



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIDAD TECAMACHALCO



SEMINARIO DE TITULACIÓN
ADMINISTRACIÓN EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO

TEMA

**GUÍA TÉCNICA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE
EXCAVACIONES PROFUNDAS EN EL MUNICIPIO DE
HUIXQUILUCAN, ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO ARQUITECTO

PRESENTA:
Diego Armando Taxis Zepeda

ASESORES:

DR. Arístides de la Cruz Gallegos Asesor
Coordinador Seminario

M en C. Martha Laura Bautista González
Dr. Humberto Ponce Talancón
Asesor externo invitado



Tecamachalco, Estado de México

Diciembre 2018

Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura
Guía Técnica del Proceso Constructivo de Excavaciones
Profundas en el Municipio de Huixquilucan, Estado de
México, México.
Por
Diego Armando Taxis Zepeda

Autorización de uso de la Obra.

Instituto Politécnico Nacional

Presente

Bajo protesta de decir verdad el que suscribe Diego Armando Taxis Zepeda (se anexa copia simple de identificación oficial), manifiesto ser autor (a) y titular de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada Guía Técnica del Proceso Constructivo de Excavaciones Profundas en el Municipio de Huixquilucan, Estado de México, México, en adelante “El Trabajo Terminal” y del cual se adjunta copia, por lo que por medio del presente y con fundamento en el artículo 27 fracción II, inciso b) de la Ley Federal del Derecho de Autor, otorgo a el Instituto Politécnico Nacional, en adelante El IPN, autorización no exclusiva para comunicar y exhibir públicamente total o parcialmente en medios digitales.

“El Trabajo Terminal” por un periodo indefinido contado a partir de la fecha de la presente autorización, dicho periodo se renovará automáticamente en caso de no dar aviso expreso a “El IPN” de su terminación.

En virtud de lo anterior, “El IPN” deberá reconocer en todo momento mi calidad de autor del “Trabajo Terminal”.

Adicionalmente, y en mi calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del “Trabajo Terminal”, manifiesto que la misma es original y que la presente autorización no contraviene ninguna otorgada por el suscrito respecto del “Trabajo Terminal”, por lo que deslindo de toda responsabilidad a El IPN en caso de que el contenido del “Trabajo Terminal” o la autorización concedida afecte o viole derechos autorales, industriales, secretos industriales, convenios o contratos de confidencialidad o en general cualquier derecho de propiedad intelectual de terceros y asumo las consecuencias legales y económicas de cualquier demanda o reclamación que puedan derivarse del caso.

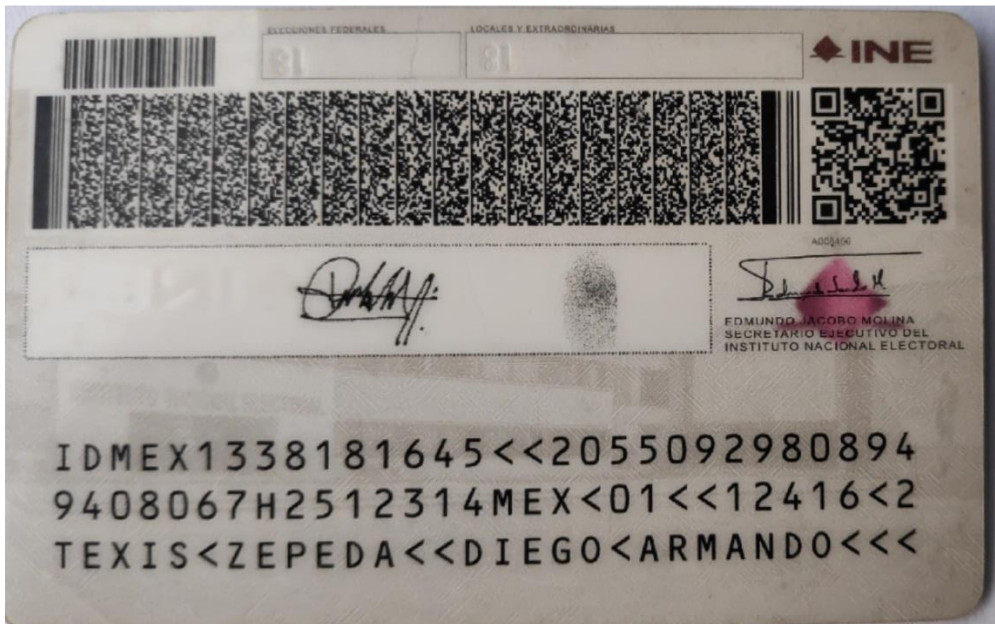
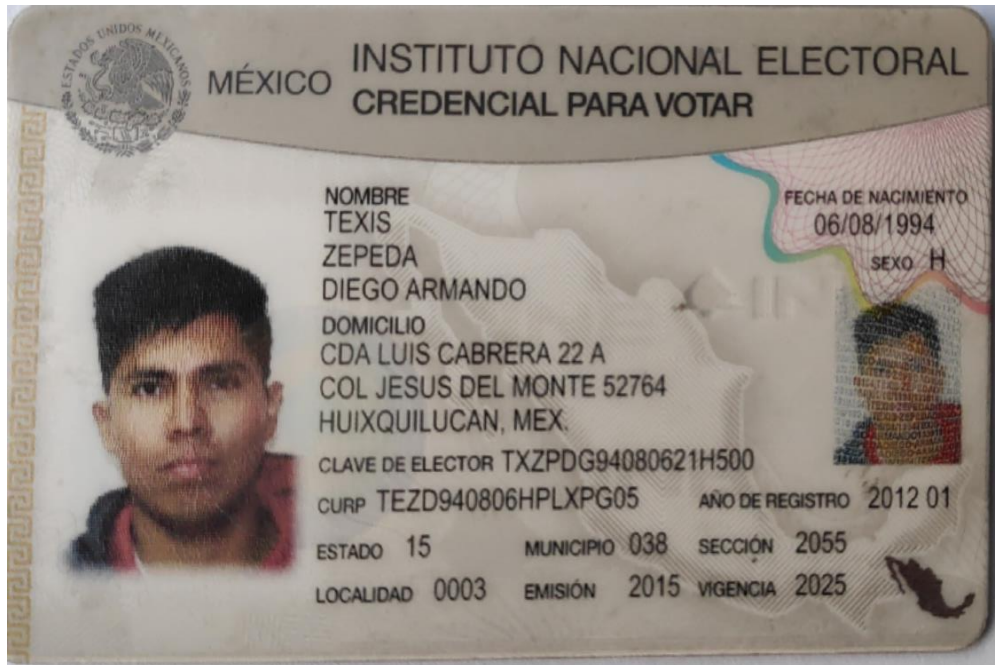
Tecamachalco, Estado de México a Diciembre del 2018

Atentamente



Diego Armando Taxis Zepeda

Identificación Oficial.





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIDAD TECAMACHALCO



SEMINARIO DE TITULACIÓN
ADMINISTRACIÓN EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO

TEMA

**GUÍA TÉCNICA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE
EXCAVACIONES PROFUNDAS EN EL MUNICIPIO DE
HUIXQUILUCAN, ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO ARQUITECTO

PRESENTA:
Diego Armando Taxis Zepeda

ASESORES:

DR. Arístides de la Cruz Gallegos Asesor
Coordinador Seminario

M en C. Martha Laura Bautista González
Dr. Humberto Ponce Talancón
Asesor externo invitado

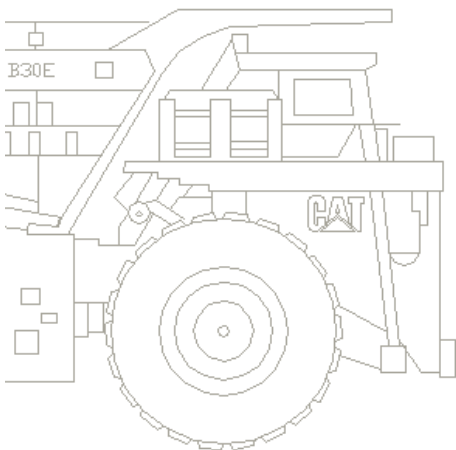
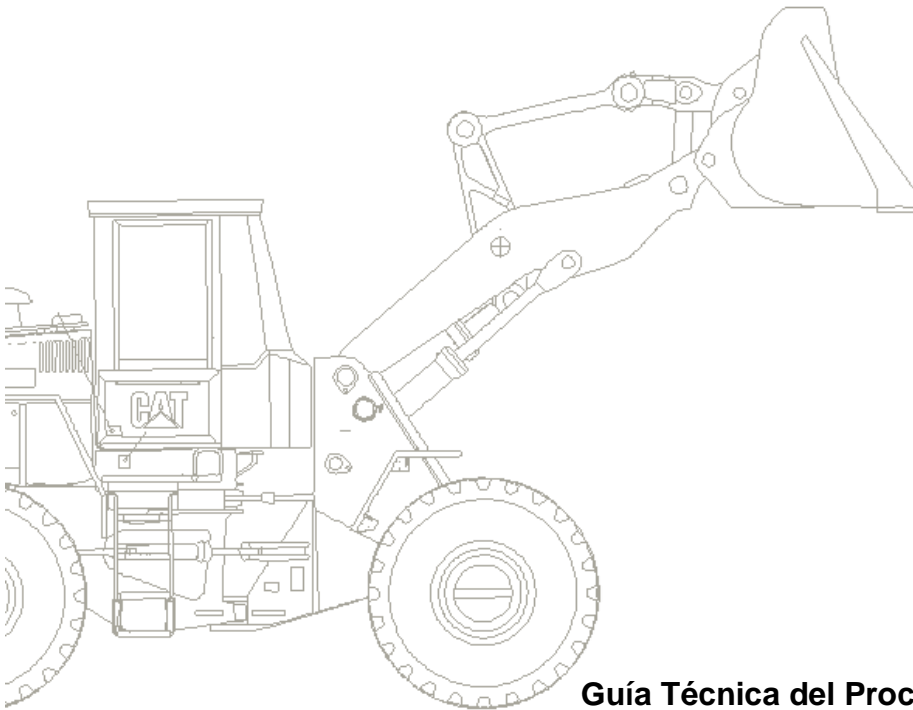
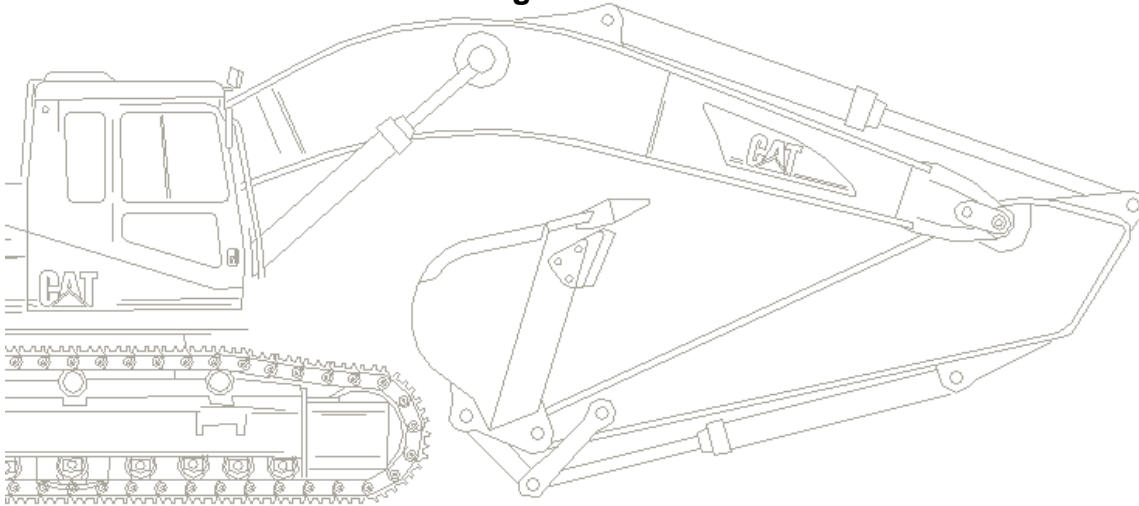


Tecamachalco, Estado de México

Diciembre 2018

Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura
Guía Técnica del Proceso Constructivo de Excavaciones
Profundas en el Municipio de Huixquilucan, Estado de
México, México.
Por
Diego Armando Taxis Zepeda

Imagen de Tesina.



**Guía Técnica del Proceso Constructivo
de Excavaciones Profundas
en el Municipio de Huixquilucan,
Estado de México, México.**

Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura
Guía Técnica del Proceso Constructivo de Excavaciones
Profundas en el Municipio de Huixquilucan, Estado de
México, México.
Por
Diego Armando Taxis Zepeda

Índice.

	Páginas
Portada Autorizada.....	i
Autorización de Uso de la Obra.....	ii
Identificación Oficial.....	iii
Portada.....	iv
Imagen de Tesina.....	v
Índice.....	vi
Dedicatoria.....	x
Reconocimientos.....	xi
Ficha Metodológica.....	xii
Índice de Siglas y Abreviaturas.....	xiii
Índice de Cuadros.....	xiv
Índice de Ilustraciones.....	xiv
Glosario.....	xvi
Red Conceptual.....	xvii
Resumen.....	xviii
Abstract.....	xix
Introducción.....	1
CAPITULO I. Estrategia Metodológica de la Tesis.	
1.1 Idea, conveniencia y alcance de la investigación.	3
1.1.1 Idea de la Investigación.	3
1.1.2 Conveniencia de la Investigación.	4
1.1.3 Alcance de la Investigación.....	5
1.2 Problema de la Investigación.	5
1.2.1 Planteamiento del Problema.	5
1.2.2 Situación problemática.....	6
1.2.3 Delimitación problemática.	6
1.3 Objetivos de la Investigación.....	6
1.3.1 General.	6

1.3.2 Específicos.....	6
1.4 Preguntas del estudio de la tesina.....	7
1.4.1 Pregunta principal.	7
1.4.2 Preguntas de investigación.....	7
1.5 Justificación.....	8
1.5.1 Conceptual.	8
1.5.2 Metodológica.	8
1.5.3 De factibilidad.	8
1.5.4 De viabilidad.....	8
1.5.5 De relevancia social.	9
1.6 Hipótesis de trabajo.....	9
1.7 Variables de Estudio.....	9
1.7.1 Factores Internos.	9
1.7.2 Factores Externos.....	10

CAPITULO II. Antecedentes y base legal.

2.1 Génesis y evolución del tema de estudio.	11
2.1.1 Antecedentes de Excavaciones y Movimiento de Tierras en México Prehispánico.	12
2.1.2 Antecedentes de Excavaciones y Movimiento de Tierras en México durante la Conquista.....	13
2.1.3 Antecedentes de Excavaciones y Movimiento de Tierras en México Siglo XIX... 15	
2.1.4 Antecedentes de Excavaciones y Movimiento de Tierras en México Reciente. . 15	
2.2 Estado actual del tema de la tesina.....	16
2.2.1 Excavaciones Profundas en el Lago de la Ciudad de México.	16
2.2.1.1 Caso 1 Excavación a 13.5 m de profundidad en Reforma y Berna.	16
2.2.1.2 Caso 2 Excavación a 10.0 m de profundidad en Sevilla y Tokio.	22
2.3 Base legal y normativa vigente.....	24

2.3.1 Reglamento de Construcciones del Distrito Federal.....	24
2.3.2 Normas Técnicas Complementarias.....	25
2.3.3 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.	25
2.3.4 Leyes, acuerdos y decretos presidenciales.....	26
2.3.5 Principales ordenamientos jurídicos en la materia de estudio.	26
2.3.6 Los sistemas de acreditación ISO y NOM.	27
2.4 Proceso de la Investigación.....	27

Capítulo III. Fundamento teórico, conceptual y referencial.

3.1 Análisis del sustento teórico y principales expositores.	28
3.1.1 Leonardo Zeevaert.	28
3.2 Aportación del fundador de la teoría y de los seguidores.....	30
3.2.1 Método de Zeevaert.....	30
3.3 Conceptos propios del tema de tesina.	31
3.4 Autores e investigaciones realizadas vinculatorias con la tesis.....	36
3.4.1 Karl von Terzaghi.....	36
3.4.2 Ralph Brazelton Peck.....	36
3.4.3 William John Macquorn Rankine	36

CAPITULO IV. Proyecto de Estudio y Estudio de Mecánica de Suelos.

4.1 Proyecto Residencial “Augusta” en Conjunto Residencial Lomas Country Club, Huixquilucan, Estado de México. México.....	37
4.1.1 Localización del Predio.	37
4.1.2 Descripción del Proyecto.....	38
4.1.3 Condiciones Geotécnicas del Sitio.	40
4.1.4 Estudio Riesgo Geológico.	43
4.1.5 Metodología de Diseño Estructural.	44
4.1.5 Condiciones Estructurales del Proyecto.....	45

CAPITULO V. Diseño de la investigación de campo.

5.1 Propuesta de Excavación.....	50
5.2 Proceso Constructivo	51
5.2 Frentes de Ataque.....	53
5.3 Uso de Maquinaria.....	58
5.4 Libramiento de Instalaciones Municipales.....	60
Conclusiones.....	62
Aportaciones.....	64
Sugerencias o Recomendaciones.....	65
Referencias.....	66

Dedicatoria.

A ti mi madre... que estuviste desde el primer día conmigo dándome tu amor incondicional, a ti que me haz cuidado y protegido, a ti que con tus palabras y tus consejos aprendí a valorar la vida, a ti que velaste mis noches de desvelo y penumbras de mi conocimiento, a ti que me das fuerza y aliento para salir adelante, gracias a ti madre soy la persona que hoy soy.

A mi padre... agradezco todas tus palabras de sabiduría y tu forma de enseñarme cómo afrontar la vida, a ti que con el ejemplo me muestras todos los días para salir y luchar para cumplir mis metas, a ti que me enseñas día a día a disfrutar tu vocación y ser un hombre de provecho, a ti que me haz proveído de todo, a ti con quien sé que puedo contar siempre, a ti gracias por acompañarme de principio a fin en todo este proceso llamado vida.

A mi querido hermano... que has servido de ejemplo e inspiración para lograr ser el mejor, a ti que has estado siempre a mi lado, a ti que con el ejemplo me muestras como ser un buen hombre, a ti con quien estaré y acompañare toda la vida.

A la mujer... que me inspira día con día a lograr mis metas y sueños, así como disfrutar de los pequeños grandes momentos de la vida junto a ella.

Y principalmente a dios que me dio vida para alcanzar mis metas y fuerza para lograrlos.

Todo mi amor...

Gracias.

Diego Armando Taxis Zepeda

Ingeniero Arquitecto

Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura
Guía Técnica del Proceso Constructivo de Excavaciones
Profundas en el Municipio de Huixquilucan, Estado de
México, México.
Por
Diego Armando Taxis Zepeda

Reconocimiento.

Reconozco de grandeza y me llena de orgullo mi honorable Instituto Politécnico Nacional por todas las bases y herramientas, teóricas y prácticas que esta institución me ofreció a lo largo de toda mi trayectoria escolar y por permitirme ser parte de esta gran institución, como en primera instancia aceptarme en el plantel C.E.C.Y.T. 4 Lázaro Cárdenas del Río, formando el principio de mi carrera técnica y continuando mi proceso en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Tecamachalco, formando el profesional que hoy me presento, agradezco al seminario de titulación, al coordinador del seminario, así como a los asesores del mismo, por formar parte del proceso de obtención de título y cedula profesional.

