CAPITULO V. “CIMENTACIONES SOBRE ROCA CALIZA”

Este capítulo está enfocado al tipo de cimentaciones comunes sobre roca caliza en la Riviera Maya (específicamente en la Ciudad de Playa del Carmen), abarcando los criterios de diseño, procesos constructivos, y edificaciones comunes en la zona.

Primeramente como introducción se definirá el término cimentación:

Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de una edificación al subsuelo de la misma.

El diseño de cimentaciones de estructuras tales como edificios, puentes y presas requiere el conocimiento de factores como: condiciones geológicas del subsuelo considerado, resistencia, propiedades, características y comportamiento del subsuelo, la deformabilidad asociada al esfuerzo de los subsuelos que soportarán el sistema de cimentación, la carga que será transmitida por la superestructura a la cimentación (comúnmente denominada bajada de cargas); también se requiere tener conocimiento de las normas técnicas complementarias y el reglamento de construcción local, los cuales regirán el criterio de diseño de una cimentación.

Es importante señalar que las propiedades geotécnicas del subsuelo, tales como la granulometría, la plasticidad, la compresibilidad y la resistencia a fuerzas cortantes, pueden determinarse mediante pruebas apropiadas de laboratorio.

Enfatizando en el párrafo anterior estas pruebas de laboratorio arrojan las características y comportamiento de los subsuelos en estudio; en el capítulo anterior se mostraron pruebas relacionadas con el subsuelo común de la Riviera Maya obtenidas a través de estudios de mecánica de suelos desde la extracción de las muestras, conocimiento de la estratificación con equipo especializado, tales pruebas fueron estudiadas durante la carrera de Ingeniería Civil en las materias de comportamiento de suelos, mecánica de suelos y cimentaciones, materias en donde se estudio primeramente la obtención de muestras a través de: pozos a cielo abierto, prueba de penetración estándar, cono eléctrico, extracción de muestras con tubo Shelby etc., posteriormente el sometimiento de dichas muestras a pruebas de laboratorio para finalmente saber si ese subsuelo es factible para una estructura determinada, con esta información el ingeniero determina la cimentación más económica que genere un buen comportamiento, es decir que dicha cimentación pase la normatividad establecida por la reglamentación local como deformaciones y asentamientos permisibles o tolerables.

Recientemente se ha puesto énfasis en la determinación en sitio de las propiedades de Resistencia y deformación del subsuelo, debido a que así se evita la perturbación de las muestras durante la exploración de campo, así como al no ser llevadas las muestras a un laboratorio se genera un gran ahorro en tiempo para conocer las propiedades de los subsuelos. Sin embargo, bajo ciertas circunstancias no todos los parámetros necesarios pueden determinarse o están determinados, debido a motivos económicos o de otra índole. En tales casos el ingeniero debe formular ciertas hipótesis respecto a las propiedades del subsuelo.

Para estimar la exactitud de los parámetros del subsuelo, sin importar si fueron determinados en el laboratorio, en el campo o si fueron supuestos, el ingeniero debe tener un buen entendimiento de los principios básicos de la mecánica de suelos. Así mismo debe estar consciente que los depósitos de suelo natural sobre los que se construyen las cimentaciones no son homogéneos en la mayor parte de los casos.

Consecuentemente el ingeniero debe tener un conocimiento pleno de la geología de la zona, es decir, el origen y naturaleza de la estratificación del subsuelo (en el caso de la región que se estudia en esta tesis dicha información corresponde a los primeros capítulos previamente estudiados), es importante de igual forma tener conocimientos de las propiedades hidrológicas del subsuelo.

En general, las cimentaciones de edificios y puentes pueden dividirse en dos categorías principales: cimentaciones superficiales y cimentaciones profundas. Las zapatas aisladas, las zapatas corridas y las losas de cimentación son ejemplos de cimentaciones superficiales; en la mayor parte de éstas, la profundidad de desplante puede ser igual o menor a tres o cuatro veces el ancho de la cimentación.

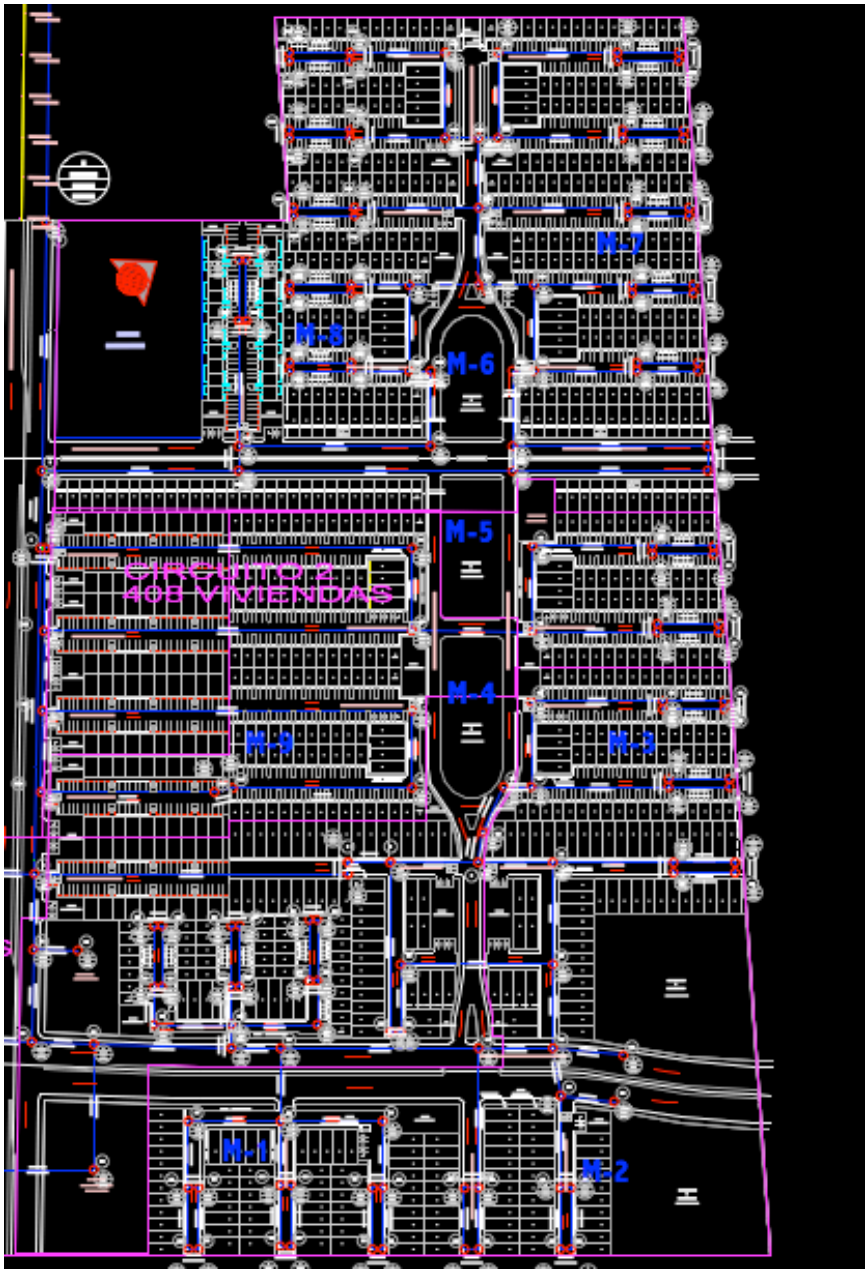
Los pilotes y las pilas son cimentaciones profundas. Éstas se usan en situaciones donde las capas superiores del terreno tienen baja capacidad de carga y cuando el uso de cimentaciones superficiales causará un daño o inestabilidad estructural considerable.

Posterior a esta breve introducción se presentarán ejemplos reales de cimentaciones comunes en la ciudad de Playa del Carmen en el estado de Quintana Roo, así como sus respectivos estudios y sondeos de mecánica de suelos, siendo el objetivo principal de este capítulo conocer el proceso completo que debe ejercer un ingeniero al proponer, diseñar y construir una cimentación; cabe mencionar que se puede generalizar el tipo y características del subsuelo para todo el estado de Quintana Roo ya que el subsuelo como se estudio en los primeros capítulos es homogéneo y estandarizado para prácticamente toda la Península de Yucatán.

V. a CASAS DE INTERÉS SOCIAL

El siguiente tipo de cimentación corresponde a un fraccionamiento que se encuentra actualmente en construcción denominado “Real Ibiza” donde se construyen departamentos de interés social conformados por edificios de tres niveles, casas de 2 niveles, áreas recreativas y comerciales, debido a políticas de privacidad de la constructora, no se proporcionó información de estudios de mecánica de suelos, sin embargo los datos sobre el subsuelo dados fue la Capacidad de carga admisible Qad= 80 ton/m2, profundidad de nivel freático equivalente a 12.5 m, tipo de roca encontrada: roca caliza de resistencia dura a media así como un estrato de 70 cm de material no consolidado llamado sascab.

El tipo de cimentación elegida fue losas de cimentación armada con una parrilla de varilla de 3/8” @ cada 15 cm y de 12 cm de espesor, dicha losa fue cimentada sobre un terraplén de 50 cm compactado al 95% conforme a la prueba porter estándar de material sascab.



PLAN MAESTRO DEL PROYECTO (1500 Viviendas)

PROCESO CONSTRUCTIVO

El proyecto ha sido empleado en diferentes ciudades de la república Mexicana, principalmente en la ciudad de México denominado “Real Paraíso”, en el área metropolitana del estado de México y en la ciudad de Pachuca en el estado de Hidalgo; por primera vez la empresa Edificaciones e Ingenierías del Centro S.A. de C.V., empresa encargada del proyecto, se encuentra ejecutando este proyecto en una zona costera, en la cual se modificó el proyecto acoplándose a las características de la región, elaborando estudios de mecánica de suelos, cambios en el diseño arquitectónico, se planearon instalaciones subterráneas, de aire acondicionado etc.

Una ves contando con el proyecto concretado y teniendo claramente los objetivos del mismo, se procede a la construcción; primeramente se realizan los trabajos previos para la cimentación, es importante mencionar que “Real Ibiza” es considerado después de la crisis del año 2009 como la obra mas importante en vivienda en la zona, compuesta por 1500 viviendas, por lo que la urbanización del complejo resulta impresionante, desde la exploración del área, hasta el movimiento de tierras que se genera para realizar las plataformas donde serán desplantadas las losas, las cuales están compuestas por material obtenido de la misma excavación, llevando un proceso de tratamiento en una planta trituradora construida en el complejo, también es importante ver los procesos de alcantarillado, suministro de agua potable, y telefonía e Internet subterráneos; por lo que se considera que aunque resulta ser un fraccionamiento de interés social, se reconoce que la planeación del mismo resulta de primer nivel, ya que será un fraccionamiento completamente autosuficiente y ecológico, debido a que aunque ha causado una gran deforestación en la zona contará con áreas verdes protegidas y también la seguridad del mismo utilizará un sistema a través de cámaras de video conectadas a Internet en donde cada casa tendrá acceso a ellas, sistema denominado viviendas de séptima generación.

Fig. 1 Zanja para abastecimiento de agua potable

Fig. 1.a Zanjadora utilizada en el proyecto

Habiendo descrito brevemente la dimensión y expectativas del proyecto, se indagará en la cimentación del mismo. Como en toda edificación planificada se elaboraron los respectivos sondeos del subsuelo, en el área donde se trazan las plataformas, fue necesario primeramente eliminar con maquinaria la capa vegetal que en esta región fue de 30 cm, posteriormente como se observan en las imágenes se encuentra la laja de roca caliza de resistencia media a dura, con maquinaria se realiza la excavación con el fin de nivelar lo mas posible el terreno con la laja de roca caliza expuesta; terminando la nivelación se realizó un relleno con material común en la región (sascab) de 50 cm compactado con maquinaria (motoconformadora y rodillo vibratorio) al 95% según la prueba porter en capas de 10 cm respectivamente.

Fig.2 Despalme del terreno

Fig. 2.a Nivelación del terreno para la plataforma

Fig. 3 Trituración del material

Fig. 3.a Plataforma compactada

Terminando el relleno se procede a tomar en cuenta las instalaciones eléctricas, hidrosanitarias, pluviales, telefonía etc. En este proyecto dichas instalaciones se encuentran debajo de la losa de cimentación por lo que previamente antes de habilitar el acero se realizan las respectivas zanjas de instalaciones sanitarias y pluviales, posteriormente se habilita el acero de refuerzo de la losa de cimentación correspondiendo un emparrillado con varilla de 3/8" @ 15 cm en ambos sentidos, durante el habilitado del acero en la cimentación se dejan "disparadas" varillas de 3/8" @ 60 cm en todo el perímetro donde existirán muros de carga, debido a que la estructura de todas las viviendas será a base de muros de carga de block de concreto de 15 cm de espesor ahogados con concreto, las varillas de 3/8" serán el el refuerzo de acero vertical de los muros estructurales mencionados anteriormente; la cimbra de la losa de cimentación esta conformada por elementos estructurales de acero que delimitan el perímetro de la losa cumpliendo con los 10 cm de peralte marcados en el proyecto; posterior al armado y liberación del tramo por parte de los fierreros, los eléctricos instalan los ductos que llevarán la instalación eléctrica, interfón, telefonía, Internet, televisión etc.

Terminando este proceso se realiza la limpieza exhaustiva de la losa para recibir el colado de la estructura con concreto premezclado de resistencia f`c=250 kg/cm2 bombeable, para después curar la losa con un acelerante de curado llamado Curacreto.

Fig. 4 Sistema de Cimbra y Excavación de cepas para instalaciones sanitarias y pluviales

Fig. 5 Colado de la losa de cimentación

Fig. 5.a Acero estructural de muros de carga

Al finalizar la losa de cimentación, se realiza el trazo de la estructura y comienza el levantamiento de los muros de carga con sus respectivos castillos ahogados, el proceso es sumamente rápido, ya que cada plataforma lista para levantar muros de carga tiene capacidad para 5 casas; terminando el levantamiento de muros, se realiza el cimbrado del sistema de pisos conformado por un sistema de poliestireno denominado novidesa, que funciona como cimbra perdida, similar al sistema de piso vigueta y bovedilla, sin embargo con el sistema novidesa los tiempos se agilizan en forma importante; al igual que en el sistema de vigueta y bovedilla se requiere una losa armada con malla electrosoldada para conformar el sistema de piso. Es importante notar la eficiencia del sistema de cimentación utilizado para estas viviendas, ya que resulta rápido, económico, y ofrece gran estabilidad a la estructura soportando perfectamente los 3 niveles especificados en el proyecto.

Fig. 6 Estructura a base de muros de carga ahogados

Fig. 6.a Sistema de piso “Novidesa”

Fig. 7 Entrega de Vivienda

CONCLUSIONES

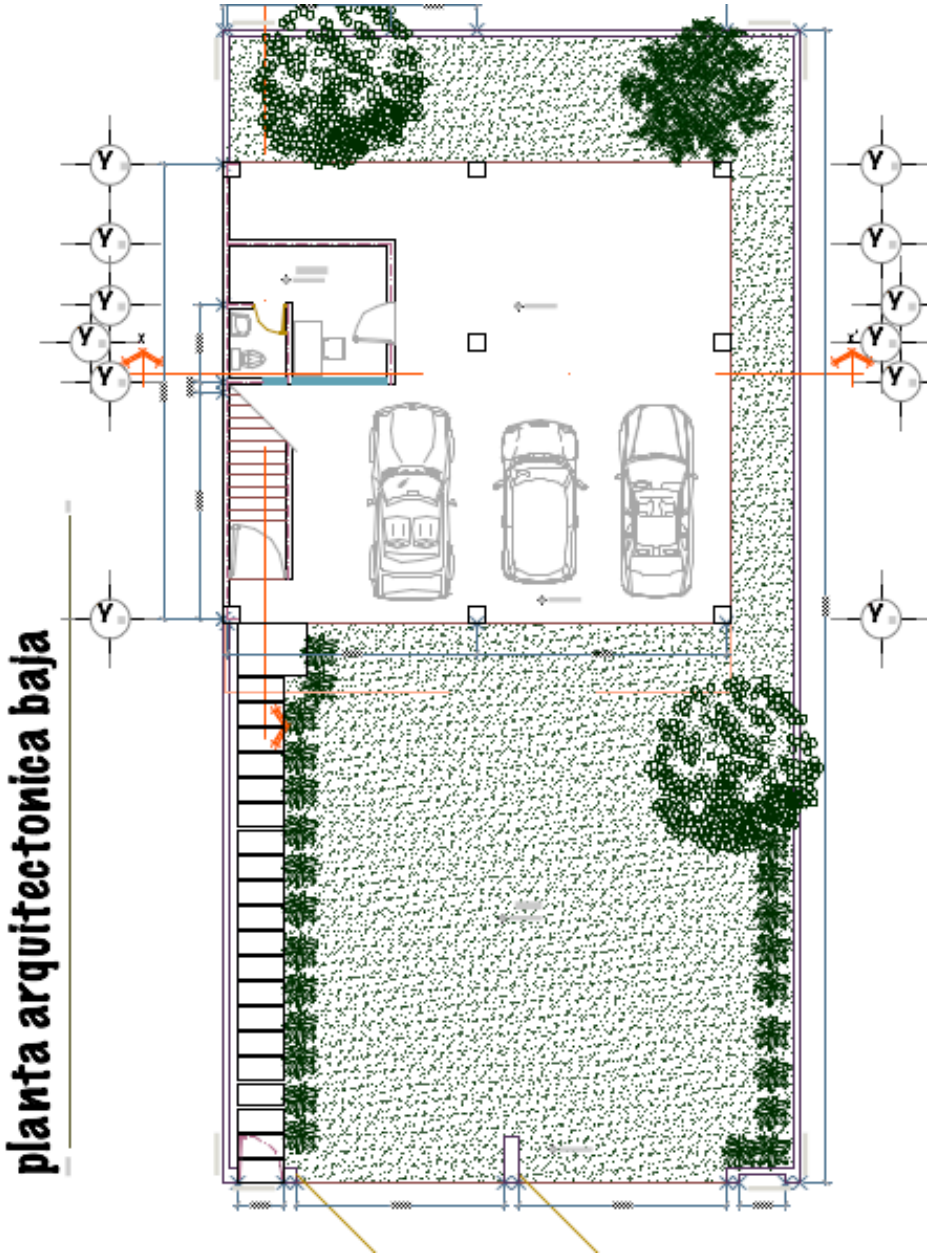
Este tipo de cimentación resulta sencillo siendo muy común hoy en día este tipo de edificaciones, ya que son edificaciones ligeras, económicas, y que brindan inmejorables tiempos para su construcción, sin embargo lo que me causó impresión es que en sus elementos estructurales no se contemplan castillos ni columnas, es decir las barbas de varilla de 3/8” preparadas previas al colado quedaron ahogadas dentro de los muros de la casa a base de block hueco de 10 cm de espesor; y este tipo de estructura requiere un alto control de calidad, ya que se debe garantizar que efectivamente todos los castillos ahogados cumplan con lo especificado en el proyecto.

En este tipo de edificaciones resulta interesante observar la velocidad de construcción y la producción en serie de las viviendas lo cual resulta muy eficaz con respecto a las edificaciones construidas tradicionalmente; al estar en esta obra pude constatar la velocidad de edificación, ya que semanalmente la producción era de 3 plataformas conformadas por 5 a 7 casas cada una; sin embargo a mi criterio no las considero edificaciones con controles de calidad altos, ya que la calidad de los materiales empleados no experimentan pruebas estrictas, se eligen materiales sumamente económicos, los procesos de acabados son de baja calidad, la estructura a base de muros de block ahogados con concreto no tiene estrictos controles de calidad, ya que en varias ocasiones al colocar las instalaciones, faltaban muros por ahogar con concreto; en

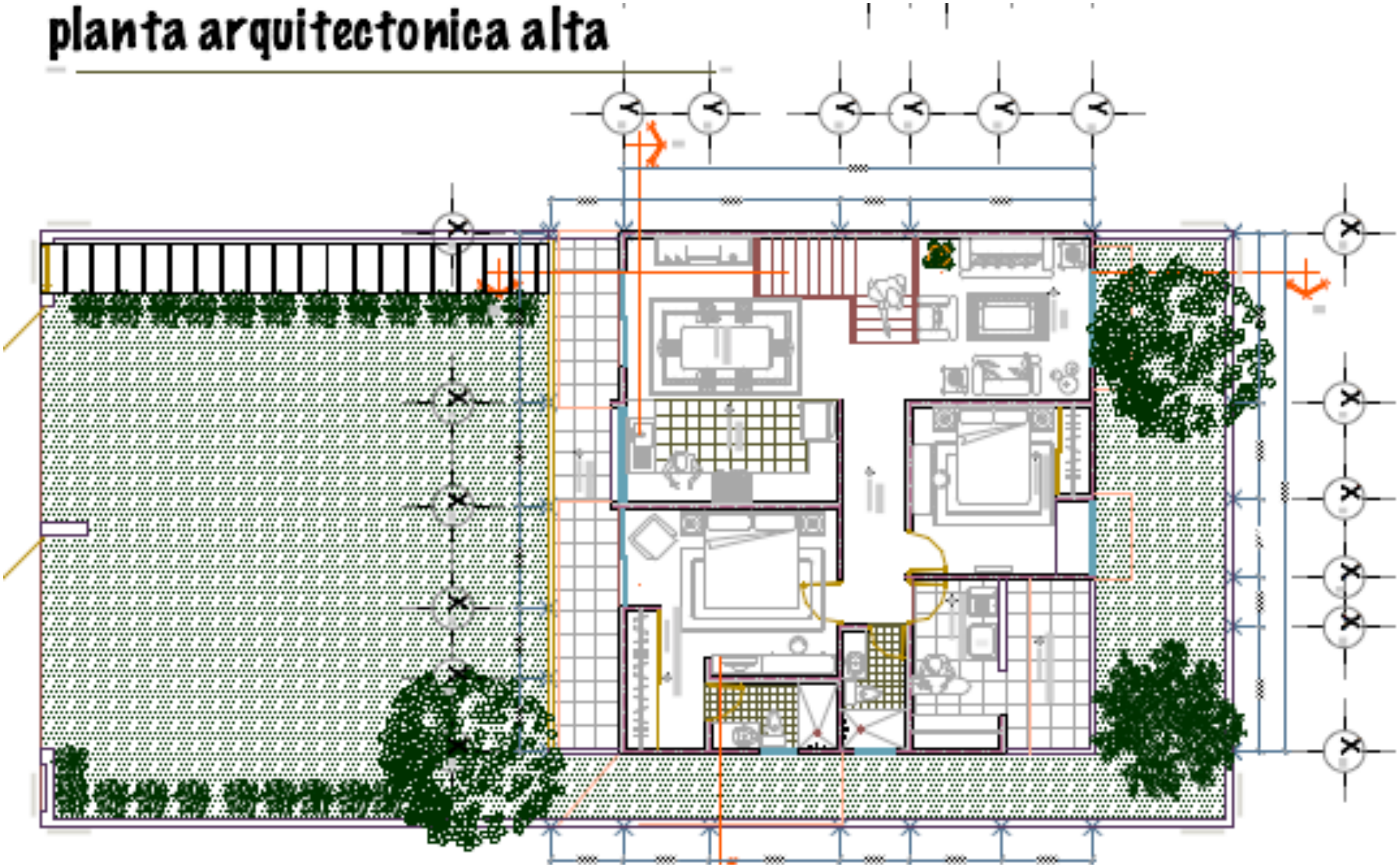
este tipo de construcción muchas veces apenas se pasan los controles mínimos de calidad enmarcados por las normas constructivas internacionales, por ende su durabilidad es menor al compararlas con estructuras edificadas tradicionalmente; sin embargo a las empresas constructoras lo que les interesa es cumplir el año de garantía que se les ofrece a los clientes, pasando esta fecha, los clientes se encargan de cualquier reparación en el conjunto.

