



# **UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

## **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO**

### **TEMA:**

**FACTORES GEOTÉCNICOS DEL SUELO DONDE SE ENCUENTRA  
ASENTADO EL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LA UNIVERSIDAD  
ESTATAL DE BOLÍVAR ANTE EVENTOS SÍSMICOS**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES  
Y GESTIÓN DEL RIESGO**

### **AUTORAS:**

**KATERIN LAURA MONTESDEOCA LARA**

**SANDRA NATALIA PUNINA GUANO**

### **ASESORA DE TESIS:**

**ING. GREY BARRAGÁN AROCA. MSc.**

**GUARANDA – ECUADOR**

**2019**

**CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO, EMITIDO  
POR LA TUTORA**

**CERTIFICA**

Yo, Ing. **GREY BARRAGÁN AROCA**, tutora del Proyecto de Investigación “ **FACTORES GEOTÉCNICOS DEL SUELO DONDE SE ENCUENTRA ASENTADO EL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR ANTE EVENTOS SISMICOS**”, elaborado por las señoritas: **KATERIN LAURA MONTESDEOCA LARA, C.I. 0202338802 Y SANDRA NATALIA PUNINA GUANO, C.I. 0202476198**; egresadas de la Escuela de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, considero que el presente trabajo investigativo ha sido revisado y cumple todos los requisitos necesarios para su **APROBACIÓN**, con el fin de su evaluación, como determina la Universidad Estatal de Bolívar.

Es todo cuanto puedo certificar y en honor a la verdad, apruebo la autorización del presente documento para los fines pertinentes para las interesadas.

Guaranda, 10 Julio 2019

  
Ing. Grey Barragan Aroca  
C.I. 0201535549  
**TUTORA.**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a Dios por dotarnos de capacidades, responsabilidades, por ser el inspirador y darnos fuerzas para continuar que gracias a él hemos logrado los objetivos propuestos en el transcurso de nuestras vidas.

A nuestros padres por su amor, trabajo, sacrificio y dedicación durante toda nuestra trayectoria estudiantil, a nuestros esposos e hijos, por habernos tolerado nuestra ausencia. Todo esto contribuyo para lograr el éxito profesional que ahora lo conseguimos y merecen esta gratitud.

A todas las personas que nos han apoyado que de una u otra manera hicieron posible que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

**KATERIN LAURA MONTESDEOCA LARA  
SANDRA NATALIA PUNINA GUANO**

## **AGRADECIMIENTO**

Al finalizar nuestro proyecto quiero utilizar este espacio para agradecer a Dios por todas sus bendiciones, por habernos dado la vida, quien ha sido nuestro guía durante nuestros años de estudios y la oportunidad de llegar a ser profesionales.

A nuestros padres quienes, a pesar de las dificultades presentes en la vida cotidiana, nos brindaron su apoyo incondicional y nos dieron los recursos necesarios para estudiar, a nuestros docentes por darnos su sabiduría, quienes ha sido nuestros guías al recorrer el camino de nuestra vida estudiantil a nuestras familias por tolerarnos nuestra ausencia y descuido; a la final logramos nuestro primer triunfo profesional gracias a ellos y nos sentimos agradecidas.

A la Universidad Estatal de Bolívar por ser el alma mater, un magnifico templo de enseñanza y del saber, donde nos alimentamos de conocimientos como los valores la educación los mismos que fueron fundamentales para nuestra formación profesional y como nuestra personalidad, de igual manera nuestros agradecimientos a la tutora de nuestro proyecto Ing. Grey Barragán Aroca. Msc, por su paciencia y excelente dirección durante el desarrollo del proyecto.

**KATERIN LAURA MONTESDEOCA LARA**  
**SANDRA NATALIA PUNINA GUANO**

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL .....	V
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	VIII
INDICE DE TABLAS .....	IX
ÍNDICE ANEXOS .....	IX
TEMA .....	X
RESUMEN EJECUTIVO.....	XI
INTRODUCCIÓN .....	XII
CAPÍTULO I.....	1
1. EL PROBLEMA.....	1
1.1.1 Planteamiento del problema .....	1
1.1.2 Formulación del problema .....	1
1.1.3 Objetivos: .....	2
1.3.1 General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
1.4 Justificación de la investigación.....	3
1.5 Limitaciones.....	4
1.5.1 Externas: .....	4
1.5.2 Internas: .....	4
CAPÍTULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Antecedentes de la investigación .....	5
2.2 Bases teóricas .....	7
2.2.1 Ubicación de la zona de estudio.....	7
2.2.2 Suelo.....	8
2.2.2.1 Origen y formación de suelos. ....	8
2.2.2.2 Los Suelos en Ingeniería Geológica.....	9
2.2.2.3 Problema de los Suelos.....	10
2.2.2.4 Tipos de Suelo.....	10
2.2.2.5 Estado de los suelos.....	11
2.2.2.6 Problemas de suelo en ingeniería.....	11
2.2.2.7 Factores geotécnicos del suelo .....	11
2.2.2.8 Características físicas del suelo.....	12
2.2.2.9 Estructuras geológicas.....	13
2.2.2.10 Litología.....	14
2.2.2.11 Influencia de la litología en el comportamiento geotécnico del terreno ..	14

2.2.2.12	<b>Hidrogeología del suelo</b> .....	15
2.2.2.12.1	<b>Permeabilidad</b> .....	15
2.2.2.12.2	<b>Nivel freático</b> .....	15
2.2.3	<b>Aceleración sísmica</b> .....	16
2.2.3.1	<b>Eventos Sísmicos</b> .....	16
2.2.3.2	<b>Tipos de sismos</b> .....	17
2.2.3.3	<b>Ondas sísmicas</b> .....	18
2.2.3.4	<b>Fuente de energía sísmica</b> .....	19
2.2.3.5	<b>Profundidad del foco</b> .....	20
2.2.3.6	<b>Formas de medición de intensidad y magnitud de los sismos:</b> .....	21
2.2.3.7	<b>Riesgos Sísmicos</b> .....	22
2.2.3.8	<b>Fallas y terremotos.</b> .....	22
2.2.3.9	<b>Estudio de fallas sísmicas.</b> .....	22
2.2.3.10	<b>Análisis de la sismicidad</b> .....	23
2.2.3.11	<b>Análisis de peligrosidad sísmica.</b> .....	23
2.2.3.11.1	<b>El método determinista, se fundamenta en.</b> .....	24
2.2.3.11.2	<b>Método probabilístico, basado en</b> .....	24
2.2.3.12	<b>Efectos de los movimientos sísmicos.</b> .....	24
2.2.3.12.1	<b>Efectos en los suelos</b> .....	25
2.2.3.12.2	<b>Efectos en las Construcciones.</b> .....	26
2.3	<b>Marco Legal</b> .....	26
2.3.1	<b>Constitución de la República del Ecuador.</b> .....	26
2.3.2	<b>Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía Y Descentralización (COOTAD).</b> .....	27
2.3.3	<b>Normas Ecuatorianas de Construcción.</b> .....	27
2.3.4	<b>Plan De Desarrollo y Ordenamiento Territorial</b> .....	29
2.3.5	<b>Plan Nacional de Desarrollo para El Buen Vivir, 2013.2017.</b> .....	29
2.4	<b>Sistemas de variables</b> .....	36
2.4.1	<b>Variable Independiente</b> .....	36
2.4.2	<b>Variable dependiente</b> .....	36
<b>CAPÍTULO III</b> .....		40
3	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	40
3.1	<b>Nivel de Investigación</b> .....	40
3.1.1	<b>Nivel Descriptivo</b> .....	40
3.1.2	<b>Nivel Exploratorio</b> .....	40
3.1.3	<b>Nivel Campo</b> .....	40
3.2	<b>Diseño</b> .....	40

3.3	Población y Muestra .....	41
3.4	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	41
3.5	Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos (Estadístico utilizado), para cada uno de los objetivos específicos .....	42
<b>CAPITULO IV .....</b>		<b>43</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....</b>	<b>43</b>
4.1	Resultados según objetivo 1.....	43
4.2	Resultados según objetivo 2.....	49
4.3	Resultados según objetivo 3.....	53
4.4.	<b>APORTE INVESTIGATIVO.....</b>	<b>60</b>
<b>CAPITULO V.....</b>		<b>66</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>66</b>
5.1	CONCLUSIONES.....	66
5.2	RECOMENDACIONES.....	68
<b>6.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>69</b>
<b>7.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>72</b>
7.1.	<b>ANEXO 1. Fotografías del edificio Administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar .....</b>	<b>72</b>
7.2.	<b>ANEXO 1. Informe de estudio de suelos actual .....</b>	<b>85</b>
7.3.	<b>ANEXO 3. Informe de Estudio de Suelo del Edificio de Salud y del Edificio Administrativo .....</b>	<b>131</b>
7.4.	<b>ANEXO 4. Documentos y oficios .....</b>	<b>164</b>
7.5.	<b>ANEXO 5. PLANOS ARQUITECTÓNICOS Y ESTRUCTURALES DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR.....</b>	<b>169</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 1. Universidad Estatal de Bolívar .....	8
Gráfico 2. Origen y formación del suelo .....	9
Gráfico 3. Los Suelos en Ingeniería Geológica.....	10
Gráfico 4. Tipos de Suelos .....	11
Gráfico 5. Factores geotécnicos del suelo.....	12
Gráfico 6. Características físicas del suelo .....	13
Gráfico 7. Estructuras geológicas.....	13
Gráfico 8. Imagen referencial Eventos Sísmicos .....	17
Gráfico 9. Ondas Sísmicas.....	18
Gráfico 10. Ondas superficiales .....	19
Gráfico 11. Estructura interna de la tierra y dos procesos asociados a ella; subducción y corrientes de convección.....	19
Gráfico 12. Esquematización de la teoría de rebote elástico .....	20
Gráfico 13. Foco sísmico .....	21
Gráfico 14. Estudio de fallas sísmicas .....	23
Gráfico 15. Efectos de los movimientos sísmicos .....	25
Gráfico 16. Efectos en los suelos.....	25
Gráfico 17. Efectos en las Construcciones. ....	26
Gráfico 18. Imagen satelital de la Ubicación de los puntos de perforaciones.....	44
Gráfico 19. Ubicación del sondeo SPT-1 .....	47
Gráfico 20. Ubicación del sondeo SPT-2.....	47
Gráfico 21. Ubicación del sondeo SPT-3.....	48
Gráfico 22. humedad.....	48
Gráfico 23. esquema de cimentación superficial .....	50
Gráfico 24. Capacidad de carga SPO1 .....	50
Gráfico 25. Capacidad de carga SPO2.....	51
Gráfico 26. Capacidad de carga SPO3.....	51
Gráfico 27. Aceleración del suelo .....	53
Gráfico 28. Imput manager.....	54
Gráfico 29. Número de movimientos. Movimiento Topanga .....	55
Gráfico 30. Movimiento Topanga .....	55
Gráfico 31. Capas y metros de perforación. ....	56
Gráfico 32. Aceleración.....	56
Gráfico 33. Velocidad de la onda .....	57
Gráfico 34. Desplazamiento de la onda.....	57
Gráfico 35. Resultado de la aceleración Sísmica.....	57
Gráfico 36. Aceleración sísmica.....	58
Gráfico 37. factor z de aceleración según NEC 2015.....	58
Gráfico 38. Amplitud de la Onda .....	59
Gráfico 39. Cuarteados y pisos.....	65



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos Principales del edificio Administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar ..	7
Tabla 2. Influencia de la litología en el comportamiento geotécnico del terreno .....	14
Tabla 3. Escala de magnitud o Richter .....	21
Tabla 4. Matriz de Variable Independiente .....	37
Tabla 5. Matriz Variable Dependiente .....	39
Tabla 6. puntos georreferenciales.....	44
Tabla 7. resultados.....	45
Tabla 8. Nivel freático.....	45
Tabla 9. SPT.....	45
Tabla 10. Clasificación SUCS.....	46
Tabla 11. Parámetros para el diseño sismo resistente .....	53
Tabla 13. Cuadro de sismos en Ecuador año 2009 al 2019 – más de 4 grados.....	61

## ÍNDICE ANEXOS

<b>ANEXO 1</b> .....	70
<b>ANEXO 2</b> .....	85
<b>ANEXO 3</b> .....	164
<b>ANEXO 4</b> .....	93

**TEMA**

**“FACTORES GEOTÉCNICOS DEL SUELO DONDE SE ENCUENTRA ASENTADO  
EL EDIFICIO ADMNISTATIVO DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR  
ANTE EVENTOS SÍSMICOS”**

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación, denominado “FACTORES GEOTÉCNICOS DEL SUELO DONDE SE ENCUENTRA ASENTADO EL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR ANTE EVENTOS SÍSMICOS”, tiene como objetivo principal conocer cuáles son los factores geotécnicos del suelo existentes, su estructura geológica y la aceleración del suelo del lugar donde se construyó el edificio administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar.

Para ello, se analizó las características físicas del suelo mediante un estudio de suelo que se efectuó en el terreno donde se encuentra construido el edificio, se revisó documentos bibliográficos realizados por expertos en el área de geología y geotecnia tales como Luis González, Theofilos Toulkeridis y otros, basados fundamentalmente en la parte teórica que contribuyeron a entender la estructura del suelo y su capacidad de resistencia frente a eventos sísmicos.

Se repasó las estructuras geológicas del lugar mediante el estudio realizado por Escorza 1993 titulado “Levantamiento geológico de la depresión de la ciudad de Guaranda”, se ingresa datos importantes del estudio de suelo con los que se obtiene la caracterización de la aceleración del suelo mediante una simulación en un software llamado “Proshake 2.0” que ayuda a determinar la aceleración de las ondas sísmicas de acuerdo al porcentaje dado en las Normas Ecuatorianas de Construcción 2015 (0.35) y del Instituto Geofísico (0.22 a 0.28); se determinó si los eventos sísmicos afectaron a la estructura del edificio administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar.

Una vez concluido la revisión bibliográfica y la práctica de campo se llegó a las siguientes conclusiones: el lugar donde está asentado el edificio administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar de acuerdo con los sondeos se determinó que son suelos altamente húmedos y mezcla de arenas con limos plásticos y que además no es suficiente el drenaje de aguas que permitan mantener el suelo seco, resistente y firme. En cuanto a la estructura geológica Escorza menciona que la Ciudad de Guaranda está conformada por rocas volcánicas producto de la erupción del volcán Chimborazo.

## INTRODUCCIÓN

El terremoto ocurrido en Ecuador el pasado 16 de abril del 2016 con magnitud 7,8 siendo el epicentro en el cantón Pedernales en la provincia de Manabí, es una experiencia crítica vivida por todos los ecuatorianos y una muestra de que no se cumplió con las normas ecuatorianas de construcción en la que se evidenció mucha pérdida de vidas humanas y bienes materiales, por lo que hoy en día es de suma importancia cumplir con las NEC para la reducción del riesgo ante sismos. (Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica del Ecuador, 2016)

El trabajo investigativo denominado “FACTORES GEOTÉCNICOS DEL SUELO DONDE SE ENCUENTRA ASENTADO EL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR ANTE EVENTOS SÍSMICOS”, se debió a la necesidad de saber a ciencia cierta las causas por las que se producen constantemente varias fisuras en las paredes y pisos del mencionado edificio.

Para ello, es necesario saber las características físicas del suelo, su estructura Geológica y la aceleración del suelo frente a eventos sísmicos sobre la que se encuentra construido el edificio administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar.

Pero también analizar si los eventos sísmicos ocurridos durante estos últimos años han contribuido también a que se produzcan estos inconvenientes en el edificio mencionado.

Siendo un proyecto de investigación, era necesario estructurar de la siguiente manera:

**El Capítulo I**, titulado El Problema que es la importancia de conocer los factores geotécnicos del suelo en el que se encuentra asentado el edificio administrativo, resume el planteamiento y formulación del problema, los objetivos generales y específicos, la justificación por la que se realiza la investigación y las limitaciones encontradas en el transcurso de la investigación.

**El Capítulo II** que es el Marco Teórico contiene: antecedentes, bases teóricas sobre el suelo las características del suelo y sus componentes, como también sobre los eventos sísmicos, causas y consecuencias; el glosario y la matriz de variables.

**Capítulo III** del Marco Metodológico, consta de: Nivel de investigación como es el descriptivo, exploratorio de campo, diseño, población y muestra, técnicas e instrumentos, como procedimiento y análisis.

**Capítulo IV**, lo conforma ya los resultados o logros alcanzados según los objetivos planteados en la investigación

Finalmente, **el Capítulo V**, termina con las conclusiones y recomendaciones que toda investigación contiene.

A lo que se suma la bibliografía consultada y los anexos: fotos, estudio de suelo y planos: arquitectónico y estructural del edificio administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar.

Cumpliendo de esta manera todo el proceso de un proyecto de investigación.

# CAPÍTULO I

## 1. EL PROBLEMA

### 1.1.1 Planteamiento del problema

El edificio Administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar presenta fisuras y grietas tanto internas como externas razón por la cual se toma en consideración el trabajo investigativo denominado “FACTORES GEOTÉCNICOS DEL SUELO DONDE SE ENCUENTRA ASENTADO EL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR ANTE EVENTOS SÍSMICOS”, para conocer cuáles son los factores principales que está afectado.

La geotecnia del suelo donde está asentado el edificio es un factor importante para determinar las características físicas del suelo como su textura, estructura, color, densidad, drenaje y porosidad, que se determina a través del estudio de suelo.

Su estructura geológica es otro factor que interviene para el estudio de esta investigación, donde se conocerá el basamento, la cobertera y la forma geológica de la ciudad de Guaranda.

Para la aceleración del suelo se basará en la simulación de un software donde permite ingresar datos en base a los resultados del estudio de suelo.

### 1.1.2 Formulación del problema

¿Cuáles son los Factores Geotécnicos del suelo donde se encuentra asentado el edificio Administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar ante eventos sísmicos?

### **1.1.3 Objetivos:**

#### **1.3.1 General**

Analizar los factores geotécnicos del suelo donde se encuentra asentado el Edificio Administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar ante eventos sísmicos.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos.**

- ✓ Analizar las características físicas del suelo donde se encuentra asentado el edificio Administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar ante eventos sísmicos.
- ✓ Identificar las estructuras geológicas sobre el que se encuentra asentado el edificio Administrativo.
- ✓ Caracterizar la aceleración del suelo sobre el que se encuentra asentado el edificio Administrativo frente a eventos sísmicos

#### **1.4 Justificación de la investigación**

El presente proyecto de investigación denominado “FACTORES GEOTÉCNICOS DEL SUELO DONDE SE ENCUENTRA ASENTADO EL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR ANTE EVENTOS SÍSMICOS”, permite conocer los factores geotécnicos del suelo, las estructuras geológicas y la caracterización de la aceleración del suelo donde se encuentra construido el edificio.

Ecuador es un país que se encuentra ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, también presenta placas tectónicas por lo que está en constante movimiento, las mismas que producen sismos ya sean leves o de gran magnitud todo esto dependiendo del tipo de suelo que conformen cada lugar.

Guaranda está conformado en su geología por rocas volcánicas producto de la erupción volcánica del Chimborazo y por suelos de diferentes características físicas, en este caso el Suelo del Edificio donde se encuentra asentado es de suelo limo. Es de suma importancia debido a que esos terrenos anteriormente eran pantanosos y dedicados exclusivamente a pastoreo de animales.

Es pertinente porque a más de tener relación directa con la carrera, servirá como elemento de prevención de desastres con impredecibles consecuencias en caso de que sucedieran sismos de gran magnitud que afectarían el suelo y la construcción misma.

Se tomó en consideración el edificio administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar, ubicado en Alpachaca, Parroquia Guanujo del Cantón Guaranda, porque es el más afectado con fisuras y grietas de paredes y pisos; este estudio se realiza en el presente año (2019).

Este proyecto investigativo, a más de prevenir un desastre en caso de eventos sísmicos, contribuirá a la consulta de varios investigadores o como elemento base para futuras investigaciones respecto al tema de Factores Geotécnicos del Suelo.

Se considera que este u otro estudio de prevención de desastres servirá para alertar a todos los trabajadores y usuarios del edificio para hacer las respectivas correcciones constructivas, o en caso de un desastre ocasionado por eventos sísmicos, tengan el menor costo posible en vidas humanas y bienes.



## **1.5 Limitaciones**

Para el presente Proyecto de Investigación se pueden considerar las siguientes limitaciones:

### **1.5.1 Externas:**

-Falta de laboratorios para estudios del suelo en la Facultad de Ciencias de la Salud y del ser Humano (Escuela de Administración para desastres y Gestión del Riesgo).

### **1.5.2 Internas:**

- No existen especialistas en estudios de suelo.
- Escasa bibliografía sobre Geotecnia en la Universidad Estatal de Bolívar.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

Una vez aprobado el Tema del Proyecto de Investigación denominado “FACTORES GEOTÉCNICOS DEL SUELO DONDE SE ENCUENTRA ASENTADO EL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR ANTE EVENTOS SÍSMICOS”, se procede a realizar un estudio de lo que aconteció antes de la construcción del edificio administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar, arrojando los siguientes resultados: La mayor parte de suelos del país son de origen Volcánico y esencialmente de la región sierra, Guaranda se debe a los procesos Volcánicos del Volcán Chimborazo y de otros volcanes de la región por lo que en diferentes partes de la ciudad se encuentra depósitos piro clásticos, lahares y ceniza volcánica, dando origen a la presencia de basalto, tobas, piedras pómez, areniscas, entre otros. (Daniel & Quinaloa, 2014)

Creada la Universidad Estatal de Bolívar por el Congreso Nacional, en Julio 1989; y, puesto el ejecútase por parte del presidente de la República del Ecuador, se requería de un campus universitario para sus actividades administrativas y académicas, razón por la cual, y luego de varias gestiones se procede a la compra de los terrenos ubicados en Alpachaca, de la Parroquia Guanujo, perteneciente al Cantón Guaranda.

Dichos terrenos están ubicados en una parte de la hondonada que viene desde cuatro esquinas hasta la quebrada de la ex distribuidora Coca Cola, los mismos que por ser pantanosos y cubiertos de pasto, fueron destinados inicialmente para el pastoreo de ganado, ovejas y cerdos. De hecho, estos son terrenos no destinados a la construcción de viviendas o edificios grandes, debido al alto grado de humedad e inestabilidad del terreno. En caso de que esto sucediera, era necesario realizar los estudios de suelo de manera muy técnica para que en lo posterior no se produzcan hundimientos de tierra o fisuras y caídas de construcciones.

Adquiridos estos terrenos por parte de la Universidad Estatal de Bolívar se procedió a rellenar la quebrada sin realizar el respectivo drenaje y desfogue de las aguas hacia la quebrada, motivo por el cual están sucediendo eventos de desestabilización del suelo y fisuras en varias construcciones, especialmente de los ubicados en la parte donde pasaba la sequía de desfogue;

esto es de conocimiento de todos los vecinos del lugar, de los investigadores de suelo y de nuestra propia observación durante varios años.

A esto se suma lo que no se tomó en cuenta estudio y los riesgos de la amenaza sísmica para la zona de Guaranda la principal causa es el fenómeno de la subducción “placas de nazca y continental” que es la principal causa de los eventos sísmicos del país, otro factor que constituye la influencia de la falla regional de Pallatanga, así como las fallas locales como las del río Guaranda, río Salinas, Río Chimbo entre otros (Pérez Porto & Merino, 01).

En la época de construcción del edificio Administrativo no existió el estricto cumplimiento de las Normas establecidas por la Dirección de Planificación del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda y además no existían aun las Normas Ecuatorianas de la Construcción en lo que tiene que ver con: cargas (no sísmicas), peligro sísmico y requisitos de diseño sismo resistente, riesgo sísmico, evaluación, rehabilitación de estructuras, geotecnia y diseño de cimentaciones, estructuras de hormigón armado, estructura de acero y estructuras de mampostería estructural. La Constitución de la República se expide recién en el año 2008; en los artículos 389 y 390, establece claramente la protección del Estado frente a cualquier desastre natural o antrópico y por lo tanto delega a los Gobiernos Autónomos Descentralizados, la regulación y control para edificaciones.

Para el año 2011 se promulga el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización COOTAD, que, entre otras cosas, en los artículos 54 y 57, ordena y obliga la regulación y control de todas las construcciones, para lo cual se deben aplicar ciertas normas técnicas para construir y dispone mediante Ordenanzas Municipales.

Las Normas Ecuatorianas de Construcción, para el año 2015, establecen parámetros técnicos claros que se deben cumplir antes y en el momento de construir, las cuales obligatoriamente deben ser cumplidas.

Se obtiene el estudio de suelo del sitio donde se construyó el edificio de la Facultad de Jurisprudencia, como también el estudio de suelo del lugar donde se construyó posteriormente el edificio de Ciencias de la Salud y del Ser Humano que colinda con el edificio administrativo construido con anterioridad.

En este último estudio y en vista de que detectaron fisuras, grietas y hundimientos del edificio y en el suelo, en el edificio administrativo y terrenos contiguos, proceden hacer un informe de suelos de dicho lugar en el año 2018.

## 2.2 Bases teóricas

Para poder analizar teóricamente el presente trabajo de investigación denominado “FACTORES GEOTÉCNICOS DEL SUELO DONDE SE ENCUENTRA ASENTADO EL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR ANTE EVENTOS SÍSMICOS”, es necesario desglosar las dos variables componentes, darles contenido y comentar.

En primer lugar, los **factores geotécnicos del suelo**, los mismos que se clasifican por su: textura, estructura, resistencia, densidad, porosidad, temperatura y color del suelo. Donde para obtener todos estos resultados se realiza el estudio de suelo con SPT Sondeos de Penetración estándar.

Luego se trata la siguiente variable de los **eventos sísmicos**, su concepto, origen, clasificación y efectos. En la cual para obtener datos realizamos revisión bibliográfica del catálogo acerca de los eventos sísmicos ocurridos en Ecuador mayor de 4 grados en escala de Richter por lo que fueron afectados las construcciones en la provincia Bolívar.

Así como también se obtuvo datos de aceleración de suelo ingresando al programa de ProShake 2.0 versión actualizada que utilizan para estudios de suelos en diferentes lugares del país por ejemplo: los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Machala donde utilizaron el programa de Proshake y lo realizan a través de variables básicas como son las estratigrafías que se encarga del estudio de normas y caracteres del suelo e interpreta, identifica la funcionalidad de las rocas sedimentarias estratificadas.

### 2.2.1 Ubicación de la zona de estudio

El edificio administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar se encuentra ubicado en la ciudad de Guaranda provincia Bolívar; dentro del Campus Universitario Alpachaca Av. Ernesto Che Guevara s/n y Av. Gabriel Secaira.

*Tabla 1. Datos Principales del edificio Administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar*

<b>Georeferenciación</b>	X: 721726      Y: 9826209
<b>Fecha de Construcción</b>	Inicio en el año 2000 concluyendo la obra en el año 2004
<b>Área de construcción</b>	1092.14
<b>Perímetro</b>	162.14
<b>Población fija</b>	49 trabajadores
<b>Población flotante</b>	150 personas

**Elaborado por:** Punina & Montesdeoca

Gráfico 1. Universidad Estatal de Bolívar



**Fuente:** Imagen satelital de Google Earth Pro

## 2.2.2 Suelo

Es un conjunto de agregado natural de partículas, minerales separables entre las que existen huecos o poros interconectados, de manera que el agua puede fluir a su través. Como es fácil imaginar, el camino de filtración resulta bastante tortuoso, ya que el agua ha de sortear la gran cantidad de obstáculos que suponen las partículas del suelo. En consecuencia, en el proceso se producirán pérdidas de carga hidráulica (Gonzalez de Vallejo, 2004).

La palabra suelo se deriva del latín solum, que significa suelo, tierra o parcela. Los suelos se forman por la combinación de cinco factores interactivos; material, parental, clima, topografía, organismos vivos y tiempo. Los suelos constan de cuatro grandes componentes como materia mineral, materia orgánica, agua y aire. (Extendido, 2012)

### 2.2.2.1 Origen y formación de suelos.

Tienen origen en los macizos rocosos preexistentes que constituyen la roca madre, sometida a la acción ambiental disgregadora de la erosión en tres fases.

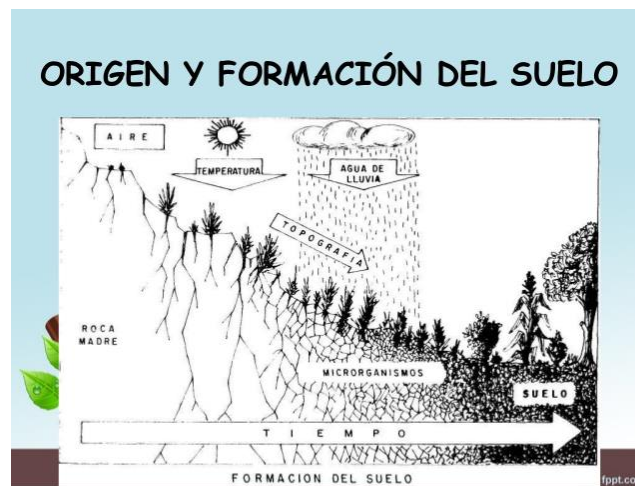
- Física por cambios térmicos,
- Químicos por fenómenos de hidratación,

- biológicas ocasionadas por la actividad bacteriana.

Esto provoca fenómenos de disgregación y transformación de la roca originando el perfil de meteorización.

El suelo que permanece intacto sin ser transportado a ninguna parte, toma el nombre de residual, cuando es transportado formando depósitos coluviales, aluviales u otros, se lo llama transportado.

Gráfico 2. Origen y formación del suelo



*Fuente: (Gonzalez de Vallejo, 2004)*

### 2.2.2.2 Los Suelos en Ingeniería Geológica.

La acción antrópica, en un entorno geográfico, concreto, altera las condiciones del medio natural al realizarse excavaciones, explanaciones, aplicación de cargas al terreno, etc. La respuesta del terreno frente a esa alteración depende de su constitución y características, de los condicionantes geológicos del entorno de las propiedades que están relacionadas con las actuaciones humanas y de la acomodación de la obra realizada al entorno natural (Gonzalez de Vallejo, 2004).

Gráfico 3. Los Suelos en Ingeniería Geológica.



*Fuente: (Gonzalez de Vallejo, 2004)*

### 2.2.2.3 Problema de los Suelos.

- De formalidad, introducen cargas y acciones exteriores y puede llevar a situaciones extremas de roturas.
- Problemas de flujo del agua, que ocurre al interior del suelo que dura un tiempo para estabilizarse y se llama consolidación.

### 2.2.2.4 Tipos de Suelo.

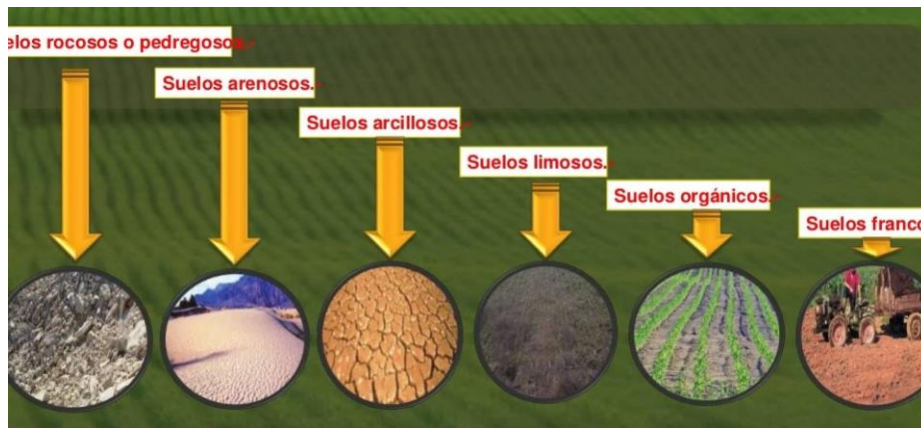
Se clasifican en cuatro grandes grupos en función a su granulometría:

- **Gravas**, donde los granos se observan directamente, no tienen agua.
- **Arenas**, con partículas comprendidas entre 2 y 0,060 mm todavía son observables a simple vista, cuando se mezclan con agua no se forman agregados continuos sino se separan fácilmente.
- **Limos**, entre 0,060 y 0,002mm estas retienen el agua mucho mejor que los de tamaños superiores, si se forma una pasta agua-limo y se la golpea se puede observar que el agua se destila con facilidad.
- **Arcillas**, partículas inferiores a los limos, son de tamaño gel y se necesita que haya habido transformaciones químicas para llegar a esos tamaños. Hace que la capacidad de retención del agua sea muy grande, por lo que son materiales muy problemáticos.

Plasticidad, se define por el contenido de agua, tiene límite líquido, se obtiene amasando es suelo seco.

Índice de plasticidad, es el intervalo de humedades, para pasar del estado semisólido al semilíquido.

Gráfico 4. Tipos de Suelos



*Fuente: (Gonzalez de Vallejo, 2004)*

#### 2.2.2.5 Estado de los suelos.

- Identificación del estado del suelo por su granulometría y plasticidad.
- Determinación de su estado real con la muestra sin conservar su estructura inicial.
- Respuesta del suelo frente a los cambios.

#### 2.2.2.6 Problemas de suelo en ingeniería.

Son parte del medio natural sometido a la acción antrópica.

Aquellos que plantean problemas especiales por su condición y acción de la naturaleza.

Por su capacidad portante o resistencia, con el incremento de tensiones.

La deformabilidad, por la estructura a cimentar que experimenta los movimientos de la cimentación.

Por su perennidad a largo tiempo, por las condiciones de resistencia y deformabilidad.

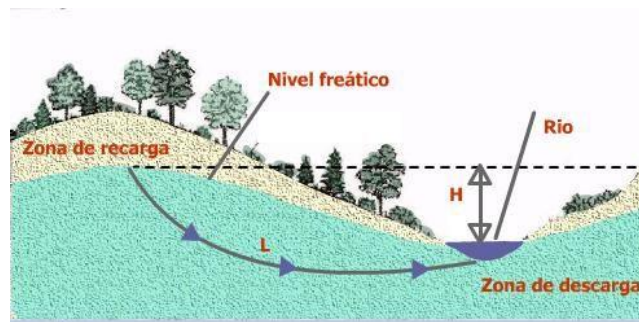
#### 2.2.2.7 Factores geotécnicos del suelo

Los factores geotécnicos del suelo han evolucionado de una manera acelerada de acuerdo al desarrollo de la ciencia y la tecnología.

“La geotecnia 2000 dispone de los medios necesarios y una dilatada experiencia para la realización de exhaustivos estudios de terreno y obtener los parámetros geotécnicos representativos, así como la geometría de los estratos o capas subyacentes” (GEOTECNIA, Caracterización ambiental de pasivos ambientales, descontaminación de suelos y aguas subterráneas y estudios geotécnicos para la edificación y obra civil., 2000)



Gráfico 5. Factores geotécnicos del suelo



*Fuente: (Gonzalez de Vallejo, 2004)*

### 2.2.2.8 Características físicas del suelo

Las características del suelo están determinadas por muchas razones, entre las cuales se encuentran:

- **Por su textura**, depende de la proporción de partículas minerales de diferentes tamaños,
- **Por su tamaño**, las partículas se clasifican de la siguiente manera:
  - **Arena**, que puede tener un diámetro de 0,05 a 2 mm, conformadas de piedras, grava y cascajo.
  - **Limo**, de un diámetro que va de 0,002 a 0,5 mm, de característica gruesa, fina o muy fina.
  - **Arcilla**, cuya característica es de un diámetro menor a 0,002 mm, que cuando se humedece se convierte en plástica y pegajosa y al secarse se convierte en terrones duros y resistentes.
- **Por su estructura**, de acuerdo a la unión de partículas que forman agregados y se forman suelos de estructura esferoidal, laminar, prismática, blocosa y granular.
- **Por su resistencia**, es la fuerza que ejerce para romperse y deformarse y puede el suelo convertirse en: suelto, suave, duro (mientras más dureza más energía).
- **Por su densidad**, que es el peso por volumen del suelo, por porosidad; a suelo poroso menos denso, menos poroso más denso; con más materia orgánica, el suelo será más poroso y menos denso.
- **Por su aireación**, que se comprueba de acuerdo al contenido de aire del suelo, esta es crítica en suelos anegados.
- **Por su temperatura**, que influye en sus procesos bióticos y químicos.
- **Por el color del suelo**, es en base a sus componentes y se distingue en base al contenido de humedad; el rojo contiene óxidos de fierro y manganeso, el amarillo indica óxidos de fierro

hidratado, el blanco y gris señalan presencia de cuarzo, yeso y caolín; el negro y marrón contiene materia orgánica

Gráfico 6. Características físicas del suelo



Fuente: (Gonzalez de Vallejo, 2004)

### 2.2.2.9 Estructuras geológicas.

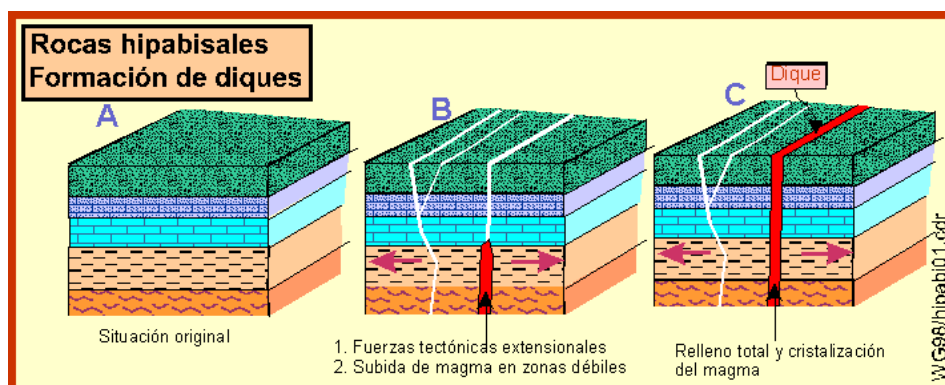
“Las estructuras geológicas determinan el desarrollo del relieve terrestre, ejemplo de ello se aprecia en las formas topográficas, las cuales se presentan como manifestaciones directas de las mismas en un área determinada” (Venezolana, 2018)

El suelo por sus estructuras geológicas se clasifica en:

**Suelos residuales**, que se forman mediante procesos de meteorización física y química especialmente donde existen condiciones cálidas húmedas; pero también ocurren muy de repente en zonas frías, se caracterizan por plasticidad, Angulo de fricción, relación de vacíos, cohesión, compresibilidad, resistencia al cortante y compactación.

**Suelos transportados**, son fruto de procesos de transformación que se trasladan y se depositan en las partes bajas, es el sedimento movido por el agua, hielo, gravedad, vientos y erosión.

Gráfico 7. Estructuras geológicas.



Fuente: (Gonzalez de Vallejo, 2004)

### 2.2.2.10 Litología

La litología es parte de la geología que se encarga principalmente del estudio de las rocas; el tamaño de grano, de las partículas y sus características físicas y químicas. La litología es para entender el relieve, ya que dependiendo de la naturaleza de las rocas se comportarán de una manera concreta ante los empujes tectónicos, los agentes de erosión y transporte y los diferentes climas de la Tierra. (La Guia Geografia, 2007)

La roca es una masa de materia mineral coherente, consolidado y compacta y se pueden clasificar por su origen, edad, estructura, etc.

Se pueden clasificar en rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.

- **Rocas ígneas.** – son resultados del enfriamiento en la corteza terrestre del magma a través de la erupción volcánica. Son resultado de la cristalización y solidificación del magma. Un ejemplo es el basalto y la diorita. (La Guia Geografia, 2007)
- **Rocas sedimentarias.** – son aquellas que se forman por la acumulación de sedimentos a las orillas de los ríos, fondo de barrancos y valles
- **Rocas, metamórficas.** -se deben al aumento de presión y el calor interno de la Tierra, se recristalizan e incluyen minerales nuevos y cambian su naturaleza totalmente; se da por tres causas: por contacto con el magma, por tensiones de dos rocas en una falla, y por la presión de grandes masas de rocas.

