



# UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

*La Universidad Católica de Loja*

## ÁREA TÉCNICA

### TITULACIÓN DE INGENIERO CIVIL

**Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono denominado - Argelia -**

TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

**AUTOR:** Gualán Seraquive, Ángel Rodrigo

**DIRECTOR:** Tapia Chávez, Ángel Guillermo, Ing.

LOJA - ECUADOR

2014

## **APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN**

Ingeniero.

Ángel Guillermo Tapia Chávez.

### **DOCENTE DE LA TITULACIÓN**

De mi consideración:

Que el presente trabajo, denominado: “Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono denominado “Argelia” realizado por el profesional en formación: Gualán Seraquive Ángel Rodrigo, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Después de la revisión, análisis, y corrección respectiva, autorizo su presentación para la defensa y sustentación del proyecto de fin de titulación.

Loja, Julio de 2014.

f).....

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo **Gualán Seraquive Ángel Rodrigo** declaro ser autor del presente trabajo de fin de titulación: Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono denominado – Argelia-, de la Titulación de Ingeniero Civil, siendo Ángel Guillermo Tapia Chávez, director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f.....

Autor: Gualán Seraquive Ángel Rodrigo.

Cédula: 1900521178.

## DEDICATORIA

A mis padres, José Gualán y María Seraquive, que desde mi infancia nunca desmayaron en apoyarme espero retribuir y dedicarles este título por todo el esfuerzo realizado.

A mis hermanas(o) y sobrinos, que constituyen en mi fortaleza para seguir mejorando día a día, deseo dejarles un ejemplo a seguir.

Y a todas aquellas personas que contribuyeron al propósito de mi meta profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por regalarme la vida y la aptitud como profesional, por darme el privilegio de participar en este tema de investigación. Me es grato agradecer a todos y cada uno de los docentes de la titulación de ingeniería civil, que cumplieron a cabalidad y con excelencia supieron transmitir sus conocimientos y experiencias. Me permito agradecer a la Universidad Técnica Particular de Loja, por el apoyo brindado facilitando el Laboratorio de suelos para la realización de los ensayos. A mi familia especialmente a mis padres y hermanas, y de manera especial a mi director de tesis Ing. Ángel Tapia y al Ing. Carmen Esparza, por su disposición y haberme brindado su valiosa ayuda en la culminación de este proyecto, a mis Compañeros de Tesis: Jorge Luis Vázquez Cuenca y Wilson Armando García Romero, que con su apoyo se pudo culminar con éxito el proceso de investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA.....	I
APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN .....	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
ÍNDICE DE TABLAS .....	11
ABREVIATURAS .....	13
SIMBOLOGÍA.....	14
RESUMEN EJECUTIVO.....	15
ABSTRACT .....	16
CAPÍTULO I .....	17
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	17
1.1 Introducción.....	18
1.2 Alcance.....	19
1.3 Justificación.....	19
1.4 Objetivos. ....	19
1.4.1 Objetivo general. ....	19
1.4.2 Objetivos específicos.....	20
1.5 Problemática.....	20
1.6 Metodología. ....	20
1.7 Ubicación. ....	21

<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>22</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>22</b>
<b>2.1 Introducción</b> .....	<b>23</b>
2. 1.1 Subrasante.....	23
2.1.2 Funciones principales de la subrasante.....	24
2. 1.3 Propiedades de la subrasante. ....	25
<b>2.2 Evaluación de la capacidad de soporte de subrasante.</b> .....	<b>25</b>
<b>2.3 Tipos de tránsito.</b> .....	<b>25</b>
<b>2.4 Clasificación de los suelos.</b> .....	<b>26</b>
2.4.1 Clasificación de los suelos según AASHTO. ....	26
<b>2.5 Propiedades físicas y mecánicas de los suelos.</b> .....	<b>30</b>
2.5.1 Ensayos para determinar las propiedades físicas de los suelos. ....	30
2.5.2 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas de los suelos. ....	31
2.5.3 Relaciones entre las diversas medidas de resistencia de los suelos de subrasante. ....	33
<b>2.6 Evaluación de los suelos</b> .....	<b>35</b>
2.6.1 Determinación del perfil de suelos. ....	35
<b>2.7 Mejoramiento de la subrasante.</b> .....	<b>37</b>
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>39</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>39</b>
<b>3.1 Recopilación de información.</b> .....	<b>40</b>
<b>3.2 Visita de campo del polígono de estudio.</b> .....	<b>40</b>
<b>3.3 Delimitación del polígono de estudio</b> .....	<b>40</b>
<b>3.4 Ubicación de los puntos de muestreo por áreas y coordenadas.</b> .....	<b>41</b>
<b>3.5 Ensayos de campo in-situ.</b> .....	<b>43</b>
<b>3.6 Obtención de muestras y ensayos de laboratorio</b> .....	<b>44</b>
3.6.1 CBR de diseño. ....	46
<b>3.7 Correlación del CBR con el equipo DCP.</b> .....	<b>46</b>
<b>3.8 Elaboración de una base de resultados de las características de los materiales de subrasante</b> .....	<b>47</b>

<b>3.9 Estudio de materiales de mejoramiento.</b> .....	<b>47</b>
<b>3.10 Mapas de zonificación de acuerdo a los parámetros físicos-mecánicos del suelo</b> .....	<b>48</b>
3.10.1 Mapa de zonificación geotécnica en función de la clasificación del suelo. ....	48
3.10.2 Mapa de zonificación geotécnica en función de la capacidad de soporte del suelo. ....	50
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>53</b>
<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	<b>53</b>
4.1 Estudio de material de cantera.....	55
4.1.1 Estudio del material de mejoramiento de la cantera Juan José Castillo. ....	56
4.1.2 Análisis del material de la cantera Juan José Castillo. ....	57
4.1.3 Estudio de material mejorado de la cantera Juan José Castillo con material de río Malacatos. .....	58
4.1.4 Análisis del Banco de material mejorado de la cantera Juan José Castillo con material de río Malacatos. ....	60
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>61</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>63</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>64</b>
<b>ANEXO I</b> .....	<b>66</b>
<b>ENSAYOS DE LABORATORIO</b> .....	<b>66</b>
<b>CALICATA N° 1</b> .....	<b>67</b>
<b>CALICATA N° 2</b> .....	<b>76</b>
<b>CALICATA N° 3</b> .....	<b>85</b>
<b>CALICATA N° 4</b> .....	<b>94</b>
<b>CALICATA N° 5</b> .....	<b>103</b>
<b>CALICATA N° 6</b> .....	<b>112</b>
<b>CALICATA N° 7</b> .....	<b>122</b>
<b>CALICATA N° 8</b> .....	<b>131</b>
<b>CALICATA N° 9</b> .....	<b>141</b>
<b>CALICATA N° 10</b> .....	<b>151</b>
<b>ANEXO II</b> .....	<b>160</b>



<b>ENSAYOS DE CANTERA .....</b>	<b>160</b>
ANEXO II. 1 MATERIAL DE CANTERA EN SU ESTADO NATURAL.....	161
ANEXO II. 2 ENSAYOS DE CANTERA MEJORADA.....	164
<b>ANEXO III.....</b>	<b>171</b>
<b>C.B.R. DISEÑO .....</b>	<b>171</b>
<b>ANEXO IV .....</b>	<b>173</b>
<b>CUADRO RESUMEN DE CAPACIDAD PORTANTE Y MÓDULO RESILIENTE .....</b>	<b>173</b>
<b>ANEXO V .....</b>	<b>175</b>
<b>MAPAS DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA. ....</b>	<b>175</b>
ANEXO V.I MAPA DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA EN FUNCIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS.....	176
ANEXO V.II MAPA DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO.....	177
<b>ANEXO.VI .....</b>	<b>177</b>
<b>FOTOGRAFÍAS .....</b>	<b>177</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del polígono de estudio denominado “ARGELIA” .....	¡Error! <b>Marcador no definido.</b>
Figura 2: Paquete estructural de un pavimento.....	24
Figura 3: Signos convencionales para perfiles de calicatas – Clasificación.....	29
Figura 4: Esquema del equipo (DCP).....	36
Figura 5: Perímetro del polígono - ARGELIA - DATUM PSAD 56.....	41
Figura 6: Curva granulométrica para material de mejoramiento.....	57
Figura 7: Curva granulométrica del material mejorado de la cantera Juan José Castillo. ....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación general de materiales por el método AASTHO. ....	28
Tabla 2: Clasificación de suelos según Índice de Grupo.....	29
Tabla 3: Peso mínimos aproximado de la procion granulometrica. ....	30
Tabla 4: Categorías de la subrasante según el CBR. ....	32
Tabla 5: Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y CBR: .....	34
Tabla 6: Características para definir un perfil de suelo. ....	35
Tabla 7: Granulometría de agregados no tratados.....	38
Tabla 8: Coordenadas del polígono Argelia. ....	40
Tabla 9: Descripción, coordenadas, superficie de aporte para los puntos de muestreo. ....	42
Tabla 10: Ensayos in situ para análisis de subrasante.....	43
Tabla 11: Ensayos de laboratorio para materiales de subrasante.....	45
Tabla 12: Limites de diseño de subrasante.....	46
Tabla 13: Ecuaciones para la correlación del CBR de laboratorio con DCP. ....	47
Tabla 14: Códigos utilizados para la zonificación en función del tipo de suelo. ....	48
Tabla 15: Clasificación AASHTO.....	49
Tabla 16: Datos utilizados para la elaboración del mapa de zonificación geotécnica en función de la clasificación del suelo. ....	49
Tabla 17: Códigos utilizados para la zonificación en función del tipo de suelo. ....	50
Tabla 18: Datos utilizados para la elaboración del mapa de zonificación geotécnica en función de la capacidad de soporte del suelo.....	51
Tabla 19: Cuadro de resumen de la clasificación de los materiales de la subrasante .....	54
Tabla 20: Cuadro de resumen de la capacidad portante de la subrasante del polígono Argelia, profundidad de 1.5m.....	55
Tabla 21: Resultados de granulometría en su estado natural de la cantera Juan José Castillo. ....	56

Tabla 22: Cuadro de resultados de límites e índice de plasticidad.....	57
Tabla 23: Resultados de granulometría mejorado de la cantera Juan José Castillo.	58
Tabla 24: Cuadro de resultados de Límites e índice de plasticidad.....	59

## ABREVIATURAS

<b>Arc.Gis</b>	Sistema y análisis de la información geográfica.
<b>Arc.Map</b>	Análisis de mapas.
<b>A.A.S.T.H.O</b>	American Association of State Highway and transportation Officials
<b>C.A.D</b>	Computer Aided Design (Dibujo Asistido por Ordenador).
<b>N</b>	Norte.
<b>E</b>	Este.
<b>C.H</b>	Contenido de humedad
<b>I.P</b>	Índice de plasticidad.
<b>L.L</b>	Límite líquido.
<b>L.P</b>	Límite plástico.
<b>W</b>	Contenido de humedad (%)
<b>I.G</b>	Índice de grupo
<b>Mr</b>	Módulo resiliente
<b>C.B.R</b>	Valor de Soporte de California
<b>D.C.P</b>	Penetrómetro Dinámico de Cono.
<b>U.C.G</b>	Unidad Civil Geominera.
<b>U.T.M</b>	Universal Transverse Mercator. (Sistema de Coordenadas Transversal de Mercator).
<b>U.T.P.L</b>	Universidad Técnica Partícula de Loja.

## SIMBOLOGÍA

<b>F</b>	Porcentaje de suelo que pasa por la malla # 200.
<b>Mr</b>	Modulo resiliente
<b>qu</b>	Resistencia a la compresión simple.
<b>Ha</b>	Hectáreas.
<b>Tn</b>	Toneladas.
<b>Psi</b>	Libra-fuerza por pulgada cuadrada
<b>in – plg</b>	Pulgadas
<b>lb</b>	Libras
<b>kg</b>	Kilogramos
<b>MPa</b>	Mega pascales

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de tesis de investigación esta orientado a conocer las propiedades de los materiales a nivel de fundación de la subrasante en zonas no urbanizables del cantón Loja.

El proyecto de tesis esta conformado por cuatro etapas: primera etapa esta conformado por el trabajo de campo, que comprende delimitación del polígono de estudio, ubicación de las calicatas, toma de muestras y ensayos in-situ. La segunda etapa es en laboratorio con el análisis de las propiedades físicas-mecánicas de los suelos; la tercera etapa comprende la interpretación y análisis de los resultados, en la cuarta etapa se elabora un mapa de zonificación geotécnica que esta en función de la clasificación del tipo de suelo, y de la capacidad de soporte de los diferentes tipos de suelos.

**Palabras claves:** Sub-rasante, caracterización, capacidad portante, Zonificación geotécnica.

## **ABSTRACT**

This thesis research project is aimed to know the properties of materials at the level of foundation subgrade in undevelopable areas Loja canton.

The thesis project is comprised of four stages: first stage is comprised of the fieldwork, comprising polygon delineation study, location of pits, sampling and in-situ tests. The second stage is in laboratory analysis of the physical and mechanical properties of the soil; the third step comprises the interpretation and analysis of the results, in the fourth stage of geotechnical zoning map that is a function of the floor type classification is made, and the ability to support different types of soils.

**Keywords:** Sub-grade, characterization, bearing capacity, geotechnical Zoning.



## **CAPÍTULO I**

### **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

## **1.1 Introducción.**

En el diseño de pavimentos es importante determinar las características físicas y mecánicas de los suelos y la capacidad de soporte de la subrasante, para obtener parámetros que se utilizarán en la conformación del paquete estructural de cualquier tipo de pavimento ya sea flexible o rígido.