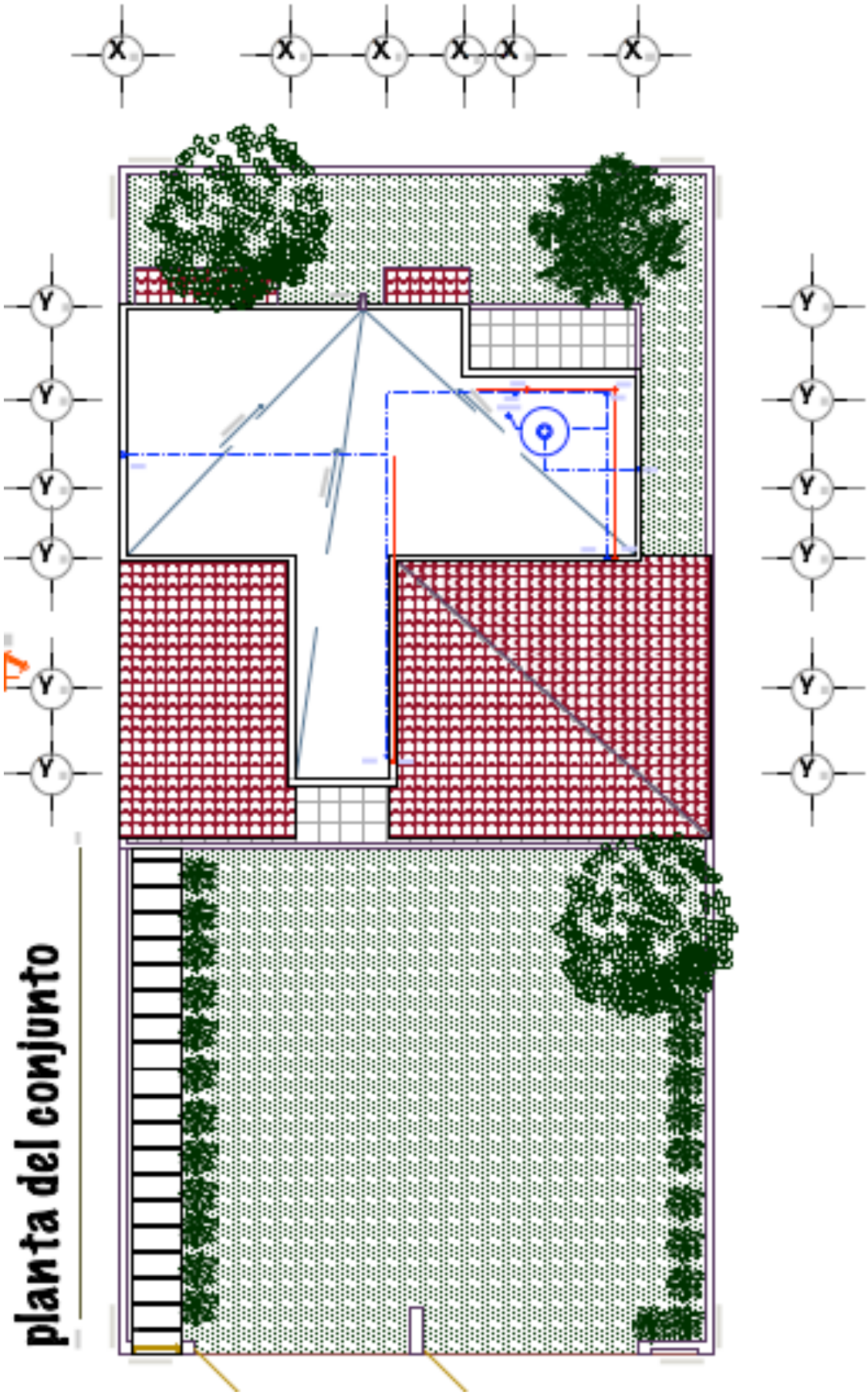
V. b CASA HABITACION DE DOS NIVELES NIVEL MEDIO-ALTO

La primera estructura que se presentará es una casa ubicada en la colonia ejidal de Playa del carmen ubicada aproximadamente a 1 km de la playa, ubicada en el nuevo fraccionamiento denominado forjadores de la colonia Zazil Ha contando con toda la infraestructura para ser urbanizado como agua potable, servicio de alcantarillado, electricidad, telefonía, voz y datos en instalaciones subterráneas etc. Cabe mencionar que este tipo de instalaciones subterráneas comienzan a surgir en forma importante en todos los nuevos fraccionamientos y colonias populares de esta ciudad, demostrando la gran planeación que existe por los inversionistas y el gobierno estatal en dichos complejos habitacionales, con lo que se previenen factores comunes en la región que afectan la infraestructura como huracanes, tormentas tropicales, erosión, etc. La siguiente estructura fue diseñada en dos niveles como muestra el siguiente plano arquitectónico de la figura 1.



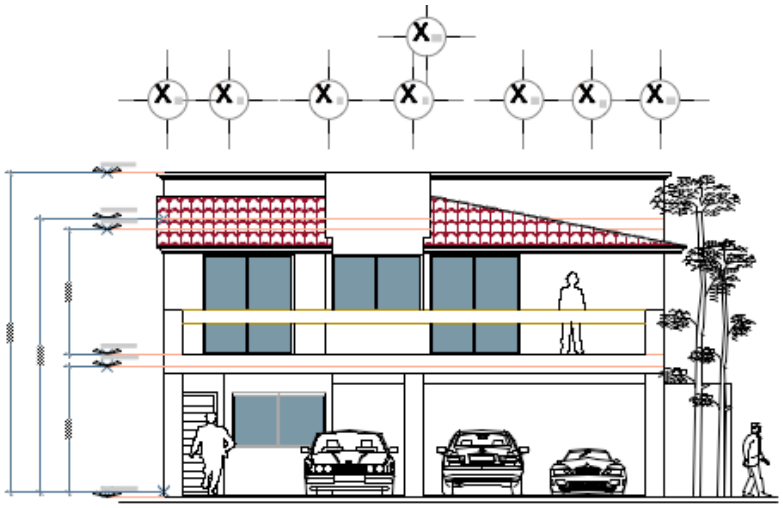
planta arquitectonica alta



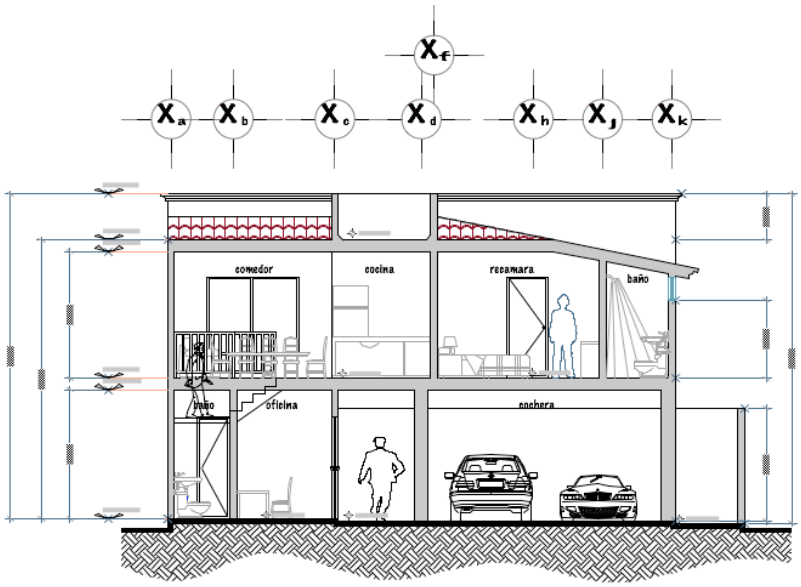


planta del conjunto

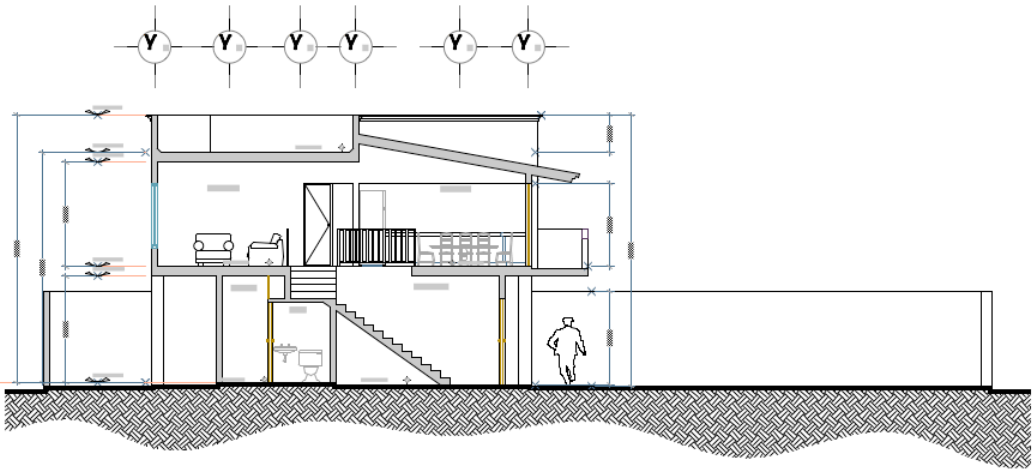
fachada principal



corte transversal x-x'



corte longitudinal y-y'



Como se puede observar se trata de una construcción tipo B es decir casa habitación de dos recamaras, sala, comedor, cocina y área de servicio, la planta baja será utilizada como patio como lo establece el plano de planta baja mostrado anteriormente.

De dicha construcción estuve a cargo y explicaré el proceso constructivo de la cimentación.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

El primer paso para realizar una construcción es la realización de sondeos exploratorios del subsuelo donde se cimentará la estructura, es de gran importancia como ingenieros realizar los sondeos que sean necesarios, ya que estos proporcionarán propiedades mecánicas del subsuelo que garanticen resistencia del terreno, es muy importante no confiarse y dejar en el olvido los estudios de mecánica de suelos, por ejemplo, muchas veces se observan construcciones adyacentes y podría pensarse que el subsuelo puede soportar una estructura de las mimas dimensiones o menores, sin embargo eso es un gran error ya que como se estudió en los capítulos anteriores el subsuelo no siempre presenta homogeneidad y en toda construcción la mecánica de suelos debe ser considerada para cada estructura a cimentar.

En la Península de Yucatán como se observó en los capítulos anteriores el subsuelo es muy resistente prácticamente en la mayor extensión de la Península, lo que nos garantiza que en efecto puede soportar casi todas las estructuras que se planeen construir, claro exceptuando las regiones fangosas, sin embargo cabe resaltar que el problema común que le da gran importancia a los estudios de mecánica de suelos es la existencia de cenotes y cavernas, causados por el fenómeno de karsticidad ya estudiado en esta tesis en los primeros capítulos, dichas formaciones son muy perjudiciales para las estructuras, ya que es prácticamente seguro que fallen en el futuro, provocando asentamientos mas allá de los máximos permisibles, y en el peor de los casos hundimientos y derrumbes.

Los estudios para la casa habitación de este ejemplo los realizó la empresa Diseño y Construcción S.A de C.V.

El reporte de dicho estudio proporcionó la siguiente información:

ANTECEDENTES

La roca superficial está formada por una capa de roca de dureza media a muy dura hasta los 1.5 m de profundidad, a continuación le subyace el material de compactación media y pequeños estratos del denominado sascab (roca caliza no consolidada) hasta los 3.75 m, finalmente a partir de los 5 m la roca predominante es roca muy compacta a dura.

INTRODUCCIÓN

Para conocer las propiedades físicas del subsuelo, detectar posibles cavidades y determinar el tipo de cimentación de una casa habitación se solicito a esta empresa realizar 3 sondeos del tipo avance controlado

TIPO DE OBRA

El tipo de obra a construir: Casa Habitación

UBICACIÓN DE LA OBRA.

Se localiza en el lote 02, manzana 11, calle 30 esquina calle 80, colonia Forjadores, en Playa del Carmen, municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

TOPOGRAFIA

El terreno es plano con una cota promedio de 7.5 metros sobre el nivel de aguas freáticas.

EQUIPO UTILIZADO

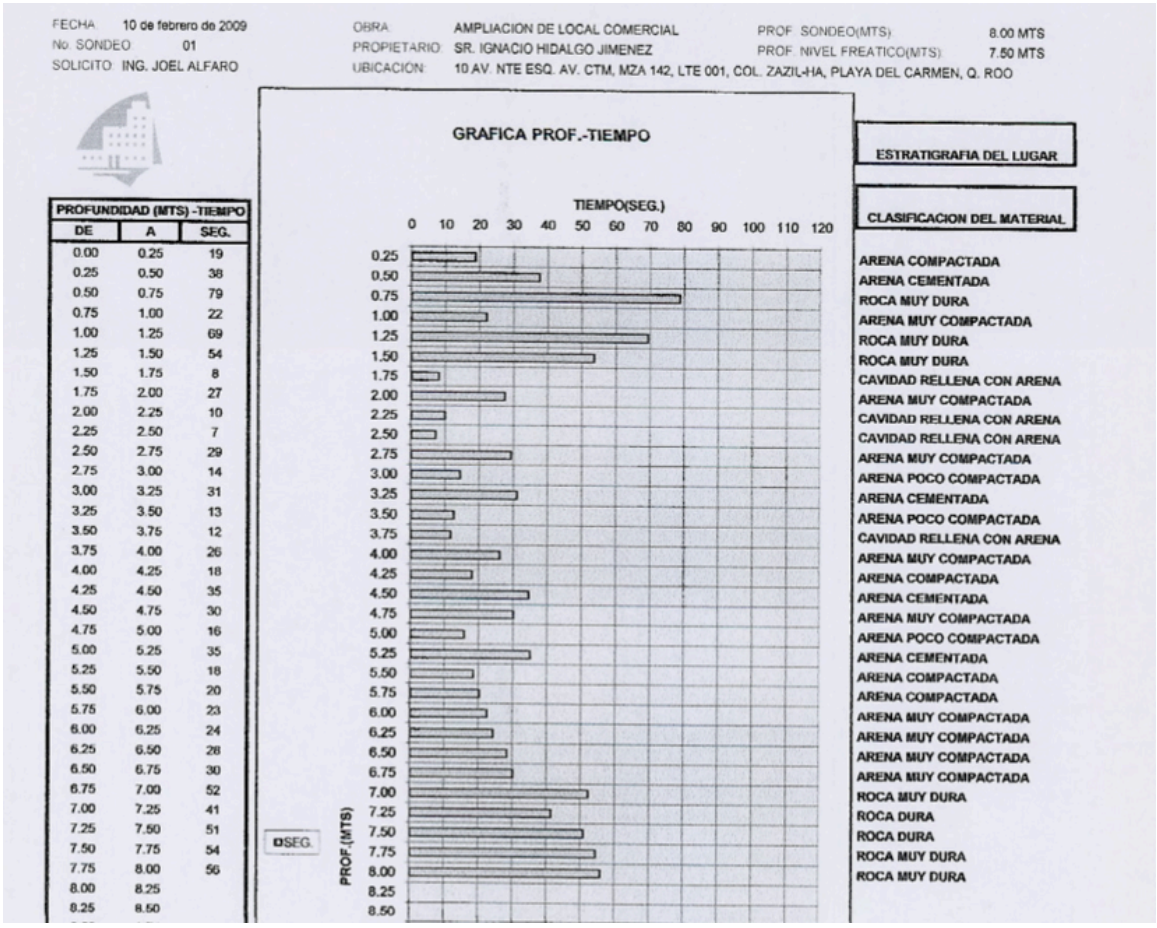
El equipo utilizado es perforadora marca Stenuik, con martillo de fondo de broca de 3 pulgadas de diámetro con insertos de diamante, alimentado por compresor marca Ingersoll Rand 250.

PROCEDIMIENTO

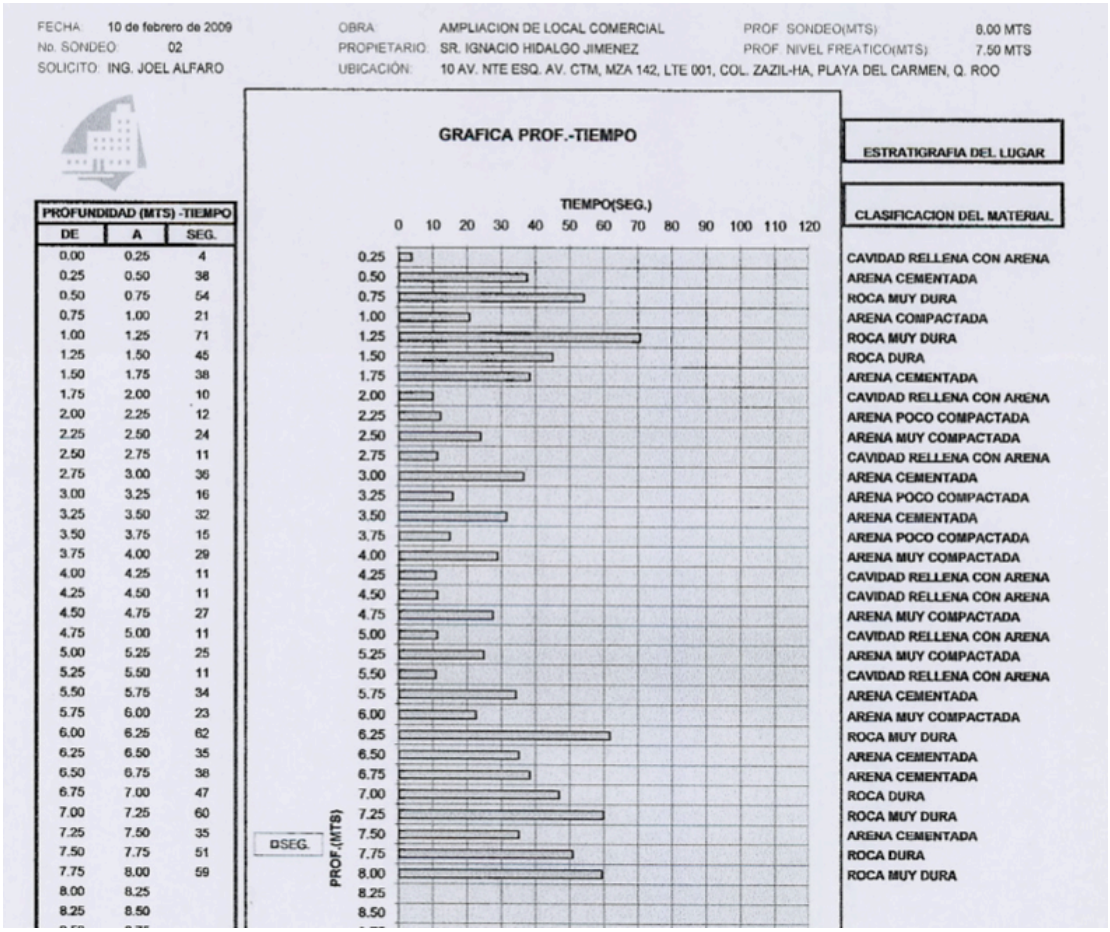
El procedimiento es de avance controlado, para lo cual las barras de perforación están marcadas cada 25 cm y desde el inicio de la perforación, se toman lecturas de tiempo para avanzar 25 cm de perforación, logrando con esto detectar inmediatamente cualquier cambio de dureza del material y/o posibles cavidades.

ESTRATIGRAFIA

A continuación se presentarán los sondeos realizados al subsuelo en este terreno, la profundidad alcanzada en dichos sondeos fue de 8 m; en las gráficas se puede observar la relación profundidad – tiempo así como la estratigrafía encontrada a cada 25 cm de profundidad, se puede observar el nivel del manto freático localizado a 7.5 m de profundidad; por el tamaño de la vivienda en esta construcción se realizaron 2 sondeos como se muestran en las graficas siguientes:



PROFUNDIDAD (MTS) -TIEMPO		
DE	A	SEG.
0.00	0.25	19
0.25	0.50	38
0.50	0.75	79
0.75	1.00	22
1.00	1.25	69
1.25	1.50	54
1.50	1.75	8
1.75	2.00	27
2.00	2.25	10
2.25	2.50	7
2.50	2.75	29
2.75	3.00	14
3.00	3.25	31
3.25	3.50	13
3.50	3.75	12
3.75	4.00	26
4.00	4.25	18
4.25	4.50	35
4.50	4.75	30
4.75	5.00	16
5.00	5.25	35
5.25	5.50	18
5.50	5.75	20
5.75	6.00	23
6.00	6.25	24
6.25	6.50	28
6.50	6.75	30
6.75	7.00	52
7.00	7.25	41
7.25	7.50	51
7.50	7.75	54
7.75	8.00	56
8.00	8.25	
8.25	8.50	



PROFUNDIDAD (MTS) -TIEMPO		
DE	A	SEG.
0.00	0.25	4
0.25	0.50	38
0.50	0.75	54
0.75	1.00	21
1.00	1.25	71
1.25	1.50	45
1.50	1.75	38
1.75	2.00	10
2.00	2.25	12
2.25	2.50	24
2.50	2.75	11
2.75	3.00	36
3.00	3.25	16
3.25	3.50	32
3.50	3.75	15
3.75	4.00	29
4.00	4.25	11
4.25	4.50	11
4.50	4.75	27
4.75	5.00	11
5.00	5.25	25
5.25	5.50	11
5.50	5.75	34
5.75	6.00	23
6.00	6.25	62
6.25	6.50	35
6.50	6.75	38
6.75	7.00	47
7.00	7.25	60
7.25	7.50	35
7.50	7.75	51
7.75	8.00	59
8.00	8.25	
8.25	8.50	

TABLA 1 Y 2. Sondeos del subsuelo

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como puede observarse en los resultados, el subsuelo es de muy buena calidad, ya que después de la capa de tierra vegetal y/o relleno y rocas sueltas, cuyo espesor es de 25 centímetros en promedio, le subyace un estrato de roca que varia de dureza alta a media, esto hasta la profundidad explorada, con algunos estratos de suelo compacto (sascab).

La cimentación será del tipo superficial, a base de mampostería de piedra dura para muros de carga y zapatas de concreto armado para columnas. La capacidad de carga admisible para el diseño Qad= 50 Ton/m2. Para el desplante de la cimentación se retirará la tierra vegetal y rocas sueltas.

Fig. 1 Terreno donde se cimentará la estructura

En base al estudio de mecánica de suelos y con la información de la capacidad de carga admisible para el diseño, el estructurista es el encargado de realizar los cálculos necesarios para poder llegar a las dimensiones correctas de las zapatas corridas, en este caso el proyecto establece que serán de mampostería, contratrabes y las zapatas aisladas de dicha cimentación de tipo superficial, realizando previamente la bajada de cargas de la estructura.

Posteriormente se elaboran los planos correspondientes a toda la estructura como planos de cimentación donde tienen que estar especificadas con claridad las características de los materiales como resistencia del concreto, diámetro de varillas, tipo de estribos, especificaciones del armado, dimensiones de las zapatas, contratrabes, dados, y ubicación de estas etc.

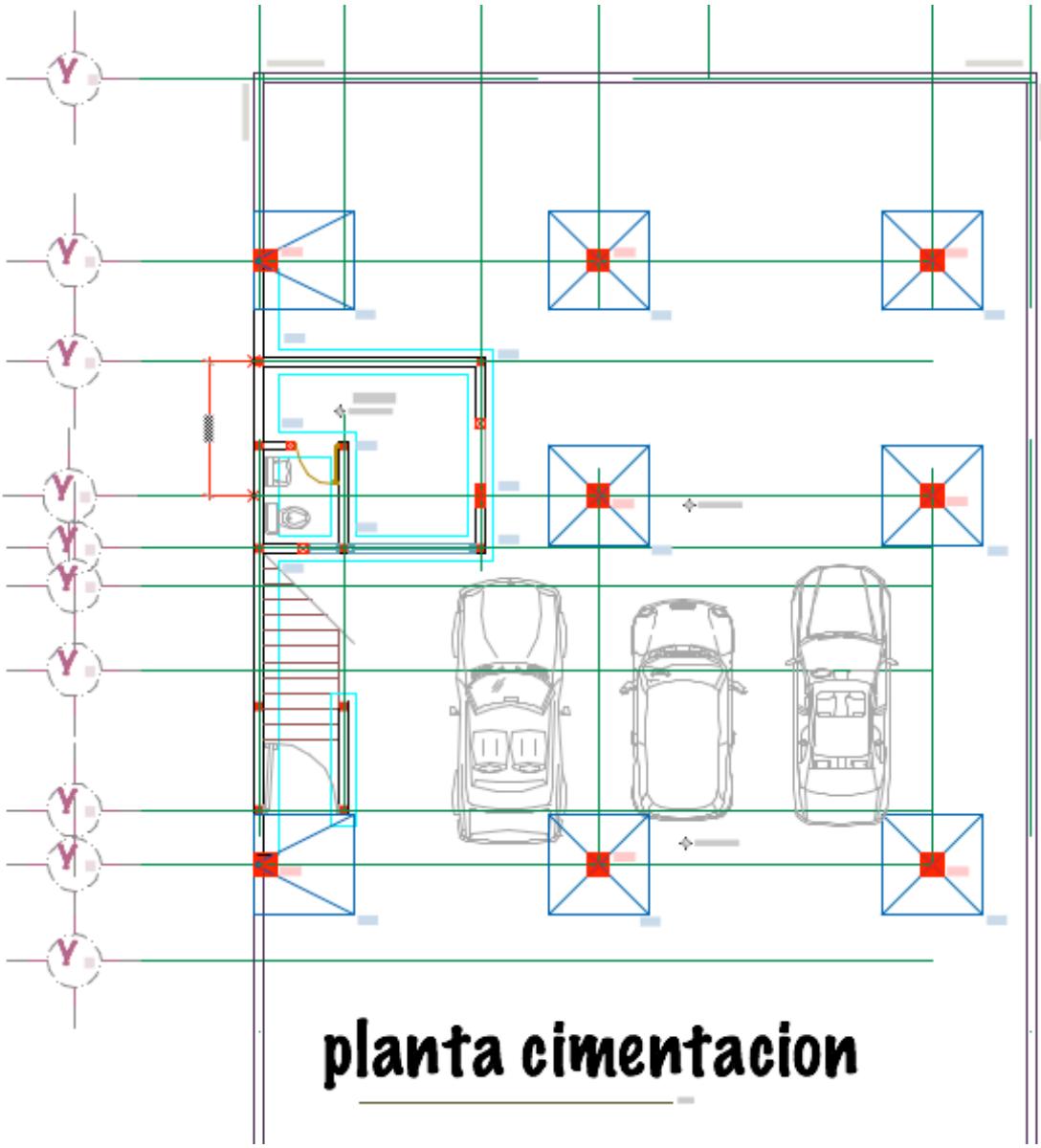
Los planos estructurales muestran las dimensiones de trabes, columnas, castillos, losas, muros de carga, especificaciones del armado de la superestructura etc.

