



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Supervisión de obra: Cimentación de
residencias en la zona poniente de
la Ciudad de México**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
Ingeniero Civil

P R E S E N T A

Federico Javier Castrejón Serna

ASESOR DE INFORME

M. I. Héctor Sanginés García



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2017

SUPERVISIÓN DE OBRA: CIMENTACIÓN DE RESIDENCIAS EN LA ZONA PONIENTE DE LA CIUDAD DE MÉXICO

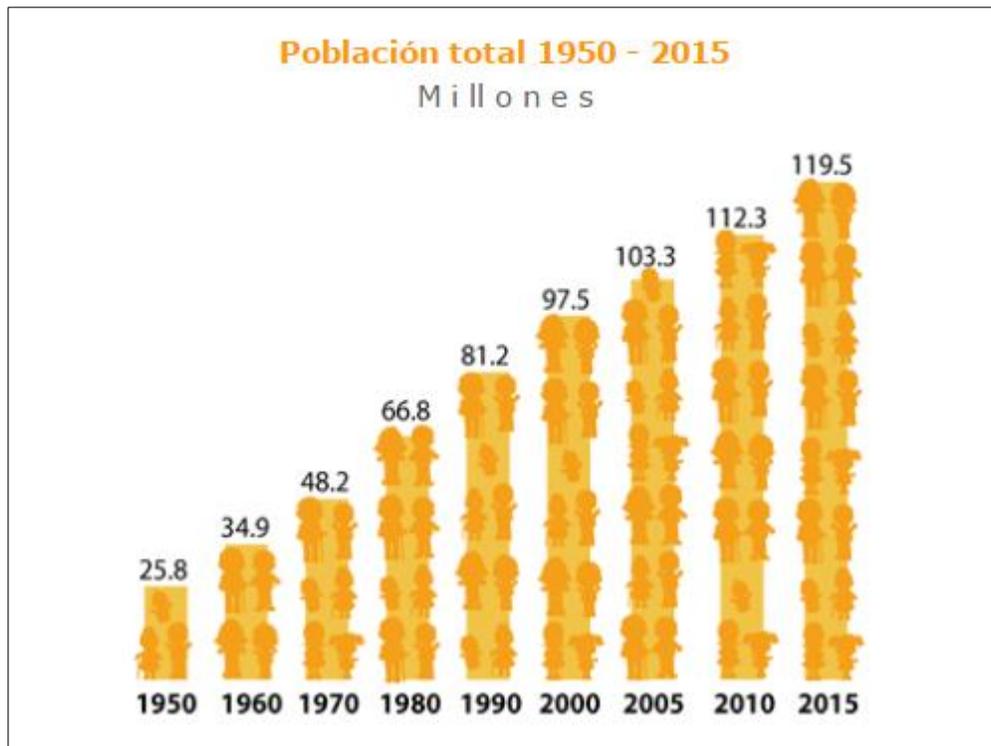
Índice de Contenido

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN..... | 3 |
| OBJETIVO..... | 4 |
| ANTECEDENTES..... | 4 |
| Supervisión de obra..... | 4 |
| Problemática debido a la falta de supervisión..... | 5 |
| La figura del supervisor de obra..... | 6 |
| Conocimientos técnicos..... | 8 |
| Construcción urbana residencial..... | 8 |
| Terraplenes..... | 8 |
| Cimentaciones..... | 9 |
| Taludes..... | 9 |
| Reglamentos y normas..... | 10 |
| DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA..... | 10 |
| Antecedentes del proyecto..... | 10 |
| Estudio de mecánica de suelos..... | 12 |
| Planeación estratégica..... | 12 |
| Levantamiento topográfico..... | 13 |
| METODOLOGÍA..... | 13 |
| Previo al inicio de obra..... | 14 |
| Canales de comunicación..... | 15 |
| Análisis del proyecto ejecutivo..... | 16 |
| Análisis del estudio de mecánica de suelos..... | 17 |
| Presupuesto de obra..... | 17 |
| Apertura administrativa..... | 18 |
| Programa de obra..... | 18 |
| Plan de ejecución..... | 19 |
| Procedimientos constructivos..... | 21 |
| Durante la ejecución. Seguimiento en obra..... | 23 |
| Revisión de procedimientos constructivos..... | 24 |

| | |
|---|----|
| Revisión de calidad de materiales | 24 |
| Bitácora de obra | 25 |
| Reportes periódicos | 26 |
| Durante la ejecución. Seguimiento en gabinete. | 26 |
| Revisión de programa de obra | 26 |
| Seguimiento a plan de ejecución | 27 |
| Revisión del presupuesto y estimaciones | 27 |
| Revisión de calidad de materiales..... | 27 |
| Cierre de obra..... | 28 |
| Carpetas de entrega | 28 |
| Planos definitivos | 28 |
| Cierre administrativo..... | 28 |
| Actas de entrega | 29 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 29 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 31 |
| ANEXOS | 32 |

INTRODUCCIÓN

La población de México se ha cuadruplicado durante los últimos 65 años hasta contar en el año 2015 con 119.5 millones de habitantes. La necesidad de las personas por tener una vivienda se ha convertido en un reto para las ciudades debido al crecimiento poblacional y la migración de la población rural hacia las principales ciudades.



Graf. 1 Gráfica de Crecimiento Poblacional en México. INEGI 2015.

Aunado a este crecimiento desmedido, existe la problemática de que las personas no consultan con expertos para construir viviendas y prefieren la autoconstrucción, lo que genera en muchas ocasiones sobrecostos, mala calidad de construcción y bajo nivel de confort en las viviendas.

Debido a ello se busca hacer hincapié en la importancia de la ingeniería civil en la construcción de viviendas. Contar con la asesoría de expertos debe ser una cultura a desarrollar en la sociedad mexicana.

Igualmente se requiere que los ingenieros civiles se preparen técnicamente con herramientas y conocimientos que les permitan realizar de una mejor manera sus actividades así como hacerlas más eficientes.

Es importante recalcar que la planeación y control es un área que se está desarrollando en México pero que aún no se le brinda la importancia que requiere; Es por ello que este trabajo se enfoca en demostrar la importancia de la supervisión de obra así como de una metodología para realizar el control y supervisión de la cimentación de una residencia de alto nivel.

OBJETIVO

El presente trabajo tiene por objetivo demostrar el proceso que se debe llevar a cabo por parte de un Supervisor de Obra durante la ejecución de los trabajos de cimentación de una residencia de alto nivel ubicada al poniente de la Ciudad de México, con base en normas oficiales y técnicas utilizadas profesionalmente. Todo ello basado en la formación académica y experiencia profesional adquirida por un servidor.

Así mismo se busca en que el presente trabajo sirva como referencia para todas aquellos profesionistas que están iniciando en la supervisión de obra; Si bien este proyecto no contiene toda la información necesaria para supervisar todo tipo de proyecto de ingeniería, si funciona como una excelente base que se puede adaptar fácilmente a las necesidades de la mayoría de los proyectos de Ingeniería Civil.

ANTECEDENTES

Supervisión de obra

La palabra supervisión analizada de forma general implica revisar actividades realizadas por un tercero de tal forma que se garantice su correcta ejecución. De acuerdo a la Real Academia Española la palabra supervisión se define como la “acción y efecto de supervisar”. Supervisar se define como “Ejercer la inspección superior en trabajos realizados por otros”. Inspección se define como “cargo y cuidado de velar por algo”.

Específicamente para el ejercicio de la ingeniería civil la supervisión de obra podemos definirla como una actividad que busca llevar a buen término un proyecto de ingeniería civil bajo la premisa de lograrlo en el menor tiempo posible, economizando recursos así como velando por la mejor calidad de los trabajos ejecutados. Siempre buscando la mejor relación entre estos tres ámbitos tiempo-recursos-calidad.

Sin embargo para lograr este objetivo se debe contar con herramientas y técnicas que permitan al supervisor realizar metodológicamente y bajo estricto proceso de control el seguimiento de la ejecución de los trabajos.

En el desarrollo de la Ingeniería Civil y el ejercicio profesional ha sido necesario incluir procesos de supervisión que garanticen la ejecución en tiempo, calidad y costo de las actividades encomendadas. Es así que esta actividad es actualmente considerada esencial en cualquier proyecto de Ingeniería Civil y se ha convertido en un factor determinante durante la ejecución de los mismos.

Por ello un supervisor de obra deberá contar con una sólida preparación técnica para lograr entender el funcionamiento de una obra y poder aplicar las mejores soluciones a los problemas que se pueda enfrentar; Así mismo estos conocimientos técnicos deberán mantenerse actualizados al tiempo que se va adquiriendo una mayor experiencia en su labor. Aunado a la preparación técnica, los valores y la ética profesional deben ser un aspecto fundamental en el supervisor.

Para cualquier proyecto de construcción urbana residencial, es necesario establecer una supervisión de obra que garantice a cualquier persona que desea construir su residencia que recibirá una construcción que cumple absolutamente con normas y criterios requeridos por la autoridad además de que se edificará eficientemente y de acuerdo a las especificaciones del proyecto.

De lo anterior, se ha desarrollado hasta la actualidad una gran cantidad de conocimientos y técnicas acerca de la supervisión de obra que han permitido realizar construcciones de mejor calidad, económicamente viables y que se ejecutan en tiempos más cortos.

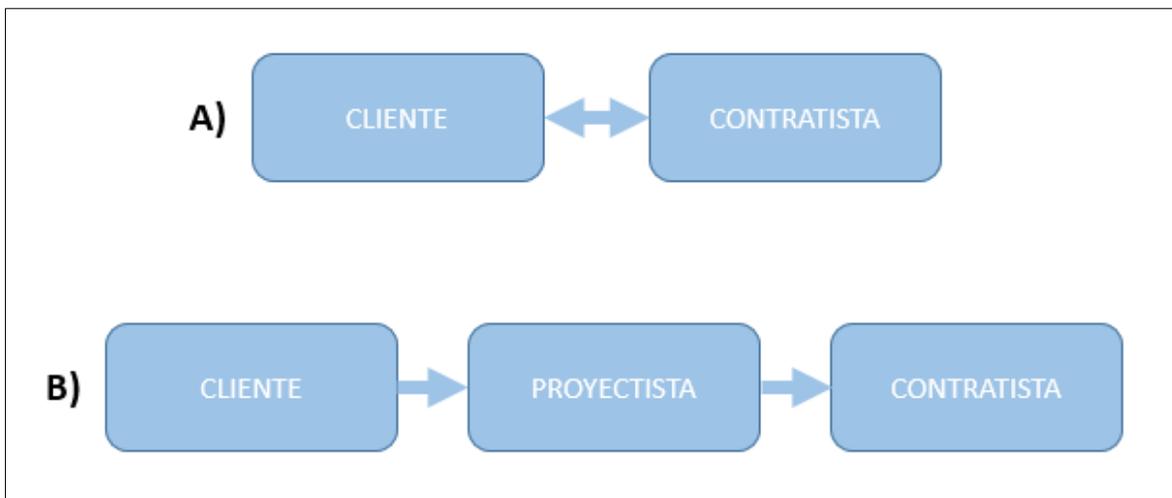
Problemática debido a la falta de supervisión.