Para todo tipo de pavimentos, las características del suelo pueden variar considerablemente dependiendo del suelo de la subrasante, de las condiciones ambientales, y del volumen de tránsito. En cualquier caso, el objetivo de la caracterización es de obtener información de los materiales que están en el sitio de estudio, polígono "Argelia", y de esta manera conseguir una infraestructura de soporte uniforme.

La subrasante, es el soporte natural, preparado y compactado, en la cual se puede construir un pavimento. La función de la subrasante es dar un apoyo razonablemente uniforme, sin cambios bruscos en el valor de soporte, es decir, mucho más importante es que la subrasante brinde un apoyo estable a que tenga una alta capacidad de soporte.

La calidad de la subrasante depende en gran parte el espesor que debe tener un pavimento, sea éste flexible o rígido. Como parámetro de evaluación de esta capa, se emplea la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas del tránsito.

Para diseñar la construcción de una obra vial, se necesita conocer o explorar las características físicas – mecánicas del suelo sobre el que desea construir, así como la obtención de muestras y las respectivas pruebas de laboratorio.

Es importante conocer su estructura y comportamiento con la finalidad de poder definir criterios para mejorar las condiciones de subrasante, para este fin se propone un material de mejoramiento y mapas de zonificación geotécnica en base a las características y capacidad de soporte de la subrasante del polígono denominado "Argelia", información que servirá para proyectos de obra vial del sector.

## **1.2 Alcance.**

La presente investigación consiste en proporcionar información de las propiedades de los diferentes tipos de suelo, capacidad de soporte entre otras, del polígono denominado Argelia, los sectores que abarcan este polígono son: el Capulí y Punzara Alto que se encuentra ubicado al sur de la ciudad de Loja, para así obtener parámetros que servirán para la implementación de una determinada obra de infraestructura vial.

Esta información servirá de base para futuras investigaciones en el desarrollo urbano, de acuerdo a las ordenanzas municipales.

## **1.3 Justificación.**

En la ciudad de Loja, las estructuras de pavimentos han sufrido deterioros y asentamientos en diferentes calles y vías, por lo que en los proyectos de infraestructura vial se debe profundizar e investigar sobre las características de la subrasante en zonas que aún no están urbanizadas, con el propósito de obtener mejores diseños de los pavimentos que se proponen para este lugar "Argelia".

Los problemas se atribuyen a la falta de conocimiento e información correcta y precisa de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos principalmente a nivel de subrasante, previo al diseño de la estructura del pavimento.

El proyecto estudia y analiza las propiedades de los materiales de subrasante en las zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial, mediante ensayos de laboratorio y de campo.

## **1.4 Objetivos.**

### ***1.4.1 Objetivo general.***

- Caracterizar los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono - ARGELIA -

#### **1.4.2 Objetivos específicos.**

- Realizar la caracterización de las propiedades físicas de los suelos.
- Determinar las propiedades de capacidad de soporte a nivel de subrasante.
- Generar un mapa de zonificación de acuerdo a los parámetros físicos-mecánicos del suelo.

#### **1.5 Problemática.**

Debido a la presencia de problemas en las calles y vías de la ciudad de Loja, surge la necesidad de estudiar las características y propiedades de los suelos a nivel de subrasante, en el polígono denominado Argelia.

Los suelos de la subrasante en el polígono de estudio son altamente variables por agentes naturales como la humedad, que afectan a las propiedades de los materiales de fundación, y además por el flujo de vehículos.

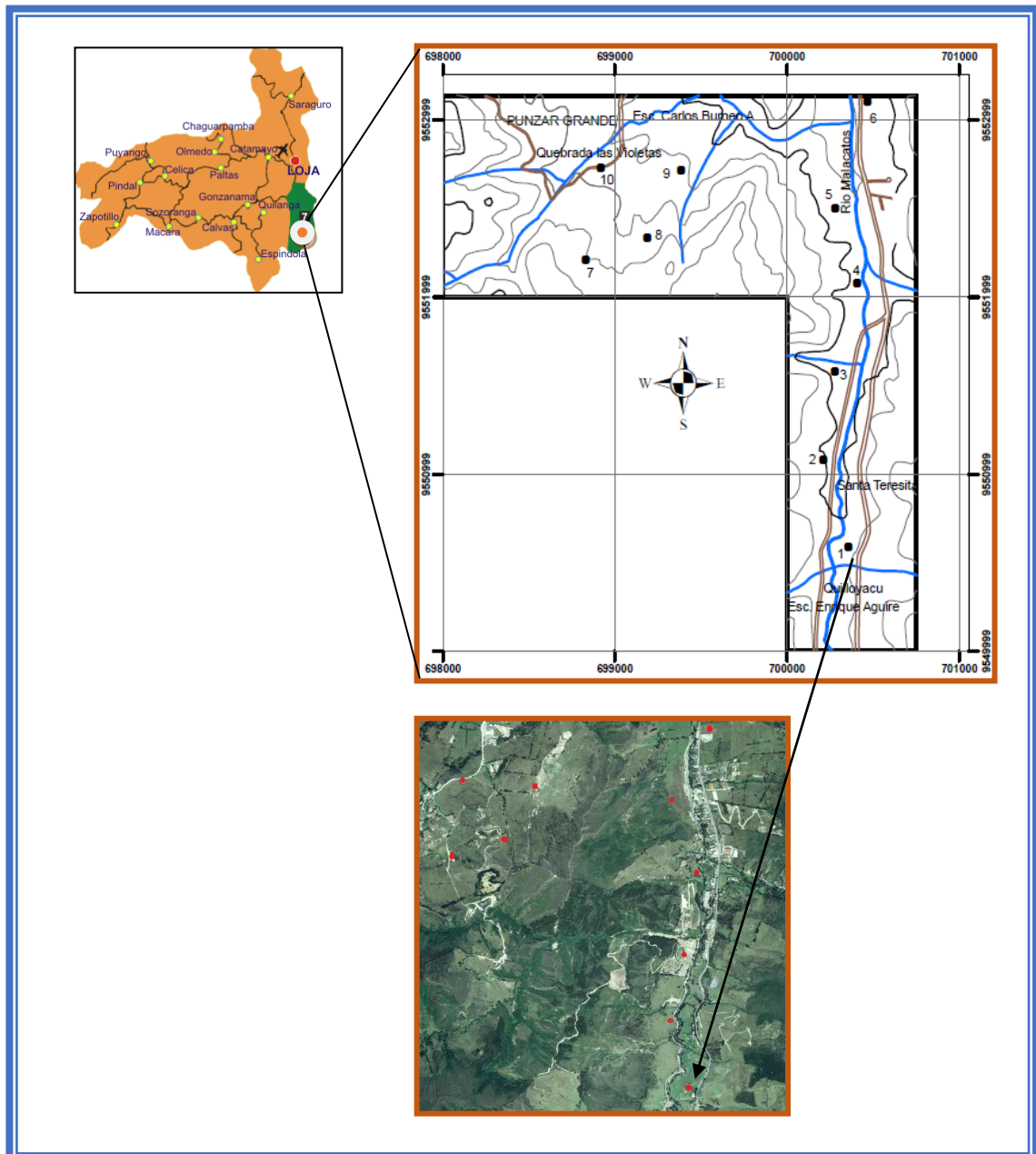
#### **1.6 Metodología.**

La metodología de la investigación se considera 11 etapas, las cuales se indican a continuación:

- ✓ Recopilación de información.
- ✓ Visita de campo del polígono de estudio.
- ✓ Delimitación del polígono de estudio.
- ✓ Ubicación de los puntos de muestreo por áreas y coordenadas.
- ✓ Ensayos de campo in-situ.
- ✓ Obtención de muestras y ensayos de laboratorio.
- ✓ Correlación del CBR con el equipo DCP.
- ✓ Elaboración de una base de resultados de las características de los materiales de sub rasante.
- ✓ Estudio de materiales de cantera con el fin de mejorar las propiedades físico – mecánicas del material de subrasante del polígono de estudio.
- ✓ Mapas de zonificación de acuerdo a los parámetros físicos-mecánicos del suelo.

## 1.7 Ubicación.

La zona de estudio en la cual se ejecuta la investigación corresponde al barrio Capulí y Punzara Alto, provincia de Loja (figura 1). Este sector se encuentra ubicado al sur de la ciudad, dentro del perímetro urbano, el área total de estudio es de 462.88 Ha., el mismo que se encuentra ubicada en las coordenadas que se indican en la tabla 8.



**Figura 1:** Ubicación del polígono “Argelia” y puntos de muestreo.

Fuente: Sigierras, (2014).

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

## **2.1 Introducción.**

La subrasante es uno de los factores más importantes en la determinación de los espesores de diseño del pavimento, ya que de este depende en gran parte la capa estructural de un pavimento, de acuerdo a las características físicas-mecánicas que presente la subrasante influyen directamente los costos en la construcción de un proyecto vial.

La respuesta de la subrasante ante las cargas de tránsito depende de los tipos de suelo que lo constituyen, de la densidad, humedad, durante la construcción y su funcionamiento.

### **2. 1.1 Subrasante.**

Subrasante se denomina al suelo que sirve como fundación para todo el paquete estructural de un pavimento, la subrasante es la capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad tal que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno.

Para estudiar este terreno de fundación, se deberán tomar muestras hasta una profundidad tal que los esfuerzos transmitidos por los pesos de los vehículos, reducidos a sus "cargas por eje" o "cargas por rueda", sean prácticamente inapreciables.

Las "cargas por eje" que tienen los vehículos pesados: camiones, remolques, etc., que transitan generalmente por carreteras y autopistas, están comprendidas entre 18.000 lb. (ejes simples) y 48.000 lb. (2 ejes tándem). Como generalmente estas "cargas por eje" se distribuyen sobre cuatro llantas, la "carga por llanta", o "carga por rueda" será de 4.600 a 6.000 libras.

Por lo tanto, podemos admitir que una exploración del terreno de fundación hasta un 1m de profundidad a partir de la subrasante, nos dará suficiente margen de seguridad. La profundidad de 1m., puede considerarse como suficiente para la toma de muestras.

En casos especiales podrían aumentarse esta profundidad pero por lo general, se considera innecesario pasar de 1.5 metros. (Valle, 1963, p.21,23)

“Para los perfiles transversales del subsuelo se tomaran muestras cada 500 metros en carreteras y cada 100 metros en avenidas y calles. Estas distancias podrán ser modificadas, de acuerdo con las características de la obra y la región” ( Valle, 1963, p.26).

“**Terreno de fundación:** Aquel que sirve de fundación al pavimento después de haber sido terminado el movimiento de tierras y que, una vez compactado, tiene las secciones trasversales y pendientes especificadas en los planos de diseño” (Valle, 1963, p.119).

- ✓ Si el terreno de fundación es *pésimo*, debe desecharse el material que lo compone, siempre que sea posible, y sustituirse este por un suelo de mejor calidad.
- ✓ Si el terreno de fundación es *malo*, se debe colocarse material de mejoramiento, material de subbase mejorado antes de poner la base.
- ✓ Si el terreno de fundación es *regular o bueno*, podría prescindirse de la subbase.
- ✓ Si es *excelente*, podría prescindirse de la subbase y base.

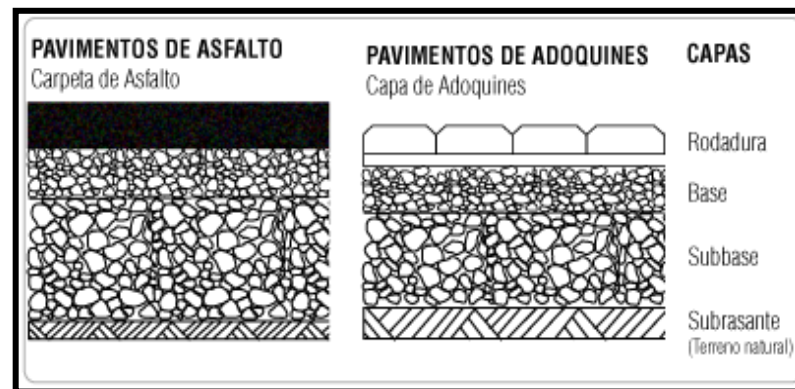


Figura 2: Paquete estructural de un pavimento.

Fuente: Pavitec, (1993).

### **2.1.2 Funciones principales de la subrasante.**

Las principales funciones de la capa subrasante son:

- 1.- Recibir y resistir las cargas del tránsito que le son transmitidas por el pavimento.



2.- Transmitir y distribuir de modo adecuado las cargas del tránsito al cuerpo del terraplén.

### **2. 1.3 Propiedades de la subrasante.**

**Propiedades físicas:** Son propiedades relacionadas con el tipo de material a utilizar y las características constructivas de los mismos, estas características son: contenido de humedad, límites de consistencia (LL – LP), granulometría y compactación.

**Propiedades mecánicas:** dan una estimación de la calidad de los materiales para las vías. Estas características son: módulo resiliente, módulo de poisson, valor de soporte del suelo (CBR) y módulo de reacción de subrasante (K).

### **2.2 Evaluación de la capacidad de soporte de subrasante.**

La capacidad de soporte debe ser evaluada utilizando cualquiera de las técnicas normalizadas de uso habitual en la ingeniería de caminos. Los procedimientos comúnmente recomendados son:

- Clasificación de suelos realizada por medio de los sistemas de clasificación AASHTO.
- Capacidad de soporte mediante el ensayo de CBR de laboratorio.
- Cono de penetración dinámica (CPD)
- Penetrómetro de bolsillo.