### 2.2.2.11 Influencia de la litología en el comportamiento geotécnico del terreno

Tabla 2. Influencia de la litología en el comportamiento geotécnico del terreno

Litología	Factores característicos	Problemas geotécnicos
Rocas duras	- Minerales duros y abrasivos	- Abrasividad - Dificultad de arranque
Rocas blandas	- Resistencia media a baja - Minerales alterables	- Roturas en taludes - Deformabilidad en túneles - Cambio de propiedades con el tiempo
Suelos duros	- Resistencia media a alta	- Problemas en cimentaciones con arcillas expansivas y estructuras colapsables
Suelos blandos	- Resistencia baja a muy baja	- Asientos en cimentaciones - Roturas en taludes
Suelos orgánicos y biogénicos	- Alta compresibilidad - Estructuras, metaestables	- Subsistencia y colapsos

**Elaborado por:** Punina & Montesdeoca, 2019

**Fuente:** Ingeniería Geológica (Gonzalez de Vallejo, 2004)

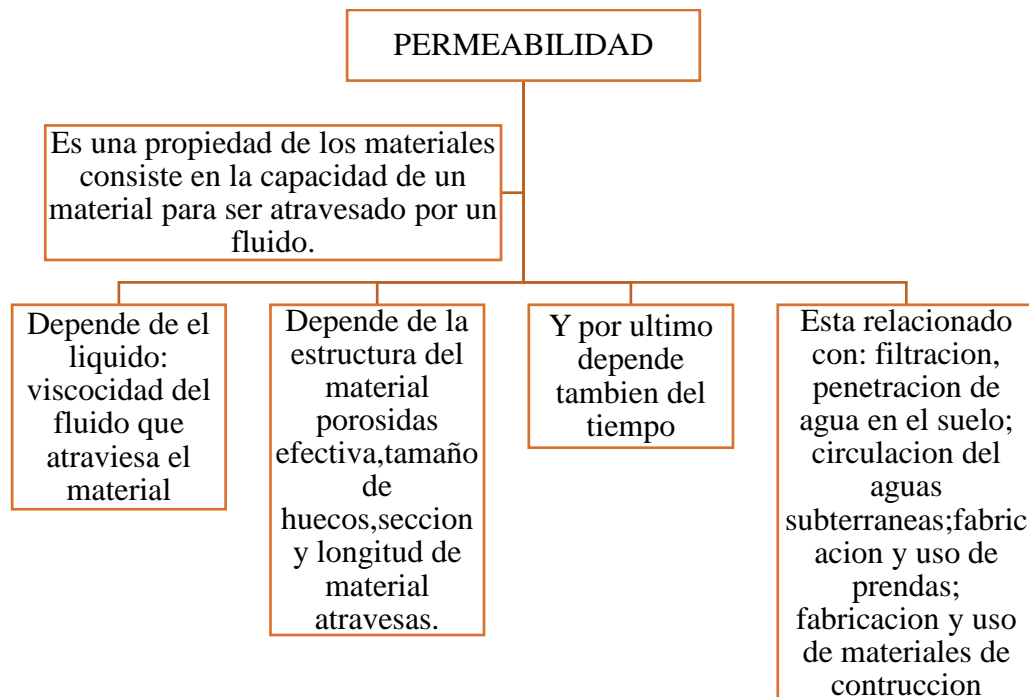
Según ESCORZA,1993 en la denominada “Depresión de Guaranda”, el lugar donde se encuentra Guaranda estaría formada por el basamento conformado por rocas volcánicas básicas a intermedias, las mismas que son impermeables y muy duras, que constituirían el estrato inferior y la cobertura está formada por rocas piroclásticas y lahares del cuaternario que cubren el basamento estimándose un espesor de unos 60m. (Luis, 2017)

## 2.2.2.12 Hidrogeología del suelo

### 2.2.2.12.1 Permeabilidad

La permeabilidad del suelo se define como la capacidad este para conducir aire y agua. No debe confundirse con la tasa de infiltración que es la velocidad a la que el agua pasa al suelo superficial.(Guaranda & El, 2015)

Ilustración 1.Permeabilidad



**Elaborado por:** Punina & Montesdeoca

**Fuente:** Análisis de contenidos de permeabilidad (Cortés Gracia, 2006)

### 2.2.2.12.2 Nivel freático

Se puede definir como nivel freático al nivel superior del agua en un acuífero o más correctamente como el lugar donde la presión del agua es igual a la de la presión atmosférica. El nivel freático o también llamada capa freática puede medirse mediante perforaciones en el subsuelo. La distancia medida entre el agua subterránea y la superficie se corresponde con el nivel freático. (GEOTECNIA, GEOTECNIA, 2018)

### **2.2.3 Aceleración sísmica**

Es una medida utilizada en sismología, que consiste en una medición directa de las aceleraciones que sufre la superficie del suelo, expresada en relación a la del campo gravitatorio ( $g=9,8$  metros sobre segundo al cuadrado). La aceleración máxima de un evento sísmico permite establecer la relación entre la magnitud y el radio de afectación, es decir permite delimitar un máximo de energía liberada en una zona específica, siendo ese dato útil para la comparación del factor  $z$  estipulado en la normativa de construcción vigente. (Vol, 2018)

El factor  $z$  expresa la aceleración sísmica esperada para un lugar determinado en cual formula en relación a la gravitación terrestre. ( $g$ )

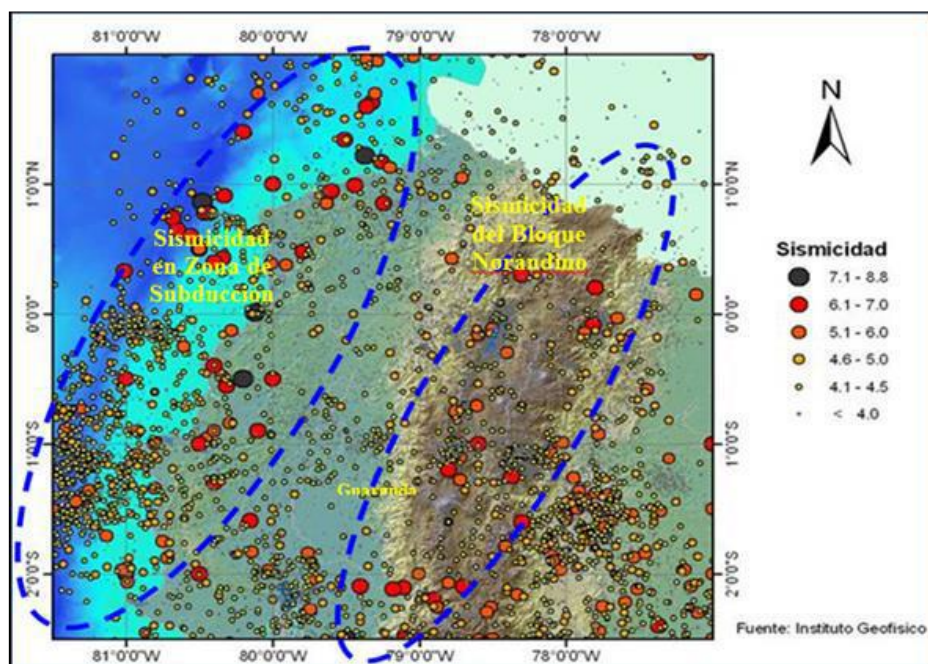
A diferencia de otras medidas que cuantifican terremotos, a aceleración sísmica no es una medida de la energía total liberada del terremoto, por lo cual no es una medida de magnitud sino de intensidad. (Vol, 2018)

#### **2.2.3.1 Eventos Sísmicos**

Según varios científicos, los sismos se clasifican en: tectónicos cuando son ocasionados por el movimiento de las placas tectónicas, volcánicas cuando son provocados por las erupciones volcánicas y a estas se suman las provocadas por el hombre mediante el lanzamiento de una bomba atómica o por la utilización de sensores electromagnéticos de los cuales disponen las grandes potencias.

“Los sismos son fenómenos geológicos que se producen periódicamente, Ocurren debido al movimiento de las placas tectónicas que, al desplazarse, deslizarse, colisionar o deformarse, generan energía que es liberada en forma de temblor, a este tipo de sismos se los clasifica como sismos tectónicos” (Pérez Porto & Merino, 2010).

Gráfico 8. Imagen referencial Eventos Sísmicos



*Fuente: (GEOSFISICO, n.d.)*

La ciudad de Guaranda históricamente ha sido afectada por fuertes sismos, según el Catálogo del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, por cuatro ocasiones de 1797 y 1911 originados probablemente en la falla de Pallatanga, una de las más activas del país. Otro en 1674 posiblemente por una falla local y en 1942 ocasionado en la zona de subducción a más de 218km provocó fuertes afectaciones en la ciudad. Según estudios del IG-EPN en el 2017 “amenaza sísmica para la Guaranda” el riesgo sísmico de la zona de Guaranda tiene su principal causa en el fenómeno de subducción de las placas Nazca y Continental y otras influencias como las fallas locales. (Luis, 2017)

### 2.2.3.2 Tipos de sismos

Las **causas naturales** de los sismos son:

- Por erupciones volcánicas, las mismas que son periódicas y que producen movimiento tectónico en un radio de acción que depende de la fuerza liberada por la boca del volcán y que causa desgracias humanas y materiales.
- Los sismos tectónicos ocurren por el movimiento de las placas tectónicas al interior de la tierra y que al liberar su energía también producen temblores o terremotos, de acuerdo a su fuerza liberada.
- Por hundimiento, cuando existen espacios vacíos al interior de la superficie de la tierra causados por humedad u otras razones y que en un momento dado se hunde, esa energía

produce movimiento en el radio de acción correspondiente; estos eventos son circunstanciales y no continuos.

- Por deslizamientos de tierra, como un deslave fuerte o desplazamiento de una montaña y también es muy esporádico y sus consecuencias son menores.

Los **sismos causados por el hombre**, son aquellos provocados por los seres humanos con la utilización de los avances de la ciencia y la tecnología tales como:

- Por el lanzamiento de la bomba atómica: aclaran que esa es una posibilidad remota, pero que causa movimiento sísmico y sus consecuencias son fatales como en el caso de Hiroshima y Nagasaki.
- Por la aplicación de las ondas magnéticas causadas por el hombre y que producen movimientos sísmicos controlados que pueden ser fuertes, medianos y menores.

### 2.2.3.3 Ondas sísmicas

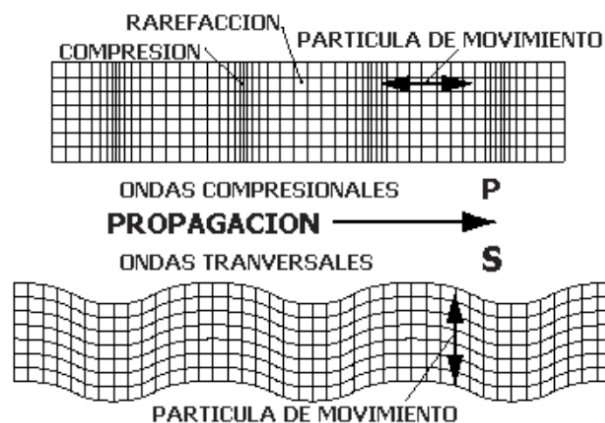
#### 2.2.3.3.1 Ondas de Cuerpo

- El primer tipo es onda de compresión porque consiste en la transmisión de compresiones y rarefacciones como en el caso de la transmisión del sonido, en este caso las partículas del medio se mueven en el mismo sentido en que se propaga la onda.(Madrid, 2011)
- El segundo tipo es ondas transversales o de cizallamientos; las partículas se mueven ahora en dirección perpendicular a la dirección de la propagación de la onda. El grafico 9 demuestra esquemáticamente la propagación de estas ondas en bloque elástico.(Madrid, 2011)

Ondas compresionales= P

Ondas transversales= S

Gráfico 9. Ondas Sísmicas



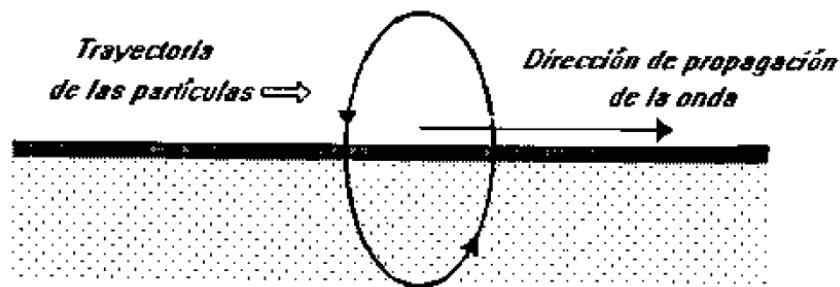
**Fuente:** Sismología (Madrid, 2011)

### 2.2.3.3.2 Ondas superficiales

Cuando un sólido posee una superficie libre como la superficie de la Tierra puede generarse ondas que viaja a lo largo de la superficie. Estas ondas tienen su máxima amplitud en la superficie libre la cual decrece exponencialmente con la profundidad. La trayectoria que describen las partículas del medio al propagarse la onda es elíptica retrograda y ocurre en el plano de propagación de la onda. (Madrid, 2011)

ver gráfico 10

Gráfico 10. Ondas superficiales



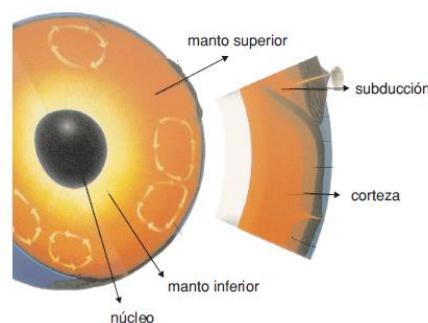
Fuente: Sismología (Madrid, 2011)

### 2.2.3.4 Fuente de energía sísmica

la parte superior de la Tierra, la corteza (15-20km de espesor) está constituida por rocas de gran dureza y resistencia, capaces de deformarse elásticamente y almacenar energía de deformación; a mayor profundidad el aumento de la temperatura convierte las rocas en un material dúctil y débil, incapaz de permanecer en estado de deformación elástica por mucho tiempo. (El, 1800)

Ver gráfico 11

Gráfico 11. Estructura interna de la tierra y dos procesos asociados a ella; subducción y corrientes de convección.



Fuente: Sismología (El, 1800)

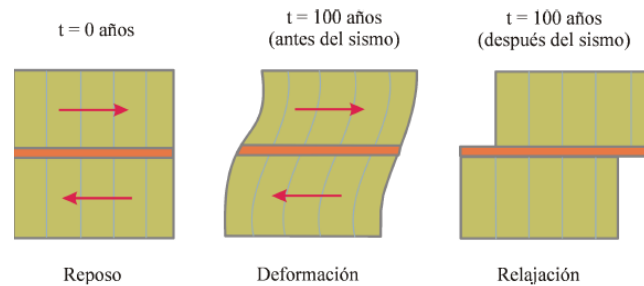
Cuando una roca es sometida a una fuerza esta se deforma y al cesar la fuerza recupera su forma original; en la tierra la deformación elástica se produce de manera lenta y gradual, produciendo esfuerzos normales y de cizalla acumulando en el material enormes cantidades de energía de deformaciones. cuando se alcanza el límite de resistencia cuando se sobrepasan las fuerzas de



fricción se inicia un proceso de ruptura en las zonas, a débiles o en las zonas de, mayor concentración de esfuerzos. Este fracturamientos está acompañado por rebotes elástico a ambos lados de la falla a partir del punto de inicio de ruptura, propagándose a lo largo del plano de falla y causando que la roca a ambos lados del mismo se desplace en sentido opuesto.(El, 1800)

Ver gráfico 12

Gráfico 12. Esquemización de la teoría de rebote elástico



**Fuente:** Sismología (El, 1800)

Los sólidos pueden fallar por esfuerzos de tensión (falla normal o de deslizamiento), por esfuerzos de compresión (falla inversa o de cabalgadura), por esfuerzos de cortante (falla transcurrente o de rumbo), o por combinación de esfuerzos. La energía sísmica es radiada en diferentes direcciones en cantidades distintas, dependiendo de los distintos tipos de ondas y de la geometría de la fractura.(El, 1800)

### 2.2.3.5 Profundidad del foco

Foco sísmico es el lugar en tiempo y espacio donde se produce la concentración de energía y a partir del cual esta se propaga en forma de ondas sísmicas.(El, 1800)

El punto donde se produce el movimiento sísmico se denomina **epicentro** (foco o hipocentro).

“El punto exacto en donde se origina el sismo se llama foco o hipocentro, se sitúa debajo de la superficie terrestre a unos pocos kilómetros hasta un máximo de unos 700 km de profundidad.

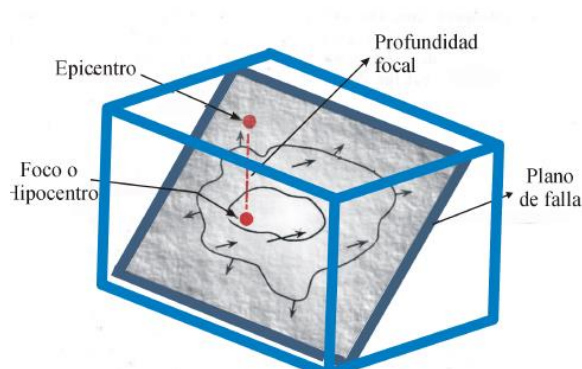
El epicentro es la proyección del foco a nivel de tierra, es decir, el punto de la superficie terrestre situada directamente sobre el foco, donde el sismo alcanza su mayor intensidad. La falla de una roca es causado precisamente por la liberación repentina de los esfuerzos (compresión, tensión o de cizalla) impuestos al terreno, de esta manera, la tierra es puesta en vibración; esta vibración se debe a que las ondas sísmicas se propagan en todas las direcciones y transmiten la fuerza que se genera en el foco sísmico hasta el epicentro en proporción a la intensidad y magnitud de cada sismo” (Pérez Porto & Merino, 2010).

Los parámetros que determinan el foco puntual de un sismo son:

- Las coordenadas geográficas relacionadas a un punto en la superficie. Epicentro

- La profundidad, es decir la distancia hacia el interior de la Tierra a partir del epicentro. La profundidad más el epicentro determinan el hipocentro
- El tiempo de origen, es decir el momento a partir del cual se inició la liberación de energía en forma de ondas sísmicas.

Gráfico 13. Foco sísmico



**Fuente:** Sismología (El, 1800)

### 2.2.3.6 Formas de medición de intensidad y magnitud de los sismos:

**Escala de intensidad o Mercalli**, es la que determina tanto el lugar, como el volumen de los daños causados por los movimientos sísmicos. Es una evaluación cualitativa de los daños causado por el sismo, consta de doce grados de intensidad denotados en números romanos del I al XII. Fue modificada en 1931 por H. O. Wood y F. Neuman. (Mexicano, 2017)

**Escala de magnitud o Richter**, la que posibilita medir la energía liberada mediante sismógrafos.

Tabla 3. Escala de magnitud o Richter

Magnitud, escala Richter	Efectos del sismo o terremoto
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado
3.5-5.4	A menudo se siente, pero solo causa daños menores
5.5-6.0	Ocasiona daños ligeros a edificaciones
6.1-6.9	Daños severos donde vive muchas personas
7.0-7.9	Terremoto mayor, graves daños
8 o mayor	Gran terremoto, destrucción total

**Elaborado por:** Punina & Montesdeoca

**Fuente:** Servicio Geológico (Mexicano, 2017)

### **2.2.3.7 Riesgos Sísmicos.**

Un estudio de riesgos sísmicos debe contener.

- Evolución de condiciones sísmicas.
- Determinación de la peligrosidad sísmica.
- Cálculo de probabilidades dinámicas de terremoto,
- Criterios geológicos y sísmicos para sismo resistencia.
- Elaboración de mapas de micro zonación.
- Análisis de vulnerabilidad de infraestructura, y
- Medidas de prevención, protección y asistencia.

### **2.2.3.8 Fallas y terremotos.**

Realizar la caracterización de las fuentes de los terremotos por lo que la tectónica de las placas indica la distribución de la sismicidad a escala global.

Régimen de Stick Slip y ciclo del sismo, que requiere de un modelo de funcionamiento de las fallas sísmicas.

Área de ruptura magnitud, que observa la magnitud de la falla, como el desplazamiento superficial.

Tasas de deslizamiento y periodo de recurrencia, los grandes terremotos se relacionan con la velocidad media con las que se mueven las fallas.

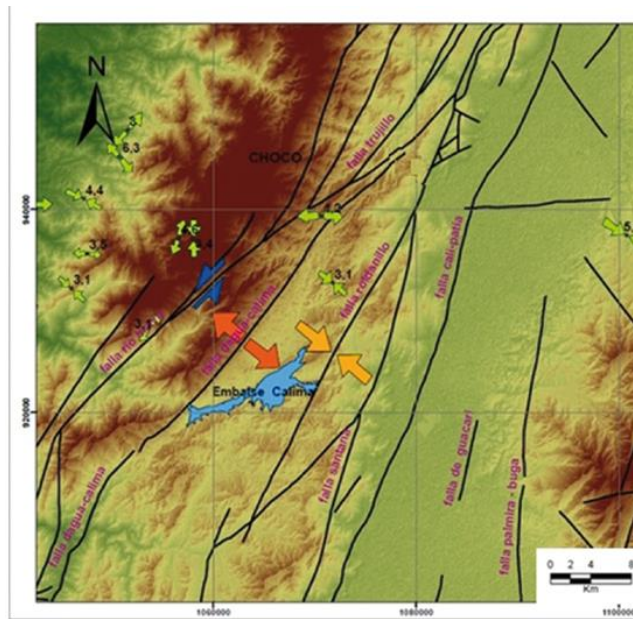
Registro geológico de actividad en fallas, hay que mirar el salto acumulado en fallas activas y deslizamientos que interfieren con procesos morfológicos y estratigráficos de la superficie de la tierra.

### **2.2.3.9 Estudio de fallas sísmicas.**

Se requiere realizar.

- Un marco tectónico que es una situación geodinámica en tectónica de placas.
- Análisis paleo sísmico de las fallas para lograr la velocidad media, y
- Evaluación de los parámetros sísmicos de terremotos actuales.

Gráfico 14. Estudio de fallas sísmicas



*Fuente: (Gonzalez de Vallejo, 2004)*

### 2.2.3.10 Análisis de la sismicidad

Se requiere información sísmica básica.

- Catálogo sísmico de posición, magnitud, intensidad, profundidad focal y duración.
- Distribución de epicentros, elaborar mapa de epicentros.
- Mecanismos focales y distribución de esfuerzos.
- Intensidades observadas y efectos con mapas de isosistas.
- Acelero gramas de movimiento.
- Energía liberada.

Para ello hacen falta los siguientes estudios.

- Revisión de sismicidad histórica.
- Evaluación de parámetros sísmicos.
- Leyes de atenuación.
- Distribución y recurrencia de terremotos.
- Regionalización sísmica.
- Relaciones sismo tectónicas.

### 2.2.3.11 Análisis de peligrosidad sísmica.

- **Deterministas**, basadas en el registro histórico.
- **Probabilísticas**, se fundamentan en periodos de recurrencia.

La vulnerabilidad sísmica es la cuantificación del daño o grado de daño que se espera sufra una determinada estructura o grupo de estructuras, sometida o sometidas a la acción dinámica de una sacudida del suelo de una determinada intensidad. Por ejemplo, equivaldría a decir que un 30% de las edificaciones construidas con hormigón armado sufrieron danos graves si se produjera un terremoto de grado VII en una determinada Ciudad (ALICANTE, 2015).

**2.2.3.11.1 El método determinista,** se fundamenta en.

- Fuentes sismo genéticas.
- Estructura tectónica capaz.
- Provincia sismo tectónica.

**2.2.3.11.2 Método probabilístico,** basado en

- Definición de las fuentes sismo genéticas.
- Actividad de las fuentes.
- Efectos de los terremotos en los desplazamientos.
- Estimación de la peligrosidad.\

**2.2.3.12 Efectos de los movimientos sísmicos.**

Los efectos que causan los temblores o terremotos especialmente en el tema que nos ocupa son: hundimientos de la tierra, fractura de la superficie de la corteza terrestre; y, estos a su vez pueden causar fisuras de paredes, desestabilización de las bases: o también en eventos más fuertes: derrumbe de edificios, casas e infraestructura de la zona: lo primero es lo que sucedió con algunas construcciones de la Universidad Estatal de Bolívar, especialmente en el edificio de administración (Rectorado).

Cuando existen problemas estructurales en el edificio, es preferible hacer una evaluación y de ser del caso evacuar para evitar la pérdida de vidas humanas, hasta repararlo: o si es del caso derrocarlo para evitar consecuencias fatales.

Siempre hay que velar por la seguridad humana por sobre todas las cosas.

El Geólogo Theofilos Toulkeridis, catedrático de la ESPE dice, que el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, no está entregando datos correctos sobre los sismos, aunque cuenta con muy buenos equipos, pero no se está haciendo bien los cálculos y la triangulación de los movimientos de la tierra, así como la ubicación de su epicentro (Toulkerides, 2019).

*Gráfico 15. Efectos de los movimientos sísmicos*



*Fuente: (Gonzalez de Vallejo, 2004)*

#### **2.2.3.12.1 Efectos en los suelos**

En el caso particular de los terrenos de la Universidad Estatal de Bolívar, estos eran pantanosos y fueron rellenados sin las más elementales nociones de técnica geológica, solamente con tierra la misma que no fue compactada adecuadamente y allí se construyeron todas las edificaciones, especialmente el edificio administrativo con un peso demasiado fuerte y en el lugar no adecuado.

*Gráfico 16. Efectos en los suelos*



*Fuente: (Gonzalez de Vallejo, 2004)*

### **2.2.3.12.2 Efectos en las Construcciones.**

Los efectos consecuentes son precisamente el resquebrajamiento de la superficie (piso) que desestabiliza al edificio y causa graves problemas a la construcción y a las personas que se encuentran trabajando allí.

Eso, produce fisuras en las paredes de todo el edificio desde hace muchos años atrás y que solamente se los ha cubierto sin hacer un análisis pormenorizado del suelo y de la estructura del edificio para saber exactamente las causas del deterioro.

*Gráfico 17. Efectos en las Construcciones.*



*Fuente: (Gonzalez de Vallejo, 2004)*

## **2.3 Marco Legal**

### **2.3.1 Constitución de la República del Ecuador.**

**En la sección novena de la Constitución de la República del Ecuador 2008 en el Artículo 389:** El Estado protegerá a las personas, las colectividades y a la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y el mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad (ASAMBLEA NACIONAL DEL ECUADOR, 2008).

Literal 6. Realizar y coordinar acciones necesarias para reducir la vulnerabilidad y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventualidades, efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional (ASAMBLEA NACIONAL DEL ECUADOR, 2008).

**Artículo 390.** Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria que implicara la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ambiente geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión de riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindara el apoyo necesario con respeto a su autoridad en su territorio y sin relevarlo de su responsabilidad (ASAMBLEA NACIONAL DEL ECUADOR, 2008).

### **2.3.2 Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía Y Descentralización (COOTAD).**

**Artículo 54. Literal O.** Regular y controlar las construcciones en la circunscripción cantonal, con especial atención a las normas de control y prevención de riesgos y desastres (COOTAD, 2011).

**Artículo 57.** Literal W. Expedir la ordenanza de construcción que comprenda las especificaciones y normas técnicas legales por las cuales deban regirse en el cantón la construcción, reparación, transformación y demolición de edificios y de sus instalaciones, Literal X. Regular y controlar, mediante la normativa cantonal correspondiente, el uso del suelo en el territorio del cantón, de conformidad con las leyes sobre la materia y establecer el régimen urbanístico de la tierra (COOTAD, 2011).

### **2.3.3 Normas Ecuatorianas de Construcción.**

Las Normas Ecuatorianas de Construcción (NEC), promovida por la subsecretaria de Habitad y Asentamientos Humanos del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), tiene como objetivo primordial la actualización del Código Ecuatoriano de la construcción (2001), con la finalidad de regular los procesos que admitan cumplir con las exigencias básicas de seguridad y calidad en todo tipo de edificaciones como consecuencia de las características del proyecto, la construcción, el uso y el mantenimiento; especificando parámetros, objetivos y procedimientos con base a los siguientes criterios :

- Establecer parámetros mínimos de seguridad y salud
- Mejorar el mecanismo de control y mantenimiento
- Definir principios de diseño y montaje con niveles mínimos de calidad
- Reducir el consumo energético y mejorar la eficiencia de energética
- Aprobar el cumplimiento de los principios básicos de habitabilidad
- Fijar responsabilidades, obligaciones y derechos de los actores involucrados



**NEC-SE-CG: Carga (no sísmicas).**

Contempla los factores de cargas no sísmicas que deben considerarse para el cálculo estructural de las edificaciones, cargas permanentes, cargas variables, cargas accidentales y combinaciones de cargas.

**NEC-SE-DS: Cargas Sísmicas: Diseño Sismo Resistente.**

Contiene los requerimientos técnicos y las metodologías que deben ser aplicadas para el diseño sismo resistente de las edificaciones, estableciéndose como un conjunto de especificaciones básicas y mínimas, adecuadas para el cálculo y el dimensionamiento de las estructuras que se encuentran sujetas a los efectos de sismos en algún momento de su vida útil.

**NEC-SE-RE: Rehabilitación Sísmica de Estructuras.**

Este documento se vincula principalmente con la norma NEC-SE-DS para la rehabilitación sísmica de edificaciones existentes estableciendo los lineamientos para la evaluación de riesgos sísmico con los edificios, incluyendo parámetros para la inspección y evaluación rápida de estructuras con la valoración probabilística de las pérdidas materiales, para una gestión efectiva del riesgo sísmico.

**NEC-SE.GM: Geotecnia y Diseño de Cimentaciones**

Contempla criterios básicos a utilizarse en los estudios geotécnicos para edificaciones, basándose en la investigación del subsuelo, la geomorfología del sitio y las características estructurales de la edificación, proveyendo de recomendaciones geotécnicas de diseño para cimentaciones futuras, rehabilitación o reforzamiento de estructuras existentes.

**NEC-SE-HM: Estructuras de Hormigón Armado.**

Contempla el análisis y dimensionamiento de los elementos estructurales de hormigón armado para edificaciones, en cumplimiento con las especificaciones técnicas de normativa nacional e internacional.

**NEC-SE-MP: Estructuras de Mampostería Estructural**

Contempla criterios y requisitos mínimos para el diseño y la construcción de estructuras de mampostería estructural, para lograr un comportamiento apropiado bajo condiciones de carga vertical permanente o transitoria, bajo condiciones de fuerzas laterales y bajo estados ocasionales de fuerzas atípicas. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, s.f.)

## **PELIGROSIDAD SISMICA**

La frecuente confusión entre los conceptos de riesgo, vulnerabilidad y peligrosidad sísmica, recomienda distinguir con precisión estos conceptos. El riesgo sísmico, según la definición propuesta en 1980 por la U.N.E.S.C.O. en la publicación "Terremotos" (UA, 2017).

### **2.3.4 Plan De Desarrollo y Ordenamiento Territorial**

Artículo 12. Medidas de protección para uso en zonas de riesgo y vulnerabilidad. Literal f. Áreas de riesgo y vulnerabilidad, con el fin de precautelar la vida de los ciudadanos, la infraestructura del Cantón Guaranda, no se legalizará la tenencia de terrenos que se encuentren en zonas calificadas como especial por riesgo y vulnerabilidad, conforme lo señalado en los planos de riesgo de la Ciudad de Guaranda y la vulnerabilidad física estructural de la zona urbana de Guaranda (GAD Municipal Guaranda, 2014).

Literal G. Se establece que, en zonas declaradas de alto riesgo y vulnerabilidad e inundaciones, sismos, deslizamientos, afectaciones por procesos volcánicos y otra amenaza, se prohíbe cualquier tipo de construcción de viviendas e infraestructura esencial (GAD Municipal Guaranda, 2014).

Aclaración. Existe el subcomponente de riesgos y desastres ambientales, que establece ciertas normas para los estudios de suelo y de presentación de planos para su aprobación, con el fin de evitar riesgos hidrológicos, movimientos en masa, geológicos, climáticos, antrópicos, por lo que se recomienda trabajar más a profundidad en cuanto a gestión de riesgos en el nuevo Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Guaranda.

### **2.3.5 Plan Nacional de Desarrollo para El Buen Vivir, 2013.2017.**

Objetivo 7. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental, territorial y global.

La política 7.10 propone implementar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático para reducir la vulnerabilidad económica y ambiental con énfasis de atención prioritaria (Plan Nacional del Buen Vivir, 2013).

## DEFINICIÓN DE TÉRMINOS (GLOSARIO)

**Aceleración sísmica:** es una medida utilizada en sismología que consiste en una medición directa de las aceleraciones que sufre la superficie del suelo, normalmente la unidad de aceleración utilizada es la intensidad del campo gravitatorio ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ) (Flores, 2018)

**Amenaza:** Es un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales. Amenaza es la probabilidad de ocurrencia de todo evento que afecta a los seres humanos. (Soldano, 2009)

**Boleo:** Es un fragmento de roca que ha sufrido transportación y meteorización haciéndola un poco redonda y fragmentada. Debido a su tamaño y peso su presencia en los depósitos naturales de suelo tiende a mejorar la estabilidad de las cimentaciones. (Gonzalez de Vallejo, 2004).

**Capsula:** Es un instrumento que se utiliza para recoger las muestras de suelos al ser introducidos al interior de la tierra, ingresa en ella de acuerdo a los golpes que se realizan a través del martillo durante la perforación. (Román Villegas & Eigner, 2017).

**Catástrofes:** La catástrofe puede ser natural, como un tsunami, una sequía o una inundación, o por la mano del hombre, como una guerra.

**Cimentaciones:** Conjunto de elementos estructurales de una estructura cuya misión es de transmitir sus cargas o elementos apoyados en ella al suelo distribuyendo de forma que no superen su presión admisible debido a que la resistencia del suelo es menor que de los pilares o muros que soportan, el área de contacto entre el suelo y la cimentación deben ser más grandes que los elementos soportados, excepto en suelo rocosos muy coherentes. La estabilidad de la edificación depende en gran medida el tipo de terreno sobre el que se asienta, (Guevara-Urquiza, Paredes-Cortez, Valdivieso-Toral, & Erquicia-Martín, 2014)

**Desastre:** Es el resultado de una combinación de condiciones de riesgo, vulnerabilidad social y las limitadas capacidades de los hogares o comunidades para reducir los potenciales impactos negativos de la amenaza. Un desastre es una desgracia de gran magnitud que afecta enormemente a las víctimas o los perjudicados (División de Medio Ambiente, 2009)

**Drenaje:** es eliminar el exceso de agua deprimiendo los niveles freáticos, mejorando a aireación con frecuencia se puede comprobarse desperfectos en los edificios ya que se deben a los movimientos producidos por el desagüe inadecuado del agua. (AGUAS, 2015)

**Epicentro:** Aquello que se encuentra “sobre el centro”, llegó al latín como epicentro y luego derivó en nuestro idioma en epicentro. El concepto se emplea para nombrar al centro superficial de la región afectada por un terremoto (Gonzalez de Vallejo, 2004)

**Estructuras geológicas:** La geología estructural es la rama de la geología que estudia las estructuras geológicas presentes en la corteza terrestre, ya sea de todo el planeta o de una determinada región. En los estudios geológicos de esta naturaleza se realiza la identificación y análisis de las principales estructuras geológicas, y su reconocimiento, para luego realizar el mapeo de las estructuras tectónicas de un determinado sector (Gonzalez de Vallejo, 2004)

**Exposición:** Es la condición de desventaja debido a la ubicación, es estar expuesto al riesgo

**Factores geotécnicos del suelo:** La diversidad del medio geológico y la complejidad de sus procesos hacen que las obras de ingeniería se deban resolver situaciones donde los factores geológicos son condicionantes de un proyecto. (Gonzalez de Vallejo, 2004)

**Gestión de riesgos de desastres:** Carreras universitarias destinadas y especializadas para prever los riesgos y desastres que se producir en la naturaleza.

**Intensidad:** Intensidad es el nivel de fuerza con que se expresa una magnitud, una propiedad, un fenómeno, etc. Lo intenso, por lo tanto, suele hacer referencia a lo vehemente o impetuoso (Gonzalez de Vallejo, 2004)

**Magnitud:** Magnitud es un término derivado del vocablo latino magnitud, que puede traducirse como “grandeza”. El concepto se usa para aludir al tamaño de un elemento (Gonzalez de Vallejo, 2004)

**Nivel freático:** Es el lugar geométrico de los puntos donde la presión del agua es igual a la presión atmosférica. En otras palabras, el nivel freático está definido por los niveles alcanzados por el agua subterránea en pozos de observación (nivel piezométrico) (AGUAS, 2015).

**Ondas sísmicas:** Las ondas sísmicas son un tipo de onda elástica fuerte en la propagación de perturbaciones temporales del campo de tensiones que generan pequeños movimientos en las placas tectónicas. (Madrid, 2011)

**Perforación:** Son excavaciones que lo realizan al interior de la tierra con una varilla metálica de un metro donde toman muestras del suelo las mismas que son analizadas en laboratorios donde se observa diferentes tipos de suelos. (Román Villegas & Eigner, 2017).