Durante los últimos años se han estudiado las consecuencias de la ausencia de una supervisión adecuada durante cualquier proyecto de infraestructura. Particularmente en el ámbito residencial, estas consecuencias pueden ser ligeras desde una mala calidad de los materiales instalados hasta fallas en las instalaciones y aún más graves fallas estructurales.

Es por ello que se ha vuelto cada vez más común incluir una supervisión externa durante la ejecución de trabajos de obra civil.

En años anteriores era común observar que las personas que decidían invertir en una vivienda buscaran realizarlo de una manera más barata y generalmente sucedía de las siguientes formas:

- A) El cliente contrata directamente a una empresa que se dedica a la construcción pero no cuentan con la capacidad técnica para el diseño arquitectónico así como de instalaciones en general, por lo que se deja la tarea directamente a la empresa constructora. Si bien una residencia no implica mayores exigencias técnicas en cuanto a instalaciones, recientemente es común incluir equipos hidroneumáticos, electrodomésticos más complejos así como controles de acceso que sí exigen de mayor especialización del personal. Es por ello que proyectos construidos bajo en este esquema es frecuente que presenten deficiencias en su vida útil y sobre todo en el confort pues es muy difícil encontrar una empresa especializada tanto en construcción como en diseño.
- B) En este caso suele ocurrir que el proyectista interpreta los requerimientos del cliente y emite planos que no siempre son construibles, lo que implica que el contratista tenga que resolver detalles en sitio que deben estar contemplados desde la etapa de gabinete.



Graf. 2 Interacciones para la ejecución de proyectos hace algunos años.

Un problema común en este tipo de esquemas es el abuso de confianza hacia el cliente debido a su falta de conocimiento sobre el tema. Suele ocurrir que los contratistas y proyectistas abusan en el cobro de sus servicios, e igualmente estiman volúmenes adicionales por lo que el cliente termina pagando más de lo debido.

La compra de materiales de baja calidad, es otro problema relacionado con la falta de supervisión. Es por ello que tanto el constructor como el supervisor deben contar con las especificaciones de los materiales que requiere el proyecto. Si bien, un material de baja calidad representa un ahorro en el costo, tienen menor duración o resistencia generando costos de mantenimiento mayores en tiempos más cortos.

Otro problema debido a la falta de supervisión en el desperdicio de materiales o inclusive el robo de los mismos. Durante la manipulación de los materiales es común que los operarios no busquen la forma de optimizar su uso, desperdiciando materiales de alto costo como el acero o concreto, por lo que el supervisor debe siempre estar pendiente de todas las actividades de tal forma que optimice el uso de materiales. Es común detectar el robo hormiga de materiales en obra, sobre todo en el acero.

Igualmente se ha observado que debido a la falta de supervisión se generan vicios ocultos en las edificaciones. En su mayoría se debe a que no se sigue un procedimiento constructivo. Suele suceder que los operarios almacenan los materiales directamente sobre el suelo, o a la intemperie, por lo que estos tienden a contaminarse o a perder su calidad. Finalmente sin una supervisión adecuada, estos materiales se instalan de forma incorrecta lo que genera, comúnmente, agrietamientos o filtraciones en las edificaciones.

Elegir al contratista más barato, o al maestro de obra, puede generar igualmente mala calidad en los trabajos. El contratista más barato siempre considerará materiales más económicos y mano de obra con menores capacidades técnicas para poder ofrecer el precio más bajo, por ello es importante que el supervisor revise las propuestas técnico económicas de los contratistas. En el caso del maestro de obra, generalmente sus conocimientos son adquiridos por experiencia, por lo que su trabajo no siempre va de acuerdo a las mejores técnicas de la profesión.

Todos estos problemas relacionados a la falta de una supervisión en obra generan sobrecostos pues se adquieren materiales en exceso, se hacen re trabajos gastando más horas hombre y horas de renta de maquinaria y equipos. Así mismo cuando se contrata mano de obra barata o al contratista con la oferta más baja suele resultar en una mala calidad del trabajo ejecutado, abandono de la obra por parte del contratista debido a la falta de ganancias o sobrecostos debido a que se tiene que contratar a un segundo contratista para reforzar la obra.

La figura del supervisor de obra

Para lograr ejercer un control adecuado de los trabajos de obra civil así como de los alcances contractuales que representa cada proyecto, un supervisor de obra deberá ser un profesional especializado en el ramo de la construcción cuya preparación técnica contenga las bases necesarias para entender todos aquellos aspectos involucrados en un proyecto de ingeniería civil.



Graf. 3 Características de un Supervisor de Obra

Es por ello, que las siguientes características deberán ser parte fundamental del perfil de un supervisor de obra:

- 1) **Ética y honestidad.** Deberá un supervisor contar con una formación ética que permita tomar las decisiones adecuadas y necesarias para el proyecto considerando el equilibrio en los aspectos técnicos y económicos que impactan tanto al cliente como a los contratistas. Así mismo la honestidad para transmitir adecuadamente las decisiones y lineamientos asignados en beneficio del proyecto.
- 2) **Preparación técnica.** No basta solamente con una preparación profesional sino que deberá buscar mantenerse actualizado en las técnicas más recientes del ramo para tener siempre criterios técnicos adecuados para la toma de decisiones.
- 3) **Planeación y organización.** Estos aspectos serán fundamentales para llevar una buena supervisión de obra, ya que se debe realizar una planeación estratégica acerca de la ejecución del proyecto y establecer previamente los procedimientos de supervisión y control que se aplicarán al proyecto en cuestión. La organización será requerida para mantener el seguimiento adecuado durante la ejecución de obra sin descuidar tanto aspectos técnicos como administrativos.
- 4) **Experiencia.** Si bien la experiencia depende mucho de la edad de las personas, no siempre más años indican una mayor experiencia. Al final, un supervisor deberá razonar acerca de los problemas o contratiempos que surgen en cada proyecto, analizarlos, plantear diversas soluciones y dar seguimiento para resolverlos. Este proceso permite adquirir experiencias que siempre son útiles en proyectos que presenten situaciones similares.
- 5) **Habilidades de comunicación.** A pesar de que no ser parte de la formación de un Supervisor, cabe destacar que finalmente es la herramienta más poderosa con la que cuenta este profesional, ya que durante sus actividades deberá transmitir adecuadamente la

dirección del proyecto así como participar en la resolución de conflictos que son frecuentes en obra.

Es importante destacar que el Supervisor de Obra debe tener la capacidad de conducir la obra de tal forma que el cliente obtenga un producto acorde a sus necesidades, con las mejores características y al mismo tiempo, que el contratista obtenga un pago adecuado por sus servicios.

Es claro que los esfuerzos del supervisor de obra deben enfocarse en la dirección de la obra, en el cuidado del presupuesto, verificar la calidad de materiales, seguimiento a los procedimientos de obra, cuidado del proyecto técnico y sobre todo en el cuidado de la relación cliente-proyectista-contratista.

Conocimientos técnicos

Construcción urbana residencial

Durante las recientes décadas se ha registrado una gran migración de personas hacia las principales ciudades del país, lo que ha generado la necesidad de ampliar las zonas urbanas destinadas para vivienda a la par de servicios básicos y de esparcimiento para cubrir las necesidades de toda la población migrante.

Sin embargo la gran cantidad de viviendas que se han construido recientemente no cuentan completamente con procesos constructivos adecuados ni la asesoría de expertos en la materia que garanticen la seguridad de sus ocupantes principalmente. Esto puede deberse a la falta de especialistas en el ramo, carencia de recursos económicos ó ignorancia pues se cree popularmente que no es necesario obtener asesoría experta en construcción de viviendas.

Dentro del ámbito de la vivienda contamos con un estrato para vivienda residencial de alto lujo cuyos habitantes si pueden permitirse económicamente contar con especialistas para la construcción de sus viviendas, así como adquirir materiales de excelente calidad.

Este tipo de viviendas de alto nivel, generalmente cuentan con una planta baja donde se distribuyen sus áreas de servicios tales como cocina, servicios, estacionamiento, entre otros; mientras que en la planta alta resguardan las habitaciones de la familia. Es común también que cuenten con un nivel de sótano donde lo destinan como bodegas, o áreas de juego y esparcimiento.

Es precisamente en la cimentación de una residencia perteneciente a este sector en el cual se basa nuestro trabajo de supervisión.

Terraplenes

Los terraplenes, también conocidos como plataformas o terracerías, son estructuras que se construyen sobre el terreno natural a través del tendido de materiales producto de cortes o procedentes de bancos de material, con el fin de obtener el nivel requerido para la instalación de estructuras, bermas, tendido de taludes (de acuerdo a la norma N-CTR-CAR-1-01-009-11 del IMT).

Estos materiales deberán cumplir con las características físicas y mecánicas necesarias para brindar la resistencia requerida para el soporte de las estructuras. Estas características deberán ser corroboradas por un laboratorio especializado en mecánica de suelos garantizando que cumple, por ejemplo, con el porcentaje requerido de pruebas de compactación.

Frecuentemente ocurre que no se cuenta con material óptimo para la construcción de terraplenes, por lo que puede realizarse un mejoramiento del suelo a partir de la mezcla con otros materiales que en combinación resultarán en una mezcla con las características necesarias. El diseño y mezcla de los materiales para el mejoramiento del suelo debe realizarse por un laboratorio especializado que indique los porcentajes de materiales a mezclar dependiendo su granulometría.

Por último la elección correcta de los equipos de compactación resulta esencial para asegurar la calidad de los terraplenes. Es necesario que el supervisor conozca los equipos disponibles en el mercado así como sus alcances y rendimientos. Errar en la selección de equipos de compactación resulta en mayores tiempos de trabajo, sobrecostos o en el peor de los casos, resulta imposible llegar al nivel de compactación deseado debido a que no se obtiene la fuerza necesaria para el acomodo de los materiales.

Cimentaciones

Cimentación se designa a una estructura o conjunto de estructuras ubicadas entre una edificación y terreno de desplante cuya función es transmitir las fuerzas de la edificación hacia el suelo evitando deformaciones y/o asentamientos de dimensiones considerables que puedan generar daños en la estructura.

Para lograr que una cimentación funcione adecuadamente, es necesario que se conozcan las características tanto de la edificación en cuestión como del suelo o terreno donde se pretende construirla. Lo anterior debe generar un análisis en el cual se revise que el suelo/terreno cuente con una capacidad de carga suficiente para resistir las fuerzas que descargara todo el edificio hacia el mismo. El diseño de la cimentación debe realizarse en conjunto por especialistas en Estructuras como en Mecánica de Suelos.

Cuando el suelo no cuenta con capacidad de carga suficiente para resistir los esfuerzos a los que será sometido, será necesario buscar un estrato a mayor profundidad con capacidad suficiente para absorber dichas fuerzas. Así mismo otra solución puede ser un diseño diferente de la cimentación que permita repartir las fuerzas de una forma más adecuada.

Superficialmente la cimentación de un edificio o estructura puede solucionarse a través de zapatas aisladas, zapatas corridas, losas de cimentación o cajones de cimentación. Esto se ha observado en edificaciones desde un nivel hasta cinco o seis niveles dependiendo de las características del suelo.

Para conocer las características del suelo es necesario elaborar un Estudio de Mecánica de Suelos, cuyo objetivo es obtener las características físicas y propiedades mecánicas del suelo y de cada uno de sus estratos, con espesores. Así como las características y diseño de la cimentación.