Gracias.

Diego Armando Taxis Zepeda

Ingeniero Arquitecto

Ficha Metodológica.

Área de Conocimiento.	Ciencias Fisicomatemáticas.
Disciplina del Estudio.	Ingeniería y Arquitectura.
Línea de Investigación.	Aplicación del proceso constructivo en una obra.
Sub-línea de Investigación.	Como aplicar el proceso constructivo en obra y así obtener un mejor rendimiento.
Objeto y Sujetos de Estudio.	El autor de la tesina profesional de la ingeniería y arquitectura, y experto en un periodo de agosto a diciembre de 2018.
Problema.	La mayoría de los ingenieros arquitectos recién egresados no cuentan con los conocimientos en cuanto al proceso constructivo de excavaciones profundas y esto genera trabajos mal ejecutados y pérdida de recursos.
Delimitación.	El tema se delimita a los ingenieros arquitectos en el Estado de México a partir del 2018.
Hipótesis de Trabajo.	Se plantea implementar la guía técnica del proceso constructivo de excavaciones profundas y así evitar en la medida de lo posible los problemas generados por la mala ejecución del proceso.
Variables Independientes.	Entorno Ambiental del Sitio afecta en gran parte a la obra.
Variables Dependientes.	Control, dirección y supervisión general del proceso constructivo.
Indicadores.	Uso de Recursos. (Financieros, materiales y humanos).
Método.	Deductivo. Parte de lo más general a estudios del fenómeno que corresponden a lo más específico.
Técnica.	Dual, entrevista-cuestionario, por tratarse de una combinación simultánea de técnicas de cuestionario y entrevista con el apoyo de una guía previamente desarrollada.
Aportación.	Se elaborará una guía técnica del proceso constructivo de excavaciones profundas, de tal forma que evite los problemas de ejecución en el mismo.
Autor.	Diego Armando Taxis Zepeda.
Dirección de la Investigación.	Dr. Aristides de la Cruz Gallegos.
Co-coordinador del seminario de titulación.	M. en C. Martha Laura Bautista González
Asesor Metodológico.	Dr. Humberto Ponce Talancón.
Lugar y Fecha.	Tecamachalco, Estado de México, Diciembre del 2018.

Índice de Siglas y Abreviaturas.

1. Ing.....	Ingeniero
2. Arq.....	Arquitecto
3. M. en C.....	Maestro en Ciencias
4. I.P.N.....	Instituto Politécnico Nacional
5. E.S.I.A.....	Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura
6. MX.....	México
7. Dr.....	Doctor, Doctorado
8. C.E.C.Y.T.....	Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos
9. C.N.I.C.....	Cámara Nacional de la Industrial de la Construcción
10. Constr.....	Construcción
11. Edo.....	Estado
12. m ²	Metro Cuadrado
13. m.....	Metro
14. cm.....	Centímetro
15. m ³	Metro Cubico
16. PB.....	Planta Baja
17. No.....	Numero
18. Ton.....	Tonelada
19. Av.....	Avenida
20. S.C.T.....	Secretaria de Comunicaciones y Transportes
21. C.M.I.C.....	Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción
22. O.I.....	Organización Internacional del Trabajo
23. NOM.....	Norma Oficial Mexicana
24. C.P.....	Código Postal
25. C.F.E.....	Comisión Federal de Electricidad
26. U.T.M.....	Universal Transverse Mercator
27. I.M.N.....	Instituto Mexicano de Normalización y Certificación
28. M.s.n.m.....	Metros sobre el nivel del mar
29. U.N.A.M.....	Universidad Autónoma de México

30. C.D.M.X.....	Ciudad de México
31. D.F.....	Distrito Federal

Índice de Cuadros.

1. Cuadro Proceso de Investigación, Tesina, Guía Técnica del Proceso Constructivo de Excavaciones Profundas en el Municipio de Huixquilucan, Estado de México, México, Diego Armando Taxis Zepeda, ESIA, 2018.....	27
2. Espectro de Diseño Sísmico Informe Geotécnico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.....	40

Índice de Ilustraciones.

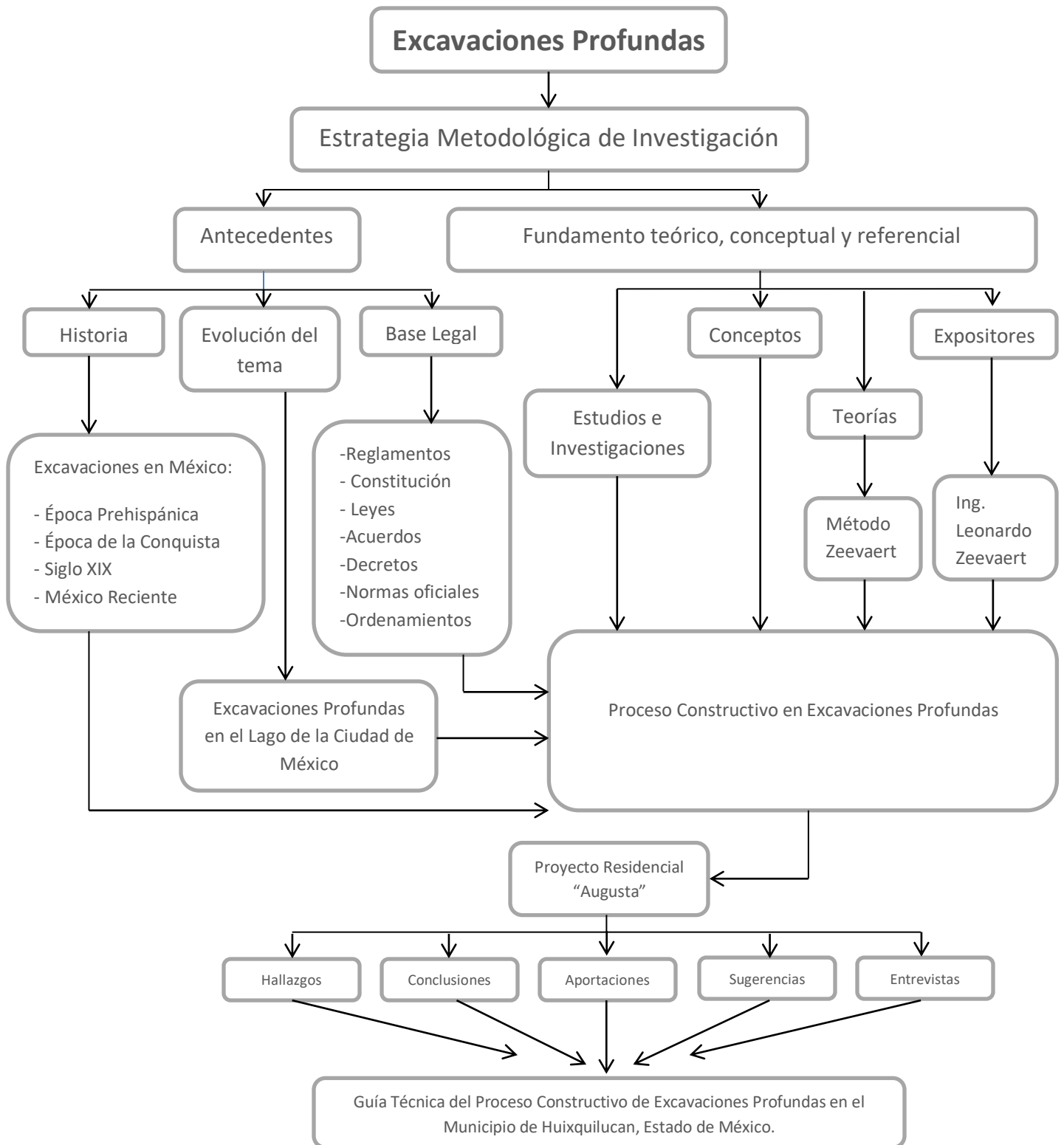
1. Excavación de Túneles en México, José Manuel Ruiz Galindo, UNAM, 2013.....	13
2. Excavación de Túneles en México, José Manuel Ruiz Galindo, UNAM, 2012.....	13
3. Excavación de Túneles en México, José Manuel Ruiz Galindo, UNAM, 2012.....	14
4. Excavación de Túneles en México, José Manuel Ruiz Galindo, UNAM, 2012.....	16
5. Excavación de Túneles en México, José Manuel Ruiz Galindo, UNAM, 2012.....	16
6. Diseño de Sistemas de Contención para Excavaciones, Alberto Cuevas Rivas, UNAM, 2012.....	17
7. Diseño de Sistemas de Contención para Excavaciones, Alberto Cuevas Rivas, UNAM, 2012.....	18
8. Diseño de Sistemas de Contención para Excavaciones, Alberto Cuevas Rivas, UNAM, 2012.....	21
9. Diseño de Sistemas de Contención para Excavaciones, Alberto Cuevas Rivas, UNAM, 2012.....	21
10. Diseño de Sistemas de Contención para Excavaciones, Alberto Cuevas Rivas, UNAM, 2012.....	21
11. Diseño de Sistemas de Contención para Excavaciones, Alberto Cuevas Rivas, UNAM, 2012.....	21
12. Diseño de Sistemas de Contención para Excavaciones, Alberto Cuevas Rivas, UNAM, 2012.....	21
13. Diseño de Sistemas de Contención para Excavaciones, Alberto Cuevas Rivas, UNAM, 2012.....	22

14. Diseño de Sistemas de Contención para Excavaciones, Alberto Cuevas Rivas, UNAM, 2012.....	23
15. Diseño de Sistemas de Contención para Excavaciones, Alberto Cuevas Rivas, UNAM, 2012.....	37
16. Diseño de Sistemas de Contención para Excavaciones, Alberto Cuevas Rivas, UNAM, 2012.....	38
17. Diseño de Sistemas de Contención para Excavaciones, Alberto Cuevas Rivas, UNAM, 2012.....	39
18. Diseño de Sistemas de Contención para Excavaciones, Alberto Cuevas Rivas, UNAM, 2012.....	40
19. Diseño de Sistemas de Contención para Excavaciones, Alberto Cuevas Rivas, UNAM, 2012.....	41
20. Proyecto Arquitectónico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.....	42
21. Proyecto Arquitectónico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.....	42
22. Proyecto Arquitectónico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.....	43
23. Proyecto Arquitectónico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.....	45
24. Proyecto Arquitectónico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.....	46
25. Proyecto Arquitectónico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.....	47
26. Proyecto Arquitectónico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.....	48
27. Informe Geotécnico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.....	51
28. Informe Geotécnico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.....	52
29. Informe Geotécnico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.....	54
30. Informe Geotécnico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.....	54
31. Informe Geotécnico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.....	55
32. Proyecto Arquitectónico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.....	55
33. Reporte Fotográfico Obra Augusta, Huixquilucan, 2018.....	56
34. Reporte Fotográfico Obra Augusta, Huixquilucan, 2018.....	57
35. Reporte Fotográfico Obra Augusta, Huixquilucan, 2018.....	58
36. Reporte Fotográfico Obra Augusta, Huixquilucan, 2018.....	59
37. Reporte Fotográfico Obra Augusta, Huixquilucan, 2018.....	59
38. Reporte Fotográfico Obra Augusta, Huixquilucan, 2018.....	59
39. Reporte Fotográfico Obra Augusta, Huixquilucan, 2018.....	60
40. Reporte Fotográfico Obra Augusta, Huixquilucan, 2018.....	60

Glosario.

Concepto	Descripción	Fuente
Administración	Acción y efecto de administrar.	Real Academia Española
Control	Examen u observación cuidadosa que sirve para hacer una comprobación	Real Academia Española
Coordinación	Acción de coordinar.	Real Academia Española
Delimitación del Problema	Acción de delimitar.	Real Academia Española
Dirección	Persona o conjunto de personas que gobiernan, mandan o guían.	Real Academia Española
Ficha Metodológica	Es un instrumento pedagógico que permita recopilar información específica de una temática a investigar	Real Academia Española
Ficha Técnica de Entrevista	Proporcionar información resumida y concreta de cómo se estima, analiza e interpreta un indicador o variable.	Real Academia Española
Hipótesis	Suposición hecha a partir de unos datos que sirve de base para iniciar una investigación o una argumentación.	Real Academia Española
Integración	Acción de integrar.	Real Academia Española
Hipótesis del Trabajo	Formulada provisionalmente para servir de guía en un proyecto, una investigación o una argumentación.	Real Academia Española
Método	Modo ordenado y sistemático de proceder para llegar a un resultado o fin determinado.	Real Academia Española
Método Deductivo	Observación del fenómeno a estudiar,	Real Academia Española
Metodología	Parte de la lógica que estudia los métodos.	Real Academia Española
Tesis	Proposición u opinión, especialmente de carácter científico, que se mantiene y se intenta demostrar con razonamientos.	Real Academia Española
Tesina	Trabajo escrito de investigación que exigen en algunas facultades para poder acceder a los estudios de doctorado.	Real Academia Española
Especialización	Acción de especializar o especializarse.	Real Academia Española
Directriz	Norma o conjunto de normas e instrucciones que se establecen o se tienen en cuenta al proyectar una acción o un plan	Real Academia Española
Génesis	Origen o principio de una cosa.	Real Academia Española
Albarradones	Cuenca , obras hidráulicas para el paso del agua.	Real Academia Española
Diques	Elementos de contención que se utilizan para encajonar el flujo de los ríos a fin de darles un flujo más rápido.	Real Academia Española
Objetivo	Que se basa en los hechos y la lógica.	Real Academia Española
Objeto de Estudio	Cualidad de objetivo.	Real Academia Española
Organización	Grupo de personas y medios organizados con un fin determinado.	Real Academia Española
Planeación	Acción de planificar.	Real Academia Española
Previsión	Cosa que se prevé o con que se previene algo que se hará o sucederá.	Real Academia Española
Productividad	Capacidad de la naturaleza o la industria para producir.	Real Academia Española

Red Conceptual.



Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura
Guía Técnica del Proceso Constructivo de Excavaciones
Profundas en el Municipio de Huixquilucan, Estado de
México, México.
Por
Diego Armando Taxis Zepeda

Resumen.

La presente investigación de tesina aborda el tema de la falta de conocimientos del proceso constructivo en excavaciones profundas y su falta de aplicación en obra de los residentes o encargados de obra, debido a que esto provoca mala organización de los trabajos a nivel de ejecución de obra, mala ejecución de los trabajos, retrasos en tiempos de entrega y a nivel de conocimientos, los recién egresados de ingenierías en construcción.

La finalidad de este trabajo es la obtención de un documento que muestre técnicamente la correcta forma de realizar y concluir los procesos constructivos sin inconvenientes; específicamente en Excavaciones Profundas en la Ciudad de México mediante la muestra de ejemplos e investigaciones recaudadas, con el fin de proporcionar mejores bases y conocimientos especializados a los ingenieros arquitectos. Realizando una investigación que considere los principios del proceso constructivo, como al igual los conceptos básicos y fundamentales para conocer y adentrarse dentro del trabajo; al igual que se investigaran, mostraran y analizaran ejemplos del proceso constructivo en distintas condiciones y en distintas necesidades, con el fin de observar y analizar la realización de estos trabajos desde un ángulo de percepción exterior, conociendo como influye una buena y una mala administración en una Excavación Profunda, mostrando los conflictos y aciertos que esta puede provocar.

Palabras Claves:

Construcción; cimientos; ingenieros arquitectos capacitados; problemas con sus recursos empleados en el proyecto; escasa especialización; procesos constructivos sin inconvenientes; conocimientos especializados a los ingenieros arquitectos.

Abstract.

The present thesis research addresses the issue of the lack of knowledge of the construction process in deep excavations and its lack of application in the work of residents or managers of work, because this causes poor organization of work at the level of execution of work , poor execution of the works, delays in delivery times and level of knowledge, the recent graduates of engineering in construction.

The purpose of this work is to obtain a document that technically shows the correct way to carry out and complete the construction processes without inconvenience; specifically in Deep Excavations and Land Movement in Mexico City through the sample of examples and research collected, in order to provide better bases and specialized knowledge to the architectural engineers. Carrying out an investigation that considers the principles of the constructive process, as well as the basic and fundamental concepts to know and to enter inside the work; As they are investigated, examples of construction processes are shown and analyzed in different conditions and in different needs, in order to observe and analyze the performance of these works from an angle of external perception, knowing how a good and a bad influences administration in a Deep Excavation, showing the conflicts and the successes that this can cause.

Keywords:

Building; foundations engineers trained architects; problems with their resources used in the project; poor specialization; constructive processes without inconveniences; Specialized knowledge to architectural engineers.

Introducción.

El tema de la presente tesina es importante en el campo de los Procesos Constructivos en la Excavaciones Profundas y de gran trascendencia por que repercute en aspectos económicos, financieros y técnicos de la construcción, específicamente y particularmente contribuye a la satisfacción de los clientes.

Se han escrito demasiados libros en cuanto a procesos constructivos, no obstante la gran parte de ellos están enfocados a obra gris y blanca, dejando de lado la llamada obra gris de un proyecto, la cual es considerada la fase de adaptación del entorno al proyecto como excavación y nivelación.

Esta Guía Técnica se concentrara en funciones de planeación, coordinación, organización, dirección y control del Proceso Constructivo de Excavaciones Profundas que son las actividades principales a las que un gerente de obra, residente de obra o encargado de obra debe dedicar la mayor parte del tiempo, reuniremos información que ayudaran a una realización eficaz del trabajo.

El objetivo principal es ayudar a las personas interesadas en el tema, con el fin de evitar contratiempos, errores y déficits de todo tipo en la ejecución de este trabajo en obra; y de igual manera que esta información pueda contribuir al desarrollo profesional del Ingeniero Arquitecto.

Como inicio de la Tesina, se desarrollara en el Capítulo I, se desarrollara la metodología de investigacion de la tesiana, en el cual estableceremos los alcances de la investigacion, planteremos los problemas que se atenderan, delimitaremos objetivos que se deberan lograr al final de la investigacion, y relizando hipotesis de resultados. Con el fin de trazar el curso de la investigacion.

Fundamentando la investigación, en base a los antecedentes históricos dedicados al tema, mencionando términos y conceptos propios de la investigación relacionados a excavaciones, equipos, materiales, herramientas, maquinarias, ya que es importante tener bien definido todos los elementos que influyen en este proceso, como parte principal citando las bases legales y ordenamientos en

Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura
Guía Técnica del Proceso Constructivo de Excavaciones
Profundas en el Municipio de Huixquilucan, Estado de
México, México.

Por
Diego Armando Tesis Zepeda

función del tema principal de investigación, como aportación propia mostrando de forma práctica procesos constructivos existentes, fomentando el análisis de estos mismos, deduciendo la correcta administración de estos procesos, sin dejar de lado los errores que uno comete como profesionalista por falta de conocimientos sobre el tema o en planeación y dirección.

Toda investigación requiere de sustentos y fundamentos teóricos, conceptuales y referenciales, que ayuden a una correcta investigación de tesina, como lo muestra el Capítulo III del presente trabajo; por lo cual se pretende incluir teorías relacionadas con el tema de la tesina de expositores destacados y autores que sean referentes con investigaciones y teorías en el tema.