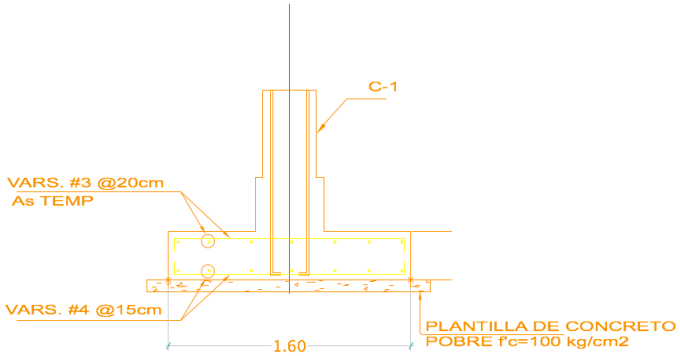
Los planos arquitectónicos marcan la distribución de los espacios, área de construcción, áreas comunes como jardines y pasillos, muros divisorios, cancelería y ventanas, puertas, acabados (tipo de acabado en muros, losetas, pisos, tejas etc.) y en muchas ocasiones se presentan hasta el tipo de muebles y material de estos recomendados por el arquitecto como lo veremos mas adelante en los planos del ejemplo de casa nivel residencial.

Los planos de instalaciones son de suma importancia para el constructor ya que las instalaciones van de la mano con la construcción en toda la obra, en dichos planos se marca la ubicación de las instalaciones, eléctricas, sanitarias, agua, gas, aire acondicionado, telefónicas, sonido y sistema de televisión satelital o cable.

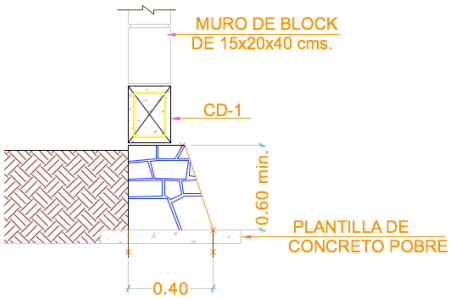
Con estas herramientas se procede a la construcción de la casa habitación habiendo obtenido en el ayuntamiento las licencias y tramites necesarios para poder iniciar los trabajos.

A continuación se presentan los planos correspondientes a la cimentación de la casa:


planta cimentacion



ZAPATA Z-1



CIMENTACION EN LINDEROS

PROCESO CONSTRUCTIVO

Ya con los planos de la obra, el Ingeniero comienza con la construcción, primeramente se realiza el despalme del terreno, para este proyecto se determinó realizar el despalme a mano, es decir sin maquinas debido a que el terreno es pequeño (300 m2) y el volumen a despalmar no es de gran consideración.

Terminado el despalme se prosigue a retirar la capa vegetal para dejar visible la denominada laja (Figura 2.) que es en donde se desplantará la cimentación de la casa, dicho proceso se realizó con una retroexcavadora y camiones de volteo que retiraban el material.

Figura 2.Desplante de cimentación perimetral de mampostería sobre la laja del terreno

Concluido el retiro de capa vegetal, se realiza el trazo y nivelación para la ubicación de las zapatas especificadas en los planos, comenzando así la excavación de cepas para el muro perimetral, siendo cimentado con mampostería de roca caliza de 40 cm en la base y 60 cm donde se desplanta la cadena de cerramiento, además del armado de dados de cimentación donde se apoyarán los castillos del muro a cada 2.5m. Cabe mencionar que la laja queda visible

a escasos 50 cm de profundidad con respecto al nivel de calle por lo que para desplantar la zapata corrida de mampostería se excavo con la retroexcavadora aproximadamente 1 m lo mismo para las zapatas aisladas.

Figura 3. Cimentación de muro perimetral

Para las 8 zapatas aisladas en este caso de 1.6 x 1.6 m de base (6 zapatas centrales), con dados de 40 x 40 cm se realizó su excavación y antes de colocar la parrilla de acero de las bases se hizo una plantilla de concreto pobre de 5 cm

Al terminar la excavación de cepas de zapatas corridas, aisladas y las plantillas de concreto pobre para estas últimas, comienza el habilitado de acero, y el cimbrado en las zapatas incluyendo su respectivo dado, verificando que coincidan las medidas y armados con los planos de cimentación. A la par del habilitado de acero se tienen que verificar los planos de instalaciones ya que existen columnas que tendrán instalaciones antes de ser coladas, en su mayoría eléctricas y sanitarias, por lo que es importante tener esos detalles presentes.

Posteriormente cubriendo los detalles anteriores de instalaciones, armados, cimbra, etc. se procede a colar la cimentación con el concreto especificado en los planos previa cubicación del mismo; en este caso se utilizó concreto con revenimiento 14 cm premezclado bombeado con resistencia rápida a 14 días f`c=250 Kg./cm2.

Figura 4. Armado y dados de las zapatas

Figura 5. Cimbrado de la estructura

Figura 6. Relleno compactado de la cimentación

Posterior al colado de la cimentación se realiza el proceso de descimbra y curado para evitar agrietamientos por pérdida de agua, al finalizar el curado se impermeabiliza toda la cimentación de concreto con impermeabilizante asfáltico, paso que es de suma importancia como mantenimiento preventivo de la cimentación ante la humedad; finalmente se realiza el relleno de la excavación y nivelación del terreno especificado en los planos y cumpliendo las pruebas de compactación porter al 95%.

Figura 6. Sistema de piso (vigueta y bovedilla)

Figura 7. Colado de losa del segundo nivel

Figura 8. Preparación losa a dos aguas

Figura 9. Aplicación de acabados finos

Debido a que el tema central de esta tesis es la cimentación, en los ejemplos no se presentarán con detalle los procesos consiguientes como estructura y acabados, pero cabe mencionar que en esta región el sistema de piso mas utilizado es de vigueta y bovedilla (Figura 6.) con una losa de concreto de 10 cm armada con malla electrosoldada, los acabados no son considerados de lujo, sin embargo tampoco son económicos, ya que la calidad de materiales es de un costo medio ò promedio; el tiempo de duración de esta obra fue de 4 meses aproximadamente, trabajando jornadas de 8 horas de lunes a viernes y sábados media jornada, incluyendo también actividades ejecutadas por destajo y jornadas perdidas por mal clima.

En conclusión este tipo de construcción es típica en la zona, ya que es el modelo base de áreas de lotes y terrenos, el nivel socioeconómico, y la calidad de construcción en la mayoría de los nuevos fraccionamientos y colonias de la región, en donde cada lote tiene un proyecto diferente.

V. c CASA HABITACIÓN NIVEL RESIDENCIAL DE LUJO

Como el titulo refleja esta cimentación pertenecerá a una casa nivel residencial lujosa; primeramente describiré la construcción teniendo el lector referencias con los planos arquitectónicos mostrados en las imágenes posteriores.

La ubicación de esta obra es en el exclusivo complejo hotelero y residencial Playacar de la ciudad de Playa del Carmen en el estado de Quintana Roo, la residencia a construir se ubica en retorno copan lote 181 en el condominio Club Real de dicho complejo, es un terreno de 913 m2, proyecto de una prestigiada firma de arquitectos, lo cual se refleja en la calidad de proyecto, especificaciones y su distribución siendo esta en planta baja: vestíbulo, biblioteca, sala, comedor, antecomedor, cocina, cava subterránea, alberca con carril de nado, cuarto de maquinas de alberca, vestidores, cisterna, jardín y áreas comunes, en planta alta: recamara principal con baño, vestidor, jacuzzi y terraza; recamaras 2 y 3 con baño, vestidor y tapanco; recamara de visitas con baño, cuarto de TV, cuarto y área de servicios.

Como se puede observar en la descripción anterior es una construcción de gran tamaño, además de que el proyecto arquitectónico presenta desniveles, variedad en sistemas de piso, techos inclinados, acabados de extremo lujo etc. lo que la convierte en un proyecto interesante, y en donde los controles de calidad tienen que ser estrictos. Fig. 1

Fig.1 Vista frontal de la residencia

Vista posterior de la residencia

En este proyecto existen diferentes tipos de cimentaciones, como losas de cimentación con muros de concreto para la alberca, cuarto de maquinas de esta, y cisterna, al observar los planos de cimentación resalta que la misma en todos los casos será de concreto, es decir no habrá cimentación de mampostería, únicamente concreto premezclado incluyendo zapatas corridas, contratrabes de cimentación, zapatas aisladas de diferentes dimensiones y un aspecto especial de esta construcción es que se encontró durante el estudio de mecánica de suelos una caverna en donde el arquitecto decidió aprovechar dicha cavidad como cava subterránea natural, cimentándola con losa de cimentación y muros de concreto (similar a la alberca cuarto de maquinas y cisterna), siendo previamente aprobada por la reglamentación local que prohíbe alterar el ecosistema acuático en caso de dolinas (cenotes) que se caracterizan por tener agua; sin embargo la caverna localizada en el terreno de este proyecto no tenia presencia de agua.

Considero interesante este proyecto ya que aunque se trata de una casa, contiene todos los elementos necesarios para conocer las cimentaciones superficiales, ya que se ven todos los ejemplos de estas, siendo de gran interés conocer su proceso constructivo.

Al igual que en el ejemplo anterior lo primero en cualquier obra a construir será explorar el subsuelo donde esta yacerá para conocer las características de este y así evaluar que tipo de cimentación será la que transmitirá las cargas de la superestructura al subsuelo.

A continuación se presenta el reporte de mecánica de suelos efectuado en el subsuelo de esta construcción el cual dictó lo siguiente:

ANTECEDENTES

La roca superficial está formada por una capa de roca media cuyo espesor varía de 0 a 2.5 m, a continuación le subyace el material denominado sascab (roca caliza no consolidada), el espesor de este material por lo general suele variar entre 2.5 m y 4.75 m descansando sobre roca dura a partir de los 5.5 m.

INTRODUCCIÓN

Para conocer las propiedades físicas del subsuelo, detectar posibles cavidades y determinar el tipo de cimentación de una casa habitación se solicito a esta empresa realizar 6 sondeos del tipo avance controlado

TIPO DE OBRA

El tipo de obra a construir: Casa Habitación Residencial

UBICACIÓN DE LA OBRA.

Se localiza en el lote 189, manzana 22 A, Club Real Playacar, en Playa del Carmen, municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

TOPOGRAFIA

El terreno es plano con una cota promedio de 7.0 metros sobre el nivel de aguas freáticas.

EQUIPO UTILIZADO

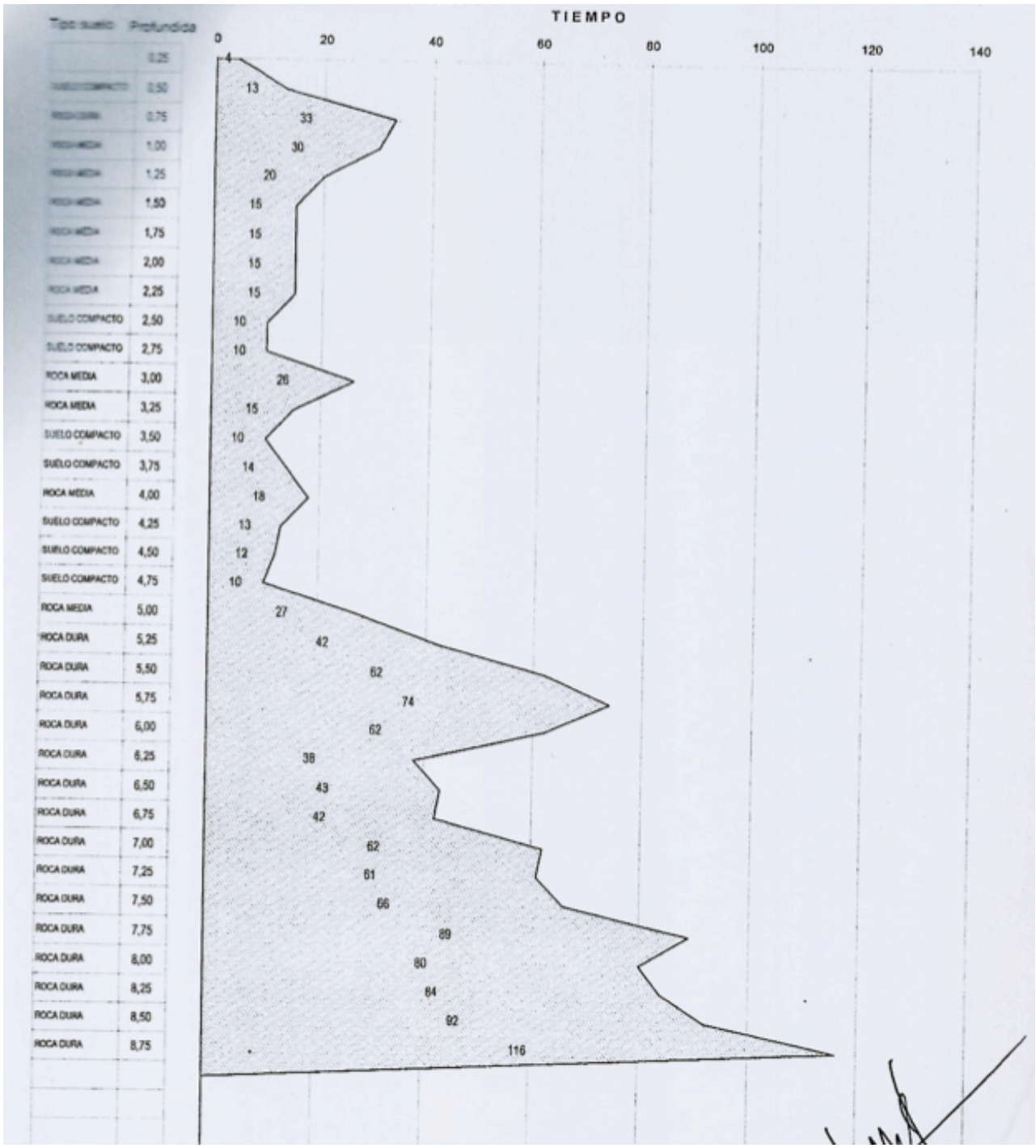
El equipo utilizado es perforadora marca Stenuik, con martillo de fondo de broca de 3 pulgadas de diámetro con insertos de diamante, alimentado por compresor marca Ingersoll Rand 250.

PROCEDIMIENTO

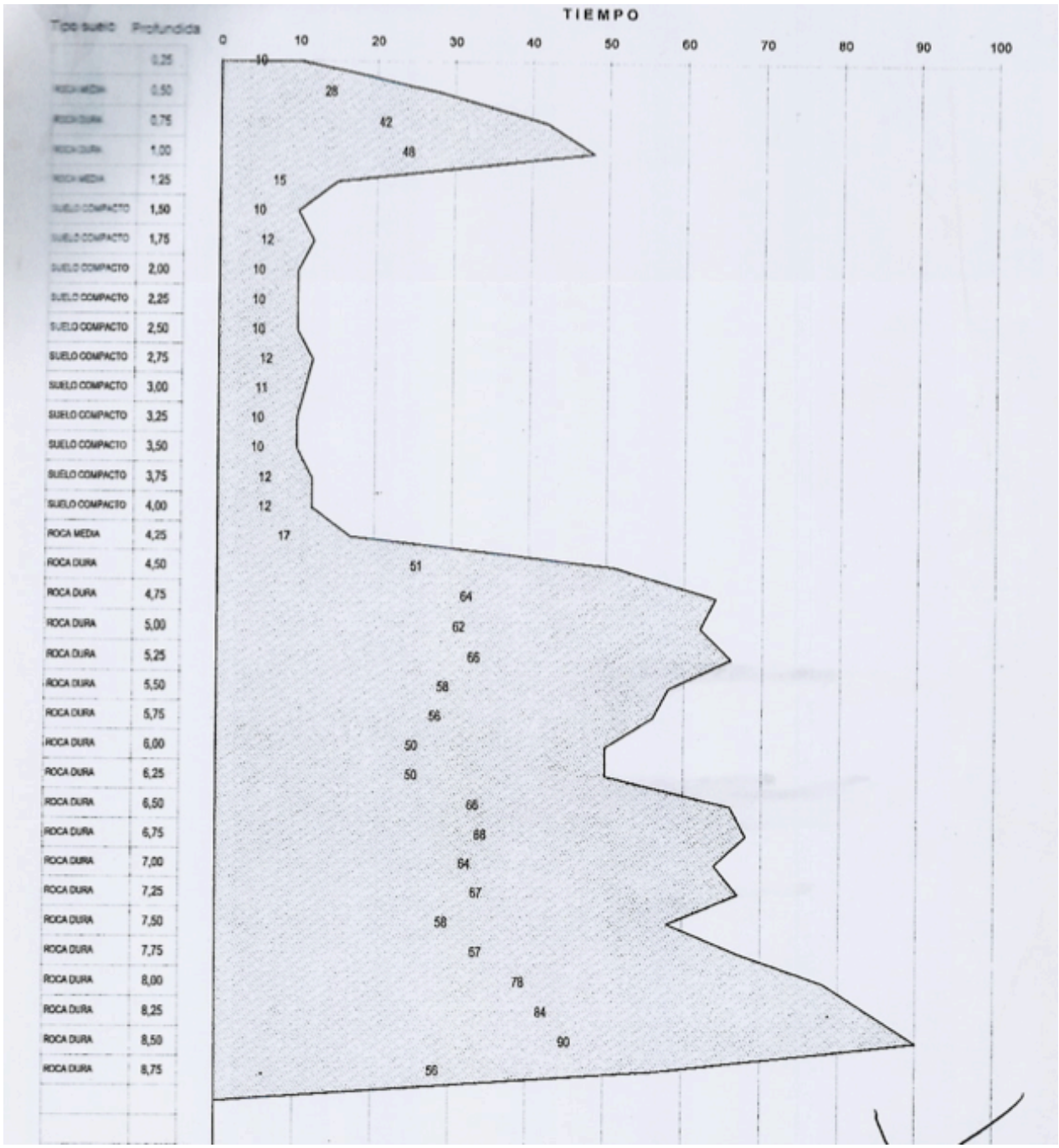
El procedimiento es de avance controlado, para lo cual las barras de perforación están marcadas cada 25 cm y desde el inicio de la perforación, se toman lecturas de tiempo para avanzar 25 cm de perforación, logrando con esto detectar inmediatamente cualquier cambio de dureza del material y/o posibles cavidades.

ESTRATIGRAFIA

A continuación se presentarán los sondeos realizados al subsuelo en este terreno, la profundidad alcanzada en dichos sondeos fue de 8.75 m; en las gráficas se puede observar la relación profundidad – tiempo así como la estratigrafía encontrada a cada 25 cm de profundidad; se realizaron 6 sondeos sin embargo en este trabajo se presentarán 2 gráficas de dichos sondeos; la carga admisible del terreno equivale a Qad= 45 ton/m2.



GRAFICA 1. Sondeo 1 del subsuelo



GRAFICA 2. Sondeo 2 del subsuelo

OBTENCION DE LA CARGA ADMISIBLE DEL SUBSUELO A PARTIR DE LAS GRAFICAS:

A continuación se obtendrá el valor de la carga admisible Qad a partir de la primera gráfica que en el estudio de mecánica de suelos dio un valor de Qad= 45 ton/m2; esto con el motivo de mostrar la utilidad de las gráficas tiempo-profundidad que arrojó el estudio.

Para la profundidad= 1m (profundidad de desplante de la cimentación de la residencia)

De la GRAFICA 1 del sondeo se tienen los siguientes datos

t= 30 seg.

Profundidad= 1m.

Sabemos que: Vel.=dist./tiempo por lo tanto V= 100 cm/30 seg.; V= 3.333 cm/seg

Datos del equipo de barrenación según fabricante:

Profundidad de barrenación= 8 m

Torque de rotación= 1600 m/kg

Fuerza ejercida= 25000 kg

Área de base= 10 cm2

Cono a 60 grados

El cono empuja a razón de 2 cm/seg.

Q ejercida por el equipo= Fuerza ejercida por el equipo/Área de base

Q ejercida por el equipo= 25000 kg/ 10 cm2

Q ejercida por el equipo= 2500 kg/cm2

Correlacionando la Q ejercida por el equipo con su respectiva velocidad= 2cm/seg con la Q ejercida en la profundidad 1 m (incógnita en esta regla de tres) con la velocidad= 3.333 cm/seg.

Al resolver la regla de tres anterior se obtiene la Capacidad admisible en la profundidad 1m (Qad)

Qad= 4162.5 kg/cm2 Qad= 41.62 ton/m2

Al existir 6 sondeos se realiza un promedio de la capacidad de carga dando Qad= 45 ton/m2 que es la capacidad de carga obtenida en el estudio de mecánica de suelos para este terreno.

Referencia: Peck, Hanson, Thornburn, "Ingeniería de Cimentaciones", Editorial Limusa 2007, pag. 149, subtema Penetrómetro Holandés de Cono.

PLANEACIÓN DEL PROYECTO

A continuación se presentará la planeación realizada para construir esta residencia, la cuál es completamente diferente al ejemplo de la casa de interés medio, ya que este proyecto contiene detalles en todas las partidas que deben ser estudiados, y requiere gran calidad de mano de obra, materiales, equipo y herramienta para cumplir con el proyecto establecido.

Primeramente en una obra de esta magnitud es necesario conocer el proyecto, es decir, estudiar y analizar con detalle cada uno de los planos, los cuales están ordenados de la siguiente forma:

-Estructurales (estructural cimentación, estructural planta baja, estructural planta alta, estructural alberca, etc.),

-Instalaciones (instalación eléctrica, instalación hidrosanitaria, instalaciones de la alberca, instalaciones telefónicas, instalaciones especiales: aire acondicionado, instalación de audio y video, instalaciones voz y datos, instalación televisión por cable y satelital, instalaciones de sistemas inteligentes de puertas, ventanas, instalaciones de seguridad sensores de movimientos, rayos láser perimetrales etc.)

-Arquitectónicos (Plantas de conjunto: planta baja, planta alta, áreas comunes; Acabados: Acabados planta baja, acabados planta alta, cancelería, muebles de baño, cocina, jardinería, propuesta de decoración; Planos de cortes generales etc.)

Debido a la magnitud de conceptos enlistados en el proyecto (planos) se tiene que realizar el presupuesto correspondiente, el ingeniero procede a cuantificar la obra para realizar el presupuesto y programa de obra correspondiente a dicha construcción.

Para esta obra se elaboró dicho presupuesto con el programa Precios Unitarios 2009 Neodata, elaborando primeramente un catalogo de partidas y conceptos (ejemplo: Trabajos Preeliminares, Cimentación, Estructura, Acabados) y a la ves dicho catalogo se subdivide en otros conceptos (Ejemplo: del concepto Estructura: Estructura Planta Baja, Estructura Planta Alta etc.).

El procedimiento de cuantificar una obra elaborando su respectivo presupuesto y programa de obra, es de suma importancia para conocerla, y de esta forma poder llevar a cabo la dirección de dicha construcción, apegándose estrictamente al programa de obra previamente realizado. Hoy en día existe software que brinda gran apoyo a los Ingenieros para la elaboración de cuantificaciones y presupuestos de obras, arrojando resultados muy confiables e información de muchos aspectos importantes de la obra como administración de material, mano de obra, equipo y herramienta, etc.