Taludes

Los taludes son los cortes en el terreno natural. Estas estructuras varían en sus ángulos de reposo y su estabilidad está directamente relacionada con sus características físicas y mecánicas. Es por ello que taludes de roca pueden quedar completamente verticales en comparación de aquellos formados por materiales friccionantes como arenas o gravas, pues estos últimos carecen de capacidad para conservar una estructura vertical.

Cuando un talud está en riesgo de falla puede presentar los siguientes síntomas: pequeños caídos de materiales no compactados o sueltos, grietas en cantidades y dimensiones considerables, expansiones en la base del talud, pérdidas de humedad visibles, entre otros.

Ante la identificación de un talud con factores de riesgo, se deberán tomar algunas medidas como las siguientes: reconfiguración del talud hacia un ángulo de reposo más pequeño, construcción de bermas, recubrimiento del talud con concreto lanzado, apuntalamiento, contención con tabla estacados, muros de contención de mampostería o de concreto armados, anclas, etc.

Reglamentos y normas

El Ingeniero Civil recibe durante su formación la capacidad para interpretar los reglamentos y normas vigentes en las áreas en las que actúa; En la supervisión de obra residencial en la Ciudad de México, el Supervisor de Obra debe conocer al menos los siguientes reglamentos que le servirán como base para desarrollar profesionalmente un trabajo:

- a) Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.
- b) Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.
- c) Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones.
- d) Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Ejecución de Obras e Instalaciones Hidráulicas.

En cuestión de normativa, a nivel federal, el supervisor debe considerar la consulta y aplicación de las siguientes leyes según corresponda:

- e) Ley de Vivienda.
- f) Ley Federal del Trabajo

En cuanto a materiales, estos deben estar regidos por sus correspondientes especificaciones, las cuales podrán ser revisadas por un laboratorio certificado. Por ejemplo, el acero de refuerzo, el concreto y las terracerías pueden ser verificadas en calidad con base en normas y especificaciones establecidas por el proyectista.

DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

El objetivo de mi función para el proceso de cimentación de la residencia consistió en entregar en tiempo, costo y calidad las obras de cimentación. Para esto consideré necesario establecer un conjunto de bases sólidas previas al inicio del proyecto, diseñar sistemas para el seguimiento de los trabajos durante la ejecución y por último realizar la planificación de los cierres administrativos necesarios para dar por finalizada la etapa de cimentación.

Antecedentes del proyecto

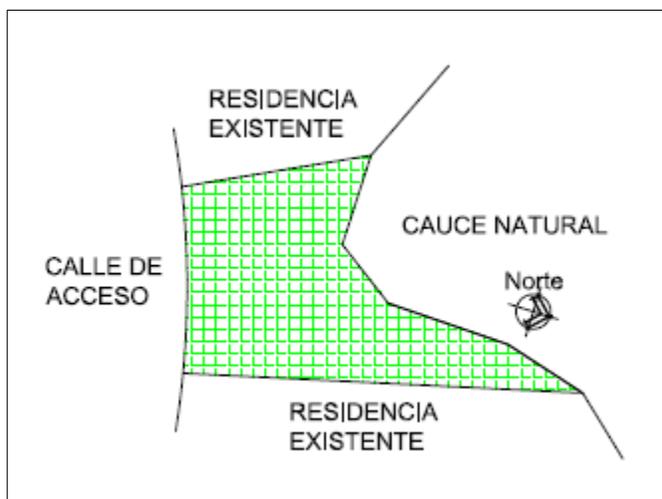
El proyecto consistió en la construcción de una residencia de lujo de 256.61 m² de construcción, 475.96 m² de área habitable, desplantada en un terreno de topografía accidentada ubicado al poniente de la Ciudad de México. La superficie estimada del terreno es de 967.18 m².

De acuerdo al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, la edificación se ubica en zona I *“Lomas, formadas por rocas o suelos generalmente firmes depositados fuera del ambiente lacustre pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto*

o cohesivos relativamente blandos. En esta Zona, es frecuente la presencia de oquedades en rocas y de cavernas y túneles excavados en suelo para explotar minas de arena;”

Igualmente con base en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal., la edificación se clasifica como sub grupo B2, “Grupo B: Edificaciones comunes destinadas a viviendas, oficinas y locales comerciales, hoteles...”.

Cabe destacar que cuando se inició el proceso de supervisión, el proyecto ya se encontraba en etapa de revisión para ejecución, con todos los planos y estudios que se requieren por Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.



Graf. 4 Croquis del terreno donde se ubicó la residencia.

Durante una visita previa al sitio se observó el terreno cubierto de vegetación propia del sitio, con árboles que rondan hasta los 15 m de altura. Igualmente no se identificaron huecos, cavernas o accidentes topográficos que representen riesgos, pero si se observó una pendiente pronunciada hacia el cauce colindante, aproximadamente 11 metros de descenso por los 50 m de largo del terreno.

El terreno colinda al norte con un arroyo natural, al oriente y poniente con residencias habitadas, al sur con la calle de acceso. Debido a que el terreno colinda con un cauce natural, se requirió tomar medidas especiales para evitar su contaminación durante la construcción; Así mismo la colindancia con residencias habitadas nos generó algunas quejas durante el proceso de obra, que en ocasiones implicó retrasos ligeros.

La residencia consistió en tres plantas, baja, alta y un sótano. Su estructura fue de diseño básico a través de columnas, traveses y muros de mampostería, losas de concreto reforzado; En cimentación se contemplaron contra traveses de desplante y losas de cimentación.

El proyecto contempló la construcción de terrazas para llegar desde el nivel de la calle de acceso hasta el arroyo, pero sin realizar mayores modificaciones al terreno natural para priorizar su conservación. Estas terrazas se construyeron mediante losas nervadas soportadas por columnas independientes desplantadas sobre zapatas aisladas.

Así mismo se contempló la conservación de la mayor cantidad de áreas verdes, la construcción de seis lugares para estacionamiento así como pasillos y terrazas laterales para comunicar desde la calle hacia la residencia y la zona del arroyo.

Estudio de mecánica de suelos

El estudio de mecánica de suelos consistió en tres sondeos de penetración estándar distribuidos en la superficie de desplante de la residencia. La profundidad a la cual se exploró fue de 10.2 m. La distribución se priorizó en zonas en las cuales se realizarán excavaciones de mayor profundidad y también repartidas en el terreno de tal manera que se logró cubrir la mayor cantidad de área de construcción.

A nivel de ejemplo solamente se describe el sondeo SE-1:

La estratigrafía y propiedades encontradas en el sondeo SE-1 se muestran en la tabla 1.

De acuerdo con el perfil estratigráfico de la tabla 1, el subsuelo en el sitio está conformado por un relleno hasta 1.2 m de profundidad, bajo el cual aparece un arena limosa semicompacta hasta 3.6 m. Subyace una arena limosa con grava, en estado muy compacto, hasta 5.4 m. De 5.4 a 7.8 m aparece una arena limosa con grava, en estado suelto, bajo la cual se encuentra una arena limosa con grava en estado medianamente compacto, hasta la máxima profundidad explorada de 10.2 m.

El nivel de agua freática (NAF) no se encontró hasta la máxima profundidad explorada de 10.2 m.

Ver [anexo 1](#).

Planeación estratégica

A mi llegada a la empresa de Supervisión de Obra, no se contaba con un proceso para realizar este trabajo, y únicamente se procedía a visitar las obras para levantar reportes fotográficos y verificar que se construyera de acuerdo al proyecto arquitectónico, por lo que me di a la tarea de investigar para elaborar una estrategia que me permitiera realizar la supervisión de la obra de una manera ordenada y práctica.

Si bien, resultó complicado demostrar las enormes ventajas que representa realizar una planificación de la supervisión del proyecto ante mis colegas, finalmente accedieron a colaborar en el diseño de esta estrategia.

La planeación es el análisis previo a la ejecución de una actividad para definir la manera en la cual se llevará a cabo.

Llevando la planeación un paso más allá, aplicándola a la supervisión de obra, podemos definirla como el conjunto de planes o actividades que se establecen con anticipación a la ejecución de un proyecto y que sirven para conocer qué, quién, cómo y cuándo realizará cada actividad.

La importancia de este trabajo reside en que cada individuo que colabora en el proyecto tenga claridad de su actuar y sea preciso en su ejecución, pues todo el trabajo se desarrolla como una cadena de actividades en la cual si una pieza se desajusta genera impactos en las demás.

Así mismo implica el constante monitoreo de las actividades, planes y procesos establecidos, para asegurar su cumplimiento.

Levantamiento topográfico

Este estudio se realiza directamente en el lugar donde se ejecutarán los trabajos, y consiste en un levantamiento de los niveles que tiene el terreno actualmente. A partir de estos niveles se procede a realizar el trazo de curvas de nivel que finalmente se representan en planos físicos.

Su utilidad es identificar los niveles actuales del terreno para que el proyectista pueda diseñar el edificio con referencias físicas válidas. Así mismo durante el proceso de análisis del proyecto es útil para estimar volúmenes de excavación o relleno de material.

Igualmente sirve para identificar las escorrentías del agua, hundimientos, y en general cualquier característica que impacte en el diseño y ejecución del proyecto.



Graf. 5 Ejemplo de un plano con el trazo de las curvas de nivel.

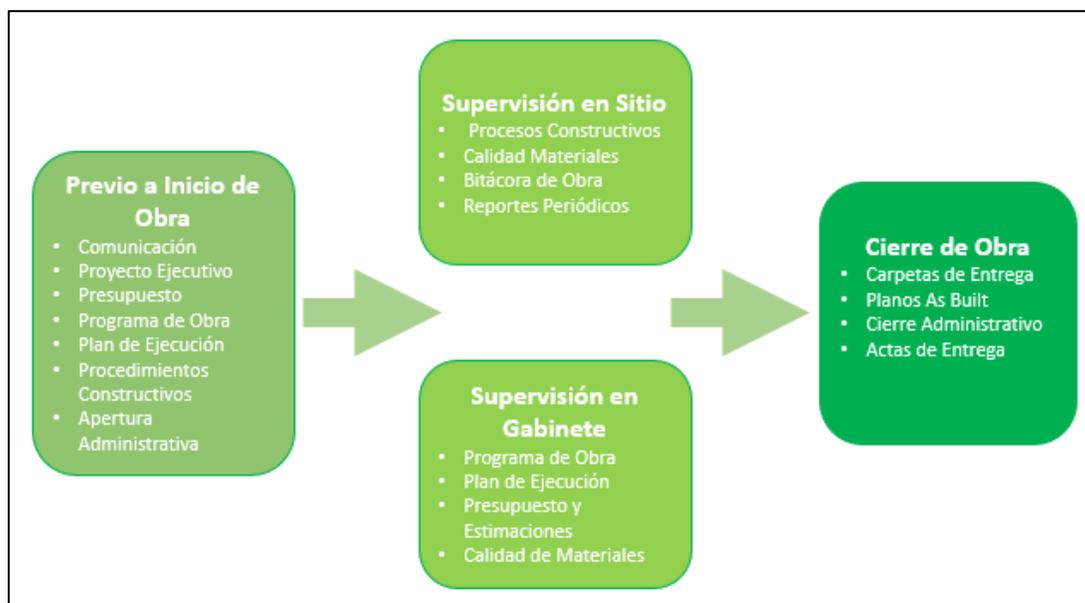
La fase de excavación desafortunadamente se ejecutó durante la época de lluvias, y debido a las características del suelo frecuentemente el suelo al fondo de las excavaciones quedaba inservible. Esto generó sobre excavaciones para retirar el suelo dañado y permitir desplantar las cadenas y losas de cimentación sobre suelo firme.

