



**AUXILIAR EN LA ELABORACIÓN Y REVISIÓN DE ESTUDIOS
GEOTECNICOS Y EDARFRIS REALIZADOS CON LA FIRMA INGEAS S.A.S**

INFORME DE PRACTICA EMPRESARIAL

PRACTICANTE:

DAYANNA ALEJANDRA RINCÓN PÉREZ

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERIAS

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

BUCARAMANGA

2016

**AUXILIAR EN LA ELABORACIÓN Y REVISIÓN DE ESTUDIOS
GEOTECNICOS Y EDARFRIS REALIZADOS CON LA FIRMA INGEAS S.A.S**

PRACTICANTE:

DAYANNA ALEJANDRA RINCÓN PÉREZ

Practica empresarial para optar al titulo de ingeniero civil

DIRECTORES:

Ing MSc. JOSE ALBERTO RONDON

Ing. Esp JULIAN ANDRE GALVIS FLOREZ

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERIAS

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

BUCARAMANGA

2016

NOTA DE ACEPTACION

JURADO

JURADO

JURADO

BUCARAMANGA 2016

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradecer a mis padres y a mi familia por todo el apoyo brindado en este proceso, ya que me permitieron cumplir este sueño y sin ellos no sería nada. MUCHAS GRACIAS.

Por supuesto agradecer a la universidad por convertirme en la profesional que soy ahora, proporcionándome siempre la mejor educación que pudo y permitiéndome conocer profesionales que me formaron de la mejor manera posible.

A la ingeniera Luz Marina Torrado y al ingeniero Jose Alberto Rondon por darme la oportunidad de hacer parte de su empresa y desarrollar mi practica empresarial en la misma.

También agradecer a todos los compañeros que estuvieron conmigo a lo largo de estos años, donde los pude conocer y entablar amistades para toda la vida. Les deseo lo mejor hoy y siempre.

Y finalmente a la persona que me acompañó incondicionalmente en todo momento y a pesar de todo, Jesus Eduardo Mateus Gutierrez. Gracias por estar siempre que te necesite y permitirme crecer como persona a tu lado, tanto personal como profesionalmente. Siempre seras un ejemplo de persona no solo para mi sino para todos los que te conocen. Muchas gracias.

Tabla de contenido

CONTENIDO	Pág.
GLOSARIO.....	8
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
CAPITULO1. INTRUDUCCIÓN.....	12
CAPITULO 2. OBJETIVOS.....	13
CAPITULO 3. METODOLOGÍA.....	15
CAPITULO 4. ALCANCE.....	16
CAPITULO 5. ESTADO DEL ARTE	17
CAPITULO 6. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO.....	20
6.1. Observación del estudio.....	20
6.2. Identificación de parámetros mínimos.....	20
6.3. Elaboración de la guía.....	22
6.4. Revisión estudios.....	29
6.4.1. TEMA: Art H.1.1.2.1 Firma de los estudios.....	29
6.4.2. TEMA: Art. H.2.2.2.1 Información del proyecto.....	29
6.4.3. TEMA: Art. H.2.2.2.1 Evaluación de Cargas.....	30
6.4.4. TEMA: Art. H.2.2.2.1 Análisis geotécnico.....	30
6.4.5. TEMA: Art. H.2.2.2.1 Planos de localización.....	30
6.4.6. TEMA: Art. H.2.2.2.1 Información del subsuelo.....	31
6.4.7. TEMA: Art. H.2.2.2.1 Información de cada unidad geológica.....	31
6.4.8. TEMA: Art. H.2.2.2.1 Ubicación de trabajos de campo.....	31
6.4.9. TEMA: Art. H.2.2.2.1 Registros de perforación.....	31
6.4.10. TEMA: Art. H.2.2.2 Memorias de cálculo.....	32
6.4.11. TEMA: Art. H.2.2.2.1 Resultado de pruebas y ensayos de campo y laboratorio.....	32
6.4.12. TEMA: Art. H.2.3 Análisis de la existencia de agua subterránea.....	32
6.4.13. TEMA: Art. H.2.4.3 Cumplimiento de factores de seguridad mínimos para estabilidad de taludes.....	32
6.4.14. TEMA: Art. H.2.5 Clasificación de los suelos como granulares o cohesivos.....	33
6.4.15. TEMA: Art. H.3.1 Definir el número de unidades de construcción....	33
6.4.16. TEMA: Art. H.3.1.1 Clasificación de las unidades de construcción por categorías.....	33
6.4.17. TEMA: Cap.A.2. Definición de los niveles de amenaza sísmica y movimientos sísmicos de diseño.....	34
6.4.18. TEMA: Cap. H.7 Evaluación geotécnica de efectos sísmicos.....	35
6.4.19. TEMA: Art. H.3.3.3 Propiedades básicas mínimas de los suelos.....	35
6.4.20. TEMA: Cap. H.9 Condiciones geotécnicas especiales.....	35
6.4.21. TEMA: Art. H.4.6 Definición de la profundidad de cimentación.....	35
6.4.22. TEMA: Art. H.4.7 Calculo de factor de seguridad de las cimentaciones.....	36

6.4.23.	TEMA: Art. H.4.8 Cálculo de asentamientos.....	36
6.4.24.	TEMA: Cap. H.5 Estudio de estabilidad de taludes y laderas.....	36
6.4.25.	TEMA: Art. H.5.2.5 Definición del sismo de diseño para análisis seudoestático de taludes.....	36
6.4.26.	TEMA: Cap. H.6 Análisis de presiones de tierras y estructuras de contención.....	37
6.4.27.	TEMA: Art. H.2.2.2.1 Recomendaciones para el diseño, Art. H.2.2.2.1 Recomendaciones para la protección de edificaciones y predios vecinos y Art. H.2.2.2.1 Recomendaciones para la construcción. Sistema constructivo.....	37
6.4.28.	TEMA: Cap. H.8.4 Sistema constructivo de cimentaciones, Cap. H.8.1 Sistema geotécnico constructivo, Cap. H.8.2 Sistema constructivo de excavaciones, Cap. H.8.3 Sistema constructivo de estructuras de contención.....	37
CAPITULO 7. ANALISIS DE RESULTADOS.....		39
CAPITULO 8. APORTE AL CONOCIMIENTO.....		42
CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES.....		43
CAPITULO 10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y CONSULTAS.....		44

LISTA DE FIGURAS	Pag.
Figura 1. Metodología.....	15
Figura 2. Factores de seguridad básicos mínimos.....	33
Figura 3. Clasificación de unidades de construcción por categoría.....	34
Figura 4. Numero mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción.....	34

LISTA DE TABLAS	Pag.
Tabla 1. Guia de requerimientos mínimos para evaluar un estudio geotécnico.....	22
Tabla 2. Analisis de los resultados encontrados.....	39

GLOSARIO.

GEOTECNIA: Es la rama de la Geología aplicada que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles de los materiales provenientes del medio geológico, aplicadas a las obras de Ingeniería Civil.

ESTUDIO GEOTECNICO: Conjunto de actividades que comprenden el reconocimiento, investigación, análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para el diseño y la construcción de las obras en contacto con el suelo de tal manera que garantice un funcionamiento adecuado.

GEOLOGÍA: Es la ciencia que estudia la composición y estructura interna de la Tierra, y los procesos por los cuales ha ido evolucionando a lo largo del tiempo geológico.

CAPACIDAD PORTANTE: Se denomina capacidad portante a la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. Técnicamente la capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo.

NIVEL FREÁTICO: Corresponde al nivel superior de una capa freática o de un acuífero en general. En otras palabras, es la distancia a la que se encuentra el agua desde la superficie del terreno.

PRESIÓN LATERAL DEL SUELO: Es la presión que el suelo ejerce en el plano horizontal contra una estructura que lo confina.

ESTRATOS: Es cada una de las capas en que pueden dividirse las rocas debido al proceso de sedimentación. Los estratos aparecen como capas horizontales de espesor más o menos uniforme, con interfaces nítidos en comparación al estrato más joven que se sitúa encima y al estrato más antiguo que se encuentra debajo.

PERFIL ESTRATIGRAFICO: Es el que se realiza a partir de datos de perforaciones, de datos de prospección geofísica, o bien de cortes naturales o artificiales del terreno

que muestran las rocas que conforman la columna estratigráfica, mediante los cuales se puede reconstruir la estratigrafía del subsuelo, acorde con la profundidad que demanda el proyecto.

ASENTAMIENTO: Es la deformación vertical en la superficie de un terreno proveniente de la aplicación de cargas o debido al peso propio de las capas.