**Placas tectónicas:** Las placas tectónicas son fragmentos de la litosfera, compuesta por la parte superior del manto superior y la corteza terrestre, que se comportan como una capa fuerte, relativamente fría y rígida. Las placas de la litosfera son más delgadas en los océanos, donde su grosor varía de unos cuantos kilómetros en las dorsales oceánicas hasta 100 kilómetros en las cuencas oceánicas profundas (Gonzalez de Vallejo, 2004)

**Réplicas:** Replicar las condiciones climáticas y el comportamiento del viento es un proceso muy complejo, que cada vez la ciencia puede hacer con mayor exactitud, en parte por los avances tecnológicos a su disposición, pero también dados los nuevos descubrimientos de la física, donde podemos encontrar la meteorología. La réplica de un vehículo en miniatura, por otro lado, da lugar a creaciones de gran interés para los coleccionistas y amantes del automovilismo, y exige un conocimiento al milímetro de los modelos originales, tanto de sus proporciones como de la relación entre cada uno de sus componentes (Gonzalez de Vallejo, 2004)

**Resiliencia:** Es la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas (División de Medio Ambiente, 2009)

**Riesgo:** Se define como la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. Los factores que lo componen son la amenaza y la vulnerabilidad (División de Medio Ambiente, 2009)

**SPD:** sondeos de penetración dinámica (Gonzalez de Vallejo, 2004).

**Sismo:** Riesgo es un término proveniente del italiano, idioma que, a su vez, lo adoptó de una palabra del árabe clásico que podría traducirse como “lo que depara la providencia”. El término hace referencia a la proximidad o contingencia de un posible daño (Gonzalez de Vallejo, 2004)

**Subducción:** Al proceso mediante el cual parte de la corteza oceánica, individualizada en una placa de litosfera, se sumerge bajo otra placa de carácter continental. Las placas tienen movimientos de separación de aproximación, se separan o se aproximan unas a otras arrastradas por las corrientes generadas bajo ellas. En el contexto de la tectónica de placas, los bordes afectados por este proceso reciben el nombre de "bordes destructivos" ya que en ellos se produce la fusión de la corteza. Esta fusión va a depender del ángulo de penetración de una placa bajo la otra. En cualquier circunstancia, la corteza oceánica hidratada, funde a temperatura baja dando lugar a la formación de magmas a poca profundidad, y a la generación de cadenas volcánicas situadas sobre las zonas de subducción. La colisión de las placas litosféricas es también responsable de la formación de largas y profundas fosas oceánicas, del desarrollo de procesos metamórficos de carácter regional, condicionados por el aumento, conjunto o individual, de la presión y la temperatura (Gonzalez de Vallejo, 2004)

**SUCS:** sistema Unificado Clasificación de Suelos

**Vulnerabilidad:** Son las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza. (División de Medio Ambiente, 2009)

**Proshake 2.0:** Es un programa informático gratuito de versión educativa llamada anteriormente Edushake, es fácil de usar para una sola dimensión de análisis de respuesta del terreno, lo que equivale lineal. Estas características permiten al estudiante de ingeniería geotécnica de terremotos pasen menos tiempo formateando datos y graficando resultados y entendiendo la respuesta sísmica del terreno. (*ProShake*, 2017)

Incluye también numerosas características para hacer la entrada de datos, análisis, visualización y documentación de resultados eficientes y eficaces, incluyendo una función de reducción de modulo y modelos de amortiguación, visualización gráfica de los parámetros del perfil del suelo y la animación de la respuesta suelo, etc. (*ProShake*, 2017)

**Darendeli (2001):** Desarrollo de una nueva familia de curvas de reducción de modulo normalizado y amortiguamiento de material, suplementado múltiples conjuntos de datos publicados en columnas de resonancia adicional y ensayos de corte de torsión sobre muestras de suelo de múltiples sitios en California, Carolina del sur y Taiwán para desarrollar una base de datos que cubre una amplia gama de tipos de suelo, espesores, densidades, plasticidad e historias de estrés. (*ProShake*, 2017)

**EPRI:** (El Instituto de Investigación de Energía Eléctrica), fue desarrollado después del terremoto de Loma Prieta en 1989 a partir de datos de movimientos fuertes. La reducción de módulo y curvas de amortiguación se desarrollan para aplicaciones genéricas a suelo no cohesivo en el intervalo general de arenas de grava a limos plasticidad bajas o arcillas de arena. (*ProShake*, 2017)

**Ishibashi:** Reducción del módulo y características de amortiguación, en particular para suelos de baja plasticidad, también están influenciados por presión de confinamiento eficaz, expresiones para módulo de cizallamiento y coeficiente de amortiguamiento que representa el índice de plasticidad y presión de confinamiento eficaz. (*ProShake*, 2017)

**Grava (Seed et al.):** Desarrollan la reducción de módulo y las curvas de amortiguamiento para grava, estas curvas se basan en el comportamiento promedio de diámetro de ensayo triaxiales cíclicos de 12 pulgadas en cuatro gravas diferentes. (*ProShake*, 2017)

**Lineal:** Permite especificar un material visco elástico lineal donde al seleccionar este material en el programa se utilizará el módulo cortante máximo y le pedirá que introduzca el factor de amortiguamiento, así como también se debe tener en cuenta que la función de transferencia para una capa elástica lineal no amortiguamiento tendrá singularidades en las frecuencias naturales de las capas. (*ProShake*, 2017)

**Rock (IDRISS):** Reducción de módulo y las curvas de amortiguación para la roca fueron incluidos en los archivos de datos de muestra para el programa. (*ProShake*, 2017)

**Arena (SEED Y IDRIS):** Semillas e Idriss, desarrollaron la primera reducción de módulo ampliamente utilizado y las curvas de amortiguación para la arena, sus curvas mostraron una gama de comportamiento donde se permite la reducción del módulo límite superior con su curva de amortiguamiento límite inferior. (*ProShake*, 2017)

**Vucetic (DOBRY):** Es una investigación por el desempeño de arcilla de la ciudad de México en el terremoto de Michoacán de 1985, mostraron claramente como el módulo y el comportamiento de amortiguación están influenciados por la plasticidad del suelo. (*ProShake*, 2017)

**Periodo predominante:** Es el periodo correspondiente al valor máximo del espectro son normalmente bastantes irregulares el periodo correspondiente al pico más alto en un espectro crudo no puede corresponder a la parte más fuerte del movimiento. (*ProShake*, 2017)

**Aceleración máxima:** El valor absoluto máximo de la aceleración, el pico proporciona una medida útil e la fuerza de los componentes de mayor frecuencia de un movimiento de suelo. (*ProShake*, 2017)

**Modelos de suelo:** permite el examen de la reducción del módulo y los datos de amortiguación para los modelos integrados que viene con el Proshake, y permite al usuario añadir nuevos modelos para el conjunto de modelos integrados. Algunos modelos como Darendeli están definidas por ecuaciones algebraicas puntos de datos de modos discretos no se visualizan, destacando cualquiera de los modelos en porción superior de la forma de modelos de suelos se mostrara los puntos de datos discretos que definen la reducción del módulo y las curvas de amortiguación.(*ProShake*, 2017)



## **2.4 Sistemas de variables**

### **2.4.1 Variable Independiente**

- Factores Geotécnicos del Suelo

### **2.4.2 Variable dependiente**

- Eventos sísmicos

## 2.5 Operacionalización de las variables

### 2.5.1 Variable Independiente

Tabla 4. Matriz de Variable Independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE					
Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Métodos y técnicas	Instrumento
Factores Geotécnicos del suelo	Es el conjunto de actividades que permiten obtener información geológica, geotécnica y determinar la naturaleza, propiedades del terreno, para definir el tipo y condiciones de cimentación evitando así el riesgo de inseguridad y desperfectos en edificaciones (Geotecnia, 2003).  Son Factores de que encargan del estudio del suelo, rocas por debajo de la superficie para	Propiedades físicas de los suelos	Textura Estructura Color Densidad Drenaje Porosidad	Estudio de suelo	Sondeos de penetración estándar (SPT)
		Geológicas	Litología	Revisión bibliográfica	Revisión de Tesis Escorza, 1993 “Levantamiento geológico de la depresión de la ciudad de Guaranda”

	determinar sus propiedades físicas y mecánicas.	Hidrogeológico	Permeabilidad Nivel freático	Resultados del laboratorio de estudio de suelos	Equipos de laboratorio
		Aceleración del suelo	Comportamiento del suelo ante vibraciones generadas por sismos	Modelación en el programa Proshake	Ingresar datos en el programa

**Elaborado por:** Punina & Montesdeoca 2019

## 2.5.2 Variable Dependiente

Tabla 5. Matriz Variable Dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE					
Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Métodos y técnicas	Instrumento
<b>Eventos Sísmicos</b>	Son movimientos de la corteza terrestre que se originan en el interior de la tierra por la liberación repentina de energía y se propaga por ella en todas direcciones en forma de ondas de corta duración e intensidad variable (Geotecnia, 2003).	Sismos de incidencia en el área de estudio	Número de Sismos en los últimos 10 años (Magnitud, intensidad y profundidad)	Reportes del instituto geofísico	Catalogo sísmico del Ecuador
	Son fenómenos recurrentes súbitos y se los mide con la magnitud e intensidad, según el sitio y profundidad.	Tipos de sismos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Por la fuente de energía</li> <li>- Profundidad del foco</li> </ul>	Tectónicos por la interrelación de placas Corticales en fallas intercontinentales Erupciones Mano del hombre	

Cuadro 5. Elaborado por: Punina & Montesdeoca, 2019

## CAPÍTULO III

### 3 MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Nivel de Investigación

En la investigación se considera los siguientes niveles:

##### 3.1.1 Nivel Descriptivo

Es aquel que posibilita describir todas las acciones realizadas con anterioridad en cuanto a factores geotécnicos del suelo y a la eventualidad de riesgos si se produjeran eventos sísmicos.

##### 3.1.2 Nivel Exploratorio

Que da la posibilidad de explorar el reconocimiento e identificación del problema para poder analizarlo y emitir las conclusiones y recomendaciones correspondientes.

##### 3.1.3 Nivel Campo

Es aquel que nos permite estar en el lugar de estudio e involucrarnos.

#### 3.2 Diseño

El diseño de la investigación está dado por el lugar y se lo estructura de la siguiente manera como documental bibliográfico, de campo y experimental.

Es una **investigación documental-bibliográfica** ya que tiene por objeto recabar información administrativa y técnica de los estudios realizados antes de la construcción del edificio administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar, en lo que tiene que ver con los trámites realizados y especialmente con los factores geotécnicos del suelo, su geología y los potenciales eventos sísmicos, mismos que se encuentran en: Libros, revistas, informes, planos y documentos sobre el tema.

Es también una **investigación de campo** ya que se realiza el estudio de suelo tomando muestras para determinar las características del suelo, esto es en los terrenos donde se construyó el edificio administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar, ubicado en Alpachaca, Parroquia Guanujo del Cantón Guaranda.

### **3.3 Población y Muestra**

Por ser una investigación bibliográfica, y eminentemente técnica, no se puede aplicar a personas y para aprovechar el espacio se utiliza una muestra no probabilística de elección aleatoria en lo que tiene que ver al estudio del suelo.

Se tomaron muestras del suelo en el lugar de los hechos y en los lugares aledaños por su similitud en su composición y estructura, como también por lo que han tenido iguales eventos sísmicos con consecuencias similares, debido a su formación geomorfológica e impacto de factores naturales.

### **3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos son las siguientes:

Se procedió a recabar información de todos los libros, revistas, archivos, fotos, documentos, planos y demás relacionado al estudio de suelo en lo que tiene que ver con factores geotécnicos del suelo, características físicas, estructura geológica y aceleración del suelo; como también sobre los factores sismológicos, características, clasificación, medición y efectos en suelos y construcciones; además sobre la estructura del edificio administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar.

Respecto al primer objetivo “analizar las características físicas del suelo” se procedió a realizar un estudio de suelo con el aval técnico de profesionales; realizando tres perforaciones con sondeos de penetración estándar, en los cuales se obtuvo muestras del suelo para realizar observación directa y ser analizadas en laboratorio, obteniendo así los resultados de su textura, porosidad, estructura, color, densidad; nivel freático, humedad, permeabilidad, y plasticidad.

Para conocer su estructura geológica se realiza una revisión bibliográfica en la que se basó principalmente en la investigación por Escorza 1993 denominado “Levantamiento geológico de la depresión de la ciudad de Guaranda”, y también se determina a través del estudio de suelo la capacidad de carga del suelo en determinado lugar. (Edificio Administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar)

En la caracterización de la aceleración del suelo se utiliza un software llamado Proshake 2.0, para realizar la simulación se ingresa datos obtenidos mediante el estudio de suelo.

Los datos se ingresan de acuerdo a cada perforación realizada, el software consta de tres administradores el Input manager (entrada de datos), solution manager (solución), output manager(salida).

### **3.5 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos (Estadístico utilizado), para cada uno de los objetivos específicos**

Se realizó el método directo experimental de campo con el estudio de suelo y su técnica (sondeos de penetración estándar) en la que se obtiene las muestras que se requiere para realizar los trabajos de laboratorio, y así obtener los datos necesarios para cumplir con los objetivos planteados en la investigación de los factores geotécnicos del suelo.

Posteriormente con los resultados obtenidos de laboratorio luego de las perforaciones se procedió a revisar meticulosamente todos los factores geotécnicos del suelo, humedad, nivel freático, aceleración del suelo.

Se reviso también las muestras de suelo realizadas con anterioridad (año 2018) y el tipo de técnicas aplicadas para la obtención de resultados y si estos cumplieron con todas las normas técnicas.

También se ingresa datos específicos para el modelamiento de la aceleración sísmica en el programa Proshake 2.0.

## CAPITULO IV

### 4 RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

#### 4.1 Resultados según objetivo 1

- **ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO, DONDE SE ENCUENTRA ASENTADO EL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR.**

El Edificio Administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar se construye en los años (2000 – 2004), Catorce años después de haber sido construido; se contrata a la Ing. Lorena Pérez Maldonado, Master en vías terrestres para que realice el Estudio de Suelos, Proyecto bloque de aulas y laboratorios para la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano y área del Edificio Administrativo, Sector Alpachaca, obteniendo los siguientes resultados:

- Inicialmente se realizan seis sondeos de penetración dinámica SPD, con introducción de sondas de hasta seis metros de profundidad, para determinar la densidad, humedad natural, resistencia al corte y capacidad de carga; El SPD 6, corresponde a los terrenos donde se encuentra construido el Edificio Administrativo de la UEB y que es objeto del presente estudio.

Una vez analizadas las características físico mecánicas del suelo e identificación y clasificación en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS, también estarán dentro de la norma Ecuatoriana NEC.15, del Capítulo. 9 de la Geotecnia y Cimentaciones.

En cuanto a la **HUMEDAD DEL SUELO**, el estudio mencionado determina la variación del contenido de una **ALTA HUMEDAD**, que varía de **18.42% a 32.15%**.

**Los resultados del objetivo uno**, fueron cumplidos, por al estudio de suelo que se realiza con la contratación de profesionales en ingeniería civil, realizando así las perforaciones en el terreno donde se encuentra ubicado el edificio Administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar reflejando los siguientes resultados:



Se precede a realizar tres perforaciones a percusión mediante la utilización del equipo mecánico, con ensayos de penetración estándar SPT a cada metro de profundidad ubicados en los siguientes puntos georreferenciales;

Tabla 6. puntos georreferenciales

Perforación	X	Y	Profundidad (m)	Normas
SPO1	721728.4	9826189.4	6.00	ASTM D1586-67
SP02	721745.6	9826174.4	6.00	
SPO3	721758.6	9826206.2	6.00	

**Elaborado por:** Punina & Montesdeoca

**Fuente:** Informe Estudio Geotécnico. Trabajo de campo realizado

Gráfico 18. Imagen satelital de la Ubicación de los puntos de perforaciones.



**Fuente:** Informe estudio Geotécnico 2019, imagen satelital de Google earth Punina & Montesdeoca

Con los ensayos de laboratorio se realiza el contenido de humedad ASTM D-2216, Análisis granulométrico ASTM D-422, Límites líquido y plástico ASTM D-4318.

Refleja los siguientes resultados:

Tabla 7. Resultados

➤ De la estratigrafía			
SPO1	De 0,00m a -3,50 m	Limo de alta compresibilidad, color negro, humedad de media a alta, plasticidad	Consistencia blanda
	De -3,50m a -4,5	Arena limosa, color gris, humedad baja, plasticidad nula, presencia de fragmentos de roca y grava	Consistencia suelta
	De -4,5m a -6,00	Arcilla de alta compresibilidad color café grisácea, humedad media	Plasticidad alta
SPO2 Y SPO3	De 0,00m a -6,00	Limo de alta compresibilidad color negro, humedad alta, plasticidad alta, presencia de grava	Consistencia blanda

**Elaborado por:** Punina & Montesdeoca

**Fuente:** Informe del estudio de Suelo

➤ **Nivel freático**

Tabla 8. Nivel freático

SPO1	2,00 m
SPO2	1,10 m
SPO3	1,10 m

**Elaborado por:** Punina & Montesdeoca

**Fuente:** Informe de Estudio de suelos

➤ **De los parámetros geotécnicos y mecánicos**

Tabla 9. SPT

MANIOBRA	PROF. m	SPO1	SPO2	SPO3
1	0.00 – 1.00	-	-	-
2	1.00 – 2.00	1	1	1
3	2.00 – 3.00	1	2	1
4	3.00 – 4.00	1	2	2
5	4.00 – 5.00	10	4	1
6	5.00 – 6.00	14	2	2

**Elaborado por:** Punina & Montesdeoca,

**Fuente:** Informe del estudio de Suelo

## Clasificación SUCS

Tabla 10. Clasificación SUCS

SPO1							
Maniobra	Prof. m	SUCS	Humedad %	Finos %	Limite liquido	Limite plástico	Índice de plasticidad
1	0.00-1.00	SIN MUESTRA/ EXCAVACIÓN CON ABRE HOYOS					
2	1.00-2.00	MH	46	72	65	43	21
3	2.00-3.00	MH	71	78	66	44	22
4	3.00-4.00	MH	69	73	63	43	19
5	4.00-5.00	SM	31	26	0	0	0
6	5.00-6.00	CH	42	87	63	31	32
SPO2							
1	0.00-1.00	SIN MUESTRA/ EXCAVACIÓN CON ABRE HOYOS					
2	1.00-2.00	MH	71	63	62	42	20
3	2.00-3.00	MH	73	63	66	41	25
4	3.00-4.00	MH	70	66	65	44	21
5	4.00-5.00	MH	68	67	62	45	17
6	5.00-6.00	MH	66	64	65	43	22
SPO3							
1	0.00-1.00	SIN MUESTRA/ EXCAVACIÓN CON ABRE HOYOS					
2	1.00-2.00	MH	71	66	64	44	20
3	2.00-3.00	MH	68	67	66	43	23
4	3.00-4.00	MH	69	80	62	44	18
5	4.00-5.00	MH	64	79	66	44	22
6	5.00-6.00	MH	69	75	62	43	19

**Elaborado por:** Punina & Montesdeoca

**Fuente:** Informe de estudio de suelo

Se demuestra que el terreno está conformado en general limos arcillosos de consistencia blanda. Y de limo de alta plasticidad con arena MH. En el sondeo SPO1 se encuentra un lente de arenas a una profundidad de 3.50m y con una potencia máxima de 1.00m; el suelo es altamente húmedo y no se realizó un adecuado drenaje de las aguas subterráneas y superficiales; además el suelo no es lo suficientemente resistente como para construir un edificio de esa magnitud, motivo por el cual existen daños estructurales en columnas, vigas y muros, no estructurales como mampostería y paredes. **Anexo 1, fotografía 6**

**Estudio de Suelos, Proyecto determinación de factores Geotécnicos del suelo donde está asentado el Edificio Administrativo, Sector Alpachaca.**

*Gráfico 19. Ubicación del sondeo SPT-1*



***Fuente: Estudio de suelo Punina & Montesdeoca***

*Gráfico 20. Ubicación del sondeo SPT-2*



***Fuente: Estudio de suelo Punina & Montesdeoca***

Gráfico 21. Ubicación del sondeo SPT-3



*Fuente: Estudio de suelo Punina & Montesdeoca*

Lo que demuestra que el terrenos donde se construyó el Edificio Administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar, no es apto para edificios, por el **alto grado de humedad**; como también **problemas de nivel freático y filtraciones**; en todo caso se debió hacer perforaciones profundas para topar piso firme, hacer cimientos fuertes y sólidos para no tener problemas posteriores como los que ya tiene de hundimiento y cuarteamiento del piso; como también grietas y fisuras en las paredes del edificio. **Anexo 1, fotografía 5, 11, 12**



Gráfico 22. humedad

*Fuente: Estudio de suelo Punina & Montesdeoca*

## 4.2 Resultados según objetivo 2

### **IDENTIFICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS SOBRE EL QUE SE ENCUENTRA ASENTADO EL EDIFICIO ADMINISTRATIVO.**

Según ESCORZA,1993 en la denominada “Depresión de Guaranda”, el lugar donde se encuentra Guaranda estaría formada por el basamento conformado por rocas volcánicas básicas a intermedias, las mismas que son impermeables y muy duras, que constituirían el estrato inferior y la cobertera está formada por rocas piroclásticas y lahares del cuaternario que cubren el basamento estimándose un espesor de unos 60m. (Luis, 2017)

La ciudad de Guaranda se encuentra construida sobre dos unidades geológicas en la inferior es basamento el mismo que está cubierto por la cobertera. La unidad cobertera está formada por lahares y tobas producto de las erupciones del volcán Chimborazo. Guaranda tiene la forma de Gradadas separadas por escarpes de fallas, producto de hundimientos y de la reptación de fondo activos en los últimos 10000 años, al norte de Guaranda se encuentra cubetas de lagunas las cuales acumulan agua que atraviesan la ciudad en forma de corrientes subterráneas, las zonas drenadas por quebradas son las que acumulan mayor cantidad de agua y que conjuntamente con las zonas de escarpes son consideradas zonas de alto riesgo geológico. (Jaramillo, 1993)

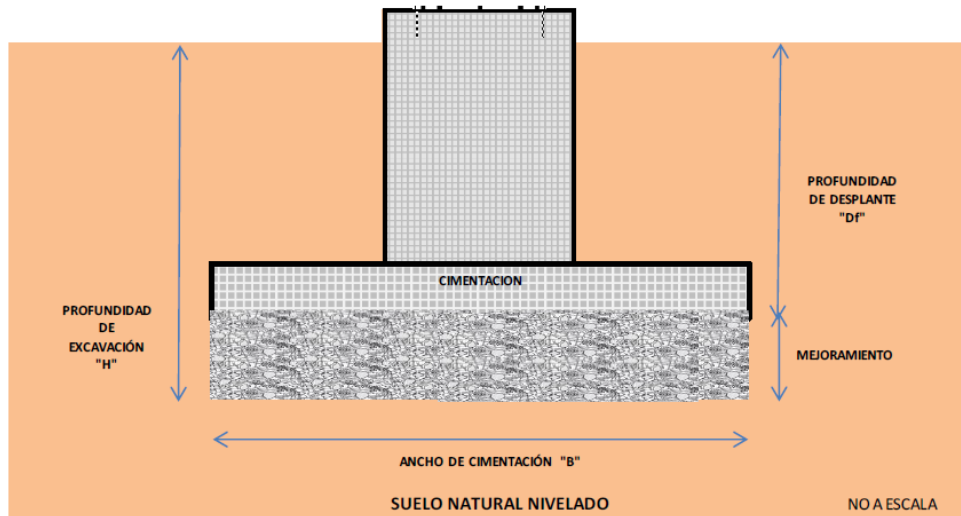
Para la revisión de las estructuras geológicas del terreno donde se construyó el edificio administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar, se consideró:

- La **granulación y plasticidad del suelo**, de acuerdo a los ensayos granulométricos se describe la mezcla de arenas con limos de alta plasticidad, suelos de consistencia blanda y suelta y permeables en la profundidad de cimentación.
- En cuanto a la **identificación y clasificación de suelos** mediante el método SUCS, Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, dice se encuentra suelo de partículas finas, con limos plásticos de color *negro*. **Ver anexo III del estudio de suelos realizado en la investigación.**

### **La determinación de capacidad de carga**

Según la mecánica de suelos la capacidad de carga varía según las condiciones del suelo, profundidad y ancho de las cimentaciones.

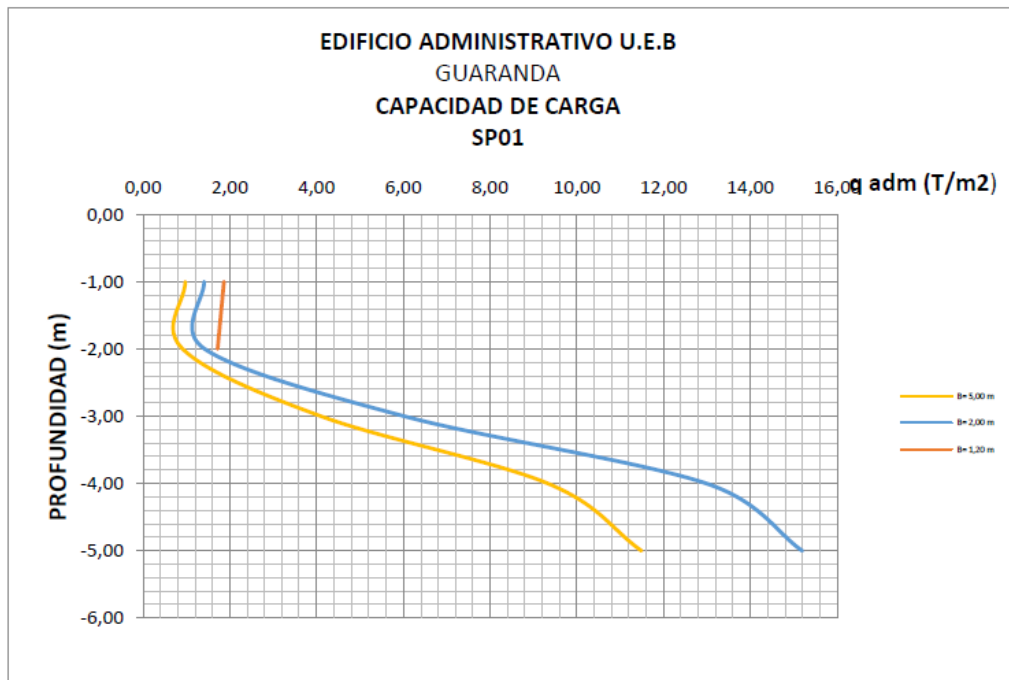
Gráfico 23. esquema de cimentación superficial



Fuente: Estudio de suelo Punina & Montesdeoca

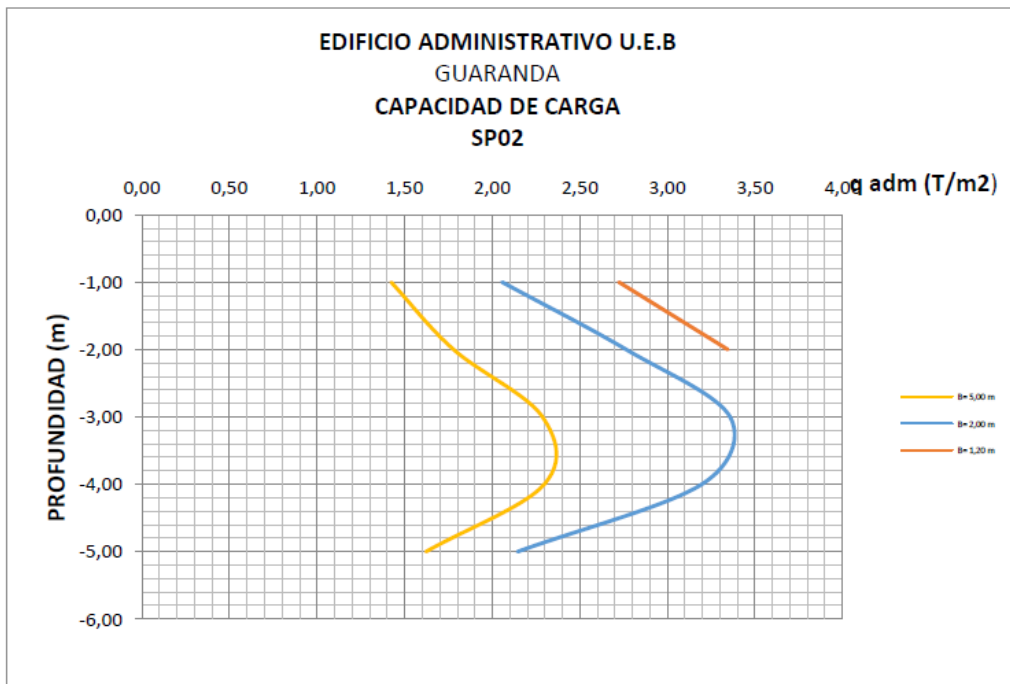
Con referencia al área donde está construido el edificio administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar, a 3,30 m de profundidad se puede diseñar con 6 Ton/m<sup>2</sup>

Gráfico 24. Capacidad de carga SPO1



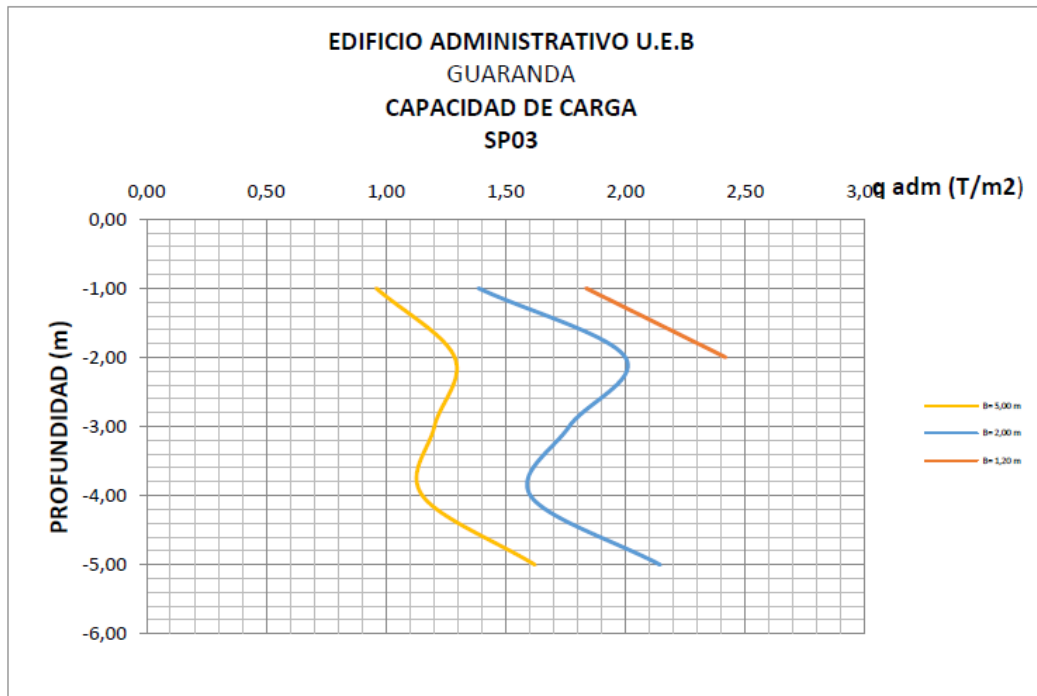
Fuente: Estudio de suelo Punina & Montesdeoca

Gráfico 25. Capacidad de carga SPO2



Fuente: Estudio de suelo *Punina & Montesdeoca*

Gráfico 26. Capacidad de carga SPO3



Fuente: Estudio de suelo *Punina & Montesdeoca*



### **Capacidad de carga y posibilidad de asentamientos.**

Queda comprobado que en el lugar donde se construyó el edificio administrativo de la UEB, tiene humedad alta y que además hay que considerar que la capacidad de carga admisible para soportar la estructura es variable y depende de las condiciones del suelo.

- Según el estudio realizado, se puede resumir de la siguiente manera:

El suelo donde se realizó la construcción del edificio administrativo de la UEB, alcanza un esfuerzo admisible de 6 Ton/m<sup>2</sup> para la cimentación y se ubique a 3.30m de la superficie original, lo que es bajo y se requiere un proceso de mejoramiento.

Lo que en ningún momento se realizó, ya que al momento de la construcción del edificio en mención no existía el estudio de suelo y hoy el edificio está sujeto a una serie de dificultades en su estructura.

El estudio de suelo realizado, recomienda:

- Excavar 5.00m y colocar primero capa de 1.00m de boleos para que haga las funciones de filtro de agua que viene del nivel freático, luego hay que colocar material de su base clase 2 de espesor de 0.80m para que actúe como preclaro efectivo y rigidizarían.
- Recomienda también construir vigas de cimentación o zapatas corridos a 1.50m sobre la capa de mejoramiento.
- Se debió colocar geo malla entre capas de mejoramiento, para evitar mezcla de boleos usados como filtro
- Como existen aguas subterráneas, se debía construir drenajes y sub drenaje para la conducción y eliminación del agua.
- Se obtendría una capacidad de carga admisible de 19 toneladas.

### 4.3 Resultados según objetivo 3

## CARACTERIZACIÓN LA ACELERACIÓN DEL SUELO SOBRE EL QUE SE ENCUENTRA ASENTADO EL EDIFICIO ADMINISTRATIVO FRENTE A EVENTOS SÍMICOS

La determinación del perfil del suelo para diseño sismo resistente y conociendo la ubicación se determina las siguientes características:

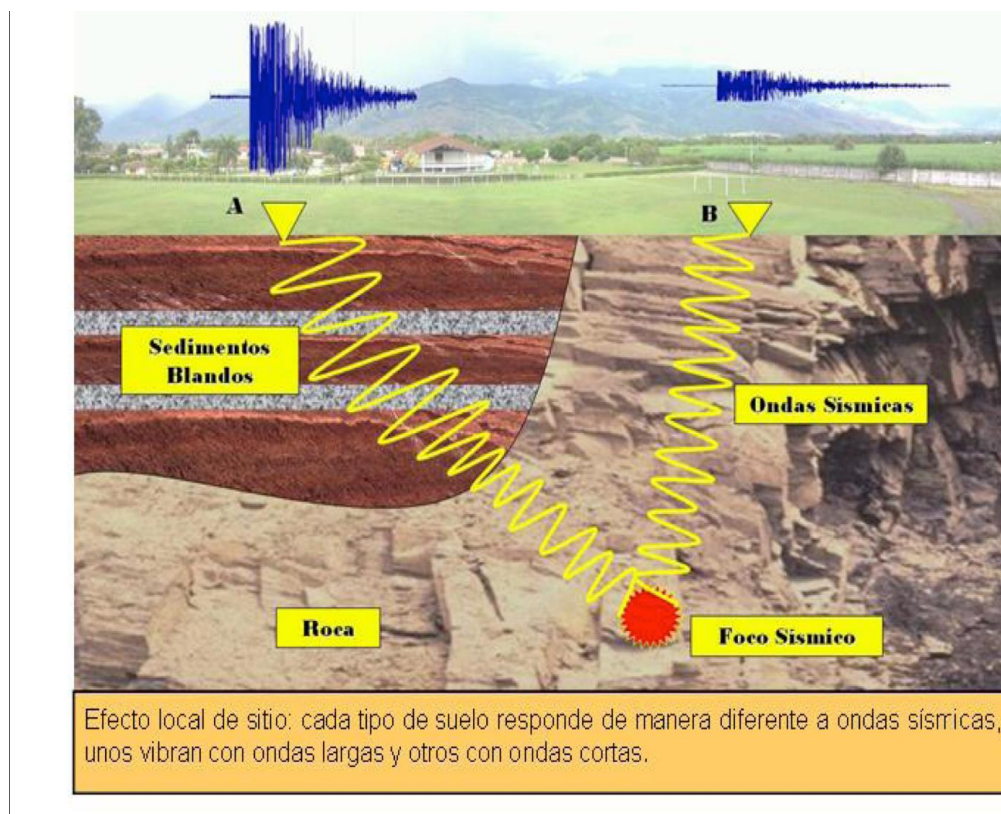
Tabla 11. Parámetros para el diseño sismo resistente

Zona sísmica	Valor del factor z	Caracterización del peligro sísmico	Factores del sitio tomados NEC 2015		
			Fa	Fd	Fs
IV	0.35	alta	1.10	1.65	1.80

Elaborado por: Punina & Montesdeoca

Fuente: Estudio de suelo

Gráfico 27. Aceleración del suelo



Fuente: Estudio de suelo Punina & Montesdeoca

## Datos del ProShake 2.0

**Proshake 2.0:** Es un programa informático gratuito de versión educativa llamada anteriormente Edushake, es fácil de usar para una sola dimensión de análisis de respuesta del terreno, lo que equivale lineal. Estas características permiten al estudiante de ingeniería geotécnica de terremotos pasen menos tiempo formateando datos y graficando resultados y entendiendo la repuesta sísmica del terreno

Programa que nos ayuda a caracterizar la aceleración sísmica en diferentes tipos de suelo y roca; a continuación, se describe los resultados reflejados en el programa con los datos ingresados en el mismo, de acuerdo al estudio de suelos realizado en esta investigación dentro de la Universidad Estatal de Bolívar.

Como primer paso el ingreso de datos ya que el programa consta de tres administradores como es: Input Manager que es la entrada de datos, como segundo el solution manager que significa solución y tercero el output manager que es la salida.

Ingresando así:

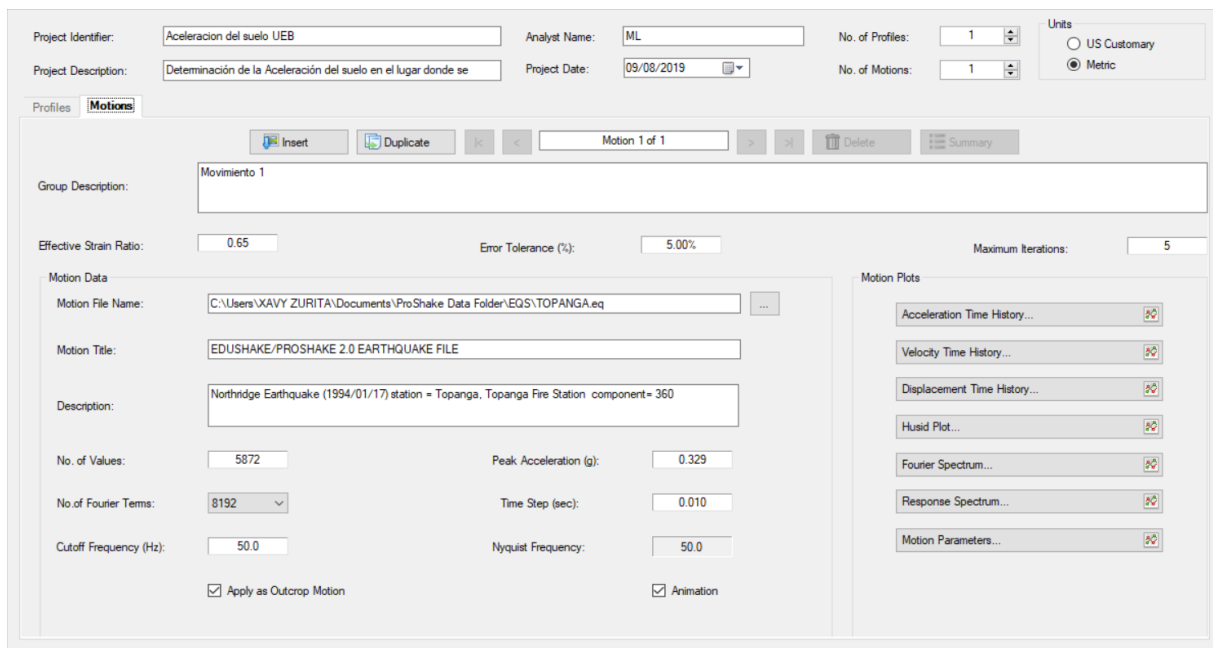
Gráfico 28. Input manager

The screenshot displays the 'Input Manager' window of ProShake 2.0. At the top, there are fields for 'Project Identifier' (Aceleración del suelo UEB), 'Analyst Name' (ML), 'No. of Profiles' (1), 'Project Description' (Determinación de la Aceleración del suelo en el lugar donde se), 'Project Date' (09/08/2019), and 'No. of Motions' (1). A 'Units' section at the top right has radio buttons for 'US Customary' and 'Metric' (selected). Below this is a 'Profiles' section with 'Motions' and 'Profiles' tabs. The 'Profiles' tab shows 'Profile 1 of 1' with buttons for 'Insert', 'Duplicate', navigation arrows, 'Delete', and 'Plot...'. The 'Profile Description' is 'SP01'. Below that, 'Number of Layers' is 4, 'Input Motion Layer Number' is 4, and 'Water Table Depth (m)' is 2.00. The 'Layer Detail' section is active, showing 'Layer 3 of 4' with buttons for 'Insert', 'Duplicate', navigation arrows, 'Delete', 'Plot...', 'Copy', and 'Paste'. The 'Material Name' is 'Arena Limosa, color gris, humedad baja, plasticidad nula, presencia de fragmentos de roca y grava, consistencia suelta'. The 'Soil Model' is 'Vucetic - Dobry'. Parameters include: Thickness (m): 1.50, Vs (m/sec): 389.00, Unit Weight (kN/m3): 18.00, Gmax (MPa): 277.75, Strength Correction:  Apply, Stress Ratio: 0.80, C (kPa): 521700.00, Phi (deg): 0.00. 'Soil Model Parameters' include: PI (%): 19.00, K0: 0.50, OCR: 1.00, No. of Cycles: 1.00, Freq (Hz): 1.00, Cu: 10.00. The 'Layer Output' section has checkboxes for 'Motion Time Histories', 'Response Spectra', 'Stress/Strain Time Histories',  'Outcrop', and 'Apply to All Layers'.

**Fuente:** Proshake 2.0 y datos de estudio de suelo Punina & Montesdeoca.

**Elaborado por:** Montesdeoca & Punina

Gráfico 29. Número de movimientos. Movimiento Topanga

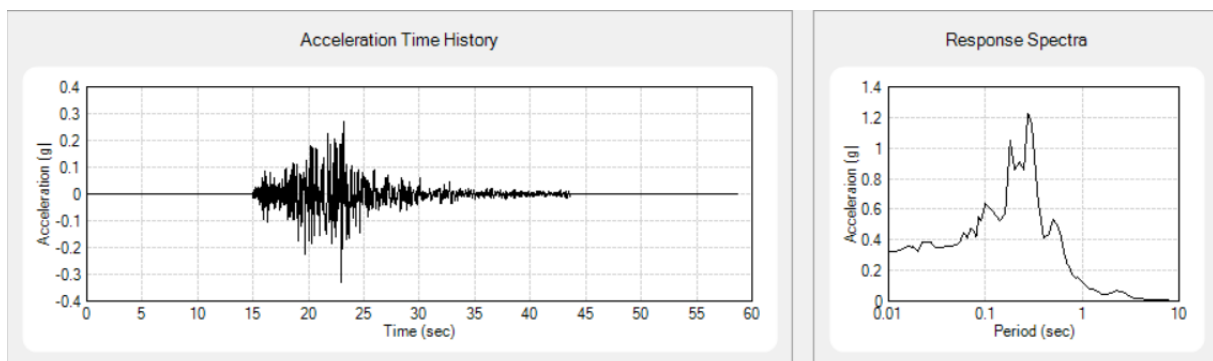


**Fuente:** Proshake 2.0 y datos de estudio de suelo Punina & Montesdeoca

**Elaborado por:** Montesdeoca & Punina

Se tomo como modelo de sismo al Topanga como valores referenciales de sismos que ocurre en la zona donde nos encontramos, se toma como referencia la tesis doctoral de (Paucar), en la que se realiza un estudio de aceleración sísmica del suelo que han ocurrido en la ciudad de Guaranda, que se encuentran en valores de 6 a 8 grados en la escala de Richter.