METODOLOGÍA

Frecuentemente encontramos en obra que tanto Residentes de Obra como Supervisores no cuentan con un esquema de trabajo ordenado y eficiente, lo que genera retrasos en obra y sobrecostos en

el proyecto debido a esa falta de planeación. El supervisor de obra debe siempre estar pendiente de todo el proyecto, y es por ello que tener un plan de trabajo o seguir una metodología debe ser considerado fundamental en su actuar diario, es decir, debe realizar una planeación estratégica.

Por ello es que se propone la siguiente metodología utilizada durante la etapa de cimentación de la residencia para que pueda ser utilizada por cualquier profesionista que se desempeñe en la supervisión de obras de cimentación residencial. Igualmente este método se puede flexibilizar para adaptarlo a cualquier otro proyecto.



Graf. 6 Diagrama del Proceso de Supervisión para la Residencia

Es importante resaltar que durante la ejecución de la obra se mantuvo una estrecha coordinación entre las actividades que debe desarrollar el supervisor en sitio como en gabinete. No resultan menos importantes unas que otras, pero si genera consecuencias graves dejar de atender cualquiera de ellas.

Previo al inicio de obra

Cuando un proyecto comienza a ejecutarse, el ritmo de trabajo se vuelve muy acelerado y el tiempo disponible muy escaso, por ello como supervisor enfoqué mis esfuerzos en prever esto y realizar algunas acciones previo al inicio del proyecto para contar unas bases sólidas que me permitieran dar seguimiento al proyecto de una manera ordenada.

Los siguientes son procesos que revisé previo a la ejecución del proyecto:

- 1) Análisis del proyecto ejecutivo. Se revisó a detalle toda la información correspondiente a planos y especificaciones del proyecto, para poder estimar los tiempos de ejecución, programas de obra, controles de calidad, especificaciones de materiales y equipos.
- 2) Presupuesto de obra. A partir del análisis del proyecto, se revisó el catálogo de conceptos que entregó el proyectista para verificar que estuvieran incluidos todos los trabajos requeridos para la construcción de la cimentación.

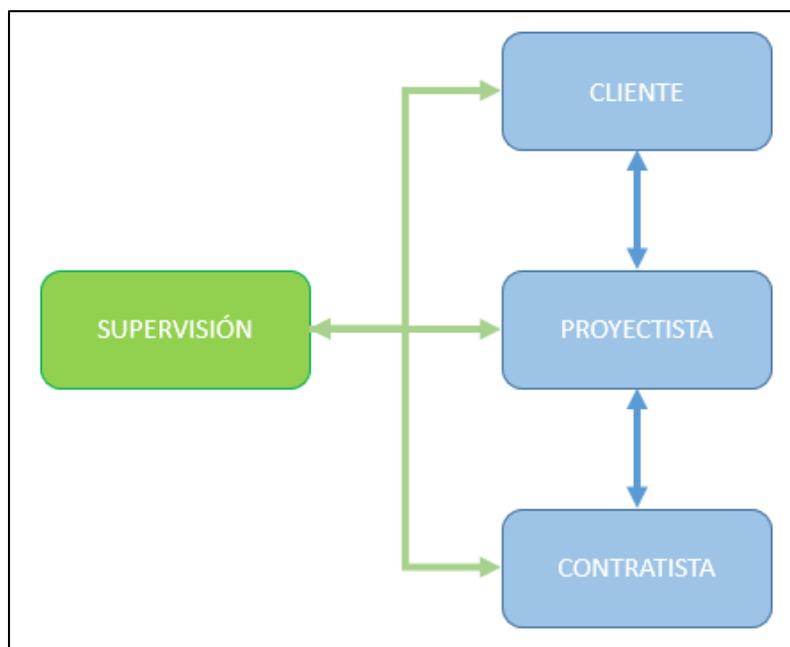
- 3) Apertura administrativa. Consistió en los concursos y evaluación de contratistas, definición de alcances así como contratos que se requieren para iniciar los trabajos. Con precios definidos, se complementó el presupuesto.
- 4) Programa de obra. Permite controlar los tiempos de ejecución del proyecto. Debe incluir también las metas o hitos establecidos en el contrato, que generalmente son fecha de inicio, entrega sustancial de los trabajos, entrega final y cualquier otro aspecto que se considere relevante o que afecte de manera importante al proyecto.
- 5) Plan de ejecución. Este consiste en toda la logística necesaria para ejecutar el proyecto. Particularmente para la cimentación se elaboró un plan de ataque para la excavación y construcción de las cimentaciones, hecho en conjunto con el contratista para coordinar la ejecución de los trabajos.

A partir de algunos de estas revisiones, pude elaborar algunos formatos para su mejor seguimiento durante la ejecución.

Canales de comunicación

La comunicación es la base de cualquier actividad humana, cuando se carece de una comunicación eficaz, se pierde el orden y se pone en riesgo cualquier proyecto. Es importante desarrollar habilidades para la comunicación en cualquier profesionalista dedicado a la supervisión de obra, debe entenderse que la comunicación, ante todo, será su principal herramienta de trabajo.

Durante mi gestión como supervisor tuve que establecer y aclarar los canales de comunicación que debían seguir los contratistas, proyectista y cliente en conjunto conmigo.



Graf. 7 Esquema de comunicación utilizado en el proyecto.

Como se observa en el diagrama anterior, todos los involucrados tienen comunicación en ambos sentidos, ya que la retroalimentación es fundamental. También quiero resaltar que como supervisor de obra no tuve injerencia en cuanto a procesos internos de cada empresa, pero sí tuve que mantener estrecha comunicación en cuanto a temas del proyecto con todos los involucrados.

Basados en el esquema anterior, podemos acotar que el cliente es la figura que establece los objetivos generales para el proyecto. El se encarga de definir qué busca en su proyecto y que necesidades desea cubrir.

El proyectista, con base en los requerimientos solicitados por el cliente y características del sitio de proyecto, será el encargado de diseñar la mejor solución de una manera segura, viable y económica para que finalmente su trabajo sea plasmado en planos y especificaciones.

Por último la supervisión confiere al contratista los planos y especificaciones para la ejecución del proyecto. A su vez, el contratista deberá revisarlos a la par del supervisor, para garantizar que cuenta con toda la información necesaria para ejecutar el proyecto.

Análisis del proyecto ejecutivo

El supervisor deberá analizar el proyecto ejecutivo, así como sus especificaciones técnicas para comprender los alcances del mismo y poder realizar una planeación adecuada de las actividades.

Dicho proyecto ejecutivo deberá contener al menos lo siguiente:

- Estudio Topográfico.
- Estudio de Mecánica de Suelos.
- Estudio de Impacto Ambiental.
- Proyectos y planos de ingenierías: Cimentación, Estructural, Hidrosanitaria, Eléctrica, HVAC, Especiales, Protección contra incendio, Jardinería, y todo aquello que requiere el proyecto.
- Planos Arquitectónicos y de Acabados.

Para este caso, donde nos enfocamos en el proceso de la Supervisión durante el proceso constructivo de la cimentación, se requirió analizar al menos los tres primeros estudios en conjunto con los planos arquitectónicos.

Respecto al estudio topográfico me sirvió para estimar los volúmenes de excavación, trazo de áreas de desplante, así como estudiar una estrategia para realizar la excavación enfocada en iniciar lo más pronto posible con los trabajos de obra civil de la cimentación.

A partir del estudio de Mecánica de Suelos, logré identificar los riesgos que implicaba la excavación a partir de las descripciones del suelo, las recomendaciones y conclusiones del estudio, pues a partir de ellas evalué los riesgos de la excavación, del proceso constructivo de la cimentación, así como la problemática que implicó trabajar en ese tipo de suelo.

Cabe destacar que el especialista en Estudio de Mecánica de Suelos será el responsable de proponer la solución a la cimentación del proyecto así como de la propuesta de un proceso constructivo para la cimentación; Lo anterior se desprende del Reglamento de Construcción del Distrito Federal.

Por último a partir de un estudio de impacto ambiental podremos conocer que especies debemos conservar en sitio, cuales se deberán reintegrar a otro ambiente así como las medidas que se deben

tomar para evitar daños y erosión al suelo y medio ambiente en general. En el caso de esta residencia no se debió conservar ninguna especie en la zona de construcción pero si se ordenó la reforestación de otra área como compensación; Este proceso de reforestación corrió por parte del cliente.

Como requisito para la construcción, del estudio de impacto ambiental se derivó una medida de mitigación de la erosión del suelo mediante la colocación de cajones de sedimentación en la margen del arroyo para evitar también su contaminación.

Previo a la ejecución del proyecto fue necesario que revisara los planos de cimentación y el levantamiento topográfico para poder corroborar que los niveles y trazos fuesen correctos y no existieran contradicciones entre los mismos.

Análisis del estudio de mecánica de suelos

Para la supervisión de trabajos de cimentación es importante conocer y analizar el estudio de mecánica de suelos, por lo que como supervisor de obra solicité el estudio para poder identificar las características del suelo donde se construiría, las recomendaciones de especialistas para la cimentación así como sus recomendaciones para la construcción.

Las conclusiones y recomendaciones del estudio geotécnico establecen lo siguiente:

- a) Deberá retirarse la capa vegetal superior y no será posible desplantar ninguna estructura sobre este estrato.*
- b) Evaluando las características del sub-suelo y el proyecto, se deberá considerar un sistema combinado de losa y zapatas; para las terrazas que se construyeron fue a base de zapatas aisladas.*
- c) Para excavaciones mayores a 3.00 m, se recomienda recubrir los taludes con membranas que impidan la pérdida de humedad del suelo.*
- d) Los cortes se deberán realizar a un máximo de 85°, y en caso de ser mayores a 4.00 metros de profundidad se deberá apuntalar el talud a cada 2 m de distancia en sentido vertical y horizontal.*
- e) Para excavaciones mayores a 5 m se deberá construir un muro de contención de concreto reforzado para contener los empujes del suelo.*
- f) Cualquier excavación en el sitio deberá mantenerse abierta el menor tiempo posible.*
- g) La capacidad de carga resistente del suelo en el estrato 2 es de 18 ton /m², en el estrato 3 es de 23.6 ton /m².*

Con base en lo anterior, pude identificar que los taludes no representan alto riesgo, pero que sí era importante monitorear que no presenten síntomas de daño. Aunque la probabilidad de deslave fue baja era posible que se presentaran caídos ligeros que podían poner en riesgo la integridad del personal al interior de la excavación y por ende, del proyecto.

Presupuesto de obra

El presupuesto de obra deberá contener todas aquellas actividades que se deben realizar para la ejecución de la residencia y que representan costo económico. En él se deben incluir desde las obras preliminares que se requieren en el sitio hasta los acabados del proyecto.