SONDEO: Es un tipo de prospección manual o mecánica, perteneciente a las técnicas de reconocimiento geotécnico del terreno, llevadas a cabo para conocer sus características. Se trata de perforaciones de pequeño diámetro que, aunque no permiten la visión "in situ" del terreno, de ellos se pueden obtener testigos del terreno perforado, así como muestras, y realizar determinados ensayos en su interior.

COEFICIENTE SISMICO: Coeficiente que se emplea para ajustar el cálculo de la sobrecarga sísmica horizontal en la base del edificio, a la relación entre el período de vibración de la estructura y el del terreno en el que se asienta.

ANGULO DE FRICCIÓN: O ángulo de rozamiento interno es una propiedad de los materiales granulares el cual tiene una interpretación física sencilla, al estar relacionado con el ángulo de reposo o máximo ángulo posible para la pendiente de un conjunto de dicho material granular.

COHESIÓN: Es la cualidad por la cual las partículas del terreno se mantienen unidas en virtud de fuerzas internas, que dependen, entre otras cosas, del número de puntos de contacto que cada partícula tiene con sus vecinas. En consecuencia, la cohesión es mayor cuanto más finas son las partículas del terreno.

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: AUXILIAR EN LA ELABORACIÓN Y REVISIÓN DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y EDARFRIS REALIZADOS CON LA FIRMA INGEAS S.A.S

AUTOR(ES): Dayanna Alejandra Rincón Pérez

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): Julian Andre Galvis Florez

RESUMEN

El siguiente documento contiene todo lo relacionado con una práctica empresarial, con su desarrollo y conclusiones, en donde se realizó la revisión de estudios geotécnicos para diversas estructuras a construir en el municipio de Piedecuesta. Lo anterior basándose en la creciente importancia que desde unos años para acá se le ha dado a dichos estudios en la construcción de cualquier estructura del ámbito civil; y teniendo en cuenta que estos no se están realizando debidamente según el Reglamento Colombiano de Sismo Resistencia 2010. Compuesta por varias partes, esta práctica se fundamenta en la normatividad vigente, requerimientos mínimos de los estudios y estado del arte sobre el tema. En una primera parte, se documenta información acerca de los lineamientos mínimos que deben tener los estudios geotécnicos y la manera como estos van a ser evaluados. Seguido de esto, se explica el desarrollo del plan de trabajo; las actividades a realizar y como estas se llevaron a cabo con la instrucción del director en la empresa. Después, se da paso a la última parte que consistió en los conceptos aprendidos y las conclusiones obtenidas del desarrollo de la práctica.

PALABRAS CLAVES:

Estudio geotécnico, cargas de servicio, asentamiento, estructura

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: AUXILIARY IN ELABORATION AND REVIEW OF GEOTECHNICAL STUDIES AND EDARFRIS MADE BY THE FIRM INGEAS S.A.S

AUTHOR(S): Dayanna Alejandra Rincón Pérez

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: Julian Andre Galvis Florez

ABSTRACT

The following document contains everything about an internship, with its development and conclusions, where was made the review of geotechnical studies for various structures to be built in the Municipality of Piedecuesta. This based on the increasing importance that for some years now has been given to such studies in the construction of any structure in the civilian area; and considering that these are not properly made by the Colombian Earthquake Resistance Regulations 2010. Composed of many segments, this practice is based on current regulations, minimum requirements of geotechnical studies and state of the art on the subject. In the first part, It is documented information about the minimum guidelines that should have geotechnical studies and how these will be assessed. Following this, the development of the work plan is explained; activities to be performed and how are you were carried out with the instruction of the director in the company. Then it gives way to the last part consisting of the concepts learned and conclusions drawn from the development of practice.

KEYWORDS:

Geotechnical study, service charges, sagging, structure.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. Introducción

Hoy en día la geotecnia se considera una de las ramas más importante de la ingeniería ya que de esta depende cualquier actividad que se vaya a realizar en el ámbito civil, esto hace que en toda obra de arquitectura o ingeniería moderna, ya sea viviendas, edificios, puentes, etc.. sea necesario e imprescindible la realización de un estudio de suelos.

Los estudios geotécnicos son el conjunto de trabajos de exploración, muestreo, análisis, modelización, cálculo e interpretación necesario para conocer con la precisión suficiente las características geológico-geotécnicas de un terreno en el que va a ejecutarse una obra. Se debe realizar previamente al Proyecto para que éste pueda definir las acciones al terreno. El estudio de suelos permite conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo, y su composición estratigráfica, es decir las capas o estratos de diferentes características que lo componen en profundidad, y por cierto ubicación de niveles freáticos, si los hubiere. La meta de estos estudios aplicados a la Ingeniería de Cimentaciones es lograr obras estables, funcionales y económicas, requisitos que son indispensables e inseparables.

Desde el punto de vista de estabilidad, una cimentación tiene que asegurarse contra fallas por resistencia al esfuerzo cortante del suelo y, a la vez, garantizar que las deformaciones que experimentará (asentamientos, expansiones, desplazamientos horizontales) sean tolerables, tanto para la estructura que soporta, como para las obras colindantes.

La norma guía para la realización de estos estudios en el país es el Reglamento Colombiano Sismoresistente NSR-10, que en su capítulo H, establece como objetivo “establecer criterios básicos para realizar estudios geotécnicos de edificaciones, basados en la investigación del subsuelo y las características arquitectónicas y estructurales de las edificaciones con el fin de proveer las recomendaciones geotécnicas de diseño y construcción de excavaciones y rellenos, estructuras de contención, cimentaciones, rehabilitación o reforzamiento de edificaciones existentes y la definición de espectros de diseño sismorresistente, para soportar los efectos por sismos y por otras amenazas geotécnicas desfavorables” y define al estudio geotécnico como un “ Conjunto de actividades que comprenden el reconocimiento de campo, la investigación del subsuelo, los análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para el diseño y construcción de las obras en contacto con el suelo, de tal forma que se garantice un comportamiento adecuado de la edificación, protegiendo ante todo la integridad de las personas ante cualquier fenómeno externo, además de proteger vías, instalaciones de servicios públicos, predios y construcciones vecinas. ”.

De lo anterior se deduce que cualquier proyecto, y en particular los que dependen de un estudio geotécnico para su realización, necesitan obedecer a los mínimos requerimientos técnicos, esto con el propósito de garantizar la seguridad del entorno

y las personas en las obras tanto en la parte de diseño como en el proceso constructivo.

Muchos de los accidentes que se presentan hoy en día se atribuyen a la parte geotécnica de las estructuras, esto basado en la idea de la ausencia de vigilancia y seguimiento a estos estudios que produce, al momento de recibir los estudios, un desinterés hacia la relevancia de los resultados obtenidos en la investigación del suelo, viéndose esto reflejado en la ejecución de los proyectos. Y es debido a esta falta de inspección que ocurren accidentes en las obras llegando inclusive a el colapso total de la estructura.

Por todo lo anteriormente escrito, se evidencia la importancia que se debe dar a la adecuada elaboración y revisión de los estudios geotécnicos para cualquier tipo de proyecto.

2. Objetivos

General:

- Poner en práctica los conocimientos y destrezas adquiridas a lo largo de la carrera, desempeñándome laboralmente en un entorno de retroalimentación entre la Universidad y la empresa, en el cual se experimentará el ambiente interno de una organización.

Específicos:

- Conocer e identificar las partes de un estudio de suelos.
- Reconocer que otras variables (temperatura, clima, vegetación, geología) hacen parte de la elaboración de un estudio geotecnico.
- Definir cuales son los parametros minimos que debe contener un estudio geotecnico.
- Determinar y clasificar la importancia entre los minimos parametros exigidos por la NSR-10.
- Aprender a revisar estudios geotécnicos, analizando que estos presenten los parámetros mínimos que exige la normal NSR-10.
- Adquirir experiencia y conocimientos mediante el desarrollo de las actividades diarias en la empresa.
- Proponer y desarrollar soluciones a los diferentes problemas que se puedan presentar en la ejecución de las actividades.
- Establecer buenas relaciones interpersonales con el equipo de trabajo dentro de la empresa.