En la parte media de la tesina, en el Capítulo IV; Se estudiara una situación real, con el análisis y muestra de un proyecto Residencial el cual se ejecuta al día de hoy. Mostrando primeramente el proyecto arquitectónico en general, además de mostrar las condiciones en las que se encuentra el proyecto, como al igual los estudios y metodologías previas necesarias para la ejecución de una Excavación Profunda.

Como parte fundamental de la tesina, en el Capítulo V se realizará en forma de guía técnica el proceso constructivo de una excavación profunda, mostrando paso a paso y de principio a fin, el proceso desde la propuesta de ataque, como el proceso de iniciación, frentes de ataque, el uso de maquinaria y demás condiciones que se requieren conocer. Con el fin de lograr una correcta y efectiva investigación.

Por último se desarrollaran sugerencias o consejos por medio de las conclusiones obtenidas, para un desarrollo laboral y profesional exitoso obteniendo ciertas aptitudes que hoy en día hacen falta potencias a generaciones futuras, en cuanto la realización de especialidades en una rama de la construcción.

CAPITULO I. Estrategia Metodológica de la Tesis.

En este capítulo se desarrolló la parte metodológica de la tesina con énfasis en el análisis, donde el autor expone su idea, los problemas, objetivos y se formulan preguntas de indagación; además se planeó una ficha metodológica para destacar el tipo de investigación, la hipótesis del trabajo, el método, la técnica y el instrumento aplicable para el análisis y estudio del caso.

1.1 Idea, conveniencia y alcance de la investigación.

1.1.1 Idea de la Investigación.

Procesos Constructivos en Excavaciones Profundas.

Un tema más enfocado y especializado en el ámbito de ingeniería civil que de arquitectura, me interesa el tema ya que en un punto de vista personal me parece un gran faltante de conocimiento del tema en términos curriculares y de saberes adquiridos en el programa del arquitecto ingeniero, considerando que es un tema en el cual se puede aprender demasiado, ya que es parte fundamental estar en vanguardia con los nuevos procesos constructivos que se realizan alrededor del mundo en el ámbito de cimientos y desplantes de construcciones para ser aplicados en el área metropolitana de la Ciudad de México, dejando de lado el acero y concreto.

Para ello, se requiere saber y tener conocimiento de movimientos de tierra, contemplando que cada día se realizan nuevos proyectos colosales, luchando cada día por ser el mejor y más alto edificio de la ciudad.

Ante el inminente avance en construcciones de inmensa altura, me parece el tema de excavaciones profundas, como una pequeña gran parte en el proceso constructivo de los nuevos y próximos rascacielos por existir.

Soy fielmente creyente en la arquitectura como en la ingeniería que; para grandes construcciones: grandes cimientos.

1.1.2 Conveniencia de la Investigación.

Mis motivos para la realización de esta investigación, son para conocer y profundizar en el conocimiento de los actuales y nuevos procesos constructivos existentes para excavaciones profundas, ya que contemplo que cada proyecto, obra, edificio o construcción es completamente diferente, ya sea por la altura del proyecto, por el tipo de cimentación, por el número de sótanos a excavar o por cualquier factor diferenciador, por lo cual cada una requiere una forma distinta de actuación y de proceso también distinto.

Un tema en particular en la Ciudad de México es el nivel del manto freático cercano a la superficie, lo que complica el movimiento de tierra, lo cual es un punto adicional para la investigación de los procedimientos constructivos que se planea realizar y responder en esta tesina.

La investigación en forma teórica servirá para aclarar las dudas sobre el tema expuesto con anterioridad, presentando los resultados obtenidos deseados en forma clara y ordenada, mediante una serie de pasos a seguir, con el fin de lograr una tesina clara y precisa.

La razón principal para la realización de esta investigación, personalmente; es para ampliar y reforzar los conocimientos obtenidos en mi corta carrera en el ámbito profesional, ya que al estar ligado en este sector de la construcción, me ha llenado de interés y de hambre por conocer más del tema; así como también la posibilidad de ofrecer un servicio profesional que se encuentre a la vanguardia de actualizaciones e innovaciones en esta partida; ya que a mi parecer la industria de la construcción avanza a pasos agigantados gracias a que día con día surgen nuevas necesidades por cumplir en los nuevos proyectos ya sean de inversión pública o privada.

Lo que obliga a nosotros, los ingenieros arquitectos a prepararnos para poder resolver los nuevos y desafiantes acertijos que nos presentara la vida profesional.

1.1.3 Alcance de la Investigación.

La realización de esta tesina implica investigar los tipos de procesos constructivos que se realizan en la Ciudad de México y áreas conurbadas respecto a excavaciones profundas también llamado movimiento de tierras mostrando los resultados obtenidos; así como también mostrar los nuevos procesos constructivos que estén acorde al tema y que se pueden implementar en nuestra área de acción e investigación; también implicaría mostrar un ejemplo teórico y práctico de un proyecto en curso, para asegurar que los procesos investigados se estén aplicando en la vida laboral diaria; y como parte de final de la investigación, la realización de entrevistas para tener testimonios de estos procesos constructivos por parte de ingenieros y profesionales que se encuentren dentro del ámbito de una excavación profunda, con el fin de tener experiencias y testimonios de conocedores con amplia experiencia en el ámbito.

Con el fin de aportar los resultados obtenidos a la práctica profesional, ofreciendo y beneficiando con los saberes adquiridos a los clientes próximos; y a las constructoras y profesionales con los que colabore en los proyectos por venir; poniendo en práctica los resultados de la tesina, gestionando de la manera más eficiente los recursos monetarios, materiales y humanos destinados en una Excavación Profunda.

Con la meta personal de ofrecer profesionalismo a la Construcción.

1.2 Problema de la Investigación.

1.2.1 Planteamiento del Problema.

La escasa o nula especialización del ingeniero arquitecto en Excavaciones Profundas, lo que provoca el poco desarrollo y avance profesional en esta rama de la construcción en México.

1.2.2 Situación problemática.

Erróneo desempeño profesional general de los ingenieros arquitectos. La falta de conocimiento técnico y teórico en la rama de la construcción, específicamente Excavaciones Profundas y Movimiento de Tierras provoca el erróneo manejo y realización de estos trabajos.

1.2.3 Delimitación problemática.

La falta de conocimientos de los Ingenieros Arquitectos en Excavaciones Profundas en el municipio de Huixquilucan, Edo. De México, lo que complica el correcto desarrollo profesional de los mismos, realizando un erróneo manejo de los recursos económicos, materiales y humanos; ocasionando problemas de ejecución, tiempo y costos en obra.

1.3 Objetivos de la Investigación.

1.3.1 General.

Mostrar y explicar de forma teórica general el correcto Proceso Constructivo en Excavaciones Profundas y Movimiento de Tierras para su correcta ejecución en obra y para cualquier tipo de proyecto sin importar la magnitud de este, así como también eficientar las aptitudes y conocimientos de los ingenieros arquitectos con nula experiencia en el ramo, dando las bases y abriendo el panorama de conocimientos de los ingenieros. Describiendo las funciones a realizar del proceso constructivo, desglosando las principales características importantes para plantear una estrategia de organización y ejecución en una excavación; mediante una guía técnica conceptual.

1.3.2 Específicos.

Reforzar, incrementar y fundamentar los conocimientos teóricos y prácticos acerca de los actuales y nuevos procesos constructivos en las excavaciones en México que se realizan hoy en día, para el eficiente desarrollo del profesionista.

Elaboración de ejemplos prácticos de una Excavación Profunda en la Ciudad de México. Para mostrar cómo se realizaron estos proyectos, mencionando y analizando los errores y aciertos de estos trabajos; para autoconocimiento y fomentar la autocrítica como base para mejorar en el ámbito de la administración del proceso constructivo de una excavación profunda.

Obtención de una Guía técnica que muestre el correcto proceso constructivo teórico, práctico y conceptual de una Excavación Profunda y Movimiento de Tierra mediante estrategias que ayuden a la correcta organización, administración y ejecución de este rubro de la construcción.

1.4 Preguntas del estudio de la tesina.

1.4.1 Pregunta principal.

¿Cómo se planea obtener una guía que muestre el correcto proceso técnico funcional constructivo en una Excavación Profunda y Movimiento de Tierra?

1.4.2 Preguntas de investigación.

¿Cuáles son las implicaciones técnicas y prácticas en obra de un nulo conocimiento del proceso constructivo de Excavaciones Profundas en el Estado de México?

¿Cómo se planea mostrar el proceso constructivo de una Excavación Profunda?

¿En qué consiste una correcta ejecución, control y dirección de una Excavación Profunda?

¿Cómo se realiza una guía técnica que muestre el correcto proceso constructivo de una Excavación Profunda y Movimiento de Tierra en Huixquilucan, Edo. de México?

1.5 Justificación

En la práctica profesional no hay un buen proceso de construcción de un proyecto durante la ejecución de trabajos preliminares, como lo son las excavaciones profundas, lo cual me lleva a crear una guía técnica que apoye a la gente involucrada, como también a los profesionales recién graduados, a mostrar las etapas de coordinación de trabajos, como al igual implementar las técnicas y herramientas que ayudan a el desarrollo de un correcto proceso constructivo.

1.5.1 Conceptual.

Se desconoce el tema de Excavaciones Profundas dentro de las organizaciones y constructoras, y por consecuencia de la ejecución de este.

Ampliaremos la visión por medio de conceptos básicos que implican un buen proceso constructivo para los proyectos en general.

1.5.2 Metodológica.

Para el desarrollo de esta guía se considerará entrevistar tanto a coordinadores de obra, como a residentes, con el fin de determinar la percepción que se tiene hacia la adecuada planeación y realización del proceso constructivo en obra.

1.5.3 De factibilidad.

Se ha demostrado que por falta de una buena ejecución en grandes obras o proyectos han sufrido las consecuencias de no tener la capacidad y conocimientos de realizar planes que prevengan una mala ejecución.

1.5.4 De viabilidad.

Por medio de la difusión poder llegar a profesionales que se encuentran iniciando o en crecimiento de su vida profesional.

1.5.5 De relevancia social.

Esta guía técnica pretende mediante la muestra del proceso constructivo de excavación profunda mejorar la ejecución de algún proyecto. Ya que una de la finalidad es promover las aptitudes técnicas a los profesionistas.

1.6 Hipótesis de trabajo.

Realizando una Guía Técnica que muestre el proceso constructivo de una excavación profunda contribuirá al conocimiento y especialización de esta rama de la construcción ya que; A mayor conocimiento teórico y práctico de excavaciones profundas, así como una mayor dirección, control y una correcta supervisión técnica y operativa; en consecuencia, se realizará un correcto proceso constructivo; utilizando y manejando de la mejor forma los recursos económicos, materiales y humanos recibidos para dicho proyecto; gracias a esto se evitarán los problemas de ejecución errónea, escasa calidad de obra, tiempo de entregas no cumplidos y sobre-costos no considerados en obra.

Al no cumplirse el fin de esta tesina, servirá como antecedente o base primaria para ingenieros y arquitectos con nula información de la realización de este proceso constructivo; aplicable a la mayoría de los proyectos a realizar en la vida profesional.

1.7 Variables de Estudio.

1.7.1 Factores Internos.

Falta de Supervisión de obra.

La falta de supervisión en obra es un problema recurrente en todo tipo de proyecto, lo que ocasiona que no se noten los errores o problemas técnicos con anticipación. Ocasionando todo tipo de problemas desencadenados por la falta de supervisión de los trabajos realizados día con día.

Falta de conocimiento del Proceso Constructivo.

El ausente de conocimiento técnico y teórico del tema en práctica, causa errores de realización de trabajos o procesos mal ejecutados, así como no conocer con exactitud el procedimiento de la obra.

Falta de Capacitación y Actualización a de los Ingenieros Arquitectos.

La falta de la continua preparación y actualización de los Ingenieros de la construcción, impide el desarrollo de nuevos procesos, técnicas, estrategias y maquinarias en México, ya que al no estar actualizados de lo que se realiza en nuevos proyectos alrededor del mundo, en México continuamos sin ver al futuro de la construcción; lo que ocasiona la contratación de empresas y profesionales extranjeros, para la realización de proyectos a la vanguardia en México.

Falta de Control de puestos y actividades.

La falta de importancia por parte de los directores del proyecto por contratar y/o capacitar a sus trabajadores para un trabajo en específico, ocasiona profesionales realizando todo tipo de trabajo, sin ninguna especialización, realizando malos trabajos e inclusive contratos con trabajadores que ignoran acerca de las actividades que debe realizar.

1.7.2 Factores Externos.

Entorno Ambiental

El entorno ambiental, es el principal factor exterior a la constructora o al proyecto, que afecta en gran importancia, ya que es la causante de malos tiempos de entrega, retrasos de obra, calidad de trabajos y tiempos perdidos en obra; ya que al ser un proceso constructivo que se realiza a cielo abierto, este depende de las condiciones climatológicas del sitio.

Ya sea por lluvia o viento, el primero siendo el más problemático, ocasionando distintos problemas no considerados en el proyecto.

CAPITULO II. Antecedentes y base legal.

Se refiere a una revisión histórica de los antecedentes y situación actual del tema de la tesina y se enfatiza en los principales asentamientos, periodos o épocas que fueron presentando, aportaciones para el conocimiento de Excavaciones Profundas. En el mismo sentido, pero orientado a la base legal del tema estudiado, se mencionan las disposiciones a partir de la carta magna, leyes, reglamentos, decretos, principales artículos y normas oficiales.

2.1 Génesis y evolución del tema de estudio.

Las excavaciones han sido fundamentales en el desarrollo económico a través de la historia de México, así como lo muestra José Manuel Ruiz Galindo en su Tesis, Excavación de Túneles en México del 2012. Al que hago mención en las siguientes paginas.

Las primeras manifestaciones de Excavaciones y Movimiento de Tierras en el Territorio de México, empieza desde la época prehispánica ya que al localizarse las más grandes civilizaciones nativas en sitios altamente inseguros como es el Valle de México, conlleva a buscar soluciones de habitabilidad contra las condiciones físicas y naturales del sitio.

La forma de entrelazarlo con el tema a investigar es la construcción de desagües pluviales a las grandes ciudades, lo que provoca la implementación de excavaciones para la construcción de los antes mencionados.

Y a lo largo de los tiempos las excavaciones profundas han sido un gran avance de métodos constructivos ya sea para construcciones de bordos, desagües, túneles mineros, que fueron importantísimos para el desarrollo de la industria minera en el país, canales de abasto de agua e inclusive en tiempos más modernos la misma construcción de la red de transporte urbano Subterráneo que día a día ofrece el servicio a miles de personas.

2.1.1 Antecedentes de Excavaciones y Movimiento de Tierras en México Prehispánico.

Como lo muestra el Ing. José Manuel Ruiz Galindo en su tesis “Excavación de Túneles en México” en el Capítulo I de la antes mencionada.

“ La mar que vieron los primeros españoles que llegaron al Valle de México era el lago de Texcoco.

En aquella época, estos lagos formaban parte de una gran planicie rodeada de montañas cubiertas de pinos, encinos, robles y numerosos ríos pequeños. Como los lagos estaban a diferente altura, el agua de Chalco se desbordaba con frecuencia sobre el de Texcoco.

Desde entonces comenzó la lucha de los habitantes del Valle con el agua, ya que aunque no ocurrieran tormentas extraordinarias, bastaba con que durante varios años se presentaran veranos lluviosos para que el nivel de los lagos se elevara peligrosamente, ya que no existían desagües. Tenochtitlan se extendió hacia las superficies que ganaban al agua. Entonces el aumento de los niveles de los lagos comenzó a ocasionar daños cuantiosos.

Ante este problema se construyeron bordos y diques de contención. En 1450 Netzahualcóyotl, Rey de Texcoco, por encargo del Rey Azteca Moctezuma, diseño y dirigió la construcción de un albardón (dique) de más de doce kilómetros de longitud y cuatro metros de ancho para proteger a la gran Tenochtitlan del azote de las inundaciones.

El dique dividió desde entonces el lago de Texcoco y a la parte occidental se le dio el nombre de laguna de México.

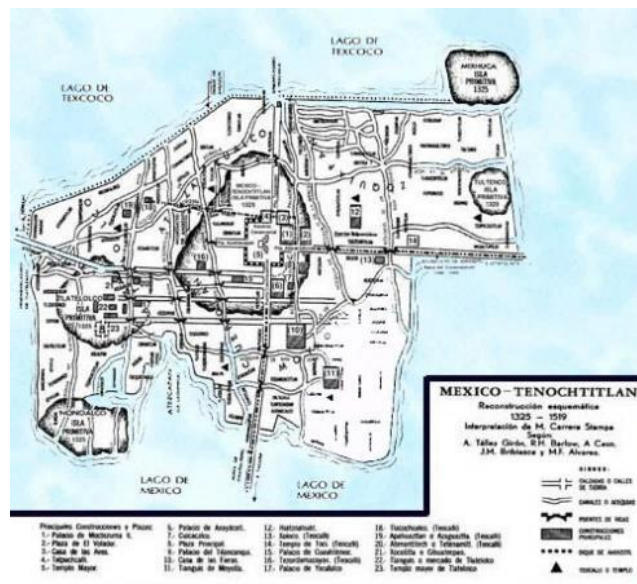
Ésta obra también contribuyó a disminuir la salinidad del agua que rodeaba a la ciudad, beneficiando a los cultivos.



Tenochtitlan era una ciudad lacustre cuyos habitantes aceptaban esas circunstancias naturales, por lo que sólo pensaron en contener las aguas, sin crear ningún sistema para desalojarlas del Valle.”

2.1.2 Antecedentes de Excavaciones y Movimiento de Tierras en México durante la Conquista.

“Durante el asedio de la ciudad por Hernán Cortes en 1521, se abrieron varios boquetes en el albarradón de Netzahualcóyotl para permitir el paso de las embarcaciones españolas.



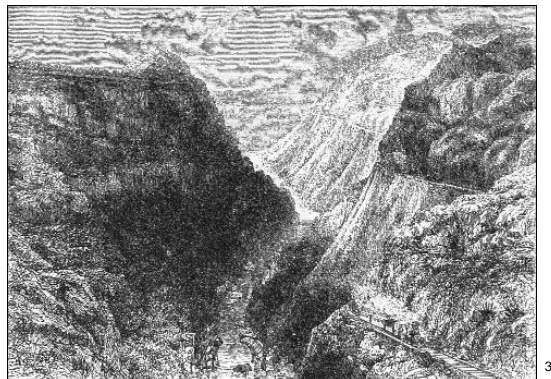
¹ Evolución de la Gran Tenochtitlan. Tesis, Excavación de Túneles en México, José Manuel Ruiz Galindo, UNAM, 2012.

² Reconstrucción esquemática de México-Tenochtitlan. Excavación de Túneles en México, José Manuel Ruiz Galindo, UNAM, 2012.

Posteriormente, las lluvias torrenciales alertaron a las autoridades coloniales sobre el grave problema de inundaciones que afectaban la ciudad de México, por lo que en 1555 el Virrey Velasco ordenó la construcción del albaradón de San Lázaro y se hizo un primer proyecto para el desagüe de la ciudad.

Sin embargo, en 1604 y 1607 ocurrieron graves inundaciones, provocadas principalmente por los escurrimientos del río Cuautitlán, que ocasionaron numerosas muertes y cuantiosos daños materiales. Alarmado el Virrey envió una proposición al Cabildo para que se procediera construir un desagüe de la ciudad.