### **2.3 Tipos de tránsito.**

Los diferentes tipos de tránsito que se consideran en este método, para la determinación de espesores, son los siguientes:

**Tránsito liviano:** Aquel que tiene un tránsito comercial menor de 50 camiones y autobuses diarios.

**Tránsito mediano:** Aquel cuyo tránsito comercial está comprendido entre 50 y 300 camiones y autobuses diarios.

**Tránsito pesado:** Aquel que tiene un tránsito comercial mayor a 300 camiones y autobuses diarios.

En todos los casos anteriores, se supone que un máximo del 15% de los vehículos, tienen una carga por rueda de 9.000lb. (4.086 Kilogramos). (Valle, 1963, p.177)

## **2.4 Clasificación de los suelos.**

La clasificación de los suelos es el ordenamiento de los diferentes suelos en grupos que tienen propiedades semejantes, el propósito es facilitar las actitudes de un suelo por comparación con otros de la misma clase cuyas propiedades se conocen.

Existen varios sistemas de clasificación de los cuales los más utilizados en el país son:

- Sistema de clasificación de los suelos según AASHTO.
- Sistema de clasificación de los suelos según SUCS

Ambos métodos se basan en la determinación de la composición granulométrica del suelo y de los límites de Atterberg de la fracción fina de los mismos.

La clasificación de suelos según la AASHTO se utiliza en vías, y la clasificación de suelos según SUCS se utiliza para cimentaciones.

En esta investigación se utiliza la clasificación AASHTO.

### **2.4.1 Clasificación de los suelos según AASHTO.**

Esta clasificación se basa en los resultados obtenidos como el límite líquido, índice de plasticidad, índice de grupo y granulometría.

De acuerdo con este sistema los suelos están clasificados en ocho grupos designados por los símbolos del A-1 al A-8. Los suelos inorgánicos se clasifican en siete grupos que van del A-1 al A-7 y los suelos con elevada proporción de materia orgánica se clasifican como A-8.

## **Suelos granulares**

Son aquellos que tienen el 35% o menos, del material fino que pasa por el tamiz N° 200, estos suelos forman los grupos A-1, A-2, A-3.

**Grupo A-1:** Son mezclas de suelos bien gradados, de fragmentos de piedra, grava, arena y material ligante poco plástico. Se incluyen también en este grupo mezclas bien gradadas que no tienen material ligante.

**Subgrupo A-1a:** Son materiales formados por roca o grava, con o sin material ligante.

**Subgrupo A-1b:** Son materiales formados por arena gruesa bien gradada, con o sin ligante.

**Grupo A-2:** Comprende una gran variedad de material granular que contiene menos del 35% del material fino, y que no pueden ser clasificados como A-1 y A-3. El grupo A-2 se subdividen en A-2-4, A-2-5, A-2-6 y A-2-7.

**Grupo A-3:** En este grupo se encuentran incluidas las arenas finas de playa y aquellas con poca cantidad de limo que no tengan plasticidad.

## **Suelos finos**

Son suelos limo-arcillosos que tienen más del 35% que pasa el tamiz N° 200. A este tipo de suelos les corresponde los grupos A-4, A-5, A-6, A-7.

**Grupo A-4:** Son suelos limosos poco o nada plásticos, que tiene un 75% o más del material fino que pasa el tamiz N° 200. Además se incluyen en este grupo las mezclas de limo con grava y arena en un 64%.

**Grupo A-5:** Son suelos semejantes al grupo A-4, son elásticos y tienen un límite líquido elevado.

**Grupo A-6:** A este grupo pertenecen las arcillas plásticas. Por lo menos el 75% de estos suelos deben pasar el tamiz N° 200, pero se incluyen también las mezclas arcillo - arenosas, cuyo porcentaje de arena y grava sea inferior al 64%.

**Grupo A-7:** Los suelos de este grupo son semejantes a los suelos A-6, pero son elásticos. Sus límites líquidos son elevados, y se subdividen en A-7-5 y A-7-6.

El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5, es igual o menor a LL-30, y el índice de plasticidad del subgrupo A-7-6, es mayor que LL-30. (Montejo, 2006)

Las características de los diferentes grupos y subgrupos, del procedimiento de clasificación se presentan en las tabla 1.

Tabla 1: Clasificación general de materiales por el método AASTHO.

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)						Materiales limoso-arcillosos (más del 35% pasa el tamiz N° 200)				
Clasificación de grupo	A-1		A-3	A-2-4				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Porcentaje que pasa N° 10 N° 40 N° 200	50 máx 30 máx 15 máx	- 50 máx 25 máx	- 51 mín 10 máx	- - 35 máx				- - 36 mín			
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40 Límite líquido Índice de plasticidad				40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín 11 mín	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín 11 mín
Índice de grupo	0		0	0		4 max		8 max	12 max	16 max	20 max
Constituyentes principales	Fracmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Clasificación general como sub-base	Excelente a bueno						Regular a pobre		Malo		

(1): Nótese que el A-8, turba o detritos orgánicos, se determinan por inspección visual y no aparece en la tabla.

(2): El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor al LL menos 30.

El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL menos 30.

Fuente: Villalaz,( 2004).

La evaluación de los suelos dentro de cada grupo se hace por medio del “índice de grupo”, mismo que se calcula con la siguiente fórmula empírica.

$$IG = (F - 35) * [0,2 + 0,005 * (LL - 40)] + 0,01 * (F - 15) * (IP - 10) \quad \text{Ecuación 2.1}$$

Donde:

IG: Índice de grupo

F: Porcentaje del suelo que pasa por el tamiz N° 200, expresado como número entero.

LL: Límite líquido.

IP: Índice de plasticidad.

El índice de grupo para los suelos de los subgrupos A-2-6 y A-2-7 se calcula usando la siguiente fórmula:

$$IG = 0,01 * (F - 15) * (IP - 10)$$

Ecuación 2.2

Tabla 2: Clasificación de suelos según Índice de Grupo.

CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	
Exelente	I = 0
Buena	I de 0 a 1
Regular	I de 2 a 4
Mala	I de 5 a 9
Muy mala	I de 10 a 20

Fuente: Villalaz, (2004).

La siguiente figura indica la simbología clasificación AASTHO.

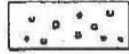

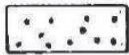










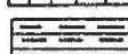

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A-1-a		A-5
	A-1-b		A-6
	A-3		A-7-5
	A-2-4		A-7-6
	A-2-5		MATERIA ORGANICA
	A-2-6		ROCA SANA
	A-2-7		ROCA DESINTEGRADA
	A-4		

Figura 3: Signos convencionales para perfiles de calicatas – Clasificación.

Fuente: Manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito, (2004).

## 2.5 Propiedades físicas y mecánicas de los suelos.

Las propiedades físico - mecánicas son las características usadas para la selección de los materiales, para las especificaciones de construcción y para el control de calidad.

Para conocer las propiedades físico - mecánicas de los suelos en un proyecto, es necesario tomar muestras para posteriormente determinar sus propiedades en el laboratorio.

### 2.5.1 Ensayos para determinar las propiedades físicas de los suelos.

#### a) **Determinación del contenido de humedad:**

Este ensayo consiste en determinar la cantidad de agua presente en una cantidad dada de suelo en términos de su peso en seco. (ASTM D 2216, AASHTO T 265).

#### b) **Determinación del límite líquido:**

El límite líquido (LL) es el contenido de humedad que tiene un suelo al momento de pasar de estado plástico a un estado semilíquido. (ASTM D 4318, AASHTO T 89).

#### c) **Análisis granulométrico:**

La granulometría de partículas se determina por un análisis de tamices efectuado sobre las muestras de agregado. (ASTM D 422, AASHTO T 88).

Tabla 3: Peso mínimos aproximado de la porción granulométrica.

Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción ( gr)
9,5 ( 3 /8")	500
19,6 (¾")	1000
25,7 (1")	2000
37,5 (1 ½")	3000
50,0 (2")	4000
75,0 (3")	5000

Fuente: Norma AASTHO T 88 – 00, (2008).

La granulometría se determina al calcular el peso retenido en cada tamiz, después de haber efectuado el análisis de tamices. Luego se resta el peso retenido en cada tamiz del peso total de la muestra.

Un suelo conforme su granulometría se clasifica así:

- Agregado grueso: Material retenido en el tamiz de 4.75 mm (No. 4).
- Agregado fino: Material que pasa por el tamiz de 4.75 mm (No. 4).

**d) Determinación del límite plástico:**

El límite plástico (LP) es la frontera entre el estado plástico y el semisólido de un suelo. En este estado el suelo puede ser deformado rápidamente o moldeado sin recuperación elástica, existen cambios de volumen, agrietamiento o desmoronamiento. (ASTM D 4318, AASHTO T 90).

Con los valores de LL y LP determinamos el índice de plasticidad (IP) que se define como la diferencia entre estos dos límites.

**e) Ensayos de compactación:**

Se llama compactación al proceso de aplicación de carga sobre una mezcla de suelo con su consecuente reducción de volumen y aumento de densidad, es conveniente la compactación de un suelo ya que reduce su compresibilidad, incrementa su resistencia al esfuerzo cortante y lo hace más impermeable.

- Para suelos gruesos ASTM D 1557, AASHTO T 180.
- Para suelos finos ASTM D 698, AASHTO T 99.

**Densidad seca máxima:** Es el peso seco máximo, obtenido cuando el material se mezcla con diferentes porcentajes de agua y se compacta de una manera normal preestablecida de acuerdo al método utilizado.

**Óptimo contenido de humedad:** Es el porcentaje de agua con el cual se obtiene la densidad seca máxima para el esfuerzo de compactación especificado.

**2.5.2 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas de los suelos.**

Los ensayos de resistencia miden la capacidad actual de los materiales para resistir deformaciones. Existen diferentes métodos para medir la resistencia de los suelos de la subrasante que se han sometido a cargas dinámicas de tránsito como son:

- Relación de valor soporte California (CBR)
- Ensayo de plato de Carga (Valor K)
- Penetración dinámica con cono (PR)
- Modulo resiliente (Mr)

En esta investigación para determinar las propiedades mecánicas de suelo, se utiliza el método de relación de valor soporte California (CBR).

**a) Índice de soporte california (CBR):**

El índice de california es una media de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de densidad y humedad cuidadosamente controladas.

Su objeto es simular las condiciones de saturación a las cuales van a estar sometidos los suelos como la subrasante de una carretera, obteniendo de esta forma las condiciones más críticas a las que va a estar sometido el suelo por acción de cargas vehiculares.

- CBR de laboratorio ASTM D1883, AASHTO T 193.

Para determinar las diferentes categorías de la subrasante se muestra a continuación la tabla 4.

Tabla 4: Categorías de la subrasante según el CBR.

<b>Categorías de Subrasante</b>	<b>CBR</b>
<b>S0:</b> Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
<b>S1:</b> Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3 % A CBR < 6%
<b>S2:</b> Subrasante Regular	De CBR ≥ 6 % A CBR < 10%
<b>S3:</b> Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
<b>S4:</b> Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
<b>S5:</b> Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, (2003).

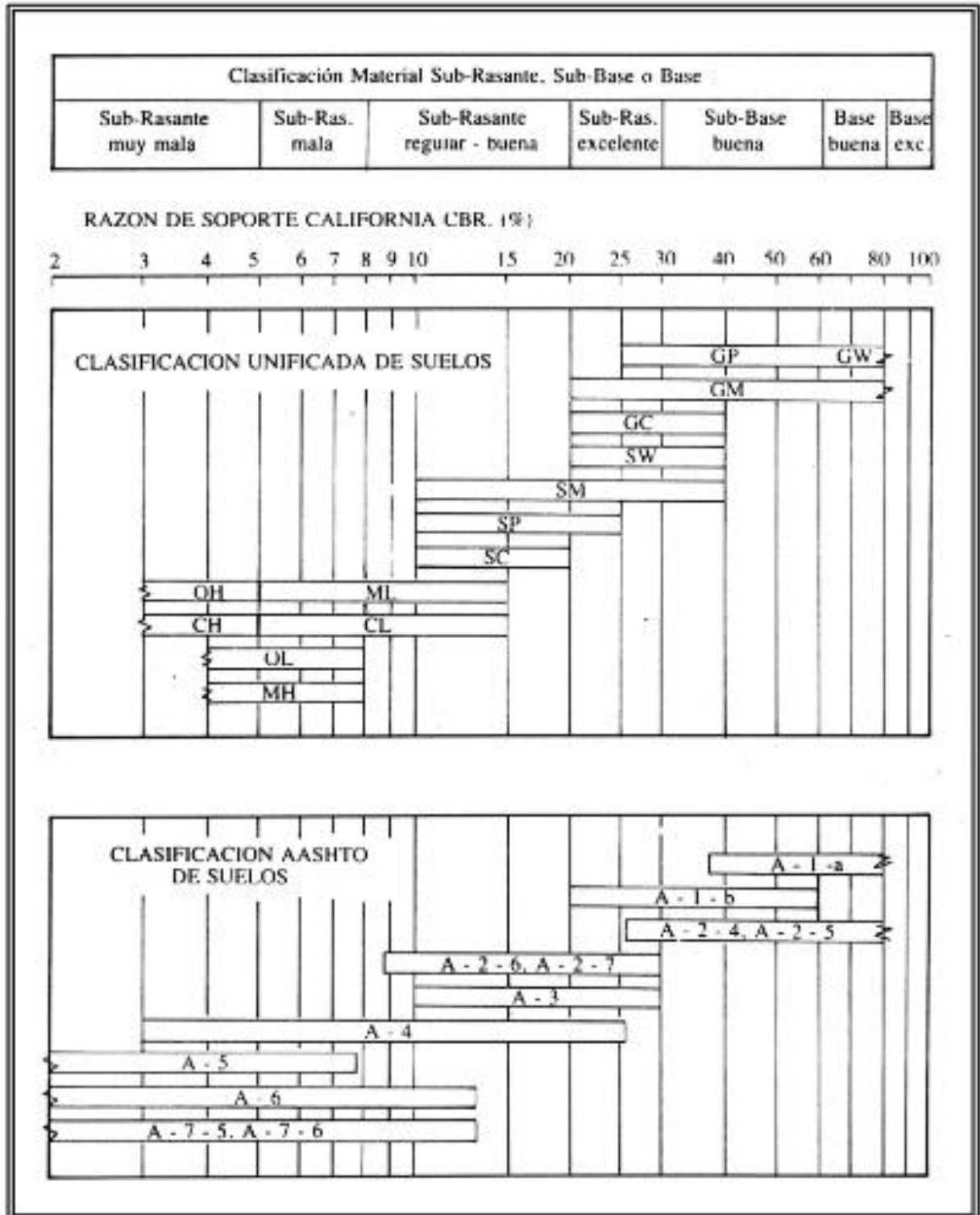


### ***2.5.3 Relaciones entre las diversas medidas de resistencia de los suelos de subrasante.***

Para facilitar el trabajo de los diseñadores y en vista de que la mayoría de los laboratorios no poseen los elementos necesarios para efectuar cualquier prueba de resistencia, se han establecido relaciones empíricas entre las diversas medidas de resistencia.