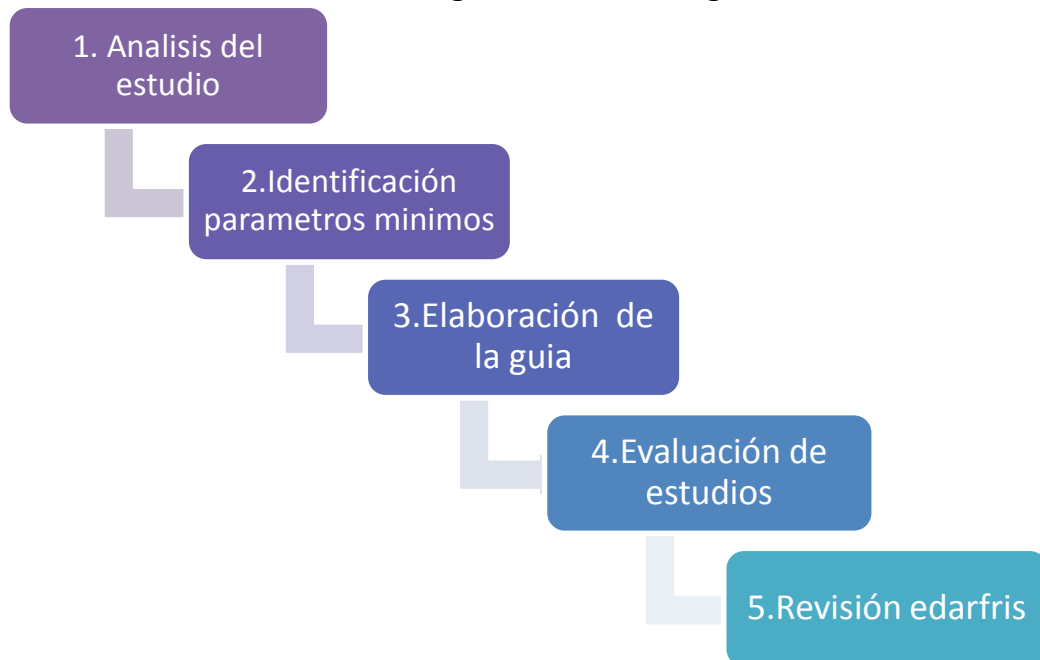
3. Metodología

El inicio de labores dentro de la empresa se realizó secuencialmente de la siguiente manera:

- Observación de un estudio sin evaluar aún su contenido, esto con el fin de familiarizarse primeramente con el documento y con la información en el.
- Conocimiento de los parametros minimos que exige la Norma Sismoresistente Colombiana 2010 en la presentación de un estudio geotecnico.
- Elaboración de una tabla donde se evaluan dichos parámetros y se presentan observaciones en cada uno de los puntos valorados.
- Evaluación de los estudios analizando que contengan cada aspecto necesario para la aceptación del mismo.
- Revisión de edarfris.

Para entender mas claramente el proceso, se presenta el siguiente grafico:

Figura 1. Metodología.



Fuente: Propia.

4. Alcance

El alcance de la presente practica abarca hasta la revisión de estudios geotecnicos con el dictamenten de sus respectivas observaciones en cada minimo parametro exigido por la Norma Sismoresistente Colombiana 2010 y la revisión meramente visual de pocos edarfris efectuando observaciones solo a uno de ellos.

5. Estado del arte

Colombia es un país diverso en cuanto a geología se trata. La complejidad de sus procesos hacen que en las obras de ingeniería se deban resolver situaciones donde los factores geológicos y geotécnicos son condicionantes de un proyecto. Mucho se ha estudiado acerca de la basta topografía de nuestro país y de igual forma de la geotecnia.

Generalidades.

- El estudio geotécnico es el compendio de información cuantificada en cuanto a las características del terreno en relación con el tipo de edificio previsto y el entorno donde se ubica, que es necesaria para proceder al análisis y dimensionado de los cimientos de éste u otras obras.

- Las características del terreno de apoyo se determinarán mediante una serie de actividades que en su conjunto se denomina reconocimiento del terreno y cuyos resultados quedarán reflejados en el estudio geotécnico.

- El reconocimiento del terreno, que se fijará en el estudio geotécnico en cuanto a su intensidad y alcance, dependerá de la información previa del plan de actuación urbanística, de la extensión del área a reconocer, de la complejidad del terreno y de la importancia de la edificación prevista. Salvojustificación el reconocimiento no podrá ser inferior al establecido en este DB.

- Para la realización del estudio deben recabarse todos los datos en relación con las peculiaridades y problemas del emplazamiento, inestabilidad, deslizamientos, uso conflictivo previo tales como hornos, huertas o vertederos, obstáculos enterrados, configuración constructiva y de cimentación de las construcciones limítrofes, la información disponible sobre el agua freática y pluviometría, antecedentes planimétricos del desarrollo urbano y, en su caso, sismicidad del municipio, de acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE vigente.

- Dado que las conclusiones del estudio geotécnico pueden afectar al proyecto en cuanto a la concepción estructural del edificio, tipo y cota de los cimientos, se debe acometer en la fase inicial del proyecto y en cualquier caso antes de que la estructura esté totalmente dimensionada.

-La autoría del estudio geotécnico corresponderá al geotecnista, a otro técnico competente o, en su caso, al Director de Obra y contará con el preceptivo visado colegial.

A continuación se recoge de una manera simplificada y esquemática el proceso básico para la realización de un estudio geotécnico.

ETAPA 1. Semana 1. INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Esta etapa se puede asociar a la etapa de oferta. En esta etapa se realiza la investigación de la documentación geotécnica disponible.

- Mapas geológicos y geotécnicos (IGME.ES)
- Información topográfica del entorno y mapas
- Investigación del uso del terreno y/o entorno. Evaluación de posibles alteraciones de la topografía
- Climatología
- Consultas de trabajos realizados en la zona
- Información de la estructura a construir para determinar sus necesidades geotécnicas.

Actualmente, se dispone de una gran cantidad de información documental, junto con los medios informáticos disponibles ayuda a agilizar enormemente esta etapa. En base a esta información se elabora la propuesta inicial de investigación geotécnica (trabajos de campo y trabajos de laboratorio)

ETAPA 2. Semana 2. TRABAJOS DE CAMPO

Esta etapa puede considerarse la más importante. En esta etapa se desarrollan los trabajos de investigación de campo según la propuesta de la etapa 1. Se destacan como más habituales los siguientes:

- Sondeos con extracción de testigo continuo
- Sondeos de penetración dinámica
- Catas de investigación
- Ensayos de penetración estándar (SPT)
- Exploración geotécnica del entorno
- Medición y seguimiento niveles freáticos
- Caracterización de macizos rocosos
- Muestreo. Toma de muestra alterada – Inalteradas
- Geofísica
- Ect.

Esta etapa representa también la parte más importante del presupuesto del estudio geotécnico. A menudo la campaña de campo de investigación geotécnica propuesta inicialmente, puede verse modificada en función de los resultados que se vayan obteniendo.

ETAPA 3. Semana 3. TRABAJOS DE LABORATORIO

Esta etapa completa la anterior y permite completar una identificación y valoración cualitativa de las propiedades geotécnicas. En general, se realizan los trabajos de laboratorio siguiente:

- Identificación físicas
- Identificación química
- Resistencia mecánica y deformabilidad
- Expansividad
- Permeabilidad
- Resistividad

ETAPA 4. Semana 4. TRABAJO GABINETE.

Etapa final, donde se desarrolla el estudio o informe geotécnico, recogiendo la información de las tres fases anteriores y las recomendaciones y conclusiones en base a los resultados y las necesidades geotécnicas planteadas:

- Descripción, parametrización y caracterización geotécnica del terreno
- Recomendaciones de cimentación. Propuesta tipología y parámetros diseño

6. Desarrollo del plan de trabajo

La practica se llevo a cabo principalmente en 5 fases que fueron nombradas anteriormente en este documento en el indice metodología y que se detallaran mas claramente a continuación.

6.1. Observación del estudio.

Inicialmente se procedió a relacionarse con el estudio de una forma meramente visual, sin definición de lineamientos que evaluar, solo se realizó esto para tener una mejor noción de lo que conlleva un estudio, analizandose desde el principio las características propias del mismo de una manera superficial, teniendo en cuenta que desde un principio se conocían algunos de los parametros que por obligatoriedad este debe llevar.

A su vez, se fueron realizando indagaciones en la norma vigente NSR-10 Cap .H donde se encuentra toda la reglamentación pertinente y gran parte de la información geotecnica utilizada.

Varios estudios fueron revisados de este modo antes de poder ser revisados completamente pues al ser documentos de los que dependía la contrucción de estructuras civiles, no se estaba apto aún para asignar la calificación de uno de estos.

6.2. Identificación de los parametros minimos.

Los parametros minimos requeridos se extrajeron de los establecidos por la Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10 Titulo H Capitulo H.2.2.2 ESTUDIO GEOTECNICO DEFINITIVO H.2.2.2.1 Contenido. En ella se establece que estos son:

(a) Del proyecto - Nombre, plano de localización, objetivo del estudio, descripción general del proyecto, sistema estructural y evaluación de cargas. No se podran considerar como estudios geotecnicos definitivos aquellos realizados con cargas preliminares ni donde solo se hayan tenido en cuenta las cargas de gravedad.