Enrico Martínez propuso a las autoridades un proyecto consistente en la construcción de un túnel en la zona de Nochistongo, a noroeste del Valle de México. El plan fue aceptado y el 29 de Noviembre de 1607 el Virrey dio la primera azadonada de esta gran obra, que fue terminada en menos de un año. Así, el Valle dejó de ser una cuenca cerrada para contar con su primera salida artificial de agua. Pero por falta de revestimiento, poco tiempo después ocurrieron derrumbes que inutilizaron con el túnel. Entonces se decidió sustituirlo por un tajo por un tajo o zanja, que pudo ser terminado después de 160 años de trabajo, interrumpido por frecuentes derrumbes, inundaciones y problemas.



Finalmente, a partir de 1789 se dio salida permanente a las aguas de la cuenca de México, para seguridad de sus habitantes. En 1803 y 1804, Humboldt, luego de inspeccionar las obras hidráulicas llegó a la conclusión de que había que completar el plan de Enrico Martínez para drenar el Valle con un gran canal de

³ Albaradon, 1450. Excavación de Túneles en México, José Manuel Ruiz Galindo, UNAM, 2012.

desagüe. Pero la lucha de la Independencia retrasó este ambicioso proyecto casi un siglo. ”

2.1.3 Antecedentes de Excavaciones y Movimiento de Tierras en México Siglo XIX.

“La salida de la cuenca por el tajo de Nochistongo empezó a alterar la ecología del Valle e inició un nuevo proceso: el nivel de los lagos ya no crecía como antes, los diques crearon áreas seguras para que la calidad se extendiera sobre las planicies lacustres y la población se concentró aún más en las orillas de los antiguos lagos. Estas zonas sufrían cuantiosos daños cuando los ríos que atravesaban la ciudad se desbordaban.

Hacia 1856 las inundaciones eran cada vez más alarmantes; en algunas zonas su nivel alcanzaba hasta tres metros de altura. A principio de ese año se abrió un concurso para el proyecto de las obras del desagüe, ofreciéndose un premio de doce mil pesos oro al vencedor. El plan más completo y calificado fue el del ingeniero Francisco de Garay, que comprendía el Gran Canal del Desagüe y el primer Túnel de Tequisquiac. Ambas obras se inauguraron en 1900. Se trataba de un esfuerzo colosal, pero de ninguna manera se había logrado la solución total.”

2.1.4 Antecedentes de Excavaciones y Movimiento de Tierras en México Reciente.

“En 1930 se terminó la primera red de drenaje por gravedad, consistente en un sistema de tuberías que descargaban al Gran Canal y en el lago de Texcoco.

Pero como consecuencia del crecimiento demográfico y de la expansión urbana este sistema se volvió insuficiente para una población que se había duplicado en diez años y que en 1940 era de casi dos millones de habitantes. En esa época hubo varias inundaciones graves en las partes bajas de la ciudad, ya que además otro problema se había añadido: el hundimiento cada vez más acelerado del suelo, ocasionado por la sobre explotación de los recursos acuíferos, que

deterioró el sistema u disminuyó su capacidad para desalojar las aguas del Valle, lo que motivó la ampliación del Gran Canal y la construcción del segundo Túnel de Tequisquiac.

En 1960 se construyeron el Interceptor y el Emisor del Poniente, con objeto de recibir y desalojar las aguas del oeste de la cuenca, descargándolas a través del tajo de Nochistongo. No obstante, el desmesurado crecimiento de la ciudad volvió insuficientes las capacidades de drenaje del Gran Canal y del Emisor del Poniente en 1970.



Se requería de un sistema de drenaje que no fuera afectado por los asentamientos del terreno, que no necesitara bombeo y que expulsara las aguas por una cuarta salida artificial: era necesario construir el Sistema de Drenaje Profundo de la ciudad de México.”

2.2 Estado actual del tema de la tesina.

2.2.1 Excavaciones Profundas en el Lago de la Ciudad de México.

2.2.1.1 Caso 1 Excavación a 13.5 m de profundidad en Reforma y Berna.

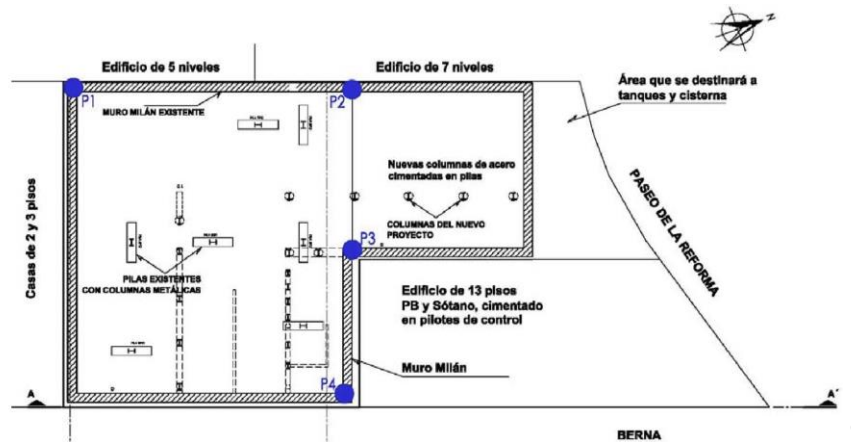
Características generales del proyecto.

“El predio donde se construyó la edificación tiene una forma irregular, con una superficie total de 623,7 m²; se localiza en la avenida Paseo de la Reforma No

⁴ Entrada de túnel de Tequisquiac, 1945. Excavación de Túneles en México, José Manuel Ruiz Galindo, UNAM, 2012.

⁵ Construcción de Gran Canal, 1958. Excavación de Túneles en México, José Manuel Ruiz Galindo, UNAM, 2012.

334 en la colonia Cuauhtémoc, perteneciente a la delegación Cuauhtémoc de la ciudad de México.”



“El terreno colinda al norte con la lateral de Reforma, al oriente con la calle de Berna y un edificio de 13 pisos y PB cimentado en un cajón de 2,5 m de altura, complementado con pilotes de fricción; al sur con casas de 2 y 3 niveles cimentadas en zapatas; al poniente con 2 edificios, el primero de 7 pisos cimentado en un cajón superficial y pilotes de fricción, el segundo de 5 niveles cimentado también en un cajón superficial.

En la mayor parte del área se tiene un muro Milán que delimita una superficie de 556,5 m², que tiene un grosor de 60 cm y está desplantado a 16,5 m de profundidad, respecto al nivel de banqueteta; el muro está unido por una trabe cabecera de 1,0 m de ancho. El recinto está cubierto por una losa maciza de concreto que coincide con el nivel de banqueteta, apoyada en una retícula de traveses de acero, en la trabe cabecera y en columnas metálicas; la losa se diseñó para soportar el peso correspondiente a una olla de concreto llena, una draga de 392 kN (40 t) para realizar la excavación y un camión de 14 m³; para facilitar la rezaga de material producto de la excavación, tiene un par de grandes huecos.

La altura de la torre será de 42,0 m. Su estructuración consiste en columnas de acero complementadas con concreto y traveses de acero, con losas de vigueta y

⁶ Planta de la cimentación con lo existente y el proyecto del City Express Reforma. Tesis, Diseño de Sistemas de Contención para Excavaciones, Alberto Cuevas Rivas, UNAM, 2012.

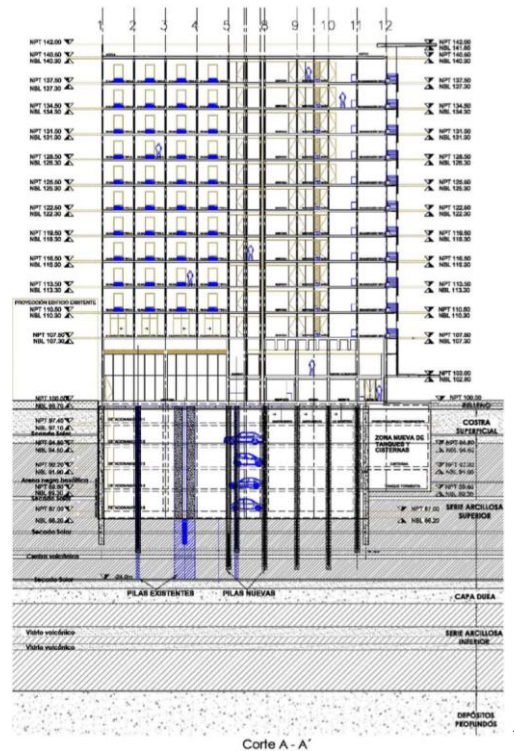
bovedilla en los sótanos, y columnas, muros de concreto y losas de vigueta y bovedilla en los entresijos superiores”

Condiciones geotécnicas del sitio.

“El sitio en estudio se encuentra en la zona denominada Lago Centro I, que se caracteriza por estar asociada al sector no colonial de la ciudad donde el suelo ha estado sujeto a sobrecargas pequeñas y medianas; en ella predominan grandes espesores de arcillas de alta compresibilidad con intercalaciones de arenas y limos volcánicos, de mayor resistencia y menor deformabilidad.

Con la estación piezométrica se estableció que el nivel freático se localiza a 2,0 m de profundidad medido con relación al nivel de banqueteta; que seguramente está alimentado por fugas de las instalaciones municipales.”

Con el conocimiento que se tiene de la zona y con el resultado de los sondeos se resume a continuación:



⁷ Condiciones estratigráficas y solución de cimentación. Tesis, Diseño de Sistemas de Contención para Excavaciones, Alberto Cuevas Rivas, UNAM, 2012.

Procedimiento constructivo.

“Se presentan las diversas etapas del procedimiento constructivo, que se describen de manera resumida como sigue:

- Primera etapa. Se trazaron en planta las pilas de concreto reforzado, que cimentaron temporalmente a las columnas del nuevo proyecto.
- Segunda etapa. Perforación de las pilas estabilizadas con lodo bentonítico. Terminada la perforación, se colocó el acero de refuerzo. Asimismo, se instaló el perfil estructural correspondiente a la columna.
- Después de colada la pila, se relleno el espacio anular con una grava-arena, para confinar a los elementos metálicos ahogados en las pilas, que corresponden con las columnas de soporte durante el proceso de excavación y construcción de los sótanos.
- Tercera etapa. De manera simultánea se perforaron y habilitaron los pozos de bombeo, integrados por puntas eyectoras alojadas dentro de las perforaciones de 0,25 m de diámetro y 16,85 m de profundidad. El pozo se habilitó con un ademe de PVC ranurado de 4" de diámetro, forrado con malla plástica tipo Tyler del No. 8 o similar. En el espacio anular se colocó el filtro granular graduado. El sistema comenzó a funcionar una semana antes del inicio de la excavación.
- Cuarta etapa. Terminadas las pilas y funcionando el sistema de bombeo, se continuo con el montaje y soldadura de las traveses metálicas principales de la losa de tapa del sótano 1, ligándolas estructuralmente con los perfiles de las columnas, al muro Milán perimetral y entre ellas.
- Quinta etapa. Enseguida comenzó la excavación, iniciando con la demolición y retiro del firme del fondo. Considerando los espacios, se utilizó un equipo pequeño de ataque y carga frontal, "Bobcats" y "mini-retroexcavadoras", que acumularon el material bajo los puntos para la rezaga vertical con draga. Las traveses de los entrepisos se diseñaron para resistir las presiones horizontales que ejerció el suelo y el agua freática.

-
- Sexta etapa. La excavación se llevó hasta 0,5 m por debajo del nivel del sótano 2, para permitir el montaje de las traveses metálicas del entrepiso, ligándolas a las columnas y al muro Milán.
 - Séptima etapa. Se repitió esta secuencia de actividades, se montaron y soldaron las traveses metálicas que forman los sótanos 3 y 4.
 - Octava etapa. Una vez montadas y soldadas las traveses del sótano 4, se continuó la excavación hasta 0,2 m por arriba del nivel máximo de excavación; estos últimos 20 cm se retiraron manualmente, a fin de evitar el remoldeo del suelo. Terminada la excavación, se construyó la plantilla de concreto, a excepción de las áreas de contraveses, para posteriormente excavar las zanjas correspondientes.
 - A continuación, se armaron la losa y las contraveses y se coló la cimentación; ligando ambas al muro Milán perimetral; las juntas se trabajaron con membranas de poliuretano para evitar las infiltraciones de agua. En la zona de las columnas se dejaron las preparaciones de acero estructural para el colado posterior de concreto reforzado.
 - Novena etapa. Se armaron y colaron los revestimientos de concreto de las columnas del sótano 5. Después se continuó con el armado y cimbrado de la losa del sótano 4, colocando los bloques de poli estireno y el acero de refuerzo que dieron forma a las nervaduras estructurales para la viga y bovedilla.
 - Décima etapa. Del mismo modo, se construyeron las losas de los sótanos restantes 3, 2 y 1; para cada una de ellas se utilizó concreto de resistencia rápida, ya que sobre este elemento se apoyaron los elementos verticales de la cimbra.
 - Colada la losa del sótano 1 y una vez que alcanzó su resistencia, se procedió con la demolición de la losa existente de PB y de la trabe cabecera del muro Milán, para continuar con la nueva viga de amarre del muro y de la que nacen las columnas perimetrales. Finalmente, se coló la nueva losa de planta baja.
 - Onceava etapa. Para monitorear el comportamiento de las colindancias y de la excavación, se realizó lo siguiente. El control topográfico se llevó a partir de un banco de nivel arbitrario ubicado en la superficie a una distancia de 300 m de la obra, evitando así la influencia de la excavación. Con este banco se monitoreó el

movimiento vertical de los puntos de control, que se instalaron definiendo un plano horizontal, espaciándolos a cada 5,0 m. Los movimientos horizontales del muro Milán se midieron con un inclinómetro instalado en la colindancia poniente, frente al inmueble de 7 pisos que está muy inclinado hacia el sur; las mediciones se realizaron cada tercer día.”



8



9



10



11



12

⁸ Se muestra el reducido espacio, aparece la draga de 25 Ton para la excavación vertical, la perforadora para pozos de bombeo, sobre la losa de PB. Tesis, Diseño de Sistemas de Contención para Excavaciones, Alberto Cuevas Rivas, UNAM, 2012.

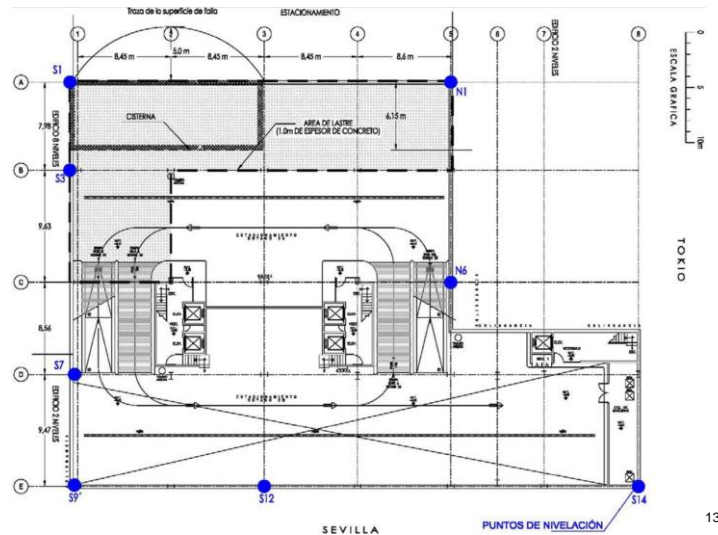
⁹ Mini – retroexcavadora realizando la excavación. Tesis, Diseño de Sistemas de Contención para Excavaciones, Alberto Cuevas Rivas, UNAM, 2012.

¹⁰ Sistema de traves y columnas de los sótanos funcionando como puntales del muro Milán. Tesis, Diseño de Sistemas de Contención para Excavaciones, Alberto Cuevas Rivas, UNAM, 2012.

¹¹ Inundación del área de excavación contigua a la lateral de reforma, provocada por fugas en el colector y tubería de agua potable, situadas en la banqueta. Tesis, Diseño de Sistemas de Contención para Excavaciones, Alberto Cuevas Rivas, UNAM, 2012.

¹² Inclinación y daños que se presentaron en la banqueta de la Av. Reforma por las fugas del colector y de la tubería de agua potable. Tesis, Diseño de Sistemas de Contención para Excavaciones, Alberto Cuevas Rivas, UNAM, 2012.

2.2.1.2 Caso 2 Excavación a 10.0 m de profundidad en Sevilla y Tokio.



Características generales del proyecto.

“La Torre Sevilla se construyó en un terreno que se localiza en la esquina que forman las calles de Sevilla y Tokio, en la colonia Juárez de la delegación Cuauhtémoc; el predio tiene una forma irregular con una superficie de 1.588 m².

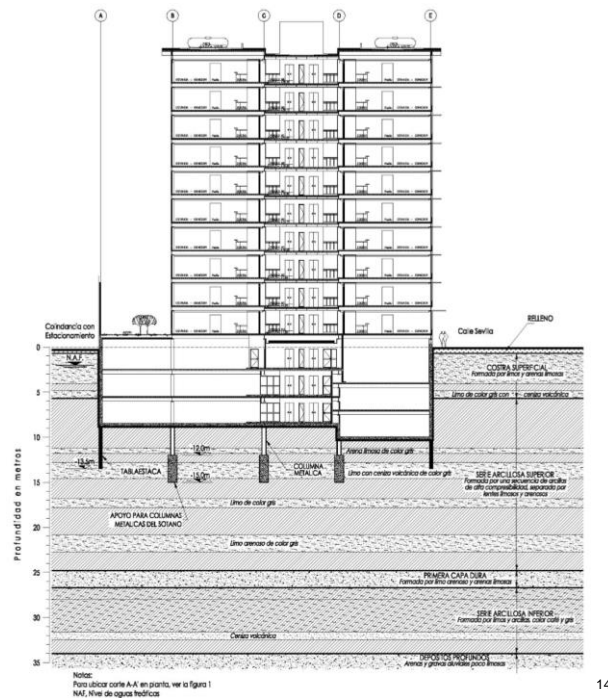
El edificio tiene 3 niveles de sótanos que ocupan la totalidad de la superficie, y dos torres con planta baja y nueve pisos. La profundidad que alcanza el último sótano, con relación al nivel de banquetta, es de 10,0 m. El predio colinda al norte con la calle de Tokio y con edificios de 4 y 2 pisos, que exhiben importante deterioro en su estructura; al oriente con la Av Sevilla, al poniente con estacionamiento vehicular, y al sur con inmueble habitacional de 8 pisos y con estructura para comercios de 2 niveles.”

Condiciones geotécnicas del sitio.

“El terreno de interés se ubica en la zona denominada Lago Centro I, que se caracteriza por estar asociada al sector no colonial de la ciudad donde el suelo ha estado sujeto a sobrecargas pequeñas y medianas; en ella predominan grandes

¹³ Planta de Tokio y Sevilla con ubicación de puntos de nivelación. Tesis, Diseño de Sistemas de Contención para Excavaciones, Alberto Cuevas Rivas, UNAM, 2012.

espesores de arcillas de alta compresibilidad con intercalaciones de arenas y limos volcánicos, de mayor resistencia y menor deformabilidad. Con el conocimiento que se tiene de la zona y con la información proporcionada por el cliente, se definieron las condiciones estratigráficas que se resumen a continuación:



Con la estación piezométrica se estableció que el nivel freático se localiza a 2,0 m de profundidad medido con relación al nivel de banquetta; que seguramente está alimentado por fugas de las instalaciones municipales.”