Después de realizar la cuantificación de la obra, su presupuesto y programa de obra, este último elaborado conforme a los tiempos que el cliente requiera la obra, en este caso 5 meses; el ingeniero puede comenzar la construcción teniendo la seguridad de conocer los procesos que se llevará a cabo.

A continuación se presenta el presupuesto de la obra, debido a la gran cantidad de conceptos se presentarán los subtotales por partida:

TRABAJOS PREELIMINARES

TOTAL TRABAJOS PREELIMINARES $56,649.98

CIMENTACION

-Total de movimiento de tierras $624,893.87

-Total Zapatas corridas y cadenas de cerramiento $248,983.54

-Total zapatas aisladas y dados $123,739.62

-Total de contratrabes de cimentación $144,294.81

-Total *Firmes* y losas planta Baja $196,234.73

CIMENTACIÓN-OBRAS EXTERIORES

-Total Andadores y pisos $320,533.22

-Total Jardinería $387,212.44

TOTAL CIMENTACIÓN $2,045,892.23

CISTERNA

TOTAL CISTERNA $168,345.87

ALBERCA

TOTAL ALBERCA $1,123,983.94

VESTIDORES DE LA ALBERCA

TOTAL VESTIDORES DE LA ALBERCA $254,289.12

CAVA SUBTERRANEA

TOTAL CAVA SUBTERRANEA $313,495.34

ESTRUCTURA PLANTA BAJA

TOTAL ESTRUCTURA PLANTA BAJA $856,278.15

ESTRUCTURA PLANTA ALTA

TOTAL ESTRUCTURA PLANTA ALTA $742,283.76

ESTRUCTURA AZOTEA

TOTAL ESTRUCTURA AZOTEA $295,839.94

REGISTROS SANITARIOS

TOTAL REGISTROS SANITARIOS $81,389.09

ACABADOS PLANTA BAJA

TOTAL ACABADOS PLANTA BAJA $1,323,873.43

ACABADOS PLANTA ALTA

TOTAL ACABADOS PLANTA ALTA $1,654,812.51

ACABADOS AZOTEA

TOTAL ACABADOS AZOTEA $434,345.93

MUEBLES DE BAÑO

TOTAL MUEBLES DE BAÑO $345,934.48

LIMPIEZA GRUESA DURANTE OBRA

TOTAL LIMPIEZA GRUESA $245,128.12

CUARTO DE MAQUINAS DE ALBERCA

TOTAL CUARTO DE MAQUINAS DE ALBERCA $243,212.33

COCINA INTEGRAL QUETZAL

TOTAL COCINA INTEGRAL MARCA QUETZAL $1,543,334.75

TOTAL RESIDENCIA LOTE 181 CLUB REAL PLAYACAR $11,729,088.97 PESOS

(ONCE MILLONES SETECIENTOS VEINTINUEVE MIL OCHENTA Y OCHO PESOS 97/100 MN)

El presupuesto incluye únicamente obra civil y jardinería especificada en el plano (incluye plantas, árboles, palmeras, césped, tierra etc.); se incluyen exactamente los materiales especificados en el proyecto, mano de obra calificada, equipo y herramienta.

Incluye carpintería en piso, lambrines y puertas.
Incluye todos los materiales correspondientes a acabados de obra civil
Incluye muebles de baño mas no instalación
No incluye algún tipo de instalación eléctrica, accesorios eléctricos ni luminarias
No incluye instalaciones hidrosanitarias, colocación de muebles de baño ni accesorios
No incluye closets, cancelería, herrería, ventanas, ni domos
No se incluyen equipos de bombeo, nado contra corriente, bomba de calor ni equipo de cloración en la alberca
No incluye instalaciones de voz y datos, teléfono, televisión satelital y cable, Internet, audio y video, seguridad ni sistemas inteligentes.
No se incluye cristal de entrepiso del vestíbulo planta alta.
No se incluye el amueblado de la residencia
El presupuesto presentado anteriormente fue elaborado en el mes de ***Enero del año 2009*** considerando precios de los insumos correspondientes a esa fecha.

Fig. 2 Distribución de la Planta Baja

Fig. 3 Distribución Planta Alta

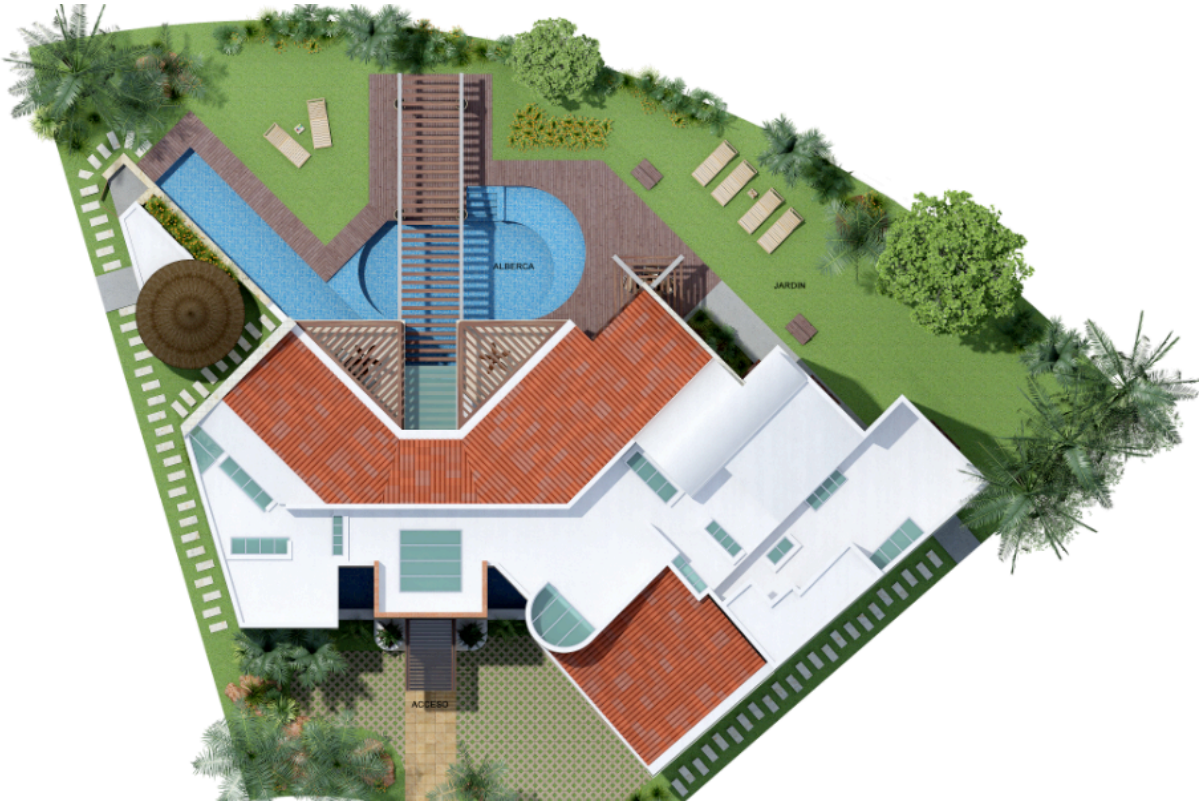


Fig. 4 Distribución en la Azotea

Conociendo el presupuesto correspondiente a un proyecto, así como el respectivo plan y programa de obra, este último encontrándose apegado a las necesidades del cliente y al flujo de recursos que se inyectarán al proyecto; se procede a realizar la ejecución de los trabajos enfocados en el plan y programa de obra para cumplir con los factores calidad, costo y tiempo.

A continuación se describirá el proceso constructivo de la cimentación de esta residencia, se mostrarán los planos correspondientes y es importante mencionar que debido a la privacidad del cliente no se permitió incluir imágenes del proceso constructivo, sin embargo dentro del proyecto existen imágenes digitalizadas del proyecto las cuales serán presentadas junto con los planos posteriormente.

PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA RESIDENCIA LOTE 181 CLUB REAL, PLAYACAR

Primeramente como en la mayoría de las obras se realizan los trabajos preeliminares, estos consisten en despalmar el terreno en sus 913 m2, eliminando por completo las hierbas, ramas y árboles, respetando los árboles protegidos por el complejo residencial y a su vez por el municipio, en esta construcción se utilizó una retroexcavadora, un minicargador y camiones de volteo de 7 y 14 m3 que realizaron dicho trabajo.

El siguiente paso fue retirar con retroexcavadora y camiones de volteo la capa de tierra vegetal para dejar el subsuelo descubierto a escasos 25 cm, el cual esta conformado en su totalidad por laja de roca caliza; una vez retirada la capa vegetal, se traza y nivela el terreno con equipo topográfico para localizar los puntos de desplante de la cimentación (zapatas aisladas, corridas, contratrabes etc.), posteriormente con dicho trazo perfectamente elaborados participa toda la maquinaria que realizará las excavaciones y en esta partida es donde en el presupuesto se refleja el costo de Equipo y herramienta.

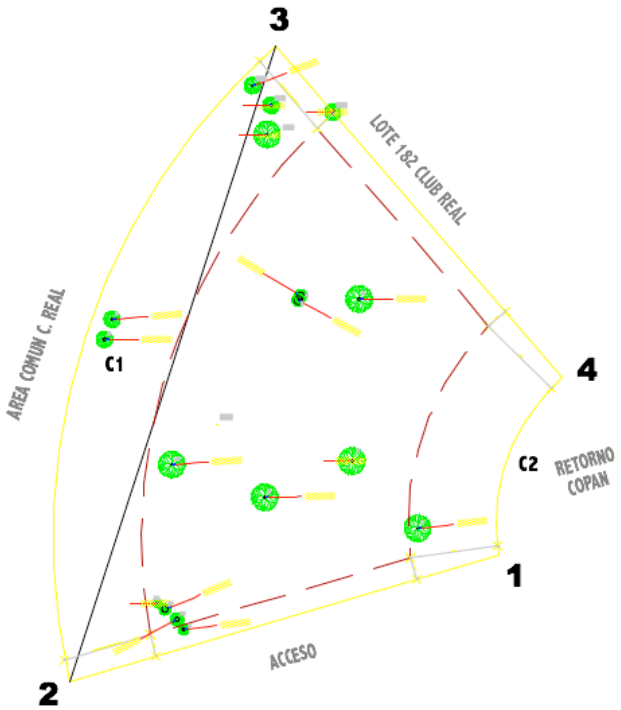


Fig. 5 Plano Topográfico del terreno

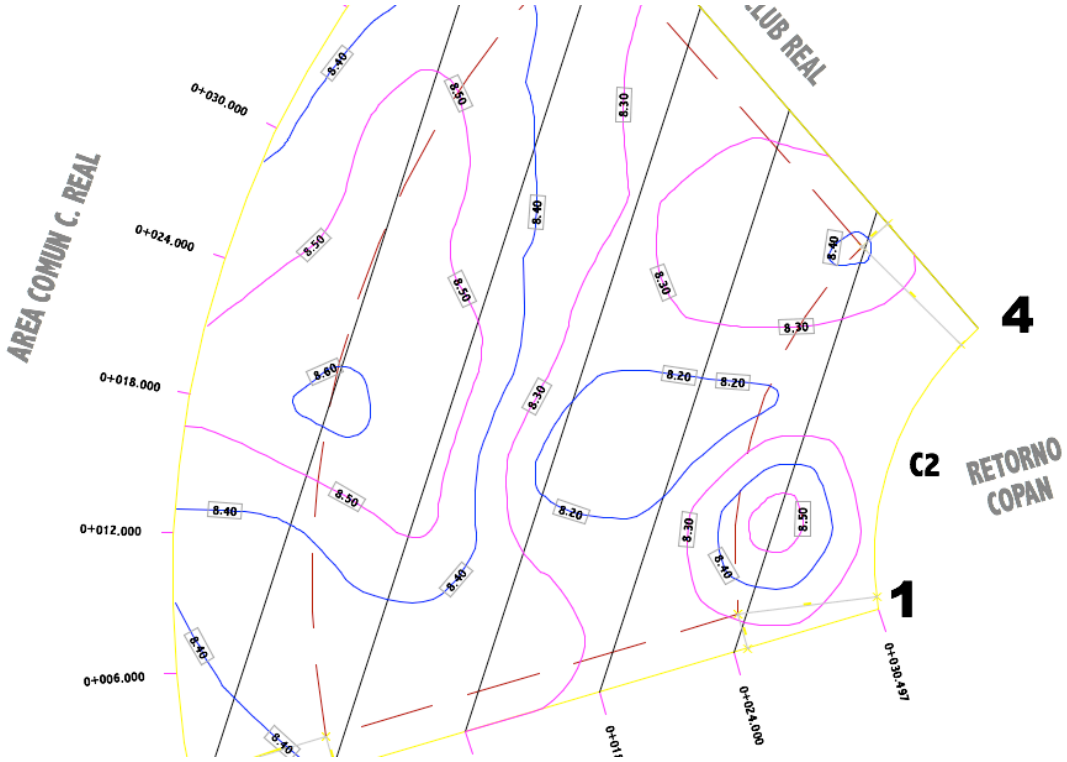


Fig. 6 Plano de Curvas de Nivel del terreno

CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO EST	LADO PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	COORDENADAS X
				1	2,787.955	3,566.284
1	2	S 73°32'40" W	30.50	2	2,779.316	3,537.036
2	3	N 18°01'36" E	45.38	3	2,822.468	3,551.079
3	4	S 40°56'28" E	29.75	4	2,799.994	3,570.574
4	1	S 19°36'46" W	12.78	1	2,787.955	3,566.284

SUPERFICIE = 913.09 m2

CUADRO DE CURVAS

CURVA	DELTA	RADIO	ARCO	STAN	CUERDA	AREA BAJO CUERDA
C1	61°30'40.732"	44.370	47.635	26.403	45.380	191.617
C2	58°53'15.176"	13.000	13.361	7.338	12.781	14.502

La excavación en esta obra se efectuó en 10 jornadas de trabajo (jornadas de 8 horas), en donde participaron una retro excavadora marca Caterpillar, un minicargador marca Bobcat, un compresor con dos rompedoras marca Copco, y camiones de volteo. El comportamiento del subsuelo resultó con un alto grado de dureza en los primeros 50 cm, posteriormente, como en la gran mayoría del subsuelo de la Riviera Maya se presentó el material no consolidado conocido como sascab con un espesor de 20 cm, para finalmente volver a encontrar roca caliza con dureza media como se muestran en los estudios de mecánica de suelos presentados anteriormente. Cabe mencionar que la profundidad de excavación fue de 1m para toda la cimentación de la casa y de 1.5 m para la cimentación de la alberca, la profundidad de desplante de las zapatas aisladas y corridas colindantes a la alberca fue de 1.8 m de profundidad, debido a que especificado en los planos estructurales de cimentación dichas zapatas estarán por debajo de la losa de cimentación de la alberca.

Al terminar la excavación, se realiza las respectivas plantillas de concreto pobre (f´c=100kg/cm2) de 5 cm para poder realizar el armado en la cimentación y para evitar la contaminación del concreto con el material suelto del subsuelo, se utilizaron plásticos de polietileno; el habilitado de acero de las zapatas, dados y columnas, se comenzó paralelamente al terminar la excavación, conformado por cuadrillas de fierreros y sus respectivos ayudantes, en esta etapa se debe verificar que el armado de acero concuerde completamente con los armados establecidos en los planos estructurales para estribos, grapas, bastones etc., al constatar en obra el control de calidad de los armados, se procede al cimbrado que de igual forma debe revisarse con detalle es decir verificar que las columnas, y dados estén perfectamente plomeados y verticales, que la cimbra cumpla con un buen refuerzo, en esta obra verificar la cimbra tuvo mas detalle en el cimbrado de la alberca, ya que esta fue de concreto y en los muros se ejerce un empuje del concreto sobre todo en la parte inferior, que al momento de colar pudiese abrir la cimbra o romperse y producirse un derramamiento de concreto que conlleva a perdidas importantes de material, mano de obra, equipo, herramienta y por supuesto económicas; en el cimbrado de la alberca se utilizó el sistema de separación a través de moños para el muro principal de la alberca, lo cual garantizó un buen refuerzo que soportó la presión del concreto y el vibrado, es importante que el cimbrado sea elaborado con madera que garantice resistencia, durabilidad, y que brinde buena apariencia al ser descimbrada.

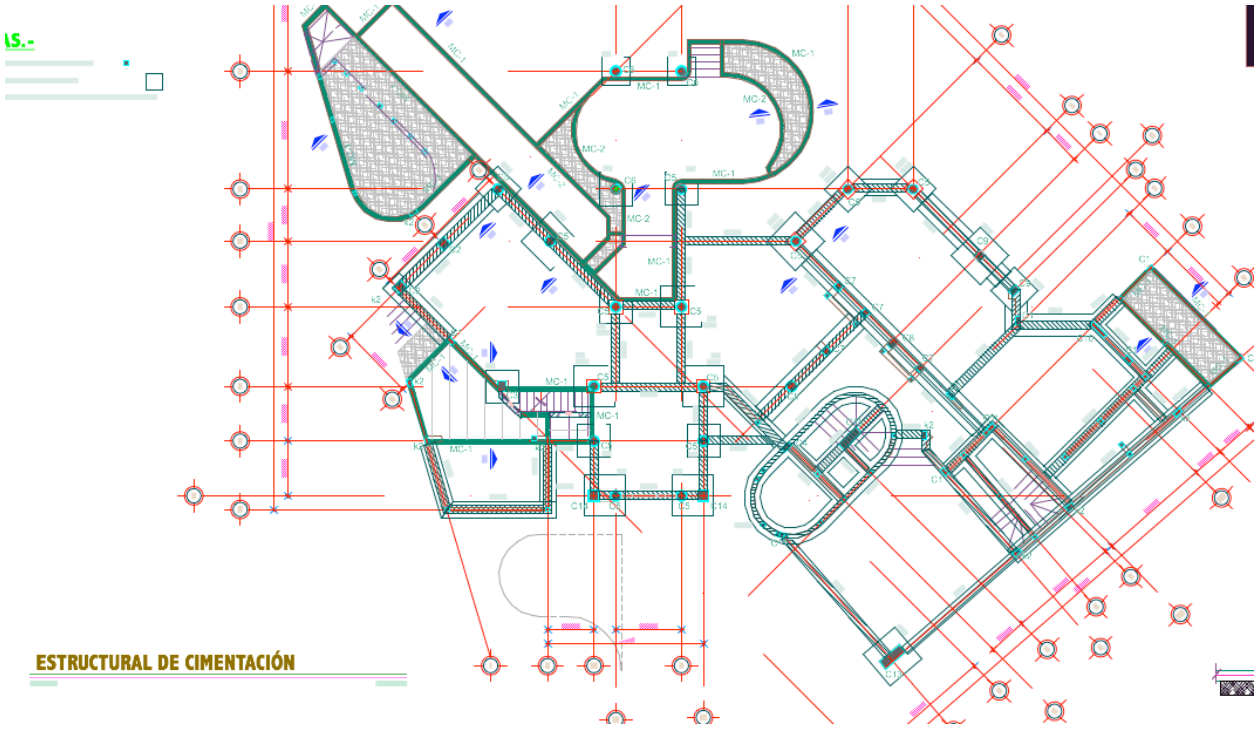


Fig. 7 Plano estructural de cimentación

TABLA DE ZAPATAS			
TIPO	B (cm)	h1 (cm)	As1
Z1	150	30	4@15
Z2	120	25	3@15
Z3	80	20	3@15

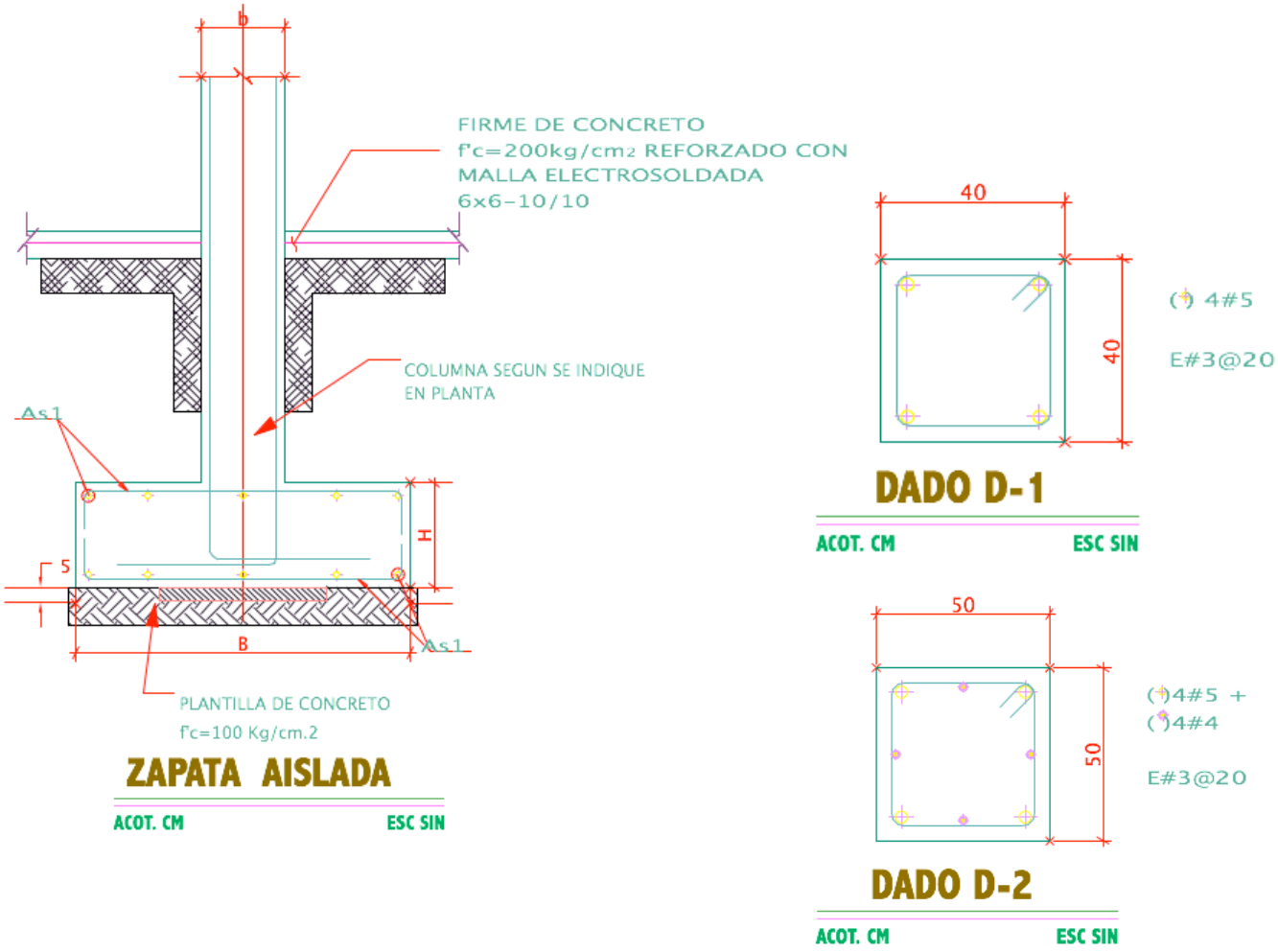


Fig. 8 Detalle de Zapatas Aisladas y sus respectivos dados de cimentación

Es recomendable que después del cimbrado y antes de colar se realice un último chequeo general en toda la cimbra y acero, para poder realizar el colado de la cimentación. Para esta obra se utilizó concreto premezclado bombeable de la marca Cemex concretos con resistencia f´c=250kg/cm2 con acelerante de resistencia rápida a 7 días (esta resistencia rápida a 7 días se utilizó para poder cumplir con los tiempos establecidos en el programa de obra), en el concreto de la alberca se le agregó un aditivo anticorrosivo especial.

Como en toda estructura de concreto es necesario realizar el curado del concreto por perdida de agua debido a la reacción química del cemento con el agua; por lo que en esta obra existió un

estricto cuidado en este aspecto, curando la estructura después del descimbre durante 7 días, evitando así cualquier agrietamiento del concreto; el curado de toda la cimentación se realizó con Curacreto.

Una vez pasando el proceso de curado se realiza la impermeabilización de toda la cimentación de concreto con impermeabilizante asfáltico marca fester vaportite 550 debido a que quedará enterrada y así se evitará humedad, corrosión, afectaciones por cambios de temperatura etc. Al finalizar la impermeabilización se rellenó el terreno con sascab compactado al 95% hasta alcanzar el nivel cero marcado por los planos.