(b) Del subsuelo - Resumen del reconocimiento de campo, de la investigación adelantada en el sitio especifico de la obra, la morfología del terreno, el origen geologico, las características fisico mecanicas y la descripción de niveles freaticos o aguas subterranas con una interpretación de su significado para el comportamiento del proyecto estudiado.

(c) De cada unidad geologica o de suelo se dará su identificación, su espesor, su distribución y los parametros obtenidos en las pruebas y ensayos de campo y en los

laboratorios, siguiendo los lineamientos del capítulo H. 3 Para el análisis de los efectos locales, la definición del tipo de suelo se debe hacer siguiendo los lineamientos del numeral A.2.4. Se debe estudiar el efecto o descartar la presencia de suelos con características especiales como suelos expansivos, dispersivos, colapsables y los efectos de la presencia de vegetación o de cuerpos de agua cercanos.

(d) De los análisis geotécnicos – Resumen de los análisis y justificación de los criterios geotécnicos adoptados que incluyan los aspectos geotécnicos contemplados especialmente en el título H y en el numeral A.2.4. También, el análisis de los problemas constructivos de las alternativas de cimentación y contención, la evaluación de la estabilidad de taludes temporales de corte, la necesidad y planteamiento de alternativas de excavación soportadas con sistemas temporales de contención en voladizo, apuntalados o anclados. Se deben incluir los análisis de estabilidad y deformación de las alternativas de excavación y construcción, teniendo en cuenta, además de las características de resistencia y deformabilidad de los suelos, la influencia de factores hidráulicos.

(e) De las recomendaciones para diseño – Los parámetros geotécnicos para el diseño estructural del proyecto como: tipo de cimentación, profundidad de apoyo, presiones admisibles, asentamientos calculados incluyendo los diferenciales, tipos de estructuras de contención y parámetros para su diseño, perfil del suelo para el diseño sísmo resistente y parámetros para análisis de interacción suelo-estructura junto con una evaluación del comportamiento del depósito del suelo o del macizo rocoso bajo la acción de cargas sísmicas así como los límites esperados de variación de los parámetros medidos y el plan de contingencia en caso de que se excedan los valores previstos. Se debe incluir también la evaluación de la estabilidad de las excavaciones, laderas y rellenos, diseño geotécnico de filtros y los demás aspectos contemplados en este título.

(f) De las recomendaciones para la protección de edificaciones y predios vecinos- Cuando las condiciones del terreno y el ingeniero encargado del estudio geotécnico lo estime necesario, se hará un capítulo que contenga: estimar los asentamientos ocasionales originados en descenso del nivel freático, así como sus efectos sobre las edificaciones vecinas, diseñar un sistema de soporte que garantice la estabilidad de edificaciones o predios vecinos, estimar los asentamientos inducidos por el peso de la nueva edificación sobre las construcciones vecinas, calcular los asentamientos y deformaciones laterales producidos en obras vecinas a causa de las excavaciones, y cuando las deformaciones o asentamientos producidos por la excavación o por el descenso del nivel freático superen los límites permisibles deben tomarse las medidas preventivas adecuadas.

(g) De las recomendaciones para construcción. Sistema constructivo – Es un documento complementario o integrado al estudio geotécnico definitivo, de obligatoria elaboración por parte del ingeniero geotecnista responsable, de acuerdo

a lo establecido en el numeral H.8.1. La entrega de este documento o inclusión como un numeral de informe, deberá ser igualmente verificada por las autoridades que expidan las licencias de construcción. En el sistema constructivo se deben establecer las alternativas técnicamente factibles para solucionar los problemas geotécnicos de excavación y construcción.

(h) Anexos – En el informe de suelos se debe incluir planos de localización regional y local del proyecto, ubicación de los trabajos de campo, registros de perforación y resultados de pruebas y ensayos de campo y laboratorio. Se debe incluir la memoria de cálculo con el resumen de la metodología seguida, una muestra de cálculo de cada tipo de problema analizado y el resumen de los resultados en forma de gráficos y tablas. Además, planos, esquemas, dibujos, gráficas, fotografías y todos los aspectos que se requieran para ilustrar y justificar adecuadamente el estudio y sus recomendaciones.

6.3. Elaboración de la guía.

Esta se elaboró teniendo como base la norma vigente y el documento tipo monografía “ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LINEAMIENTOS PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LOS PROYECTOS GEOTÉCNICOS” realizado por la ING MSc.Luz Marina Torrado Gomez y el ING MSc. Jose Alberto Rondón, en donde los criterios a evaluar fueron ordenados dependiendo del artículo de la norma y no a la clasificación especificada previamente.

La tabla contiene 4 columnas que son: tema (en donde se encuentran ordenados por capítulo), criterio a evaluar, cumple o no y observaciones.

La casilla “cumple o no” se diligencia con una X y la casilla observaciones sirve para especificarle a los ingenieros que parte del criterio a evaluar no se está cumpliendo.

Tabla 1. Guía de requerimientos mínimos para evaluar un estudio geotécnico.



TEMA	CRITERIOS A CONSIDERAR PARA LA REVISIÓN	CUMPLE/ NO CUMPLE	OBSERVACIONES
Art H.1.1.2.1	Ingeniero civil con 5 años de		

Firma de los estudios	experiencia y/o estudios de postgrado en geotecnia.		
Art. H.2.2.2.1 Información del proyecto	Nombre, plano de localización, objetivos del estudio, descripción del proyecto y sistema estructural.		
Art. H.2.2.2.1 Evaluación de Cargas	No se podrán considerar como ESTUDIO GEOTECNICO DEFINITIVO aquellos estudios realizados con cargas preliminares donde solo se hayan tenido en cuenta las cargas de gravedad.		
Art. H.2.2.2.1 Análisis geotécnico	Resumen de los análisis y justificación de los sistemas geotécnicos adaptados. Alternativas de cimentación y contención. Evaluaciones de estabilidad de las excavaciones.		
Art. H.2.2.2.1 Planos de localización	Planos de localización regional y local del proyecto.		
Art. H.2.2.2.1 Información del subsuelo	Resumen del reconocimiento de campo, de la investigación realizada en el sitio de las obras, morfología del terreno, origen geológico, características físico-mecánicas, niveles freáticos o aguas subterráneas con la interpretación de su significado para el comportamiento del proyecto estudiado.		
Art. H.2.2.2.1 Información de cada unidad geológica	Identificación, espesor, distribución y parámetros obtenidos en los ensayos de campo y laboratorio.		
Art. H.2.2.2.1 Ubicación de	Localización de los sondeos realizados.		

trabajos de campo			
Art. H.2.2.2.1 Registros de perforación	Perfiles de los sondeos.		
Art. H.2.2.2 Memorias de cálculo	Se debe incluir la memoria de cálculo con el resumen de la metodología seguida para cada tipo de problema analizado y el resumen de los resultados en forma de gráficos y tablas.		
Art. H.2.2.2.1 Resultado de pruebas y ensayos de campo y laboratorio	Resultado de cada uno de los ensayos de campo y laboratorio realizados en forma de gráficos o tablas.		
Art. H.2.3 Análisis de la existencia de agua subterránea	Los estudios geotécnicos deben analizar la existencia de agua libre, flujos potenciales de agua subterránea y la presencia de paleocauces.		
Art. H.2.4.3 Cumplimiento de factores de seguridad mínimos para estabilidad de taludes	En la tabla H.2.4-1 se establecen los factores de seguridad básicos mínimos directos.		
Art. H.2.5 Clasificación de los suelos como granulares o cohesivos	Se definen cuáles suelos pueden considerarse como granulares y cuáles como cohesivos.		
Art. H.3.1 Definir el número de unidades de construcción	Se define como unidad de construcción cada edificación o estructura independiente, separada por juntas de construcción cuya longitud en planta no supere los 80 metros.		