Como supervisor, la responsabilidad en cuanto al presupuesto consiste en garantizar que se están contemplando todos los trabajos que se requieren para el proyecto, pues cualquier omisión representa incrementos económicos que pueden llegar a ser considerables. En el caso de la cimentación de la residencia, identifiqué la omisión de los trabajos de los cajones de sedimentación requeridos por la Manifestación de Impacto Ambiental, así mismo identifiqué que no se consideraron los trabajos de albañilería que se requieren para la colocación de drenajes y que debían realizarse durante esta etapa.

Como supervisor, instruí al contratista que revisara de nueva cuenta el proyecto en conjunto con el presupuesto para incluir previo al inicio de los trabajos, aquellas actividades que considere necesarias para realizar su servicio y que en el presupuesto se han omitido.

Finalmente busqué concientizar al contratista para que comprendiera que se estaba brindando un servicio y que el presupuesto debía contener lo necesario para ejecutar los trabajos sin más ni menos actividades pues finalmente el equipo de supervisión de obra y el contratista somos los expertos en la materia y cualquier decisión errónea impactaría directamente en el cliente y en la calidad del servicio que brindamos.

Apertura administrativa

En esta fase, ya con el presupuesto revisado, se establecieron los alcances del proyecto al contratista, los tiempos de entrega, la duración de las actividades y el presupuesto que respalda los trabajos a ejecutar; Todo ello asentado en un contrato que avala el acuerdo entre las partes involucradas.

Así mismo se establecieron los procesos administrativos, horarios, formatos de control y seguimiento que se utilizaron en el proyecto, de tal forma que todos trabajemos bajo el mismo esquema. Es decir, se establecieron los periodos de estimación de obra de forma quincenal, los requisitos para revisión y aprobación de estimaciones, formatos y procedimiento para resolución de dudas, los formatos de generadores de obra, horarios de trabajo así como la entrega quincenal de reportes fotográficos para registrar el avance de obra.

Programa de obra

El programa de obra es el conjunto de actividades de obra entrelazadas entre si de una forma ordenada mediante el cual se puede llevar el control de avance de obra. Es decir, contiene todas aquellas actividades a ejecutar durante un proyecto, sus duraciones estimadas con fechas de inicio y finalización; Estas actividades se relacionan unas a otras, de tal manera que permiten identificar cuales se deben ejecutar previos al inicio de otras subsecuentes.

Finalmente se puede identificar aquella cadena de actividades de menor duración y por lo tanto representa la Ruta Crítica del proyecto, es decir, aquellas actividades que por ningún motivo pueden retrasarse ya que eso implicaría retrasar en la misma medida todo el proyecto.

Esta es una herramienta excelente para la planeación de obra, pues durante su proceso de elaboración se van abriendo opciones para agilizar la construcción ya que permite ver si pueden abrirse más frentes de trabajo a la par del proceso original.

Como supervisor, solicité a los contratistas de cimentaciones y de instalaciones presentaran su programa de obra de forma independiente. Procedí a unirlos en un solo programa de obra y me

reuní con ellos para definir todas las dudas existentes. Desde las fechas de arranque, revisamos aquellas duraciones de actividades que parecían fuera de lógica y se procedió a modificar aquellas que nos daban oportunidad de ganar tiempo.

Finalmente, lo que se realizó en conjunto con los contratistas fue una revisión conjunta del programa de obra, para que todos estuviésemos de acuerdo en que era la mejor forma de atacarlo y quedara claro, sobre todo a los contratistas, los tiempos de entrega de sus trabajos.

El programa de obra inicial puede consultarse en el [anexo 2](#).

Plan de ejecución

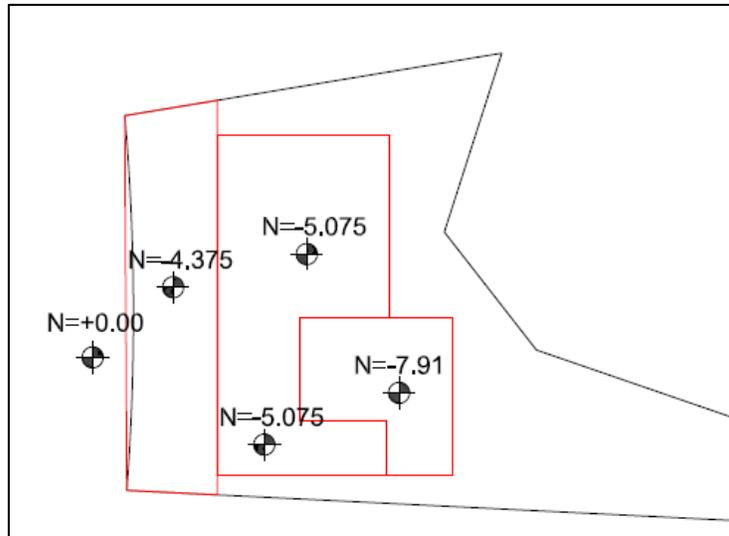
Para diseñar un plan de ejecución es necesario contar con información real del sitio de obra y que brinde un panorama más amplio sobre las posibles alternativas. De hecho es muy recomendable realizar una visita al sitio de obra para corroborar las características del sitio.

Inicialmente, para el diseño del plan de ejecución nos basamos en los planos de plantas arquitectónicas, niveles de desplante y planos topográficos para utilizarlos como base. A partir de ellos y en conjunto con el contratista se realizó un trabajo de análisis para establecer que zonas se atacarán primero, donde se ubicarán las instalaciones provisionales para que no interfieran en los trabajos, trazamos el acceso de maquinaria y personal.

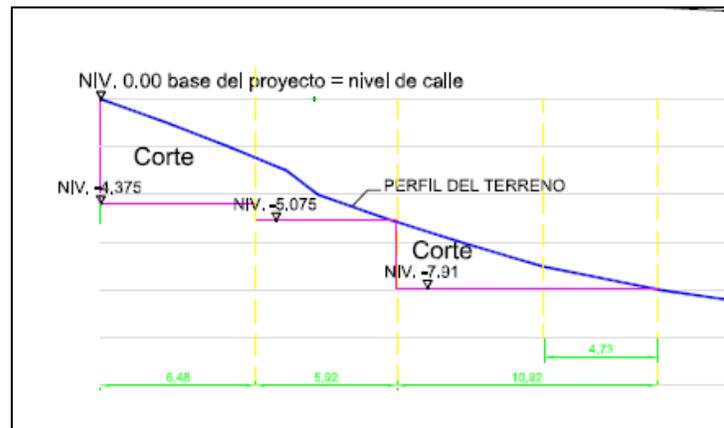
Otro aspecto importante a revisar para el diseño de este plan es el análisis de los volúmenes de obra y el rendimiento de la mano de obra pues con base en estos dos obtuvimos la cantidad de cuadrillas necesarias para ejecutar el avance planeado; Igualmente obtuvimos los volúmenes de materiales que se ocuparían cada semana y con ello logramos estimar las dimensiones de bodegas y almacenes de tal manera que se mantuviera en obra únicamente la cantidad que se ocuparía durante cada semana.

Así mismo, se elaboraron un plano de plataformas de desplante con sus respectivos niveles y un plano con los cortes en el terreno contra el perfil natural. Estos dos planos facilitaron enormemente el diseño del plan.

El acuerdo para atacar la cimentación fue iniciar por la zona de mayor profundidad para ir recorriendo la excavación hacia el poniente, de tal manera que se puedan iniciar los trabajos de obra civil primero en el área de sótano.



Graf. 8 Plataformas de excavación.

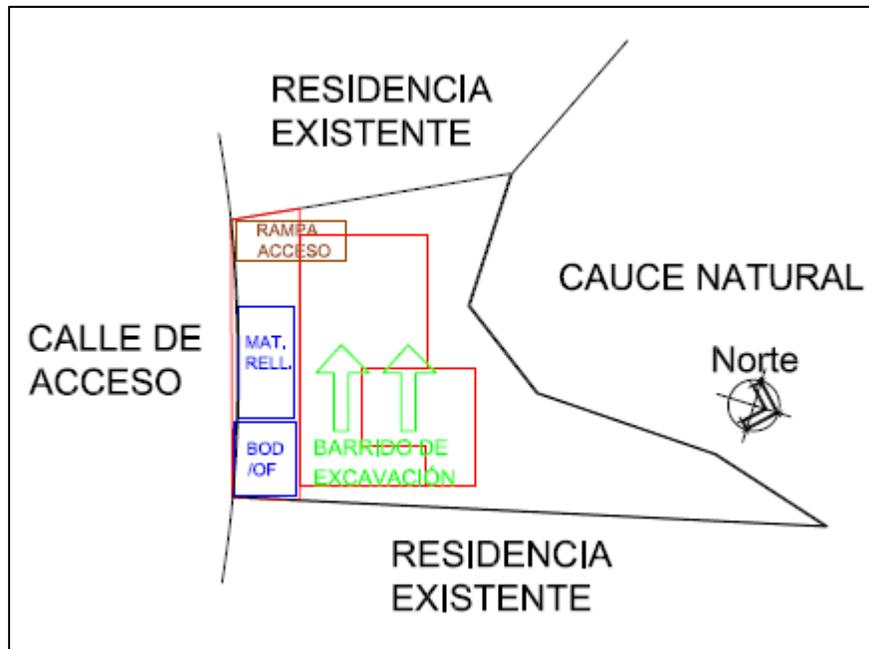


Graf. 9 Ejemplo de perfil del terreno con cortes de material.

De los planos de corte, se verificó que el talud más alto sería de 5m y estaría ubicado en la colindancia con la calle. Al interior del terreno se tendrían taludes con una relación de verticalidad 1:5.

Consultando al especialista en mecánica de suelos se nos recomendó únicamente mantener abiertos las fosas el menor tiempo posible, pero que el material por sus características nos permitiría hacer los cortes sin requerir refuerzos.

A continuación se muestra un croquis con la estrategia de ataque para la cimentación.



Graf. 10 Plan de Ejecución de la cimentación.

En el plan se ubican las bodegas y oficinas, la zona donde se almacenarán los materiales de relleno así como la rampa de acceso para maquinaria y camiones. En rojo se delimitan las plataformas de excavación y en verde se trazó el sentido de la excavación. Finalmente los trabajos civiles se ejecutaron en el orden en el cual se realizó la excavación.

Tradicionalmente este tipo de planeación la realizaba el residente de obra de manera automática, pero sin dejar evidencia de sus planes de ejecución. Lo que busqué como supervisor fue que el residente de obra estableciera sus estrategias físicamente para evaluar si es la mejor opción para ejecutar el proyecto o podía realizarse alguna mejora. Este trabajo en lugar de ser tarea de una sola persona, termina siendo un trabajo colaborativo, en equipo.

Procedimientos constructivos

El contratista fue el responsable de proponer cuáles serán los procedimientos que seguirá para la construcción del proyecto los trabajos. Como supervisor tuve la responsabilidad de revisarlos, aclarar cualquier duda al respecto para finalmente aprobarlo.

Estos procedimientos son requeridos para aquellos trabajos de consideración importante, y servirán para que durante el proceso de construcción se logre asegurar la calidad en la obra. A continuación, se muestran los tres procesos constructivos más relevantes para la cimentación de la residencia:

Excavación:

Previo al inicio de cualquier excavación, se establecerá un perímetro de seguridad del área a atacar así como del radio de maniobra de la maquinaria.