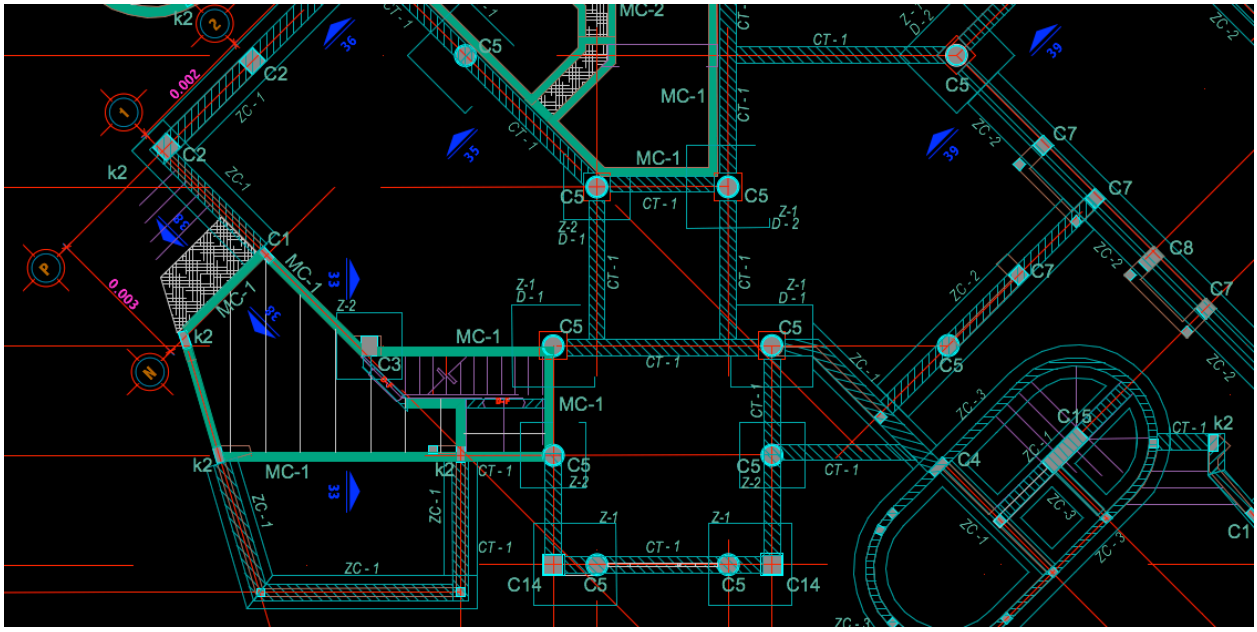


Fig. 9 Ubicación y nomenclatura de Zapatas corridas, Zapatas Aisladas y Muros de carga de concreto

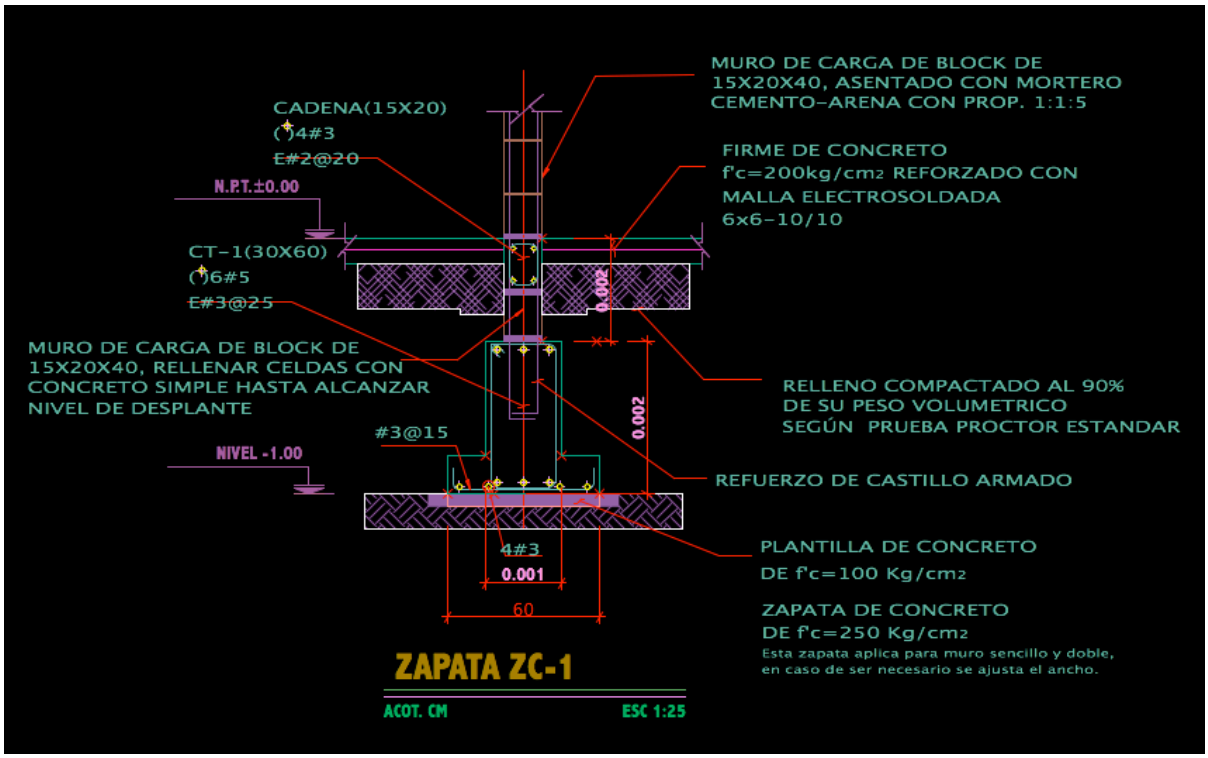


Fig. 10 Zapata Corrida tipo ZC-1

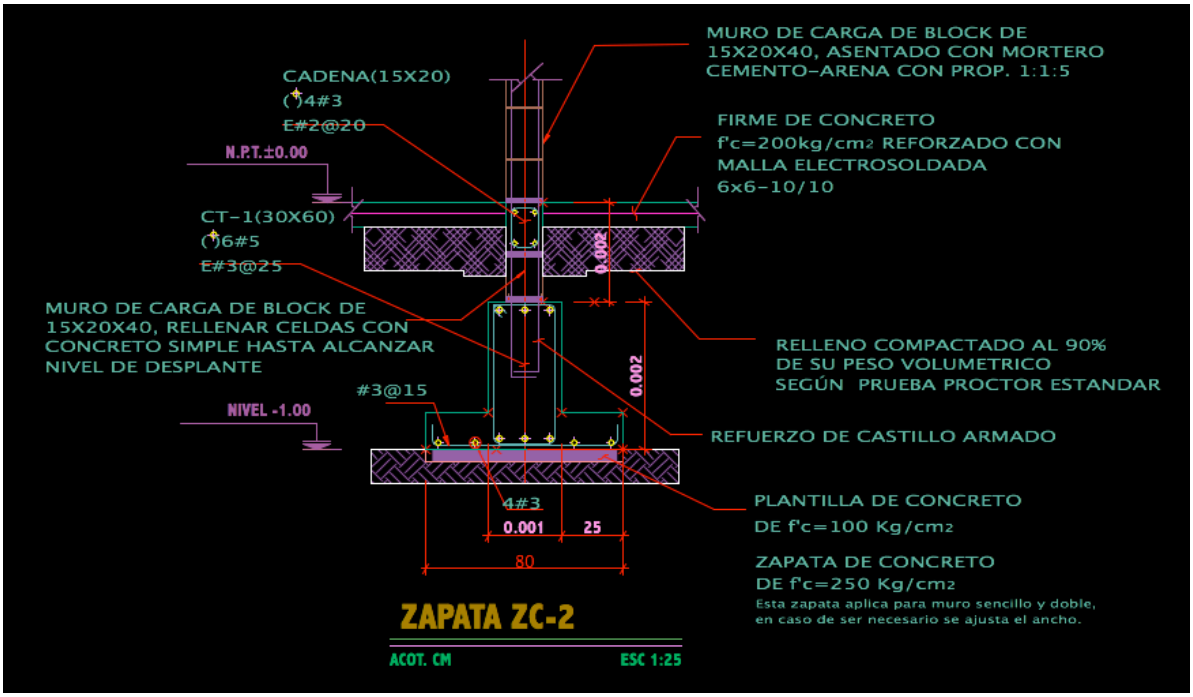


Fig. 11 Zapata Corrida tipo ZC-2

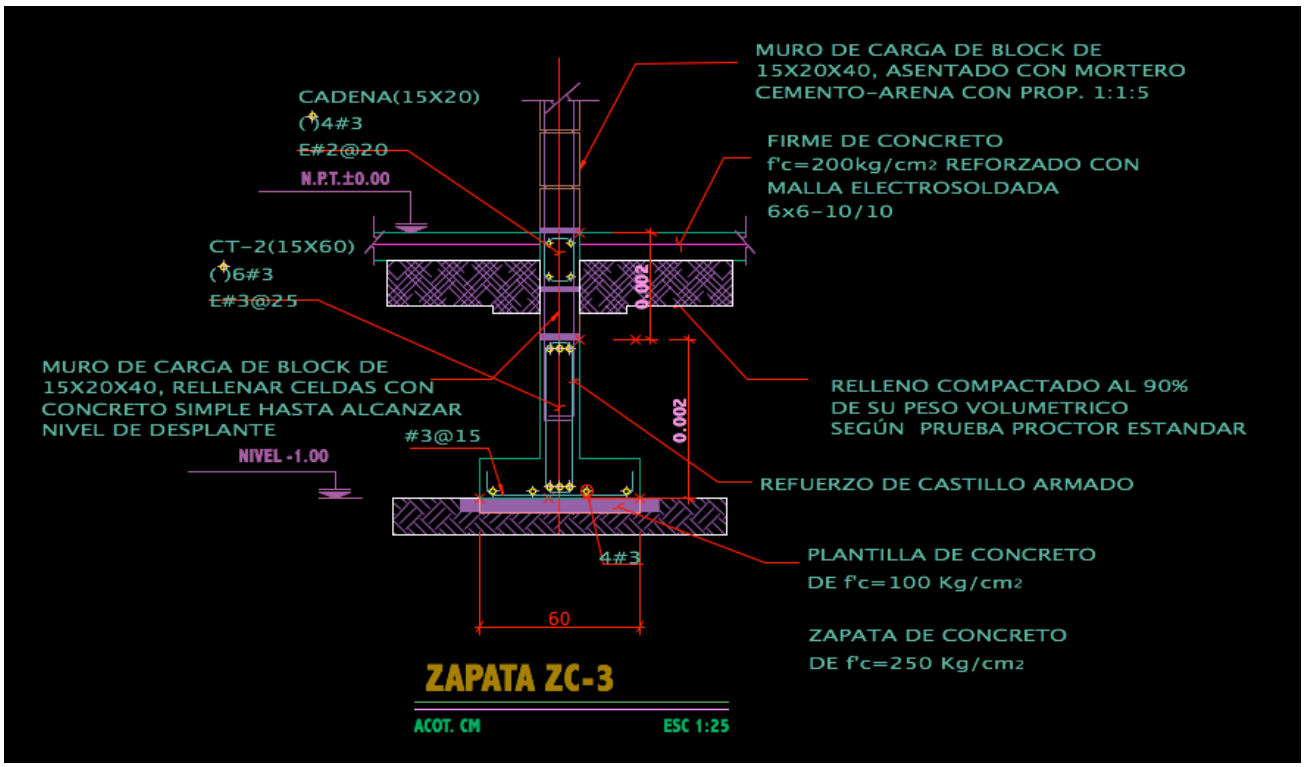


Fig. 11 Zapata Corrida tipo ZC-3

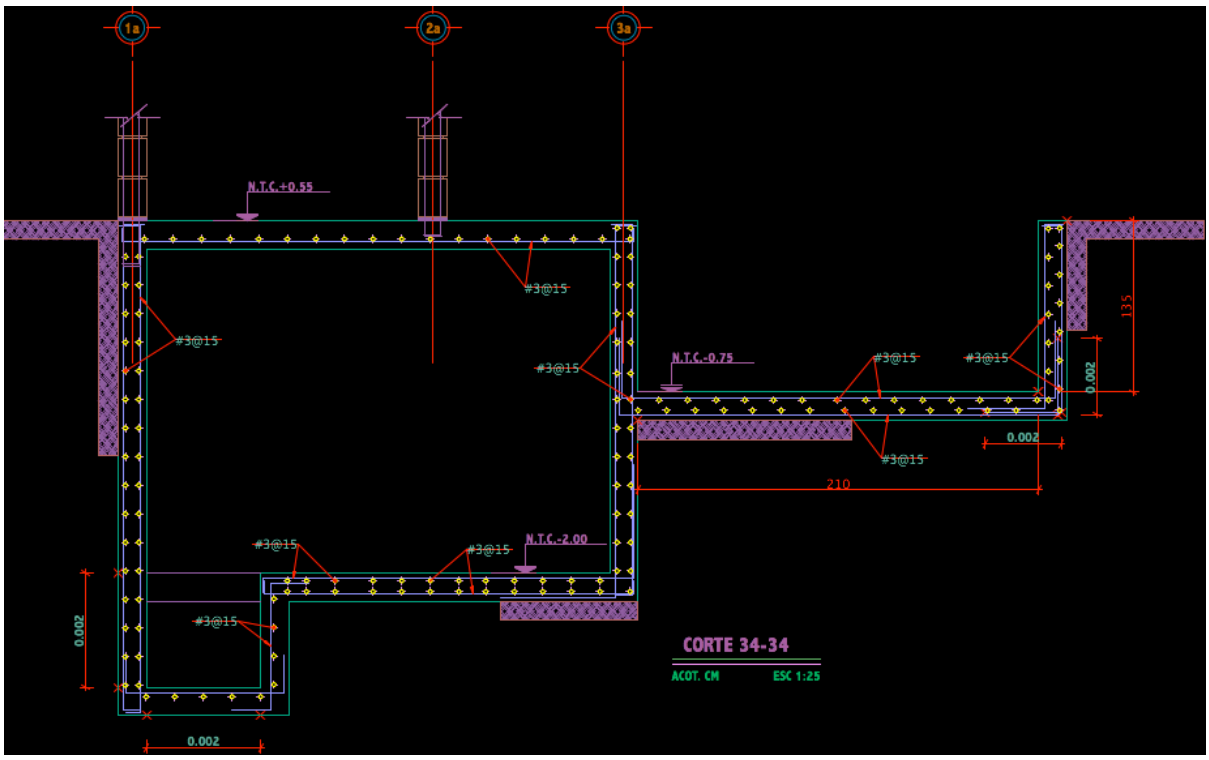


Fig. 12 Detalle de cimentación cuarto de maquinas (izquierda) y carril de nado alberca (derecha)

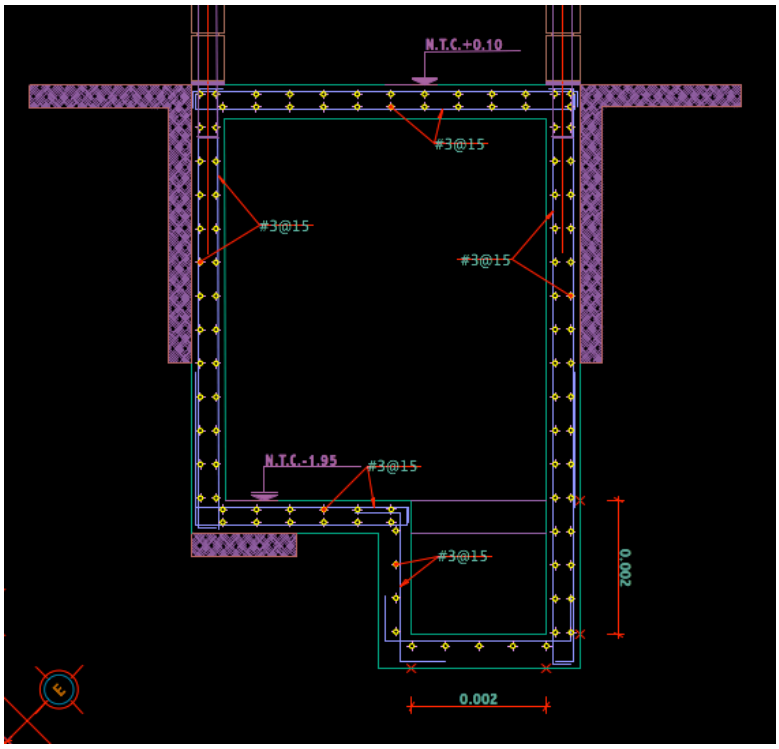


Fig. 13 Armado de cimentación de la cisterna (corte 19-19)

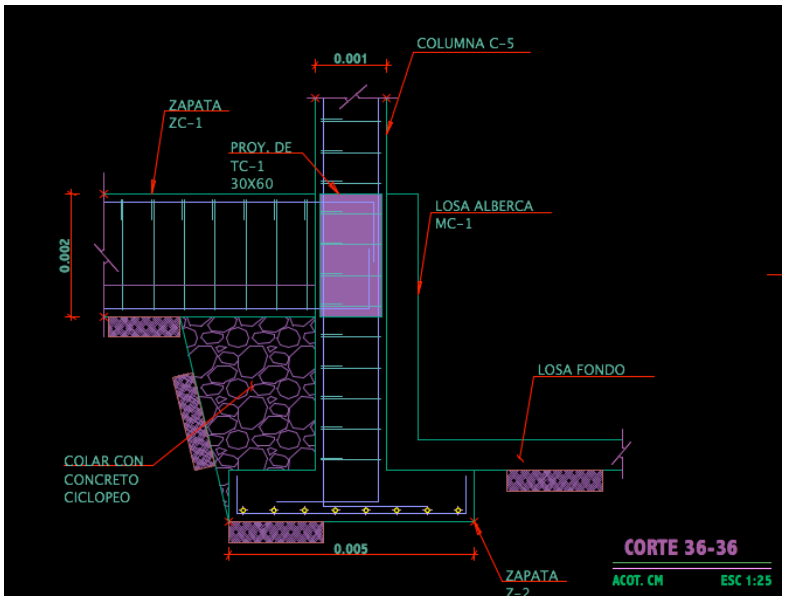


Fig. 14 Detalle de cimentación de alberca e intersección entre zapatas corridas y aisladas

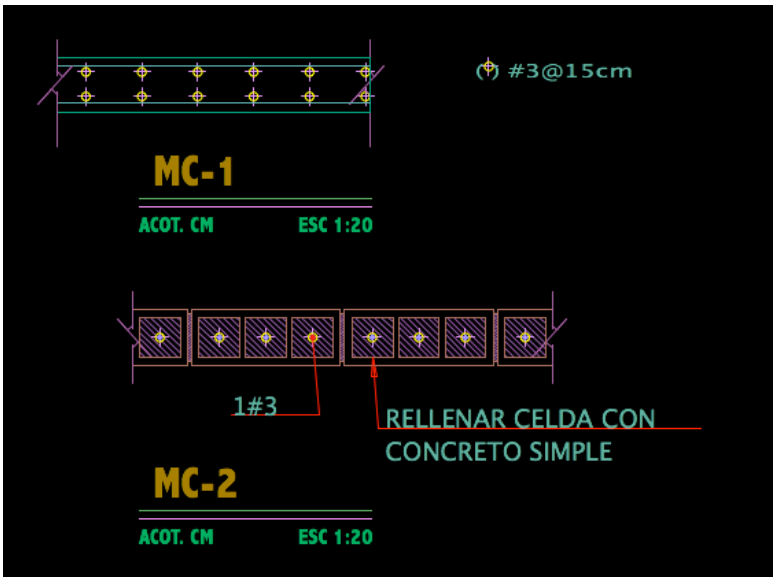


Fig. 14 Armado de muros de cimentación

En los párrafos anteriores se describió el proceso de cimentación en la construcción de esta residencia, la duración aproximada fue de 45 días hábiles (lunes a sábado); se prosiguió la obra con la realización de la estructura, siguiendo los planos estructurales, los sistemas de piso utilizados fueron vigueta y bovedilla de concreto, en los volados y terrazas el sistema de piso fue una losa de concreto armado, en la zona de distribución de la planta alta se instaló un piso de cristal apoyado en estructura metálica, el techo de los tapancos de las recamaras 2 y 3 se realizo con losa curva de concreto armado.

Finalmente al terminar la estructura se realizaron los acabados marcados en los planos arquitectónicos en la sección de acabados; causando estos el mayor costo de la obra; debido a que los materiales utilizados son de gran calidad como mármol crema marfil, empastado de muros, falsos plafones en todos los techos, lambrines de mármol en baños, lambrín de piedra en exterior, decks de madera tzalám en el área de la alberca, piso de madera de cedro de primera en antecomedor, escaleras etc. También los trabajos de jardinería formaron parte de esta partida de acabados, en donde se siguieron los planos de jardinería que este proyecto bien elaborado establecían (Fig. 15); en fin lo anterior se menciona debido a que es importante que el alumno ingeniero conozca como se distribuye el costo de una obra, en este caso los acabados generaron el mayor costo en la construcción.

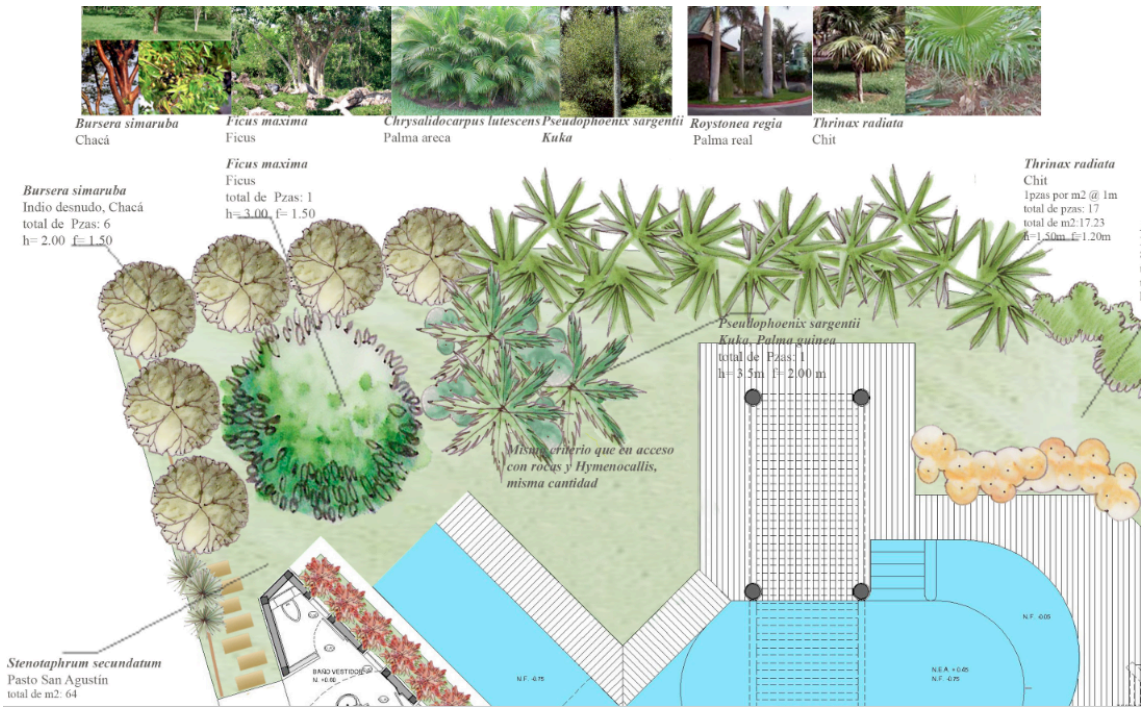


Fig. 15 Plano de Jardinería

Fig. 16 Imágenes digitales del interior de la residencia y propuesta de decoración

CONCLUSIONES

Es importante como ingenieros distinguir las características de cada proyecto en particular, ya que como se pudo ver en este ejemplo, esta construcción representa un proyecto que requiere controles de calidad estrictos para que se cumplan con los objetivos. En este tipo de obras existen un sin número de detalles que tienen que ser verificados para que se ejecuten correctamente. Este proyecto en cuanto a planificación es muy representativo de una obra de mayor magnitud en la que el proceso de planeación es sumamente estudiado conforme a las necesidades del cliente.