Art. H.3.1.1 Clasificación de las unidades de construcción por categorías	Categoría Baja hasta 3 niveles														
	Categoría Media 4 a 10 niveles														
	Categoría Alta 11 a 20 niveles														
	Categoría Especial mas de 20 niveles														
Art. H.3.2.3, H.3.2.4, H.3.2.5 y H.3.2.6 Cálculo del número mínimo de sondeos	La tabla H.3.2-1 define el número mínimo de sondeos para cada unidad de construcción, los cuales se afectan además de acuerdo a las características del proyecto.														
Art. H.3.2.3, H.3.2.4, H.3.2.5 y H.3.2.6 Definición de la profundidad mínima de los sondeos	<p>La tabla H.3.2-1 define la profundidad mínima de sondeos para cada unidad de construcción, los cuales se afectan además de acuerdo a las características del pr</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Tabla H.3.2-1 Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción Categoría de la unidad de construcción</th> </tr> <tr> <th>Categoría Baja</th> <th>Categoría Media</th> <th>Categoría Alta</th> <th>Categoría Especial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Profundidad Mínima de sondeos: 6m. Número mínimo de sondeos: 3</td> <td>Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4</td> <td>Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4</td> <td>Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5</td> </tr> </tbody> </table>	Tabla H.3.2-1 Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción Categoría de la unidad de construcción				Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial	Profundidad Mínima de sondeos: 6m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5		
Tabla H.3.2-1 Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción Categoría de la unidad de construcción															
Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial												
Profundidad Mínima de sondeos: 6m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5												
Cap. A.2 Definición de los niveles de amenaza sísmica y movimientos sísmicos de diseño	Se define los parámetros Aa, Av, Fa y Fv de acuerdo al N, Vs o Su y los resultados de los sondeos.														
Cap. H.7 Evaluación geotécnica de efectos sísmicos	De acuerdo a la caracterización del perfil litológico, se establecen los parámetros dinámicos del suelo para el análisis sísmico.														
Art. H.3.3.3 Propiedades básicas mínimas de los suelos	Se especifican las propiedades mínimas de resistencia que se deben presentar, ensayo corte directo o SPT para suelos granulares y compresión simple o corte directo para suelos cohesivos.														

Cap. H.9 Condiciones geotécnicas especiales	Se requiere identificar los suelos expansivos, los suelos colapsables y analizar los efectos de la vegetación.		
Art. H.4.6 Definición de la profundidad de cimentación	Se establecen las profundidades mínimas de cimentación para los cálculos de capacidad teniendo en cuenta la posibilidad de erosión, tubificación, cambios de humedad y raíces de árboles.		
Art. H.4.7 Calculo de factor de seguridad de las cimentaciones	El NSR-10 aconseja los factores de seguridad que se deben cumplir para capacidad de soporte de cimentaciones.		
Art. H.4.8 Cálculo de asentamientos	Se exige calcular los asentamientos mediante modelos de aceptación generalizada, empleando parámetros de deformación obtenidos a partir de ensayos de laboratorio o campo.		
Cap. H.5 Estudio de estabilidad de taludes y laderas	Se establecen los procedimientos para el cálculo de estabilidad de taludes y excavaciones.		
Art. H.5.2.5 Definición del sismo de diseño para análisis pseudoestático de taludes	Se definen los valores mínimos de aceleración para el análisis Pseudoestático de taludes.		
Cap. H.6 Análisis de presiones de tierras y estructuras de contención	Se establecen los criterios para el análisis de presiones de tierra y estructuras de contención.		
Art. H.2.2.2.1 Recomendacion	Tipo de cimentación, profundidad de apoyo,		

es para el diseño	presiones admisibles asentamientos calculados incluyendo diferenciales, parámetros para diseño de estructuras de contención, perfil de suelo para diseño Sismoresistente, planes de contingencia en caso de que se excedan los valores, evaluación de estabilidad de excavaciones, laderas y rellenos; y diseño de filtros.		
Art. H.2.2.2.1 Recomendaciones para la protección de edificaciones y predios vecinos	Se debe elaborar un capítulo que contenga estimación de los asentamientos ocasionados por presencia de nivel freático y otros efectos, diseño de sistemas de soporte y medidas preventivas.		
Art. H.2.2.2.1 Recomendaciones para la construcción. Sistema constructivo	Es un documento de obligatoria elaboración, el cual debe ser verificado por las autoridades que expidan las licencias de construcción.		
Cap. H.8.4 Sistema constructivo de cimentaciones	Definir profundidad de desplante (en cap de soporte), secuencia para realizar las excavaciones, disposición de sobrantes, tiempo máximo de exposición, efectos de los cambios de humedad.		
Cap. H.8.1 Sistema Geotécnico	Debe incluir el escenario más probable del proceso constructivo, considerando		

constructivo	aspectos como secuencia de excavación, métodos de perforación, tratamientos estabilizadores previos, aplicación de pre-cargas, cambios en las trayectorias de drenaje u otros que puedan alterar o modificar en forma importante el comportamiento de los geomateriales que conforman el suelo de fundación, procedimientos constructivos de la cimentación y planes de contingencia, de acuerdo con los numerales que apliquen de este Capítulo H.8.		
Cap. H.8.2 Sistema constructivo de excavaciones	Procedimiento de excavación para minimizar los movimientos de las construcciones vecinas y servicios públicos, control de flujo de agua subterránea, secuencia de excavación, protección de taludes permanentes y plan de contingencia para excavaciones.		
Cap. H.8.3 Sistema constructivo de estructuras de contención	Se debe incluir la secuencia completa de ejecución de actividades de tal manera que se garantice que los suelos no sufran variaciones importantes en su rigidez y resistencia, sistemas de drenaje preventivo.		
Art. H.2.2.3 Recomendaciones para la supervisión técnica	Para proyectos de categoría media, alta y especial, se debe contar con el acompañamiento de un Ingeniero Geotecnista quién aprobará durante la ejecución de la obra los niveles y estratos de cimentación y los procedimientos de excavación.		

Fuente: Monografía “ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LINEAMIENTOS PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LOS PROYECTOS GEOTECNICOS”

6.4. Revisión de estudios.

Habiendo concluido las etapas anteriores, se procedió a la evaluación de los estudios geotécnicos. Siendo esta la actividad principal de toda la práctica, es necesario enfatizar en que es lo verdaderamente relevante en cada parámetro evaluado.



- Entrega de los informes a la empresa.

La oficina de planeación de piedecuesta hace entrega de los informes a evaluar por la empresa, cada uno de ellos con su respectivo estudio de suelos, estudio estructural, memorias de cálculo, planos arquitectónicos y documentos pertinentes.



- Se realiza una revisión detallada de estos, teniendo en cuenta los parámetros mínimos.

El modo de evaluar cada parámetro se presenta por cada tema a continuación:

6.4.1. TEMA: Art H.1.1.2.1 Firma de los estudios.

CRITERIO A CONSIDERAR: Ingeniero civil con 5 años de experiencia y/o estudios de postgrado en geotecnia.

Primeramente se revisaba en los anexos del documento por la copia de la tarjeta profesional y del copnia. De la mayoría de estudios revisados, la firma es uno de los ítems que más frecuentemente se omitía por los ingenieros siendo este uno de los más relevantes y necesarios, puesto que si este factor no se tenía muy probablemente el estudio se rechazaba. Con la copia del copnia se determinaba los años de experiencia y si se tenían estudios de postgrado se debía anexar el diploma para corroborarlo.

6.4.2. TEMA: Art. H.2.2.2.1 Información del proyecto.

CRITERIO A CONSIDERAR: Nombre, plano de localización, objetivos del estudio, descripción del proyecto y sistema estructural.

Muy pocos estudios de los evaluados presentaron sistema estructural de la edificación, sin embargo este no se consideraba un elemento determinante para causar rechazo del estudio, en la mayoría de los casos solo se presentaba la carga máxima en la estructura y este dato se consideraba como válido. Con respecto al resto de consideraciones estas siempre se presentaban.

6.4.3. TEMA: Art. H.2.2.2.1 Evaluación de Cargas.

CRITERIO A CONSIDERAR: No se podrán considerar como ESTUDIO GEOTECNICO DEFINITIVO aquellos estudios realizados con cargas preliminares donde solo se hayan tenido en cuenta las cargas de gravedad.

Los estudios que no contaban con sistema estructural tampoco lo hacían con la evaluación de cargas, sin embargo este criterio tampoco era una causal por sí sola de rechazo. Sin embargo, es necesario en los estudios para verificar que la estructura a construir sí pertenecía a la categoría que se planteaba.

6.4.4. TEMA: Art. H.2.2.2.1 Análisis geotécnico.

CRITERIOS A CONSIDERAR: Resumen de los análisis y justificación de los sistemas geotécnicos adaptados. Alternativas de cimentación y contención. Evaluaciones de estabilidad de las excavaciones.

Este parámetro agrupa otros ítem también estipulados en la tabla, como planteamiento de un sistema de cimentación y evaluación de la estabilidad. Sugiere que el estudio tenga información sobre cada análisis que se realice tanto de la parte geotécnica como de cimentación.

6.4.5. TEMA: Art. H.2.2.2.1 Planos de localización.

CRITERIOS A CONSIDERAR: Planos de localización regional y local del proyecto.

De las cosas más elementales a contener en un estudio. Muy rara vez no se presentaban y se localizan en las primeras hojas del informe. Por sí solo no era causal de rechazo pero se predisponía para serlo.