Mediante estas relaciones es posible determinar el valor aproximado de resistencia de un suelo, expresado en términos de algún ensayo, en función de otro calculado por medio de una prueba diferente.

Tabla 5: Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y CBR:



Fuente: Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", (2003).

## 2.6 Evaluación de los suelos.

Los suelos encontrados serán descritos y clasificados de acuerdo a metodología para construcción de vías, a los diversos tipos de suelos deben efectuarse investigaciones, de campo y laboratorio, que determinen sus propiedades físico- mecánicas. Una investigación de suelos debe comprender los siguientes parámetros.

### 2.6.1 Determinación del perfil de suelos.

Lo primero que se debe realizar en la investigación de los suelos es la extracción del material para lo cual se debe realizar excavaciones a cielo abierto (calicatas) del polígono asignado.

Se determina en situ, el espaciamiento entre perforaciones, profundidad y número de calicatas, así como la clasificación manual en situ.

Un criterio para la ubicación, profundidad y número de las perforaciones se presenta a continuación en la Tabla 6.

Tabla 6: Características para definir un perfil de suelo.

<b>Criterios para la ejecución de perforaciones en el terreno para definir un perfil de suelos</b>		
<b>Tipo de zona</b>	<b>Espaciamiento (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>
1. Carreteras	250-500	1.5
2. Pistas de aterrizaje.	A lo largo de la línea central, 60-70 m	Cortes: -3m debajo de la rasante Relleno: -3m debajo de la superficie existente del suelo
3. Otras áreas pavimentadas	1 perforación cada 1000 m <sup>2</sup>	Cortes: 3m debajo de la rasante Relleno: 3m debajo de la superficie existente del suelo
4. Préstamos	Pruebas suficientes para definir claramente el material	Hasta la profundidad que se propone usar como préstamo.

Fuente: Alfonso, M (2006).

### 2.6.2 Cono dinámico de penetración (DCP).

Este ensayo es utilizado para evaluar la resistencia de suelos tanto no disturbados como compactados y obtener un valor de CBR en campo. A diferencia de este último, el DCP presenta ventajas como su simplicidad y economía de uso. Implícitamente, el DCP estima la capacidad estructural de las diferentes capas que conforman a un suelo, detecta simultáneamente el grado de heterogeneidad que puede encontrarse en una sección y la uniformidad de compactación del material, de una manera rápida, continua y bastante precisa.

El DCP es un equipo que evalúa la resistencia que opone un suelo a ser penetrado por un cono de dimensiones normalizadas. Para la penetración del cono se suministra energía mediante la caída libre de una masa desde una altura prefijada. (Thenoux Guillermo, Halles Felipe, González Álvaro, 2009)

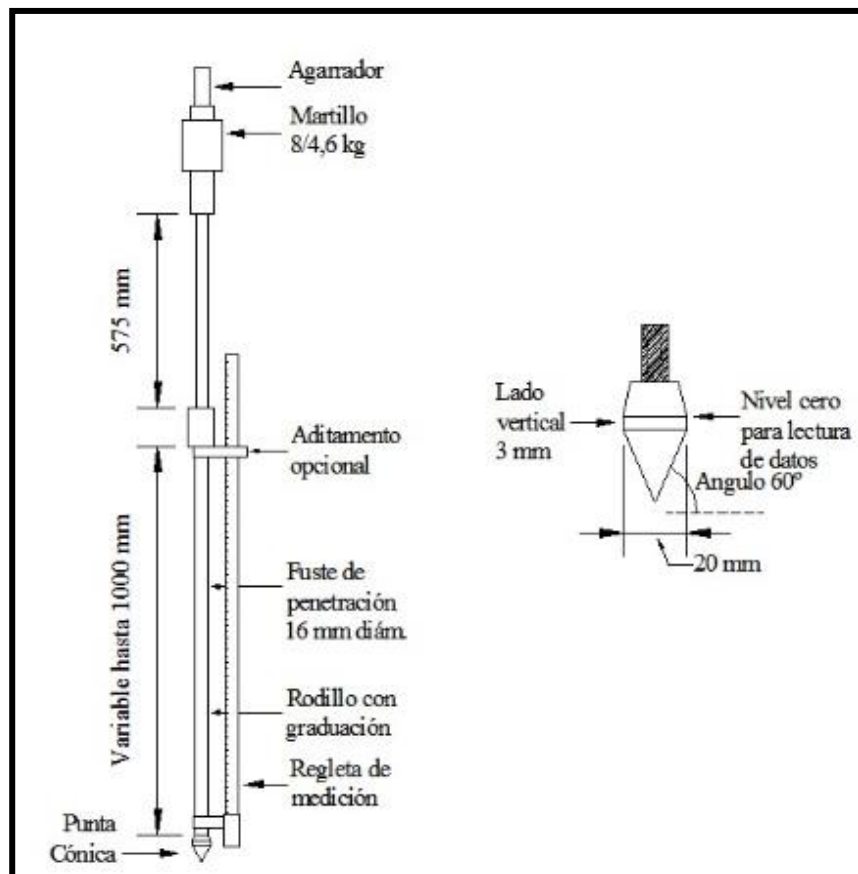


Figura 4: Esquema del equipo (DCP).

Fuente: ASTM D-6951-03, (1997).

## **2.7 Mejoramiento de la subrasante.**

Cuando el material de subrasante tiene una capacidad de soporte que no cumple con las exigencias mínimas de las especificaciones. El Ministerio de Transportes de Obras Públicas (MTO) establece que se podrá utilizar una capa de agregados no tratados, colocados sobre la subrasante terminada con los alineamientos, pendientes y secciones transversales indicados en los planos, con el fin de proveer a la vía de una superficie estable, resistente e impermeable para circulación vehicular de baja intensidad.

Los áridos no tratados pueden consistir de fragmentos de roca, gravas, aglomerados, combinados con suelos de partículas finas como arenas, arcillas, limos, en cantidad suficiente para ligar las partículas gruesas entre sí.

Los materiales necesarios para este trabajo pueden ser explotados en fuentes fuera de los límites del proyecto, o pueden provenir de la excavación de la plataforma del camino. Los áridos no necesitan ser tratados, pero se los tamizará para separar las partículas gruesas que salgan de los límites granulométricos.

Los agregados gruesos consistirán de partículas resistentes y durables que tengan un porcentaje de desgaste a la abrasión de 50% como máximo. Las partículas finas consistirán de una mezcla de arena y arcilla o limo, y no deberán contener material vegetal; el índice de plasticidad de la fracción que pasa el tamiz N° 40 será como máximo de 9 y su límite líquido no será mayor de 35; la fracción que pasa el tamiz N° 200 no deberá ser mayor que las dos terceras partes de la fracción que pasa el tamiz N° 40.

En caso de no encontrarse materiales originales que cumplan los requisitos para estas superficies de áridos no tratados, podrán utilizarse mezclas de materiales en las proporciones que señale el Fiscalizador. En todo caso, se deberá cumplir los límites de una de las granulometrías especificadas en la Tabla 7. (MTO, 2002)

Tabla 7: Granulometría de agregados no tratados.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	A	B	C	D
3" (76.2 mm.)	100	--	--	--
2" (50.8 mm.)	80 - 100	100	--	--
1" (25.4 mm.)	55 - 85	75 - 95	100	100
3/8" (9.50 mm.)	--	--	50 - 85	60 - 100
Nº 4 (4.750 mm.)	30 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
Nº 200 (0.075 mm.)	5 - 15	5 - 15	5 - 15	5 - 20

Fuente: MTOP, (2002).

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA**

### 3.1 Recopilación de información.

Para emprender este proyecto se procedió a recopilar información preliminar del sitio, como la base topográfica de la ciudad de Loja, donde se delimitó el polígono preliminar de estudio, para posteriormente verificar con la visita de campo.

### 3.2 Visita de campo del polígono de estudio.

La visita de campo se realizó conjuntamente con los directores de tesis, en la cual se definió el trazado del polígono final del área, donde se va a realizar el estudio y análisis de los materiales de subrasante, las zonas de estudio son el Capulí y Punzara alto la cual conforman el polígono denominado Argelia con una área total de 462.88 ha.

### 3.3 Delimitación del polígono de estudio.

Partiendo y tomando como base el mapa topográfico de la ciudad de Loja a escala 1:50000, editado por el IGM, se delimitó el área de estudio del polígono Argelia, que está ubicado en la parte sur de la ciudad, en las siguientes coordenadas mediante el DATUM PSAD 56.

Tabla 8: Coordenadas del polígono Argelia.

x	y
698000	9553136
700751	9553136
700751	9550000
700000	9550000
700000	9552000
698000	9552000

Fuente: Gualán A., (2014).

A continuación se presenta el perímetro del polígono de estudio, con una superficie de 462.88 ha.



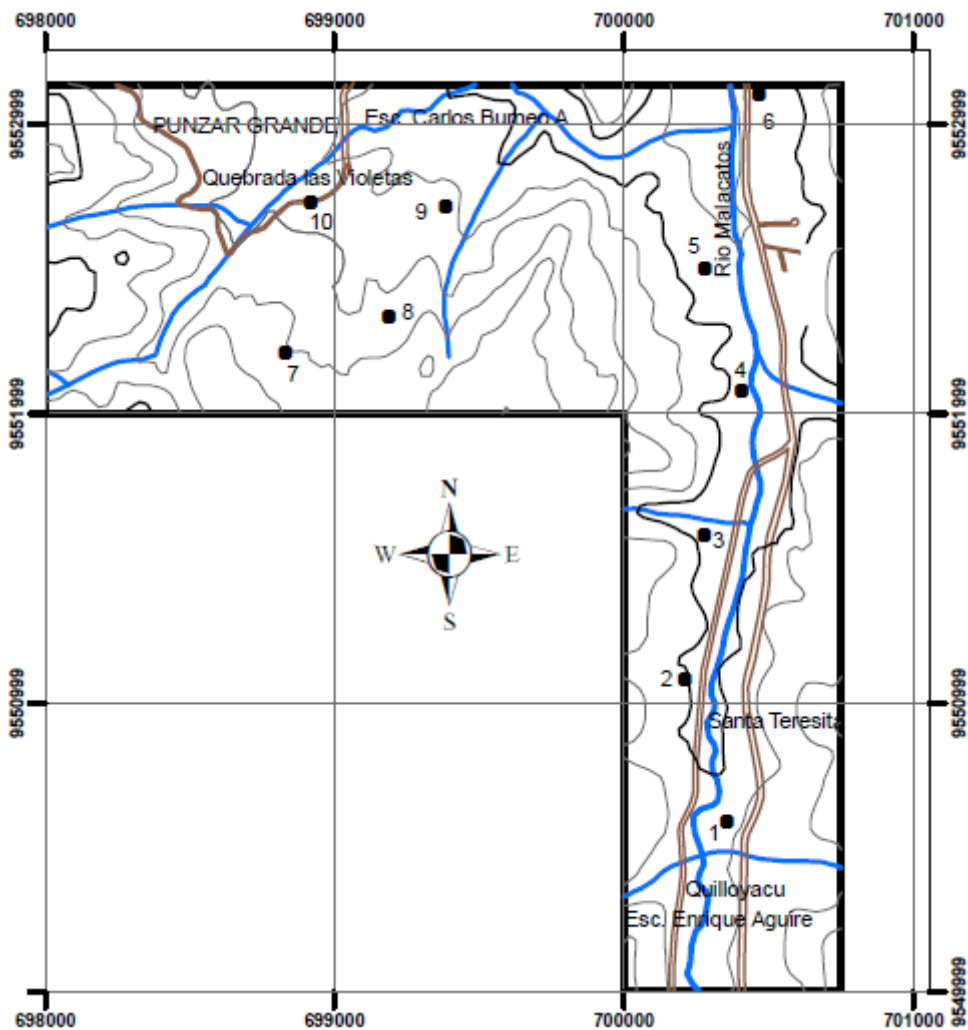


Figura 5: Perímetro del polígono - ARGELIA - DATUM PSAD 56.

Fuente. Gualán A., (2014).