“Procedimiento constructivo.

- Etapa 1. Se realizaron calas en la posición de las columnas de los sótanos y en la traza de la tablestaca, para detectar y remover los restos de cimentaciones antiguas.
- Etapa 2. Se perforaron y colaron las pilas que constituyeron los apoyos para las columnas de los sótanos, instalando en ellas las columnas metálicas; se desplantaron a una profundidad de 15 m, medidos desde el nivel de banquetta, con una longitud efectiva de 3,0 m.
- Etapa 3. Se confinaron las columnas metálicas mediante lodo fraguante.
- Etapa 4. Se hincó la tablestaca perimetral de 30 y 35 cm de espesor a 13,5 m de profundidad.

¹⁴ Corte estratigráfico de Tokio y Sevilla. Tesis, Diseño de Sistemas de Contención para Excavaciones, Alberto Cuevas Rivas, UNAM, 2012.

-
- Etapa 5. Se instaló y se puso en marcha del sistema de bombeo evector.
 - Paso 6. Se excavaron el primer nivel de sótano, con la correspondiente instalación de las trabes de entrepiso de planta baja y sótano 1; en el centro se continuó con la excavación dejando bermas de 3,0 a 4,0 m de ancho y un talud de 45o; la máxima altura dejada entre la berma y el fondo de excavación fue de 4,0 m.
 - Paso 7. Se excavó el segundo nivel de sótano y se instalaron las trabes de entrepiso, en el centro se profundizó la excavación respetando los lineamientos citados.
 - Paso 8. Al concluirse la excavación, se realizó el zanqueo para las contratrabes y dados de la cimentación, terminando con la losa de fondo. ``

2.3 Base legal y normativa vigente.

2.3.1 Reglamento de Construcciones del Distrito Federal.

Mencionado en el Art. 172

Deben investigarse el tipo y las condiciones de cimentación de las edificaciones colindantes en materia de estabilidad, hundimientos, emersiones, agrietamientos del suelo y desplomos, y tomarse en cuenta en el diseño y construcción de la cimentación en el proyecto. Asimismo, se investigarán la localización y las características de las obras subterráneas cercanas, existentes o proyectadas, pertenecientes a la Red de Transporte Colectivo, de drenaje y de otros servicios públicos, con objeto de verificar que la edificación no cause daños a tales instalaciones ni sea afectada por ellas.

Mencionado en el Art. 209

Si en el proceso de una excavación se encuentran restos fósiles o arqueológicos, se debe suspender de inmediato la excavación en ese lugar y notificar a la Delegación para que lo haga del conocimiento de las dependencias de la Administración Pública Federal y/o Local competentes.

Mencionado en el Art. 190

Los escombros, excavaciones y cualquier otro obstáculo para el tránsito en la vía pública, originados por obras públicas o privadas, serán protegidos con barreras, cambio de textura o borde en piso a una distancia mínima de un metro para ser percibidos por los invidentes y señalados por los responsables de las obras con banderas y letreros durante el día y con señales luminosas claramente visibles durante la noche.

Además de las condiciones de seguridad para discapacitados, los escombros en la vía pública deberían estar en contenedores, que se puedan levantar y cargarse a un camión, sin que tengan que colocarse directamente sobre la banqueteta.

2.3.2 Normas Técnicas Complementarias

Apartado de Excavaciones

Cuando las separaciones con las colindancias lo permitan, las excavaciones podrán delimitarse con taludes perimetrales.

Si, por el contrario, existen restricciones de espacio y no son aceptables taludes verticales debido a las características del subsuelo, se recurrirá a un sistema de soporte constituido por ademes, tablestacas o muros colados en el lugar apuntalados o retenidos con anclas instaladas en suelos firmes.

En todos los casos deberá lograrse un control adecuado del flujo de agua en el subsuelo y seguirse una secuela de excavación que minimice los movimientos de las construcciones vecinas y servicios públicos.

Apartado de Memoria de diseño

Todo estudio de mecánica de suelos e ingeniería de cimentaciones deberá incluir una memoria de diseño detallada con la información suficiente para que pueda ser fácilmente revisada; La memoria de diseño incluirá:

- Descripción detallada de las características del subsuelo.
- Justificación del tipo de cimentación o recimentación.
- Los resultados de las exploraciones; sondeos, pruebas de laboratorio y de campo.
- Los cálculos realizados
- Interacción con las cimentaciones de los inmuebles colindantes y la distancia.

2.3.3 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Como lo menciona la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su artículo número 4º en su párrafo 6to “Toda familia tiene derecho a disfrutar de vivienda digna y decorosa.”

2.3.4 Leyes, acuerdos y decretos presidenciales.

Dirección General de Servicios Técnicos

La Dirección General de Servicios Técnicos se creó el 26 de enero de 1972, con las funciones y competencia que se consignaron en el Artículo 24 de reglamento interior de la Secretaría de Obras Públicas publicado en el Diario Oficial de la Federación.

Cuya Misión Federal es:

Brindar apoyo técnico integral y multidisciplinario para la planeación, estudio diseño, proyecto, construcción, conservación y operación de la red nacional de carreteras, mediante la más avanzada tecnología disponible.

El cual contiene en su Capítulo 7. "Métodos de Excavación" publicado por la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, SCT.

2.3.5 Principales ordenamientos jurídicos en la materia de estudio.

Prácticas seguras en la industria de la construcción. Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2006.

NMX-SASST-001-IMNC-2000, Sistema de administración de seguridad y salud en el trabajo, 2000.

Proyecto de investigación sobre las condiciones de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo que privan en la industria de la construcción. Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, CMIC, 1999.

Proyecto de investigación sobre las condiciones de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo que privan en la industria de la construcción. Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, CMIC, 2006.

Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal de 29 de enero de 2004.

Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Organización Internacional del Trabajo, OIT, 2000.

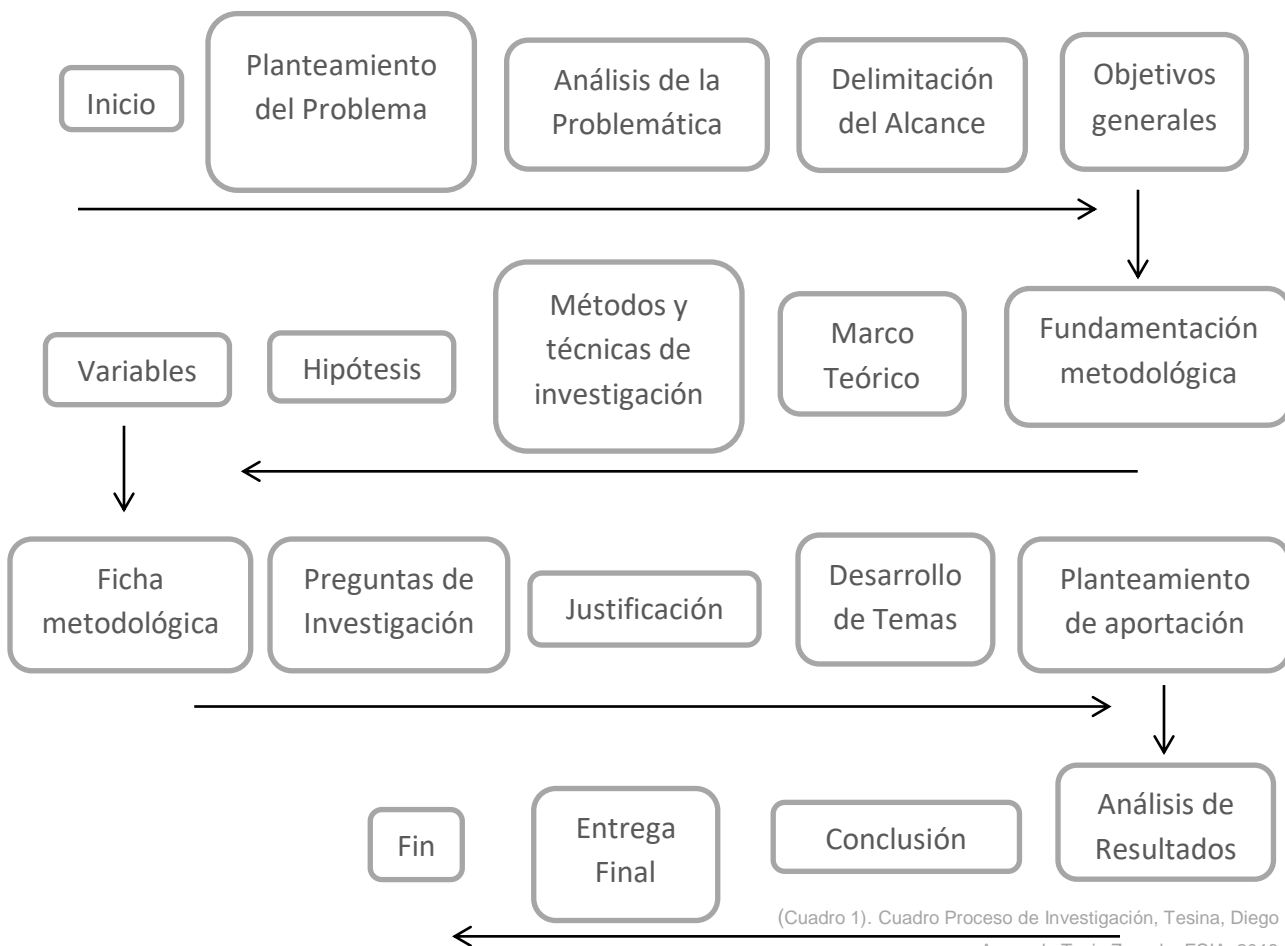
Seguridad Industrial y Salud en el Trabajo a Bajo Costo-Un enfoque práctico. Arellano Díaz Javier, Correa Flores Alejandro, Doria Orta Hugo Arturo, Editorial Politécnico, 2008.

2.3.6 Los sistemas de acreditación ISO y NOM.

Norma oficial mexicana nom-031-stps-2011, construcción-condiciones de seguridad y salud en el trabajo.

Objetivo. Establecer las condiciones de seguridad y salud en el trabajo en las obras de construcción, a efecto de prevenir los riesgos laborales a que están expuestos los trabajadores que se desempeñan en ellas.

2.4 Proceso de la Investigación.



(Cuadro 1). Cuadro Proceso de Investigación, Tesina, Diego Armando Taxis Zepeda, ESIA, 2018

Capítulo III. Fundamento teórico, conceptual y referencial.

Tema que para su desarrollo comprendió estos elementos de estudio. En la parte teórica se seleccionó a un autor, cuya aportación, está vinculada con la tesina y la parte conceptual se realizó una selección de conceptos también referidos al tema que estuvieran mejor estructurados y fueran producto de investigación.

Para el marco referencial se efectuó una selección de autores e investigadores que hayan aportado conocimiento de frontera para fortalecer el tema de la tesina.

3.1 Análisis del sustento teórico y principales expositores.

Los principales estudiosos de la ciencia de la tierra y de los efectos de cargas estructurales en México, en forma personal; Leonardo Zeevaert escribe y denota de forma sencilla como contener los esfuerzos la tierra, aplicada como fundamento en las excavaciones profundas como lo muestra el Ing. Sergio Gabriel Morales Angulo en su Tesis, "Análisis comparativo de métodos de diseño geotécnico de excavaciones profundas".

3.1.1 Leonardo Zeevaert.

Leonardo Zeevaert Wiechers fue un ingeniero oriundo del estado de Veracruz, México. El Dr. Zeevaert, nació el 27 de noviembre de 1914, y falleció el 16 de febrero de 2010.

Como investigador empezó en 1940, su preocupación por conocer la distribución de esfuerzos bajo las estructuras hizo que un año después publicara su primer trabajo sobre mecánica de suelos titulado "Distribución de esfuerzos en la base de un terraplén".

Una de las aportaciones más importantes del trabajo profesional del Dr. Zeevaert lo constituye la búsqueda de soluciones y métodos de cálculo para diferentes problemas de cimentaciones tanto para solicitaciones estáticas como sísmicas. En el primer aspecto se pueden mencionar los sistemas de cimentación empleados

exitosamente en la ciudad de México, basados en los conceptos de cimentaciones compensadas mediante cajones y cimentaciones compensadas con pilotes de

Para el análisis y diseño de excavaciones profundas aportó ideas fundamentales al considerar redes de flujo horizontal para medios estratificados, e investigó el origen del hundimiento regional de la ciudad de México.

Otro tópico de gran interés para el Dr. Zeevaert ha sido el comportamiento sísmico de cimentaciones y estructuras; sus trabajos de 1947 pueden considerarse pioneros en el tema. Su preocupación por realizar mediciones e incorporar esta información en el diseño sísmico de obras de ingeniería lo llevó a proponer la instalación de dos acelerógrafos de tres componentes, uno de los cuales fue colocado a fines de 1961 en la cimentación de la torre Latinoamericana y el otro en el Alameda Central. La trascendencia de la propuesta se constató durante los sismos del 11 y 19 de mayo de 1962, ya que se obtuvo por primera vez en México la información instrumental para el cálculo de los espectros de respuesta del centro de la ciudad de México, y que sirvieron de base para formular el Reglamento para Diseño Sísmico del Distrito Federal. La torre Latinoamericana tuvo un comportamiento dinámico que se calificó excelente durante el sismo de 1957, por lo que el American Institute for Steel Construction otorgó al Dr. Zeevaert un premio especial después del sismo. Este premio fue el primero que se concedió al edificio más alto localizado fuera de los Estados Unidos, cimentado en un subsuelo de condiciones difíciles y sujeto a sismos intensos. En 1986 The International Iron and Steel Institute le otorgó el premio al diseñador de una estructura de acero de 43 pisos que ha resistido cinco sismos de gran intensidad.

En el diseño de la cimentación de la torre Latinoamericana utilizó un método para calcular los períodos de resonancia del subsuelo, cuya aproximación se verificó en el sismo de 1957. Esto le hizo encontrar la forma de obtener los parámetros que requeriría su procedimiento de cálculo, lo que le impulsó a diseñar en 1965 el péndulo de torsión libre.

3.2 Aportación del fundador de la teoría y de los seguidores.

3.2.1 Método de Zeevaert.

El método funciona considerando las condiciones estatigráficas del sitio, como lo menciona el método, en ocasiones el suelo de cimentación suele presentar una compresibilidad que va más allá a la debida solamente al efecto de la consolidación propuesta por Terzaghi, como lo muestra Zeevaert esto se debe principalmente a la estructura que forma el suelo y al tipo de partículas que la componen. En suelos arcillosos altamente compresibles esta deformación puede ser aún más grande que la consolidación primaria. Este es el caso que se tiene en las arcillas de la Ciudad de México donde, además de la consolidación primaria, se presenta un fenómeno de alta viscosidad intergranular conocido generalmente como consolidación secundaria. Las formas típicas de las curvas de consolidación que se tienen en los suelos arcillosos de la Ciudad de México son las siguientes:

- Curva Tipo I: Este tipo de curva suele ser la más común, en este caso se deberán de aplicar tanto la teoría de la consolidación primaria como la de la consolidación secundaria. Esta condición requiere del supuesto de que se tiene un material homogéneo.
- Curva Tipo II: Este tipo de curva se presenta cuando la consolidación primaria ocurre rápidamente debido a la alta permeabilidad del suelo. La deformación elastoplástica ocurre en el momento en que se genera el incremento de esfuerzo. Pero debido a que el material se encuentra completamente saturado, el fenómeno visco-plástico se ve retardado.
- Curva Tipo III: Este de tipo curva se presenta cuando la muestra de suelo se encuentra parcialmente saturada. En este caso al igual que en la curva Tipo II, la deformación elasto-plástica tiene lugar en el instante que se aplica el incremento de carga. Pero con el tiempo se puede apreciar que la deformación vertical continúa si se mantiene la carga.
- Curva Tipo IV: esta curva es similar a la curva tipo I y se obtiene cuando a la muestra de suelo se le ha aplicado una presión mucho mayor a la que ha

soportado en toda su vida geológica y debido a esto su estructura se colapsa adquiriendo una nueva.

3.3 Conceptos propios del tema de tesina.

Excavación.

Significa cualquier corte, cavidad, zanja, trinchera o depresión hecha por el hombre en la superficie del suelo mediante la remoción de la tierra.

Clases y Tipos de Excavación

- **Manual**

Se entenderá por excavación manual en general, el excavar y quitar la tierra u otros materiales según las indicaciones de planos arquitectónicos o estructurales y de detalle, sin el uso de maquinaria, y para volúmenes de menor cuantía, que no se puedan ejecutar por medios mecánicos. Conformar espacios menores para alojar cimentaciones, hormigones, mamposterías, y secciones correspondientes a sistemas eléctricos, hidráulicos o sanitarios, según planos del proyecto e indicaciones de fiscalización. La que efectúan operarios utilizando su fuerza física, ayudados por herramientas de mano como palas, picos, etc.

- **Mecánica**

Se efectúa con equipo pesado o máquinas excavadoras. Se debe tener en cuenta que siempre que está ejecutando cualquier excavación la tierra que se saca aumenta de volumen entre un 20% a un 40% de acuerdo a la naturaleza del terreno.

- **Superficiales**

Las superficiales se hacen en terrenos suaves pudiendo servir para construcciones temporales o bien para verle tipo de terreno que se tiene hasta un límite de profundidad. Dicha excavación se hace con herramientas común y corriente palas, picos, marros y en terrenos más duros se utiliza barreta, cuña,

cincel el marro. El ancho mínimo de una excavación hecha a mano es de 0.60m a 1.50 m de profundidad.

- Profundas

Son excavaciones que superan 1.50 m de profundidad y generalmente se necesita de ayudas neumáticas o mecánicas para realizar.

Se pueden clasificar en los siguientes tipos:

- Pilote aislado: aquél que está a una distancia lo suficientemente alejada de otros pilotes como para que no tenga interacción geotécnica con ellos.
- Grupo de pilotes: son aquellos que por su proximidad interaccionan entre sí o están unidos mediante elementos estructurales lo suficientemente rígidos, como para que trabajen conjuntamente.
- Zonas pilotadas: son aquellas en las que los pilotes están dispuestos con el fin de reducir asientos o mejorar la seguridad frente a hundimiento de las cimentaciones. Suelen ser pilotes de escasa capacidad portante individual y estar regularmente espaciados o situados en puntos estratégicos.
- Micro pilotes: compuestos por una armadura metálica formada por tubos, barras o perfiles introducidos dentro de un taladro de pequeño diámetro, pudiendo estar o no inyectados con lechada de mortero a presión más o menos elevada.

Apuntalamiento

El suelo lateral será entibado por tablonces de madera de 1" * 6" espaciados según el caso, trabados horizontalmente con rollizos o puntales de eucalipto con diámetros entre 4" y 6" o vigas solera de madera de diferentes secciones.

Replanteo

Para el replanteo, como paso previo a la excavación, debe ser marcada, colocada y referenciada con precisión la línea que pasa por el centro de la zanja y el ancho de la superficie de la zanja.

Entibado

Se define como entibado al conjunto de medios mecánicos o físicos utilizados en forma transitoria para impedir que una zanja excavada modifique sus dimensiones (geometría) en virtud al empuje de tierras. Se debe entender que el entibado es una actividad medio y no una finalidad. Sirve para lograr un objetivo de construcción (colector, galería o fundación) por lo cual, a la conclusión de la obra, es retirada casi en su totalidad.