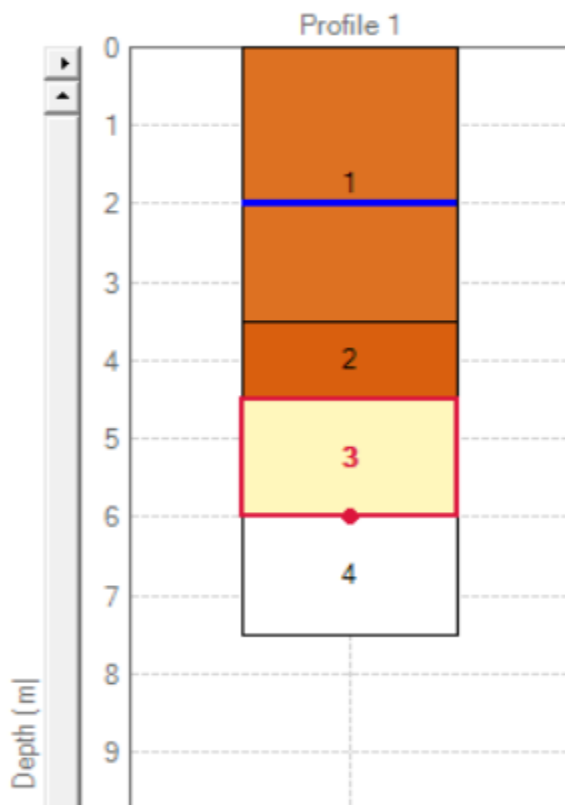
Gráfico 30. Movimiento Topanga



**Fuente:** Proshake 2.0 y datos de estudio de suelo Punina & Montesdeoca

**Elaborado por:** Montesdeoca & Punina

Gráfico 31. Capas y metros de perforación.

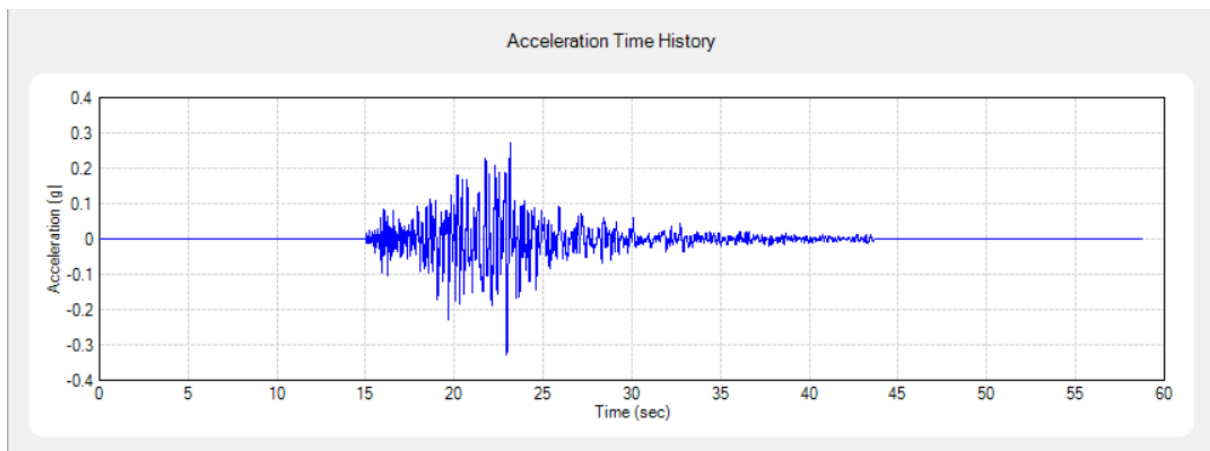


**Fuente:** Proshake 2.0 y datos de estudio de suelo Punina & Montesdeoca.

**Elaborado por:** Montesdeoca & Punina

**Resultados de la caracterización de la aceleración sísmica en el suelo donde se encuentra asentado el edificio administrativo de la Universidad estatal de Bolívar.**

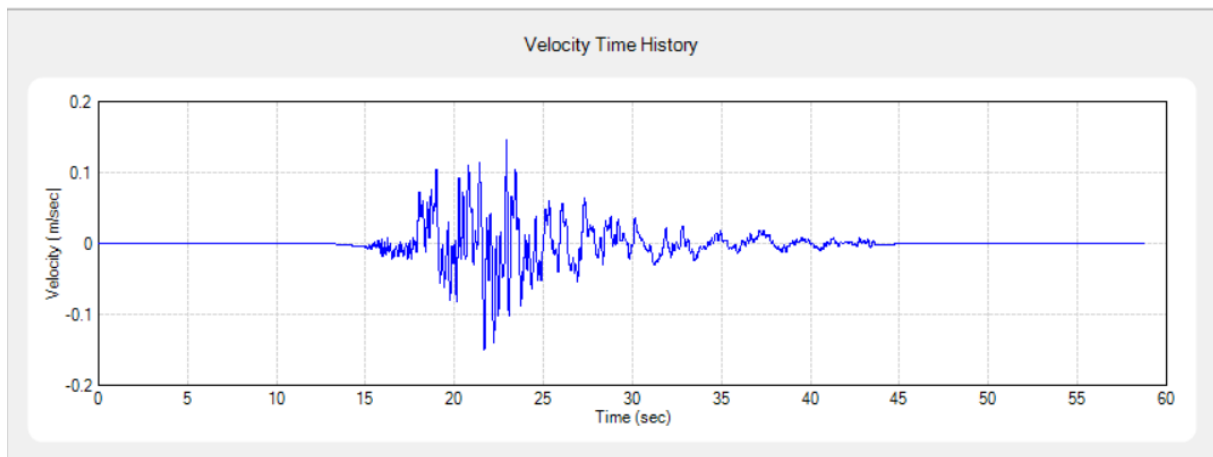
Gráfico 32. Aceleración



**Fuente:** Proshake 2.0 y datos de estudio de suelo Punina & Montesdeoca.

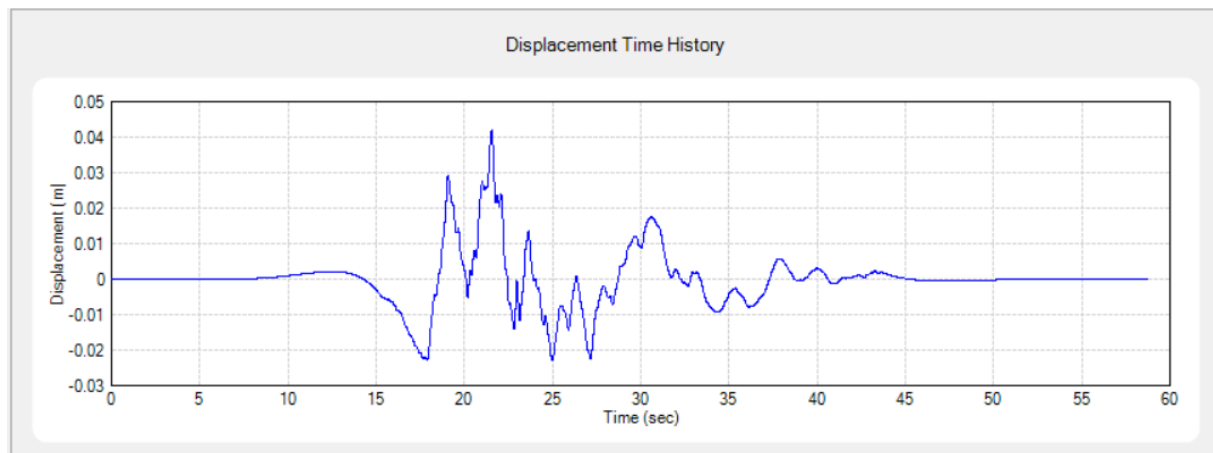
**Elaborado por:** Montesdeoca & Punina

Gráfico 33. Velocidad de la onda



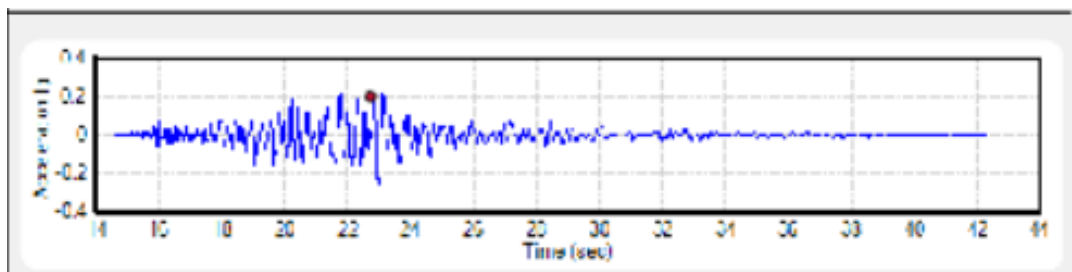
**Fuente:** Proshake 2.0 y datos de estudio de suelo Punina & Montesdeoca  
**Elaborado por:** Montesdeoca & Punina

Gráfico 34. Desplazamiento de la onda



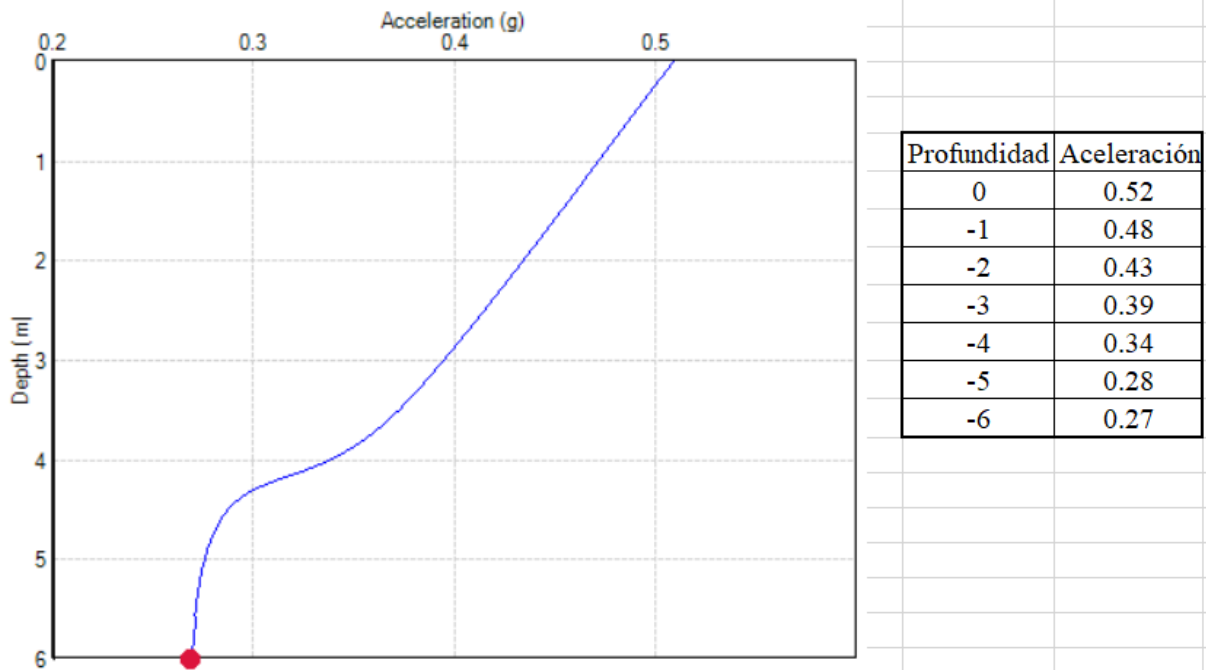
**Fuente:** Proshake 2.0 y datos de estudio de suelo Punina & Montesdeoca.  
**Elaborado por:** Montesdeoca & Punina

Gráfico 35. Resultado de la aceleración Sísmica



**Fuente:** Proshake 2.0 y datos de estudio de suelo Punina & Montesdeoca.  
**Elaborado por:** Montesdeoca & Punina

Gráfico 36. Aceleración sísmica



Fuente: Proshake 2.0 y datos de estudio de suelos.

Elaborado por: Montesdeoca & Punina

De acuerdo con las normas NEC 2015 la aceleración en roca es de 0,35 y de acuerdo al instituto Geofísico la aceleración en roca va desde los 0,22 a los 0,28

Gráfico 37. factor z de aceleración según NEC 2015

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

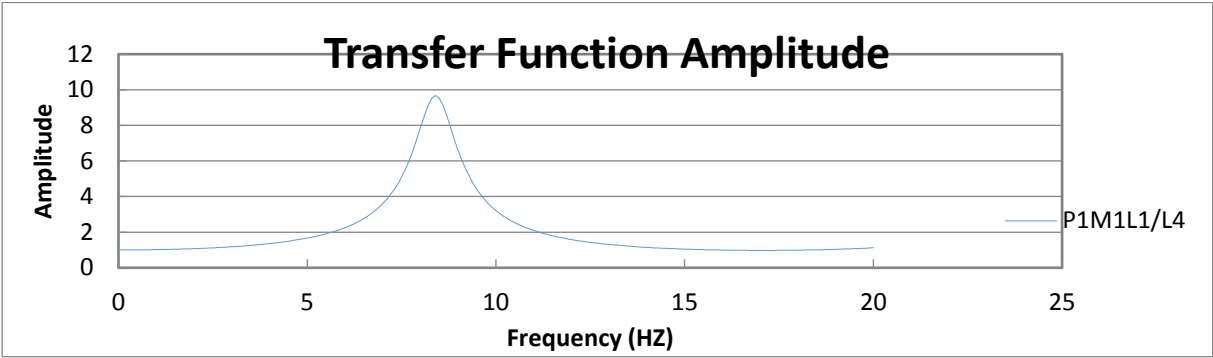
Fuente: (Guevara-Urquiza et al., 2014)

Determinando estos datos se puede observar en la gráfica que la aceleración se duplica en este tipo de suelos como es limo de alta plasticidad. Por lo que puede de alto riesgo.

En la tabla del gráfico 34 se puede observar exactamente los valores de la aceleración.

Que empieza desde **0,27** en roca y termina en **0,52** a la superficie.

Gráfico 38. Amplitud de la Onda



**Fuente:** Proshake 2.0 y datos de estudio de suelo Punina & Montesdeoca.

**Elaborado por:** Montesdeoca & Punina



#### **4.4. APORTE INVESTIGATIVO**

##### **EVENTOS SÍSMICOS DESDE EL AÑO 2000 AL 2019 QUE INFLUYERON EN EL APARECIMIENTO DE GRIETAS, FISURAS EN EL SUELO Y EL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR.**

El Ecuador y la Provincia de Bolívar sido afectados de una gran cantidad de sismos, algunos de los cuales han tenido características de terremotos, como es el caso de Esmeraldas y Manabí que fue el epicentro y que causaron pérdidas de vidas humanas y materiales significativas en el los lugares mencionados y en menor intensidad en otras Provincias.

Desde el año 2009 al 2019, se registraron varios sismos, si bien es cierto no ha sido el epicentro la Provincia Bolívar, pero ha afectado significativamente a la población y sus bienes, a continuación, se menciona un listado de sismos que van de 4 grados en adelante:

Tabla 12. Cuadro de sismos en Ecuador año 2009 al 2019 – más de 4 grados

N°	Fecha	Hora	Ubicación, epicentro	Profundidad	Magnitud
1	24 de septiembre del 2000	18:36	Bahía de Caráquez	31.9 km	6.6
2	8 de octubre del 2000	13:12	Santa Rosa del Tejar-Imbabura	7.9 KM	5.4
3	4 de abril del 2001	08:57	Sector Golfo Guayaquil	31.9 km	5.2
4	18 de agosto el 2001	05:36	Polara y Macas	7.9 km	5.4
5	23 de septiembre del 2001	04:06	Babahoyo y Guayaquil	10 km	5.0
6	14 de enero del 2002	06:21	Oeste de Pisayambo	30 km	4.9
7	17 de marzo del 2002	20:22	Machala	60 km	5.3
8	5 de septiembre del 2002	09:19	Triunfo	35 km	4.8
9	31 de enero del 2003	16:55	Frontera SE con Perú (Provincia de Morona Santiago)	85.6 km	5,1
10	27 de marzo del 2003	12:549	Limite SE Ecuador – Perú (Provincia de Pastaza)	115 km	5,1
11	24 de junio del 2003	04:01	Jipijapa (Provincia de Manabí)	60 km	4,2
12	8 de enero del 2004	00:03	Baeza	8.5	4.5
13	8 de marzo del 2004	05:37	Quito	10.7 km	4
14	28 de marzo el 2004	08:41	Píllaro	13 km	5.1
15	24 de noviembre del 2004	16:20	Bahía	20 km	5
16	17 de febrero del 2005	20:43	Puerto López	15.49 km	5.3
17	13 de mayo del 2005	13:19	Fuera del Golfo de Guayaquil	18 km	5.2
18	23 de junio del 2005	02:05	Otavalo – El Ángel	10 K	4.2
19	23 de diciembre el 2005	21:47	Oriente	225.00 km	5.4
20	25 de enero del 2006	13:24	Pisayambo	6.83 km	4.3
21	02 de marzo del 2006	11:58	Porto Viejo	16 KM	4.4
22		02:37	Limite provincia del oro y Azuay	21 km	5

	26 de junio del 2006				
23	25 de septiembre del 2007	23:43	Provincia de Loja cantón Saraguro límite con la provincia del Oro	85.6 km	5.9
24	18 de julio del 2008	00:12	Santa Elena	74 km	5.1
25	09 de octubre del 2009	19:29 18:11	Al este de la ciudad de Tena	17.52 km	5.1
26	07 de noviembre del 2009	19:29	San Antonio de Pichincha	8.37 km	4.2
27	18 de abril del 2010	07:12	Flanco sur – occidental Volcán Cotacachi	12.89 km	4.1
28	19 de abril del 2010	00:13	NNE de Esmeraldas	10 km	4.6
29	12 de agosto del 2010	11:54	Pastaza	248 km	7.2
30	12 de agosto de 2010	11:54:16	145 km al este de Riobamba	211 km	7.1
31	16 de febrero del 2011	19:04	Quito	14:89 km	4.1
32	8 de febrero del 2012	5:54	Esmeraldas	50.5 km	5.2
33	18 de junio del 2012	08:34	Provincia de Tungurahua	12 km	4.6
34	13 de noviembre el 2012	01:56	Zona costera de la provincia de Santa Elena	4.1 km	4.9
35	15 de julio del 2013	21:36	Manta	17.5 km	4.2
36	18 de septiembre el 2013	06:51	Jaramijó	20 km	4.4
37	18 de octubre del 2013	00:32	Puerto López	10.5 km	5.0
38	26 de octubre del 2013	14:35	45 km al suroeste de la ciudad de Quinindé	29.3 km	4.1
39	1 de noviembre del 2013	02:30	Cojimíes	8.0 km	4.6
40	30 de noviembre del 2013	11:38	Morona Santiago	100 km	5.0
41	11 de diciembre del 2013	10:40	Esmeraldas	10 km	4.3
42	21 de febrero del 2014	07:42	Sur - Este de Quinindé	23 km	4.2

43	9 de marzo del 2014	15:30	Nor – Este de Esmeraldas	24 km	5.5
44	25 de marzo del 2014	04:56	La Troncal	20 km	5.6
45	12 de agosto del 2014	19:57	Quito	11.9 km	5.1
46	21 de diciembre del 2014	12:40	El Chaco, norte de Baeza	15 km	4.8
47	28 de abril del 2015	06:19	Guayaquil	83 km	5.2
48	30 de mayo el 2015	01:16	Esmeraldas	12 km	5.2
49	17 de agosto del 2015	11:48 02:50	Manta, Bahía de Caráquez	80 km	4.2 y 4.3
50	09 de octubre del 2015	06:47	Al sur de la ciudad e Guayaquil	37.1 km	5.2
51	16 de abril de 2016	18:58	Bahía, Provincia de Manabí	20 km	7.8
52	04 de septiembre del 2016	19: 22:58	Quito, Pichincha	10.75 km	4.6
53	19 de diciembre de 2016	2:11	Esmeraldas	10 km	5.8
54	11 de enero del 2017	02:36	Muisne, Provincia de Esmeraldas	10 km	5.3
55	31 de enero del 2017	09:22	Esmeraldas	30 km	5.2
56	18 de abril de 2017	12:50	Amazonia	16.84 km	6.1
57	30 de junio de 2017	18:58	Bahía de Caráquez	9 km	6.0
58	11 de julio del 2017	07:09	Atacames, Provincia de Esmeraldas	10 km	5.1
59	18 de noviembre del 2017	23:23	Balao, Provincia del Guayas	30 km	5.2
60	28 de noviembre del 2017	02:04	Guayaquil	73 km	4,75
61	03 de diciembre del 2017	11:19	Bahía, Provincia de Manabí	10 KM	6.0
62	02 de enero el 2018	02:52	Falla transcurrente, Pallatanga - Puna	13.9 km	4.4
63	25 de enero del 2018	15:02	Transcurrente, Chingal	4.3 km	4.7
64	31 de enero del 2018	18:58	Puyo perteneciente a la provincia de Pastaza	4.81 km	5.6
65	06 de septiembre del 2018	21:12	Cumandá , provincia Chimborazo	5.5 km	6.6

66	17 de noviembre del 2018	07:55	Santa Elena	4,70 km	5.45
67	11 de junio del 2019	07:28:10	Perú – Ecuador	42 km	4.7
68	04 julio del 2019	01:20:58	Macara - Loja	18 km	5.1
69	13 de julio el 2019	07:05:00	Galápagos	10 km	4.7
70	31 de julio del 2019	04:41:40	Chimborazo	9 km	4.6
71	18 de agosto del 2019	04:28	Triunfo, Guayas	66,26 km	5,14
72	22 de agosto del 2019	15:53:40	El Oro	54 km	4,5

**Fuente:** Instituto Geofísico, Catalogo sísmico (GEOSFISICO, n.d.)

**Elaborado por:** Montesdeoca & Punina

Estos sin contar con una gran cantidad de sismos de menor magnitud; todos de origen tectónico debido al acomodamiento de las placas tectónicas de nuestra zona sudamericana

Los de mayor magnitud han hecho eco en la infraestructura provincial, recordemos los sismos del 16 de abril del año 2016 y septiembre del 2018 con epicentro Cumandá que afectó gran parte del cantón Chillanes evidenciando daños en varias viviendas.

Se destruyeron las torres de varias iglesias, edificios, casas, caminos y carreteros; como también fueron afectados muchos habitantes de varias zonas.

Las torres de la Iglesia Catedral, la Iglesia Santa Marianita de Jesús, fueron también afectadas en Guaranda, cuarteadas numerosas casas de la Ciudad.

Esos movimientos sísmicos y los otros no mencionados de menor magnitud afectaron también a la construcción del edificio administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar.

De tal manera queda confirmado que los últimos movimientos sísmicos si influyeron en el apareamiento de grietas y fisuras tanto en el edificio Administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar, como también en el piso del mismo. Se evidencia en el siguiente Gráfico 29 tomado en el exterior del edificio Administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar. Ver también

**Anexo 1, fotografías 9, 10, 13,14.**

*Gráfico 39. Cuarteados y pisos*



***Fuente: Montesdeoca & Punina***

Como mencionamos, el suelo en el que se construyó el edificio no es estable y firme, más los continuos movimientos sísmicos causo los daños que hasta hoy estamos observando en la construcción señalada grietas y fisuras, como también hundimiento y cuarteamiento de los pisos.

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES.

- Una vez realizado el estudio de suelo se llega a la conclusión de acuerdo a sondeos de penetración estándar SPT, la densidad, humedad natural, resistencia al corte y capacidad de carga, no es la adecuada (es posible construir pero con la debidas técnicas de drenaje y compactación de suelo) para la construcción del edificio administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar; además el terreno tiene una humedad del 31.02% al 71.07% y por lo tanto no es correcto realizar una construcción de esa magnitud; lo que ocasionó problemas en la estructura del edificio debido a los constantes movimientos sísmicos ocurridos durante estos 14 años desde la construcción del edificio. El suelo esta conformados en generales limos arcillosos de consistencia blanda de humedad muy alta, en el SP01 a una profundidad de 3,50 m y con una potencia máxima de 1,00m. este lente mejora la consistencia del suelo, pero al desaparecer continua el suelo blando. La consistencia blanda y la naturaleza expansiva del suelo y la presencia de nivel freático a profundidades someras hacen que el suelo natural por sí solo no tenga la capacidad de carga adecuada para soportar las cargas de la estructura por lo que el mismo deberá ser reemplazado con el fin de mejorar sus características físicas y mecánicas.
- En cuanto a las estructuras geológicas del suelo, Guaranda se encuentra en suelos conformado por rocas volcánicas básicas a intermedias, las cuales son impermeables y muy duras, que constituirían el estrato inferior y la cobertera está formada por rocas piroclásticas y lahares del cuaternario; el estudio menciona que tiene mucha granulación y plasticidad, con mezclas de arena con limos plásticos con suelos de consistencias blandas. Utilizaron el método SUCS, que es el sistema variado de clasificación de suelos, donde encontraron suelo finos arenas y limos plásticos color negro. En cuanto a la resistencia del suelo, según sondeos SPT, sondeo de penetración estándar, especifica entre otras cosas variables de densidad, capacidad relativa, cohesión; parámetros requeridos para calcular la capacidad de carga, que, según los estudios, no son los adecuados para la construcción del edificio administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar.
- Sobre la aceleración del suelo, se establece que, su valor z establecido por NEC es de 0,35 y por el instituto Geofísico va desde 0.22 a 0.28 y puede ocurrir severos daños por

las características del suelo en el que está construido el edificio Administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar y por estar en una zona altamente sísmica, se calcula que solo en el año 2019 han ocurrido más de 360 sismos en el Ecuador y en la Provincia Bolívar casi todos se han sentido; pero, más de 10 sismos de cuatro grados en adelante, han sido los más fuertes y causaron afectación en las estructuras del Edificio Administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar y sufrieron grietas y fisuras, así como cuarteamiento del piso.

Los resultados que nos refleja la simulación en el programa demuestran que la aceleración se duplica de 0,27 a 0,52 por lo que podría ocurrir algún evento adverso de gravedad. Como por ejemplo una licuefacción.



## 5.2 RECOMENDACIONES.

- Para realizar cualquier tipo de construcción, más cuando son edificios, es necesario realizar los sondeos de penetración estándar SPT, donde se miden densidad, humedad, resistencia y capacidad de carga; para saber la resistencia del suelo como también el grado de humedad adecuado; se debe también aplicar las normas ecuatorianas de construcción NEC; lo recomendable es perforar el suelo hasta encontrar piso firme, realizar un drenaje y compactación del suelo con las debidas técnicas necesarias de construcción. Se recomienda también realizar una valoración estructural. Mejorar el suelo natural. El edificio se encuentra en riesgo latente por lo que la mejor decisión a tomar seria derrocar del edificio o a su vez la mejora del suelo con estudios técnicos que ayuden mas a la vida del edificio tomando en cuenta el gasto económico.
- Es recomendable que se realice un trabajo profesional para conocer las estructuras geológicas del suelo, su granulación, plasticidad y demás componentes; se hace necesario utilizar el método SUCS para saber la clasificación de suelos y demostrar la resistencia aplicando el Sondeo de Penetración Dinámica y la densidad, capacidad, ángulos de fricción interna, cohesión y otros; permite conocer a ciencia cierta la capacidad de carga y poder construir casas o edificios resistentes a los sismos y cualquier otro desastre natural o humano; cabe recordar que los suelos arenosos e inestables no son aptos para realizar construcciones, mucho más si son húmedos, por lo que se recomienda construir en suelos más estables y sólidos, o a su vez realizar un mejoramiento “capacidad de carga de suelos estratificados: suelo más fuerte sobre suelo más débil”
- La aceleración del suelo está determinada por los eventos sísmicos, los mismos que se clasifican técnicamente en sismos con daños menores y los terremotos que causan grandes afectaciones a las estructuras de casas o edificios; especialmente en las mal construidas o realizadas en suelos húmedos e inestables; en lugares con alta sismicidad, es necesario construir muros, bases y columnas fuertes y sólidas para que resistan los movimientos sísmicos.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- AGUAS. (09 de 05 de 2015). *Nivel freático del suelo*. Obtenido de ingeniero-de-caminos.com: <https://ingeniero-de-caminos.com/nivel-freatico/>
- ALICANTE, U. (04 de 05 de 2015). *GESTION DE RIESGO*. Obtenido de uNIVERSIDAD ALICANTE: <https://web.ua.es/es/riesgos-naturales/master-en-planificacion-y-gestion-de-riesgos-naturales.html>
- ASAMBLEA NACIONAL DEL ECUADOR. (2008). *ASAMBLEA NACIONAL DEL ECUADOR*. QUITO: QUITO.
- CABEZAS, P. F. (2012-2013). *UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR*. Obtenido de BIBLIOTECA GENERAL : <http://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/2353/1/Tesis%20Ingenier%c3%ada%20en%20Administraci%c3%b3n%20para%20Desatres%20y%20Gesti%c3%b3n%20del%20Riesgo.pdf>
- COOTAD. (2011). *Coordinacion de la Poltica y Gobiernos Autonomos Descentralizados*. QUITO: QUITO.
- DIPECHO. (2016). *PLAN DE ACCION DIPECHO*. QUITO: QUITO.
- Flores, R. O. (enero de 2018). *dspace.edu.ec*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/14071/1/T-UCE-0012-060-2017.pdf>
- GAD Municipal Guaranda. (2014). *Plano PU*. Guaranda: Municipio Guaranda.
- GEOSFISICO, I. (s.f.). *IGEPN*. Obtenido de <https://www.igepn.edu.ec/informes-sismicos/sismicos-anuales>
- GEOTECNIA. (2000). Caracterización ambiental de pasivos ambientales, descontaminación de suelos y aguas subterráneas y estudios geotécnicos para la edificación y obra civil. *GEOTECNIA*, 50 -62.
- Geotecnia. (18 de 05 de 2003). *Estudios Geotecnicos y control de obras*. Obtenido de [www.geotecnia.org](http://www.geotecnia.org): <https://www.geotecnia.org/estudios-geotecnicos>
- GEOTECNIA. (2018). *GEOTECNIA*. Obtenido de <http://geotecniafacil.com/que-es-el-nivel-freatico-definicion-piezometrico/>
- Gonzalez de Vallejo, L. I. (04 de 06 de 2004). *INGENIERIA GEOLOGICA*. Obtenido de [www.u-cursos.cl](http://www.u-cursos.cl): [https://www.u-cursos.cl/usuario/c19094b1ea89f1f08e243796b671e2e5/mi\\_blog/r/Ingenieria\\_Geologica\\_-\\_Gonzalez\\_de\\_Vallejo.pdf](https://www.u-cursos.cl/usuario/c19094b1ea89f1f08e243796b671e2e5/mi_blog/r/Ingenieria_Geologica_-_Gonzalez_de_Vallejo.pdf)
- Instituto Geofisico de la Escuela Politécnica del Ecuador*. (abril de 2016). Obtenido de <https://www.igepn.edu.ec/servicios/noticias/1324-informe-sismico-especial-n-18-2016>
- Jaramillo, L. D. (1993). Levantamiento Geologico de la Depresion de Guaranda . En L. D. Jaramillo, *Levantamiento Geologico de la Depresion de Guaranda* . Quito.
- La Guia Geografia*. (1 de 2 de 2007). Obtenido de <https://geografia.laguia2000.com/relieve/la-litologia>
- Luis, P. T. (agosto de 2017). *Universidad Central del Ecuador*. Obtenido de <https://docplayer.es/77709261-Universidad-central-del-ecuador-facultad-de-ingenieria-en-geologia-minas-petroleos-y-ambiental-carrera-de-ingenieria-en-geologia.html>
- Maldonado, I. L. (s.f.). *estudio de suelos* . Guaranda.

- Mexicano, S. G. (15 de enero de 2017). *SGM*. Obtenido de [https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Informacion\\_complementaria/Escalas-sismos.html](https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Informacion_complementaria/Escalas-sismos.html)
- Paucar, A. (s.f.). *METODOLOGÍA PARA LA MICROZONACIÓN SÍSMICA DE LA CIUDAD DE GUARANDA / ECUADOR. METODOLOGÍA PARA LA MICROZONACIÓN SÍSMICA DE LA CIUDAD DE GUARANDA / ECUADOR*. UNIVERSIDAD DE ALICANTE, Alicante, España.
- Pérez Porto, J., & Merino, M. (08 de 12 de 2010). *Definición de sismo*. Obtenido de Definicion: <https://definicion.de/sismo/>
- Pérez Porto, J., & Merino, M. (2013 de 12 de 01). *Definición de sismo*. Obtenido de definicion.de: <https://definicion.de/sismo/>
- Plan Nacional del Buen Vivir. (2013). *Vulnerabilidad económica y ambiental con énfasis de atención prioritaria*. Quito: Quito.
- Román Villegas & Eigner. (2017). *Caracterización geotécnica del suelo de la APV Ayllu Rau Rau, mediante la prueba estándar de penetración (SPT) con el cono de Peck para fines de cimentación en edificaciones 2016*. CUSCO: Universidad Andina.
- Toulkerides, T. (2019). *Terremoto en Peru Instituto Geofisico de Peru*. PERU: Prof de la ESPE.
- UA. (15 de 08 de 2017). *Peligrosidad Sísmica*. Obtenido de web.ua.es: <https://web.ua.es/es/urs/peligrosidad/peligrosidad-sismica.html>
- Venezolana, G. (29 de 10 de 2018). *Geoparques America Latina*. Obtenido de Geología Venezolana: [geologiavenezolana.blogspot.com](http://geologiavenezolana.blogspot.com)
- Cortés Gracia, A. (2006). Análisis de los contenidos sobre “permeabilidad” en los libros de texto de Educación Primaria. *REEC: Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias, ISSN 1579-1513, Vol. 5, Nº. 1, 2006, 5(1), 136–160*.
- Daniel, D., & Quinaloa, G. (2014). *Universidad Estatal de Bolivar*. 2019. Retrieved from <http://www.ueb.edu.ec/app/investigacion/images/PDF/PROYECTO-2015/Formulario2014.pdf>
- División de Medio Ambiente, C. C. y B. F. (2009). *Análisis de Sistemas de Gestión del Riesgo de Desastres*.
- El, R. (1800). ' *CONCEPTOS, INSTRUMENTACIÓN SISMOLÓGICA: SISMOLÓGICA Y OBSERVACIÓN Principios de sismología* ' *orica*. 6–18.
- Extendido, B. D. E. (2012). *Universidad Central del Ecuador Universidad Central del Ecuador*. (Figura 1), 2–3.
- Guaranda, C., & El, D. (2015). *ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y ANÁLISIS FÍSICO DEL SUELO COMO FACTOR DE TUTORING. CARLOS OCAMPO LEÓN GUARANDA- ECUADOR NOVIEMBRE 2016*.
- Guevara-Urquiza, L. F., Paredes-Cortez, R. D., Valdivieso-Toral, J. A., & Erquicia-Martín, J. A. (2014). Geotécnica y cimentaciones. In *Norma Ecuatoriana de la Construcción*.

Retrieved from <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/NEC-SE-CM.pdf>

Madrid, F. R. Z. D. (2011). *Notas introductorias sismología posgrado en ciencias de la tierra centro de geociencias*. (1), 1–36.

*ProShake*. (2017).

Soldano, Á. (2009). Conceptos sobre Riesgo. *Conae Y Oea/Dss*, 3. Retrieved from <http://www.rimd.org/advf/documentos/4921a2bfbe57f2.37678682.pdf>

Vol, H. T. (2018). *REEVALUACIÓN MACROSÍSMICA DEL TERREMOTO DE LOS CHILLOS DEL 9 DE AGOSTO, 1938*. Retrieved from <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/14071/1/T-UCE-0012-060-2017.pdf>

## 7. ANEXOS

### 7.1. ANEXO 1. Fotografías del edificio Administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar

#### Anexos

Fotografía 1



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** Vista frontal de edificio Administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar, sitio de estudio.

Fotografía 2



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** Vista lateral este del edificio Administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar

### Fotografía 3



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** Vista Posterior de edificio Administrativo de la Universidad estatal de Bolívar.

### Fotografía 4



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** Vista lateral oeste del edificio administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar.

**Fotografía 5**



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** En la parte lateral este se observa cuarteamientos o fisuras en un pilar del edificio.

**Fotografía 6**



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** Vista lateral oeste del edificio administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar, aparecimiento de fisura y daño a la mampostería

**Fotografía 7**



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** Fisura, grietas y hundimiento en la columna flotante de soporte a la terraza

**Fotografía 8**



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** Se puede observar claramente el hundimiento que existe en la parte posterior de la edificación



**Fotografía 9**



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** Parte posterior del edificio se observa fisuras y grietas en la columna

**Fotografía 10**



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** parte frontal, entrada principal al edificio

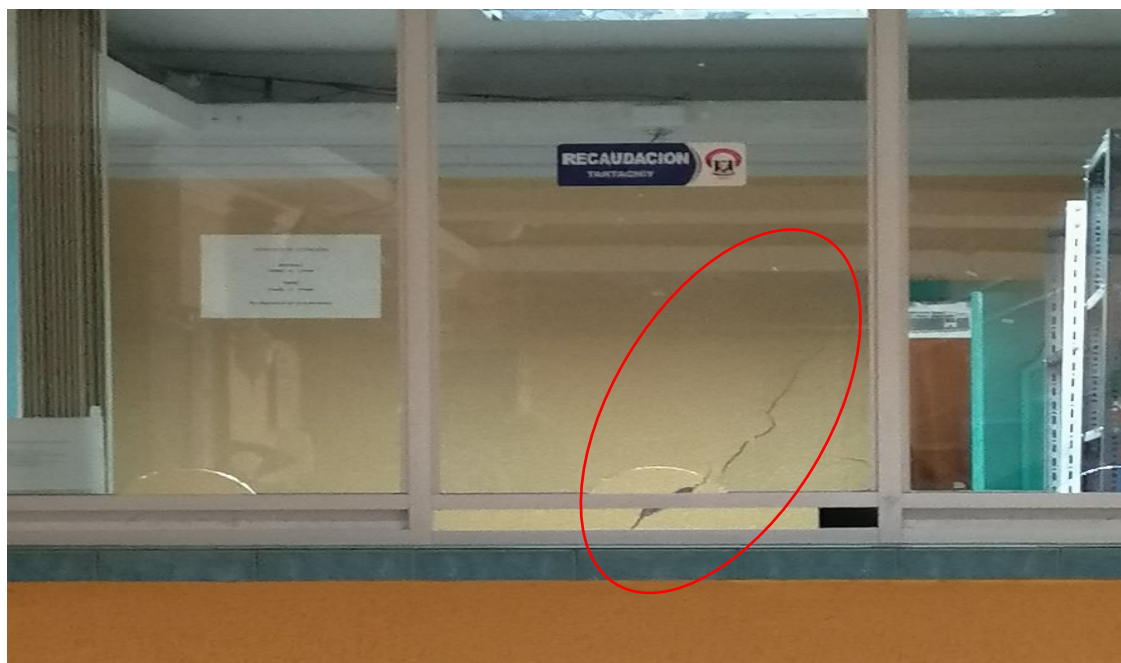
**Fotografía 11**



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** Daño en el piso apareamiento de fisuras en la baldosa

**Fotografía 12**



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** Oficina de recaudación ubicada en el piso 1 se puede observar una fisura en la pared.