### 3.4 Ubicación de los puntos de muestreo por áreas y coordenadas.

Los puntos de muestreo se ubicaron en la cartografía base del mapa de estudio a una distancia de 500m (+/- 100m) aproximadamente, en la zona el Capulí se ubicaron los puntos enumerándolos del 1 a 6, y en la zona de Punzara del 7 al 10, posteriormente con la ayuda del GPS se procedió a replantear los puntos en el terreno, en los sitios donde se va a realizar la extracción de muestras para luego ser ensayadas y analizadas en el laboratorio. Las coordenadas y áreas se describe en la Tabla 9.

Tabla 9: Descripción, coordenadas, superficie de aporte para los puntos de muestreo.

N°	Ubicación	Coordenadas			Superficie (Ha)
		Y	X	Z	
1	POLÍGONO ARGELIA	9550588	700359	2239	58.71
2		9551078	700211	2200	38.75
3		9551582	700279	2198	22.12
4		9552077	700409	2297	62.83
5		9552503	700282	2197	45.73
6		9553107	700468	2196	33.63
7		9552209	698832	2360	37.72
8		9552334	699189	2350	35.57
9		9552718	699384	2222	39.74
10		9552729	698917	2233	44.52
				TOTAL	419.32

Fuente. Gualán A. (2014).



Fotografía 1: Ubicación de los puntos con GPS (calicatas), del polígono de estudio.

### 3.5 Ensayos de campo in-situ.

Los ensayos que se realizaron in-situ son: cono dinámico de penetración (DCP) y penetrómetro de bolsillo.

Estos ensayos se realizaron una vez realizado las calicatas a una profundidad de 1.5m y de acuerdo a las normas que se indican en la siguiente tabla:

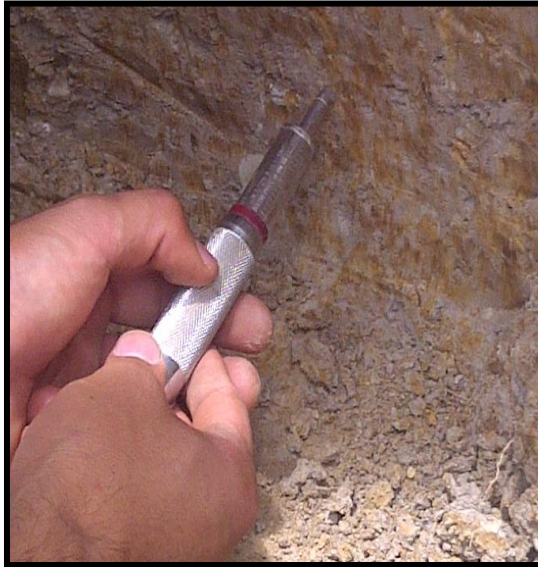
Tabla 10: Ensayos in situ para análisis de subrasante.

Ensayo de campo (in situ)	Norma
Penetrómetro dinámico de cono en estructuras de pavimentos (DCP).	ASTM D 6951-03
Penetrómetro de bolsillo	ASTM D 2573-94

Fuente. Gualán A. (2014).



Fotografía 2: Ensayo de (DCP).



Fotografía 3: Ensayo penetrómetro de bolsillo.

### **3.6 Obtención de muestras y ensayos de laboratorio.**

Para la obtención de muestras se procedió a realizar calicatas de 1x1m de ancho y 1.5m de profundidad, las muestra se obtuvieron a diferentes profundidades 0.5m, 1.0m para ensayos de clasificación y a 1.5m para obtener las propiedades de capacidad de soporte.

Las muestras son de tipo alteradas, una muestra alterada es cuando no guarda las mismas condiciones en que se encontraba en el terreno de donde procede.

En la obtención de muestras alteradas debe efectuarse el siguiente procedimiento:

- Se retira la capa vegetal.
- Se toma una muestra de acuerdo a la norma, con su respectiva identificación que debe contener: nombre del proyecto, sector de estudio, número de la perforación, localización de la perforación.
- Las muestras son trasportadas al laboratorio, obtenida a diferentes alturas, las mismas que serán sometidas a ensayos de laboraorio como: contenido de humedad, límites de consistencia, granulometría, compactación y CBR.



Fotografía 4: Proceso de la excavación a cielo abierto y obtención de la muestra alterada.

Para los respectivos ensayos de laboratorio se realizaron de acuerdo a las siguientes normas:

Tabla 11: Ensayos de laboratorio para materiales de subrasante.

Ensayos de laboratorio	Norma
Contenido de humedad	AASHTO T 265 – 93
Límite líquido (LL)	AASHTO T 89
Límite plástico (LP)	AASHTO T 90
Análisis granulométrico	AASHTO T 88
Densidad máxima y humedad óptima	AASHTO T 180
Índice de Soporte de California (CBR)	AASHTO T-193
Módulo resiliente	AASHTO T 274

Fuente. Gualán A. (2014).

### 3.6.1 CBR de diseño.

El CBR de diseño es un valor obtenido de todos aquellos valores analizados para una misma zona de estudio, tomando en cuenta el tipo de tráfico que estará circulando en dichas obras de vialidad futuras.

En esta investigación se determina el CBR de diseño para los tres tipos de tráfico, tráfico liviano, mediano y pesado, para determinar el CBR de diseño se debe seguir los pasos que se indican a continuación:

- ✓ Ordenar de menor a mayor todos los valores de CBR.
- ✓ Determinar en cada cambio de valor de CBR el número total de valores de CBR mayores o iguales a este valor y expresarlo en porcentaje (%) con relación al total.
- ✓ Elaborar una gráfica de CBR vs Valores mayores o iguales.
- ✓ Obtener de la anterior gráfica el valor del CBR de diseño teniendo en cuenta el porcentaje que se determine de tránsito de diseño, Tabla 12.

Tabla 12: Límites de diseño de subrasante.

Clase de tránsito	Nivel de tránsito (N)	Valor del diseño %
Liviano	$10^4$ o menos	60%
Mediano	$10^4 - 10^6$	75%
Pesado	mayor de $10^6$	87.50%

Fuente. Montejo, (2006).

### 3.7 Correlación del CBR con el equipo DCP.

Para la determinación del CBR in situ se lo realizó por el método de ensayo estándar para el uso del penetrometro dinamico de cono en estructuras de pavimentos (norma D6951-03).

Para el cual nos basamos en la siguiente tabla, y de esta manera obtener un CBR promedio.

Tabla 13: Ecuaciones para la correlación del CBR de laboratorio con DCP.

<b>Ecuación</b>	<b>Autor</b>
$Log(CBR) = 2.465 - 1.12Log(DCP)$	<b>Kleyn 1975</b>
$Log(CBR) = 2.6637 - 1.314Log(DCP)$	<b>Kleyn - Van Heerden 1983</b>
$Log(CBR) = 2.7929 - 1.31Log(DCP)$	<b>Harrison 1987</b>

Fuente. Norma D6951-03, (1997).

### **3.8 Elaboración de una base de resultados de las características de los materiales de sub rasante.**

En el ANEXO I se muestran los resultados de los ensayos de campo y laboratorio, de cada una de las calicatas, como son los ensayos de granulometría, límite líquido, plástico, compactación y CBR, de forma resumida en un registro de sondeo geotécnico, se indican la clasificación de suelo, capacidad de soporte y penetrómetro de bolsillo.

### **3.9 Estudio de materiales de mejoramiento.**

Con fin de mejorar las características del suelo referente a este polígono, se realiza el estudio de la cantera Juan José Castillo, para determinar las propiedades físicas-mecánicas de este tipo de suelos.

Una vez analizados el material de la cantera Juan José castillo, este no cumple con las recomendaciones mínimas de las especificaciones del Ministerio de Transporte de Obras Públicas (MTO), por lo que se realizó mezclas de materiales, en las proporciones 50% material del banco de préstamo y 50% de material de río, para cumplir con límites de plasticidad, granulometría, abricación, y CBR. Ver resultados de los ensayos de material de mejoramiento ANEXO II.

### 3.10 Mapas de zonificación de acuerdo a los parámetros físicos-mecánicos del suelo.

#### 3.10.1 Mapa de zonificación geotécnica en función de la clasificación del suelo.

El estudio de las características de las subrasantes en zonas no urbanizadas es un parámetro fundamental en la construcción de cualquier obra vial, de aquí la importancia de realizar mapas de zonificación geotécnica en función de la clasificación del suelo del polígono denominado Argelia, información que servirá para una mejor planificación y desarrollo de las zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja.

Con los parámetros obtenidos de la clasificación según el sistema AASTHO, hasta la profundidad de 1.5m. Se procedió a delimitar el área en el programa ArcGis, de cada uno de los puntos tomado como referencia las curvas de nivel y con un radio de 250m aproximadamente.

Se procedió a dar una nueva denominación o código a las diferentes clases de suelo, con la finalidad de que el programa ArcGis tenga un mejor reconocimiento y una adecuada proyección y correlación de cada lugar, en la tabla 14 indican la clasificación con su respectivo código.

Tabla 14: Códigos utilizados para la zonificación en función del tipo de suelo.

Código	CLASIFICACIÓN AASTHO
1	Fragmentos de rocas, gravas y arenas
2	Arenas finas
3	Gravas y arenas limosas o arcillosas
4	Suelos limosos
5	Suelos arcillosos

Fuente: Gualán A. (2014).

Cabe recalcar que dentro de los diferentes tipos de suelos con su respectiva codificación existe una clasificación específica, detallada y completa, que se presenta con la siguiente tabla:



Tabla 15: Clasificación AASHTO.

TIPO SUELO	GRUPO
Fragmentos de roca, grava y arena	Grupo A-1, subgrupo A-1-a y A-1-b
Arena Fina	Grupo A-3
Grava y arena arcillosa o limosa	Grupo A-2, subgrupos A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7
Suelos limosos	Grupo A-4 y A-5
Suelos arcillosos	Grupos A-6 y A-7, subgrupos A-7-5 y A-7-6

Fuente: Gualán A. (2014).





En la Tabla 16, se muestra los datos utilizados para la elaboración del mapa de zonificación geotécnica en función de la clasificación del suelo.

Tabla 16: Datos utilizados para la elaboración del mapa de zonificación geotécnica en función de la clasificación del suelo.

ID	LUGAR	Y	X	Z	Tipo Suelo (AASHTO)(Prof. 1.5m)	Código
1	EL CAPULÍ	9550588	700359	2239	Grava y arena arcillosa o limosa (A-2-4)	3
2	EL CAPULÍ	9551078	700211	2200	Suelo Arcilloso (A-6)	5
3	EL CAPULÍ	9551582	700279	2198	Fragmentos de roca grava y arena (A-1-a)	1
4	EL CAPULÍ	9552077	700409	2297	Grava y arena arcillosa o limosa (A-2-4)	3
5	EL CAPULÍ	9552503	700282	2197	Suelo Arcilloso (A-6)	5
6	EL CAPULÍ	9553107	700468	2196	Suelo Arcilloso (A-6)	5
7	PUNZARA ALTO	9552209	698832	2360	Suelo Arcilloso (A-6)	5
8	PUNZARA ALTO	9552334	699189	2350	Suelo Arcilloso (A-6)	5
9	PUNZARA ALTO	9552718	699384	2222	Suelo Arcilloso (A-7-6)	5
10	PUNZARA ALTO	9552729	698917	2233	Suelo Arcilloso (A-6)	5

Fuente: Gualán A. (2014).

Se debe resaltar que la simbología utilizada para la zonificación por clasificación de los suelos es referente a la norma AASTHO y se utiliza exclusivamente para identificar un tipo de suelo del otro, en la zona de estudio se encontraron los siguientes tipos de suelo:

- Fragmentos de roca grava y arena (A-1-a)  (Zona: 3)
- Grava y arena arcillosa o limosa (A-2-4)  (Zona: 1 y 4)
- Suelos arcillosos: (A-7-6)  (Zona: 9).
- Suelos arcillosos: (A-6)  (Zona: 2, 5, 6, 7, 8,10).

El esquema de los mapas de zonificación geotécnica se encuentran en, (ANEXO V mapas de zonificación geotécnica).

**3.10.2 Mapa de zonificación geotécnica en función de la capacidad de soporte del suelo.**

Con los resultados obtenidos de la capacidad portante, a una profundidad de 1.5m profundidad de análisis de la subrasante, se procedió a delimitar el área en el programa ArcGis, de cada uno de los puntos tomado como referencia las curvas de nivel y con un radio de 250m aproximadamente. Con este fin se procedió a dar una nueva denominación o código a las diferentes categorías de subrasantes, con la finalidad de que el programa ArcGis tenga un mejor reconocimiento y una adecuada proyección y correlación de cada lugar, en la tabla 17 indican la categoría de subrasante con su respectivo código.

Tabla 17: Códigos utilizados para la zonificación en función del tipo de suelo.

Código	CLASIFICACIÓN AASTHO
1	Fragmentos de rocas, gravas y arenas
2	Arenas finas
3	Gravas y arenas limosas o arcillosas
4	Suelos limosos
5	Suelos arcillosos

Fuente: Gualán A. (2014).

Cabe recalcar que dentro de las diferentes categorías de subrasante con su respectiva codificación existe una clasificación específica, detallada y completa, que se presenta a continuación según Valle Rodas.

- Subrasante inadecuada:  $CBR < 3 \%$
- Subrasante pobre:  $3\% \leq CBR \leq 6\%$
- Subrasante regular:  $6\% \leq CBR \leq 10\%$
- Subrasante buena:  $10\% \leq CBR \leq 20\%$
- Subrasante muy buena:  $20\% \leq CBR \leq 30\%$
- Subrasante excelente:  $CBR \geq 30\%$





En la Tabla 18, se muestra los datos utilizados para la realización de la propuesta de mapa de zonificación geotécnica en función de la capacidad de soporte del suelo.