Las excavaciones con equipo mecánico se realizarán en áreas cuya profundidad de excavación no será mayor a los 3.50 m, y así sucesivamente hasta llegar al nivel deseado.

El equipo de excavación se situará en un solo punto desde el cual pueda realizar la maniobra de excavación y llenado de camión volteo.

Para profundidades mayores a los 3.50 m. o mayores a la capacidad de la maquinaria utilizada, se deberá construir en un margen de la excavación una plataforma y rampa para que la maquinaria pueda descender hasta el nivel deseado.

Terraplenes: Previo al inicio de cualquier conformación de terraplén el área circundante al área a excavar y a la maquinaria se delimitarán señalizando que no se podrá acceder a dicha zona.

El material de banco será depositado lo más cercano posible a la zona de relleno. Si fuese necesario se realizará traspaleo manual.

Los terraplenes deberán conformarse con materiales que cumplan con las especificaciones del proyecto. Así mismo se conformarán en capas, no mayores a 20 cm de espesor, hasta llegar al nivel de desplante indicado en el proyecto.

La compactación se realizará de forma manual con bailarinas compactadoras hasta llegar al porcentaje de compactación requerido. En caso de requerirlo se agregará agua al material de forma gradual evitando su saturación.

En caso de sobrepasar la humedad requerida en el suelo, previo análisis del laboratorio, se deberá retirar todo el material que no cumple con las especificaciones del proyecto y se repetirá el procedimiento.

Elementos de concreto reforzado (Obra Civil):

Trazo y nivelación. Se señalará la ubicación de los elementos que componen la cimentación a través de estacas, cordones o cualquier tipo de señalización que resista a la intemperie. Igualmente se establecerán bancos de nivel que servirán para poder ubicar las dimensiones de cada elemento.

Limpieza del área. Previo a la colocación de los concretos se deberá verificar que no existan materiales contaminantes en el suelo o al interior de la cimbra.

Colocación de plantilla de concreto $f'c=100$ kg/cm². Ningún elemento de cimentación deberá colocarse en contacto directo con el suelo, por lo que deberá colocarse una plantilla de concreto pobre de 5 cm. de espesor entre el suelo y cualquier elemento de la cimentación. Esta plantilla de concreto deberá colocarse sobre terreno firme, por lo que cualquier material suelto o fangoso deberá ser retirado hasta encontrar un estrato firme.

Cimbrado de los elementos. La cimbra será el elemento de contención del concreto en su estado fluido, por lo que deberá construirse de tal manera que resista las fuerzas a las que estará sujeta durante el proceso de construcción, particularmente durante el proceso de colocación, compactado y vibrado del concreto. La cimbra deberá ser capaz de resistir, sin cambios ni daños, movimientos y deformaciones considerables además de ser lo más hermética posible.

De acuerdo a las NTC Diseño de Estructura de Concreto apartado 14.1.1 Disposiciones Generales, antes del colado deben limpiarse los moldes cuidadosamente. Si es necesario se dejarán registros en la cimbra para facilitar su limpieza. La cimbra de madera o algún otro material absorbente deberá estar húmeda durante un periodo mínimo de dos horas antes del colado.

Colocación de acero de refuerzo. Este deberá ubicarse al interior de la cimbra garantizando que se mantendrá en su lugar durante la colocación del concreto. Así mismo los amarres del acero deberán ser lo suficientemente resistentes para no moverse de su ubicación. Por último se deberá cuidar que el acero quede embebido dentro de los recubrimientos establecidos para la cimentación y que no se mueva de lugar durante el colado.

De acuerdo a las NTC Diseño de Estructura de Concreto apartado 14.2 Acero. El acero de refuerzo...debe protegerse durante su transporte, manejo y almacenamiento. Inmediatamente antes de su colocación se revisará que el acero no haya sufrido algún daño...Al efectuar el colado el acero debe estar exento de grasa, aceites, pinturas, polvo, tierra, oxidación excesiva y cualquier sustancia que reduzca su adherencia con el concreto. Todos los dobleces se harán en frío...El acero debe sujetarse en su sitio con amarres de alambre, silletas y separadores, de resistencia rigidez y en número suficiente para impedir movimientos durante el colado...los paquetes de barras deben amarrarse firmemente con alambre...antes de colar debe comprobarse que todo el acero se ha colocado en su sitio de acuerdo con los planos estructurales y que se encuentra correctamente sujeto.

Colocación de concreto. Este deberá realizarse lo más rápido posible para evitar el fraguado del concreto antes de finalizar el colado. Así mismo se deberán reducir al mínimo las juntas frías. Cuando se encuentre colocado el concreto se procederá a su vibrado con equipo mecánico penetrando con el vibrador en diferentes zonas del elemento en intervalos de tiempo cortos.

De acuerdo a las NTC Diseño de Estructura de Concreto apartado 14.3 Concreto. El concreto podrá ser dosificado en una planta central y transportado a la obra en camiones revolvedores...o elaborado directamente en obra; en todos los casos deberá cumplir con los requisitos de elaboración que aquí se indican. La dosificación establecida no deberá alterarse, en especial, el contenido de agua.

El concreto clase 1, premezclado o hecho en obra, deberá ser elaborado en una planta de dosificación y mezclado de acuerdo con los requisitos de elaboración establecidos en la norma NMX-C-403.

El concreto clase 2, si es premezclado, deberá satisfacer los requisitos de elaboración de la norma NMX.-C-155. Si es hecho en obra, podrá ser dosificado en peso o en volumen, pero deberá ser mezclado en una revolvedora mecánica, ya que no se permitirá la mezcla manual de concreto estructural.

Descimbrado. El retiro de la cimbra deberá realizarse a los siete días posteriores al colado del elemento. Por ningún motivo se deberá retirar antes de este tiempo.

De acuerdo a las NTC Diseño de Estructura de Concreto apartado 14.1.2 Descimbrado. Todos los elementos estructurales deben permanecer cimbrados el tiempo necesario para que el concreto alcance la resistencia suficiente para soportar su peso propio y otras cargas que actúen durante la construcción, así como para evitar que las deflexiones sobrepasen los valores fijados...

Durante la ejecución. Seguimiento en obra.

Otra función como supervisor de obra durante la ejecución del proyecto consistió en el monitoreo del proyecto para asegurar el cumplimiento de los plazos de entrega, correcta ejecución de procedimientos constructivos y actividades desarrolladas así como el aseguramiento de la calidad de los materiales instalados en el proyecto.

Revisión de procedimientos constructivos

Durante la ejecución de trabajos de excavación y de cimentación mi función consistió en dar seguimiento a los procedimientos constructivos establecidos en el proyecto. Estos procedimientos fueron propuestos por el contratista y como supervisor fui responsable de avalarlos.

Al inicio de la obra ocurrió que el contratista comenzó a excavar en profundidades mayores a las especificadas en el procedimiento constructivo alegando que la maquinaria tenía una mayor capacidad, sin embargo, tuve que hacerles notar que el procedimiento constructivo debía realizarse tal como se especificó y que desde un inicio debían ser conscientes del tiempo y trabajo que implicaba sobre todo por cuestiones de seguridad de los taludes. Finalmente se construyó una nueva rampa para llevar a nivel de sótano de forma adecuada. Si bien la maquinaria contaba con capacidad de excavar a mayor profundidad que lo indicado por el procedimiento constructivo, se ponía en riesgo la excavación y al personal pues un talud de mayor altura con el peso de la maquinaria al borde podía desencadenar un desgajamiento.

En cuanto a los terraplenes, establecí un proceso para la liberación de los mismos. Cuando el contratista aseguraba que los terraplenes tenían la compactación deseada, se realizaban pruebas a través de un laboratorio que revisaba el porcentaje de compactación; Si indicaban que se cumplía con la especificación del proyecto, se autorizaba el terraplén para los trabajos de obra civil. En caso contrario el mismo laboratorio asesoraba al contratista y le indicaba si faltaba humedad en el suelo, tiempo de compactación o si debía remover el material por completo.

Revisión de calidad de materiales

Durante el proceso de excavación verifiqué que al llegar a los niveles de desplante se contara con material firme, que pudiera servir como soporte a los terraplenes y a la estructura.

Para la conformación de terraplenes se revisó que los materiales cumplieran con las características especificadas en el proyecto. Para ello, se solicitó a un laboratorio se realizaran muestreos del banco de material del cual se extraía el material de relleno para verificar el cumplimiento de las especificaciones de proyecto. Así mismo físicamente se verificaba en obra que el material fuese similar a la muestra del banco de material.

En cuanto a la compactación de los terraplenes me encargaba de revisar que cumplieran con el porcentaje de compactación especificado en el proyecto, apoyado en pruebas de laboratorio.

Respecto al acero y concreto utilizados en la cimentación, el acero debía contar con su ficha técnica avalando sus características y resistencia solicitadas por proyecto; Así mismo el concreto debía cumplir con la resistencia solicitada y previo a su vaciado en obra se realizaban pruebas de revenimiento y muestreos para pruebas de resistencia. Posteriormente se realizaron pruebas de resistencia a la compresión a los 28 días de acuerdo a las NTC del RCDF.

De las Normas Técnicas Complementarias del RCDF, Apartado 14.3.3 Requisitos y control del concreto fresco. Se obtienen: Al concreto en estado fresco, antes de su colocación en las cimbras, se le harán pruebas para verificar que cumple con los requisitos de revenimiento y peso volumétrico. Estas pruebas se realizarán al concreto muestreado en obra, con las frecuencias establecidas en el [anexo 3](#) como mínimo.

El revenimiento será el mínimo requerido para que el concreto fluya a través de las barras de refuerzo y para que pueda bombearse en su caso, así como para lograr aspecto satisfactorio.

A menos que el concreto premezclado tenga incorporado algún aditivo súper fluidificante su revenimiento no será mayor a 120 mm. El concreto hecho en obra tendrá un máximo de 180 mm.

De las Normas Técnicas Complementarias del RDCF, Apartado 14.3.4 Requisitos y control del concreto endurecido. Se obtiene lo siguiente: La calidad del concreto endurecido se verificará mediante pruebas de resistencia a compresión en cilindros elaborados, curados y probados de acuerdo a las NMX-C-160 y NMX-C-83, en un laboratorio acreditado por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Cuando la mezcla se diseñe para obtener la resistencia especificada a 14 días, las pruebas anteriores se efectuarán a esta edad; de lo contrario, las pruebas deberán efectuarse a los 28 días de edad.

..Se tomará como mínimo una muestra por cada día de colado, pero al menos una por cada 40 m³, sin embargo si el concreto se emplea para el colado de columnas, se tomará por lo menos una muestra por cada 10 m³.

De cada muestra se elaborarán y ensayarán al menos dos cilindros.

En cuanto al acero de refuerzo y al concreto premezclado, me apoyé con las NTC del RDCF para establecer los periodos de pruebas de estos materiales. Es importante señalar que la operación de la supervisión de obra debe siempre estar a la par de los reglamentos y normativas aplicables.

Para las terracerías se tuvo que asegurar su control de calidad mediante la verificación de los materiales extraídos de banco de préstamo. Se debe supervisar el adecuado manejo y colocación de los materiales para garantizar que no se contaminaron.