**Fotografía 13**



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** Gradas en deterioro

**Fotografía 14**



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** fisuras en las oficinas de informática piso 3

## FOTOGRAFÍA DEL ESTUDIO DE SUELOS A TRAVÉS DE LOS SONDEOS DE PERFORACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

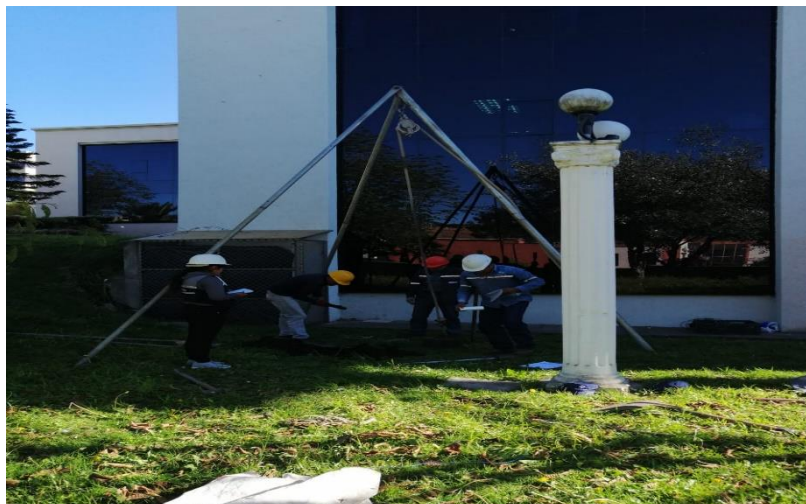
Fotografía 15



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** Sondeo 1, vista posterior del edificio Administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar, lugar de estudio se colocan los materiales a utilizarse para el siguiente estudio de suelo como es el trípode que sostiene al martillo al realizar sus golpes, una varilla de un metro en la cual en la parte superior se encuentra la capsula para poder obtener las muestras del tipo de suelo.

Fotografía 16



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** Se recoge la primera muestra a través de la capsula que se realiza con golpes cada 15 cm que va de 1m a 2 .

**Fotografía 17**



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** Luego de sacar la barilla se mide para ver el nivel freático se encuentra a los 2m de la primera perforación, también se toma la muestra en la capsula ya que hay un suelo húmedo tierra de color negra con presencia de lodo.

**Fotografía 18**



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** Luego en la perforación de 3 a 4 m se encuentra una capa de tierra más dura ya que se necesitó más golpes para coger la siguiente muestra.

**Fotografía 19**



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** En los 6 m se encontró cancagua tierra un poco firme pero luego se afloja ya que sale mezclada con otro tipo de suelo.

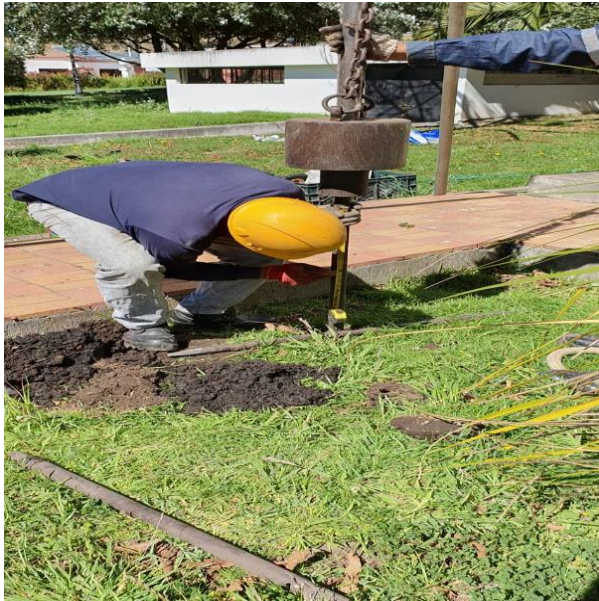
**Fotografía 20**



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** Sondeo 2, se realiza el mismo procedimiento que la primera perforación donde se procede a realizar golpes para coger la primera muestra del segundo sondeo que va de 1m a 2m

**Fotografía 21**



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** se encontró el nivel freático a 1,10m , se escucha las burbujas del agua, donde se recoge la primera muestra es de color negra, así como también se anota que nomás se encontró en cada perforación.

**Fotografía 22**



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** En el segundo sondeo se puede observar el tipo de suelo si es arena o limo así como también la plasticidad del mismo, como también podemos percibir, es lodo podrido ya que se encuentra estancada en el lugar.

**Fotografía 23**



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** Sondeo 3, parte lateral del edificio se realiza la perforación de 1 a 2m, 2 a3m,4 a 5m y de 5 a 6m, por tanto, se encuentra el nivel freático a 1,10m, tiene un suelo muy frágil ya que se encuentra estancada el agua no tiene adecuado drenaje.

**Fotografía 24**



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** En esta fotografía podemos observar cuando realizamos la perforación hasta los 6m, posee un suelo de color negro con lodo ya que no llegamos a un suelo firme por lo que existe suelos inestables y no tienen un buen drenaje ya que poseen cajas de revisiones de electricidad.



**Fotografía 25**



**Fuente:** Punina, Montesdeoca. 2019

**Descripción:** En esta fotografía podemos observar los materiales que utilizamos para los sondeos de perforación estándar (SPT), el trípode, barrillas e 1m capsula, excavadora, machete martillo y el yunque.

## 7.2. ANEXO 1. Informe de estudio de suelos actual

INGENIERÍA DE SUELOS Y CIMENTACIONES  
GEOTECNIA - GEOFÍSICA



## PROYECTO FACTORES GEOTÉCNICOS EDIFICIO ADMINISTRATIVO U.E.B.

### Contenido:

Estudios geotécnicos de campo, laboratorio y gabinete para la determinación de la capacidad portante de los suelos, análisis de asentamientos inmediatos previsibles, y recomendaciones sobre niveles y tipos de cimentación de las estructuras proyectadas

ING. LUIS PAZMIÑO

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos;  
Quito – Ecuador  
Teléfono: 0995766091 - 022610907

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118- RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	i de ii

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

<b>1. ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
1.1. DESCRIPCIÓN.....	1
1.2. OBJETIVO.....	1
<b>2. TRABAJOS REALIZADOS .....</b>	<b>1</b>
2.1. TRABAJOS DE CAMPO .....	1
2.2. TRABAJOS DE LABORATORIO .....	1
2.3. TRABAJOS DE GABINETE .....	2
2.3.1. CAPACIDAD DE CARGA CIMENTACIONES SUPERFICIALES.....	2
2.3.2. COEFICIENTE DE BALASTO .....	3
2.3.3. ASENTAMIENTOS PREVISIBLES .....	3
<b>3. RESULTADOS.....</b>	<b>4</b>
3.1. DE LA ESTRATIGRAFÍA .....	4
3.2. DEL NIVEL FREÁTICO .....	5
3.3. DE LOS PARÁMETROS MECÁNICOS Y GEOTÉCNICOS.....	5
3.3.1. DEL ENSAYO SPT (STANDARD PENETRATION TEST).....	5
3.3.2. DE LOS ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN SUCS .....	5
3.3.3. DE LA CAPACIDAD DE CARGA .....	6
3.3.3.1. CIMENTACIONES SUPERFICIALES.....	6
3.3.3.2. DE LOS ASENTAMIENTOS PREVISIBLES.....	8
3.3.4. DEL COEFICIENTE DE BALASTO .....	9
3.3.5. DEL PERFIL DEL SUELO PARA EL DISEÑO SISMORESISTENTE .....	9
3.3.5.1. DE LOS FACTORES DE SITIO.....	10
<b>4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>10</b>
4.1. DE LA ESTRATIGRAFÍA DEL SUELO Y NIVELES FREÁTICOS.....	10
4.2. DE LA CAPACIDAD DE CARGA .....	10
<b>5. LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....</b>	<b>12</b>
<b>6. ANEXOS .....</b>	<b>I</b>
ANEXO I .....	II
UBICACIÓN DE ESTUDIO .....	II
ANEXO II .....	IV
REGISTROS DE CAMPO (LOG DE PERFORACIÓN) .....	IV
ANEXO III .....	VIII
ENSAYOS DE LABORATORIO .....	VIII
HUMEDAD .....	VIII
LÍMITES DE CONSISTENCIA .....	VIII
GRANULOMETRÍA.....	VIII
CLASIFICACIÓN SUCS .....	VIII
ANEXO IV.....	XXIV
CAPACIDAD DE CARGA CIMENTACIONES SUPERFICIALES.....	XXIV
ANEXO IV.....	XXVIII
REGISTRO FOTOGRÁFICO .....	XXVIII

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118- RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	ii de ii

**ÍNDICE DE TABLA**

Tabla 1: Ubicación puntos de estudio "SPT" .....	1
Tabla 2: Capacidad de carga requerida y ancho de cimentación .....	4
Tabla 3: "N <sub>30</sub> " del SPT según la profundidad .....	5
Tabla 4: Resultados ensayos clasificación SUCS .....	6
Tabla 5: Asentamientos Previsibles .....	8
Tabla 6: Módulo de balasto .....	9
Tabla 7: Perfil del suelo para el diseño sismo resistente .....	9
Tabla 8: Parámetros para el diseño sismo-resistente .....	10
Tabla 9: Recomendaciones Cimentaciones Superficiales .....	11

**ÍNDICE DE FIGURAS**

FIGURA 1: Capacidad de carga – vigas - zapatas cuadradas – losas de cimentación SP01; Z < 1,00 m. ....	7
FIGURA 2: Capacidad de carga – vigas - zapatas cuadradas – losas de cimentación SP02; Z < 1,00 m .....	7
FIGURA 3: Capacidad de carga – vigas - zapatas cuadradas – losas de cimentación SP03; Z < 1,00 m .....	8
FIGURA 4: Esquema cimentaciones superficiales .....	11

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	1 de 12

## 1. ANTECEDENTES

### 1.1. DESCRIPCIÓN

Se pretende realizar la recopilación de los parámetros geotécnicos del suelo donde se encuentra asentado el Edificio Administrativo de la Universidad Estatal de Bolívar, ubicado en la ciudad de Guaranda, por lo que se ha solicitado la realización del presente estudio geotécnico.

### 1.2. OBJETIVO

La realización de este estudio tiene la finalidad de determinar las características del subsuelo y definir la capacidad de carga del terreno en el nivel de cimentación recomendado, los asentamientos previsibles ante las cargas proyectadas, con el objeto de diseñar en base a ellos las estructuras y elementos constructivos previstos en el anteproyecto.

## 2. TRABAJOS REALIZADOS

### 2.1. TRABAJOS DE CAMPO

Para efectos de este estudio se realizó tres (3) perforaciones a percusión mediante la utilización de equipo mecánico, con ensayos de penetración estándar SPT a cada metro de profundidad, según la siguiente tabla:

Tabla 1:  
Ubicación puntos de estudio "SPT"

PERFORACIÓN	UBICACIÓN		PROFUNDIDAD (m)	NORMAS
	SUR	ESTE		
SP01	9826189.4	721728.4	6,00	
SP02	9826174.4	721745.6	6,00	ASTM D1586-67
SP03	9826206.2	721758.6	6,00	

La ubicación de todos los puntos de estudio se encuentra en el ANEXO I del presente informe.

### 2.2. TRABAJOS DE LABORATORIO

Para complementar la información obtenida en campo y con el objetivo de determinar las propiedades "índice" de los estratos encontrados, se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio con las muestras obtenidas en el ensayo SPT.

- Contenido de humedad                      ASTM D-2216
- Análisis granulométrico                      ASTM D-422
- Límites Líquido y Plástico                      ASTM D-4318

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0984699378 - 022534789

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	2 de 12

### 2.3. TRABAJOS DE GABINETE

Los resultados de los ensayos campo y de laboratorio fueron utilizados, basados en los criterios de la mecánica de suelos, para calcular los parámetros de resistencia y capacidad de carga del suelo para el diseño de cimentaciones superficiales.

#### 2.3.1. CAPACIDAD DE CARGA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

El ensayo SPT es ampliamente usado para obtener la capacidad de carga de los suelos directamente. Una de las últimas publicaciones relacionadas fue la realizada por Terzagui y Peck (1967), esta teoría ha sido muy utilizada pero una acumulación de observaciones de campo ha mostrado que estas ecuaciones son excesivamente conservadoras. Meyerhof (1956 – 1974) publicó ecuaciones para calcular la capacidad de carga admisible para un asentamiento de 25 mm. Pero estas, aunque producían curvas similares a las de Terzagui y Peck seguían siendo muy conservadoras. Considerando las observaciones de campo, las opiniones establecidas por otros autores, Bowles ajustó las ecuaciones de Meyerhof para un incremento aproximado del 50% en la capacidad de carga admisible para obtener lo siguiente:

ZAPATAS:

$$q_{adm} = \frac{N_{prom} k_d}{0,05} \text{ si } B \leq 1,2 \text{ m.}$$

(como zapatas corridas cuyo  $df < 1,20 \text{ m.}$ )

$$q_{adm} = \frac{N_{prom} k_d}{0,08} \times \frac{(B + 0,3)^2}{B^2} \text{ si } B > 1,2 \text{ m.}$$

(como zapatas corridas cuyo  $df > 1,20 \text{ m.}$ )

LOSAS:

$$q_{adm} = \frac{N_{prom}}{0,08} k_d$$

Dónde:

$q_{adm}$  = Capacidad Admisible del Suelo

$N_{prom}$  =  $N_{30}$  del SPT corregido y promediado en una zona de influencia de 0,5B arriba y 2B debajo del nivel de análisis.

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0984699378 - 022534789

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMIENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	3 de 12

$B$  = Ancho de cimentación

$$k_d = 1 + 0,33 \frac{D_f}{B} \leq 1,33 \quad (\text{Según Meyerhoff, 1965})$$

$D_f$  = Profundidad desplante

### 2.3.2. COEFICIENTE DE BALASTO

Los valores de coeficiente de Balasto ( $k_v$  y  $k_h$ , según Terzaghi) para el diseño de las cimentaciones superficiales y profundas se calcularán con las siguientes relaciones empíricas:

$$k_h = \frac{40 \cdot N}{b} \quad \text{Para suelos cohesivos}$$

$$k_h = 1000 * 10^{\frac{N-28}{40}} * \frac{Z}{b} \quad \text{Para suelos granulares secos o húmedos}$$

$$k_v = k_h * 1,5 * \frac{b}{30} \quad \text{Para suelos granulares secos o húmedos}$$

Dónde:

$k_h$  = Módulo de balasto horizontal (T/m<sup>3</sup>)

$k_v$  = Módulo de balasto vertical (T/m<sup>3</sup>)

$N = N_{30}$  del SPT

$b$  = ancho de cimentación

### 2.3.3. ASENTAMIENTOS PREVISIBLES

En función de la presión transmitida por la estructura de cimentación al terreno se considerará los asentamientos instantáneos. El cálculo de los asentamientos se realizará mediante métodos empíricos calibrados basados en mediciones de campo. Proponemos el método presentado por Terzaghi, Peck y Mercier (1996) basado en el ensayo de Penetración Estándar (ASTM D1586)

$$S = (B^{0,75}) * \left( \frac{1,7}{1,4 N_{corr}} \right) q$$

Dónde:

$B$  = ancho de Zapata (m)

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0984699378 - 022534789

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	4 de 12

$N_{corr}$	=	N30 del SPT corregido
$q$	=	la presión de contacto
$S$	=	Asentamiento previsible (mm)

Para el presente caso:

Tabla 2:  
Capacidad de carga requerida y ancho de cimentación

TIPO / ALTURA	LADO B (m)	CARGA * (T)	PRESION DE CONTACTO (Q)	
			(T/m2)	(kPa)
<b>VIGAS DE CIMENTACION**</b>	1,20	50,00	10,42	102,15
<b>PLINTOS AISLADOS</b>	2,00	50,00	12,50	122,58
<b>LOSA CIMENTACIÓN</b>	5,00	50,00	2,00	19,61

\* Carga aproximada de contacto y ancho de cimentación entregados por el cliente.

\*\* Para un ancho cooperante de 4,00 m.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. DE LA ESTRATIGRAFÍA

De los sondeos realizados se establece la siguiente estratigrafía generalizada:

SP01

- De 0,00 m. a -3,50 m.
  - Limo de alta compresibilidad, color negro, humedad de media a alta, plasticidad alta. Consistencia blanda.
- De -3,50 m. a -4,50
  - Arena Limosa, color gris, humedad baja, plasticidad nula, presencia de fragmentos de roca y grava. Consistencia suelta.
- De -4,50 m. a -6,00
  - Arcilla de alta compresibilidad color, café grisácea, humedad media, plasticidad alta.

SP02 – SP03

- De 0,00 m. a -6,00 m.
  - Limo de alta compresibilidad, color negro, humedad alta, plasticidad alta, presencia de grava. Consistencia blanda.

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0984699378 - 022534789



<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	5 de 12

El detalle de la estratigrafía encontrada se presenta en el ANEXO II del presente informe.

### 3.2. DEL NIVEL FREÁTICO

Al momento de realizar el presente estudio se encontró presencia de nivel freático a las siguientes profundidades:

- SP01: 2,00 m.
- SP02: 1,10 m.
- SP03: 1,10 m.

Esta información corresponde a valores puntuales que pueden variar con el tiempo. El rango de esta variación está fuera del alcance del presente estudio.

### 3.3. DE LOS PARÁMETROS MECÁNICOS Y GEOTÉCNICOS

#### 3.3.1. DEL ENSAYO SPT (STANDARD PENETRATION TEST)

Los valores de  $N_{30}$  del SPT obtenidos en campo y utilizados para el cálculo de la capacidad portante son los siguientes:

Tabla 3:  
"N<sub>30</sub>" del SPT según la profundidad

MANIOBRA	PROF.M	SP01	SP02	SP03
1	0.00-1.00	-	-	-
2	1.00-2.00	1	1	1
3	2.00-3.00	1	2	1
4	3.00-4.00	1	2	2
5	4.00-5.00	10	4	1
6	5.00-6.00	14	2	2

#### 3.3.2. DE LOS ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN SUCS

Los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio se utilizaron para realizar la clasificación de la matriz de los suelos de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), según la norma ASTM D2487.

A continuación, se presenta un resumen de dichos resultados:

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0984699378 - 022534789

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	6 de 12

Tabla 4:  
Resultados ensayos clasificación SUCS

**SP01**

MANIOBRA	PROF.m	SUCS	HUMEDAD %	FINOS%	LÍMITE LIQUIDO	LÍMITE PLASTICO	ÍNDICE PLASTICIDAD
1	0.00-1.00	SIN MUESTRA / EXCAVACION CON ABRE HOYOS					
2	1.00-2.00	MH	46	72	65	43	21
3	2.00-3.00	MH	71	78	66	44	22
4	3.00-4.00	MH	69	73	63	43	19
5	4.00-5.00	SM	31	26	0	0	0
6	5.00-6.00	CH	42	87	63	31	32
FIN DEL SONDEO							

**SP02**

MANIOBRA	PROF.m	SUCS	HUMEDAD %	FINOS%	LÍMITE LIQUIDO	LÍMITE PLASTICO	ÍNDICE PLASTICIDAD
1	0.00-1.00	SIN MUESTRA / EXCAVACION CON ABRE HOYOS					
2	1.00-2.00	MH	71	63	62	42	20
3	2.00-3.00	MH	73	63	66	41	25
4	3.00-4.00	MH	70	66	65	44	21
5	4.00-5.00	MH	68	67	62	45	17
6	5.00-6.00	MH	66	64	65	43	22
FIN DEL SONDEO							

**SP03**

MANIOBRA	PROF.m	SUCS	HUMEDAD %	FINOS%	LÍMITE LIQUIDO	LÍMITE PLASTICO	ÍNDICE PLASTICIDAD
1	0.00-1.00	SIN MUESTRA / EXCAVACION CON ABRE HOYOS					
2	1.00-2.00	MH	71	66	64	44	20
3	2.00-3.00	MH	68	67	66	43	23
4	3.00-4.00	MH	69	80	62	44	18
5	4.00-5.00	MH	64	79	66	44	22
6	5.00-6.00	MH	69	75	62	43	19
FIN DEL SONDEO							

El detalle de los resultados de los ensayos de laboratorio se presenta en el ANEXO III del presente informe

**3.3.3. DE LA CAPACIDAD DE CARGA**

**3.3.3.1. CIMENTACIONES SUPERFICIALES**

Los valores de capacidad portante según la profundidad tanto para zapatas como para losas de cimentación se presentan en las siguientes gráficas:

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0984699378 - 022534789

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	7 de 12

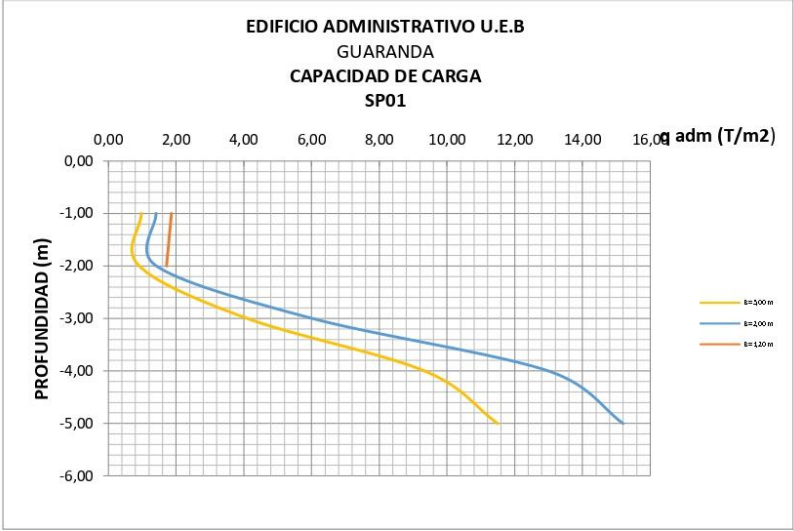


FIGURA 1: Capacidad de carga – vigas - zapatas cuadradas – losas de cimentación SP01; Z < 1,00 m.

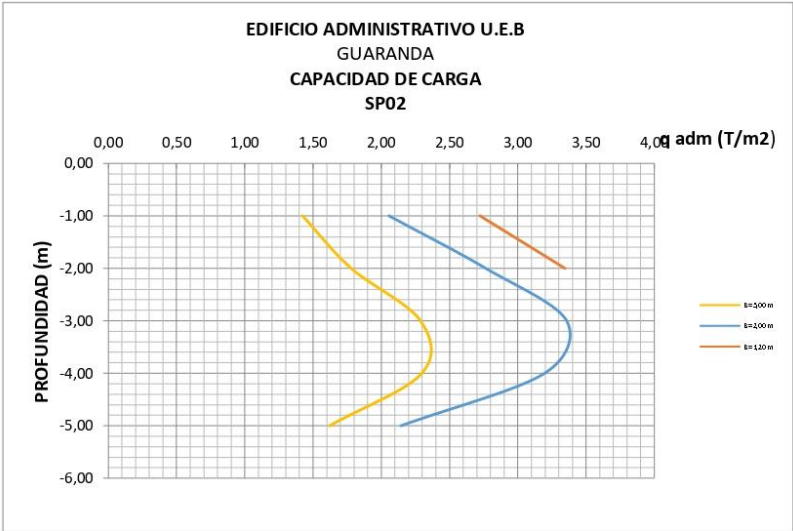


FIGURA 2: Capacidad de carga – vigas - zapatas cuadradas – losas de cimentación SP02; Z < 1,00 m.

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0984699378 - 022534789

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	8 de 12

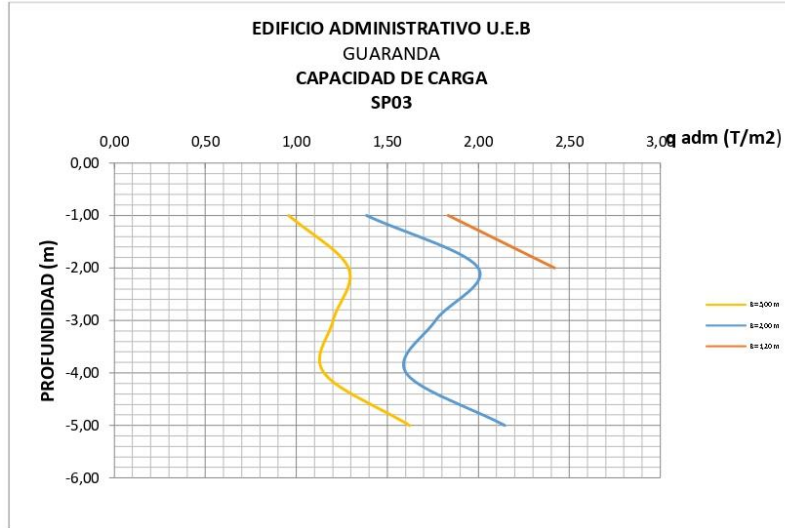


FIGURA 3: Capacidad de carga – vigas - zapatas cuadradas – losas de cimentación SP03; Z < 1,00 m

El resultado de cálculo de la capacidad portante para cimentaciones superficiales se presenta en el ANEXO IV del presente informe.

### 3.3.3.2. DE LOS ASENTAMIENTOS PREVISIBLES

Los asentamientos previsible provocados por la implantación de la estructura se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 5:  
Asentamientos Previsibles

PROF (M)	SP01			SP02			SP03		
	VIGAS S (mm)	ZAPATAS S (mm)	LOSAS S (mm)	VIGAS S (mm)	ZAPATAS S (mm)	LOSAS S (mm)	VIGAS S (mm)	ZAPATAS S (mm)	LOSAS S (mm)
-1,00	309,93	557,83	173,54	309,93	328,42	173,54	309,93	570,59	173,54
-2,00	388,99	663,32	181,51	154,39	261,25	72,04	407,45	411,28	190,12
-3,00		87,84	249,80		199,04	97,44		489,67	97,44
-4,00		29,94	12,36		213,25	45,56		560,01	317,06
-5,00		24,03	7,65		372,71	118,56		372,71	118,56

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	9 de 12

### 3.3.4. DEL COEFICIENTE DE BALASTO

Los valores de coeficiente de Balasto (Kv y Kh, según Terzaghi) para el diseño de las cimentaciones superficiales y profundas son los siguientes:

Tabla 6:  
Módulo de balasto

PROF. (m)	N (SPT) PROMEDIO	KH (T/M3) SEGÚN TERZAGUI			KV (T/M3)
		b =			
0,00		1,20	2,00	5,00	
1,00	1	33,33	20,00	8,00	200,00
2,00	1	33,33	20,00	8,00	200,00
3,00	2	66,67	40,00	16,00	400,00
4,00	5	166,67	100,00	40,00	1000,00
5,00	6	200,00	120,00	48,00	1200,00

### 3.3.5. DEL PERFIL DEL SUELO PARA EL DISEÑO SISMORESISTENTE

El perfil del suelo para el diseño sismo resistente fue determinado siguiendo las especificaciones del apéndice 10.5 de la NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN "PELIGRO SÍSMICO DISEÑO SISMO RESISTENTE" (DIC – 2015):

Tabla 7:  
Perfil del suelo para el diseño sismo resistente

PROF (M)	N promedio	SU (CORRESPONDIENTE) KG/CM2 Según Terzagui y Peck (1948)	
		1,0	1
2,0	1	0,063	16,00
3,0	2	0,125	8,00
4,0	5	0,313	3,20
5,0	6	0,375	2,67

$$\sum_{i=1}^k \frac{d_i}{s_{ui}} = 45,87$$

$$d_c = 5,00$$

$$\bar{s}_u = \frac{d_c}{\sum_{i=1}^k \frac{d_i}{s_{ui}}} = 0,11 \quad \text{kg/cm}^2$$

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0984699378 - 022534789

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	10 de 12

Su kg/cm <sup>2</sup>	PERFIL DEL SUELO	DESCRIPCION
0,11	E	PERFIL QUE CONTIENE UN ESPESOR H>3.00 m. DE ARCILLAS BLANDAS Y:  $IP > 20$  $w \geq 40\%$  $\bar{S}_u < 50 \text{ kPa } (\approx 0.50 \text{ kgf/cm}^2)$

### 3.3.5.1. DE LOS FACTORES DE SITIO

De la determinación del perfil del suelo para diseño sismo resistente y conociendo la ubicación, se determina las siguientes características

Tabla 8:  
Parámetros para el diseño sismo-resistente

ZONA SÍSMICA	VALOR DEL FACTOR Z	CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO	FACTORES DE SITIO TOMADOS NEC 2015		
			Fa	Fd	Fs
IV	0,35	ALTA	1,10	1,65	1,80

## 4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS Y RECOMENDACIONES

### 4.1. DE LA ESTRATIGRAFÍA DEL SUELO Y NIVELES FREÁTICOS

- a) El terreno está conformado en general limos arcillosos de consistencia blanda de humedad muy alta. En el sondo SP01 se encuentra un lente de arenas a una profundidad de 3,50 m. y con una potencia máxima de 1,00 m. Este lente mejora la consistencia del suelo pero al desaparecer, el suelo blando continúa. La consistencia blanda y la naturaleza expansiva del suelo y la presencia de nivel freático a profundidades someras hacen que el suelo natural por sí solo no tenga la capacidad de carga adecuada para soportar las cargas de la estructura por lo que mismo deberá ser reemplazado con el fin de mejorar sus características físicas y mecánicas.

### 4.2. DE LA CAPACIDAD DE CARGA

- b) Bajo estas circunstancias, considerando los estratos del suelo de consistencia crítica, las cargas propuestas por el diseño estructural y con el fin de evitar posibles deformaciones diferenciales en el suelo de cimentación se propone los siguientes criterios de cimentación en la zona crítica:

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0984699378 - 022534789

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	11 de 12

Tabla 9:  
Recomendaciones Cimentaciones Superficiales

SONDEO	SUELO DE CIMENTACIÓN	ANCHO DE LA CIMENTACIÓN "b" (m)	TIPO CIMENTACIÓN	PROFUNDIDAD CIMENTACIÓN "Df" (m)	PROFUNDIDAD EXCAVACIÓN "H" (m)	MATERIAL REEMPLAZO	TIPO MATERIAL REEMPLAZO	CAPACIDAD CARGA REQUERIDA* (T/m <sup>2</sup> )	CAPACIDAD CARGA ADMISIBLE DEL SUELO EN EL "Df" (T/m <sup>2</sup> )**	ASENTAMIENTO PREVISIBLE (mm)**	CAPACIDAD CARGA ADMISIBLE DEL SUELO EN EL "Df" (T/m <sup>2</sup> )***	ASENTAMIENTO PREVISIBLE (mm)***
SP01	MH	2,00	ZAPATA	3,00	5,00	2,00	SUB BASE CLASE III	12,50	<b>6,02</b>	<b>87,84</b>	19,66	19,76
SP02	MH	2,00	ZAPATA	3,00	5,00			12,50	<b>3,36</b>	<b>199,04</b>		
SP03	MH	2,00	ZAPATA	3,00	5,00			12,50	<b>1,76</b>	<b>489,67</b>		

\* APROXIMADA DE LOS DATOS DEL DISEÑO ESTRUCTURAL  
 \*\* ANTES DEL MEJORAMIENTO  
 \*\*\* LUEGO DEL MEJORAMIENTO

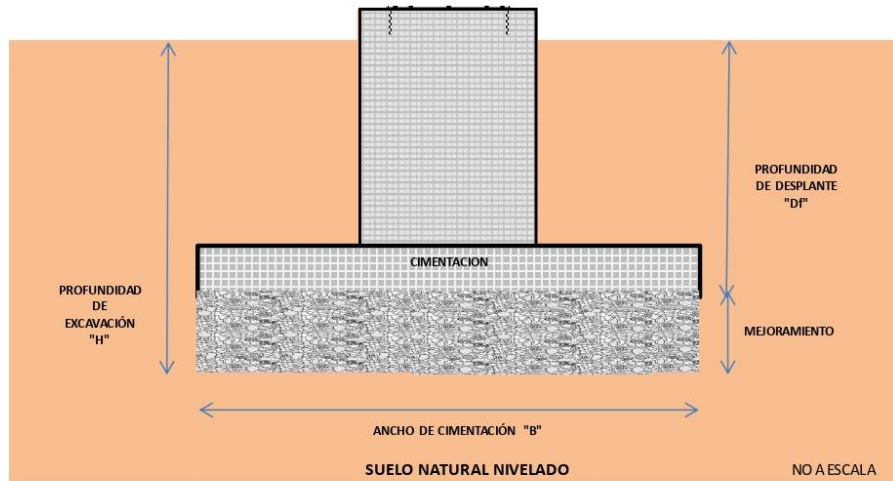


FIGURA 4: Esquema cimentaciones superficiales

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
 Teléfono: 0984699378 - 022534789

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	12 de 12

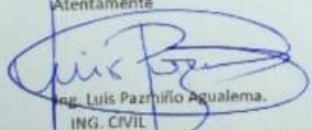
- c) La altura del mejoramiento y los valores de capacidad de carga admisible del suelo mejorado han sido calculados utilizando la "Capacidad de carga suelos estratificados: suelo más fuerte sobre suelo más débil" según Meyerhof y Hann 1978
- d) Se utilizará mejoramiento estructural con las especificaciones mostradas con el fin de mejorar el suelo natural de cimentación y uniformizar los asentamientos previsibles.
- e) En la ejecución del relleno de mejoramiento se deberá utilizar material granular que debe cumplir con las características de SUB BASE CLASE III especificadas en el MTOP.
- f) El material deberá ser esparcido en capas horizontales de espesor uniforme y deberá humedecerse homogéneamente hasta lograr el valor óptimo del ensayo Proctor Modificado con una variación máxima de  $\pm 2\%$ . Luego el material será compactado hasta alcanzar una densidad no inferior al 95% del ensayo de Proctor Modificado.
- g) El espesor de las capas será establecido de forma tal, que pueda lograrse la densidad especificada en todo su espesor con el equipo de compactación que se utilizará, en todo caso éste no podrá ser superior a 25 cm.
- h) La presencia de nivel freático hace necesario el uso de obras de drenaje y control de aguas durante la excavación, el desplante de la cimentación y luego de implantada la estructura.
- i) De requerirse el análisis de la capacidad de carga para diferentes cargas o anchos de cimentación quedamos a su disposición.
- j) Debe considerarse que el nivel de desplante recomendado está tomado desde la superficie de suelo actual. De realizarse trabajos de nivelación o remoción de tierras, estos deben ser considerados a la hora del proceso de cimentación.

#### 5. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El presente estudio se ha elaborado en base a las investigaciones de campo y ensayos de laboratorio, por lo que representa una ayuda en el diseño y construcción del proyecto.

Por ser un estudio puntual, las características y recomendaciones del presente informe deberán ser reconfirmadas una vez que se realicen las excavaciones al nivel de cimentación.

Atentamente



Ing. Luis Pazmiño Agualema.  
ING. CIVIL

Registro Senescyt: 1079-2017-182802

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0984699378 - 022534789



<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	12 de 12

- c) La altura del mejoramiento y los valores de capacidad de carga admisible del suelo mejorado han sido calculados utilizando la "Capacidad de carga suelos estratificados: suelo más fuerte sobre suelo más débil" según Meyerhof y Hann 1978
- d) Se utilizará mejoramiento estructural con las especificaciones mostradas con el fin de mejorar el suelo natural de cimentación y uniformizar los asentamientos previsibles.
- e) En la ejecución del relleno de mejoramiento se deberá utilizar material granular que debe cumplir con las características de SUB BASE CLASE III especificadas en el MTOP.
- f) El material deberá ser esparcido en capas horizontales de espesor uniforme y deberá humedecerse homogéneamente hasta lograr el valor óptimo del ensayo Proctor Modificado con una variación máxima de  $\pm 2\%$ . Luego el material será compactado hasta alcanzar una densidad no inferior al 95% del ensayo de Proctor Modificado.
- g) El espesor de las capas será establecido de forma tal, que pueda lograrse la densidad especificada en todo su espesor con el equipo de compactación que se utilizará, en todo caso éste no podrá ser superior a 25 cm.
- h) La presencia de nivel freático hace necesario el uso de obras de drenaje y control de aguas durante la excavación, el desplante de la cimentación y luego de implantada la estructura.
- i) De requerirse el análisis de la capacidad de carga para diferentes cargas o anchos de cimentación quedamos a su disposición.
- j) Debe considerarse que el nivel de desplante recomendado está tomado desde la superficie de suelo actual. De realizarse trabajos de nivelación o remoción de tierras, estos deben ser considerados a la hora del proceso de cimentación.

#### 5. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El presente estudio se ha elaborado en base a las investigaciones de campo y ensayos de laboratorio, por lo que representa una ayuda en el diseño y construcción del proyecto.

Por ser un estudio puntual, las características y recomendaciones del presente informe deberán ser reconfirmadas una vez que se realicen las excavaciones al nivel de cimentación.

Atentamente

Ing. Luis Pazmiño Agualema.  
ING. CIVIL  
Registro Senescyt: 1079-2017-182802

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0984699378 - 022534789

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118- RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	II de XXX

**ANEXO I**

**UBICACIÓN DE ESTUDIO**

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0995766091-0992389901

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	III de XXX



PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0995766091-0992389901

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118- RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	IV de XXX

**ANEXO II**

**REGISTROS DE CAMPO (LOG DE PERFORACIÓN)**

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0995766091-0992389901

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMIENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118- RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	I de XXX

**6. ANEXOS**

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0984699378 - 022534789

**EDIFICIO ADMINISTRATIVO  
UNIVERSIDAD ESTATAL  
DE BOLÍVAR**

**DEPARTAMENTO:** GEOTECNIA Y CIMENTOS  
**CÓDIGO No.:** LD-20190823-INF1118-RES  
**FECHA:** 2019/08/23  
**PÁGINA No.:** V de XXX

<b>REGISTRO DE PERFORACION</b>		<b>SONDEO:</b>																																																																																													
PROYECTO: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR INSTITUCIÓN: ISEVIAE UBICACIÓN: GUAYAS COORDENADOR: JUAN PAZMIÑO FECHA: 2019/08/23		<b>SP01</b>	ESTADOS: 1 06 1 PLANOS: 1 06 1																																																																																												
<b>LUIS PAZMIÑO GEOTECNIA Y CIMENTOS</b>																																																																																															
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>PROF.</th> <th>NIVEL (m)</th> <th>ESTRATIGRAFÍA</th> <th>REMARKS</th> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>2.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>3.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>4.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>5.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>6.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>7.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>8.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>9.00</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	PROF.	NIVEL (m)	ESTRATIGRAFÍA	REMARKS	0.00	0.00			0.00	1.00			0.00	2.00			0.00	3.00			0.00	4.00			0.00	5.00			0.00	6.00			0.00	7.00			0.00	8.00			0.00	9.00			<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">ESTRATIGRAFÍA</th> <th colspan="2">SOLUCIÓN</th> </tr> <tr> <th>NO</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>NO</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>...</td> <td>1</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>...</td> <td>2</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>...</td> <td>3</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>...</td> <td>4</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>...</td> <td>5</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>...</td> <td>6</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>...</td> <td>7</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>...</td> <td>8</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>...</td> <td>9</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>...</td> <td>10</td> <td>...</td> </tr> </table>	ESTRATIGRAFÍA		SOLUCIÓN		NO	DESCRIPCIÓN	NO	DESCRIPCIÓN	1	...	1	...	2	...	2	...	3	...	3	...	4	...	4	...	5	...	5	...	6	...	6	...	7	...	7	...	8	...	8	...	9	...	9	...	10	...	10	...	<p>Observaciones:                  - Descripción de los estratos encontrados.                  - Tipo de suelo.                  - Observaciones de campo.                  - Recomendaciones.</p>	PLANOS: 1 06 1 ESTADOS: 1 06 1
PROF.	NIVEL (m)	ESTRATIGRAFÍA	REMARKS																																																																																												
0.00	0.00																																																																																														
0.00	1.00																																																																																														
0.00	2.00																																																																																														
0.00	3.00																																																																																														
0.00	4.00																																																																																														
0.00	5.00																																																																																														
0.00	6.00																																																																																														
0.00	7.00																																																																																														
0.00	8.00																																																																																														
0.00	9.00																																																																																														
ESTRATIGRAFÍA		SOLUCIÓN																																																																																													
NO	DESCRIPCIÓN	NO	DESCRIPCIÓN																																																																																												
1	...	1	...																																																																																												
2	...	2	...																																																																																												
3	...	3	...																																																																																												
4	...	4	...																																																																																												
5	...	5	...																																																																																												
6	...	6	...																																																																																												
7	...	7	...																																																																																												
8	...	8	...																																																																																												
9	...	9	...																																																																																												
10	...	10	...																																																																																												
<b>LETTERING</b>																																																																																															
NOMBRE: JUAN PAZMIÑO PROFESION: GEOTECNIA Y CIMENTOS NIVEL: INGENIERO REGISTRO: 2019		INGENIERO: JUAN PAZMIÑO INGENIERO: JUAN PAZMIÑO																																																																																													

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos, Quito - Ecuador  
 Teléfono: 0995766091-0992389901

**EDIFICIO ADMINISTRATIVO  
UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**DEPARTAMENTO: GEOTECNIA Y CIMENTOS**  
**CÓDIGO No.: LD-20190823-INF1118-RES**  
**FECHA: 2019/08/23**  
**PÁGINA No.: VI de XXX**

**SONDEO:**

SP02

H.O.S.  
# 44 #

**REGISTRO DE PERFORACIÓN**

**PROYECTO:** UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR  
**CIUDAD:** GUANAHUA  
**UBICACIÓN:** COORDENADAS  
**FECHA:** 23/8/2019

**ESTADIOS DE PERFORACIÓN (SLP%)**

PROF. (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00

**CLASIFICACIÓN S.L.P.S**

L.L.		L.P.		L.S.P.		L.F.		L.G.		L.H.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

**FUN DEL SONDEO**

770642310 (CONVETSIÓN DEL MÓDULO REGISTRO) La unidad de medida es el metro (m), para el caso de la profundidad.