6.4.6. TEMA: Art. H.2.2.2.1 Información del subsuelo.

CRITERIOS A CONSIDERAR: Resumen del reconocimiento de campo, de la investigación realizada en el sitio de las obras, morfología del terreno, origen geológico, características físico-mecánicas, niveles freáticos o aguas subterráneas con la interpretación de su significado para el comportamiento del proyecto estudiado.

El no cumplimiento de este ítem es un factor recurrente en los malos estudios. Se evidenciaba que en informes de una misma empresa siempre se tenía la misma información geológica así el proyecto cambiara de zona, y la información a veces ni siquiera era relevante pues no se tenían en cuenta todas las consideraciones de este parámetro (morfología, geología local, geomorfología). Es muy importante en la revisión de estos estudios considerar esto como algo muy relevante y de no cumplirse rechazarse el estudio.

6.4.7. TEMA: Art. H.2.2.2.1 Información de cada unidad geológica.

CRITERIOS A CONSIDERAR: Identificación, espesor, distribución y parámetros obtenidos en los ensayos de campo y laboratorio.

Es esencial cuando se revisa un estudio contar con todos los soportes de los resultados que se muestran en el documento. Muchas veces empresas pasaban esto por alto y solo proporcionaban los valores finales sin fundamento alguno. En muchas ocasiones esto fue causal de rechazo para diversos estudios. Se considera un parámetro muy importante.

6.4.8. TEMA: Art. H.2.2.2.1 Ubicación de trabajos de campo.

CRITERIOS A CONSIDERAR: Localización de los sondeos realizados.

Casi todos los estudios aprobaban este parámetro y aunque la NSR-10 solo especifica contenido y no presentación de la información, en la mayoría se presentaban gráficos insignificantes donde se rayaba a mano la ubicación y el número de sondeo. Este se ubica usualmente después de la información geológica y antes del registro de sondeos. También se considera un ítem representativo en los estudios.

6.4.9. TEMA: Art. H.2.2.2.1 Registros de perforación.

CRITERIOS A CONSIDERAR: Perfiles de los sondeos.

Todos los estudios minimamente presentaban esto, allí se registra la profundidad de las perforaciones y el número de golpes por distancia de intrusión del tubo. Generalmente en el estudio se observa un resumen que depende de la cantidad de sondeos y donde se calcula el valor N SPT para cada profundidad; y en los anexos se encuentran los formatos diligenciados. Es de los parámetros más importantes del estudio.

6.4.10. TEMA: Art. H.2.2.2 Memorias de cálculo.

CRITERIOS A CONSIDERAR: Se debe incluir la memoria de cálculo con el resumen de la metodología seguida para cada tipo de problema analizado y el

resumen de los resultados en forma de gráficos y tablas.

Este parametro indica solo que los calculos y resultados aparte de ser presentados textualmente, también lo sean graficamente. Y que posean aval teorico. Este no representa un parametro significativo.

6.4.11. TEMA: Art. H.2.2.2.1 Resultado de pruebas y ensayos de campo y laboratorio.

CRITERIOS A EVALUAR: Resultado de cada uno de los ensayos de campo y laboratorio realizados en forma de gráficos o tablas.

La información suministrada en el estudio debe ser clara y muy bien explicada, y en los informes se dispone por lo general en los anexos de los formatos utilizados en campo. En los estudios evaluados hay discrepancia en este factor ya que en algunos no presentaban los soportes de todos los ensayos o presentaban solo de algunos y sin graficas.

Este factor tiene gran importancia en el momento de decidir la aprobación de un estudio.

6.4.12. TEMA: Art. H.2.3 Análisis de la existencia de agua subterránea.

CRITERIOS A EVALUAR: Los estudios geotécnicos deben analizar la existencia de agua libre, flujos potenciales de agua subterránea y la presencia de paleocauces.

Este factor es de los mas faciles de obtener en un estudio, puede ser con la realización de los sondeos o si se tiene una buena información geologica y geotecnica de la zona. En todos los informes lo presentan.

6.4.13. TEMA: Art. H.2.4.3 Cumplimiento de factores de seguridad mínimos para estabilidad de taludes.

CRITERIOS A EVALUAR: En la tabla H.2.4-1 se establecen los factores de seguridad básicos mínimos directos.

Figura 2. Factores de seguridad basicos minimos.

Condición	F_{SBM}		F_{SBUM}	
	Diseño	Construcción	Diseño	Construcción
Carga Muerta + Carga Viva Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	1.25	1.10	1.40	1.15
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático	1.10	1.00 (*)	No se permite	No se permite
Taludes – Condición Estática y Agua Subterránea Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Taludes – Condición Seudo-estática con Agua Subterránea Normal y Coeficiente Sísmico de Diseño	1.05	1.00 (*)	No se permite	No se permite

(*) Nota: Los parámetros sísmicos seudo estáticos de Construcción serán el 50% de los de Diseño

Fuente: Norma Sismo Resistente Colombiana 2010.

Este parametro asegura que se consideren factores de seguridad en los calculos que se efectuen para el suelo. Todos los estudios lo presentan.

6.4.14. TEMA: Art. H.2.5 Clasificación de los suelos como granulares o cohesivos.

CRITERIOS A EVALUAR: Se definen cuáles suelos pueden considerarse como granulares y cuáles como cohesivos.

Basandose en los resultados de las granulometrias, en los informes se debe especificar el tipo de suelo en el que se va a cimentar, ya que esto influye en muchos factores como lo es el tipo de cimentación. La mayoría de estudios lo plantean en el perfil estratigrafico del suelo. Se debe fundamentar este resultado con el debido formato de granulometria realizada.

Se verifica también que los suelos esten bien clasificados en cada granulometria segun el sistema de clasificación SUCS y la carta de plasticidad.

La no aprobación de este parametro puede determinar el rechazo del estudio.

6.4.15. TEMA: Art. H.3.1 Definir el número de unidades de construcción.

CRITERIOS A EVALUAR: Se define como unidad de construcción cada edificación o estructura independiente, separada por juntas de construcción cuya longitud en planta no supere los 80 metros.

Las unidades de construcción se definen como estructuras separadas por juntas de construcción. Comunmente en los estudios se presentaban para una sola unidad de construcción, es decir, una casa o una estructura solamente. Y siempre se mencionaba.

6.4.16. TEMA: Art. H.3.1.1 Clasificación de las unidades de construcción por categorías.

CRITERIOS A EVALUAR: La tabla H.3.2-1 define la profundidad mínima de sondeos para cada unidad de construcción, los cuales se afectan además de acuerdo a las características del proyecto.

Figura 3. Clasificación de unidades de construcción por categoría.

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN

Fuente: Norma Sismo Resistente Colombiana 2010.

Para definir la clasificación de la unidad se tiene en cuenta los niveles de construcción y las cargas maximas de servicio en las columnas. En todos los estudios revisados la categoría de la unidad fue **BAJA**.

Figura 4. Numero minimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

Fuente: Norma Sismo Resistente Colombiana 2010.

Y el numero minimo de sondeos y su profundidad se definen segun la clasificación de la unidad en el estudio. En todos los estudios revisados el numero minimo de sondeos es 3m y la profundidad minima 6 m.

Sin embargo hay que tener en cuenta que la NSR-10 también estipula que minimo el 50% de los sondeos se debe hacer a la profundidad minima, lo que significa que no todos se tienen que hacer a esa profundidad. Este parametro es determinante en los estudios y en algunos casos no se presentaba, o se presentaba una grafica sin soporte alguno de los formatos de campo.

6.4.17. TEMA: Cap.A.2. Definición de los niveles de amenaza sísmica y movimientos sísmicos de diseño.

CRITERIOS A EVALUAR: Se define los parámetros Aa, Av, Fa y Fv de acuerdo al N, Vs o Su y los resultados de los sondeos.

De los estudios revisados, casi todos presentaban estos parámetros puesto que provienen de gráficas que se encuentran fácilmente en el Reglamento Colombiano Sismo Resistente 2010.

Sin embargo, era muy común encontrar los valores de N SPT mal calculados y relacionándose con un tipo de suelo que no era, esto principalmente al mal uso de las fórmulas, errores en la digitación o al uso de valores muy aproximados. Este ítem sí es causal de rechazo por sí solo del estudio.

6.4.18. TEMA: Cap. H.7 Evaluación geotécnica de efectos sísmicos.

CRITERIOS A EVALUAR: De acuerdo a la caracterización del perfil litológico, se establecen los parámetros dinámicos del suelo para el análisis sísmico.

Para corroborar ítems como este es necesario tener en los anexos todos los ensayos realizados a los materiales extraídos del suelo. Por lo general en los estudios se calculaban estos parámetros mediante correlaciones con factores que si se encontraban mediante ensayos geofísicos.