En los bancos de préstamo y en sitio se debe asegurar que los materiales no se encuentran contaminados con materia orgánica o materiales que no cumplan con las características solicitadas por proyecto. Así mismo las condiciones de humedad deben ser verificadas en sitio así como la adición de humedad en caso de no cumplirla naturalmente los materiales.

De acuerdo a la prueba Proctor la tolerancia en el contenido de humedad no debe superar el criterio establecido en más del 2%. Posteriormente, cuando el material ya se ha compactado, se deberá verificar que resguarda el contenido de humedad especificado, nuevamente mediante pruebas de laboratorio.

Bitácora de obra

En ella se asentaron todas aquellas actividades relevantes que sucedieron día a día en la obra. Su función es evidenciar el avance del proyecto, resolver dudas y es una herramienta formal y legal para establecer lineamientos que deberán cumplir el contratista, supervisor o cliente. Por ejemplo: Si se identifican retrasos en excavación, se deberá indicar la solución para recuperar el tiempo perdido y puede ser a través de ampliación de horarios, mayor cantidad de maquinarias o mayor cantidad de mano de obra.

Durante la ejecución de los trabajos, el cliente solicitó ampliar la zona de sótano. Por lo que se revisó con el contratista el costo de los trabajos y el tiempo que implicaban. Esta solicitud quedó asentada

en la bitácora de obra indicando los alcances de los nuevos trabajos, los tiempos de ejecución así como el costo de los mismos. Debido a que el proyecto de ampliación se fue realizando a la par de los trabajos, cualquier detalle respecto a niveles, dimensiones y materiales a utilizar fueron manifestados en la bitácora de obra para transparentar la información.

Reportes periódicos

Un reporte consiste en un documento utilizado para transmitir en este caso el avance de la obra, problemas en el proyecto o cualquier otra observación que sea de importancia y que requiera hacerse del conocimiento de varias partes. Es útil sobre todo en conjunto con imágenes pues permite que cualquier persona pueda generarse una idea clara de lo que sucede en obra a pesar de no haberla visitado.

Estos reportes periódicos se los solicité al contratista de forma quincenal en conjunto con la estimación de los trabajos. El objetivo fue presentar al cliente el costo de los trabajos en compañía del reporte para que pudiera tener una idea clara del avance que ocurría en el proyecto.

Durante la etapa de excavación, ocurrió una tormenta que inundó el área excavada en sótano, saturando el material del suelo dejándolo inservible para desplantar las estructuras. En este caso, el contratista entregó un reporte fotográfico acerca de las afectaciones por causas naturales. Este sirvió como fundamento para registrar la necesidad de sobre excavar el suelo para rellenar con material de banco y lograr desplantar las estructuras sobre suelo firme.

Durante la ejecución. Seguimiento en gabinete.

Por último, existen diversos procesos que son esenciales para que un supervisor pueda llevar correctamente el control del proyecto, por ello es que realicé el seguimiento y control de la construcción de la cimentación.

Revisión de programa de obra

Conforme se fue ejecutando la obra, fue importante que retroalimentara el programa de obra de acuerdo al avance real, para poder compararlo con el avance estimado inicialmente e identificar aquellas actividades que se encontraban retrasadas, adelantadas o que ya podían iniciarse sin interferir con otras.

Este seguimiento que debe ser constante, nos ayudará a planificar mejor nuestra obra y poder actuar oportunamente ante cualquier eventualidad. El software que utilicé para dar seguimiento al programa de obra fue Microsoft Project.

Es común que el programa de obra se use únicamente como requisito para el arranque de una obra y únicamente se utilice para obtener las fechas de entrega; Sin embargo, cuando esto sucede, se pierde el orden en el proyecto y se comienza a avanzar sin contar con una estrategia.

En este caso ha sido útil para presionar al contratista en el momento en el cual se había retrasado en las excavaciones y en la fabricación de la cimentación de zapatas. El motivo fue la falta de mano de obra para iniciar los trabajos en la zona de zapatas, sin embargo esto fue entera responsabilidad del contratista, por lo que se estableció un plazo para contar con el personal necesario y proceder a abrir otro frente de ataque para garantizar las fechas de entrega.

Seguimiento a plan de ejecución

Recientemente se ha comenzado a utilizar el plan de ejecución, en el cual podemos detallar aún mucho más nuestro programa de obra e inclusive agregar gráficas que nos ayuden a comprender mejor como se distribuirán los frentes de trabajo en obra así como los avances que deben tenerse gradualmente en la obra.

Este plan de ejecución funciona a la par del programa de obra, de hecho podría considerarse como parte del programa de obra pero de una manera muchísimo más detallada.

El seguimiento de este plan de ejecución fue muy simple ya que desde inicio se estableció claramente cómo se atacaría el proyecto. Sin embargo durante la ejecución de los trabajos, debido a la ampliación del sótano, se requirió la revisión del plan de ejecución ya que se triplicaría la cantidad de trabajos en sótano y por lo tanto contaríamos con más personal en obra, necesitaríamos más espacios para almacenaje y bodegas, y sobre todo debíamos revisar nuevamente cómo iba a distribuirse el personal operativo en la obra para que no se interfirieran entre ellos.

Revisión del presupuesto y estimaciones

Conforme avanzaba la obra, como supervisor debía darle seguimiento al avance económico del proyecto en comparación con el avance proyectado inicialmente.

Para contar con lo necesario para poder comparar la información, el contratista debía presentar sus estimaciones respaldadas por generadores de obra, de los cuales, como supervisor tenía la responsabilidad de revisar y aprobar previamente. Después estas estimaciones las comparaba con el avance que debía tener la obra según lo proyectado inicialmente.

También como supervisor fue importante mantener al contratista con la presión de generar los volúmenes de obra que iba ejecutando y que fuese presentando sus estimaciones en cada periodo. Es común observar contratistas que no le dan importancia a este tema y exigen que se les pague el trabajo ejecutado sin presentar evidencias documentales; También sucede frecuentemente que los contratistas no estiman sus avances a tiempo y se quedan sin fondos para continuar los trabajos, deteniendo el avance de obra.

Revisión de calidad de materiales

Se verificó en la obra que todos aquellos equipos y materiales instalados en obra cumplieran con las especificaciones del proyecto. Para ello el supervisor tuvo que apoyarse de especificaciones del fabricante, fichas técnicas y cualquier documento que avale las características del material o equipo que instaló el contratista.

Fue muy importante solicitar toda esta documentación al contratista conforme avanzaba la obra pues al final todo esto sería parte de las carpetas de entrega al cliente, y serían el respaldo que entregamos al cliente de que los materiales que se colocaron fueron los que se solicitaron por proyecto.

También la revisión de materiales incluye aquellos que, aunque no cuentan con fichas técnicas o especificaciones de fábrica, se instalarán en el proyecto, tales como: terracerías, concretos, ladrillos, acero de refuerzo, entre otros.

Cierre de obra

La conclusión de trabajos en el sitio de obra implicó el cierre de la etapa ejecutiva pero quedaba pendiente la recopilación de toda la información generada a lo largo del proyecto así como la entrega formal de la obra, esta fase la denominamos cierre de obra.

Cuando a lo largo del proyecto nos damos oportunidad de ir recabando la información técnico administrativa esta fase puede acortarse bastante, o hasta iniciarse cuando los trabajos en obra están cercanos a finalizar.

Para concluir toda la fase de cimentación por completo, debí revisar los siguientes procesos:

Carpetas de entrega

A partir de toda la información concerniente al proyecto que recabé desde su inicio hasta la entrega del proyecto, incluyendo: el proyecto ejecutivo, estudios realizados, pruebas de laboratorio, presupuestos, estimaciones, programas de obra, reportes de obra, programas de suministros, copia de bitácoras de obra, planos definitivos y en general toda aquella documentación que ha sido útil para la ejecución del proyecto así como para su operación, tuve que organizarla en carpetas físicas para poder entregarlas al cliente como respaldo a los trabajos ejecutados. Inclusive se logró digitalizar toda la información para mantenerla como respaldo ante cualquier eventualidad.

Esta información es importante que la conserve el cliente, pues ante cualquier modificación que desee realizar a su residencia, contará con toda la información que pueda requerir un tercero que vaya a ejecutar las modificaciones.

Planos definitivos

Durante el proceso de construcción es común que se realicen modificaciones al proyecto por solicitud del cliente, por problemas en sitio o diversos motivos. Es por ello que durante el proceso de construcción se deberá mantener un registro de todas aquellas modificaciones que se van realizando al proyecto ejecutivo original para obtener al final un historial de las mismas y se puedan reflejar en planos.

Los planos definitivos son aquellos que reflejan cómo quedó construido un proyecto. Deberán contener las dimensiones, trazos, niveles, acabados y todas aquellas características necesarias para representar el proyecto tal y como quedó en su estado final incluyendo todos aquellos cambios que se realizaron al proyecto original.

Como supervisor solicité al contratista la entrega de estos planos que son muy útiles tanto para el mantenimiento y operación del proyecto así como para cualquier modificación que se desee realizar en un futuro, pues la información contenida en ellos deberá ser fiel a lo que existe físicamente.

Estos planos forman parte de las carpetas de entrega al cliente.

Cierre administrativo

Consistió en la revisión de la última estimación de obra del contratista, en la cual debía incluir todos los trabajos que ejecutó hasta el cierre del proyecto. A partir de esta estimación, se elaboraron los finiquitos de obra para que el contratista pudiera percibir el último pago por sus servicios.

Como parte del cierre administrativo, cuando se verificó que los trabajos se terminaron en su totalidad, y que las instalaciones funcionan adecuadamente se procedió a realizar la entrega de las fianzas que respaldaron los trabajos durante la obra.

Como parte de las responsabilidades adquiridas por contrato, se solicitó al contratista la entrega de una fianza para garantizar los trabajos ejecutados por un año natural.

Actas de entrega

Acta Administrativa: Esta carta firmada tanto por el cliente, la supervisión y el contratista sirvió para dejar evidencia de que se entregaron los trabajos conforme a proyecto y que se cumplió con las especificaciones señaladas.

Acta de Finiquito: Este documento se solicitó firmado a cada contratista como evidencia física de que se han pagado la totalidad de los trabajos ejecutados por un contratista y que éste ha recibido dicho pago por sus servicios. Este documento deberá estar firmado igualmente por el cliente, por la supervisión de obra y por el contratista en común acuerdo.

Acta de Garantía: Actualmente es común que las empresas constructoras entreguen garantías por sus trabajos ejecutados, las cuales generalmente cubren un año natural y quedan como respaldo por cualquier desperfecto en la obra o vicios ocultos. Esta acta la solicité al contratista para que respaldara los trabajos que ejecutó.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La supervisión de obra debe ser considerada una actividad fundamental de cualquier proyecto de ingeniería civil por las ventajas económicas, calidad y tiempo que implica.

Debe entenderse que la supervisión de obra es un vehículo para facilitar la ejecución de un proyecto, cuya herramienta de trabajo es la comunicación con las personas y la solución de conflictos.

La supervisión de obra debe priorizar el trabajo en equipo por parte de todos los involucrados en un proyecto, de tal manera que se asegure que cada participante aporte positivamente al proyecto.

El perfil profesional de un supervisor de obra debe ser contar con una amplia preparación técnica y humana, enfocado en facilitar el proceso de obra, con capacidad de resolver conflictos y aptitudes para trabajar en equipo. Igualmente los valores y la ética profesional deben ser las directrices en su actuar.