**ESTRATIGRAFÍA**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

**PERFORADOR:** Julio Pastor Tello

**INGENIERO:** Ing. Cesar

**FECHA:** 23/8/2019

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0995766091-0992389901

**EDIFICIO ADMINISTRATIVO  
UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
<b>FECHA:</b>	2019/08/23
<b>PÁGINA No.:</b>	VII de XXX

**LUIS PAZMIÑO  
GEOTECNIA Y CIMENTOS**

**PROYECTO:** UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR  
**CIUDAD:** BOLIVAR  
**UBICACIÓN:** GUARANDA  
**FECHA:** 23/08/2019

**REGISTRO DE PERFORACIÓN**

**PROYECTO:** UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR  
**CIUDAD:** BOLIVAR  
**UBICACIÓN:** GUARANDA  
**FECHA:** 23/08/2019

**SONDEO:** SP03

HOJA 1 de 2

PROF. [m]	NIVEL [m]	STANDARD PENETRATION TESTE (S.P.T)		W (N)	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.							REACTIVIDAD AL CORTE	Perfil Investigado	Descripción del Suelo	Observaciones	
		GOLPES DE SPT			INSTRUMENTAL											
		1	2		W	L.L.	L.P.	L.P.	G	S	F	U.C.S.	C	φ		
0.00	0.00															
-1.00	1.00				71	64	64	20	1	53	66	MH				
-2.00	2.00				68	65	43	23	2	31	67	MH				
-3.00	3.00				69	67	44	18	0	20	60	MH				
-4.00	4.00				64	60	44	25	0	21	79	MH				
-5.00	5.00				69	63	43	19	0	25	75	MH				
-6.00	6.00															
-7.00	7.00															
-8.00	8.00															
-9.00	9.00															

**LEYENDAS:**

**MANTILLO ALS Kg:**

PROF. TOTAL PERFORACIÓN: 6.00 m

NIVEL TESTEADO: 1.10 m

REVESTIMIENTO: M m

**SAFETY:**

PROF. TOTAL PERFORACIÓN: 6.00 m

NIVEL TESTEADO: 1.10 m

REVESTIMIENTO: M m

**PERFORADOR:** Juan Pablo Teco

**ING. CAMPIO:** Ing. Luis Pazmiño

**REACTIVIDAD AL CORTE:**

Diámetro Sonda: 1"

Diámetro Revestimiento: N/A

Profundidad Revestimiento: N/A



<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMIENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118- RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	VIII de XXX

**ANEXO III**

**ENSAYOS DE LABORATORIO**

**HUMEDAD**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

**GRANULOMETRÍA**

**CLASIFICACIÓN SUCS**

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0995766091-0992389901

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	IX de XXX

### CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS S.U.C.S

NORMATIVA  
CONTENIDO DE HUMEDAD AASHTO T-265  
GRANULOMETRÍA VÍA HÚMEDA AASHTO T-68  
LÍMITES DE ATTERBERG AASHTO T-89 / T90

PROYECTO: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR  
LOCALIZACIÓN: GUARANDA  
SONDEO: SP01  
PROFUNDIDAD: 1,00-1,50  
FECHA: 23/8/2019  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Limo de alta compresibilidad, color negro, humedad media, plasticidad alta

NAYRO PAZMIÑO  
ENSAYO:  
ING. LUIS PAZMIÑO  
RESPONSABLE:

#### HUMEDAD - LÍMITES DE ATTERBERG

Golpes #	Capsula #	PC-SH gr.	PC-SS gr.	P Ca p gr.	Humedad %
<b>HUMEDAD NATURAL</b>					
	C12	38,6	31,9	16,9	45,02%
	B2	42,6	34,3	16,4	46,06%
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>					
38	D9	35,97	28,69	16,96	62,06%
25	D3	34,89	27,51	16,17	65,08%
13	C9	35,7	27,79	16,17	68,07%
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>					
	C10	10,28	9,85	8,84	43,57%
	B9	10,31	9,9	8,96	43,62%
	C6	10,7	10,17	8,95	43,44%

#### Límite Líquido

#### GRANULOMETRÍA

Total Húmedo (g):	110,52
Total Seco (g):	75,9

Tamiz (mm)	Residuo Pasante (g)	Retenido total (g)	Retenido (%)	Pasante (%)
100	0,0	0,00	0%	100%
75	0,0	0,00	0%	100%
50	0,0	0,00	0%	100%
37,5	0,0	0,00	0%	100%
25	0,0	0,00	0%	100%
18,75	0,0	0,00	0%	100%
12,5	0,0	0,00	0%	100%
9,375	0,0	0,00	0%	100%
4,75	1,2	1,15	2%	98%
2	2,1	3,29	4%	96%
0,43	5,4	8,71	11%	89%
0,08	12,6	21,94	28%	72%

#### Curva Granulométrica

#### RESUMEN

Límite líquido LL	65%	Humedad Natural
Límite plástico LP	43%	
Índice plasticidad IP	21%	45,54%

Porcentaje de Grava	2%
Porcentaje de Arena	27%
Porcentaje de Finos	72%
D60:	- mm
D30:	- mm
D10 (diámetro efectivo):	- mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	-
Grado de curvatura (Cc):	-

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas finas:

Limo alta plasticidad con arena MH

Limo alta plasticidad con arena MH

#### Ábaco de Casagrande

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0995766091-0992389901

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMIENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	X de XXX

### CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS S.U.C.S

NORMATIVA  
CONTENIDO DE HUMEDAD AASHTO T-265  
GRANULOMETRÍA VÍA HÚMEDA AASHTO T-88  
LÍMITES DE ATTERBERG AASHTO T-89 / T90

PROYECTO: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR  
LOCALIZACIÓN: GUARANDA  
SONDEO: SP01  
PROFUNDIDAD: 2,00-2,50  
FECHA: 23/8/2019  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Limo de alta compresibilidad, color negro, humedad alta, plasticidad alta.

NAVRO PAZMIÑO  
ENSAYÓ:  
  
ING. LUIS PAZMIÑO  
RESPONSABLE:

#### HUMEDAD - LÍMITES DE ATTERBERG

Golpes #	Capsula #	PChSH gr.	PChSS gr.	P Cap gr.	Humedad %
<b>HUMEDAD NATURAL</b>					
	D2	42,5	31,8	16,5	70,01%
	B6	39,3	29,2	15,3	71,99%
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>					
40	D10	34,38	27,46	16,49	63,08%
22	A8	30,58	24,58	15,5	66,08%
18	D12	29,1	23,48	15,35	69,13%
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>					
	D5	10,7	10,19	8,98	42,15%
	C1	10,27	9,86	8,95	45,05%
	C8	10,16	9,74	8,8	44,68%

**Límite Líquido**

#### GRANULOMETRÍA

Total Húmedo [g]:	108,63
Total Seco [g]:	63,5

Tamiz (mm)	Retenido Pasante (g)	Retenido total (g)	Retenido (%)	Pasante (%)
300	0,0	0,00	0%	100%
75	0,0	0,00	0%	100%
50	0,0	0,00	0%	100%
37,5	0,0	0,00	0%	100%
25	0,0	0,00	0%	100%
18,75	0,0	0,00	0%	100%
12,5	0,0	0,00	0%	100%
9,375	0,0	0,00	0%	100%
4,75	0,1	0,11	0%	100%
2	1,2	1,26	2%	98%
0,43	2,3	3,51	6%	94%
0,08	10,5	14,03	22%	78%

**Curva Granulométrica**

#### RESUMEN

Límite líquido LL	66%	Humedad Natural
Límite plástico LP	44%	
Índice plasticidad IP	22%	71,00%

Porcentaje de Grava	0%
Porcentaje de Arena	22%
Porcentaje de Finos	78%
D60:	- mm
D30:	- mm
D10 (diámetro efectivo):	- mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	-
Grado de curvatura (Cc):	-

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas finas.

Limo alta plasticidad con arena MH

Limo alta plasticidad con arena MH

**Ábaco de Casagrande**

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0995766091-0992389901

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	XI de XXX

### CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS S.U.C.S

NORMATIVA  
CONTENIDO DE HUMEDAD AASHTO-T-265  
GRANULOMETRÍA VÍA HÚMEDA AASHTO-T-88  
LÍMITES DE ATTERBERG AASHTO-T-89 / T90

PROYECTO: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR  
LOCALIZACIÓN: GUARANDA  
SONDEO: SP01  
PROFUNDIDAD: 3,00-3,50  
FECHA: 23/8/2019  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Limo de alta compresibilidad, color negro, humedad alta, plasticidad alta.

NAYRO PAZMIÑO  
ENSAYO:  
  
ING. LUIS PAZMIÑO  
RESPONSABLE:

#### HUMEDAD - LÍMITES DE ATTERBERG

Golpes #	Capsula #	PChH gr.	PChS gr.	P Cap gr.	Humedad %
HUMEDAD NATURAL					
	C3	40,7	30,7	16,1	68,04%
	C6	38,8	29,8	16,9	69,04%
LÍMITE LÍQUIDO					
40	A1	32,81	26,42	15,79	60,11%
29	B9	33,94	26,85	15,6	65,02%
10	C12	30,7	24,92	15,94	66,22%
LÍMITE PLÁSTICO					
	B11	10,4	9,94	8,9	44,23%
	C1	10,2	9,81	8,91	43,33%
	D1	10,3	9,88	8,9	42,86%

#### Límite Líquido

#### GRANULOMETRÍA

Total Húmedo [g]:	106,77
Total Seco [g]:	63,4

Tamiz (mm)	Retenido Pasante (g)	Retenido total (g)	Retenido (%)	Pasante (%)
100	0,0	0,00	0%	100%
75	0,0	0,00	0%	100%
50	0,0	0,00	0%	100%
37,5	0,0	0,00	0%	100%
25	0,0	0,00	0%	100%
18,75	0,0	0,00	0%	100%
12,5	0,0	0,00	0%	100%
9,375	0,0	0,00	0%	100%
4,75	0,2	0,20	0%	100%
2	1,3	1,45	2%	98%
0,43	4,3	5,77	9%	91%
0,08	11,5	17,29	27%	73%

#### Curva Granulométrica

#### RESUMEN

Límite líquido LL	63%	Humedad Natural
Límite plástico LP	43%	
Índice plasticidad IP	19%	68,54%

Porcentaje de Grava	0%
Porcentaje de Arena	27%
Porcentaje de Finos	73%
D60:	- mm
D30:	- mm
D10 (diámetro efectivo):	- mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	-
Grado de curvatura (Cc):	-

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas finas.

Limo alta plasticidad con arena MH

Limo alta plasticidad con arena MH

#### Ábaco de Casagrande

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0995766091-0992389901

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	XII de XXX

### CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS S.U.C.S

NORMATIVA  
CONTENIDO DE HUMEDAD AASHTO-T-265  
GRANULOMETRÍA VÍA HÚMEDA AASHTO-T-88  
LÍMITES DE ATTERBERG AASHTO-T-89 / T90

PROYECTO: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR

LOCALIZACIÓN: GUARANDA

SONDEO: SP01

PROFUNDIDAD: 4,00-4,50

FECHA: 23/8/2019

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Arena Limosa, color negra, humedad baja, plasticidad nula.

NAYRO PAZMIÑO  
ENSAYO:  
  
ING. LUIS PAZMIÑO  
RESPONSABLE:

---

#### HUMEDAD - LÍMITES DE ATTERBERG

Golpes #	Capsula #	PCH gr.	PCHS gr.	P Cap gr.	Humedad %
HUMEDAD NATURAL					
	A9	35,9	31,4	16,3	30,16%
	C6	36,9	31,7	15,5	32,06%
LÍMITE LÍQUIDO					
LÍMITE PLÁSTICO					

#### Límite Líquido

---

#### GRANULOMETRÍA

Total Húmedo (g):	107,52
Total Seco (g):	82,0

Tamiz (mm)	Retenido Pasante (g)	Retenido total (g)	Retenido (%)	Pasante (%)
100	0,0	0,00	0%	100%
75	0,0	0,00	0%	100%
50	0,0	0,00	0%	100%
37,5	0,0	0,00	0%	100%
25	0,0	0,00	0%	100%
18,75	0,0	0,00	0%	100%
12,5	0,0	0,00	0%	100%
9,375	1,2	1,15	1%	99%
4,75	4,3	5,47	7%	93%
2	10,6	16,07	20%	80%
0,43	20,6	36,70	45%	55%
0,08	23,6	60,30	74%	26%

#### Curva Granulométrica

---

Límite líquido LL	0%	Humedad Natural
Límite plástico LP	0%	
Índice plasticidad IP	0%	31,13%

Porcentaje de Grava	7%
Porcentaje de Arena	67%
Porcentaje de Finos	36%
D60:	0,73 mm
D30:	0,12 mm
D10 (diámetro efectivo):	- mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	-
Grado de curvatura (Cc):	-

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas.

**Arena limosa SM**

**Arena limosa SM**

#### RESUMEN

#### Ábaco de Casagrande

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0995766091-0992389901

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMIENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	XIII de XXX

### CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS S.U.C.S

NORMATIVA  
CONTENIDO DE HUMEDAD AASHTO T-265  
GRANULOMETRÍA VÍA HÚMEDA AASHTO T-88  
LÍMITES DE ATTERBERG AASHTO T-89 / T90

PROYECTO: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR  
LOCALIZACIÓN: GUARANDA  
SONDEO: SP01  
PROFUNDIDAD: 5,00-5,50  
FECHA: 23/8/2019  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Arcilla de alta compresibilidad, color café grisáceo, humedad media, plasticidad alta.

NAVRO PAZMIÑO  
ENSAYÓ:  
  
ING. LUIS PAZMIÑO  
RESPONSABLE:

#### HUMEDAD - LÍMITES DE ATTERBERG

Golpes #	Capsula #	PC+SH gr.	PC+SS gr.	P Cap gr.	Humedad %
HUMEDAD NATURAL					
	CI	39,0	32,5	16,4	40,02%
	CE	40,0	32,9	16,6	43,07%
LÍMITE LÍQUIDO					
36	A3	29,28	24,13	15,56	60,09%
20	A7	29,39	24,11	15,85	64,12%
19	B12	30,25	24,45	15,81	67,13%
LÍMITE PLÁSTICO					
	CI	10,26	9,95	8,95	31,00%
	D10	10,1	9,82	8,9	30,43%
	B6	10,8	10,35	8,91	31,25%

#### Límite Líquido

#### GRANULOMETRÍA

Total Húmedo (g):	105,87
Total Seco (g):	74,8

Tamiz (mm)	Retenido Parcial (g)	Retenido total (g)	Retenido (%)	Pasante (%)
100	0,0	0,00	0%	100%
75	0,0	0,00	0%	100%
50	0,0	0,00	0%	100%
37,5	0,0	0,00	0%	100%
25	0,0	0,00	0%	100%
18,75	0,0	0,00	0%	100%
12,5	0,0	0,00	0%	100%
9,375	0,0	0,00	0%	100%
4,75	0,2	0,20	0%	100%
2	1,3	1,45	2%	98%
0,43	3,3	4,70	6%	94%
0,08	5,0	9,67	13%	87%

#### Curva Granulométrica

#### RESUMEN

Límite líquido LL	63%	Humedad Natural
Límite plástico LP	31%	
Índice plasticidad IP	32%	41,55%

Porcentaje de Grava	0%
Porcentaje de Arena	13%
Porcentaje de Finos	87%
D60:	- mm
D30:	- mm
D10 (diámetro efectivo):	- mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	-
Grado de curvatura (Cc):	-

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)  
Suelo de partículas finas.  
**Arcilla alta plasticidad CH**

**Arcilla alta plasticidad CH**

#### Ábaco de Casagrande

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0995766091-0992389901

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	XIV de XXX

### CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS S.U.C.S

NORMATIVA  
CONTENIDO DE HUMEDAD AASHTO T-265  
GRANULOMETRÍA VÍA HÚMEDA AASHTO T-88  
LÍMITES DE ATTERBERG AASHTO T-89 / T90

PROYECTO: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR  
LOCALIZACIÓN: GUARAND  
SONDEO: SP02  
PROFUNDIDAD: 1,00-1,50  
FECHA: 23/8/2019  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Limo de alta compresibilidad, color negro, humedad alta, plasticidad alta.

NAYRO PAZMIÑO  
ENSAYO:  
ING. LUIS PAZMIÑO  
RESPONSABLE:

#### HUMEDAD - LÍMITES DE ATTERBERG

Golpes #	Capsula #	PCh-SH gr.	PCh-SB gr.	P Cap gr.	Humedad %
<b>HUMEDAD NATURAL</b>					
	D11	39,2	30,0	16,9	71,04%
	D10	35,5	27,6	16,2	70,09%
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>					
38	B8	33,67	26,97	15,81	60,04%
25	D6	31,5	25,12	15	65,04%
9	A9	32,2	26,46	16,72	65,09%
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>					
	A9	10,5	10	8,81	42,02%
	B8	10,4	9,93	8,8	41,59%
	A5	10,12	9,78	8,98	42,50%

#### Límite Líquido

#### GRANULOMETRÍA

Total Húmedo [g]:	110,65
Total Seco [g]:	64,9

Tamiz (mm)	Retenido P. parcial (g)	Retenido total (g)	Retenido (%)	Pasante (%)
100	0,0	0,00	0%	100%
75	0,0	0,00	0%	100%
50	0,0	0,00	0%	100%
37,5	0,0	0,00	0%	100%
25	0,0	0,00	0%	100%
18,75	0,0	0,00	0%	100%
12,5	0,0	0,00	0%	100%
9,375	1,2	1,20	2%	98%
4,75	2,1	3,34	5%	95%
2	3,5	6,86	11%	89%
0,43	4,5	11,38	18%	82%
0,08	12,6	24,01	37%	63%

#### Curva Granulométrica

#### RESUMEN

Límite líquido LL	62%	Humedad Natural
Límite plástico LP	42%	
Índice plasticidad IP	20%	70,57%

Porcentaje de Grava	5%
Porcentaje de Arena	32%
Porcentaje de Finos	63%
D60:	- mm
D30:	- mm
D10 (diámetro efectivo):	- mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	-
Grado de curvatura (Cc):	-

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas finas.

Limo alta plasticidad arenoso MH

**Limo alta plasticidad arenoso MH**

#### Ábaco de Casagrande

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0995766091-0992389901

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMIENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	XV de XXX

### CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS S.U.C.S

NORMATIVA  
CONTENIDO DE HUMEDAD AASHTO T-265  
GRANULOMETRÍA VÍA HÚMEDA AASHTO T-88  
LÍMITES DE ATTERBERG AASHTO T-89 / T90

PROYECTO: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR  
LOCALIZACIÓN: GUARAND  
SONDEO: SP02  
PROFUNDIDAD: 2,00-2,50  
FECHA: 23/8/2019  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Limo de alta compresibilidad, color negro, humedad alta, plasticidad alta.

NAVRO PAZMIÑO  
ENSAYÓ:  
  
ING. LUIS PAZMIÑO  
RESPONSABLE:

#### HUMEDAD - LÍMITES DE ATTERBERG

Golpes #	Capsula #	PChSH gr.	PChSS gr.	P Cap gr.	Humedad %
HUMEDAD NATURAL					
	CL	40,2	30,3	16,7	73,04%
	A3	37,2	28,5	16,5	72,06%
LÍMITE LÍQUIDO					
33	D12	25,99	24,53	15,89	63,19%
26	B3	32,44	26,16	16,8	67,09%
16	C3	31,49	25,32	16,4	69,17%
LÍMITE PLÁSTICO					
	D4	10,1	9,75	8,92	42,17%
	C6	10,22	9,85	8,94	40,66%
	CL	10,5	10,03	8,9	41,59%

#### Límite Líquido

#### GRANULOMETRÍA

Total Húmedo [g]:	105,96
Total Seco [g]:	61,4

Tamiz (mm)	Retenido Pasante (g)	Retenido total (g)	Retenido (%)	Pasante (%)
300	0,0	0,00	0%	100%
75	0,0	0,00	0%	100%
50	0,0	0,00	0%	100%
37,5	0,0	0,00	0%	100%
25	0,0	0,00	0%	100%
18,75	0,0	0,00	0%	100%
12,5	0,0	0,00	0%	100%
9,375	1,1	1,10	2%	98%
4,75	1,2	2,28	4%	96%
2	3,5	5,80	9%	91%
0,43	6,5	12,32	20%	80%
0,08	10,5	22,84	37%	63%

#### Curva Granulométrica

#### RESUMEN

Límite líquido LL	66%	Humedad Natural
Límite plástico LP	41%	
Índice plasticidad IP	25%	72,55%

Porcentaje de Grava	4%
Porcentaje de Arena	33%
Porcentaje de Finos	63%
D60:	- mm
D30:	- mm
D10 (diámetro efectivo):	- mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	-
Grado de curvatura (Cc):	-

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas finas.

**Limo alta plasticidad arenoso MH**

#### Ábaco de Casagrande

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0995766091-0992389901



<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	XVI de XXX

### CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS S.U.C.S

NORMATIVA  
 CONTENIDO DE HUMEDAD AASHTO T-265  
 GRANULOMETRÍA VÍA HÚMEDA AASHTO T-88  
 LÍMITES DE ATTERBERG AASHTO T-89 / T90

PROYECTO: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR  
 LOCALIZACIÓN: GUARAND  
 SONDEO: SP02  
 PROFUNDIDAD: 3,00-3,50  
 FECHA: 23/8/2019  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Limo de alta compresibilidad, color negra, humedad alta, plasticidad alta.

NAYRO PAZMIÑO  
 ENSAYO:  
 ING. LUIS PAZMIÑO  
 RESPONSABLE:

---

#### HUMEDAD - LÍMITES DE ATTERBERG

Golpes #	Capsula #	PCh-SH gr.	PCh-SB gr.	P Cap gr.	Humedad %
<b>HUMEDAD NATURAL</b>					
	C6	44,0	32,1	15,2	70,09%
	A9	39,1	29,7	16,2	69,05%
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>					
39	B4	33,26	26,75	16,1	61,13%
25	D10	33,81	27,2	16,89	64,11%
19	B3	34,7	27,15	15,9	67,11%
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>					
	B5	10,3	9,86	8,88	44,90%
	B8	10,15	9,74	8,81	44,09%
	A8	10,32	9,88	8,86	43,14%

---

#### GRANULOMETRÍA

Total Húmedo (g):	107,89
Total Seco (g):	63,6

Tamiz (mm)	Retenido Pasante (g)	Retenido total (g)	Retenido (%)	Pasante (%)
100	0,0	0,00	0%	100%
75	0,0	0,00	0%	100%
50	0,0	0,00	0%	100%
37,5	0,0	0,00	0%	100%
25	0,0	0,00	0%	100%
18,75	0,0	0,00	0%	100%
12,5	0,0	0,00	0%	100%
9,375	0,7	0,66	1%	99%
4,75	1,2	1,81	3%	97%
2	2,5	4,33	7%	93%
0,43	4,6	8,96	14%	86%
0,08	12,6	21,59	34%	66%

---

Límite líquido LL	65%	Humedad Natural
Límite plástico LP	44%	
Índice plasticidad IP	21%	69,57%

Porcentaje de Grava	3%
Porcentaje de Arena	31%
Porcentaje de Finos	66%
D60:	- mm
D30:	- mm
D10 (diámetro efectivo):	- mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	-
Grado de curvatura (Cc):	-

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)  
 Suelo de partículas finas.  
**Limo alta plasticidad arenoso MH**

#### RESUMEN

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
 Teléfono: 0995766091-0992389901

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	XVII de XXX

### CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS S.U.C.S

NORMATIVA: AASHTO-T-265  
 CONTENIDO DE HUMEDAD: AASHTO-T-88  
 GRANULOMETRÍA VÍA HÚMEDA: AASHTO-T-88  
 LÍMITES DE ATTERBERG: AASHTO-T-89 / T90

PROYECTO: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR  
 LOCALIZACIÓN: GUARAND  
 SONDEO: SP02  
 PROFUNDIDAD: 4,00-4,50  
 FECHA: 23/8/2019  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Limo de alta compresibilidad, color negro, humedad alta, plasticidad alta.

NAYRO PAZMIÑO  
 ENSAYO:  
 ING. LUIS PAZMIÑO  
 RESPONSABLE:

---

#### HUMEDAD - LÍMITES DE ATTERBERG

Golpes #	Capsula #	PChH gr.	PChS gr.	P Cap gr.	Humedad %
HUMEDAD NATURAL					
	C1	42,7	31,9	15,9	68,01%
	D2	43,7	32,6	16,2	68,09%
LÍMITE LÍQUIDO					
30	B2	30,89	25,44	16,36	60,02%
24	B7	32,2	25,91	15,77	62,03%
18	B3	33,45	26,57	16	65,09%
LÍMITE PLÁSTICO					
	C3	10,28	9,88	8,97	43,96%
	B8	10,25	9,84	8,93	45,05%
	A8	10,21	9,81	8,93	45,45%

#### Límite Líquido

---

#### GRANULOMETRÍA

Total Húmedo [g]:	111,63
Total Seco [g]:	66,4

Tamiz (mm)	Retenido Pasante (g)	Retenido total (g)	Retenido (%)	Pasante (%)
100	0,0	0,00	0%	100%
75	0,0	0,00	0%	100%
50	0,0	0,00	0%	100%
37,5	0,0	0,00	0%	100%
25	0,0	0,00	0%	100%
18,75	0,0	0,00	0%	100%
12,5	0,0	0,00	0%	100%
9,375	1,1	1,14	2%	98%
4,75	1,2	2,29	3%	97%
2	2,2	4,44	7%	93%
0,43	3,5	7,96	12%	88%
0,08	13,6	21,59	33%	67%

#### Curva Granulométrica

---

#### RESUMEN

Límite líquido LL	62%	Humedad Natural
Límite plástico LP	45%	
Índice plasticidad IP	17%	68,05%

Porcentaje de Grava	3%
Porcentaje de Arena	29%
Porcentaje de Finos	67%
D60:	- mm
D30:	- mm
D10 (diámetro efectivo):	- mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	-
Grado de curvatura (Cc):	-

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas finas.

Limo alta plasticidad arenoso MH

Limo alta plasticidad arenoso MH

#### Ábaco de Casagrande

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
 Teléfono: 0995766091-0992389901

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	XVIII de XXX

### CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS S.U.C.S

NORMATIVA  
CONTENIDO DE HUMEDAD AASHTO T-265  
GRANULOMETRÍA VÍA HÚMEDA AASHTO T-88  
LÍMITES DE ATTERBERG AASHTO T-89 / T90

PROYECTO: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR  
LOCALIZACIÓN: GUARAND  
SONDEO: SP02  
PROFUNDIDAD: 5,00-5,50  
FECHA: 23/8/2019  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Limo de alta compresibilidad, color negro, humedad alta, plasticidad alta.

NAYRO PAZMIÑO  
ENSAYO:  
ING. LUIS PAZMIÑO  
RESPONSABLE:

#### HUMEDAD - LÍMITES DE ATTERBERG

Golpes #	Capsula #	PCh-SH gr.	PCh-SB gr.	P Cap gr.	Humedad %
<b>HUMEDAD NATURAL</b>					
	D7	39,9	30,0	15,5	67,88%
	D1	39,8	30,4	15,9	65,03%
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>					
34	DS	35,31	28,07	16,22	61,10%
29	AS	35,45	27,97	16,31	64,15%
19	D1	30,62	24,65	15,76	67,15%
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>					
	D11	10,51	10	8,8	41,67%
	C1	10,35	9,92	8,93	43,43%
	A4	10,9	10,31	8,97	44,03%

#### GRANULOMETRÍA

Total Húmedo (g):	106,77
Total Seco (g):	64,1

Tamiz (mm)	Retenido Pasante (g)	Retenido total (g)	Retenido (%)	Pasante (%)
100	0,0	0,00	0%	100%
75	0,0	0,00	0%	100%
50	0,0	0,00	0%	100%
37,5	0,0	0,00	0%	100%
25	0,0	0,00	0%	100%
18,75	0,0	0,00	0%	100%
12,5	0,0	0,00	0%	100%
9,375	0,6	0,56	1%	99%
4,75	1,2	1,71	3%	97%
2	3,3	5,04	8%	92%
0,43	5,3	10,31	16%	84%
0,08	12,6	22,94	36%	64%

#### RESUMEN

Límite líquido LL	65%	Humedad Natural
Límite plástico LP	43%	
Índice plasticidad IP	22%	66,46%

Porcentaje de Grava	3%
Porcentaje de Arena	33%
Porcentaje de Finos	64%
D60:	- mm
D30:	- mm
D10 (diámetro efectivo):	- mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	-
Grado de curvatura (Cc):	-

**Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)**

Suelo de partículas finas.  
**Limo alta plasticidad arenoso MH**

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0995766091-0992389901

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	XIX de XXX

### CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS S.U.C.S

NORMATIVA  
CONTENIDO DE HUMEDAD AASHTO-T-265  
GRANULOMETRÍA VÍA HÚMEDA AASHTO-T-88  
LÍMITES DE ATTERBERG AASHTO-T-89 / T90

PROYECTO: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR  
 LOCALIZACIÓN: GUARAND  
 SONDEO: SP03  
 PROFUNDIDAD: 1,00-1,50  
 FECHA: 23/8/2019  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Limo de alta compresibilidad, color negro, humedad alta, plasticidad alta.

NAYRO PAZMIÑO  
 ENSAYO:  
 ING. LUIS PAZMIÑO  
 RESPONSABLE:

---

#### HUMEDAD - LÍMITES DE ATTERBERG

Golpes #	Capsula #	PChSH gr.	PChSS gr.	P Cap gr.	Humedad %
<b>HUMEDAD NATURAL</b>					
	D9	41,5	31,2	16,6	70,11%
	C6	42,0	30,8	15,3	72,02%
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>					
34	A6	33,99	27,03	15,81	62,03%
24	D1	32,71	25,36	15,48	64,10%
11	A7	35,23	27,82	16,78	67,12%
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>					
	A10	10,24	9,8	8,82	44,90%
	D7	10,4	9,97	8,97	43,00%
	B9	10,23	9,83	8,91	43,48%

#### Límite Líquido

---

#### GRANULOMETRÍA

Total Húmedo (g):	105,97
Total Seco (g):	61,9

Tamiz (mm)	Retenido Pasante (g)	Retenido total (g)	Retenido (%)	Pasante (%)
100	0,0	0,00	0%	100%
75	0,0	0,00	0%	100%
50	0,0	0,00	0%	100%
37,5	0,0	0,00	0%	100%
25	0,0	0,00	0%	100%
18,75	0,0	0,00	0%	100%
12,5	0,0	0,00	0%	100%
9,375	0,1	0,10	0%	100%
4,75	0,5	0,62	1%	99%
2	2,2	2,77	4%	96%
0,43	4,6	7,40	12%	88%
0,08	13,6	21,03	34%	66%

#### Curva Granulométrica

---

#### RESUMEN

Límite líquido LL	64%	Humedad Natural
Límite plástico LP	44%	
Índice plasticidad IP	20%	71,06%

Porcentaje de Grava	1%
Porcentaje de Arena	33%
Porcentaje de Finos	66%
D60:	- mm
D30:	- mm
D10 (diámetro efectivo):	- mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	-
Grado de curvatura (Cc):	-

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas finas.

Limo alta plasticidad arenoso MH

Limo alta plasticidad arenoso MH

#### Ábaco de Casagrande

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0995766091-0992389901

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMIENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	XX de XXX

### CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS S.U.C.S

NORMATIVA  
CONTENIDO DE HUMEDAD AASHTO T-265  
GRANULOMETRÍA VÍA HÚMEDA AASHTO T-88  
LÍMITES DE ATTERBERG AASHTO T-89 / T90

PROYECTO: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR  
LOCALIZACIÓN: GUARAND  
SONDEO: SP03  
PROFUNDIDAD: 2,00-2,50  
FECHA: 23/8/2019  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Limo de alta compresibilidad, color negro, humedad alta, plasticidad alta.

NAVRO PAZMIÑO  
ENSAYÓ:  
  
ING. LUIS PAZMIÑO  
RESPONSABLE:

#### HUMEDAD - LÍMITES DE ATTERBERG

Golpes #	Capsula #	PChSH gr.	PChSS gr.	P Cap gr.	Humedad %
HUMEDAD NATURAL					
	B2	39,1	30,0	16,7	68,52%
	C12	36,7	28,6	16,7	68,09%
LÍMITE LÍQUIDO					
30	A4	33,38	26,94	16,73	63,08%
27	C3	30,62	25,05	16,62	66,07%
25	D10	30,17	24,08	15,27	69,13%
LÍMITE PLÁSTICO					
	C11	10,1	9,72	8,88	45,24%
	B1	10,24	9,83	8,86	42,27%
	A12	10,25	9,83	8,83	42,00%

#### Límite Líquido

#### GRANULOMETRÍA

Total Húmedo [g]:	110,28
Total Seco [g]:	65,5

Tamiz (mm)	Retenido Pasante (g)	Retenido total (g)	Retenido (%)	Pasante (%)
300	0,0	0,00	0%	100%
75	0,0	0,00	0%	100%
50	0,0	0,00	0%	100%
37,5	0,0	0,00	0%	100%
25	0,0	0,00	0%	100%
18,75	0,0	0,00	0%	100%
12,5	0,0	0,00	0%	100%
9,375	0,2	0,20	0%	100%
4,75	1,1	1,30	2%	98%
2	2,9	4,15	6%	94%
0,43	4,2	8,35	13%	87%
0,08	13,5	21,87	33%	67%

#### Curva Granulométrica

#### RESUMEN

Límite líquido LL	66%	Humedad Natural
Límite plástico LP	43%	
Índice plasticidad IP	23%	68,31%

Porcentaje de Grava	2%
Porcentaje de Arena	31%
Porcentaje de Finos	67%
D60:	- mm
D30:	- mm
D10 (diámetro efectivo):	- mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	-
Grado de curvatura (Cc):	-

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas finas.

Limo alta plasticidad arenoso MH

Limo alta plasticidad arenoso MH

#### Ábaco de Casagrande

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0995766091-0992389901

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMIENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	XXI de XXX

### CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS S.U.C.S

NORMATIVA  
 CONTENIDO DE HUMEDAD AASHTO T-265  
 GRANULOMETRÍA VÍA HÚMEDA AASHTO T-88  
 LÍMITES DE ATTERBERG AASHTO T-89 / T90

PROYECTO: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR  
 LOCALIZACIÓN: GUARAND  
 SONDEO: SP03  
 PROFUNDIDAD: 3,00-3,50  
 FECHA: 23/8/2019  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Limo de alta compresibilidad, color negro, humedad alta, plasticidad alta.

NAYRO PAZMIÑO  
 ENSAYO:  
 ING. LUIS PAZMIÑO  
 RESPONSABLE:

#### HUMEDAD - LÍMITES DE ATTERBERG

Golpes #	Capsula #	PCh-SH gr.	PCh-SB gr.	P Cap gr.	Humedad %
<b>HUMEDAD NATURAL</b>					
	85	38,2	29,5	16,9	69,15%
	D8	36,0	28,2	16,7	68,09%
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>					
35	B3	30,26	24,86	15,88	60,13%
25	A12	32,73	26,47	16,56	63,17%
13	85	29,57	23,97	15,36	65,04%
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>					
	A4	10,3	9,9	8,99	43,96%
	CL2	10,18	9,8	8,94	44,19%
	CS	10,18	9,77	8,84	44,09%

#### GRANULOMETRÍA

Total Húmedo (g):	106,77
Total Seco (g):	63,3

Tamiz (mm)	Retenido Pasante (g)	Retenido total (g)	Retenido (%)	Pasante (%)
100	0,0	0,00	0%	100%
75	0,0	0,00	0%	100%
50	0,0	0,00	0%	100%
37,5	0,0	0,00	0%	100%
25	0,0	0,00	0%	100%
18,75	0,0	0,00	0%	100%
12,5	0,0	0,00	0%	100%
9,375	0,0	0,00	0%	100%
4,75	0,0	0,00	0%	100%
2	0,5	0,52	1%	99%
0,43	1,3	1,77	3%	97%
0,08	10,6	11,40	20%	80%

#### RESUMEN

Límite líquido LL	62%	Humedad Natural
Límite plástico LP	44%	
Índice plasticidad IP	18%	68,62%

Porcentaje de Grava	0%
Porcentaje de Arena	20%
Porcentaje de Finos	80%
D60:	- mm
D30:	- mm
D10 (diámetro efectivo):	- mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	-
Grado de curvatura (Cc):	-

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)  
 Suelo de partículas finas.  
 Limo alta plasticidad con arena MH

Limo alta plasticidad con arena MH

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
 Teléfono: 0995766091-0992389901

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	XXII de XXX

### CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS S.U.C.S

NORMATIVA  
CONTENIDO DE HUMEDAD AASHTO-T-265  
GRANULOMETRÍA VÍA HUMEDA AASHTO-T-88  
LÍMITES DE ATTERBERG AASHTO-T-89 / T90

PROYECTO: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR  
LOCALIZACIÓN: GUARAND  
SONDEO: SP03  
PROFUNDIDAD: 4,00-4,50  
FECHA: 23/8/2019  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Limo de alta compresibilidad, color negro, humedad alta, plasticidad alta.

NAYRO PAZMIÑO  
ENSAYO:  
  
ING. LUIS PAZMIÑO  
RESPONSABLE:

---

#### HUMEDAD - LÍMITES DE ATTERBERG

Golpes #	Capsula #	PChH gr.	PChSS gr.	P Cap gr.	Humedad %
HUMEDAD NATURAL					
	A2	39,6	30,2	15,4	63,09%
	D3	39,6	30,7	16,7	64,07%
LÍMITE LÍQUIDO					
34	C8	35,38	27,96	16,4	64,19%
20	A9	30,4	24,22	15	67,03%
11	A3	32,99	25,95	15,91	70,12%
LÍMITE PLÁSTICO					
	C7	10,31	9,9	8,99	45,05%
	B6	10,28	9,87	8,92	43,16%
	B6	10,22	9,84	8,95	42,70%

#### Límite Líquido

---

#### GRANULOMETRÍA

Total Húmedo [g]:	107,52
Total Seco [g]:	65,7

Tamiz (mm)	Retosero Pasante [g]	Retenido total [g]	Retenido (%)	Pasante (%)
100	0,0	0,00	0%	100%
75	0,0	0,00	0%	100%
50	0,0	0,00	0%	100%
37,5	0,0	0,00	0%	100%
25	0,0	0,00	0%	100%
18,75	0,0	0,00	0%	100%
12,5	0,0	0,00	0%	100%
9,375	0,0	0,00	0%	100%
4,75	0,0	0,00	0%	100%
2	0,5	0,54	1%	99%
0,43	0,9	1,41	2%	98%
0,08	12,6	14,04	21%	79%

#### Curva Granulométrica

---

#### RESUMEN

Límite líquido LL	66%	Humedad Natural
Límite plástico LP	44%	
Índice plasticidad IP	22%	63,58%

Porcentaje de Grava	0%
Porcentaje de Arena	21%
Porcentaje de Finos	79%
D60:	- mm
D30:	- mm
D10 (diámetro efectivo):	- mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	-
Grado de curvatura (Cc):	-

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas finas.