6.4.19. TEMA: Art. H.3.3.3 Propiedades básicas mínimas de los suelos.

CRITERIOS A EVALUAR: Se especifican las propiedades mínimas de resistencia que se deben presentar, ensayo corte directo o SPT para suelos granulares y compresión simple o corte directo para suelos cohesivos.

En la gran mayoría de estudios se evidenciaba una tendencia a calcular parámetros como el ángulo de fricción a partir de límite líquido y la cohesión mediante correlaciones con el ensayo SPT. Muy pocos eran los informes que se presentaban con este tipo de ensayos.

Este indicador es de gran influencia puesto que los valores variaban según el origen de los mismos y no obstante, estos datos también son utilizados en cálculos de la estructura como capacidad portante.

6.4.20. TEMA: Cap. H.9 Condiciones geotécnicas especiales.

CRITERIOS A EVALUAR: Se requiere identificar los suelos expansivos, los suelos colapsables y analizar los efectos de la vegetación.

Esta condición es especial para estructuras y unidades de construcción más complejas y en los estudios no aplicaba.

6.4.21. TEMA: Art. H.4.6 Definición de la profundidad de cimentación.

CRITERIOS A EVALUAR: Se establecen las profundidades mínimas de cimentación para los cálculos de capacidad teniendo en cuenta la posibilidad de

erosión, tubificación, cambios de humedad y raíces de árboles.

La profundidad de cimentación se plantea de acuerdo a la distancia que se tiene suelo competente, sin embargo en un porcentaje de los estudios revisados, esta no se proponía correctamente puesto que no era acorde con la utilizaba para el calculo de la capacidad portante.

Este parametro es muy importante y podía causar rechazo del estudio.

6.4.22. TEMA: Art. H.4.7 Calculo de factor de seguridad de las cimentaciones.

CRITERIOS A EVALUAR: La NSR-10 aconseja los factores de seguridad que se deben cumplir para capacidad de soporte de cimentaciones.

En el calculo de las cimentaciones, se deben especificar todos los valores usados entre ellos el factor de seguridad.

Todos los estudios que presentaron calculo de cimentación, contemplaron este valor.

6.4.23. TEMA: Art. H.4.8 Cálculo de asentamientos.

CRITERIOS A EVALUAR: Se exige calcular los asentamientos mediante modelos de aceptación generalizada, empleando parámetros de deformación obtenidos a partir de ensayos de laboratorio o campo.

De los lineamientos que menos se presentaban en los estudios. Los principales problemas eran o que se presentaban mal efectuados, calculandose con valores que venian de estar mal en otros parametros como el ángulo de fricción o la cohesión o no se usaba la formula correcta para el tipo del suelo, sea granular o cohesivo.

Este parametro es de los mas importantes y por si solo causaba el rechazo del estudio.

6.4.24. TEMA: Cap. H.5 Estudio de estabilidad de taludes y laderas.

CRITERIOS A EVALUAR: Se establecen los procedimientos para el cálculo de estabilidad de taludes y excavaciones.

Esta condición es especial para estructuras que se vayan a construir en laderas o superficies inclinadas. Para estos estudios no aplicaba.

6.4.25. TEMA: Art. H.5.2.5 Definición del sismo de diseño para análisis seudoestático de taludes.

CRITERIOS A EVALUAR: Se definen los valores mínimos de aceleración para el análisis Pseudoestático de taludes.

Esta condición es especial para estructuras que se vayan a construir en laderas o taludes. Para estos estudios no aplicaba.

6.4.26. TEMA: Cap. H.6 Análisis de presiones de tierras y estructuras de contención.

CRITERIOS A EVALUAR: Se establecen los criterios para el análisis de presiones de tierra y estructuras de contención.

Se deben presentar el calculo de los factores K_a y K_p , que se pudo observar en la mayoría de los estudios revisados. Se mostraba comunmente al final del informe. Este factor por si solo no amerita rechazo del estudio.

6.4.27. TEMA: Art. H.2.2.2.1 Recomendaciones para el diseño, Art. H.2.2.2.1 Recomendaciones para la protección de edificaciones y predios vecinos y Art. H.2.2.2.1 Recomendaciones para la construcción. Sistema constructivo.

CRITERIOS A EVALUAR: Tipo de cimentación, profundidad de apoyo, presiones admisibles asentamientos calculados incluyendo diferenciales, parámetros para diseño de estructuras de contención, perfil de suelo para diseño Sismoresistente, planes de contingencia en caso de que se excedan los valores, evaluación de estabilidad de excavaciones, laderas y rellenos; y diseño de filtros. Se debe elaborar un capítulo que contenga estimación de los asentamientos ocasionados por presencia de nivel freático y otros efectos, diseño de sistemas de soporte y medidas preventivas. Es un documento de obligatoria elaboración, el cual debe ser verificado por las autoridades que expidan las licencias de construcción.

De los estudios revisados se podría decir que solo el 50 por ciento contemplaba todas las recomendaciones que se debian hacer en el informe, el resto los presentaba incompletas o simplemente no presentaban ninguna. Estos parametros no son tenidos en cuenta puesto que no se consideran importantes o relevantes dentro del informe. Por si solos no ameritan causal de rechazo del estudio, sin embargo, se debería considerar un mayor importancia para estas.

6.4.28. TEMA: Cap. H.8.4 Sistema constructivo de cimentaciones, Cap. H.8.1 Sistema geotécnico constructivo, Cap. H.8.2 Sistema constructivo de excavaciones, Cap. H.8.3 Sistema constructivo de estructuras de contención.

CRITERIOS A EVALUAR: Definir profundidad de desplante (en cap de soporte), secuencia para realizar las excavaciones, disposición de sobrantes, tiempo máximo de exposición, efectos de los cambios de humedad. Debe incluir el escenario más probable del proceso constructivo, considerando aspectos como secuencia de

excavación, métodos de perforación, tratamientos estabilizadores previos, aplicación de pre-cargas, cambios en las trayectorias de drenaje u otros que puedan alterar o modificar en forma importante el comportamiento de los geomateriales que conforman el suelo de fundación, procedimientos constructivos de la cimentación y planes de contingencia, de acuerdo con los numerales que apliquen de este Capítulo H.8. Procedimiento de excavación para minimizar los movimientos de las construcciones vecinas y servicios públicos, control de flujo de agua subterránea, secuencia de excavación, protección de taludes permanentes y plan de contingencia para excavaciones. Se debe incluir la secuencia completa de ejecución de actividades de tal manera que se garantice que los suelos no sufran variaciones importantes en su rigidez y resistencia, sistemas de drenaje preventivo.

Del mismo modo que los lineamientos anteriores, de este conjunto de parámetros son pocos los que se presentan (si es que se presentan), en su mayoría incompletos y solo calculando el tipo de cimentación. Esto también es debido a que a parámetros como disposición de sobrantes se les resta importancia del resto, por ende la omisión de estos en los estudios.

Por si mismos tampoco constituyen rechazo del estudio.

7. Analisis de resultados encontrados

A manera de resumen, a continuación se muestra de una forma mas gráfica lo comentado en el capítulo anterior, teniendo en cuenta todos los estudios revisados para un total de 151. En la tabla se evidencia en que porcentajes se presenta o no el cumplimiento de los parametros exigidos en la norma.

TEMA	% CUMPLIMIENTO	% NO CUMPLIMIENTO	NIVEL DE IMPORTANCIA
Art H.1.1.2.1 Firma de los estudios	100	0	ALTA
Art. H.2.2.2.1 Información del proyecto	90	10	ALTA
Art. H.2.2.2.1 Evaluación de Cargas	60	40	MEDIO
Art. H.2.2.2.1 Análisis geotécnico	100	0	ALTA
Art. H.2.2.2.1 Planos de localización	95	5	ALTA
Art. H.2.2.2.1 Información del subsuelo	70	30	MEDIO
Art. H.2.2.2.1 Información de cada unidad geológica	85	15	ALTA
Art. H.2.2.2.1 Ubicación de trabajos de campo	95	5	MEDIO
Art. H.2.2.2.1 Registros de perforación	100	0	ALTA
Art. H.2.2.2 Memorias de cálculo	95	5	ALTA
Art. H.2.2.2.1 Resultado de pruebas y ensayos de campo y laboratorio	100	0	ALTA
Art. H.2.3 Análisis de la existencia de agua subterránea	100	0	ALTA