Trinchera

Significa una excavación estrecha. Por lo general, la profundidad es mayor que la anchura, pero la anchura de una trinchera (medido al fondo) no es mayor de 15 pies.

Líneas de excavación

Se entenderá por líneas de excavación, las líneas límite horizontal, vertical o inclinadas, acotadas en los planos, definiendo las dimensiones de las secciones longitudinales y transversales de las excavaciones.

Sobre-excavación

A todos los cortes efectuados por fuera de las líneas de excavación con las tolerancias que se establecen en éstas normas o las que fije un ente de control.

Acarreo libre

A todas las operaciones necesarias para el traslado de un metro cúbico de material excavado hasta la distancia establecida en el formulario de cantidades y precios como longitud de acarreo libre. En el concepto de acarreo libre quedan incluidas las labores de: cargue, transporte en la longitud de acarreo libre establecida, descargue y almacenamiento temporal adecuada disposición final cuando se trate de sobrantes.

Sobre acarreo

Se entenderá por sobre acarreo al transporte de un metro cúbico de material excavado en exceso de la distancia de acarreo libre.

Excavación a tajo abierto

Se aplicará la denominación de excavación a tajo abierto (o excavación a cielo abierto) a los espacios que se corten con carácter permanente para cumplir la función de canales de conducción, independientemente de que estos vayan o no a ser revestidos y las excavaciones para cimentar tanques total o parcialmente enterrados, cimentar rellenos compactados, construir vías u otras obras similares.

Presillas

Pequeños bloques de tierra que se dejan sin excavar, durante el proceso de excavación en zanja, cuyo objetivo es colaborar en la estabilidad de los taludes de la excavación general. Las excavaciones, generalmente manuales, que se hagan por debajo de las presillas para hacer la instalación de tuberías, no se clasifican como excavaciones en túnel.

Zanja o Trinchera

Una trinchera es una excavación estrecha, más profunda que ancha, y no más ancha que 4.5 m.

Levantamientos topográficos

- Precisos

Son los que se realizan por medio de triangulaciones o poligonales de precisión. Se emplean para fijar límites entre naciones o estados.

- Regulares

Se realizan por medio de poligonales, levantados con tránsito y cinta. Se usan para levantar linderos de propiedades, para el trazo de vías de comunicación y ciudades pequeñas.

Abundamiento

Es bien sabido que todo material al ser excavado aumenta de volumen, ya sea porque pierde su cohesión entre partículas o bien porque los materiales excavados dejan grandes huecos entre sí.

Equipos y Maquinaria pesada para Construcción

- Tractores.
- Moto conformadora.
- Pluma.
- Buldócer.
- Compactador de rellenos.
- Camiones.
- Martillos rompedores.
- Vibrador.
- Compresoras.
- Trascabo.
- Transportadores de banda.
- Draga.
- Compactadoras.
- Pala mecánica.
- Retroexcavadora.

Ademes o Apuntalamientos

Es la construcción y colocación de apoyos metálicos, madera u otro material que se emplea para asegurar temporalmente la estabilidad de una construcción o parte de ella.

En el apuntalamiento se emplean polines o vigas metálicas para soportar el empuje horizontal del terreno.

Rellenos

- Cuando se lleva a cabo la cimentación, posteriormente es el relleno.
- Los rellenos se ejecutan, en capas no mayores de 10 cms. Con riego abundante de agua y completamente compactadas.
- Siempre se debe procurar hacer los rellenos con materiales homogéneos con una misma resistencia y no con materiales de desperdicio.
- Estos rellenos se podrán hacer con tepetate o con la misma tierra arcillosa procedente de la excavación.

3.4 Autores e investigaciones realizadas vinculatorias con la tesis.

3.4.1 Karl von Terzaghi

Karl von Terzaghi, ingeniero reconocido como el padre de la mecánica de suelos, dedicó todos sus esfuerzos a buscar un método racional para resolver los problemas relacionados con la ingeniería de suelos y las cimentaciones. La coronación de sus esfuerzos se dio en 1925, con la publicación “Construcción Mecánica de la Tierra”, considerada hoy como el punto de partida de la mecánica de suelos. Así como su libro “Mecánica de suelos en el ámbito de la ingeniería”, escrito en colaboración con Ralph B. Peck, es de consulta obligada para los profesionales de la ingeniería geotécnica.

3.4.2 Ralph Brazelton Peck

Ralph Brazelton Peck dedicó la totalidad de su carrera profesional a las investigaciones en mecánica de suelos e ingeniería geotécnica. Junto con Walter E. Hanson y Thomas H. Thornburn escribió el libro "Ingeniería de cimentaciones" en la actualidad contemplada como estudio básico de construcción de cimentaciones.

3.4.3 William John Macquorn Rankine

William John Macquorn Rankine junto con Rudolf Clausius, William Thomson y Lord Kelvin, fue uno de los pioneros de la termodinámica, enfocándose particularmente en la primera de las tres leyes de esta rama de la Física y la Ingeniería, respecto de sus contribuciones en ingeniería, incursionó en el área de construcciones de mampostería, propiedades de las columnas de hierro fundido, un método de trazado de curvas ferroviarias, mecánica de suelos, y suministro de agua potable además desarrolló el Método Rankine.

CAPITULO IV. Proyecto de Estudio y Estudio de Mecánica de Suelos.

Este tema se considera como fundamental con respecto al seminario de titulación y al tema de la tesina, por esta razón, se identificaron como las principales funciones vinculadas con la profesión del ingeniero arquitecto:

- Función de previsión
- Función de planeación
- Función de dirección
- Función de integración
- Función de organización
- Función de coordinación
- Función de control

4.1 Proyecto Residencial "Augusta" en Conjunto Residencial Lomas Country Club, Huixquilucan, Estado de México. México.

4.1.1 Localización del Predio.

El predio del proyecto, se localiza en la zona media-oriente cercana al límite poniente de la alcaldía Miguel Hidalgo de la Cd. de México, en la calle Portal del Silencio #5, Lote 3, Manzana 23, Lomas Country Club, C.P. 52779, Municipio de Huixquilucan.



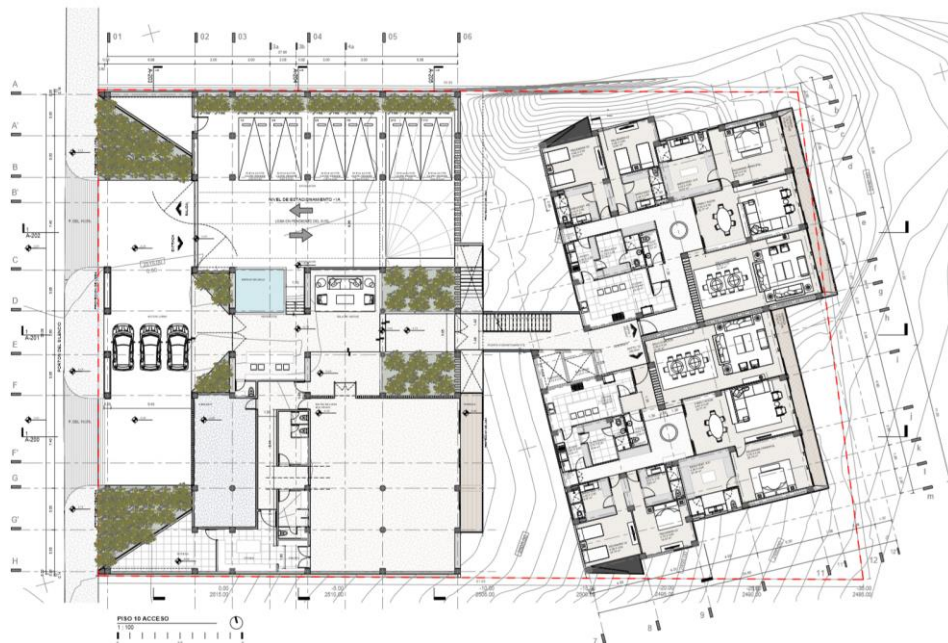
15

¹⁵ Ubicación geográfica del Proyecto. Proyecto Arquitectónico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.

El predio en estudio es un lote baldío que se encuentra en el talud poniente de una cañada, es de forma trapecio rectángulo, y tiene una superficie irregular y algo accidentada que contiene algunas secciones del terreno con pequeñas paredes prácticamente verticales; la pendiente promedio medida es de aproximadamente 35°. El lote tiene un área de 2,269.945 m², colinda al poniente con la calle Portón del Silencio, al norte con inmueble habitacional de dos cuerpos, el superior de 2 niveles y el segundo, al oriente del primer cuerpo, de 9 niveles; al oriente con la cañada que limita el predio en estudio, y con áreas verdes de inmueble habitacional de 14 niveles, que se encuentra al otro lado de la cañada. Finalmente, al sur, colinda con predio baldío.

4.1.2 Descripción del Proyecto.

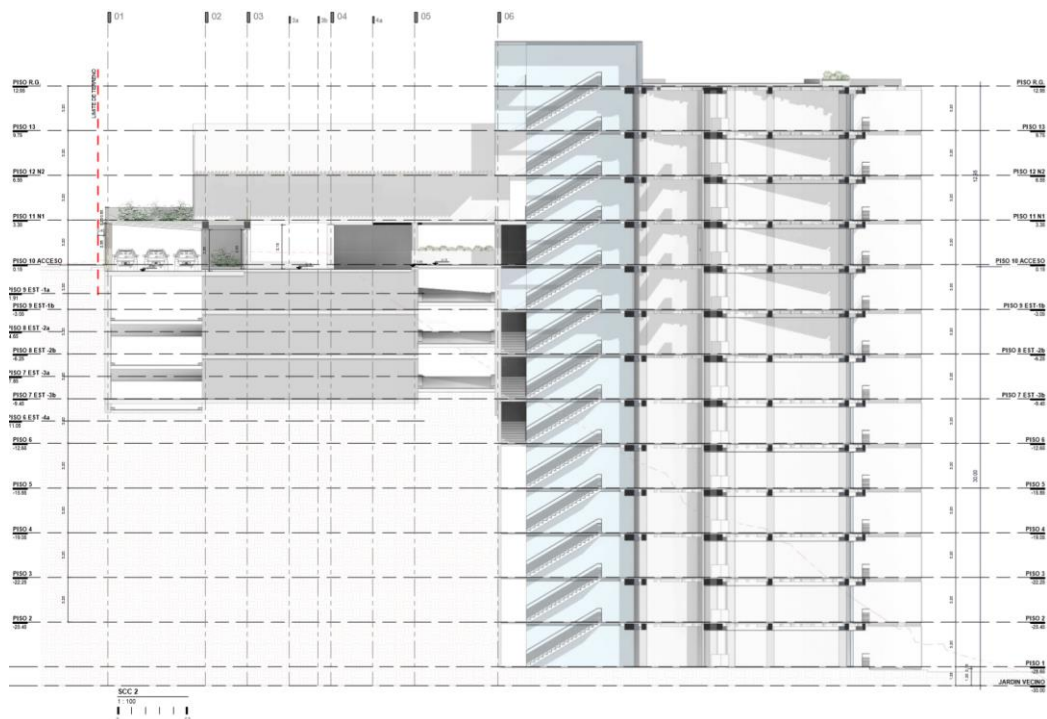
El proyecto arquitectónico bajo diseño de Legorreta Sepúlveda Arquitectos responde a la construcción de un edificio de 26 departamentos y 4 Town Houses distribuidos en 13 niveles, construido en una superficie de desplante de 2,269.945 m².



16

¹⁶ Planta Arquitectónica Residencial Augusta. Proyecto Arquitectónico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.

El acceso al desarrollo se plantea de manera vehicular y peatonal. El acceso vehicular se da por una Motor Lobby que distribuye a los automóviles en cuatro niveles de estacionamiento con capacidad para 98 cajones grandes, 6 de ellos para discapacitados. Así como un cuarto de máquinas ubicada en la planta de acceso; El acceso peatonal se plantea por el motor lobby que conecta a una caseta de vigilancia para dar paso a la recepción que nos dirige al salón de usos múltiples con baños y cocina, gimnasio y a las circulaciones verticales del conjunto. Esta circulación vertical se compone de escaleras, vestíbulo y dos elevadores, y conectan a los niveles de estacionamiento, departamentos, Town Houses y al Roof Garden.



El edificio contará con infraestructura autosustentable como luminarias solares, sistema de captación pluvial con bombeo para el control de reúso, almacenamiento y descarga del sistema pluvial, sistema de plantas de tratamiento para aguas grises y residuales y riego por aspersion automatizado, recursos donde lo más importante es la conciencia ambiental.

¹⁷ Corte Arquitectónico Residencial Augusta. Proyecto Arquitectónico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.



18

4.1.3 Condiciones Geotécnicas del Sitio.

Zonificación Geotécnica.

De acuerdo a la regionalización sísmica de la República Mexicana de la Comisión Federal de Electricidad (CFE 2015), se consideran cuatro zonas sísmicas. Estas cuatro zonas denominadas como A, B, C y D, representan zonas de menor a mayor riesgo sísmico y se han definido básicamente en función de la sismicidad propia de cada una.

El sitio de estudio corresponde a la Zona B, que se describe brevemente como de media intensidad. Esta zona es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad. El cuadro 2 indica los valores correspondientes a la zona en estudio.

ESPECTRO DE DISEÑO SÍSMICO	
Zona sísmica:	C
Tipo de suelo	II
Aceleración máxima del terreno en roca, a_0^r (cm/s ²)	103.92
Factor de sitio (FSit)	2.39
Factor de respuesta (FRes)	3.59
Aceleración, a_0 (cm/s ²)	0.25
Ordenada Máxima del espectro elástico, c (cm/s ²)	0.91
Límite inferior de la meseta del espectro de diseño, T_a	0.20
Límite superior de la meseta del espectro de diseño, T_b	1.40
Periodo característico, T_c	2.00
Parámetro que controla la caída de las ordenadas espectrales, k	1.00
Factor, r	0.67
Espectro de diseño transparente	0.91
Periodo dominante del sitio (T_s)	0.47*
Velocidades de propagación de ondas, v_s (m/s)	355.00

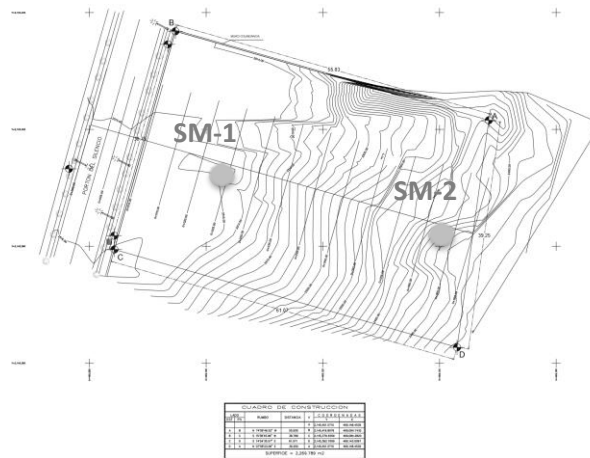
* Valor estimado considerando que la roca se encuentre a 60.0 m de profundidad.

(Cuadro 2). Espectro de Diseño Sísmico Informe Geotécnico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018

¹⁸ Volumen Arquitectónico Residencial Augusta. Proyecto Arquitectónico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.

Exploración de Campo.

El sitio en estudio se encuentra con coordenadas (UTM) en un punto: X= 469,110.00 y Y= 2, 145,390.00. Se muestra la ubicación del sondeo realizado. A una elevación (msnm) de 2,515.00 y 2,497.00 respectivamente.



19

Interpretación Estratigráfica.

La propuesta técnica para la realización de la exploración en campo constó de:

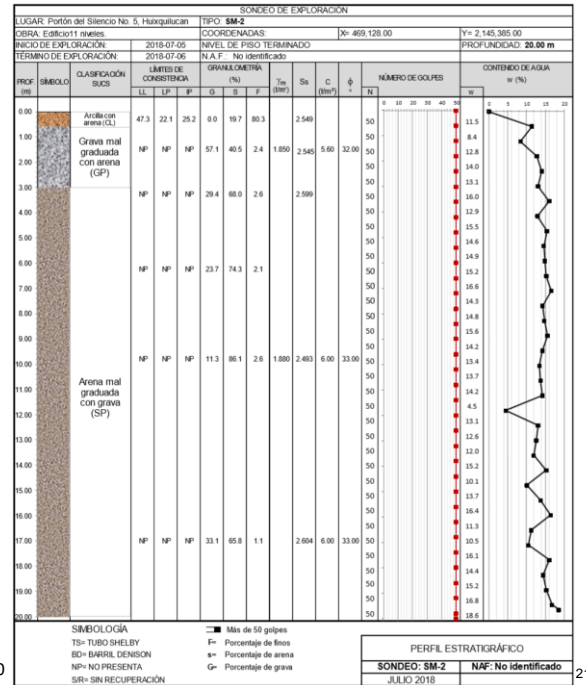
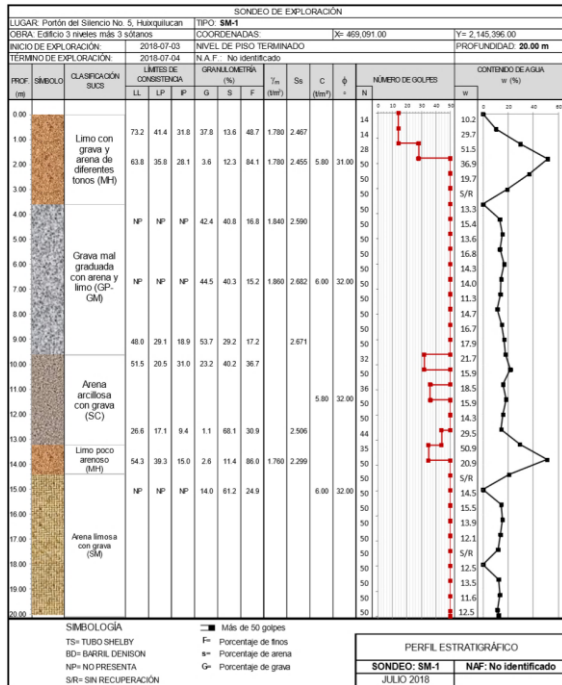
Dos Sondeos Mixtos (SM) a una profundidad máxima de exploración de 20.00 m del cual se obtuvieron muestras alteradas con el sondeo de penetración estándar (SPT) y muestras inalteradas mediante el hincado de tubo Shelby.

Lo anterior para efectos de conocer la estratigrafía concerniente a dicho lugar, determinar las características físicas y mecánicas para cada uno de los estratos encontrados y finalmente, con la información recopilada, conocer la capacidad de carga del estrato más apto, que permitiera en un momento dado, asegurar la estabilidad de las estructuras por colocar.

Todas las muestras recuperadas, previamente identificadas y debidamente protegidas, fueron enviadas al laboratorio de mecánica de suelos para realización

¹⁹ Planta de Ubicación de Sondeos. Informe Geotécnico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.

de los ensayos correspondientes. Y resultando los siguientes perfiles estratigráficos correspondientes a los sondeos mixtos 1 y 2 (SM-1 y SM-2).



Resultando en el SM-1.

- De 0.00 a 3.50 mts; Limo con grava y arena de diferentes tonos (MH).
- De 3.50 a 9.50 mts; Grava mal graduada con arena y limo (GP-GM).
- De 9.50 a 13.00 mts; Arena Arcillosa con grava (SC).
- De 13.00 a 14.50 mts; Limo poco arenoso (MH).
- De 14.50 a 20.00 mts; Arena limosa con grava (SM).