Limo alta plasticidad con arena MH

Limo alta plasticidad con arena MH

#### Ábaco de Casagrande

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0995766091-0992389901

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	XXIII de XXX

### CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS S.U.C.S

NORMATIVA: AASHTO-265  
CONTENIDO DE HUMEDAD: AASHTO-88  
GRANULOMETRÍA VÍA HÚMEDA: AASHTO-88  
LÍMITES DE ATTERBERG: AASHTO-89 / 790

**PROYECTO:** UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR  
**LOCALIZACIÓN:** GUARANÁ  
**SONDEO:** SP03  
**PROFUNDIDAD:** 5,00-5,50  
**FECHA:** 23/8/2019  
**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Limo de alta compresibilidad, color negro, humedad alta, plasticidad alta.

**ING. LUIS PAZMIÑO  
RESPONSABLE:**

---

#### HUMEDAD - LÍMITES DE ATTERBERG

Golpes #	Capsula #	PC+SH gr.	PC+SS gr.	P.Cap gr.	Humedad %
<b>HUMEDAD NATURAL</b>					
	C10	43,2	31,9	15,4	69,05%
	C12	40,4	30,7	16,4	68,09%
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>					
32	A3	32,31	26,33	16,36	60,08%
20	B8	35,6	27,86	15,79	64,13%
16	B9	33,41	26,71	16,74	67,20%
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>					
	D2	10,3	9,89	8,97	44,57%
	C3	10,29	9,87	8,88	42,42%
	A4	10,26	9,83	8,81	42,16%

#### Límite Líquido

---

#### GRANULOMETRÍA

Total Húmedo (g):	103,31
Total Seco (g):	61,9

Tamiz (mm)	Retenido Pasante (g)	Retenido total (g)	Retenido (%)	Pasante (%)
100	0,0	0,00	0%	100%
75	0,0	0,00	0%	100%
50	0,0	0,00	0%	100%
37,5	0,0	0,00	0%	100%
25	0,0	0,00	0%	100%
18,75	0,0	0,00	0%	100%
12,5	0,0	0,00	0%	100%
9,375	0,0	0,00	0%	100%
4,75	0,0	0,00	0%	100%
2	0,9	0,86	1%	99%
0,43	2,9	3,71	6%	94%
0,08	11,8	15,50	25%	75%

#### Curva Granulométrica

---

Límite líquido LL	62%	Humedad Natural
Límite plástico LP	48%	
Índice plasticidad IP	19%	68,57%

Porcentaje de Grava	0%
Porcentaje de Arena	25%
Porcentaje de Finos	75%
D60:	- mm
D30:	- mm
D10 (diámetro efectivo):	- mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	-
Grado de curvatura (Cc):	-

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)  
Suelo de partículas finas.  
Limo alta plasticidad con arena MH

Limo alta plasticidad con arena MH

#### RESUMEN

#### Ábaco de Casagrande

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0995766091-0992389901



<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118- RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	XXIV de XXX

**ANEXO IV**

**CAPACIDAD DE CARGA CIMENTACIONES SUPERFICIALES**

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0995766091-0992389901

**EDIFICIO  
ADMINISTRATIVO  
UNIVERSIDAD ESTATAL  
DE BOLÍVAR**

<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
<b>FECHA:</b>	2019/08/23
<b>PÁGINA No.:</b>	XXV de XXX

**ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA POR ASENTAMIENTO  
EN FUNCIÓN DE "N" (SPT)**

**PROYECTO:** UNIV. ESTATAL DE BOLÍVAR  
**UBICACIÓN:** GUANANDA - BOLÍVAR  
**COORDENADAS:**  
**PERFORACIÓN:** SPT

**SOLICIA:**  
**ATENCIÓN:**  
**RESPONSABLE:** ING. JESÚS PEÑERO

**SEGUN BOWLES:**  
 ZAPATA:  $Q_{adm} = \frac{N_{SPT} \cdot K_d}{0.95}$  si  $B \leq 1,2 \text{ m}$   
 ZAPATA:  $Q_{adm} = \frac{N_{SPT} \cdot K_d}{0.95} \times \frac{(B + 0,3)^2}{B^2}$  si  $B > 1,2 \text{ m}$   
 LOSA:  $Q_{adm} = \frac{N_{SPT} \cdot K_d}{0,005}$   
 SEGUN MERTENSCHON (1962):  
 $K_d = 1 + 0,3 \frac{D_f}{B}$

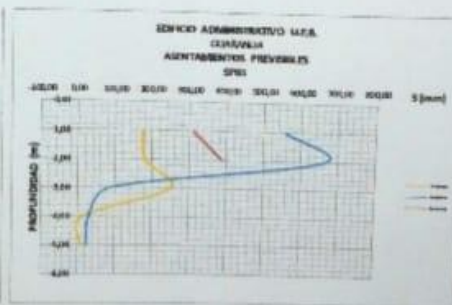
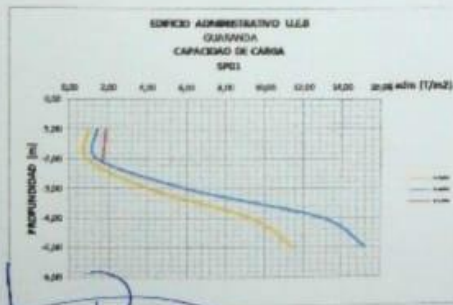
**SEGUN INSTIT. PRECIS-BLZ:**  
 SEGUN TIRAGAH, PECE Y MERO (1966):  
 $Q = (SPT)^{0,75} \cdot \left( \frac{1,7}{1,4 \cdot K_d} \right)^2$

SPT	PROF. (m)	GRAN. (m)	PRESIONES CONTACTO (kg/cm²)	
10	0,00	0,30	100,00	100,00
20	1,00	0,30	200,00	200,00
30	2,00	0,30	300,00	300,00
40	3,00	0,30	400,00	400,00
50	4,00	0,30	500,00	500,00

Nivel FONDOS: 1,50 m

PROF. SPT (m)	NIVEL (m)	ESTRATO	Y (T/m³)	Ysat (T/m³)	Q <sub>o</sub> (T/m²)	N (tot)	N <sub>20%</sub>	N <sub>50%</sub>	zapata (SEGUN BOWLES)			ASENTAMIENTOS PREVISIBLES (TERAJAH ET AL)				
									ZAPATAS (T/m²)		LOSAS (T/m²)	ZAPATAS (mm)		LOSAS (mm)		
									COND. B = 1,20 B = 1,20 m	COND. B = 1,20 B = 1,20 m	B = 1,20 m	COND. B = 1,20 B = 1,20 m	COND. B = 1,20 B = 1,20 m			
0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,00	-1,00	-	1,70	1,90	1,20	1	0,75	0,77	1,87	1,87	0,87	309,54	307,84	373,54	-	-
2,00	-2,00	-	1,70	1,90	2,60	1	0,71	0,64	4,11	4,11	0,51	189,89	187,21	181,12	-	-
3,00	-3,00	-	1,70	1,90	4,10	1	0,58	1,60	-	6,07	0,18	-	17,28	119,00	-	-
4,00	-4,00	-	1,30	1,50	5,60	10	0,81	5,89	-	10,29	0,24	-	0,94	11,30	-	-
5,00	-5,00	-	1,30	1,50	7,10	14	0,78	5,78	-	10,25	0,24	-	1,01	7,51	-	-

NIVEL FONDO



*[Firma manuscrita]*

**EDIFICIO  
ADMINISTRATIVO  
UNIVERSIDAD ESTATAL  
DE BOLÍVAR**

**DEPARTAMENTO:** GEOTECNIA Y CIMENTOS  
**CÓDIGO No.:** LD-20190823-INF1118-RES  
**FECHA:** 2019/08/23  
**PÁGINA No.:** XXVI de XXX

**ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA POR ASENTAMIENTO  
EN FUNCIÓN DE " N " (SPT)**

**PROYECTO:** UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR  
**UBICACIÓN:** GUARANDA - BOLÍVAR  
**COORDENADAS:**  
**PERFORACION:** SP02  
**SOLICITA:**  
**ATENCIÓN:**  
**RESPONSABLE:** ING. LUIS PASTORINO

**SEGUN BOWLES:**  
CAPACIDAD CONSIDERADA SEGUN DIMENSIONES:  
 $R_{adm} = \frac{N_{SPT} R_d}{0,05}$  si  $B \leq 1,2 \text{ m}$   
CAPACIDAD CONSIDERADA:  
 $R_{adm} = \frac{N_{SPT} R_d}{0,08} \times \frac{(B + 0,3)^2}{B^2}$  si  $B > 1,2 \text{ m}$   
NIVEL DE CIMENTACION:  
 $R_{adm} = \frac{N_{SPT} R_d}{0,08}$   
SEGUN METODOS (1962):  
 $R_d = 1 + 0,33 \frac{D_r}{B} \leq 1,33$

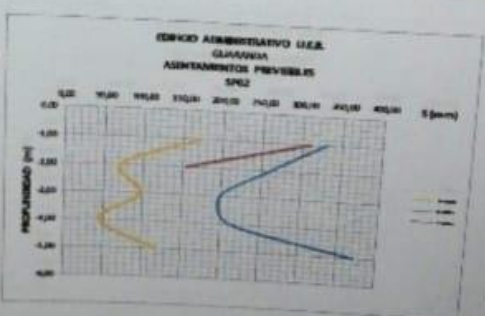
**ASENTAMIENTOS PREVISIBILES  
SEGUN TERZAGHI, PECK Y MERCY (1996)**  
 $S = (20^{-0,7}) \times \left( \frac{1,7}{2,4 R_{adm}} \right)^{1,7}$

	SABOR	CARGA*	PRESION DE CONTACTO (kg)	
TPO	0,1	17	2100	370
UNO	0,25	33,85	3641	122,13
DOS	0,50	50,70	33,90	177,38
TRES	0,75	58,05	3,85	28,61

Nivel Freático: 1,10 m

PROF. "D" (m)	NIVEL (m)	ESTRATO	γ (T/m <sup>3</sup> )	γ sat (T/m <sup>3</sup> )	Q <sub>u</sub> (T/m <sup>2</sup> )	N (spt)	R <sub>adm</sub>	N <sub>perm</sub>	SPTm (SEGUN BOWLES)			ASENTAMIENTOS PREVISIBILES (TERZAGHI ET AL)		
									ZAPATAS (T/m <sup>2</sup> )		LOSAS (T/m <sup>2</sup> )	ZAPATAS (mm)	LOSAS (mm)	
									CORR: B = 1,20 B = 1,20 m	CUADRA: B > 1,20 B = 2,00 m	B = 5,00 m	CUADRA: B > 1,20 B = 1,20 m	B = 5,50 m	
0,30														
1,00	-1,30		1,30	1,50	3,70	1	0,73	3,80	1,12	2,58	0,43	228,33	320,71	172,54
2,00	-2,30		1,30	1,50	2,78	2	1,37	3,23	1,64	3,75	1,78	224,70	313,21	72,04
3,00	-3,30		1,30	1,50	4,28	2	1,10	3,58	-	3,00	2,75	195,00	275,44	87,44
4,00	-4,30		1,30	1,50	5,78	4	1,89	1,65	-	4,20	3,30	215,75	315,75	45,70
5,00	-5,30		1,30	1,50	7,18	3	0,81	0,85	-	1,84	1,62	172,15	145,58	

FIN DEL DISEÑO



*[Handwritten signature]*  
ING. LUIS PASTORINO

**EDIFICIO ADMINISTRATIVO  
UNIVERSIDAD ESTATAL  
DE BOLÍVAR**

<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
<b>FECHA:</b>	2019/08/23
<b>PÁGINA No.:</b>	XXVII de XXX

**ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA POR ASENTAMIENTO  
EN FUNCIÓN DE "N" (SPT)**

PROYECTO: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR  
 UBICACIÓN: GUARANDA - BOLÍVAR  
 COORDENADAS:  
 PERFORACIÓN: SPO3  
 SOLICITA:  
 ATENCIÓN:  
 RESPONSABLE: ING. LUIS PADMIRÓ

**SEGÚN BOWLES:**  
 ZAPATAS RECTANGULARES (VIGAS DE CIMENTACIÓN)  
 $q_{adm} = \frac{N_{prmo} \cdot k_d}{0.05}$  si  $B \leq 1,2$  m  
 ZAPATAS CUADRADAS:  
 $q_{adm} = \frac{N_{prmo} \cdot k_d}{0.08} \cdot \frac{(B + 0,3)^2}{B^2}$  si  $B > 1,2$  m  
 VIGAS DE CIMENTACIÓN:  
 $q_{adm} = \frac{N_{prmo} \cdot k_d}{0,08}$   
 SEGÚN MEYERHOF (1965):  
 $k_d = 1 - 0,5 \frac{D_p}{B} \leq 1,33$

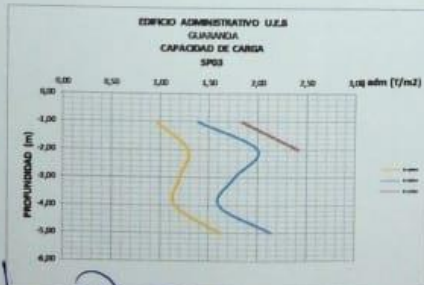
**ASENTAMIENTOS PREVISIBLES  
SEGÚN TERZAGHI, PECK Y MERICI (1996):**  
 $Z = (B^{1,75}) \cdot \left( \frac{1,7}{1,4 \cdot q_{adm}} \right)^{0,75}$

TIPO	LADO B (m)	CARGA* (T)	PRESIÓN DE CONTACTO (N)	
			(T/m <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )
MSA	1,20	10,00	8,33	83,33
ZAPATA	2,00	50,00	12,50	125,00
LOSA	3,00	50,00	6,67	66,67

Nivel Freático: 1,10 m

PROF. "DP" (m)	NIVEL (m)	ESTRATO	γ (T/m <sup>3</sup> )	γ sat (T/m <sup>3</sup> )	C <sub>u</sub> (T/m <sup>2</sup> )	N (opt)	N <sub>corr</sub>	N <sub>prom.</sub>	q <sub>adm</sub> (SEGÚN BOWLES)			ASENTAMIENTOS PREVISIBLES (TERZAGHI ET AL)				
									ZAPATAS (T/m <sup>2</sup> )		LOSAS (T/m <sup>2</sup> )	ZAPATAS (mm)		LOSAS (mm)		
									COHR: B < 1,20 B=1,20 m	CUADRA: B > 1,20 B=2,00 m	B=5,00 m	COHR: B < 1,20 B=1,20 m	CUADRA: B > 1,20 B=2,00 m	B=5,00 m		
0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,00	-1,00	-	1,30	1,50	1,30	1	0,73	0,71	1,84	1,38	0,96	309,91	570,50	173,54		
2,00	-2,00	-	1,30	1,50	2,78	1	0,68	0,89	2,62	2,00	1,29	402,41	411,28	190,12		
3,00	-3,00	-	1,30	1,50	4,28	3	1,10	0,79	-	1,78	1,20	489,67	97,44	97,44		
4,00	-4,00	-	1,30	1,50	5,78	1	0,47	0,72	-	1,50	1,15	560,01	317,08	317,08		
5,00	-5,00	-	1,30	1,50	7,28	3	0,96	0,56	-	2,14	1,02	472,71	118,56	118,56		

FIN DEL SONDEO



*[Firma manuscrita]*  
 CÁLCULO: ING. LUIS PADMIRÓ

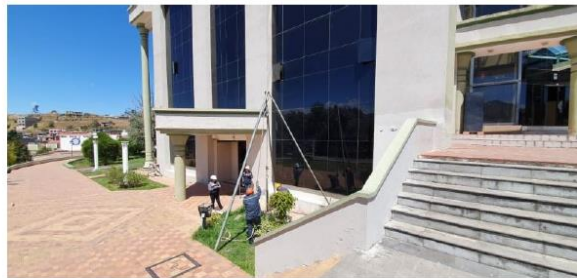
<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118- RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	XXVIII de XXX

**ANEXO IV**

**REGISTRO FOTOGRÁFICO**

PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0995766091-0992389901

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118-RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	XXIX de XXX



PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0995766091-0992389901

<b>EDIFICIO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>	GEOTECNIA Y CIMENTOS
	<b>CÓDIGO No.:</b>	LD-20190823-INF1118- RES
	<b>FECHA:</b>	2019/08/23
	<b>PÁGINA No.:</b>	XXX de XXX



PRINCIPAL: Manuel Cornejo Astorga N 57-215 y Psje Hernando Gallegos; Quito - Ecuador  
Teléfono: 0995766091-0992389901

### 7.3. ANEXO 3. Informe de Estudio de Suelo del Edificio de Salud y del Edificio Administrativo

*Ing. Lorena Pérez Maldonado*  
**MASTER EN VIAS TERRESTRES**  
*e-mail: loreperez\_5@hotmail.com*

---



## ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO:

**BLOQUE DE AULAS Y  
LABORATORIOS PARA LA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA  
SALUD Y DEL SER HUMANO Y  
AREA DEL EDIFICIO  
ADMINISTRATIVO  
SECTOR ALPACHACA**



## **ESTUDIO DE SUELOS**

### **CONTENIDO. –**

#### **1. INTRODUCCIÓN**

- 1.1.- Objetivo general y objetivos específicos
- 1.2.- Ubicación general del proyecto (Anexo 1A)
- 1.3.- Descripción del terreno del proyecto
- 1.4.- Proyecto diseñado
- 1.5.- Información preliminar obtenida

#### **2. PLANIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

- 2.1.- Programa de Exploración y Muestreo
- 2.2.- Ubicación de los sondeos realizados con SPD. (Anexo 1B)
- 2.3.- Ejecución de los sondeos de penetración dinámica
- 2.4.- Sondeo de nivel freático

#### **3. CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO**

- 3.1.- Humedad del suelo. (Anexos 2-1 y 2-2)
- 3.2.- Graduación y plasticidad (Anexos 3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5 y 3-6)
- 3.3.- Identificación y Clasificación de suelos (Anexos 4-1 y 4-2)
- 3.4.- Resistencia del subsuelo a los sondeos SPD (Anexos 5-1 y 5-2)
- 3.5.- Determinación de la capacidad de carga (Anexos 6-1 y 6-2)
- 3.6.- Perfil estratigráfico (Anexos 7-1 y 7-2)

#### **4. PARÁMETROS DE DISEÑO PARA LA SUSTENTACIÓN DE LAS CIMENTACIONES.**

- Determinación de los parámetros fundamentales
- 4.1.- Hipótesis previas
- 4.2.- Capacidad de carga y posibilidad de Asentamientos
- 4.3.- Parámetros de cálculo.

#### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- 5.1.- Conclusiones de la exploración subterránea
- 5.2.- Recomendaciones para diseño y construcción

#### **6. ANEXOS**

- Respaldos técnicos
- 6.1.- Anexos del 1 al 7

M.Sc. Ing. Lorena Pérez  
**CONSULTORA DE ESTUDIOS**

## 1.- INTRODUCCIÓN.

### 1.1.- OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS

#### OBJETIVO GENERAL. -

El presente informe de MECÁNICA DE SUELOS se realiza para estudiar el subsuelo en donde se ejecutará la construcción del:

*Bloque de Aulas y Laboratorios para la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano y área del Edificio Administrativo*

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS. -

- Efectuar el estudio geotécnico para el proyecto
- Determinar la estratigrafía del subsuelo
- Determinar las propiedades índice y técnicas de los suelos infrayacentes
- Determinar la presencia o no de nivel freático
- Determinar la posibilidad de asentamientos totales o diferenciales
- Determinar la capacidad de carga
- Recomendar el ancho y profundidad de las cimentaciones.

Parámetros que sirven para el diseño de las cimentaciones y soporte para la construcción del proyecto de obra civil, de manera que se constituya en el antecedente técnico para la selección del tipo de cimentación que mejor responda a las condiciones en sitio (**in situ**) y proporcione la seguridad y estabilidad para la obra.

### 1.2.- UBICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El terreno está ubicado en la provincia de Bolívar, Cantón Guaranda, campus Universidad Estatal de Bolívar.

ANEXO IA



### **1.3.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO DEL PROYECTO**

El terreno natural es de topografía regular plana, con desnivel respecto de las calles interiores existentes en la Universidad Estatal de Bolívar, en donde básicamente se realizará la construcción del **BLOQUE DE AULAS Y LABORATORIOS PARA LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO Y ÁREA DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO.**



**VISTA DEL TERRENO EN ESTUDIO**

### **1.4.- PROYECTO DISEÑADO**

Acorde con la información preliminar, el proyecto corresponde a la Construcción del Bloque de Aulas y Laboratorios para la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano y Área del Edificio Administrativo

### **1.5.- INFORMACIÓN PRELIMINAR OBTENIDA.**

Toda la información es proporcionada por el Arquitecto Manuel Alcides García Saltos, Director de Planificación Física y Construcciones de la Universidad Estatal de Bolívar y los datos adicionales se han verificado en la inspección del lugar

## **2.- PLANIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

### **2.1 PROGRAMA DE EXPLORACIÓN Y MUESTREO**

En función de la topografía, de la información disponible, así como de la magnitud de las cargas que serán impuestas, y del área del proyecto se considera necesario efectuar la exploración con seis SONDEOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA (SPD).

En las ubicaciones planificadas se realizarán seis ensayos de Penetración Dinámica y las sondas se introducirán hasta los 6 metros de profundidad o rechazo a la penetración, lo que suceda primero.

## 2.2.- UBICACIÓN DEL SONDEO.

Acorde con la planificación previa del numeral 2.1, se ubicarán los sondeos de Penetración Dinámica, con fines de determinar las propiedades índice y resistentes del subsuelo.

Ubicación de las perforaciones efectuadas para el estudio de suelos del proyecto:

### BLOQUE DE AULAS Y LABORATORIOS PARA LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO Y ÁREA DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO:

SPD-1, SPD-2, SPD-3, SPD-4, SPD-5 y SPD-6

ANEXO 1B



### UBICACIÓN GEORREFERENCIADA DE LOS SONDEOS SPD-1, SPD-2, SPD-3 SPD-4, SPD-5 Y SPD-6.

SPD-1	9826150	N	721670	E	2882
SPD-2	9826138	N	721663	E	2883
SPD-3	9826123	N	721672	E	2882

SPD-4	9826206	N	721744	E	2871
SPD-5	9826189	N	721748	E	2871
SPD-6	9826175	N	721727	E	2871

### 2.3.- EJECUCIÓN DE LOS SONDEOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA.

Acorde con las ubicaciones prefijadas, se hacen los sondeos de Penetración Dinámica para la determinación de la densidad y humedad natural, así como de la resistencia al corte y capacidad de carga.

Se realiza el análisis de las características físico-mecánicas del suelo, así como la identificación y clasificación en el **SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)**.

Los suelos clasificados serán identificados dentro de la norma ecuatoriana **NEC-15**, del capítulo 9 de Geotecnia y Cimentaciones.

**Ubicación  
del Sondeo  
SPD-1**



**Ubicación  
del Sondeo  
SPD-2**



**Ubicación  
del Sondeo  
SPD-3**



**Ubicación  
del Sondeo  
SPD-4**



**Ubicación  
del Sondeo  
SPD-5**



**Ubicación  
del Sondeo  
SPD-6**



**2.4.- SONDEO DE NIVEL FREÁTICO**

Hasta la profundidad alcanzada se encontró Nivel Freático en:

Sondeo	Profundidad (m)
# 2	4
# 4	1
# 5	Nivel superficial

Se tienen referencias de que en el sector existen problemas de aguas freáticas y filtraciones que pudieran perjudicar la estructura en el caso que no se construyan obras de drenaje y sub drenaje.

**3.- CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO.**

**3.1.- HUMEDAD DE LOS SUELOS.**

La determinación de la variación del contenido de humedad se muestra en el Anexo 2. El suelo en general está con una humedad ALTA y los valores varían de 18.42% a 32.15%.

**3.2.- GRADUACIÓN Y PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.**

Los ensayos granulométricos más representativos se adjuntan en los Anexos 3-1, 3-2, 3-3 e indican la presencia de suelo areno-limoso con partículas de cascajo para el caso del Bloque de Aulas y Laboratorios de la Facultad de la Salud y del Ser Humano. En los Anexos 3-4, 3-5 y 3-6 se describe la mezcla de arenas con limos no plásticos, para el Área del Edificio Administrativo. Suelos de densidades bajas y permeables en la profundidad de cimentación.

### **3.3.- IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS SUCS.**

La identificación y clasificación se realiza por el método SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) y se presenta en el Anexo 4-1 para el proyecto Bloque de Aulas y Laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, la superficie del terreno consta de OH (suelo orgánico) con un espesor aproximado de 12 cm y a continuación un estrato homogéneo de SM más partículas de cascajo. En el Anexo 4-2 para el proyecto Área del Edificio Administrativo se encuentra suelo orgánico con un espesor variable de 30 cm seguido de arena con limos no plásticos de color café, de formas subredondeadas y con estructura granular. Suelos homogéneos hasta la profundidad alcanzada, sin embargo, la característica de densidad, poco variable en la profundidad, le hace un suelo de bajo comportamiento a la capacidad de carga y resistencia al corte.

### **3.4.- RESISTENCIA DEL SUBSUELO A LOS SONDEOS (SPD).**

Mediante el procedimiento establecido en la Geotecnia, los resultados se presentan en los formatos del Anexo 5-1 y 5-2. El número de impactos ejecutados en los sondeos de penetración dinámica ( $N_{SPD}$ ) está en función de la resistencia al corte de los suelos, y que se refleja en las variables densidad, compacidad relativa, ángulos de fricción interna, cohesión; parámetros requeridos para el cálculo de la capacidad de carga admisible del suelo. Los sondeos de penetración dinámica se ejecutaron hasta 6 metros de profundidad y se produjo rechazo a la penetración en las perforaciones, pero las capas de conglomerado o roca basal son mucho más profundas.

### **3.5.- DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA.**

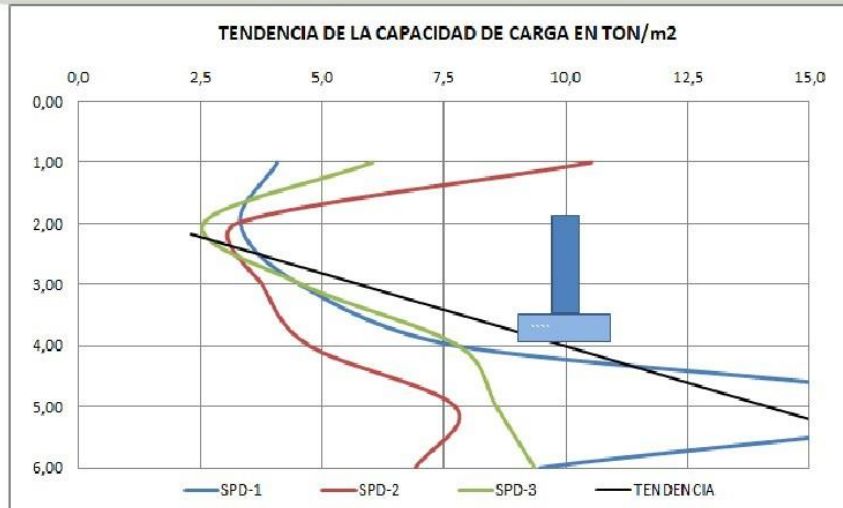
Acorde con los fundamentos de la Mecánica de Suelos, la variación de la capacidad de carga que depende de las condiciones del suelo, profundidad y del ancho de las cimentaciones se respalda en el gráfico del Dr. Karl Terzaghi modificado y se presentan los cálculos en el Anexo 6.

La capacidad de carga aumenta con la profundidad y se cumple como se observa en las curvas de “Capacidad de carga versus profundidad”

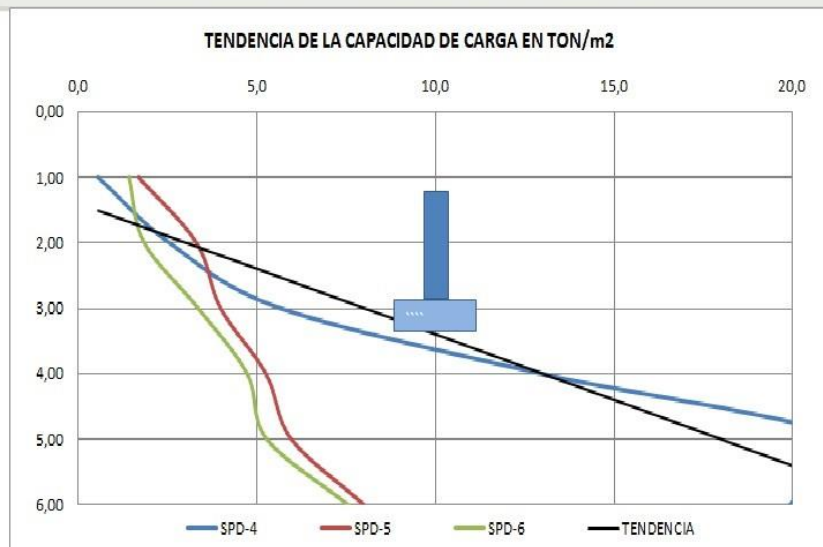


VARIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA EN  
FUNCIÓN DE LA PROFUNDIDAD

BLOQUE DE AULAS Y LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO



ÁREA DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO



OBSÉRVESE QUE:

- ❖ Para el Bloque de Aulas y Laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano a 4,0 metros de profundidad se puede diseñar con 10 ton/m<sup>2</sup>
- ❖ Para el Área del Edificio Administrativo a 3,30 metros de profundidad se puede diseñar con 10 ton/m<sup>2</sup>

### 3.6.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO

El perfil estratigráfico del Bloque de Aulas y Laboratorios se adjunta en el anexo 7-1.

ANEXO 7-1



#### INTERPRETACIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Se puede apreciar una capa de suelo orgánico y un estrato homogéneo de arena y limo con partículas de cascajo que le da la pigmentación clara, de densidad baja.

El perfil estratigráfico del Edificio Administrativo se adjunta en el anexo 7-2

ANEXO 7-2



#### INTERPRETACIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Es notoria la presencia de una capa de suelo orgánico y luego un estrato de arena con limos no plásticos de densidad baja.

## 4.- PARÁMETROS DEL DISEÑO DE LAS CIMENTACIONES.

Se ha tomado en cuenta:

- La identificación, clasificación, tipo del suelo y condición de humedad del mismo.
- La estratigrafía real del subsuelo, posibilidad de que apareciera nivel freático.
- Los resultados de los sondeos de Penetración Dinámica
- Las propiedades índice y técnicas del suelo analizado.
- Las correlaciones existentes y con alto grado de confiabilidad, por lo tanto:

#### **4.1.- HIPÓTESIS PREVIAS.**

- Teorías de cálculo para interacción suelo-estructura:
- Dr. Ing. Karl Terzaghi (Estados Unidos).

#### **4.2.- CAPACIDAD DE CARGA Y POSIBILIDAD DE ASENTAMIENTOS.**

**4.2.1.-** Para la determinación de la capacidad de carga del suelo, se emplea la expresión de K. Terzaghi para cimentaciones rectangulares:

$$q_{c \text{ admisible}} = (1.3 c * N_c + \gamma_m * D_f * N_q + 0.4 * B * \gamma_m * N_\gamma) / f_s$$

La capacidad de carga admisible tiene un normal factor de seguridad de 3 por la variable densidad de los suelos y la resistencia a la penetración o corte.

**4.2.2.-** En lo que se refiere a los asentamientos por densificación de la fracción limosa, éstos no son posibles en los sondeos, si se toma en consideración la cota establecida para la cimentación de la estructura en cada caso, entonces serán menores a la tolerancia máxima.

En lo que se refiere a los asentamientos por densificación de la fracción limosa, éstos son posibles en los sondeos y serán mayores a 25 mm (tolerancia especificada en la norma NEC-15) si se considera asentar la estructura sin un previo proceso de mejoramiento.

#### **4.3.- PARÁMETROS DE CÁLCULO.**

Los parámetros adoptados se obtuvieron de los sondeos de penetración dinámica  $N_{SPD}$ .

De las correlaciones existentes en la **MECÁNICA DE SUELOS**.

Como es usual se analiza para las condiciones de sitio más desfavorables por la presencia de humedad ALTA.

Se evita el uso de teorías contrapuestas para un mismo cálculo, y se emplean las expresiones actualizadas y de uso universal de mayor frecuencia en el cálculo de cimentaciones.

Los valores se muestran en los Anexos 4 y 5.

La capacidad de carga Admisible para soportar la estructura del proyecto es variable dependiendo de las condiciones del suelo, la profundidad de la cimentación y el ancho de la misma, por lo que se sugiere que la cota mínima de cimentación considere la tabla que se indica en el Anexo 6.

<b>PROYECTO</b>	<b>Df metros</b>	<b>B metros</b>	<b>qad Ton/m<sup>2</sup></b>
Bloque de Aulas y Laboratorio	-4.00	1.20	10
Edificio Administrativo	-3.30	1.20	10

## **5.-CONCLUSIONES.**

### **5.1.- CONCLUSIONES DE LA EXPLORACIÓN SUBTERRÁNEA.**



#### **AHUELLAMIENTO DEL ENSAYO DE CAMPO**

Como conclusión del análisis de los resultados obtenidos durante la exploración subterránea y de los sondeos ejecutados, se tiene lo siguiente:

Se realiza el estudio mediante el SPD hasta 6.00 metros de profundidad.

- La masa de suelo en donde se realizará la construcción del BLOQUE DE AULAS Y LABORATORIOS PARA LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO alcanza un esfuerzo admisible de 10 Ton/m<sup>2</sup> para la cimentación cuyo ancho sea igual a 1,20 metros y se ubique a 4,00 metros de la superficie original, lo cual es bajo y por consiguiente se requiere un proceso de mejoramiento.

-Mientras que el suelo en donde se realizará la construcción del EDIFICIO ADMINISTRATIVO alcanza un esfuerzo admisible de 10 Ton/m<sup>2</sup> para la cimentación

cuyo ancho sea igual a 1,20 metros y se ubique a 3,30 metros de la superficie original, lo cual es bajo y por consiguiente se requiere un proceso de mejoramiento.

- Acorde con la Clasificación de suelos de la NEC-15, el subsuelo analizado corresponde a un suelo **E**: Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante;

$$V_s < 180 \text{ m/s.}$$

- La **compacidad relativa** es baja y concuerda por la facilidad con la que penetra la sonda del SPD y el bajo número de impactos  $N_{SPD}$  requeridos para la penetración dinámica en los sondeos.

## 5.2.-RECOMENDACIONES. –

- Con el apareamiento de Nivel Freático en el sondeo # 2, se recomienda realizar una reposición de suelo a una profundidad de 4,0 m para el Bloque de Aulas y Laboratorios, siguiendo la siguiente metodología de construcción:

- ❖ Excavar 4.0 m y colocar primeramente una capa de 1,50 m de boleos (partículas mayores a 200 mm de diámetro) para que actúe como filtro del agua proveniente del nivel freático y en segundo lugar colocar material de Sub Base Clase 2 con un espesor de 1,00 m como sistema de precarga efectiva y rigidización, ésta última debe estar debidamente compactada hasta la densidad máxima de laboratorio, en capas de 25 cm.
- ❖ Se recomienda realizar vigas de cimentación ó zapatas corridas a una profundidad de 1,50 m y sobre la capa de mejoramiento (rigidización), cuyo ancho B debe ser calculado de acuerdo a la carga que se va imponer.
- ❖ Se recomienda colocar Geomalla entre las capas de mejoramiento, con el propósito de evitar que se mezcle los boleos usados como material de filtro y la capa de sub base clase 2.
- ❖ Por la presencia de aguas subterráneas en el terreno se recomienda la construcción de drenajes y subdrenajes que garanticen una correcta conducción y eliminación de las aguas

- Con el apareamiento de Nivel Freático en los sondeos # 4 y # 5, se recomienda realizar una reposición de suelo a una profundidad de 3,30 m para el Área del Edificio Administrativo, usando la siguiente metodología de construcción:

- ❖ Excavar 3,30 m y colocar primeramente una capa de 1,00 m de boleos (partículas mayores a 200 mm de diámetro) para que actúe como filtro del agua proveniente del nivel freático y en segundo lugar colocar material de Sub Base Clase 2 con un espesor de 0,80 m como sistema de precarga efectiva y rigidización, ésta última debe estar debidamente compactada hasta la densidad máxima de laboratorio, en capas de 25 cm.

- ❖ Se recomienda realizar vigas de cimentación ó zapatas corridas a una profundidad de 1,50 m y sobre la capa de mejoramiento (rigidización), cuyo ancho B debe ser calculado de acuerdo a la carga que se va imponer.
- ❖ Se recomienda colocar Geomalla entre las capas de mejoramiento, con el propósito de evitar que se mezcle los boleos usados como material de filtro y la capa de sub base clase 2.
- ❖ Por la presencia de aguas subterráneas en el terreno se recomienda la construcción de drenajes y subdrenajes que garanticen una correcta conducción y eliminación de las aguas

Los estudios geotécnicos en cualquiera de las etapas del proyecto son obligatorios para todas las edificaciones que se erijan sobre el territorio ecuatoriano.

Los estudios geotécnicos para cimentaciones de edificaciones deben ser dirigidos y avalados por Ingenieros Civiles, titulados y registrados.

El estudio realizado es el conjunto de actividades necesarias para aproximarse a las características geotécnicas de un terreno, con el fin de establecer las condiciones que limitan su aprovechamiento, los problemas potenciales que puedan presentarse, los criterios geotécnicos y parámetros generales para la elaboración de un proyecto.

## **6.- ANEXOS**

### **6.1.- Respaldo Técnico**

- 6.1.1.- Ubicación de los sondeos en el terreno del proyecto
- 6.1.2.- Determinación de los contenidos de humedad del subsuelo
- 6.1.3.- Distribución granulométrica y plasticidad del suelo
- 6.1.4.- Identificación y Clasificación de los suelos por sondeo
- 6.1.5.- Registro de la Penetración dinámica de campo y determinación del  $N_{SPD}$ .
- 6.1.6.- Cálculo de la capacidad de carga admisible (variable por profundidad)
- 6.1.7.- Interpretación del perfil estratigráfico del subsuelo estudiado.