Tabla 18: Datos utilizados para la elaboración del mapa de zonificación geotécnica en función de la capacidad de soporte del suelo.

ID	LUGAR	Y	X	Z	RCB% (Prof. 1.5m)	Categoría de subrasante CBR%	Código
1	EL CAPULÍ	9550588	700359	2239	37	Subrasante Excelente	S5
2	EL CAPULÍ	9551078	700211	2200	28	Subrasante Muy Buena	S4
3	EL CAPULÍ	9551582	700279	2198	37	Subrasante Excelente	S5
4	EL CAPULÍ	9552077	700409	2297	48	Subrasante Excelente	S5
5	EL CAPULÍ	9552503	700282	2197	4	Subrasante Pobre	S1
6	EL CAPULÍ	9553107	700468	2196	8	Subrasante Regular	S2
7	PUNZARA ALTO	9552209	698832	2360	21	Subrasante Muy Buena	S4
8	PUNZARA ALTO	9552334	699189	2350	7	Subrasante regular	S2
9	PUNZARA ALTO	9552718	699384	2222	8	Subrasante Regular	S2
10	PUNZARA ALTO	9552729	698917	2233	7	Subrasante Regular	S2

Fuente: Gualán A. (2014).

Los colores utilizados para la zonificación por capacidad de soporte, son exclusivamente para identificar un tipo de suelo del otro.

-  Subrasante pobre:  $3\% \leq \text{CBR} \leq 6\%$
-  Subrasante regular:  $6\% \leq \text{CBR} \leq 10\%$
-  Subrasante muy buena:  $20\% \leq \text{CBR} \leq 30\%$
-  Subrasante excelente:  $\text{CBR} \geq 30\%$

Los resultados obtenidos del mapa de zonificación geotécnica en función de la capacidad de soporte del suelo, se encuentran en el ANEXO V.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio y campo se exponen en la tabla 19 y 20, los cuales nos muestran un perfil general de las características de los suelos analizados en el polígono de estudio, y la calidad de los suelos de subrasante en los diferentes pozos muestreados para el diseño de obras de infraestructura vial.

El análisis correspondiente de los resultados obtenidos se hace referencia a las norma AASHTO.

A continuación se presenta un cuadro de resumen de los resultados obtenidos en el laboratorio.

Tabla 19: Cuadro de resumen de la clasificación de los materiales de la subrasante según la norma AASTHO.

Calicata N° Prof: 1.5m	% Agua	Límites		I.G.	Clasificación
		L.L.	I.P.		AASHTO
1	22	40	13	0	Grava y arena limosa o arcillosa (A-2-6)
2	26	28	12	9	Suelo arcilloso (A-6)
3	7	0	0	0	Fragmentos de roca grava y arena (A-1-a)
4	11	20	7	0	Grava y arena arcillosa o limosa (A-2-4)
5	15	30	15	8	Suelo Arcilloso (A-6)
6	22	32	13	4	Suelo Arcilloso (A-6)
7	21	31	12	8	Suelos Arcillosos (A-6)
8	19	21	11	12	Suelo arcilloso ( A-6)
9	33	41	17	14	Suelo arcilloso ( A-7-6)
10	25	37	19	10	Suelo arcilloso ( A-6)

Fuente: Gualán A. (2014).

En lo que concierne a los ensayos de clasificación, de acuerdo a los resultados obtenidos de campo y laboratorio, podemos definir que en su mayoría son suelos arcillosos, clasificado por la norma AASTHO como suelos arcillosos (A-6), encontrando este tipo de suelos en las siguientes calicatas (2, 5, 6, 7, 8, 9, 10). La calicata 1 fue clasificado como grava y arena limosa o arcillosa (A-2-6), la calicata 3 se conforman de fragmentos de roca grava y arena (A-1-a) y la calicata 4 se clasifica como grava y arena arcillosa o limosa (A-2-4).

Tabla 20: Cuadro de resumen de la capacidad portante de la subrasante del polígono Argelia, profundidad de 1.5m.

Calicata N°	Compactación		%	%	Capacidad admisible	Categoría
	Densidad Seca max(gr/cm3)	Humedad óptimo (%)	C.B.R.	D.C.P.	Kg/cm2	Subrasante
1	1.88	12.97	37	-----	0.99	Excelente
2	1.86	14.46	28	-----	0.49	Muy Buena
3	2.13	8.16	37	-----	0.64	Excelente
4	2.14	7.50	48	-----	0.99	Excelente
5	1.94	12.46	4	-----	1.09	Pobre
6	1.93	12.40	8	7	0.8	Regular
7	1.93	12.37	21	-----	1.09	Muy Buena
8	1.91	11.35	7	18	0.63	Regular
9	1.78	17.45	8	3	0.57	Regular
10	1.92	13.17	7	-----	0.6	Regular

Fuente: Gualán A. (2014).

De acuerdo al ensayo de CBR, la categoría de subrasante en la calicata 1, 3, y 4 se considera como subrasante excelente, muy buena en la calicata 2 y 7, regular en la calicata 6, 8, 9 y 10, pobre en la calicata 5. En base a estos resultados se realizó la zonificación geotécnica tomando como referencia un radio de 250m. para limitar los polígonos correspondientes (Anexo V).

De acuerdo a los ensayos realizados en campo con el penetrómetro de bolsillo nos da una capacidad admisible promedio de la zona de 0.79 Kg/cm2.

Por el método de las frecuencias, se calculó el CBR de diseño en base a los valores del laboratorio obtenidos para cada uno de las calicatas, se obtiene los siguiente resultado de CBR para el trafico liviano, el CBR de diseño es de 9%, trafico mediano 6%, tráfico pesado 5%.

#### **4.1 Estudio de material de cantera.**

Con el propósito de mejorar la subrasante en lugares donde la categoría de la misma es de mala calidad es decir inadecuada, para este fin se realiza un estudio del material de mejoramiento de la cantera Juan José Castillo.

De acuerdo a las especificaciones del Ministerio de Transporte de obras públicas MTOP, indica que los materiales necesarios para este trabajo pueden ser explotados en fuentes fuera de los límites del proyecto, o pueden provenir de la excavación de la plataforma del camino.

De acuerdo a las especificaciones técnicas recomendadas, los agregados gruesos consistirán de partículas resistentes y durables que tengan un porcentaje de desgaste a la abrasión de 50% como máximo. Las partículas finas consistirán de una mezcla de arena y arcilla o limo, y no deberán contener material vegetal; el índice de plasticidad de la fracción que pasa el tamiz N° 40 será como máximo de 9 y su límite líquido no será mayor de 35; la fracción que pasa el tamiz N° 200 no deberá ser mayor que las dos terceras partes de la fracción que pasa el tamiz N° 40.

En caso de no encontrarse materiales originales que cumplan los requisitos para estas superficies de áridos no tratados, podrán utilizarse mezclas de materiales en las proporciones que señale el Fiscalizador. En todo caso, se deberá cumplir los límites de una de las granulometrías especificadas en la Tabla 7.

#### **4.1.1 Estudio del material de mejoramiento de la cantera Juan José Castillo.**

Ensayos Realizados: a) Granulometría Norma ASTM D 4318, AASHTO T-27. (Anexo II)

Tabla 21: Resultados de granulometría en su estado natural de la cantera Juan José Castillo.

TAMIZ	% PASA- RESULTADOS	% PASA - NORMA (B)	
		INFERIOR	SUPERIOR
2"(50,8 mm)	100		100
1 1/2(38.1mm)	98		
1"(25.4mm)	94	75	95
3/4"(19.0mm)	86		
1/2"(12.50mm)	74		
3/8"(9.5mm)	63		
N°4 (4.76mm)	45	30	60
N°10 (2.00mm)	29		
N°40 (0.425mm)	16		
N°200 (0.075mm)	1	5	15

Fuente: Gualán A. (2014).



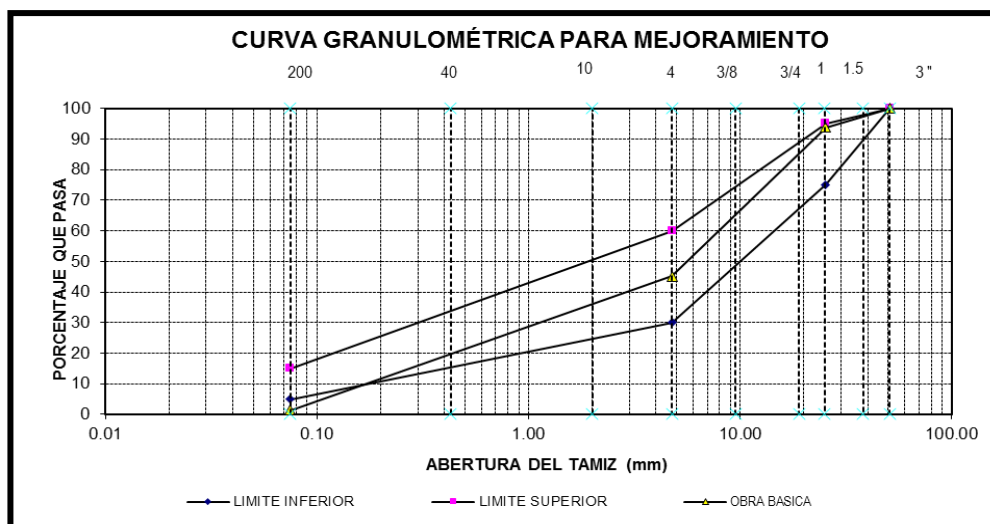


Figura 6: Curva granulométrica para material de mejoramiento.

b) Límites de Atterberg, realizados en materiales finos que pasan la malla No.40, Norma ASTM D 4318, AASHTO T-27.(Anexo II), Resistencia a la Abrasión de los Agregados Pétreos. Norma AASHTO T 96 – 02. (Anexo II).

Tabla 22: Cuadro de resultados de límites e índice de plasticidad.

Limites	L. L.	I.P.	ABRACION
Especificación	Max. 35%	Max. 9%	Max. 50%
Resultados	20%	4%	57.7%

Fuente: Gualán A. (2014).

#### 4.1.2 Análisis del material de la cantera Juan José Castillo.

Los parametros obtenidos en los ensayos de laboratorio, se puede verificar que la granulometría cumple con la gradación tipo B como se indica en la tabla 22.

En los resultados obtenidos en el ensayo de abrasión en la maquina de los angeles, tiene un porcentaje de desgaste de 58%, lo que representa que no cumple con las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes.

Obtenidos los resultados de los ensayos de la cantera, se verifica que el limite liquido tienen un valor de 20% y el índice de plasticidad un 4%, clasificado por la Norma AASTHO como

fragmentos de roca grava y arena (A - 1 - a), cumple con las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes.

**4.1.3 Estudio de material mejorado de la cantera Juan José Castillo con material de río Malacatos.**

Ensayos Realizados:

a) Granulometría Norma ASTM D 4318, AASHTO T-27. (Anexo II)

Tabla 23: Resultados de granulometría mejorado de la cantera Juan José Castillo.

TAMIZ	% PASA - NORMA (B)		% PASA-RESULTADOS
	INFERIOR	SUPERIOR	
2"(50,8 mm)		100	100
1 1/2(38.1mm)			92
1"(25.4mm)	75	95	80
3/4"(19.0mm)			74
1/2"(12.50mm)			66
3/8"(9.5mm)			60
N°4 (4.76mm)	30	60	49
N°10 (2.00mm)			38
N°40 (0.425mm)			22
N°200 (0.075mm)	5	15	11

Fuente: Gualán A. (2014).

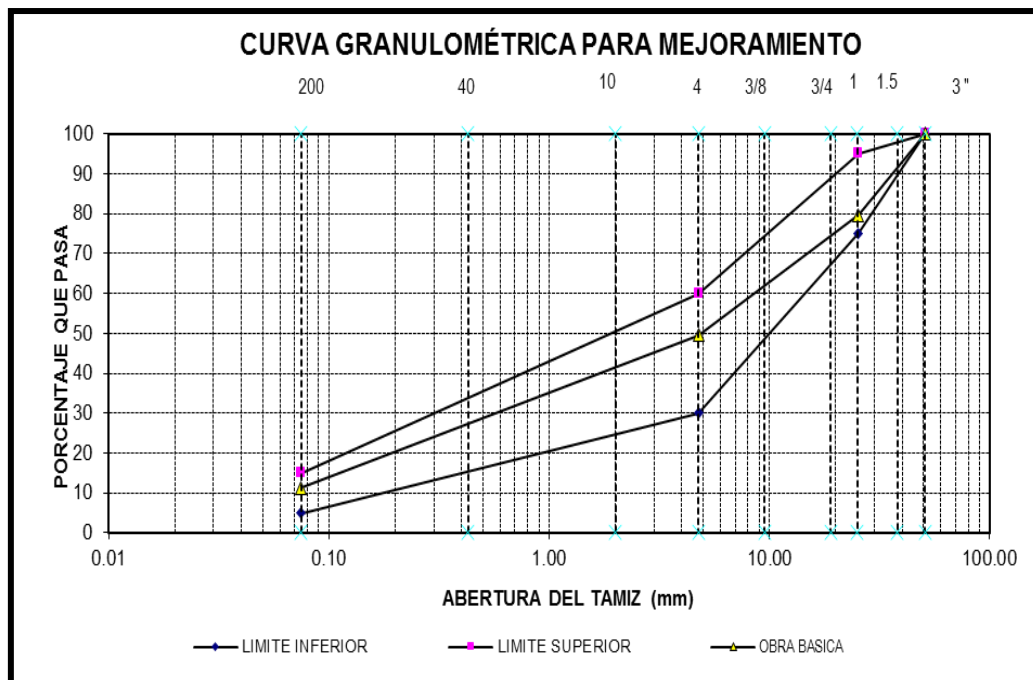


Figura 7: Curva granulométrica del material mejorado de la cantera Juan José Castillo.

b) Límites de Atterberg, realizados en materiales finos que pasan la Malla No.40, Norma ASTM D 4318, AASHTO T-27.(Anexo II).