V. d NAVE INDUSTRIAL

La siguiente edificación representa una nave industrial de la Empresa Montajes y Proyectos Electromecánicos S.A. de C.V. (M&PE) ubicada al sur de la ciudad de Playa del Carmen sobre la carretera federal Cancún-Chetumal; se construyó en una superficie de 7200 m2. La nave industrial principal se dividió en 5 naves independientes de 1440 m2 cada una; su cimentación fue a base de zapatas aisladas a una profundidad de 1 m del nivel de la carretera federal. Esta estructurada en acero y cada una de las 5 naves industriales cada una cuenta con 25 zapatas aisladas y dados de cimentación como se muestran en los planos y en las tablas de dimensiones de tales elementos, se colocaron anclas de acero que sujetarán las columnas tipo I de la estructura a través de una placa de acero con las especificaciones mostradas en los planos siguientes:

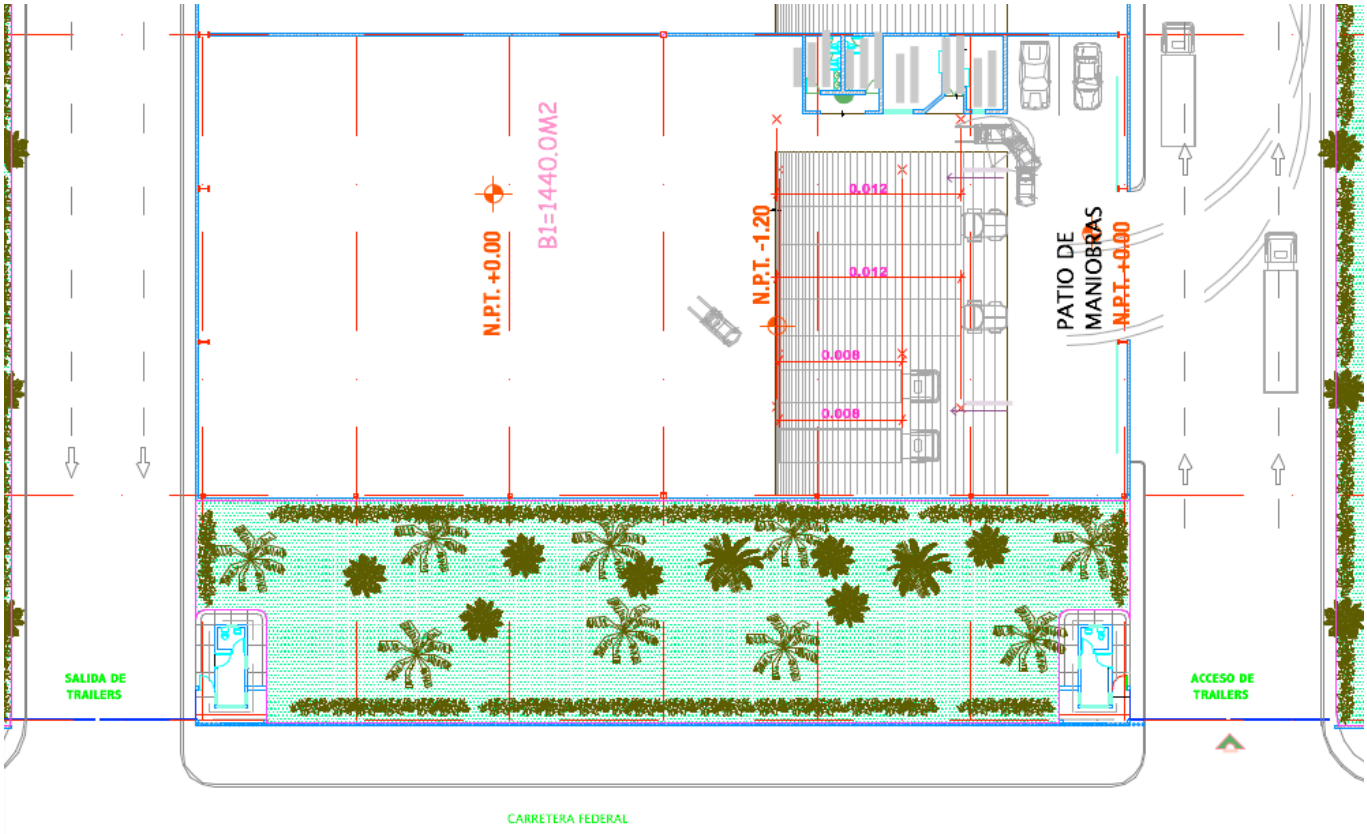


Fig. 1 Planta tipo arquitectónica de nave individual

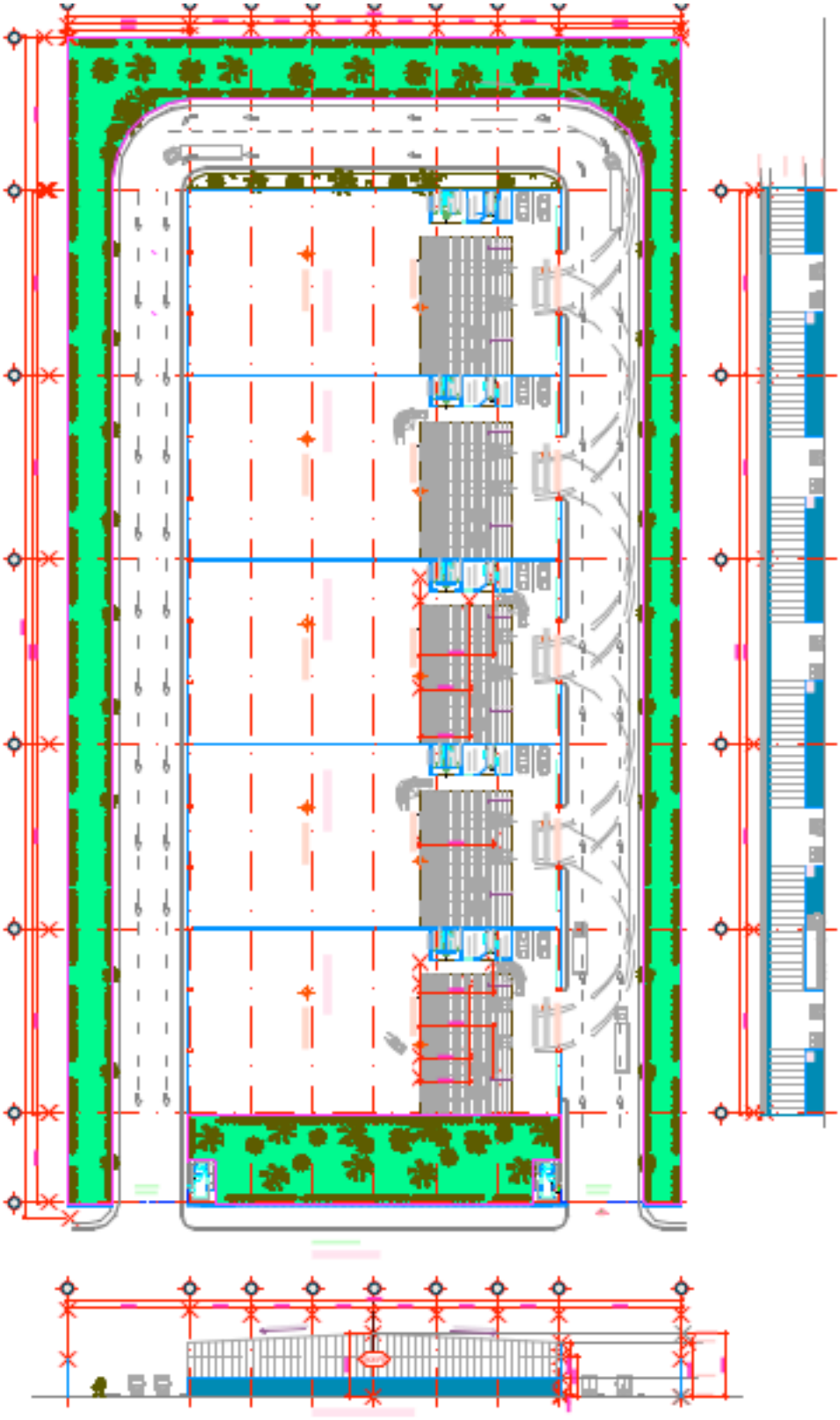


Fig. 1 Planta Arquitectónica tipo del conjunto de naves

PROCESO CONSTRUCTIVO

Como en el ejemplo anterior este proyecto requirió una planeación detallada, comprendiendo, estudios de mecánica de suelos, la cimentación apropiada que garantice la estabilidad de la estructura y que a su ves resulte la mas económica, el diseño estructural en este tipo de edificaciones es de gran importancia, ya que para cubrir largos claros a un costo económico es necesario optimizar las dimensiones de cada elemento metálico, otro factor importante a planear son los accesos, ya que transitará transporte de carga pesado y mientras mas fácil resulte accesar, los procesos de carga y descarga resultarán ágiles, la vida útil de un proyecto industrial es de igual forma importante estudiarlo durante la planificación, ya que en este tipo de construcciones los inversionistas buscarán obtener ganancias y redituar la inversión en el tiempo menor posible, este aspecto va del mano con los estudios económicos de mercado. Ya planificado el proyecto, se elaboran los planos estructurales, de instalaciones y arquitectónicos necesarios para ejecutar la obra.

Cabe mencionar que en estructuras de acero se muestran en los planos detalles de conexiones, placas, tornillos, fijación de columnas y soldadura; debido a que en estructuras de acero estos elementos requieren controles de calidad sumamente estrictos, requiriendo mano de obra especializada respaldada por certificados de instituciones especializadas en estas clases de oficios para cada trabajador que ejerza dichos trabajos.

Para la construcción de estas bodegas se realizaron los estudios previos mencionados anteriormente y en base a estos se determina la viabilidad para elegir una cimentación; debido a que en los almacenes la carga muerta y viva es sumamente considerable por lo que se requiere una estabilidad absoluta en todo el terreno, el estructurista determinó el uso de zapatas aisladas como cimentación viable, previa construcción de plataforma de 50 cm compactada perfectamente al 95% prueba porter en toda el área del terreno.

Como se ha mencionado en los ejemplos anteriores primero se realiza un presupuesto, cuantificación y programa de obra previos, posterior a esto se realiza el despalme del terreno, es decir quitar las ramas, arbustos, árboles etc. habiendo obtenido los permisos y autorizaciones necesarias que exige el municipio.

En esta construcción la cimentación como se explico anteriormente resultó diferente, aunque haya sido de igual forma cimentación superficial basadas en zapatas aisladas, en esta obra posterior al despalme y retiro de tierra vegetal con retroexcavadoras y camiones de volteo, se realizó un relleno compactado de 50 cm de espesor en toda la superficie, siendo este compactado a cada 10 cm con equipos de compactación especificados en el proyecto (rodillo vibratorio compactador, bailarinas etc.) cumpliendo las pruebas porter al 95% en toda el área de las naves a construir.

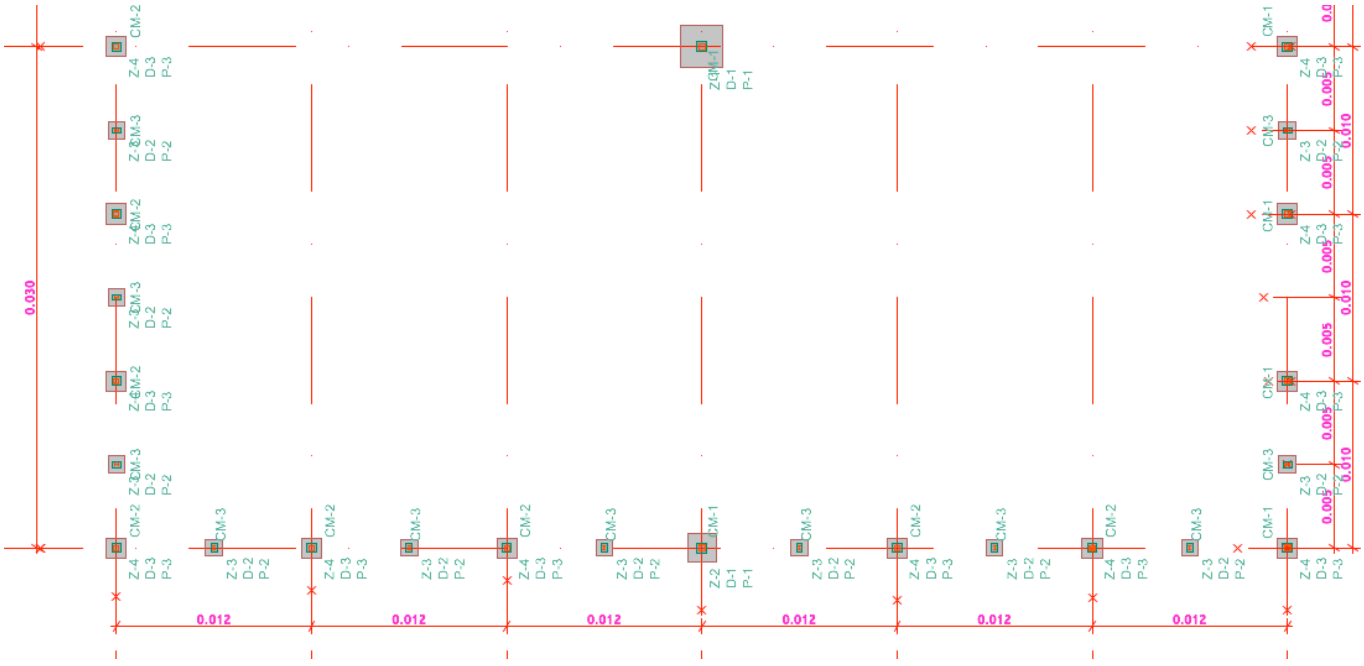
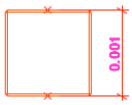
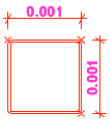


Fig. 2 Plano estructural de cimentación para nave individual

TABLA DE CIMENTACION								LECHO INFERIOR		LECHO SUPERIOR	
DADO	ZAPATA	A (cm)	B (cm)	a (cm)	b (cm)	D (cm)	H (cm)	V	H	V	H
D-1	Z-1	250	250	60	60	50	100	#5@15	#5@15	#3@15	#3@15
D-1	Z-2	170	170	60	60	35	100	#4@15	#4@15		
D-2	Z-3	100	100	50	35	20	100	#3@15	#3@15		
D-3	Z-4	120	120	55	55	20	100	#3@15	#3@15		

TABLA DE COLUMNAS			
PERFIL	PERFIL		SECCION mm
	mm x kg/m	in x lb/ft	
CM-1	OR 356X356X12.7	OR 14X14X1/2	
CM-2	OR 305x305X9.5	OR 12x12X3/8	
CM-3	IR 254x32.9	IR 10x22	

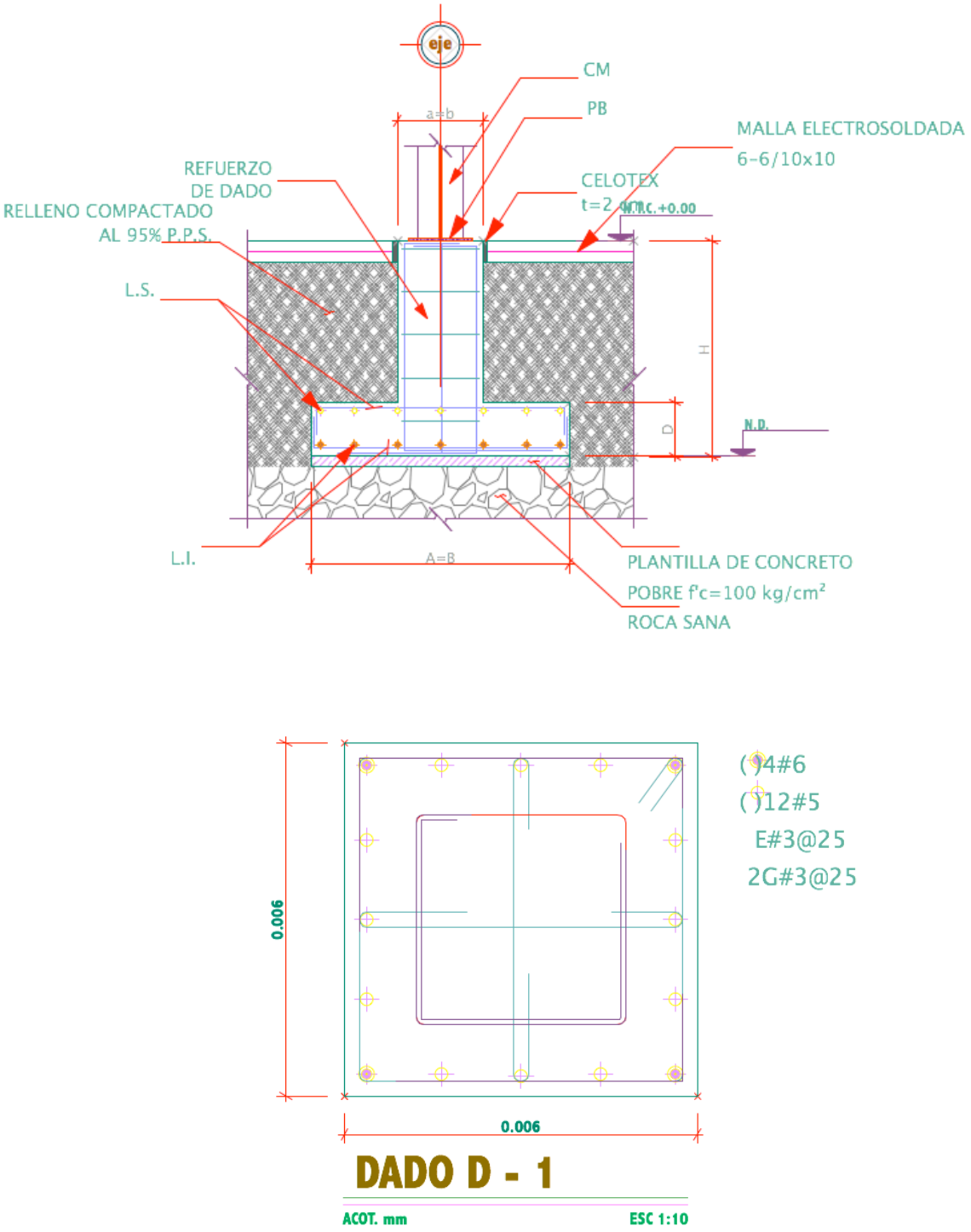
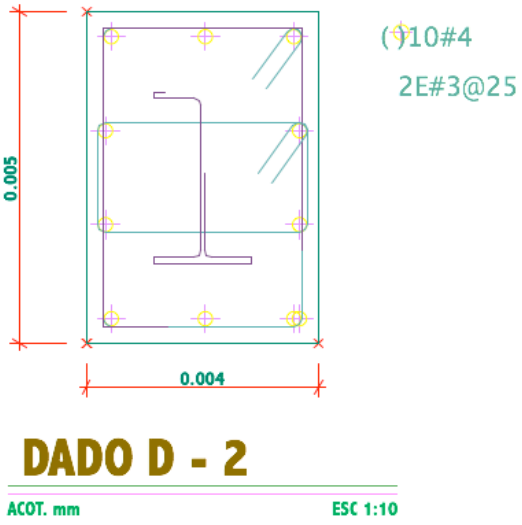
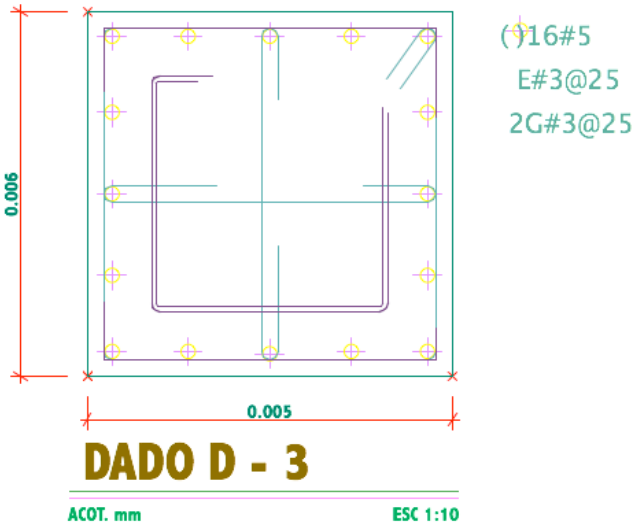
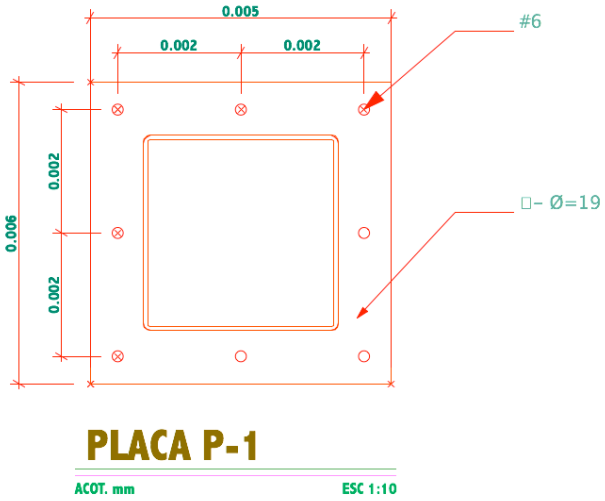
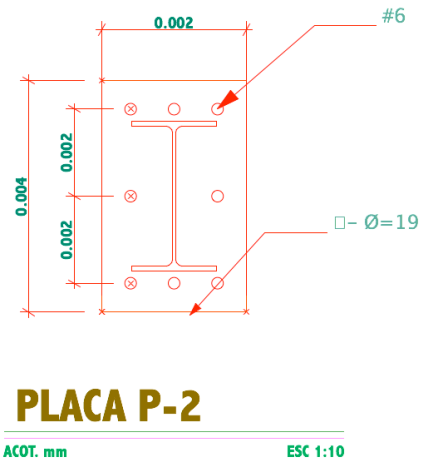


Fig. 3 Detalle de Zapata Aislada Tipo









Terminada la plataforma compactada que garantizará una resistencia de 65 ton/m2 en toda la superficie del terreno, se realizó la excavación para desplantar las zapatas aisladas con retroexcavadoras a 1m de profundidad como se muestra en la tabla de zapatas, el comportamiento del material compactado fue de menor dureza comparada con la roca caliza pura, sin embargo, como únicamente se excavaron 50 cm en material compactado, el desplante de todas las zapatas fueron apoyadas en la laja caliza.

Al finalizar la excavación se realizaron las plantillas de concreto pobre (f´c=150kg/cm2) para el habilitado de las parrillas y dados de acero de las zapatas, verificando su coincidencia con los planos estructurales; posterior al habilitado se realizó la cimbra de las zapatas y debido a que las columnas que recibirán el apoyo de dichas zapatas son de acero, se preparó el anclaje (anclas con rosca de acero A – 36) y placas de acero A-36, ya que al colar las zapatas con sus

respectivos dados es necesario que dichas anclas estén previamente colocadas para garantizar su resistencia (ver Fig. 4).

Finalmente se realizó el colado, en esta estructura se utilizó concreto premezclado marca Cemex revenimiento 16 cm bombeado con f`c=300 Kg./cm2 y acelerador de fraguado a 14 días; como en toda estructura de concreto se realizó el descimbre, curado, e impermeabilización asfáltica de la cimentación, para posteriormente rellenar y compactar con bailarinas industriales perfectamente el área excavada.

CONCLUSIONES

El proceso de cimentación superficial resultó similar en todos los casos, sin embargo en este ejemplo la elaboración de la plataforma compactada causó diferencias en el proceso constructivo, dicha plataforma al igual que el firme que va sobre ella están diseñados para soportar cargas muertas y vivas de gran magnitud, en cuanto a la cimentación de las zapatas, estas se encuentran por debajo del nivel de la plataforma, es decir están desplantadas sobre la roca caliza sana cuya capacidad de carga admisible supera las 80 ton/m2; garantizando la estabilidad de la estructura; el anclaje de las columnas de acero con la cimentación de concreto resulta ser crucial para que la estructura de la nave industrial ejerza la distribución de cargas como se planificó; por lo que se requieren altos controles de calidad por lo que el proceso de conexión de las estructuras de acero con los dados de las zapatas aisladas debe garantizar homogeneidad entre ambas estructuras; y que las cargas de las columnas sean transmitida uniformemente a las placas de acero que debilitan la frontera entre el concreto y el acero unidas por tuercas roscadas en las anclas de acero coladas dentro de la zapata aislada.

