANOS EN PLANOS
4. ANOTACIONES EN CORTES, SECCIONES Y PLANOS EN PLANOS
5. VER NOTAS DE TERMINOS EN PLANOS DE PLANOS
6. CONSULTAR EN PLANOS DE PLANOS DE PLANOS

REVISIONES

MODIFICACIONES

CLAVES Y SIMBOLOS

LOCALIZACION



LOCALIZACION TERRENO

ING. FRANCISCO GARZA MERCADO

PROYECTO

TORRE LA LOMA

PROPIEDAD

UBICACION

EN LA CALLE AVANZADA Y AVENIDA DEL ALBERGO

EN LA CALLE AVANZADA Y AVENIDA DEL ALBERGO

PLANOS Y DETALLES

COLABORADORES:

FECHA

ESCALA

MEMO