Tabla 24: Cuadro de resultados de Límites e índice de plasticidad.

Límites	ABRASIÓN	L. L.	I.P.	CBR
Especificación (MTO)	Max. 50%	Max. 35%	Max. 9%	>20%
Resultados	41%	19%	3%	36%

Fuente: Gualán A. (2014).

c) Resistencia a la Abrasión de los Agregados Pétreos.

Norma AASHTO T 96 – 02. (Anexo II)

% de Desgaste: 40.6%

d) Se compactará al 95% de la Densidad Seca Máxima según el ensayo Próctor Modificado, Norma AASHTO T-180-D.

- Peso Unitario Seco Máximo: 2.237 Kg/m<sup>3</sup>.

e) Relación de Carga California (CBR), Norma ASTM D-1883.

- Porcentaje de CBR: 36%

#### ***4.1.4 Análisis del Banco de material mejorado de la cantera Juan José Castillo con material de río Malacatos.***

Para mejorar las características físicas-mecánicas del material se realizó una dosificación, mezclando 50% del material de cantera y 50% de material de río (material del río Malacatos).

La granulometría obtenida en el laboratorio según la norma (ASTM D 4318, AASHTO T-27), cumple con la norma y está dentro de la faja granulométrica de los agregados no tratados, gradación tipo B (figura 7), por lo tanto este material es aceptable para el mejoramiento de la subrasante del polígono "Argelia".

El resultado obtenido en el ensayo de desgaste en la Máquina de los Ángeles es del 41%, cumple con las especificaciones del MTOP, según la sección 401-2.02 de los materiales no tratados.

Los datos obtenidos en los ensayos de los límites de Atterberg, tiene un límite líquido de 19%, y un Índice de Plasticidad de 3%, esta dentro de las especificaciones recomendadas, este material está clasificado dentro de la AASTHO como: fragmentos de roca grava y arena (A - 1 - a).

Para determinar la capacidad de soporte del material de mejoramiento en el ensayo de CBR de laboratorio se obtuvo un valor mayor a lo recomendado por las especificaciones técnicas.

## CONCLUSIONES

De los ensayos en-situ y de laboratorio y la interpretación de resultados, se establece las siguientes conclusiones.

- Los ensayos de clasificación de suelos según la norma AASHTO, se tiene en la mayoría suelos tipo A-6 en las calicatas 2, 5, 6, 7, 8, 9 y 10; que son suelos arcillosos, de elevada plasticidad y de mediana o baja plasticidad, determinándose como materiales finos de baja capacidad de soporte, considerando una subrasante de características de regular a malo.
- En la calicata numero 1 se presentan suelos de tipo A-2-6, que están conformados por grava y arena limosa o arcillosa, como material de subrasante se lo considera excelente a bueno.
- En la calicata 3, los materiles que presentan son de tipo A-1-a, conformada de fragmentos de roca grava y arena, en esta subrasante se observa material excelente a bueno.
- En la calicata 4 los materiles que conforman son de tipo A-2-4, que están conformados por grava y arena arcillosa y limosa, subrasante excelente a bueno.
- La capacidad de los materiles de subrasante hasta la profundidad de 1.50 m, y al 95% de la densidad seca máxima para las calicatas 1, 2, 3, 4, 7; dan valores que están comprendidos entre 21% y 48%, considerados como material de subrasante de buena a excelente (sector Capulí).
- Los valores de capacidad de soporte en las calicatas 5, 6, 8, 9, 10; da un valor de CBR que están comprendidos entre 4% y 8%, clasificando a la subrasante de pobre a regular (sector Punzara Alto).
- Con los resultados de CBR de laboratorio y los ensayos de DCP obtenidos in-situ, se calculó un CBR de diseño para tres tipos de tráfico, para tráfico liviano 9%, tráfico mediano 6% y para tráfico pesado 5%.

- El mapa de zonificación geotécnica ya sea en función de la clasificación de los materiales presentes en el sector o de su capacidad de soporte realizada en este proyecto, sirve como como parámetro de referencia para la planificación de obras civiles aplicadas a la infraestructura vial en la ciudad de Loja.

## RECOMENDACIONES

- En la conformación de calles o vías y donde se presentan corte mayores a 1.5m se recomienda realizar nuevos estudios de la subrasante, para conocer las características físico – mecánicas del suelo, y de esta manera fortalecer el estudio preliminar.
- Los materiales de subrasante en la zona de Punzara Alto tienen valores de capacidad de soporte bajos, se recomiendan mejorar con el material propuesto, o realizar nuevas dosificaciones para bajar el costo de los materiales.
- De acuerdo al diseño de pavimentos para la conformación del paquete estructural se recomienda utilizar el CBR de diseño para conformar los espesores de los estratos, que estarán en función de tráfico.
- Se recomienda utilizar material de mejoramiento que tiene una dosificación de 50% de material de cantera y 50% de material de río.
- Se recomienda utilizar el CBR de diseño, de acuerdo al tipo de tráfico que circulará por el polígono de estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Crespo Villalaz. 2004. Mecánica de suelos y cimentaciones, Sexta edición. Noriega: Editorial Limusa.
- Das Braja. 2001. Fundamentos de ingeniería geotécnica. México: Editorial Thomson International.
- Das Braja. 2006. Principios de ingeniería de cimentaciones, Quinta edición. México: Editorial Thomson International.
- Barquero E., Fernández I. 1997. Designación D 6951-03, Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro Dinámico de Cono en estructuras de pavimentos. Recuperado de [http://srvinternet.mopt.go.cr/centrodeinformacion/CONTR\\_OLVERIFICACION-KfW/NORMA%20DCP-695103.pdf](http://srvinternet.mopt.go.cr/centrodeinformacion/CONTR_OLVERIFICACION-KfW/NORMA%20DCP-695103.pdf).
- Jiménez Moreno, García Felipe, Cruañez Gegoña. 2007. Sistema y análisis de la información geográfica; Manual de autoaprendizaje con ArcGis 9.3; Primera edición. Madrid: Editorial Alfaomega S.A de C.V.
- Ministerio de transporte de obras públicas y comunicaciones MTOP. 2002. Especificaciones generales para La construcción de caminos y puentes. Ecuador-Quito: Editorial, Centro regional de ayuda técnica agencia para el desarrollo internacional.
- Ministerio de Transporte, Instituto nacional de vías de Colombia. 1998. Especificaciones generales de construcción de carreteras. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Ministerio de transportes y comunicaciones, Dirección general de caminos y ferrocarriles del Perú. 2003. Manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Lima: Editorial del Congreso del Perú.
- Montejo Fonseca. 2010. Ingeniería de pavimentos, Tercera edición Tomo 1. Colombia: Editorial Panamericana formas e impresas S.A.



- Universidad Técnica particular de Loja. 2008. Programa de certificación vial, *Competencias técnicas de laboratorista en vialidad grado I*. Loja: Editorial UTPL.
- Thenoux Guillermo, Halles Felipe, González Álvaro. 2009. Guía de diseño estructural de pavimentos para caminos de bajo volumen de tránsito.
- Torres Milton, Bonifaz Hugo. 2006. Ingeniería de los suelos 2, Escuela Politécnica Del Ejército, Facultad de Ingeniería Civil. Quito: Editorial SANGOLQUÍ.

**ANEXO I**

**ENSAYOS DE LABORATORIO**

**CALICATA N° 1**

**GRANULOMETRÍA**

**LÍMITES**

**COMPACTACIÓN**

**C.B.R.**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA :** ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA :** 1

**LOCALIZAC:** EL CAPULI

**MUESTRA :** 1

**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD :** 0.5 m

**FECHA :** 13-03-2014

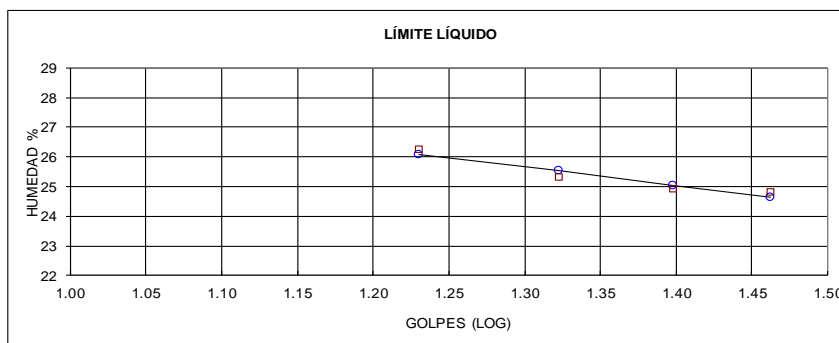
**REALIZADO :** A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		414.36 420.76	354.88 359.73	60.84 63.22	20.23 20.58	20.41
2.- LÍM. LÍQUIDO	17 21 25 29	72.93 71.19 73.57 78.80	69.47 68.74 70.77 76.13	56.29 59.06 59.54 65.37	26.25 25.31 24.93 24.81	25.05
3.- LÍMITE PLÁSTICO		32.12 31.42	31.96 31.29	30.98 30.49	16.33 16.25	16.29

4.- GRANULOMETRÍA	5.- CLASIFICACIÓN
-------------------	-------------------

PESO IN= 523.67 (H/S)	S	GRAVA	6
PESO INICIAL DE CÁLCULO:	523.67	ARENA	24
		FINOS	70

TAMIZ	PESO RT. ACUM.	% RET	% PASA	LL =	25.00
1"	0.00	0	100	LP =	16.00
3/4"	0.00	0	100	IP =	9.00
1/2"	5.87	1	99	<b>CLASIFICACIÓN</b> SUCS : CL AASHTO: A-4 IG(86): 7 IG(45): 7	
3/8"	21.35	4	96		
No. 4	33.76	6	94		
No. 10	51.46	10	90		
No. 40	82.54	16	84		
No. 200	157.38	30	70		



**CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelos Limosos (A-4)**

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA :** ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA :** 1

**LOCALIZAC:** EL CAPULI

**MUESTRA :** 2

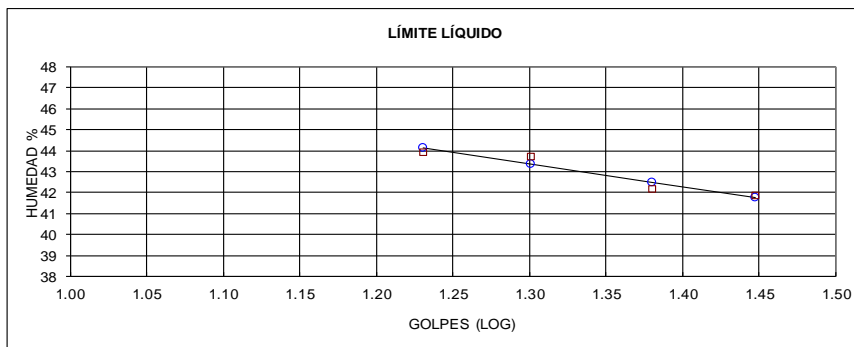
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD :** 1 m

**FECHA :** 13-03-2014

**REALIZADO :** A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		430.53 425.50	362.53 357.57	60.64 60.57	22.52 22.87	22.70
2.- LÍM. LÍQUIDO	17 20 24 28	79.72 67.80 67.83 74.13	75.87 64.69 64.10 70.91	67.11 57.58 55.26 63.22	43.95 43.74 42.19 41.87	42.31
3.- LÍMITE PLÁSTICO		31.42 31.59	31.25 31.38	30.70 30.68	30.91 30.00	30.45
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 522.06 (H/S)		S		GRAVA		42
PESO INICIAL DE CÁLCULO:		522.06		ARENA		33
				FINOS		25
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 42.00		
1"	0.00	0	100	LP = 30.00		
3/4"	27.82	5	95	IP = 12.00		
1/2"	113.65	22	78	CLASIFICACIÓN SUCS : SM AASHTO: A-2-7 IG(86): 0 IG(45): 0		
3/8"	141.59	27	73			
No. 4	219.76	42	58			
No. 10	298.22	57	43			
No. 40	355.64	68	32			
No. 200	390.05	75	25			



**CLASIFICACIÓN AASHTO: Grava y arena limosa o arcillosa (A-2-7)**

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA :** ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA :** 1

**LOCALIZAC:** EL CAPULÍ

**MUESTRA :** 3

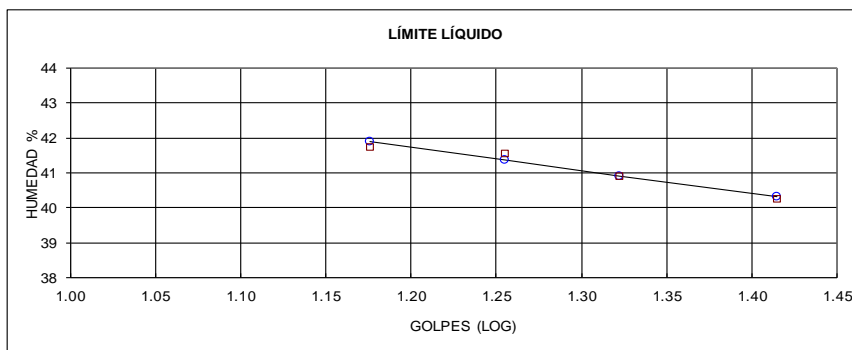
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD :** 1.5 m