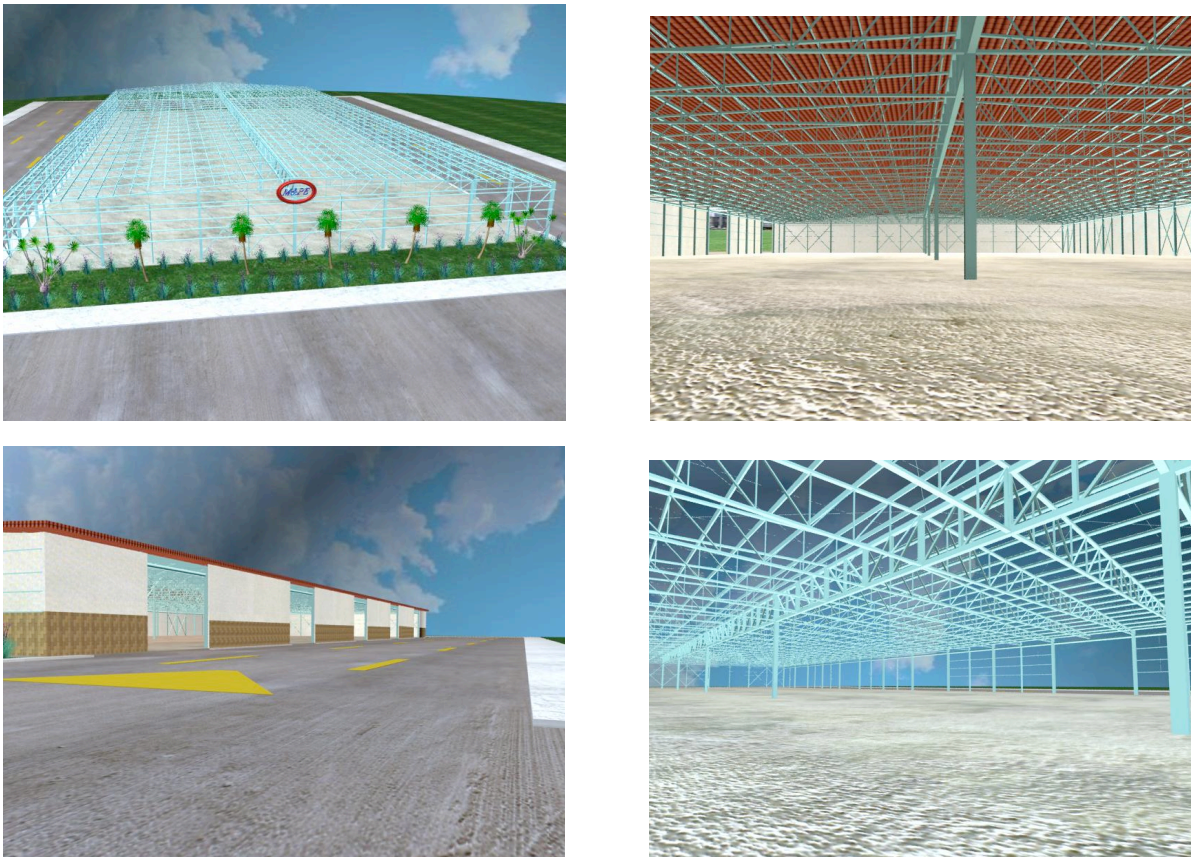


Fig. 4 Imágenes digitalizadas de los almacenes M&PE

V. e EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS FRENTE AL MAR

La siguiente cimentación corresponde a un edificio de condominios de lujo ubicado frente al mar en Playa del Carmen, dicha edificación se encuentra a un costado de una playa muy conocida en la zona llamada mamitas, se tuvo la oportunidad de platicar con los ingenieros encargados de la obra y así se obtuvieron los siguientes datos relativos al subsuelo y tipo de cimentación empleada, así como una galería de imágenes que reflejan el proceso constructivo de dicha cimentación.

Primeramente fue necesario conocer el proyecto agradeciendo a la constructora J Y H López Construcciones S.A de C.V, que me permitieron realizar visitas a la obra así como platicar con el ingeniero encargado de la obra.

El proyecto denominado "Royal" consta de 20 exclusivos departamentos frente al mar, por motivos de seguridad de la empresa únicamente se proporcionaron 3 graficas que representan los sondeos realizados al subsuelo, en dichas gráficas se puede observar un subsuelo de altísima dureza desde los primeros 30 cm, dando una capacidad de carga del subsuelo para cimentar la estructura es de 85 ton/m2.

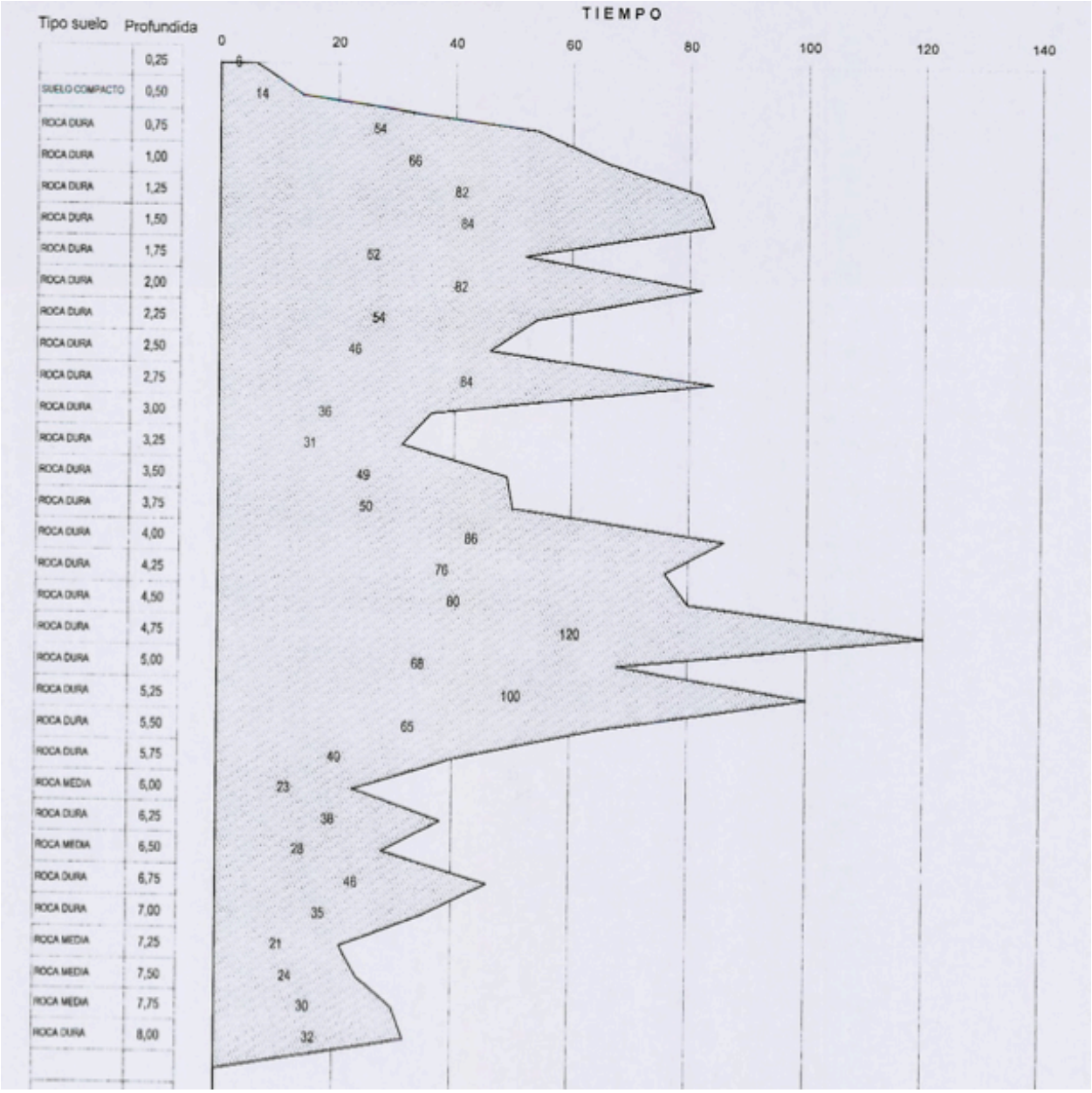
Como se menciona en el párrafo precedente, e l tipo de subsuelo corresponde a roca caliza san alta dureza, en el terreno no se encontraron cavernas ni cenotes, lo que significa que el subsuelo tiene una alta resistencia y puede soportar la estructura con una cimentación superficial, en este caso se justifica la cimentación por zapatas corridas, contratrabes de cimentación y zapatas aisladas.

Es de suma importancia lo especificado en los párrafos anteriores acerca de la existencia de cavidades y cenotes, ya que en general los estratos de roca en esta región tienen la característica de ser muy resistentes, y esto conlleva a cimentar superficialmente prácticamente todas las estructuras, teniendo a favor también que el nivel freático se encuentra a gran profundidad (6 a 8 m); sin embargo cuando se localizan cavernas y cenotes se presentan las cimentaciones profundas, y en muchos casos si la caverna y/o cenote resulta de gran magnitud muchas veces el proyecto cambia a explotar turísticamente tal fenómeno kárstico debido a que resulta mas económico y en ocasiones mas redituable para el inversionista.

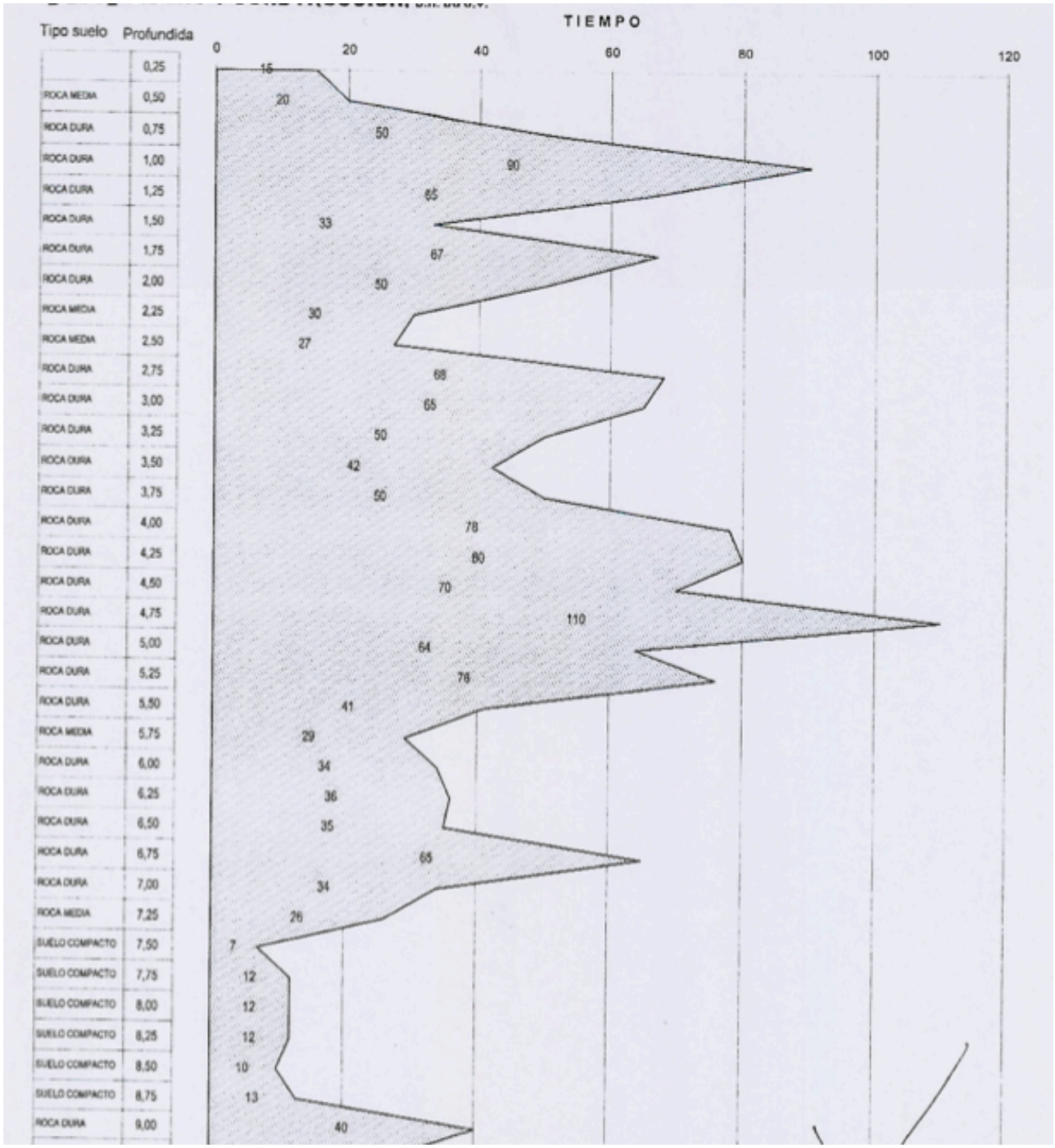
Regresando a las especificaciones del ejemplo, se encontraron zapatas corridas de concreto con dimensiones 80cm de ancho x 20cm de espesor con contratrabe de 40x20 cm, zapatas aisladas de 2.4 m de largo X 2.2 m de ancho con un peralte de 55 cm de espesor y dados de 80x80 cm toda la cimentación fue realizada con concreto de resistencia f`c=250 Kg./cm2 desplantadas a profundidades variables de 1.5 m a 3 m.

Fig. 1 Excavación para desplante de zapatas

A continuación se presentan las Gráficas correspondientes a los sondeos del subsuelo:



Gráfica 1. Estratificación tipo del terreno en estudio



Gráfica 2. Estratigrafía tipo del terreno en estudio

PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA CIMENTACIÓN (ÁLBUM FOTOGRAFICO)

La excavación se realizó a 3 m de profundidad para el desplante de las zapatas aisladas y zapatas corridas:

Fig. 2 Plantillas de concreto pobre f´c=150 Kg./cm2 para desplante de zapatas aisladas

Habilitado de acero de refuerzo en zapatas aisladas (2.4 m x 2.2 m con un peralte de 50 cm y dados de 80 cm x 80cm), se utilizaron varillas del No. 3, 4, 5, y 6:

Fig. 3 Habilitado del acero de refuerzo y cimbrado de zapatas

Colado de Zapatas Aisladas, Zapatas Corridas y contratrabes de cimentación :

Fig. 4 Colado de Zapata Aisladas y contratrabe de cimentación que une la cimentación

Fig. 5 Zapatas Corridas para desplante de muros de carga de block de concreto

Fig. 6 Muro de concreto armado para sótano

Relleno de la excavación previa impermeabilización:

Fig. 7 Producto de la excavación utilizado para relleno compactado al 95% prueba porter estándar.

Fig. 8 Impermeabilización y Relleno de la excavación para construcción de la estructura

Estructura de la edificación a través de columnas y trabes de concreto, muros de block de concreto, con sistema de piso de vigueta y bovedilla de concreto:

Fig. 9 Estructura de la edificación de 4 niveles

CONCLUSIONES

Este edificio representa las edificaciones comunes construidas en la costa litoral de la Riviera Maya, en este caso el subsuelo tiene una capacidad de carga muy alta por lo que se optó una cimentación superficial, el edificio comprende un complejo habitacional de lujo en cuatro niveles, que son los niveles máximos que permite el reglamento de construcción de esta región; el proceso de construcción de la cimentación fue rápido, teniendo una duración aproximada de 2 meses, los controles de calidad de esta obra fueron medianamente estrictos, ya que no existían controles de seguridad para los trabajadores y claro ejemplo fue que durante su construcción falleció el Ing. Residente al caer de la estructura.

Debido a la ausencia de cavernas y cenotes se opta utilizar cimentaciones superficiales, ya que generalmente la capacidad de carga que brinda el subsuelo en esta región es benéfica para cualquier cimentación superficial; de lo contrario si existiesen cavernas y/o cenotes se elaborará un estudio económico para determinar si es conveniente rellenar dicha caverna con concreto ciclópeo, si es que dicho cenote no tiene presencia de agua, ya que la normatividad prohíbe alterar mantos freáticos y la opción necesaria de cimentación será de tipo profunda.

V. f CIMENTACIONES PILOTEADAS

Este tipo de cimentaciones no es tan común en esta región como se presentan en suelos blandos como los del centro del país, específicamente el Distrito Federal.

Debido a que el tipo de subsuelo de la Península Yucatán proporciona gran Capacidad de carga no es muy común la utilización de cimentaciones profundas; como lo hemos visto en los estudios de sondeos mostrados en los ejemplos anteriores el subsuelo en esta zona puede soportar hasta mas de 100 ton/m2, lo que generalmente en todos los casos garantiza un excelente comportamiento ante agentes como sismos, tormentas tropicales, huracanes etc. Debido a que el viento es el principal agente destructivo de las estructuras en esta región, la reglamentación local restringe construcciones mayores a 12 m de altura, lo que aún más garantiza la seguridad de las estructuras cimentadas superficialmente.

Lo comentado en el párrafo anterior no excluye completamente las cimentaciones profundas debido a que así como el subsuelo en esta región tiene una gran resistencia, es importante mencionar que cuenta con la desventaja de ser un subsuelo que es afectado o alterado por los fenómenos kársticos que provocan la disolución de la roca caliza y esto a largo plazo conlleva a la formación de cavernas, y formaciones que alteran la estabilidad original del subsuelo, generalmente mas frecuentes en el litoral del caribe debido a que la presencia de aguas salinas quienes aceleran dicho fenómeno, es pertinente mencionar que las construcciones mas importantes como hoteles, grandes complejos habitacionales, muelles etc. se desarrollan en esta franja litoral, por lo que al cimentar dichas estructuras es de gran importancia realizar los estudios que brinden todos los datos necesarios del subsuelo para determinar si es necesario utilizar cimentaciones profundas (pilotes, pilas de cimentación) ya que estas estructuras no pueden fallar de acuerdo a las normas técnicas complementarias.

Detectando las zonas de cavernas a través de sondeos y estudios de mecánica de suelos desarrolladas mas en la zona litoral, es importante saber que si dicha caverna se localiza en el área de una columna, es necesario realizar en esa área la cimentación con pilotes que son apoyados en el primer estrato de roca dura localizado comúnmente a 10 m de profundidad, dependiendo de la profundidad de la caverna, otra solución es rellenar la caverna con concreto ciclópeo si esta no contiene agua o ecosistemas animales, analizando detalladamente la comparativa de costos, otra solución como última opción consiste en cambiar el proyecto de tal forma que no abarque el área de la caverna.

La cantidad de pilotes o pilas de cimentación puede variar respecto a la dimensión o cantidad de cavernas, por lo que muchas veces en alguna construcción de esta dimensión se pueden encontrar desde un solo pilote o pila, hasta el piloteado completo de la estructura, es decir en esta región las cimentaciones profundas están en función de las cavernas y no de la resistencia del subsuelo como sucede en otras zonas donde las cimentaciones profundas están en función completamente de la resistencia del subsuelo como lo se ve en la Ciudad de México.

Como conclusión cabe mencionar que existen zonas fangosas y pantanosas identificadas en esta región, donde muchas de ellas son reservas protegidas por la característica de su ecosistema conformado comúnmente por manglares, sin embargo hay construcciones que se realizaron en zonas fangosas cimentadas a base de pilotes, debido al gran grosor del espesor fangoso, resultando mas económico cimentar con pilotes que realizar la excavación para una cimentación superficial.

Como dato curioso, en algunas ocasiones al realizar los estudios de sondeos para un proyecto que muchas veces ya está elaborado, se han encontrado en dichos estudios grandes cenotes y ríos subterráneos (que son cavidades con agua simulando ser una alberca natural), muchas veces presentan tanta belleza natural, que son explotados con efectos turísticos y la

construcción proyectada es cancelada; ya que para el inversionista resulta mas redituable explotar turisticamente dicho predio; en otras ocasiones resulta contraria la situación, es tanto el interés económico por los inversionistas, la mayoría de ellos extranjeros, destruyendo completamente dichas bellezas naturales, las cuales se pierden debajo de un gran hotel o complejo habitacional, lo mismo sucede con el manglar de la región, esto ha generado en los últimos años en las organizaciones ecológicas controversia y la existencia de numerosas preguntas sobre la supuesta protección al ecosistema en esta zona, quien otorga estos permisos?, convirtiéndose en una situación política que generará muchas conclusiones en los próximos años ante el crecimiento sobre exponencial que actualmente existe en la región.

V. g PROBLEMAS EN SUELOS FANGOSOS

Existen zonas de manglar donde el suelo es fangoso e inestable para edificar una estructura, generalmente siempre que se quiera cimentar en este tipo de subsuelo será necesario apoyar la estructura en un estrato rocoso que garantice estabilidad a la estructura, esto puede lograrse a través de rellenos compactados (resultando la mayoría de las veces demasiado costoso) y la utilización de cimentaciones profundas (pilotes).

Como ejemplo se encontró una estructura que falló por este problema en el complejo hotelero “El Pueblito Beach” en Playa del Carmen, donde se realizó la construcción de una alberca de concreto cimentada sobre un estrato de roca caliza, el problema de la falla se debió a que debido al gran tamaño de la alberca, parte del subsuelo donde se cimentó era fangoso, al no realizar los sondeos necesarios, los Ingenieros no se enteraron de este tipo de subsuelo comprendido en el área de la alberca, por tanto no quedó apoyada sobre la laja, lo que provoco asentamientos excesivos que provocaron cuarteadoras en la losa y muros de concreto en un plazo menor a 3 meses de haber terminado la obra.

Es importante como ingeniero prever este tipo de errores, ya que por no realizar un correcto estudio del subsuelo se pueden ocasionar fallas que resultan muy costosas y en el peor de los casos catastróficas; la solución para esta la falla del ejemplo anterior fue la demolición del área afectada, el retiro de la capa fangosa y relleno con material compactado al 95% y nuevamente la construcción de la estructura; situación que resultó costosísima y que debió haber sido estudiada previa a la construcción del proyecto. Otro claro y famoso ejemplo de la falta de análisis del subsuelo al cimentar una estructura es el faro de Puerto Morelos, ciudad intermedia entre Cancún y Playa del Carmen, el cual fue edificado sobre la playa, sin un análisis del subsuelo, dicha estructura tiene un importante desplome debido a asentamientos irregulares.

Fig. 1 Alberca del complejo “Pueblito Beach”

Fig. 2 Faro de Puerto Morelos

V. h COMENTARIOS A LA REGLAMENTACIÓN LOCAL

Este subtema tiene como objetivo conocer la reglamentación de construcciones de la región, específicamente del municipio de Solidaridad Quintana Roo, cuya cabecera municipal es la ciudad de Playa del Carmen.

Como en la mayoría de los reglamentos de construcción del país, todos tienen la finalidad de optimizar y garantizar la calidad de una construcción o edificación, lo que conlleva a un desarrollo de infraestructura y urbano, que teóricamente si se cumpliesen al margen dichos reglamentos catapultarían a nuestro país como una potencia en infraestructura como sucede en la mayoría de los países desarrollados o denominados de primer mundo.

Desafortunadamente los reglamentos de construcción reflejan el subdesarrollo de nuestro país y la poca rigidez que existe para cumplir las reglas y leyes que se estipulan para todos los ámbitos que rigen a la nación; siendo la corrupción la principal enfermedad que impide el desarrollo y la prosperidad de un país al que la naturaleza le brindó todo el potencial, sin embargo nosotros sus habitantes hemos impedido su crecimiento.

El reglamento de construcción del municipio de Solidaridad está basado como la mayoría de los reglamentos estatales en el reglamento de construcciones del Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias; debido a que es el reglamento mejor formulado y el que tiene el mayor respaldo de investigación del país y del mundo; lo que refleja que la calidad de la Ingeniería Mexicana puede competir con las mejores del mundo.

Todos los Artículos del reglamento son acertados y si fueran acatados en todas las construcciones, estoy seguro que el entorno urbano del país sería completamente diferente, ya que el reglamento tiene la visión de una urbanización vanguardista, cubriendo todos los detalles que se requieren para armonizar un entorno urbano. Las medidas de seguridad establecidas al construir como son controles de calidad de materiales, mano de obra, equipo y herramienta, señalización, accesos, rutas de evacuación, etc. Son claramente establecidas en el reglamento sin embargo en nuestro sistema actual antes criticado estas reglas no son acatadas, ya que en la mayoría de las obras, no existen controles de calidad para materiales, mano de obra (la mayoría no cuenta con seguro social), la falta de señalización, salidas de emergencia, rampas etc. Como es bien conocido ha provocado gran cantidad de accidentes, incendios, fallas estructurales, especialmente muerte de personas etc. Debido a que no existe un órgano que regule realmente las obras y haga ejecutar en forma rigorista el reglamento de construcción.

A continuación se hará mención de los Artículos que un servidor al laborar en esta región considero representativos o requieren comentarios críticos desde mi punto de vista.