La planeación estratégica de un proyecto, debe ser un objetivo fundamental de cualquier supervisor de obra, debe reconocerse que todo el trabajo y análisis que se realiza de forma previa a la ejecución de una obra asegura de una forma directamente proporcional el éxito de su labor.

Durante el proceso de obra es responsabilidad primero del contratista y en segundo lugar del supervisor de obra el aseguramiento de la calidad en los procedimientos constructivos, materiales y equipos instalados.

El supervisor de obra debe ser responsable de revisar el presupuesto del proyecto para garantizar que no se omitan trabajos necesarios en la ejecución, e igualmente debe eliminar aquellos trabajos que no son necesarios. Esta revisión debe ser realizada en conjunto con el contratista que ejecutará los trabajos, para garantizar que se ejecutará la obra de acuerdo al presupuesto.

La supervisión de obra debe realizar concursos de obra para evaluar diversas opciones para la ejecución de la obra, manteniendo especial cuidado en la revisión de las propuestas de tal forma que pueda evaluar el mismo alcance en cada uno de los oferentes. Es común que los contratistas omitan actividades para que su oferta sea más barata, pero durante la ejecución buscan cobrarlos como extraordinarios, siendo éticamente incorrecto.

Durante mi experiencia en la supervisión de la cimentación, fui capaz de reconocer que se debe contar con una planeación estratégica para la realización de mi labor. El éxito de mi gestión se basó, en gran medida, en todo este trabajo que realicé previamente.

Tuve oportunidad de reconocer que el trabajo en equipo entre contratista, proyectista y supervisor genera una mayor calidad de los trabajos en obra así como de una mejor coordinación de las actividades.

Pude identificar que la comunicación efectiva debe ser una habilidad a desarrollar en cualquier profesional que desea dedicarse a la supervisión de obra. Aprender técnicas de comunicación y resolución de conflictos abona a que nuestra labor sea más eficaz.

Puedo asegurar que un supervisor de obra debe mantener no solo una sólida preparación técnica, sino que debe complementarse con una excelente comunicación y sobre todo valores y ética profesional, pues sus decisiones siempre generan impactos en terceros.

Se debe priorizar la profesionalización de la mano de obra en el país, a través de cursos y técnicas, que generen procedimientos constructivos adecuados para cada actividad que se desarrolla en una obra.

BIBLIOGRAFÍA

- I. INEGI. (2015). Encuesta Intercensal. Abril 2017, de INEGI Sitio web: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/habitantes.aspx?tema=P>
- II. Yadira Berenice Jiménez Ortiz. (12 de Mayo 2003). Aplicación del proceso de planeación para una empresa de transporte de material y residuos peligrosos. Marzo del 2017, de Universidad de las Américas Puebla Sitio web: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lcp/jimenez_o_yb/
- III. José Lugo Hubp, Maricarmen Cordero Estrada, José Juan Zamora Orozco. (1995). Relieve, Litología y Riesgos en la Zona Urbana de la Delegación Álvaro Obregón, Distrito Federal, México. Marzo del 2017, de Revista Mexicana de Ciencias Geológicas Sitio web: [http://satori.geociencias.unam.mx/12-1/\(6\)Lugo.pdf](http://satori.geociencias.unam.mx/12-1/(6)Lugo.pdf)
- IV. Alberto Arnaut y Silvia Giorguli. (2010). Los grandes problemas de México. 2 mayo 2017, de El Colegio de México Sitio web: <http://2010.colmex.mx/16tomos/VII.pdf>
- V. ACI comité 311. (1994). Manual para Supervisar Obras de Concreto. 28 abril 2017, de Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. Sitio web: <http://imcyc.com/biblioteca/ArchivosPDF/>
- VI. (2004). Reglamento de Construcciones del Distrito Federal. Marzo 2017, de Gaceta Oficial del Distrito Federal Sitio web: <http://cgservicios.df.gob.mx/prontuario/vigente/r38501.pdf>
- VII. Instituto para la Seguridad de las Construcciones en el D.F. (N/D). Normas Técnicas Complementarias. Junio 2017, de ISCDF Sitio web: http://www11.df.gob.mx/virtual/joomla_segcons/index.php/normas-tecnicas-complementarias

- VIII. Rómel G. Solis Carcaño. (2004). La supervisión de Obra. Febrero 2017.
- IX. Felipe Rodríguez Montaña. (2004). Método para una adecuada supervisión de obra en los procesos constructivos. 2017, de Instituto Tecnológico de la Construcción, A.C.
- X. Agustín Elías Ahumada Trejo. (2010). Manual de Supervisión de Obra Civil. Febrero del 2017, de Instituto Politécnico Nacional.
- XI. Normatividad Aplicable en el Distrito Federal. (Varios). Normas aplicables y complementarias. 2017, de Instituto para la Seguridad de las Construcciones en el D.F. Sitio web: http://www11.df.gob.mx/virtual/joomla_segcons/index.php/iscdf-normatividad

ANEXOS

1.- Tabla de sondeo SPT-1

TABLA 1
SONDEO SE-1

| Es-trato | Profundidad de | | Descripción | Consistencia o compacidad | No. de golpes N | Contenido de agua w, % | SUCS | Limite líquido % | Limite plástico % | Índice plástico % | %Grava G | % Arena S | % Finos F | φ grados | |
|----------|----------------|-------|-----------------------------|---------------------------|-----------------|------------------------|------|------------------|-------------------|-------------------|----------|-----------|-----------|----------|----|
| | a | m | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0 | 1.20 | Relleno | Muy compacto | 52 | 8.20 | | | | | | | | | 36 |
| 2 | 1.20 | 3.60 | Arena limosa café con grava | Semicompacto | 21 | 12.10 | SM | 20.80 | 15.60 | 5.20 | 37.70 | 52.00 | 10.30 | | 32 |
| 3 | 3.60 | 5.40 | Arena limosa con grava | Muy compacto | > 50 | 11.00 | SM | 21.80 | 17.80 | 4.00 | 0.00 | 76.00 | 24.00 | | 38 |
| 4 | 5.40 | 7.80 | Arena limosa con grava | Suelta | 8 | 8.90 | | | | | | | | | 28 |
| 5 | 7.80 | 10.20 | Arena limosa con grava | Semicompacto | 14 | 14.90 | SM | 19.40 | 13.40 | 6.00 | 29.00 | 36.70 | 34.70 | | 31 |

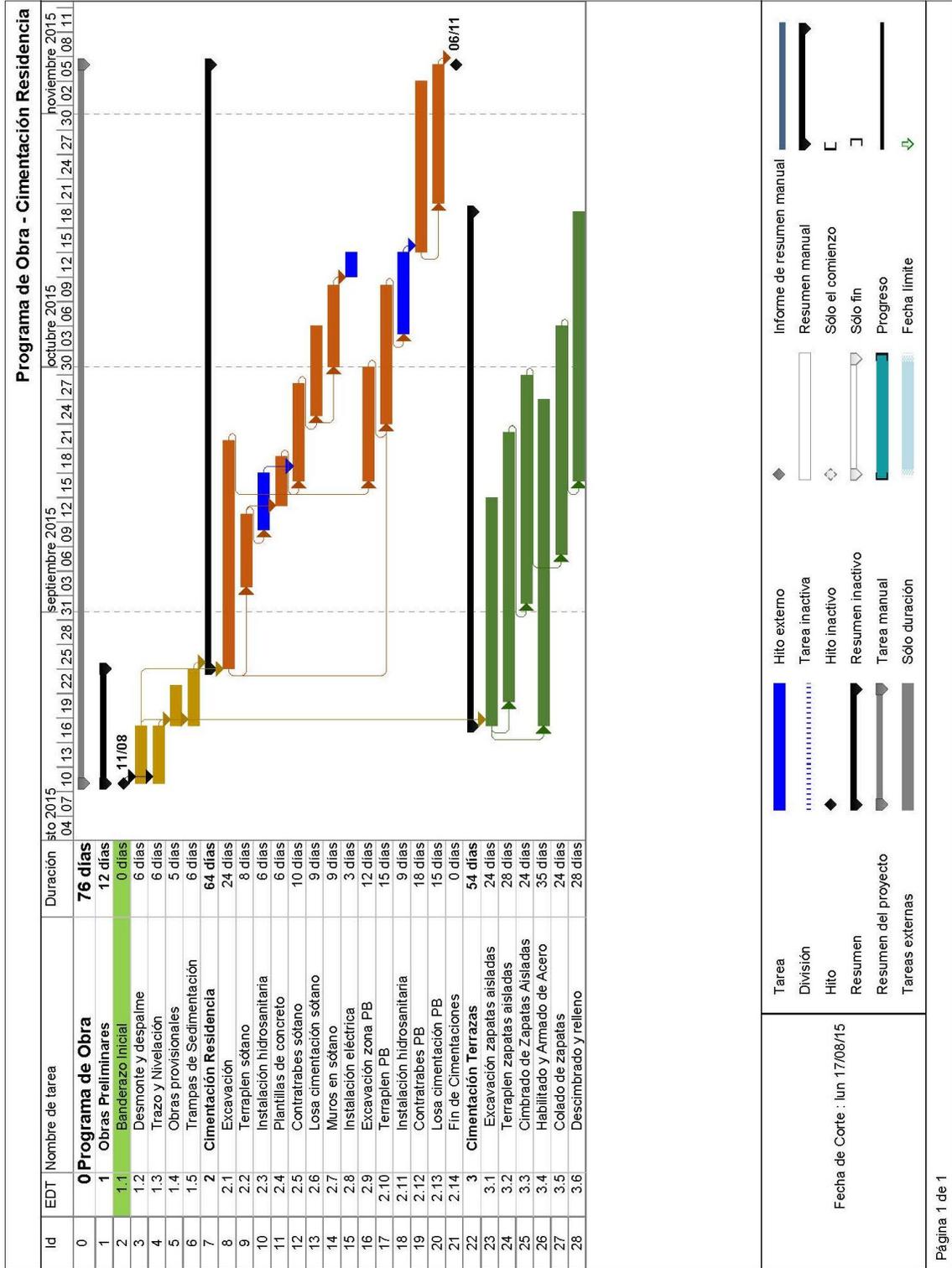
Profundidad del nivel de agua freática: No se encontró

N = Número de golpes de la prueba de penetración estándar

w = contenido natural de agua

φ = ángulo de fricción interna

2.- Programa de Obra Inicial.



3.- Tabla de frecuencias para muestreos en concreto de acuerdo a las NTC de Estructura de Concreto del RCDF.

Tabla 14.2 Frecuencia mínima para toma de muestras de concreto fresco

| | Concreto <u>clase 1</u> | Concreto <u>clase 2</u> |
|--|--|---|
| Revenimiento (NMX-C-156- ONNCCE) | Una vez por cada entrega, si es premezclado. Una vez por cada revoltura, si es hecho en obra. | Una vez por cada entrega, si es premezclado. Una vez por cada 5 revolturas, si es hecho en obra. |
| Peso volumétrico (NMX-C-162) | Una vez por cada día de colado, pero no menos de una vez por cada 20 m ³ de concreto. | Una vez por cada día de colado, pero no menos de una vez por cada 40 m ³ . |