Y resultando en el SM-2.

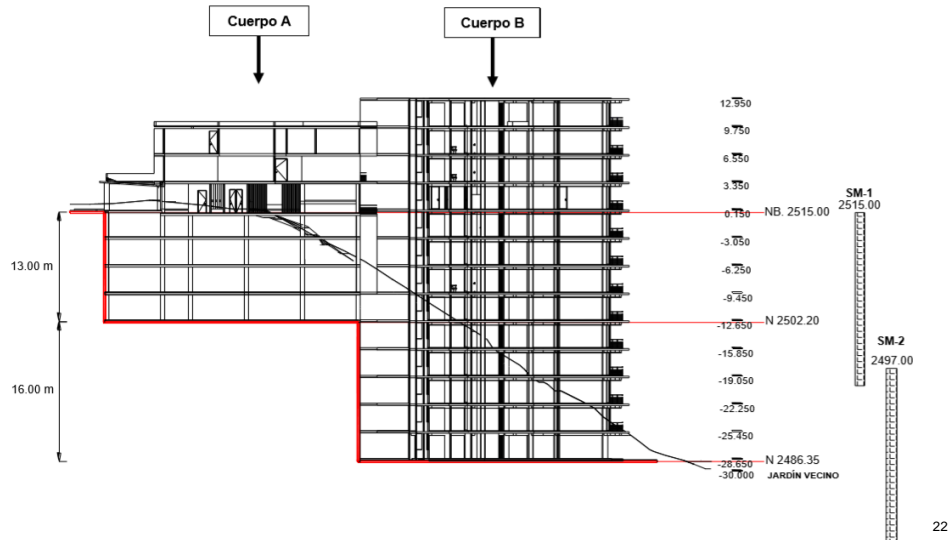
- De 0.00 a 0.50 mts; Arcilla con arena (CL).
- De 0.50 a 3.00 mts; Grava mal graduada con arena (GP).
- De 3.00 a 20.00 mts; Arena mal graduada con grava (SP).

²⁰ Tabla de Sondeos de Exploración 1. Informe Geotécnico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.

²¹ Tabla de Sondeos de Exploración 2. Informe Geotécnico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.

Dimensiones y elevaciones del proyecto relación con Sondeos

Se muestra esquemáticamente un corte del proyecto y sus elevaciones, asimismo del lado derecho se indican las elevaciones y profundidades de los sondeos realizados.



4.1.4 Estudio Riesgo Geológico.

El sitio de interés forma parte de la vertiente oriental de la Sierra de las Cruces, por lo que se encuentra en una región de topografía irregular y accidentada; el terreno es de origen piro clástico (volcánico) y está ubicada en zonas altas. El sitio en estudio se encuentra a una altitud promedio de 2500 m.s.n.m. El clima del municipio varia acorde a la altitud y orografía de la demarcación; siendo sus sectores altos en las las regiones del centro y oriente (montañosos) los de clima frío, en tanto valles elevados presentan un clima templado subhúmedo. En cuanto a la precipitación pluvial, ocurre en el verano, siendo la precipitación anual promedio de la región en estudio, de 600 a 700 mm.

La temperatura media anual fluctúa entre los 28°C para las áreas bajas del surponiente, 13°C en la zona centro y norte y 8°C en las regiones altas (montañosas).

²² Corte Arquitectónico con profundidades de sondeos y ubicación de taludes a realizar. Informe Geotécnico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.

Se realizó Reconocimiento Geológico en las inmediaciones de la zona de interés, en búsqueda de posibles estructuras geológicas como fracturamiento, fallas, cavidades, etc.; con la intención obtener las características y rasgos inherentes a cada una de ellas, como dimensiones, orientaciones, etc., a fin de evaluar el riesgo que infiere al predio en estudio. Ya sea el riesgo alto, medio o bajo.

4.1.5 Metodología de Diseño Estructural.

Partiendo de la complejidad del Proyecto, se primeriza el análisis de los elementos estructurales principales de la construcción mediante la revisión de los estados de limite. A continuación se presentan los estudios y cálculos realizados de acuerdo y acorde al R.C.D.F.:

- Descargas.
- Estados Límite de Fallas
- Capacidad de Carga de Cimentación Superficial
- Capacidad de Carga de Cimentación Profunda
- Revisión de Estados Límite de Servicio
- Asentamiento Elástico
- Asentamiento por Consolidación
- Módulo de Reacción Vertical
- Módulo de Reacción Horizontal
- Método de Equilibrio Límite

Debido a la importancia de las estructuras proyectadas y a las condiciones bajo las cuales se encontrará trabajando el talud, se optó por realizar el análisis mediante el software SLIDE, basado en método de equilibrio límite y con el cual se optó por elegir el método de Bishop “Método de las Dovelas”, para la revisión de la estabilidad del talud y el cual forma parte de los métodos de diseño que se conoce como Método Sueco, el cual se comprenden todos los procedimientos de análisis de estabilidad de taludes respecto a falla por rotación en los que se considera que

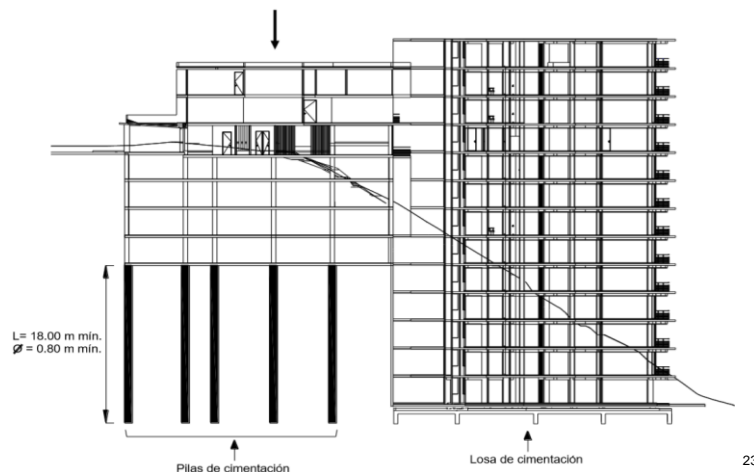
la superficie de falla es cilíndrica. Existen varios procedimientos para aplicar este método a los distintos tipos de suelo, a fin de ver si un talud tiene garantizada su estabilidad.

4.1.5 Condiciones Estructurales del Proyecto.

Propuesta Estructural.

Partiendo de las características arquitectónicas estructurales, topográficas y geotécnicas, se proponen pilas de cimentación con las dimensiones mínimas que se mencionan a continuación: 0.80 m de diámetro y 18.00 m de profundidad de desplante. Lo anterior, se muestra esquemáticamente en la Figura 23.

El tipo de cimentación propuesto pretende, además, asegurar la estabilidad del corte de 16.00 m de altura al transmitir el peso del edificio de siete niveles a estratos ubicados por debajo del pie del talud. Del Cuerpo A.

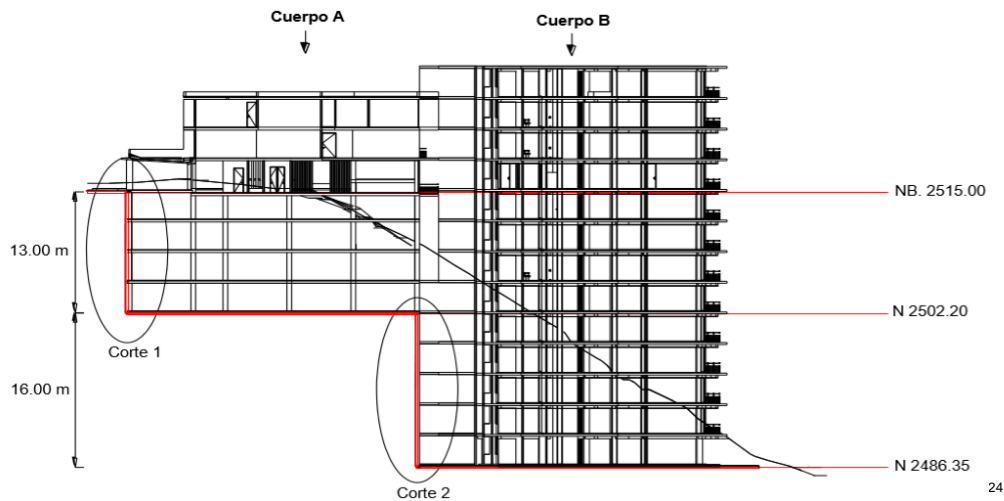


Así como en el Cuerpo B, partiendo de las características arquitectónicas estructurales, topográficas y geotécnicas, se propone losa de cimentación con trabes invertidas. La cimentación debe desplantarse sobre suelo firme (terreno natural) como se muestra esquemáticamente en la Figura 23. Se deberá colocar una plantilla de concreto de 5 cm, con $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$.

²³ Propuesta estructural. Informe Geotécnico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.

Propuesta de Sistema de Contención - Talud.

Será necesario realizar 2 cortes totalmente verticales con alturas de 13.00 y 16.00 m aproximadamente como se muestra en la Figura 24. El corte de 13.00 m alojará el Cuerpo A, mientras que el corte de 16.00 m alojará el Cuerpo B. Por lo anterior, se verificará que los factores de seguridad (F.S.) de los cortes en el terreno ante tal condición, sean superiores respecto a los valores recomendados (2.0 y 1.2 en condición estática y dinámica, respectivamente) y en caso contrario, se propondrá un sistema de estabilización que garantice la proyección de ambos cortes. La Figura 23 también muestra la topografía aproximada del terreno con los niveles requeridos por el proyecto.

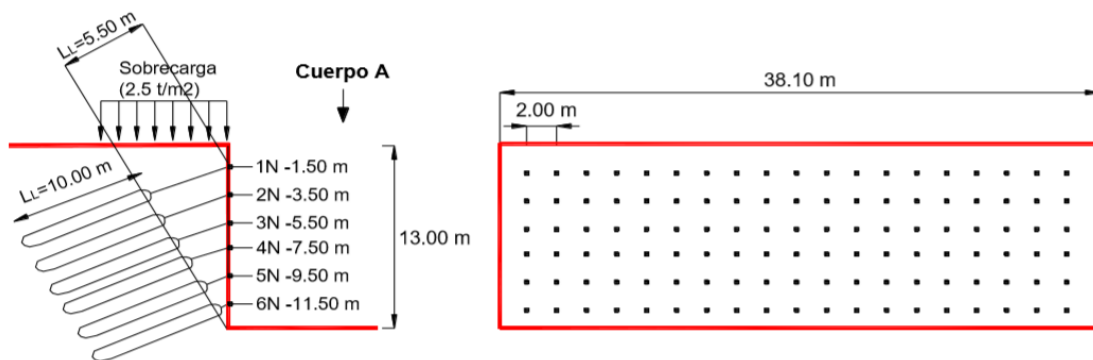


Corte 1.

En el Corte marcado como No. 1 requiere la estabilización mediante una estructura definitiva, para lo cual se propone sistema de anclaje complementado con una capa de concreto lanzado de 7.00 cm de espesor, un $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y reforzado con doble malla electro soldada 66/10-10. Lo anterior, aplica para estabilizar tanto el corte colindante con Calle Portón del Silencio como el colindante con el predio vecino ubicado al norte de la zona en análisis (30-35 m de longitud).

²⁴ Cortes de Taludes. Informe Geotécnico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.

El sistema de anclaje consiste en anclas activas definitivas, con una resistencia a la tensión de 50 toneladas ya afectadas por el factor de resistencia correspondiente e inclinación de -10 grados con respecto a la horizontal. Conformadas por dos torones de 0.6 pulgadas de diámetro o mayor, instalados en barrenos de 5.00 pulgadas de diámetro e inyectadas con lechada con una resistencia de 200 kg/cm² a una presión de inyección de 3.50 kg/cm² para conformar un bulbo de 10.00 m de longitud. Para la ubicación de las anclas se proponen los niveles -1.50, -3.50, -5.50, -7.50 y -9.50 m con respecto al hombro del talud y con una separación de 2.00 m de centro a centro vertical y horizontalmente como se muestra esquemáticamente en la Figura 25.



25

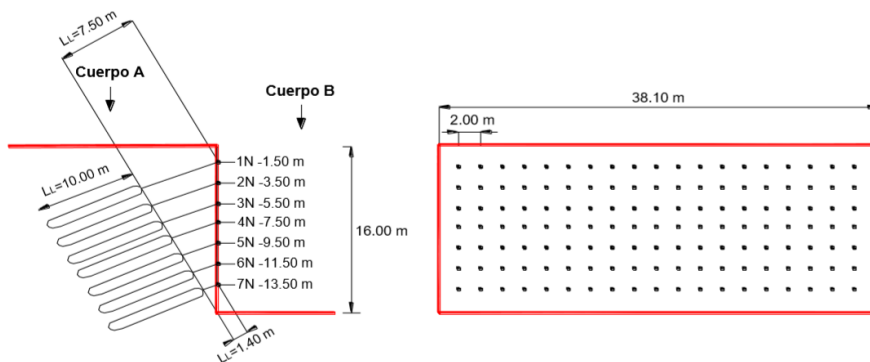
Para el caso del corte a realizar al sur del predio, se sugiere su estabilización mediante capa de concreto lanzado de 7.00 cm de espesor, un $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y reforzado con doble malla electro soldada 6-6/10-10. El proyecto arquitectónico muestra que los sótanos de estacionamiento se encontrarán justamente colindando con dicho corte, en este caso, debido a que el nivel de terreno es decreciente en algunas zonas y a que se considera que no habrá sobrecarga actuante podrá evitarse la colocación de concreto lanzado con la construcción del muro de concreto reforzado que formará parte de la estructura y que a su vez podrá utilizarse como muro de contención del corte proyectado.

²⁵ Propuesta de anclaje en muro del cuerpo A. Informe Geotécnico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.

Corte 2.

El corte requiere la estabilización mediante una estructura definitiva, para lo cual se propone SISTEMA DE ANCLAJE complementado con una capa de concreto lanzado de 7.00 cm de espesor, un $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y reforzado con doble malla electro soldada 6-6/10-10. El sistema de anclaje consiste en anclas activas definitivas, con una resistencia a la tensión de 50 toneladas ya afectadas por el factor de resistencia correspondiente e inclinación de -10 grados con respecto a la horizontal. Conformadas por cuatro torones de 0.6 pulgadas de diámetro o mayor, instalados en barrenos de 5.00 pulgadas de diámetro e inyectadas con lechada con una resistencia de 200 kg/cm^2 a una presión de inyección de 3.50 kg/cm^2 para conformar un bulbo de 10.00 m de longitud. Para la ubicación de las anclas se proponen los niveles -1.50 , -3.50 , -5.50 , -7.50 , 9.50 , 11.50 y -13.50 m con respecto al hombro del talud y con una separación de 2.00 m de centro a centro tanto vertical como horizontalmente. La Figura 26 muestra esquemáticamente la solución del sistema de anclaje.

Para el caso del corte realizado al sur del predio, debido a que el nivel de terreno es decreciente en su mayoría y a que se considera que no habrá sobrecarga actuante significativa, se sugiere su estabilización mediante capa de concreto lanzado de 7.00 cm de espesor, un $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y reforzado con doble malla electro soldada 6-6/10-10.



26

²⁶ Propuesta de anclaje en muro del cuerpo B. Informe Geotécnico Residencial Augusta, Huixquilucan, 2018.

Se deberá construir para ambos cortes un adecuado sistema de drenaje que evite que el agua se acumule dentro de la masa de suelo que conforma la cuña potencial de agua. Se recomienda la colocación de drenes largos de 5.00 m de longitud total, ubicado en la parte baja del corte colocados con inclinación ascendente de 5°. Se sugiere uno para cada corte. Ambos serán construidos de tubería PVC edula 40 de 2" de diámetro perforados en media caña con tres líneas longitudinales con perforaciones de 1/4" de diámetros, forrados con geotextil de 100 gr/m², los drenes se colocarán en perforaciones de 3" de diámetro.

Propuesta de Plantilla de Cimentación.

Se deberá construir una plantilla de cimentación que consiste en una base de concreto de baja resistencia ($f'c = 100\text{kg/cm}^2$) que se extiende sobre el área requerida para recibir a la cimentación; tiene la finalidad de lograr mayor uniformidad en la repartición de cargas y una superficie pareja para el desplante de la cimentación, además de evitar la contaminación del concreto para la elaboración de la misma.

CAPITULO V. Diseño de la investigación de campo.

En este capítulo, se mostrará el proceso constructivo de la excavación profunda del proyecto antes mencionado y analizado "Augusta", narrando las situaciones de los trabajos principales a realizar, como al igual los trabajos adicionales que se llevaron a cabo para solucionar algunos riesgos que en el proceso mismo de la obra fueron surgiendo y de los cuales fue necesario implementar su solución.

Para que de tal manera sirva como ejemplo – guía de los trabajos a realizar de acuerdo a experiencia propia laboral.

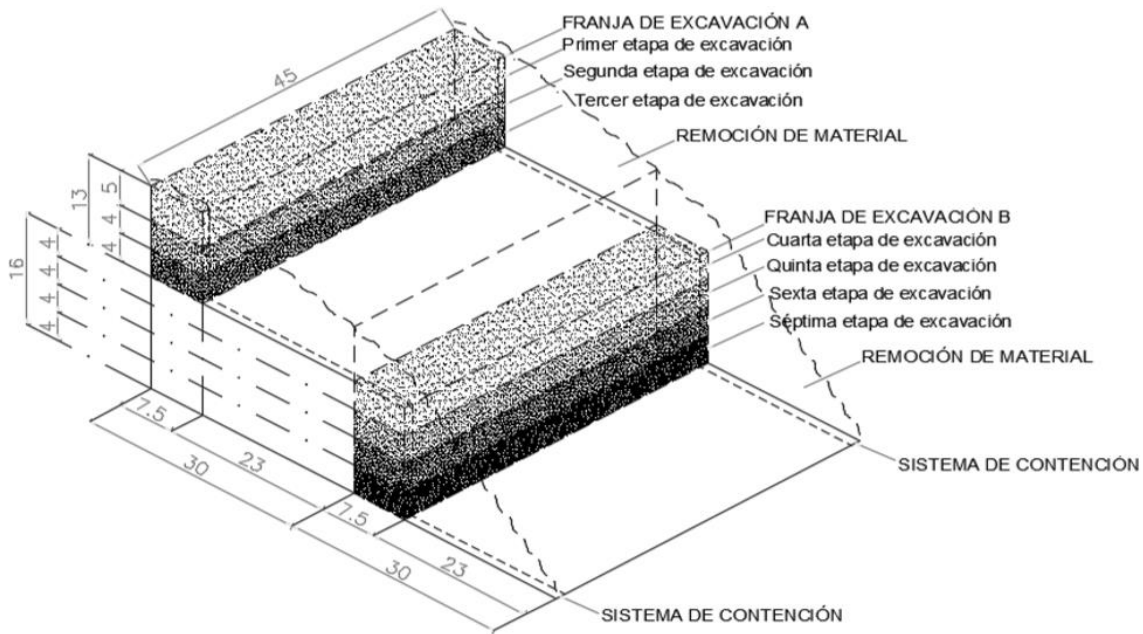
5.1 Propuesta de Excavación.