CAPÍTULO II. USO DE LA VIA PÚBLICA

1. Realizar cualquier tipo de obra, modificaciones o reparaciones en la vía publica. 2. Ocupar la vía pública provisionalmente con instalaciones, construcciones, escombros o materiales de construcción, para la realización de obras o de servicios públicos

COMENTARIO:

Es difícil en la realidad encontrar una obra que cumpla los artículos anteriores, en la gran mayoría de las obras existe material en las aceras, escombros, basura etc., por lo que considero que es un artículo comúnmente violado en las construcciones de este País.

CAPÍTULO III. INSTALACIONES AEREAS Y SUBTERRANEAS EN LA VÍA PÚBLICA.

Artículo 17. En los casos de calles que se ubiquen en zonas turísticas, monumentales o vías de uso exclusivamente peatonal, la ubicación de las diversas instalaciones será subterránea, de manera que sólo queden visibles los elementos estrictamente necesarios.

COMENTARIO:

Efectivamente en Playa del Carmen, Cancún, Tulum etc. Se están construyendo fraccionamientos perfectamente planeados en el ámbito de instalaciones, ya que ante los factores de viento las instalaciones eléctricas, telefónicas, televisión etc. Son vulnerables a ser dañadas.

La realidad es que la inversión particular es la que realiza este tipo de obras, por lo que la minoría de las viviendas cuenta con esta infraestructura subterránea siendo vulnerables la mayoría de las viviendas a ser dañadas por factores meteorológicos principalmente los huracanes.

En realidad el gobierno únicamente invierte en instalaciones con esta calidad en la zona turística de Playa del Carmen y Cancún, comprendiendo unas cuantas colonias; resultando ser una farsa, ya que la imagen que se brinda al turista es muy diferente a la realidad de los lugareños.

Artículo 87. La altura máxima que podrá autorizarse para edificios será aquella que establezcan los Programas Regionales, Planes y Programas Directores, Parciales o Sectoriales de Desarrollo Urbano, correspondientes y aplicables, la cual no podrá ser superior a 12 metros en sus niveles habitables o hasta 13.50 mts, tomando en cuenta cubos de escalera, tinacos o elementos de fachada.

Los edificios de varias plantas destinados para habitación multifamiliar, deberán cumplir con los requisitos siguientes:

I. Contar con la Constancia de Uso de Suelo conforme a lo establecido por el Programa de Desarrollo Urbano y demás disposiciones relativas. II. En zonas consolidadas, deberán ubicarse éstos edificios en vialidades primarias, pudiéndose ubicar en otra vialidad previa consulta a la normatividad particular de la zona. III. Que el sistema de agua potable donde se abastecerá el edificio sea suficiente para darle el servicio y contar con instalaciones de reserva de agua potable. IV. Que tenga un sistema y equipo adecuado para desalojar y tratar las aguas residuales. V. Que dado el volumen de la construcción, deberán evitar problemas de tránsito que pudieran originarse, tanto en lo referente a circulación como al estacionamiento de vehículos en la zona de ubicación de la presunta construcción.

Las dimensiones mínimas de una pieza habitable:
VIVIENDA TIPO LADO MINIMO SUPERFICIE MINIMA ALTURA MINIMA INTERES SOCIAL* 2.70 m libres 9.00 m2, no incluye área de closet 2.70 m libres INTERES MEDIO** 3.50 m libres 12.25 m2,no incluye área de closet 2.70 m libres RESIDENCIAL 3.50 m libres 12.25 m2, no incluye área de closet 2.70 m libres

Artículo 101. Las aguas pluviales que escurran por los techos y terrazas, deberán drenarse dentro de cada predio por medio de instalaciones específicas para el caso y por ningún motivo deberán conectarse a la red de alcantarillado, tampoco tendrán salida a la vía pública, ni deberán drenar sobre predios colindantes.

COMENTARIO:

La altura de las edificaciones que el reglamento establece menor a 12 m es justificada por los agentes meteorológicos como huracanes, tormentas tropicales etc. Sin embargo cabe mencionar que si se justifica la cimentación y estructuración de una edificación para mas niveles, es permitido por las autoridades.

Enfatizando sobre el artículo IV. Es muy difícil encontrar edificios multifamiliares con sistemas de abastecimiento de agua efectivos, mucho menos contar con reservas de agua potable y el tratamiento de aguas residuales prácticamente es nulo ya que muchas veces no existe el manejo de aguas incluso se siguen construyendo fosas sépticas que dañan los acuíferos; por lo que este articulo es completamente violado en la mayoría de las construcciones.

Cabe mencionar que donde la inversión es importante si se realizan este tipo de obras, como hoteles, condominios de lujo, campos de golf, etc.

CAPÍTULO XVIII EDIFICIOS PARA HOSPITALES, CLINICAS, CENTROS DE SALUD, CONSULTORIOS Y DISPENSARIOS MEDICOS Y EDIFICIOS PARA LA ASISTENCIA SOCIAL.

Artículo 131. El edificio deberá contar con cajones de estacionamiento tanto para médicos como para el público, de conformidad con la tabla que aparece en el Capítulo XXVIII denominado “Estacionamientos” de este Reglamento.

COMENTARIOS: Los hospitales gubernamentales no cumplen con este artículo, basta conocer la clínica del IMSS de Playa del Carmen que no cuenta ni con estacionamiento de ambulancias.

Los siguientes artículos (208, 224, 230, 245 y 246, 247) tienen la intención de mejorar la calidad de los servicios sin embargo ninguno cumple en la realidad con lo establecido en el reglamento, siendo el verdadero problema la corrupción, ¿quien verifica su cumplimiento?, ¿quien otorga los permisos?, ¿en realidad se tiene conciencia de la realidad del entorno urbano, político y social cuando se elabora un reglamento de construcción como este?.

ARTICULO 208. Los estacionamientos, deberán tener carriles separados para la entrada y salida de los vehículos, con una anchura mínima de 2.50 m.

Artículo 224. Toda área impermeable deberá de tener drenaje pluvial. El drenaje pluvial puede ser por medio de gárgolas o de coladeras en azotea conectadas a bajantes de aguas pluviales con descargas dentro del predio.

Artículo 230. Toda edificación deberá contar con un sistema de recolección de aguas residuales propio y exclusivo, que deberá estar conectado al sistema de alcantarillado en las zonas en que éste exista.

Artículo 245 y 246. En ningún caso, las aguas residuales podrán ser descargadas en los cenotes, cuevas o pozos que lleguen al nivel freático, en general en ningún elemento que tenga comunicación directa con el nivel freático

Artículo 247. Queda prohibida la instalación de fosas sépticas en predios localizados en zonas donde exista un sistema de alcantarillado, también queda prohibido usar como pozo de absorción un pozo que fue de abastecimiento de agua, es decir, que tenga comunicación directa con el agua de subsuelo.

CAPÍTULO LX MEMORIAS DE CÁLCULO.
Artículo 358. El Responsable Estructural, cuyo nombre registro y firma deben de contemplarse en el cuadro de referencia de los planos estructurales, es el responsable del diseño de la estructura y de sus elementos, incluyendo la cimentación, así como del método y especificaciones empleados, y estará obligado a entregar la memoria de cálculo para aquellas obras que requieran de responsiva estructural, a satisfacción de la propia Dirección. Artículo 359. La responsabilidad mencionada en el artículo anterior vence a los cinco años de haberse concluida la obra, sin haber experimentado cambios o modificaciones durante ese tiempo, o bien, según lo que establezca el código civil del Estado de Quintana Roo. Artículo 360. El Responsable Estructural deberá verificar que el diseño contemple el efecto combinado de todas las acciones externas que puedan ocurrir simultáneamente en una edificación, en condiciones más desfavorables de carga permanente más carga viva o carga permanente más carga accidental de viento.Artículo 361. En el diseño estructural el Responsable considerará las cargas permanentes y cargas vivas especificadas en textos estructurales reconocidos, considerando el uso y destino de la edificación y los pesos correspondientes a los materiales constructivos a utilizar. En el caso de la carga accidental de viento se utilizará mínimo una velocidad básica de diseño (Vd) de 270 Km./h o una presión (po) de 335 Kg./m2. Artículo 362. En la determinación de las acciones internas y las deformaciones producidas por las acciones externas, el Responsable utilizará un método de análisis reconocido que tome en cuenta las propiedades de los materiales ante los tipos de carga considerados. Artículo 363. El Responsable Estructural deberá tomar en cuenta cualquier perforación o alteración en un elemento estructural para alojar ductos o instalaciones. Artículo 364. Es recomendable evitar excentricidades de diseño mayores del 10% (diez por ciento) de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección normal a la del análisis, con objeto de reducir los efectos de torsión debidos a la asimetría en rigideces, materiales y tipos de elementos resistentes.Artículo 365. En edificaciones que no requieran de responsiva estructural, el Propietario, o el Responsable de la obra civil, será el único responsable de la estabilidad y seguridad de la construcción.

COMENTARIOS:

Es importante conocer datos técnicos que son empleados al realizar una memoria de cálculo, lo descrito en el Capítulo LX es de gran importancia para elaborar un proyecto en esta región. Lo importante será conocer si realmente al entregar una memoria de cálculo al municipio, ésta es revisada por expertos en el tema, esto debido a que muchas veces los DRO únicamente firman planos sin conocer realmente las bases estructurales del proyecto, situación que en una emergencia podría resultar fatal.

CAPÍTULO LXI NORMAS DE CALIDAD.
Artículo 366. La resistencia, la calidad y las características de los materiales empleados en la construcción, serán los que se señalen en las especificaciones de diseño y en los planos constructivos, los que deberán satisfacer las normas de calidad que fijen las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) emitidas por la Dirección General de Normas (DGN) de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Artículo 369. Los elementos estructurales inmersos en ambientes corrosivos o sujetos a la acción defectos físicos, químicos o biológicos, que tiendan a afectar su resistencia mecánica, deberán ser recubiertos con materiales o substancias que garanticen plenamente su protección y estarán sujetos a programas permanentes de mantenimiento preventivo que aseguren su vida útil dentro de las condiciones del diseño.

COMENTARIO:

Es importante enfatizar en las normas de calidad en los proyectos, en este capitulo de la tesis se han presentado diferentes edificaciones y en todas ellas los controles de calidad fueron resaltados, ya que al tener estrictos controles de calidad, se garantiza el objetivo de cualquier proyecto.

CAPÍTULO LXII MORTEROS Y CONCRETOS.
Artículo 370. Los materiales utilizados en la elaboración de morteros y concretos, deberán de cumplir con las Normas oficiales Mexicanas en su capítulo de Construcción (NOMC). La dosificación de estos materiales, será en proporciones tales que sobrepasen los requisitos mínimos de resistencia, tomando en cuenta las características físicas de los agregados finos y gruesos disponibles en la región. Artículo 371. La resistencia a la compresión especificada del concreto, debe basarse en cilindros de prueba de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas (NOMC159 y NOMC83), elaborados con las revolturas empleadas en el colado de los elementos estructurales que integran la obra, y probarse a los veintiocho días cuando se use cemento Pórtland tipo I y a los catorce días para el cemento Pórtland tipo III (fraguado rápido) o cuando se empleen acelerantes. Las pruebas serán realizadas en laboratorios de control de calidad que estén autorizados por la Dirección mediante métodos y procedimientos reconocidos. El certificado correspondiente se anexará a un escrito dirigido a la Dirección para avalar la resistencia del proyecto aprobado. Artículo 372. La resistencia mínima de los concretos será:
Kg./cm2 1. En trabes, vigas, columnas y cerramientos 250 2. En capa de compresión de losas de vigueta y bovedilla claros hasta 4.00 m 150 claros mayores a 4.00 m 200 3. Elementos prefabricados. 300 4. Concretos ciclópeos, firmes y banquetas 150 5. Pisos de concreto en naves industriales 200 6. Aceras, andadores y baldosas para tránsito peatonal 150 7. Andadores con tránsito vehicular ligero 150 8. Castillos 150 – 200 9. Plantillas 100 10. Cimentaciones: zapatas, contratrabes y pilotes 250
Artículo 373. Se deberá llevar estricto control de la elaboración del concreto en los siguientes casos: a) Obras destinadas para uso público, tales como escuelas, hospitales, hoteles, comercios, salas de espectáculo, estadios, y otros similares. b) En casas habitación cuya superficie construida sea mayor de 40.00 m2.c) En obras ya construidas, incluidas en alguno de los casos anteriores, en cuya ampliación intervengan sistemas estructurales o se modifiquen las ya existentes, y, d) En obras que sin estar consideradas en los casos anteriores, a juicio de la Dirección lo requieran.

CAPÍTULO LXIII ACERO DE REFUERZO.
Artículo 376. El acero de refuerzo deberá cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas para la Industria Siderúrgica (NOM C). Artículo 377. El acero de refuerzo especialmente el de preesfuerzo, deberá ser tratado con procesos electrolíticos que lo protejan de la oxidación. En todo caso antes de ser aplicado el tratamiento, la superficie deberá ser limpiada para eliminar toda partícula extraña al acero. Poco antes de ser habilitado y colocado se deberá inspeccionar si no ha sufrido daños en el transporte y manejo, en especial después de un largo período de almacenamiento. Si se considera necesario se harán pruebas de resistencia en los aceros de dudosa calidad. Artículo 378. Las barras de acero de refuerzo del concreto no podrán doblarse cuando estén parcialmente ahogadas, a menos que se tomen las medidas necesarias para impedir que se dañe el concreto ya fraguado. Todos los dobleces se harán en frío, excepto cuando se especifique en los planos estructurales. Artículo 379. La posición del acero de refuerzo deberá mantenerse por medio de amarres con alambre recocido, silletas y separadores de acero estructural de resistencia y número suficiente que impida movimientos durante el colado para garantizar la posición óptima de trabajo estructural así como los mínimos de recubrimiento que protejan a dichas armaduras.

CAPÍTULO LXIV ELEMENTOS PREFABRICADOS.
Artículo 380. Cuando se utilicen elementos prefabricados de concreto, el Responsable de la Construcción de la Obra tendrá la obligación de verificar que todos y cada uno de los elementos contengan grabados nombre del fabricante, número de serie de fabricación, número de lote y fecha de fabricación, número, calibre y esfuerzos de trabajo del acero y esfuerzo a la compresión nominal del concreto. Corresponde al fabricante la responsabilidad del diseño y elaboración de los elementos prefabricados. El Responsable tendrá el derecho de obtener un certificado de garantía que ampare que el elemento fue sometido a las pruebas de resistencia y durabilidad que señalan las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) o las que recomienda el Instituto Americano del Concreto (ACI).

Artículo 393. El Responsable de la Obra Civil (constructor y/o propietario), es quien vigilará que se lleve a efecto la debida construcción de la edificación y de cada uno de sus elementos, desde la cimentación hasta los acabados y entrega; de la calidad en la ejecución de los trabajos y su durabilidad; y del control de calidad de los materiales, concretos y morteros apegándose a las normas de construcción (NOM C) que fija la Dirección General de Normas (DGN).

CAPÍTULO LXX CIMENTACIONES

Artículo 418. Toda construcción, deberá estar soportada por medio de una cimentación apropiada. Se entiende por cimentación, al conjunto formado por la subestructura y el suelo. La subestructura, recibe las cargas de la edificación y la reacción del suelo. Las cimentaciones, deberán construirse de acuerdo con los materiales, secciones y características marcadas en los planos estructurales correspondientes, los que deberán ajustarse a los lineamientos que se especifican en las Normas Oficiales Mexicanas.

Artículo 419. Será obligatorio realizar y presentar el estudio de mecánica de suelo como requisito para la tramitación de licencias de construcción en:

1. Edificaciones ubicadas en toda la franja costera del municipio. Esta franja costera abarca desde el limite de la zona federal marítimo terrestre hasta 500 metros tierra adentro.2. En las edificaciones ubicadas desde 500 metros de la zona federal marítimo terrestre hacia adentro, de mas de 2 niveles o mayores de 100 m2.

Artículo 420. Solo se aceptará cimentar sobre rellenos artificiales, siempre que se cumpla con lo que se indica en el Artículo 423 de este Reglamento. Artículo 421. Debido a las particulares condiciones geológicas de la Península de Yucatán, la investigación del subsuelo deberá permitir con detalle las condiciones litológicas de la zona en la que se encuentra la edificación y la probable presencia de oquedades, depósitos de basura, rellenos mal compactados y cavidades naturales o artificiales. Para todas aquellas edificaciones no comprendidas en el Artículo que precede, deberán realizarse sondeos exploratorios suficientes, que permitan obtener la información anterior a profundidades donde se ponga en riesgo su estabilidad. Este tipo de exploración, deberá ser realizado por personal especializado. Artículo 422. Para el diseño de la cimentación en el que no se justifique un estudio detallado del suelo, se tomará como esfuerzo admisible del terreno una capacidad de 1 Kg./cm2 (10 Ton/m2). Las estructuras que no requieren un estudio detallado de suelos, serán aquellas que por sus descargas en la cimentación, el valor anterior es satisfactorio. Artículo 423. Solo se aceptará cimentar sobre rellenos de material de banco cuando se demuestre que éstos son compactos o que se compactarán de acuerdo a las normas técnicas complementarias para este tipo de plataformas de cimentación. En los rellenos se tendrá cuidado con el problema del flujo natural tomando las provisiones necesarias para el escurrimiento del agua. Para la especificación y el control de la compactación de los materiales empleados en rellenos, el grado de compactación no deberá ser

menor del 90% Proctor. Estas compactaciones, deberán ser verificadas por un laboratorio reconocido en la entidad.

Artículo 425. Los muros cargadores, dependiendo de la capacidad de carga del terreno y de su compresibilidad, se podrán cimentar sobre zapatas corridas de mampostería de piedra natural rematadas con una dala de concreto reforzado o sobre zapatas corridas de concreto, provistas de trabes de rigidez o sobre losas corridas de cimentación generalmente provistas de trabes de rigidez. En el caso de cimentación de columnas, las zapatas podrán ser aisladas, de concreto simple o reforzado, o bien, serán zapatas o losas corridas provistas de contratrabes de concreto reforzado. Los cimientos del lindero en el caso de zapatas aisladas o corridas, pueden hacer necesario el empleo de trabes de volteo o balancines. La estructura deberá anclarse a los elementos de la cimentación, los cuales deberán diseñarse para resistir los esfuerzos inducidos por fuerzas horizontales, así, los castillos de concreto arrancarán desde el desplante del cimiento y no desde la dala y el refuerzo de las columnas, se anclará en las zapatas y contratrabes.

Artículo 427. Siempre deberá investigarse el efecto de la nueva construcción sobre la cimentación de las edificaciones colindantes, cuidando de manera especial el proceso de excavación, cuando se requieran explosivos. Artículo 428. Se respetarán en el diseño estructural las siguientes normas y coeficientes de seguridad:

I. El coeficiente de seguridad del suelo será: Falla por esfuerzo cortante sin considerar fuerzas accidentales3.0Falla por esfuerzo cortante considerando esfuerzo cortante 2.0II. El coeficiente de seguridad en la estructura será: Falla por volteo 1.5Falla por deslizamiento 2.0 En ambos casos se eliminarán las acciones que favorezcan a la condición de falla. III. No se deben de tomar en cuenta esfuerzos de tensión entre el suelo y la cimentación, al menos que se utilicen procedimientos constructivos que lo admitan.

CAPÍTULO LXXII TERRAPLENES O RELLENOS.

Artículo 437. La compresibilidad, resistencia y granulometría de todo relleno serán adecuadas a la finalidad del mismo. De manera, que cuando un relleno vaya a hacer contenido por muros, se deberán tomar las precauciones que aseguren que los empujes no excedan a los del proyecto. Deberá prestarse especial atención a la construcción de drenes, filtros y demás medidas, tendientes a controlar empujes hidrostáticos. Artículo 438. Los rellenos que vayan a recibir las cargas de una construcción, deberán cumplir los requisitos de confinamiento, resistencia y compresibilidad necesarios, de acuerdo a un estudio de mecánica de suelos realizado por un laboratorio autorizado por la Dirección. Se controlará su grado de compactación y contenido de humedad, mediante ensayos de laboratorio y campo. Artículo 439. En el caso de rellenos de aceras, patios y pisos habitables, éste deberá hacerse en capas de 0.15 m de espesor como máximo, aplicando no menos de cincuenta golpes por metro cuadrado con pisón de 20 Kg. con 0.30 m de altura de caída o igual energía de compactación.

Artículo 488. Queda prohibido efectuar obras de construcción, ampliación, adaptación, modificación, demolición o desmonte en terrenos donde se encuentren vestigios prehispánicos, sin previa autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia y de la Dirección.

CAPÍTULO LXXXVIII PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS.

Artículo 551. A la solicitud de la Licencia de Construcción, se deberá acompañar una serie de documentos de acuerdo al Formato de Requisitos establecido por la Dirección,

REQUISITOS:

1) Copia del Documento que acredite la propiedad del predio, debidamente inscrita en el Registro Publico de la Propiedad y del Comercio.2) Copia del Recibo Oficial de pago, expedido por la Tesorería Municipal, del Impuesto Predial del bimestre o año en curso. 3) Copia de la Factibilidad, Recibo de pago o Contrato de Agua Potable. 4) Copia de la Factibilidad, Recibo de pago o Contrato de Energía Eléctrica. 5) Tres copias del proyecto de construcción, el que deberá incluirla) Planos Arquitectónicos) Planos de localización señalando la ubicación del terreno en la zona. c) Planta de Conjunto señalando la ubicación de la construcción en el terreno. d) Plantas Estructurales con detalles constructivos de losas y cimientos. e) Planos de Instalaciones Eléctricas e Hidrosanitarias. f) Cortes y Fachadas. 6) Memoria de Cálculo. 7) Estudio de mecánica de suelos. 8) Planos de instalaciones de gas, aire acondicionado, especiales. 9) Especificaciones. 10) Cuadro de Datos emitido y autorizado por la Dirección, el cual deberá indicar los Datos del Proyecto, los Datos del propietario, el Croquis de Ubicación del Predio y el Norte, las Superficies de la Construcción por nivel y uso, el Tipo de Licencia, la Tabla de Restricciones según las Normas aplicables vigentes, los Datos y Firma del Autor del Proyecto Arquitectónico con Cedula Profesional en la materia, datos y firma del Responsable del Proyecto Estructural con Cedula Profesional en la materia, los Datos del Director Responsable de Obra y el espacio para el Sello de Autorización de la Dirección. 11) Copia de las Licencia de Construcción anteriores, en caso de que se trate de una ampliación o Terminación de Obra. 12) Planos anteriores autorizados en caso de que se trate de Terminación de Obra.13) Copia de la Carta de Aprobación y de los Planos Autorizados por el Instituto Nacional de Antropología e Historia, en su caso. 14) Copia de la Constancia de Uso del Suelo, Alineamiento y Numero Oficial.15) Copia del Resolutivo en Materia de Impacto Ambiental, emitido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en su caso. 16) Copia del Dictamen de Impacto Ambiental o de Impacto y Riesgo Ambiental, en su caso. 17) Copia del Reglamento Interno en caso de Régimen de Propiedad en Condominio. 18) Fotografías del predio o la construcción existente. 19) Licencia de Tala.

COMENTARIOS:

Estos últimos capítulos referentes a los concretos, morteros, acero de refuerzo, elementos prefabricados, cimentaciones, terraplenes y rellenos y procedimientos administrativos presentan información necesaria que los Ingenieros comúnmente deben conocer, ya que se serán parte de la ejecución de la obra, desde los tramites administrativos que cabe mencionar que el estado de Quintana Roo ocupa el primer lugar en tramites administrativos largos, ya que el sistema burocrático que se utiliza es obsoleto, se pide documentación innecesaria, documentación que jamás es revisada pero es solicitada etc.

Conocer las especificaciones del acero también es de suma importancia, ya que junto con el concreto representan los materiales de mayor importancia estructural de cualquier edificación, por lo que deben cumplir con todas las normas establecidas en el presente reglamento de construcción; en el caso de los rellenos y terraplenes, los materiales utilizados para estos deben cumplir las propiedades necesarias que garanticen estabilidad, y es muy importante verificar las pruebas de laboratorio referentes a la compactación de los mismos.

Para concluir con este subtema es importante recalcar que los esfuerzos para realizar un Reglamento de construcción eficiente deben ser grandes; sin embargo mas importante sería aplicar el reglamento al pie de la letra, ya que esto provocará un gran beneficio al construir, y por ende al tener construcciones perfectamente reglamentadas se puede garantizar un crecimiento en la infraestructura del País que además de generar empleos, enriquezca el entorno urbano, social, cultural y político de una Nación.