Art. H.2.4.3 Cumplimiento de factores de seguridad mínimos para estabilidad de taludes	NO APLICA		-
Art. H.2.5 Clasificación de los suelos como granulares o cohesivos	100	0	ALTA
Art. H.3.1 Definir el número de unidades de construcción	60	40	MEDIO
Art. H.3.1.1 Clasificación de las unidades de construcción por categorías	70	30	ALTA
Art. H.3.2.3, H.3.2.4, H.3.2.5 y H.3.2.6 Cálculo del número mínimo de sondeos	100	0	ALTA
Art. H.3.2.3, H.3.2.4, H.3.2.5 y H.3.2.6 Definición de la profundidad mínima de los sondeos	100	0	ALTA
Cap. A.2 Definición de los niveles de amenaza sísmica y movimientos sísmicos de diseño	100	0	ALTA
Cap. H.7 Evaluación geotécnica de efectos sísmicos	100	0	ALTA
Art. H.3.3.3 Propiedades básicas mínimas de los suelos	60	40	ALTA
Cap. H.9 Condiciones geotécnicas especiales	NO APLICA		-
Art. H.4.6 Definición de la profundidad de cimentación	90	10	ALTA
Art. H.4.7 Calculo de factor de seguridad de las cimentaciones	100	0	MEDIO
Art. H.4.8 Cálculo de asentamientos	70	30	ALTA
Cap. H.5	NO APLICA		-

Estudio de estabilidad de taludes y laderas			
Art. H.5.2.5 Definición del sismo de diseño para análisis pseudoestático de taludes	NO APLICA		-
Cap. H.6 Análisis de presiones de tierras y estructuras de contención	90	10	ALTA
Art. H.2.2.2.1 Recomendaciones para el diseño	70	30	MEDIO
Art. H.2.2.2.1 Recomendaciones para la protección de edificaciones y predios vecinos	70	30	MEDIO
Art. H.2.2.2.1 Recomendaciones para la construcción. Sistema constructivo	70	30	MEDIO
Cap. H.8.4 Sistema constructivo de cimentaciones	80	20	ALTA
Cap. H.8.1 Sistema Geotécnico constructivo	80	20	ALTA
Cap. H.8.2 Sistema constructivo de excavaciones	80	20	MEDIO
Cap. H.8.3 Sistema constructivo de estructuras de contención	NO APLICA		-
Art. H.2.2.3 Recomendaciones para la supervisión técnica	NO APLICA (proyectos de categoría media, alta y especial)		-
No. TOTAL DE ESTUDIOS REALIZADOS	151		

Tabla 2 . Analisis de los resultados encontrados

Sí bien la mayoría de estudios cumplen con lo exigido, se evidencia que en los parámetros que se consideran de importancia media existen falencias en tanto que se presentan los mayores porcentajes de no cumplimiento. Esto debido a que no se le está dando la consideración necesaria para enfocar la atención en ese aspecto.

8. Aporte al conocimiento

- Principalmente el desarrollo de la presente practica orientada a la rama geotecnia de la ingenieria civil me proporcionó el conocimiento acerca de la importancia de los lineamientos a seguir en el control de la revision en los estudios geotecnicos al momento de ejecutar un proyecto, de como estos son los que determinan casi todo el futuro de la obra, desde el tipo de estructura a construir hasta la cantidad de niveles y unidades, asi como también tipo de cimentación a emplear. Adicional, se evidenció que se necesitan lineamientos mas estrictos con respecto a la normatividad que rige la información que se proporciona en dichos estudios, garantizando que los informes que no cumplan con los minimos requerimientos porque resten importancia a algunos valores estipulados en la norma, no sean aceptados ni avalados por ningun ente.
- También se conoció cuales son los parametros que mayor influencia tienen (asentamiento, capacidad portante, perfil estratigrafico y resultados de los ensayos) y menor influencia tienen (recomendaciones de todo tipo, disposición de sobrantes y minimización de tiempo en obra) en la revisión de los estudios geotecnicos , asi como cuales son los que comunmente omiten las empresas o ingenieros geotecnistas, que entre ellos se abarcan ensayos de corte directo y compresiones incofinadas.
- El Desenvolvimiento en ese entorno laboral, permitió el aprendizaje acerca de la facil identificación de los tipos de suelos con observar los valores N SPT o granulometrias, definir perfiles de suelos, tipos de estructuras y unidades de construcción.
- Se aprendió también sobre las distintas teorias de capacidad portantes y asentamientos, que existe cada una orientada a los diferentes tipos de suelos que hay y que dependiendo de estos las formulas y los valores entre un suelo y otro cambian.

9. Conclusiones

- Los estudios geotecnicos juegan un papel muy importante al momento de ejecutar una obra, debido a que estos son los que permiten o delimitan la magnitud de un proyecto basados en las investigaciones realizadas y en los resultados obtenidos en los diferentes ensayos.
- Dentro de los parametros mas importantes teniendo en cuenta la metodologia utilizada para la revisión de estudios geotecnicos se encontró que los de mayor relevancia son aquellos que estan relacionados con el cálculo de las propiedades fisicas del suelo como capacidad portante y asentamientos; entre otros. Y los menos tenidos en cuenta son los vinculados a recomendaciones e información geologica en general.
- Para que un estudio geotecnico sea óptimo y pueda ser aceptado debe contener los parametros minimos que se establecen en la norma NSR-10, la cual especifica entre ellos la descripción del proyecto, un estudio geologico completo de la zona (geologia regional, geologia local, geomorfología, geologia estructural), una variedad de ensayos que permitan determinar los parametros geomecanicos del terreno, calculos de la capacidad y comportamiento del suelo y recomendaciones geotecnicas.
- Se debe garantizar que toda la información y resultados que se presente en un informe geotecnico este avalada por sustentos teoricos (formulas, hipotesis, estudios) o ensayos que demuestren la veracidad de la misma; de igual forma, debe estar respaldada por un ingeniero con experiencia o con estudios de postgrados en geotecnia.
- Se debería mejorar los estandares que se tienen acerca de la regulación a los informes geotecnicos por parte de las entidades competentes, pues actualmente no se tiene mucha rigurosidad en ello y como consecuencia de esto se observa que se entregan estudios sin la cantidad minima de información requerida, generando eso inconvenientes a lo largo de la ejecución de un proyecto.
- Es muy importante siempre tener en cuenta que presentar un informe completo y con toda la información requerida no exemptua a la empresa o persona solicitante de que el seguimiento en todo el proceso constructivo, desde las excavaciones hasta la cimentación, se deban realizar en presencia de un ingeniero con experiencia enfocada en geotecnia o que posea estudios de postgrado en el tema, para que a cualquier contratiempo que se presente este pueda dar soluciones convenientes.

10. Referencias Bibliográficas

- TORRADO GOMEZ, Luz Marina. RONDÓN, José Alberto. Análisis y determinación de lineamientos para el aseguramiento de la calidad de los proyectos geotécnicos, 2014, 83 h. Monografía (Especialista en gerencia e interventoría de obras). Universidad Pontificia Bolivariana. Escuela de ingenierías. Facultad de ingeniería civil.
- PEREZ VARCARCEL, Juan. Conceptos generales de la mecánica del suelo. Departamento de la tecnología de la construcción, E.T.S. arquitectura a Coruña, la Coruña, España. Recuperado en 15 de octubre de 2010, de <http://www.udc.es/dep/dtcon/estructuras/ETSAC/Profesores/valcarcel/MaterMRHE-0809/1a-Mecanica%20Suelo.pdf>
- Wikipedia. Ingeniería geotécnica [en línea]. <https://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_geot%C3%A9cnica> [citado en 27 de marzo de 2016].
- Wikipedia. Reconocimiento geotécnico [en línea]. <https://es.wikipedia.org/wiki/Reconocimiento_geot%C3%A9cnico> [citado en 27 de marzo de 2016].
- Universidad de los Andes. Geotecnia [en línea]. <<https://civil.uniandes.edu.co/geotecnia>> [citado en 27 de marzo de 2016].
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. (2010). Bogotá, Colombia.
- COT ÁLCEGA, Alberto. Geotecnia para ingeniería civil y arquitectura. España, 2002, 492 h. Trabajo de grado (ingeniero civil). Universidad Politécnica de Catalunya. Facultad de ingenierías. Departamento de ingeniería civil.
- Instituto Nacional de Vías (INVÍAS). (04/12/2014). INVÍAS actualiza la Norma Colombiana de Diseño de Puentes. Recuperado de: <http://www.invias.gov.co/index.php/sala/noticias/2068-invias-actualiza-la-norma-colombiana-de-diseno-de-puentes>
- Ministerio de Transporte. (26/01/2015). RESOLUCIÓN 108 DE 26 DE ENERO DE 2015. Recuperado de: http://legal.legis.com.co/document?obra=legcol&document=legcol_0decab1864880152e0530a0101510152
- Toxement. (2014). Nuevo Código Colombiano de diseño de puentes – LRFD – NCP – 2014. Recuperado de: http://webidu.idu.gov.co:9090/pmb/opac_css/doc_num.php?explnum_id=1337