Ambato, 14 de Noviembre del 2018

M.Sc. Ing. Lorena Pérez Maldonado  
**CONSULTORA DE SUELOS**



# ANEXOS

**PROYECTO:**

**BLOQUE DE AULAS Y  
LABORATORIOS PARA LA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA  
SALUD Y DEL SER HUMANO Y  
AREA DEL EDIFICIO  
ADMINISTRATIVO  
SECTOR ALPACHACA**

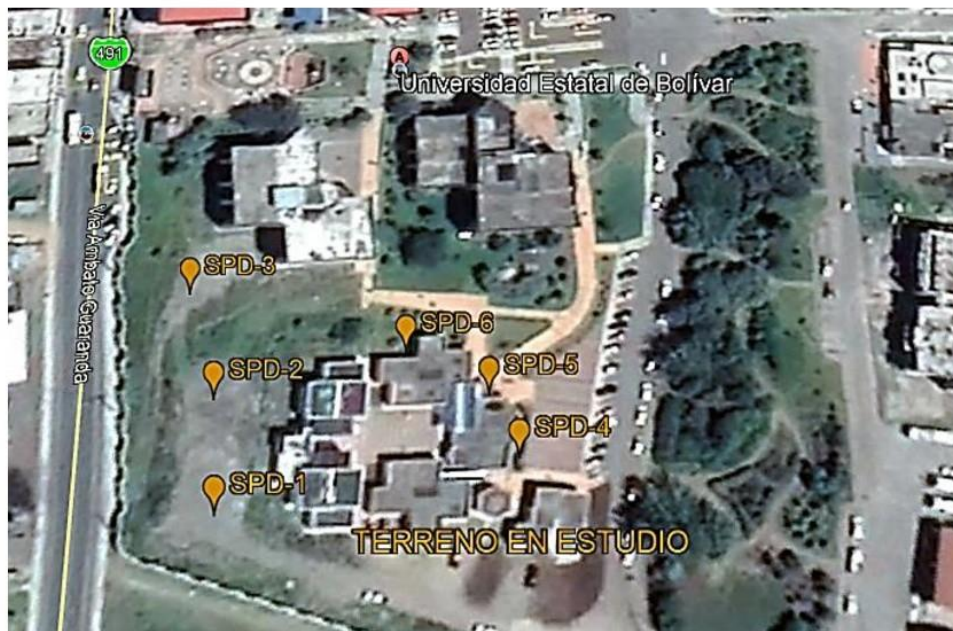
Tipo de perfil	Descripción	Definición
<b>A</b>	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500$ m/s
<b>B</b>	Perfil de roca de rigidez media	$1500$ m/s $> V_s \geq 760$ m/s
<b>C</b>	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda cortante.	$760$ m/s $> V_s \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100$ KPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> )
<b>D</b>	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda cortante	$360$ m/s $> V_s \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100$ kPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> ) $> S_u \geq 50$ kPa ( $\approx 0.5$ kgf/cm <sup>2</sup> )
<b>E</b>	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante	$V_s < 180$ m/s
	Perfil que contiene un espesor total <b>H</b> mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50$ kPa ( $\approx 0.50$ kgf/cm <sup>2</sup> )
<b>F</b>	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista (Ver 2.5.4.9). Se contemplan las siguientes subclases:	
	<b>F1</b> -Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	<b>F2</b> -Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ( <b>H</b> >3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	<b>F3</b> -Arcillas de muy alta plasticidad ( <b>H</b> >7.5 m con índice de Plasticidad <b>IP</b> >75)	
	<b>F4</b> -Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ( <b>H</b> >30m)	
	<b>F5</b> -Suelos con contrastes de impedancia $\alpha$ ocurriendo dentro de los primeros 30 metros superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.	
	<b>F6</b> -Rellenos colocados sin control ingenieril	



ANEXO IA



ANEXO IB



ANEXO 2-1										
<b>DETERMINACION DE LOS CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>										
NORMA INEN 690 SUELOS Ensayo para determinar el contenido de agua (ASTM D 2216)										
<b>SONDEO NUMERO 1</b>										
Nivel	0,00	-1,00	-1,00	-2,00	-2,00	-3,00	-3,00	-4,00	-4,00	-5,00
Muestra	A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2	D-1	D-2	E-1	E-2
Wm+Wr	133,20	126,10								
Ws+Wr	116,60	110,80								
Wr	26,70	27,50								
W $\omega$	16,60	15,30								
Ws	89,90	83,30								
$\omega$ %	18,46	18,37								
$\omega$ %(prom)	<b>18,42</b>									
<b>SONDEO NUMERO 2</b>										
Nivel										
Muestra	A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2	D-1	D-2	E-1	E-2
Wm+Wr	119,70	125,00								
Ws+Wr	99,80	104,70								
Wr	24,60	25,90								
W $\omega$	19,90	20,30								
Ws	75,20	78,80								
$\omega$ %	26,46	25,76								
$\omega$ %(prom)	<b>26,11</b>									
<b>SONDEO NUMERO 3</b>										
Nivel										
Muestra	A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2	D-1	D-2	E-1	E-2
Wm+Wr	140,30	133,30								
Ws+Wr	121,20	112,00								
Wr	28,60	24,20								
W $\omega$	19,10	21,30								
Ws	92,60	87,80								
$\omega$ %	20,63	24,26								
$\omega$ %(prom)	<b>22,44</b>									
<b>SONDEO NUMERO 4</b>										
Nivel										
Muestra	A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2	D-1	D-2	E-1	E-2
Wm+Wr	124,40	117,20								
Ws+Wr	100,20	94,80								
Wr	25,70	24,40								
W $\omega$	24,20	22,40								
Ws	74,50	70,40								
$\omega$ %	32,48	31,82								
$\omega$ %(prom)	<b>32,15</b>									

ANEXO 2-2										
<b>DETERMINACION DE LOS CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>										
NORMA INEN 690 SUELOS Ensayo para determinar el contenido de agua (ASTM D 2216)										
<b>SONDEO NUMERO 5</b>										
Nivel	0,00	-1,00	-1,00	-2,00	-2,00	-3,00	-3,00	-4,00	-4,00	-5,00
Muestra	A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2	D-1	D-2	E-1	E-2
Wm+Wr	118,60	118,20								
Ws+Wr	97,30	96,90								
Wr	25,20	23,30								
W $\omega$	21,30	21,30								
Ws	72,10	73,60								
$\omega$ %	29,54	28,94								
$\omega$ %(prom)	<b>29,24</b>									
<b>SONDEO NUMERO 6</b>										
Nivel										
Muestra	A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2	D-1	D-2	E-1	E-2
Wm+Wr	116,50	119,50								
Ws+Wr	97,10	99,40								
Wr	24,70	24,90								
W $\omega$	19,40	20,10								
Ws	72,40	74,50								
$\omega$ %	26,80	26,98								
$\omega$ %(prom)	<b>26,89</b>									
<b>SONDEO NUMERO 7</b>										
Nivel										
Muestra	A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2	D-1	D-2	E-1	E-2
Wm+Wr										
Ws+Wr										
Wr										
W $\omega$										
Ws										
$\omega$ %										
$\omega$ %(prom)										
<b>SONDEO NUMERO 8</b>										
Nivel										
Muestra	A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2	D-1	D-2	E-1	E-2
Wm+Wr										
Ws+Wr										
Wr										
W $\omega$										
Ws										
$\omega$ %										
$\omega$ %(prom)										

ANEXO 3-1				
<b>ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRIA DE LOS SUELOS</b>				
Normas:	ASTM:	D 421-58 Y D 422-63		
	AASHTO:	T-87-70 Y T-88-70		
<b>PROYECTO:</b>	<b>BLOQUE DE AULAS Y LABORATORIOS PARA LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO</b>			
<b>UBICACION:</b>	<b>CAMPUS UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR</b>			
Localización:	P1-1	Pozo 1		
Profundidades:		Desde	Hasta	
		-1,00	-6,00	
TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,200			
1 1/2"	38,100			
1"	25,400			
3/4"	19,050			
1/2"	12,700			
3/8"	9,530			
N 4	4,760	288,80	13,52	86,48
PASA N 4				
N 10	2,000	290,80	13,61	72,87
N 40	0,420	932,00	43,63	42,85
N100	0,149	1336,20	62,55	23,93
N200	0,074	1547,20	72,42	14,06
PASA N 200		300,30	14,06	
TOTAL	2136,30	1847,50		
Peso ant lavado	1847,50	Peso cuarteo antes del lavado		1847,50
Peso des lavado		Peso cuarteo después de lavado		1547,20
Total - diferencia		Diferencia o pasa el tamiz # 200		300,30

**GRÁFICO DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**

Tamaño del tamiz (mm)	% que pasa
4,760 (N 4)	13,52
2,000 (N 10)	13,61
0,420 (N 40)	43,63
0,149 (N 100)	62,55
0,074 (N 200)	72,42

<b>CLASIFICACION DEL SUELO ANALIZADO</b>			
SISTEMAS	VISUAL	Color: Café	
	AASHTO		
	SUCS	SM	ARENA Y LIMO CON PARTICULAS DE CASCAJO

ANEXO 3-2				
<b>ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRIA DE LOS SUELOS</b>				
Normas:		ASTM:	D 421-58 Y D 422-63	
		AASHTO:	T-87-70 Y T-88-70	
<b>PROYECTO:</b>		<b>BLOQUE DE AULAS Y LABORATORIOS PARA LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO</b>		
<b>UBICACION:</b>		<b>CAMPUS UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR</b>		
Localización:	P2-2	Pozo 2		
Profundidades:		Desde	Hasta	
		-1,00	-6,00	
TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,200			
1 1/2"	38,100			
1"	25,400			
3/4"	19,050			
1/2"	12,700			
3/8"	9,530			
N 4	4,760	201,0	9,96	90,04
<b>PASA N 4</b>				
N 10	2,000	341,10	16,91	73,13
N 40	0,420	961,00	47,64	42,40
N100	0,149	1354,70	67,15	22,89
N200	0,074	1619,50	80,28	9,76
<b>PASA N 200</b>		196,90	9,76	
<b>TOTAL</b>		1816,40		
Peso ant lavado		Peso cuarteo antes del lavado		1816,40
Peso des lavado		Peso cuarteo después de lavado		1619,50
Total - diferencia		Diferencia o pasa el tamiz # 200		196,90
<b>GRÁFICO DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA</b>				
<b>CLASIFICACION DEL SUELO ANALIZADO</b>				
SISTEMAS	VISUAL	Color: Café		
	AASHTO			
	SUCS	<b>SM</b>	<b>ARENA Y LIMO CON PARTICULAS DE CASCAJO</b>	

ANEXO 3-3				
<b>ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRIA DE LOS SUELOS</b>				
Normas:	ASTM:	D 421-58 Y D 422-63		
	AASHTO:	T-87-70 Y T-88-70		
<b>PROYECTO:</b>	<b>BLOQUE DE AULAS Y LABORATORIOS PARA LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO</b>			
<b>UBICACION:</b>	<b>CAMPUS UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR</b>			
Localización:	P3-3	Pozo 3		
Profundidades:		Desde	Hasta	
		-1,00	-6,00	
<b>TAMIZ</b>	<b>mm</b>	<b>PESO RET/ACUM</b>	<b>% RETENIDO</b>	<b>% QUE PASA</b>
3"	76,200			
1 1/2"	38,100			
1"	25,400			
3/4"	19,050			
1/2"	12,700			
3/8"	9,530			
N 4	4,760	4,30	0,79	99,21
<b>PASA N 4</b>				
N 10	2,000	21,60	3,98	95,23
N 40	0,420	171,70	31,61	67,59
N100	0,149	330,10	60,78	38,43
N200	0,074	453,70	83,54	15,67
PASA N 200		85,10	15,67	
<b>TOTAL</b>	<b>543,10</b>	<b>538,80</b>		
Peso ant lavado	538,80	Peso cuarteo antes del lavado		538,80
Peso des lavado		Peso cuarteo después de lavado		453,70
Total - diferencia		Diferencia o pasa el tamiz # 200		85,10
<b>GRÁFICO DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA</b>				
<p style="text-align: center;">Tamaño del tamiz en mm</p>				
<b>CLASIFICACION DEL SUELO ANALIZADO</b>				
SISTEMAS	VISUAL	Color: Café		
	AASHTO			
	SUCS	<b>SM</b>	<b>ARENA Y LIMO CON PARTICULAS DE CASCAJO</b>	

ANEXO 3-4				
<b>ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRIA DE LOS SUELOS</b>				
Normas:	ASTM:	D 421-58 Y D 422-63		
	AASHTO:	T-87-70 Y T-88-70		
<b>PROYECTO:</b>	<b>ÁREA DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO</b>			
<b>UBICACION:</b>	<b>CAMPUS UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR</b>			
Localización:	P4-4	Pozo 4		
Profundidades:	,	Desde	Hasta	
		-1,00	-6,00	
TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,200			
1 1/2"	38,100			
1"	25,400			
3/4"	19,050			
1/2"	12,700			
3/8"	9,530			
N 4	4,760	201,90	11,68	88,32
PASA N 4				
N 10	2,000	301,60	17,45	70,88
N 40	0,420	791,40	45,78	42,54
N100	0,149	1106,00	63,98	24,35
N200	0,074	1309,90	75,77	12,55
PASA N 200		217,00	12,55	
TOTAL	1728,80	1526,90		
Peso ant lavado	1526,90	Peso cuarteo antes del lavado	1526,90	
Peso des lavado		Peso cuarteo después de lavado	1309,90	
Total - diferencia		Diferencia o pasa el tamiz # 200	217,00	
<b>GRÁFICO DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA</b>				
<p style="text-align: center;">Tamaño del tamiz en mm</p>				
<b>CLASIFICACION DEL SUELO ANALIZADO</b>				
SISTEMAS	VISUAL	Color: Café Oscuro		
	AASHTO			
	SUCS	<b>SM</b>	<b>ARENA Y LIMOS NO PLASTICOS</b>	

ANEXO 3-5				
<b>ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRIA DE LOS SUELOS</b>				
Normas:	ASTM:	D 421-58 Y D 422-63		
	AASHTO:	T-87-70 Y T-88-70		
<b>PROYECTO:</b>	<b>ÁREA DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO</b>			
<b>UBICACION:</b>	<b>CAMPUS UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR</b>			
Localización:	P5-5	Pozo 5		
Profundidades:		Desde	Hasta	
		-1,00	-6,00	
TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,200			
1 1/2"	38,100			
1"	25,400			
3/4"	19,050			
1/2"	12,700			
3/8"	9,530			
N 4	4,760	42,50	10,08	89,92
PASA N 4				
N 10	2,000	66,30	10,36	79,56
N 40	0,420	191,20	29,88	60,04
N100	0,149	362,70	56,68	33,24
N200	0,074	469,80	73,41	16,50
PASA N 200		105,60	16,50	
TOTAL	421,50	379,00		
Peso ant lavado	379,00	Peso cuarteo antes del lavado		575,40
Peso des lavado		Peso cuarteo después de lavado		469,80
Total - diferencia		Diferencia o pasa el tamiz # 200		105,60
<b>GRÁFICO DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA</b>				
<b>CLASIFICACION DEL SUELO ANALIZADO</b>				
SISTEMAS	VISUAL	Color: Café Oscuro		
	AASHTO			
	SUCS	<b>SM</b>	<b>ARENA Y LIMOS NO PLASTICOS</b>	



ANEXO 3-6				
<b>ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRIA DE LOS SUELOS</b>				
Normas:	ASTM:	D 421-58 Y D 422-63		
	AASHTO:	T-87-70 Y T-88-70		
<b>PROYECTO:</b>	<b>ÁREA DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO</b>			
<b>UBICACION:</b>	<b>CAMPUS UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR</b>			
Localización:	P6-6	Pozo 6		
Profundidades:		Desde	Hasta	
		-1,00	-6,00	
TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,200			
1 1/2"	38,100			
1"	25,400			
3/4"	19,050			
1/2"	12,700			
3/8"	9,530			
N 4	4,760	25,80	1,25	98,75
PASA N 4				
N 10	2,000	31,70	1,52	97,23
N 40	0,420	243,70	11,69	87,06
N100	0,149	986,00	47,29	51,46
N200	0,074	1614,10	77,42	21,33
PASA N 200		444,70	21,33	
TOTAL	2084,60	2058,80		
Peso ant lavado	2058,80	Peso cuarteo antes del lavado		2058,80
Peso des lavado		Peso cuarteo después de lavado		1614,10
Total - diferencia		Diferencia o pasa el tamiz # 200		444,70
<b>GRÁFICO DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA</b>				
<p style="text-align: center;">Tamaño del tamiz en mm</p>				
<b>CLASIFICACION DEL SUELO ANALIZADO</b>				
SISTEMAS	VISUAL	Color: Café Oscuro		
	AASHTO			
	SUCS	<b>SM</b>	<b>ARENA Y LIMOS NO PLASTICOS</b>	

ANEXO 4-1					
<b>IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR PERFORACIÓN</b>					
<b>NORMAS</b>	<b>NEC-15</b>	ASTM-D-2487 Clasificación de suelos para propósitos de Ingeniería			
<b>PROYECTO:</b>		<b>BLOQUE DE AULAS Y LABORATORIOS PARA LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO</b>			
<b>UBICACIÓN:</b>		<b>CAMPUS UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR</b>			
Ubicación de la muestra:		Indicada en Anexo 1			
SONDEO NUMERO 1					
Muestra	Desde	Hasta	ω%	Estado de densidad	SUCS
P1.1	0,00	-1,00	18,42	BAJA	Arena y Limo con partículas de cascajo
P1.2	-1,00	-2,00		BAJA	
P1.3	-2,00	-3,00		BAJA	
P1.4	-3,00	-4,00		BAJA	
P1.5	-4,00	-5,00		BAJA	
P1.6	-5,00	-6,00		BAJA	
SONDEO NUMERO 2					
Muestra	Desde	Hasta	ω%	Estado de densidad	SUCS
P2.1	0,00	-1,00	26,11	MEDIA	Arena y Limo con partículas de cascajo
P2.2	-1,00	-2,00		BAJA	
P2.3	-2,00	-3,00		BAJA	
P2.4	-3,00	-4,00		BAJA	
P2.5	-4,00	-5,00		BAJA	
P2.6	-5,00	-6,00		BAJA	
SONDEO NUMERO 3					
Muestra	Desde	Hasta	ω%	Estado de densidad	SUCS
P3.1	0,00	-1,00	22,44	BAJA	Arena y Limo con partículas de cascajo
P3.2	-1,00	-2,00		BAJA	
P3.3	-2,00	-3,00		BAJA	
P3.4	-3,00	-4,00		BAJA	
P3.5	-4,00	-5,00		BAJA	
P3.6	-5,00	-6,00		BAJA	
SONDEO NUMERO 4					
Muestra	Desde	Hasta	ω%	Estado de densidad	SUCS
P4.1	0,00	-1,00			
P4.2	-1,00	-2,00			
P4.3	-2,00	-3,00			
P4.4	-3,00	-4,00			
P4.5	-4,00	-5,00			
P4.6	-5,00	-6,00			

ANEXO 4-2					
<b>IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR PERFORACIÓN</b>					
<b>NORMAS</b>	<b>NEC-15</b>	ASTM-D-2487 Clasificación de suelos para propósitos de Ingeniería			
<b>PROYECTO:</b>	ÁREA DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO				
<b>UBICACIÓN:</b>	CAMPUS UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR				
Ubicación de la muestra:	Indicada en Anexo 1				
SONDEO NUMERO 5					
Muestra	Desde	Hasta	$\omega\%$	Estado de densidad	SUCS
P1-1	0,00	-1,00	32,15	BAJA	Arena con Limos No Plásticos
P1-2	-1,00	-2,00		BAJA	
P1-3	-2,00	-3,00		BAJA	
P1-4	-3,00	-4,00		MEDIA	
P1-5	-4,00	-5,00		MEDIA	
P1-6	-5,00	-6,00		MEDIA	
SONDEO NUMERO 6					
Muestra	Desde	Hasta	$\omega\%$	Estado de densidad	SUCS
P2-1	0,00	-1,00	29,24	BAJA	Arena con Limos No Plásticos
P2-2	-1,00	-2,00		BAJA	
P2-3	-2,00	-3,00		BAJA	
P2-4	-3,00	-4,00		BAJA	
P2-5	-4,00	-5,00		BAJA	
P2-6	-5,00	-6,00		BAJA	
SONDEO NUMERO 7					
Muestra	Desde	Hasta	$\omega\%$	Estado de densidad	SUCS
P3-1	0,00	-1,00	26,89	BAJA	Arena con Limos No Plásticos
P3-2	-1,00	-2,00		BAJA	
P3-3	-2,00	-3,00		BAJA	
P3-4	-3,00	-4,00		BAJA	
P3-5	-4,00	-5,00		BAJA	
P3-6	-5,00	-6,00		BAJA	
SONDEO NUMERO 8					
Muestra	Desde	Hasta	$\omega\%$	Estado de densidad	SUCS
P4-1	0,00	-1,00			
P4-2	-1,00	-2,00			
P4-3	-2,00	-3,00			
P4-4	-3,00	-4,00			
P4-5	-4,00	-5,00			
P4-6	-5,00	-6,00			

ANEXO 5-1						
<b>SONDEOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA (SPD)</b>						
ASTM STP-399						
Ensayo de campo para determinar la qc a la penetración dinámica para cimentaciones.						
PROYECTO:	<b>BLOQUE DE AULAS Y LABORATORIOS PARA LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO</b>					
UBICACIÓN:	<b>CAMPUS UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR</b>					
MUESTRAS:	1A, 2A,3A					
SONDEO DE PENETRACIÓN DINÁMICA NÚMERO 1						
	Desde	Hasta	Nspd	$\gamma_m$	$\emptyset$	c
Nspd-1	0,00	-1,00	8	1,121	3,51	0,78
Nspd-2	-1,00	-2,00	5	1,076	2,16	0,48
Nspd-3	-2,00	-3,00	6	1,091	2,61	0,58
Nspd-4	-3,00	-4,00	10	1,151	4,43	0,99
Nspd-5	-4,00	-5,00	18	1,271	8,28	1,85
Nspd-6	-5,00	-6,00	10	1,151	4,43	0,99
SONDEO DE PENETRACIÓN DINÁMICA NÚMERO 2						
	Desde	Hasta	Nspd	$\gamma_m$	$\emptyset$	c
Nspd-1	0,00	-1,00	22	1,332	10,27	2,28
Nspd-2	-1,00	-2,00	8	1,121	3,51	0,78
Nspd-3	-2,00	-3,00	8	1,121	3,51	0,78
Nspd-4	-3,00	-4,00	9	1,136	3,96	0,89
Nspd-5	-4,00	-5,00	13	1,196	5,83	1,30
Nspd-6	-5,00	-6,00	11	1,166	4,90	1,09
SONDEO DE PENETRACIÓN DINÁMICA NÚMERO 3						
	Desde	Hasta	Nspd	$\gamma_m$	$\emptyset$	c
Nspd-1	0,00	-1,00	15	1,226	6,81	1,52
Nspd-2	-1,00	-2,00	6	1,091	2,61	0,58
Nspd-3	-2,00	-3,00	10	1,151	4,43	0,99
Nspd-4	-3,00	-4,00	14	1,211	6,32	1,41
Nspd-5	-4,00	-5,00	14	1,211	6,32	1,41
Nspd-6	-5,00	-6,00	14	1,211	6,32	1,41

ANEXO 5-2						
<b>SONDEOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA (SPD)</b>						
ASTM STP-399						
Ensayo de campo para determinar la qc a la penetración dinámica para cimentaciones.						
PROYECTO:	<b>ÁREA DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO</b>					
UBICACIÓN:	<b>CAMPUS UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR</b>					
MUESTRAS:	4A, 5A, 6A					
<b>SONDEO DE PENETRACIÓN DINÁMICA NÚMERO 4</b>						
	Desde	Hasta	Nspd	$\gamma_m$	$\emptyset$	c
Nspd-1	0,00	-1,00	1	1,016	0,36	0,08
Nspd-2	-1,00	-2,00	6	1,091	2,61	0,58
Nspd-3	-2,00	-3,00	12	1,181	5,36	1,20
Nspd-4	-3,00	-4,00	20	1,302	9,25	2,06
Nspd-5	-4,00	-5,00	26	1,393	12,34	2,74
Nspd-6	-5,00	-6,00	23	1,483	10,78	2,39
<b>SONDEO DE PENETRACIÓN DINÁMICA NÚMERO 5</b>						
	Desde	Hasta	Nspd	$\gamma_m$	$\emptyset$	c
Nspd-1	0,00	-1,00	3	1,046	1,26	0,28
Nspd-2	-1,00	-2,00	5	1,076	2,16	0,48
Nspd-3	-2,00	-3,00	5	1,076	2,16	0,48
Nspd-4	-3,00	-4,00	6	1,091	2,61	0,58
Nspd-5	-4,00	-5,00	6	1,091	2,61	0,58
Nspd-6	-5,00	-6,00	8	1,121	3,51	0,78
<b>SONDEO DE PENETRACIÓN DINÁMICA NÚMERO 6</b>						
	Desde	Hasta	Nspd	$\gamma_m$	$\emptyset$	c
Nspd-1	0,00	-1,00	4	1,061	1,710	0,38
Nspd-2	-1,00	-2,00	4	1,061	1,710	0,38
Nspd-3	-2,00	-3,00	7	1,106	3,06	0,68
Nspd-4	-3,00	-4,00	9	1,136	3,96	0,89
Nspd-5	-4,00	-5,00	9	1,136	3,96	0,89
Nspd-6	-5,00	-6,00	12	1,181	5,36	1,20

ANEXO 6-1								
DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE LAS CIMENTACIONES								
SOLUCIÓN DE TERZAGHI								
<b>PROYECTO:</b>	BLOQUE DE AULAS Y LABORATORIOS PARA LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO							
<b>UBICACION:</b>	CAMPUS UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR							
PARA SPD-1								
Df	Ø	c	Nc	Nq	Nγ	γm	B	q ad
metros	grados	Ton/m <sup>2</sup>				Ton/m <sup>2</sup>	metros	Ton/m <sup>2</sup>
1,00	3,51	0,78	6,40	1,40	0,20	1,121	1,2	4,1
2,00	2,16	0,48	6,17	1,25	0,20	1,076	1,2	3,3
3,00	2,61	0,58	6,30	1,30	0,20	1,091	1,2	4,6
4,00	4,43	0,99	6,60	1,50	0,20	1,151	1,2	7,8
5,00	8,28	1,85	8,50	2,50	0,30	1,271	1,2	18,3
6,00	4,43	0,99	6,60	1,50	0,20	1,151	1,2	9,5
PARA SPD-2								
Df	Ø	c	Nc	Nq	Nγ	γm	B	q ad
metros	grados	Ton/m <sup>2</sup>				Ton/m <sup>2</sup>	metros	Ton/m <sup>2</sup>
1,00	10,27	2,28	9,20	3,00	0,50	1,332	1,2	10,5
2,00	3,51	0,78	6,40	1,40	0,20	1,121	1,2	3,2
3,00	3,51	0,78	6,40	1,40	0,20	1,121	1,2	3,8
4,00	3,96	0,89	6,50	1,45	0,20	1,136	1,2	4,7
5,00	5,83	1,30	7,30	1,80	0,20	1,196	1,2	7,7
6,00	4,90	1,09	6,90	1,55	0,20	1,166	1,2	6,9
PARA SPD-3								
Df	Ø	c	Nc	Nq	Nγ	γm	B	q ad
metros	grados	Ton/m <sup>2</sup>				Ton/m <sup>2</sup>	metros	Ton/m <sup>2</sup>
1,00	6,81	1,52	7,78	2,08	0,30	1,226	1,2	6,0
2,00	2,61	0,58	6,30	1,30	0,20	1,091	1,2	2,6
3,00	4,43	0,99	6,60	1,50	0,20	1,151	1,2	4,6
4,00	6,32	1,41	7,54	1,94	0,30	1,211	1,2	7,8
5,00	6,32	1,41	7,54	1,94	0,30	1,211	1,2	8,6
6,00	6,32	1,41	7,54	1,94	0,30	1,211	1,2	9,4

**TENDENCIA DE LA CAPACIDAD DE CARGA EN TON/m<sup>2</sup>**

— SPD-1      — SPD-2      — SPD-3      — TENDENCIA

ANEXO 6-2								
<b>DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE LAS CIMENTACIONES</b>								
SOLUCIÓN DE TERZAGHI								
<b>PROYECTO:</b>		ÁREA DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO						
<b>UBICACION:</b>		CAMPUS UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR						
PARA SPD-4								
Df	Ø	c	Nc	Nq	Nγ	γm	B	q ad
metros	grados	Ton/m <sup>2</sup>				Ton/m <sup>2</sup>	metros	Ton/m <sup>2</sup>
1,00	0,36	0,08	5,70	1,05	0,10	1,016	1,2	0,6
2,00	2,61	0,58	6,30	1,30	0,20	1,091	1,2	2,6
3,00	5,36	1,20	7,20	1,60	0,20	1,181	1,2	5,7
4,00	9,25	2,06	9,00	2,80	0,40	1,302	1,2	13,0
5,00	12,34	2,74	10,60	3,80	0,60	1,393	1,2	21,5
6,00	10,78	2,39	9,70	3,30	0,40	1,483	1,2	19,9
PARA SPD-5								
Df	Ø	c	Nc	Nq	Nγ	γm	B	q ad
metros	grados	Ton/m <sup>2</sup>				Ton/m <sup>2</sup>	metros	Ton/m <sup>2</sup>
1,00	1,26	0,28	5,90	1,15	0,10	1,046	1,2	1,7
2,00	2,16	0,48	6,17	1,25	0,20	1,076	1,2	3,3
3,00	2,16	0,48	6,17	1,25	0,20	1,076	1,2	4,0
4,00	2,61	0,58	6,30	1,30	0,20	1,091	1,2	5,3
5,00	2,61	0,58	6,30	1,30	0,20	1,091	1,2	6,0
6,00	3,51	0,78	6,40	1,40	0,20	1,121	1,2	8,0
PARA SPD-5								
Df	Ø	c	Nc	Nq	Nγ	γm	B	q ad
metros	grados	Ton/m <sup>2</sup>				Ton/m <sup>2</sup>	metros	Ton/m <sup>2</sup>
1,00	1,710	0,38	6,03	1,20	0,10	1,061	1,2	1,4
2,00	1,710	0,38	6,03	1,20	0,10	1,061	1,2	1,9
3,00	3,06	0,68	6,30	1,35	0,10	1,106	1,2	3,4
4,00	3,96	0,89	6,50	1,45	0,20	1,136	1,2	4,7
5,00	3,96	0,89	6,50	1,45	0,20	1,136	1,2	5,3
6,00	5,36	1,20	7,20	1,60	0,20	1,181	1,2	7,6

**TENDENCIA DE LA CAPACIDAD DE CARGA EN TON/m<sup>2</sup>**

— SPD-4     
 — SPD-5     
 — SPD-6     
 — TENDENCIA

ANEXO 7-1



ANEXO 7-2



M.Sc. Ing. Lorena Pérez Maldonado  
CONSULTORA DE SUELOS



## 7.4. ANEXO 4. Documentos y oficios

Guaranda, 21 de febrero del 2019



Arq.

**Manuel García**

**Director del Departamento de Planificación Física y Construcciones**

Presente. -

De mi consideración:

Yo; **PUNINA GUANO SANDRA**, portadora de la cedula de ciudadanía N°. 0202476198, **MILAN LUIS**, portadora de la cedula de ciudadanía N°. 2200216857, estudiantes de la carrera de Gestión de Riesgos, reciba un cordial y atento saludo, de quien suscribe, aprovecho la oportunidad para solicitarle de la manera más comedida nos facilite la información respecto al edificio Administrativo, información que es necesaria para poder realizar nuestro proyecto de investigación.

Por la atención al presente le reitero mis sinceros agradecimientos.

Atentamente;

Sandra Punina

Solicitante

Luis Milán

Solicitante

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR  
DPTO. PLANIFICACION FISICA Y CONSTRUCCIONES  
RECEBIDO  
HORAS: 11:30  
FECHA: 21.02.2019



# GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN GUARANDA

## TESORERÍA

Guaranda, 16 de Abril del 2019

RUC: 02606025001

ESPECIE VALORADA  
USD 2,00



### PARROQUIAS:

GABRIEL I  
VEINTIMILLA

ÁNGEL P  
CHÁVEZ

GUANUJO

SALINAS

SIMIÁTUG

FACUNDO VELA

SAN LUIS DE  
PAMBIL

SAN SIMÓN

SAN LORENZO

SANTA FÉ

JULIO MORENO

Arq.

Mauricio López

**DIRECTOR DE PLANIFICACION DEL GADCG.**

Presente.-

De mis consideraciones:

Yo, **PUNINA GUANO SANDRA NATALIA**, con Cédula de Ciudadanía N° **020247619-8**, estudiante de la Universidad Estatal de Bolívar de la carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo", luego de expresarle un cordial y atento saludo, a la vez felicitarle por las funciones a usted encomendada.

La presente tiene la finalidad de solicitarle de la manera más comedida se le autorice a quien corresponda para que me facilite la información acerca de los estudios geotécnicos del suelo (características y tipos de suelos) del cantón Guaranda, el cual me servirá de guía y ayuda para mi proyecto de titulación en la UEB.

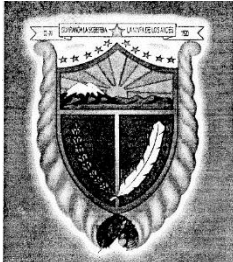
Por la favorable atención que se digne dar a la presente anticipo mis más sinceros agradecimientos de consideración y alta estima.

Atentamente;

**PUNINA GUANO SANDRA**

C.C.: 020247619-8

*16-04-2019  
8:56 PM*



RUC: 026000025001

ESPECIE VALORADA  
USD 2,00

Nº 1055374

PARROQUIAS:

GABRIEL I.  
VEINTIMILLA

ÁNGEL P.  
CHÁVEZ

GUANUJO

SALINAS

SIMIÁTUG

FACUNDO VELA

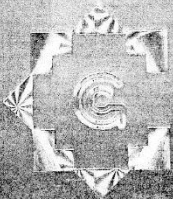
SAN LUIS DE  
PAMBIL

SAN SIMÓN

SAN LORENZO

SANTA FÉ

JULIO MORENO



# GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN GUARANDA

## TESORERÍA

Guaranda, 09 de mayo 2019

Arquitecto  
Mauricio López

**DIRECTOR DE PLANIFICACIÓN DEL GOBIERNO AUTÓNOMO  
DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN GUARANDA**

Presente.-

De mis consideraciones:

Luego de expresarle un cordial y atento saludo y deseándole éxitos en sus funciones.

Yo, **Sandra Natalia Punina Guano** con **C.C. 020247619-8** como estudiante de la Carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, me dirijo a usted para solicitar la información de los estudios geotécnicos del suelo las mismas que ayudarán analizar las características físicas y tipos en la Universidad Estatal de Bolívar, documentos que me servirán de guía para la elaboración de proyecto de titulación.

Esperando una respuesta favorable a la presente desde ya reitero mi más sincero agradecimiento.

Atentamente,

**Srta. Sandra Punina**  
ESTUDIANTE U.E.B.

*Valencia*  
09-05-2019  
8:52 A

Guaranda, 15 de mayo 2019

Arquitecto  
Gorky Dávila

**DIRECTOR DE PLANIFICACIÓN DEL GOBIERNO AUTÓNOMO  
DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN GUARANDA**

Presente.-

De mis consideraciones:

Luego de expresarle un cordial y atento saludo y deseándole éxitos en sus funciones.

Yo, **Sandra Natalia Punina Guano** con **C.I. 020247619-8** y **Katherin Laura Montesdeoca Lara** con **C.I. 020233880-2** como estudiantes de la Carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, me dirijo a usted para solicitar una certificación donde mencione que la Universidad Estatal de Bolívar realiza sus estudios de forma particular y los mismos no reposan en las oficinas del gobierno autónomo descentralizado del Cantón Guaranda.

Esperando una respuesta favorable a la presente desde ya reitero mi más sincero agradecimiento.

Atentamente,

**Srta. Sandra Punina**  
ESTUDIANTE U.E.B.

**Srta. Katherin Montesdeoca**  
ESTUDIANTE U.E.B.



MD

Guaranda, 1 de agosto de 2019  
Of-75-19

Dr.  
Ulises Barragán Vinuesa  
RECTOR UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Presente

*Handwritten notes:*  
Tema: Dirección de Investigación  
Las perforaciones de las  
cu de fines por un  
2-8-2019  
C. E. H. A. /

De mi consideración:

Reciba un cordial saludo, de quienes formamos parte del Proyecto denominado "DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO EN LA MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR, presentado por: Ing. Civ. GINO NOBOA FLORES, con fecha 17 DE MAYO DE 2018" del cual se vio la necesidad de trabajar con estudiantes mediante proyectos de investigación para graduación, los mismos que alcanzarán mejores resultados, uno de esos proyectos se denomina "Factores geotécnicos del suelo donde se encuentra asentado el edificio administrativo de la UEB, ante eventos sísmicos", de las autoras: Katherine Laura Montesdoca Lara con CC 0202338802 y Sandra Natalia Punina Guano con CC 0202476198; dentro de los objetivos del proyecto de investigación se plantea el analizar las características físicas del suelo; por lo que es necesario realizar un estudio de suelos, en el que se va realizar 2 perforaciones en el suelo en los alrededores del edificio administrativo, por lo que solicito de la manera más atenta y comedida el permiso correspondiente, para que las estudiantes puedan realizar el trabajo correspondiente.

Por la favorable atención a la presente anticipo mis sinceros agradecimientos.

Atentamente,

*Handwritten signature of Ing. Grey Barragán Aroca*

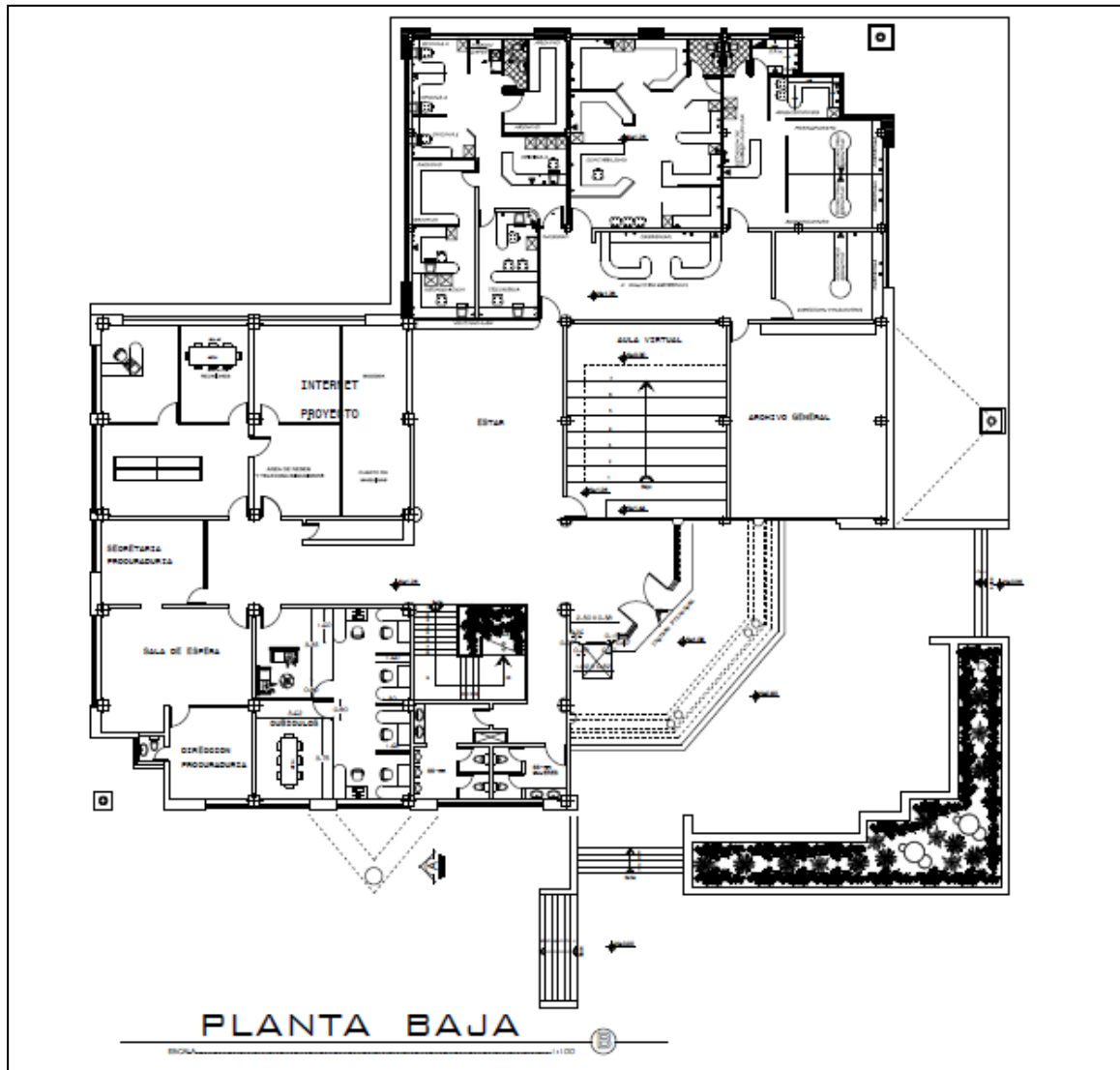
Ing. Grey Barragán Aroca MSc.  
TUTORA PROYECTO INVESTIGACIÓN  
CARRERA ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

*Handwritten note:*  
Jefe de Guardia  
Favor brindar la  
facilidades para que  
reciban lo trabajo  
propuesto  
6-08-19.

RECTORADO  
RECIBIDO  
FECHA 01 AGO 2019 HRS  
MACAO MH32  
SECRETARIA

## 7.5. ANEXO 5. PLANOS ARQUITECTÓNICOS Y ESTRUCTURALES DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR

### PLANO PLANTA BAJA



SEGUNDA PLANTA ALTA



# PLANTA ALTA