Se sugiere que el procedimiento de la excavación se realice mediante siete etapas que consisten en excavar hasta 5.00 m de profundidad mediante maquinaria con almeja la zona identificada como "Primer etapa de excavación" e iniciar simultáneamente con la construcción del sistema de contención recomendado en la presente tesina para los 3 cortes de la excavación, así subsecuentemente hasta alcanzar la profundidad de proyecto correspondiente al cuerpo A y cuerpo B.

Posteriormente se deberá remover el material restante mediante retroexcavadora y almeja para conformar el nivel de desplante del Edificio de 7 niveles.

Para la excavación de 16 m de profundidad se sugiere realizar el mismo procedimiento mencionado, sin embargo, para remover el material se sugiere el uso únicamente de maquinaria con almeja (draga) en el cuerpo B.

Las fases de propuesta de excavación se muestran en la Figura 27.



Esc: m

27

5.2 Proceso Constructivo

Se requiere hacer una excavación profunda de 29.00 m. en el caso más bajo para llegar a desplantar la cimentación del cuerpo B; en 13.00 m. de excavación para el cuerpo A, sabemos que el suelo está constituido por materiales Arena – Limosas compactas en la mayoría del predio de norte a sur, con espesores de 6.00 m.

Establecer bancos de niveles, con la cuadrilla topográfica en un punto de la calle o en puntos dentro del terreno lo más perene posible, mismos que serán la base principal para definir los frentes de ataque, avances, plataformas de trabajo y niveles de rasantes y niveles de desplantes estructurales.

Los cortes más importantes además de los taludes principales, los tenemos en la colindancia norte y sur (vertical) limitada por la limitante del predio, con inclinación de 54°.

²⁷ Propuesta por etapas de ataque de excavación profunda. Propia Autoría, Ing. Arq. Diego Armando Taxis Zepeda, 2018



28

Es indispensable que el recorte y protección del talud se haga siempre de arriba hacia abajo y de adentro hacia afuera, evitando en todo caso la excavación al pie de talud y la formación de contrapendientes que puedan generar caídos.

Cabe mencionar que es importante verificar antes de iniciar la excavación que existan en la obra los siguientes puntos a mencionar:

- Licencias y permisos de construcción.
- Planear afine y/o amacice de los cortes.
- Planear rampas de entrada y salida de vehículos; de maquinaria y de equipos.
- Planear plataformas de trabajos estables y libres de obstáculos.
- Trazo y localización de pilas estableciendo bancos de nivel.
- Contrato de excavación y acarreo de materiales producto de la excavación fuera de obra.
- Contrato de suministro de obra.
- Establecer almacén de materiales y equipo.
- Contrato de suministro de energía eléctrica trifásica.

²⁸ Corte de rampas de acceso para retiro de material propio de la excavación. Reporte Fotográfico Obra Augusta, Huixquilucan, 2018.

-
- Prever demoliciones posibles de vestigios de concreto y/o mampostería.
 - Cuadrillas de personal obrero, técnico y mantenimiento.
 - Contrato de suministro de concreto hidráulico y seco.
 - Suministro de acero.
 - Certificación de capacitación para operadores de maquinaria.
 - Se dejarán taludes comprendidos entre 45° y 50° que garantizarán la condición de la estabilidad temporal.
 - La excavación en las colindancias deberá realizarse con bermas, con el fin de asentar la maquinaria propia de la excavación.
 - La longitud de las anclas serán las especificadas en el proyecto, y en todos los casos se deberá tener en cuenta que ante la presencia de rellenos sanitarios las anclas deberán quedar empotradas en el terreno natural y nunca sobre relleno o rezaga de mina. En caso específico de proyecto.
 - La excavación se llevará a cabo conforme las líneas de anclajes.
 - Las anclas se perforarán, armaran y colocaran; concluido este trabajo se introducirá y se inyectara con lechada de concreto; se instala el acero entre paños de las pilas y se lanzara el concreto especificado en proyecto; cumplidas las 72 horas de haber inyectado el ancla procederá a su tensado según proyecto.
 - Una vez concluida estas actividades, se procederá a excavar para el siguiente nivel de anclaje respetando los pasos anteriores y así sucesivamente hasta el nivel máximo de excavación.

5.2 Frentes de Ataque.

La excavación en la colindancia principal a la Av. Portón del Silencio (norte), deberá realizarse con bermas alternadas de 12.00 m. con la alternativa de 15.00 m. cuando las condiciones estratigráficas del terreno lo permitan. De esta forma se tendrá espacio para los equipos(compresores), área de maniobras para bajar a la zanja para la perforación de las anclas, la retroexcavadora para ir dando

avance de corte e ir abriendo zanjas, al igual que dejar espacio para el retiro de volumen de excavación con camiones y para paso y área de trabajo del mini cargador.



29

La longitud de las anclas, en casos específicos de los proyectos y en casos únicos del terreno, deberá tenerse en cuenta la presencia de rellenos sanitarios, ya que las anclas deberán quedar empotradas en el terreno natural y nunca sobre relleno o rezaga de minas. Lo anterior con el fin de no afectar el buen funcionamiento del bulbo de reacción a la carga de tensión aplicada a los torones. Y evitar “caídos” en la obra, refiriéndose a taludes sueltos con la tentativa de desconchamiento de los mismos.



30

²⁹ Bermas para paso de camiones de volteo. Reporte Fotográfico Obra Augusta, Huixquilucan, 2018.

³⁰ Corte de talud, en material arenoso blando de poca compactación. Reporte Fotográfico Obra Augusta, Huixquilucan, 2018.

Se recomienda dejar taludes comprendidos entre 45° y 50° mismos que garantizan condiciones de estabilidad temporal; ya que, al ser cortes subsecuentes rápidos, no se revisten como forma de protección. Ahí es donde radica la importancia de respetar ante todo la inclinación de los mismos estudiados.

A partir de la corona del talud o de 3.00 m. de talud deberá protegerse al terreno natural con una capa de concreto lanzado $f'.c.=150.00 \text{ kg/cm}^2$, de 5.00 cm. de espesor, con un lecho de malla electro soldada 6x6-6/6, engrapada con varilla del #4 de 50 cm de longitud. Es necesario que todos los cortes protegidos con concreto lanzado lleven un hombro o remate con concreto lanzado de 0.50 a 1.00 m. de ancho, que servirá para evitar la entrada de agua entre la capa de concreto lanzado y el suelo.



31



32

Construir una cuneta en el talud del extremo oriente cubierta e impermeabilizada con mortero. El agua que recolecte la cuneta deberá desaguarse hacia las partes masas bajas del corte.

³¹ Corte de talud principal, con material limoso de gran dureza. Reporte Fotográfico Obra Augusta, Huixquilucan, 2018.

³² Protección y preparación de talud a base de concreto lanzado. Reporte Fotográfico Obra Augusta, Huixquilucan, 2018.

Se dejarán lloraderos a base de tubo de pvc de 2" hincados 1.50 m. en una cuadrícula @ 3.00 m. horizontal y verticalmente, como medida precautoria de dar salida al agua contenida en la pantalla de talud y aliviar el empuje hidrostático.



33

Se deberá construir un pretil en diagonal de 0.15 a 0.30 m. de altura y del ancho de la banqueta, en el acceso principal a la obra, para que el agua de lluvia no ingrese al interior de la obra.

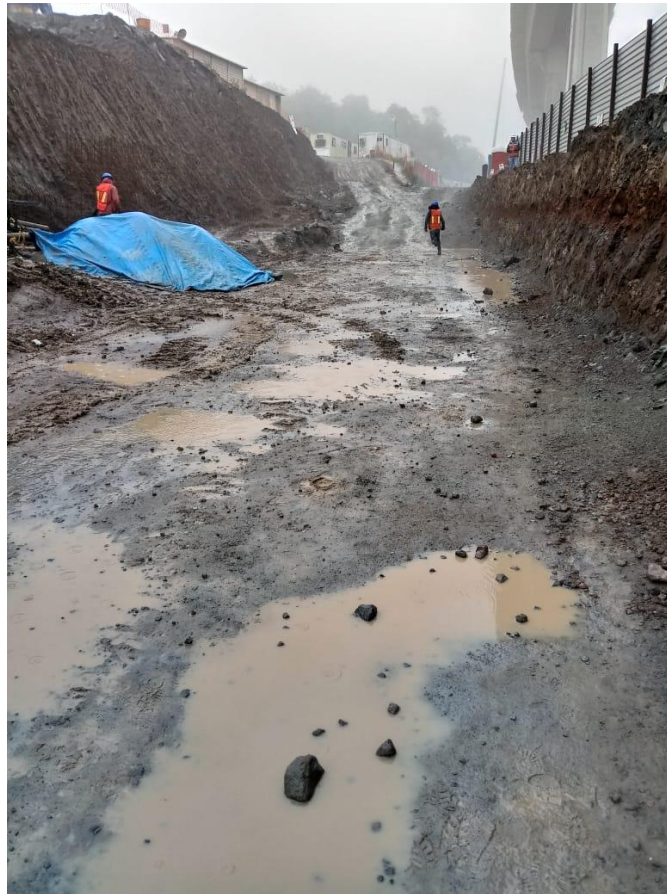
Las franjas verticales sin concreto lanzado ya existentes en el predio en otros cortes se limpiarán de residuos de concreto o material de arrastre de tal manera que funcionen como drenes. Y no permitir que se obstruyan, mediante un mantenimiento o limpieza continua.

Las cunetas y obras de desvío-desagüe existente o construido deben estar libres de azolve. En todos los cortes se colocarán drenes de 6.00 m. de longitud con

³³ Cuadrícula de anclas en muro con lloraderos de pvc. Reporte Fotográfico Obra Augusta, Huixquilucan, 2018.

inclinación ascendente de 10 grados con respecto a la horizontal, en su interior se colocara un tubo de pvc de 2" de diámetro ranurado en media caña superior y protegido con malla tipo tela de mosquitero.

Se hace mención de manera muy puntual no menospreciar el mantenimiento de las obras de desvío y desagüe para facilitar la salida de agua de los taludes y plataformas de la excavación, con el fin de que no llegue a causar estragos en la obra que se lleguen a lamentar.



34

En caso de los taludes revestidos en los cuales se aprecie humedad excesiva, llevaremos a cabo una perforación sobre el concreto lanzado de 1 ¼" de diámetro y pueda drenarse el agua contenida.

³⁴ Rampa afectada por lluvias. Reporte Fotográfico Obra Augusta, Huixquilucan, 2018.

5.3 Uso de Maquinaria.

Es muy importante mencionar que, para asignar la maquinaria a utilizar para este tipo de proyectos, se tienen que tener en cuenta tanto la estratigrafía del sitio, la topografía que lo conforma, el programa de obra para llevar a cabo los trabajos de excavación, la experiencia profesional, así como los camiones que realizarán los viajes de movimiento de tierras fuera y dentro del terreno. Ya que ningún proyecto será el mismo, todas cuentan con distintas especificaciones de ataque.



35

Equipo propio de Excavación Profunda:

- Excavadora, Modelo CATERPILLAR 330 C – 1 Unidad.
- Excavadora, Modelo CATERPILLAR 323 B – 2 Unidades.
- Retroexcavadora, Modelo CATERPILLAR 416 – 1 Unidad.
- Mini Cargador, Modelo CATERPILLAR 3.3 B – 2 Unidades.
- Compactador, Modelo CATERPILLAR CB7 – 1 Unidad.

³⁵ Acarreo y carga de camiones de volteo para retiro de material propio de la excavación. Reporte Fotográfico Obra Augusta, Huixquilucan, 2018.

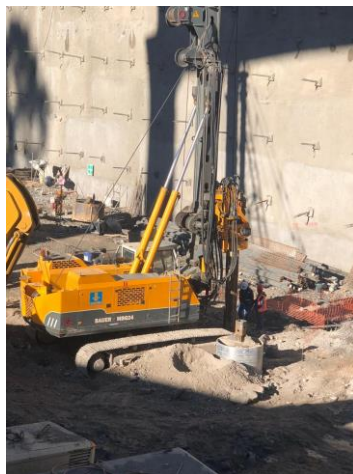
- Draga, Modelo CATERPILLAR – 1 Unidad.
- Camión Torton de 16 M3 – 30 Unidades.

Equipo ajeno de Excavación Profunda:

- Perforadora Soilmec R-10 – 1 Unidad.
- Perforadora Mait HR 120 – 1 Unidad.
- Grúa Gus Pech GD-1 – 1 Unidad.
- BBAS STANDARD RENFORCEE MCA. STENIUCK – 15 Unidades.
- Lanzadora de Concreto seco ALIVA- 1 Unidad.
- Equipo de Tensado.



36



37



38

Mini Cargador, equipo muy útil por su versatilidad de movimiento en terreno horizontal, escarpado, firme o pedregoso, por su capacidad de carga y la forma de transportarla. Además del aprovechamiento por su tamaño, en lugares en los cuales no entran las excavadoras.

Retroexcavadora, nos brinda la facilidad de excavación de forma más ágil y segura, ya que cuenta con un brazo expofeso para tal fin conteniendo un bote con dientes de acero para desgarrar el terreno y el bote frontal para carga y ataque en materiales blandos. Evitando tiempos muertos por agobio de la mano de obra ejecutada por el hombre, con ella podemos cargar el producto de excavación para

³⁶ Maquinaria Piloteadora. Reporte Fotográfico Obra Augusta, Huixquilucan, 2018.

³⁷ Maquinaria Perforadora. Reporte Fotográfico Obra Augusta, Huixquilucan, 2018.

³⁸ Maquinaria Excavadora. Reporte Fotográfico Obra Augusta, Huixquilucan, 2018.

su retiro en el momento que nos estorbe con el camión a pie y/o almacenarlo en otro sitio.

5.4 Libramiento de Instalaciones Municipales.

Es de vital importancia antes de iniciar con la excavación, contar con el conocimiento y estudio de las instalaciones municipales que al predio te conciernen como son:

- Canalización de líneas telefónicas.
- Canalización de líneas de fibra óptica.
- Canalización de líneas de drenaje municipal.
- Canalización de líneas de energía eléctrica (en caso de ser subterráneas).
- Canalización de drenaje pluvial.
- Canalización de alumbrado público.
- Canalización de líneas de agua potable.
- Parámetro de cimentación de colindancias. (en caso de tener construcciones al alrededor).



39



40

³⁹ Instalaciones de Servicios. Reporte Fotográfico Obra Augusta, Huixquilucan, 2018.

⁴⁰ Instalaciones de Servicios Municipales. Reporte Fotográfico Obra Augusta, Huixquilucan, 2018.

Para su contemplación en la excavación se realizan levantamientos topográficos de cada una de las canalizaciones mencionadas, elaborando un plano en el que se acotaron niveles, longitudes, diámetros, distancias entre registros y números de ellos, dado el caso del proyecto se tendrá que determinar las distancias entre edificio colindante y la excavación, así como la profundidad del mismo con sus sótanos; para no afectar cimientos de los colindantes. Todo esto con la finalidad de no afectar con nuestras trayectorias de nuestras anclas en los muros lanzados y las pilas tangenciales sobre todo en las primeras líneas superficiales.

Conclusiones

Tomando como base la investigación se llega a la conclusión que en el Proceso y diseño de una Excavación Profunda es importante y vital conocer todos los aspectos teóricos, prácticos y científicos necesarios del proyecto, para así poder lograr una conclusión más eficaz de obra y así evitar problemas o conflictos que se pueden presentar durante el inicio, el proceso o en el cierre de trabajos por falta de conocimientos. Como al igual nos deja como indicio el adecuar, implementar y mejorar la eficacia de la administración en obra, ya que surge como la base primaria para realizar cualquier trabajo, en cualquier rama profesional y para cualquier momento de la vida profesional.

Respondiendo a las preguntas de investigación que se planearon en el capítulo 1, se considera lo siguiente:

La poca capacidad teórica y técnica provoca erróneos trabajos realizados con nula calidad, lo que ocasionan taludes abajo, desconcha miento de muros, caídas de maquinaria, trabajos retrasados gracias a la poca prevención y previsión de los accidentes y de los trabajos futuros a realizar.

Mediante la muestra de ejemplos prácticos reales en la Ciudad de México se muestran los procesos seguidos en esos casos en específico, con distintas condiciones y distintas necesidades, como al igual muestran los aciertos y errores que se presentaron en el trayecto de la obra, con el fin de obtener experiencias técnicas y constructivas de los trabajos en una Excavación Profunda.

La correcta ejecución de trabajos tanto administrativos y constructivos se perfeccionan mediante la especialización de los trabajos de Excavaciones Profundas, mediante la continua capacitación del profesionista, tanto practica como en conocimientos teóricos, mediante la experiencia que dan las obras a través de los años, aumentada con el interés por administrar cada vez mejor los proyectos por delante y de ofrecer un servicio de calidad tanto a los clientes, como

a la sociedad, realizando trabajos con calidad y profesionalismo que en lo personal enorgullece y presume el Ingeniero Arquitecto egresado del IPN.

Aportaciones

La principal aportación de la investigación es la redacción de un documento de consulta general, para la comunidad universitaria, público en general e ingenieros de la construcción, que permita conocer la realización, ejecución, manejo y control del proceso constructivo de una excavación profunda en el municipio de Huixquilucan, Edo. De México; para facilitar la introducción y especialización en esta rama de la construcción.

Sugerencias o Recomendaciones

Para la correcta ejecución de una excavación profunda se recomienda realizar un análisis detallado de las actividades a realizar, para definir el correcto proceso a ejecutar en obra.

Se recomienda el asesoramiento de especialistas en excavaciones profundas correspondientes para la correcta ejecución del proyecto. Así como en dado caso sub-contratar constructoras en el ramo, para así evitar trabajos mal ejecutados.

Para evitar la errónea contratación de ingenieros no especializados en la rama de excavaciones, se sugiere analizar detalladamente las capacidades del personal al momento de la contratación.

Referencias

Alberto Cuevas Rivas. (2012). Tesis, Diseño de Sistemas de Contención para Excavaciones. Ciudad Universitaria, México: Programa de Maestrías y Doctorados en Ingeniería.UNAM.

David Burstein. (2006). Administración de proyectos: Guía para arquitectos e ingenieros civiles. México: 1ra Edición, Editorial Trillas.

José Manuel Ruiz Galindo. (2012). Tesis, Excavación de Túneles en México. México, D.F.: Facultad de Ingeniería, UNAM

Keller Cimentaciones. (2010). Excavaciones Profundas. Excavaciones profundas para edificios residenciales, I, 56.

Marco Antonio Flores Chávez. (Enero 2005). Antología “Materiales y procedimientos constructivos”. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo Instituto de Ciencias Básicas e Ingenierías: UNEG

Normas y costos de construcción vol. 1 y 2 Plazola, Editorial Limusa, México, 1983

Reglamento de construcciones. Para el distrito federal. Editoriales Trillas.

S.C.T. (2012). Manual de diseño y construcción de túneles de carretera. En Dirección General de Servicios Técnicos (279). México: S.C.T.

Sergio Gabriel Morales Angulo. (2017). Tesis, “Análisis comparativo de métodos de diseño geotécnico de excavaciones profundas”. C.D.M.X.: Programa de maestrías y doctorado en ingeniería Ingeniería Civil – Geotécnica.

Universidad La Salle. (2010). Tomo I y II. En Materiales y procedimientos de construcción. México: Editorial Diana.