**FECHA :** 13-03-2014

**REALIZADO :** A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.-CONTENIDO DE AGUA		452.08 421.06	382.20 356.47	59.06 61.57	21.63 21.90	21.76
2.- LÍM. LÍQUIDO	15 18 21 26	72.05 76.44 78.29 76.55	68.08 72.52 73.49 72.30	58.57 63.09 61.76 61.74	41.75 41.57 40.92 40.25	40.43
3.- LÍMITE PLÁSTICO		53.93 38.70	53.70 38.46	52.90 37.63	28.75 28.92	28.83
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 522.25 (H/S)		S 522.25		GRAVA	41	
PESO INICIAL DE CÁLCULO:				ARENA	38	
				FINOS	21	
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 40.00		
1"	0.00	0	100	LP = 29.00		
3/4"	11.75	2	98	IP = 11.00		
1/2"	54.14	10	90			
3/8"	111.25	21	79			
No. 4	214.58	41	59	CLASIFICACIÓN		
No. 10	315.67	60	40	SUCS : SC		
No. 40	377.92	72	28	AASHTO: A-2-6		
No. 200	411.61	79	21	IG(86): 0		
				IG(45): 0		



**CLASIFICACIÓN AASHTO: Grava y arena limosa o arcillosa (A-2-6)**

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL**

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO** : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

**OBRA** : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**LOCALZ** : EL CAPULÍ

**SOLICIDAD** : DIRECTOR DE TESIS

**FECHA** : ABRIL-AGOSTO-2014

**CALICATA N°** : 1

**NORMA** : AASHTO T 180-D

**PROFUND.**: 1.5 m

**REALIZADO**: Egdo. A.G.

<b>NORMA ENSAYO:</b>	T-180-D	
<b>GOLPES/CAPA:</b>	56	
<b>No. DE CAPAS:</b>	5	
<b>PESO MARTILLO:</b>	4.5	Kg.
<b>ALT. DE CAÍDA:</b>	46.0	cm.

<b>DATOS DEL MOLDE</b>	
<b>DIÁMETRO:</b>	15.20 cm.
<b>ALTURA:</b>	11.6 cm
<b>VOLUMEN :</b>	2.105 cm <sup>3</sup>
<b>PESO :</b>	6.290 gramos

**DATOS PARA LA CURVA:**

PUNTO No.:	6%	8%	10%	12%
Peso comp.:	10.567	10.739	10.794	10.791
Peso suelo:	4.277	4.449	4.504	4.501
Dens. Hum :	2.032	2.114	2.140	2.138

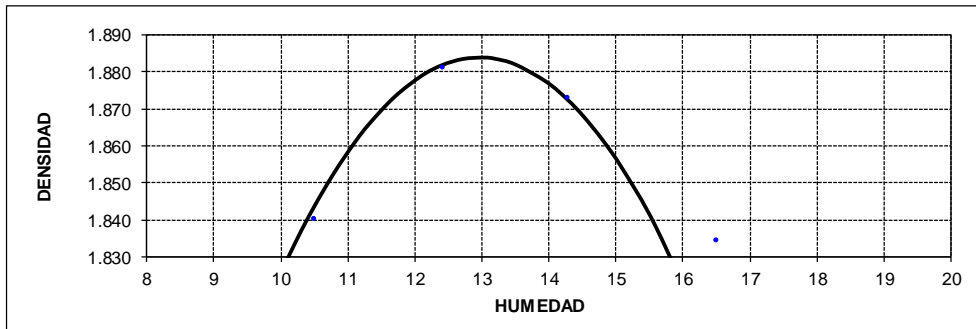
**CONTENIDOS DE HUMEDAD:**

W. hum.:	502.95	491.79	441.29	472.19	474.03	477.91	413.87	446.94
W. seco:	460.87	450.93	397.90	425.53	423.26	425.14	360.89	391.13
W. caps:	55.26	59.54	37.62	56.99	60.60	60.82	37.98	57.43
w (%) :	10.37	10.44	12.04	12.66	14.00	14.48	16.41	16.72
promedio	10.41		12.35		14.24		16.57	
Dens. Seca:	1.840		1.881		1.873		1.834	

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MÁXIMA =  
 CONT. DE AGUA OPTIMO =

1.884 Kg/m<sup>3</sup>  
 12.97 %



OBSERVACIONES: La toma de muestras fue realizada por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
 DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
 TESISTA



## DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL.

**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**LOCALZ :** EL CAPULÍ

**SOLICITAD :** DIRECTOR DE TESIS

**FECHA :** ABRIL-AGOSTO-2014

**CALICATA N° :** 1

NUMERO DEL MOLDE N°	1	2	3
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15.22	15.22	15.22
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	12.65	12.65	12.63
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5.08	5.08	5.08

NORMA: ASTM 1883  
 PROFUND.: 1.5 m  
 REALIZADO: Egd. A.G.

### ÍNDICE DE SOPORTE CALIFORNIA " C. B. R. "

MOLDE N°	1		2		3		
	56		25		10		
N ° DE GOLPES POR CAPA							
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATUR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.	
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	11745	11784	11680	11791	11383	11537
PESO DEL MOLDE + BASE	gr.	6840	6840	6856	6856	6814	6814
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	gr.	4905	4944	4824	4935	4569	4723
VOLUMEN DE MUESTRA	cm <sup>3</sup>	2301.49	2301.49	2301.49	2301.49	2297.85	2297.85
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm <sup>3</sup>	2.131	2.148	2.096	2.144	1.988	2.055

HUMEDAD	ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO		
	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	
RECIPiente N°	31	MS	13	4	36	MS1	U21	17	MS8	MS80	D80	U42	
PESO DEL RECIPIENTE.	gr.	30.91	30.50	60.30	37.10	30.57	30.70	57.33	57.43	30.55	30.62	61.23	56.29
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC.	gr.	184.88	188.08	446.16	387.22	184.67	180.55	441.09	414.89	184.53	194.29	418.71	401.89
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC.	gr.	167.22	169.94	399.93	344.34	166.84	163.44	390.86	366.38	166.88	175.36	367.95	352.33
PESO DE AGUA.	gr.	17.66	18.14	46.23	42.88	17.83	17.11	50.23	48.51	17.65	18.93	50.76	49.56
PESO DE MUESTRA SECA.	gr.	136.31	139.44	339.63	307.24	136.27	132.74	333.53	308.95	136.33	144.74	306.72	296.04
CONTENIDO DE HUMEDAD.	gr.	12.96	13.01	13.61	13.96	13.08	12.89	15.06	15.70	12.95	13.08	16.55	16.74
HUMEDAD PROMEDIO.	%.	12.98		13.78		12.99		15.38		13.01		16.65	
DENSIDAD SECA.	gr/cm <sup>3</sup>	1.886		1.888		1.855		1.858		1.759		1.762	

### PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA

MOLDE N°	1	2	3
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	11784	11791	11537
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	11745	11680	11383
PESO DE AGUA ABSORBIDA	39	111	154
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	0.80	2.30	3.37

### DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA	TIEMPO	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
HORA	DÍAS	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	4	0.04	0.03	0.03	5	0.05	0.04	5	0.05	0.04
3	4	0.04	0.03	0.03	6	0.06	0.05	6	0.06	0.05
4	4	0.04	0.03	0.03	6	0.06	0.05	6	0.06	0.05
5	4	0.04	0.03	0.03	6	0.06	0.05	6	0.06	0.05

### DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN

PENETR.	CARGAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3				
		LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.		
EN	TIPO	plg.	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
0.025		57.0	192.63		38.00	128.42		27.0	91.24			
0.050		116.0	392.01		87.00	294.01		47.0	158.83			
0.075		158.0	533.95		124.00	419.05		66.0	223.04			
0.100	1000	200.0	675.89	76.0	168.00	567.74	54.0	80.0	270.35		29	
0.150		274.0	925.96		245.00	827.96		106.0	358.22			
0.200	1500	362.0	1223.35	86.6	280.00	946.24	62.6	123.0	415.67		27.33	
0.250		441.0	1490.33		328.00	1108.45		136.0	459.60			
0.300	1900	513.0	1733.65		376.00	1270.67		149.0	503.54			
0.400	2300	645.0	2179.73		464.00	1568.06		170.0	574.50			
0.500	2600	773.0	2612.30		536.00	1811.38		191.0	645.47			

Ing. Ángel Tapia Chávez  
 DIRECTOR DE TESIS

Egd. Ángel Gualán  
 TESISISTA





DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ. : EL CAPULÍ

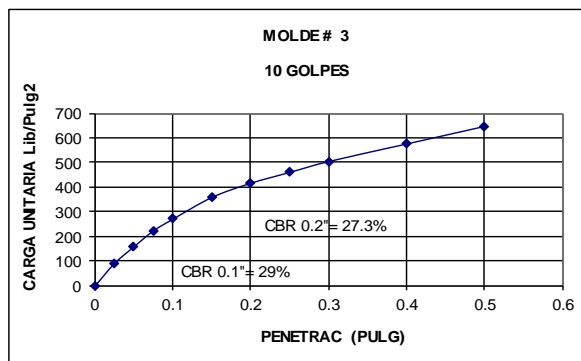
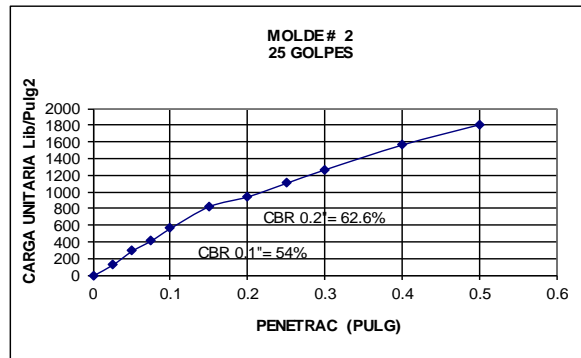
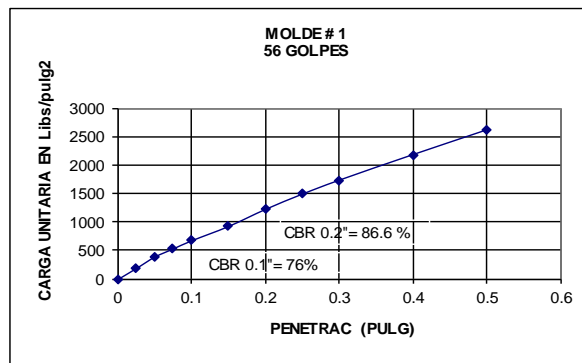
SOLICITAD : DIRECTOR DE TESIS

PROFUND.: 1.5 m

REALIZADO: Ego. A.G.

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Ego. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL**  
**LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

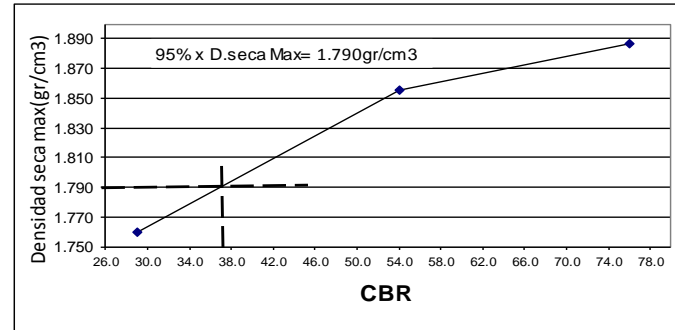
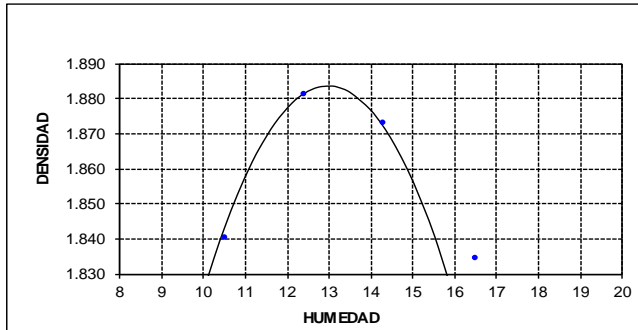
LOCALZ. : EL CAPULÍ

SOLICITAD : DIRECTOR DE TESIS

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

PROFUND.: 1.5 m

DENSIDAD SECA MÁXIMA = **1.884 Kg/m<sup>3</sup>**  
 CONT. DE AGUA ÓPTIMO = **12.97 %**



**C.B.R. DE DISEÑO AL 95% COMPACTACIÓN = 37%**

# golpes	C.B.R.		D. SECA MAX
	0.1	0.2	
56	76.0	86.6	1.886
25	54	62.6	1.855
10	29.0	27.3	1.759

OBSERVACIONES: El CBR de diseño se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% del porcentaje de compactación.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
 DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
 TESISISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

<b>REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO</b>	Sondeo N°: 1	Hoja: 1 de 10
--------------------------------------	--------------	---------------

<b>PROYECTO:</b> "Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono "Argelia" que está ubicado en las siguientes coordenadas del DATUM PSAD 56.	<b>N:</b> 9550588 <b>E:</b> 0700359	<b>Cota:</b> 2239	<b>Profundidad Final:</b> 1,5m
--	--	-------------------	--------------------------------

<b>UBICACIÓN: ARGELIA - CAPULÍ</b>	<b>Nivel Freático</b> Inicio: ---- Fin: ----	FECHA DE SONDEO Inicio: 22/11/2013 Fin: 22/11/2013
------------------------------------	--	--

PROFUNDIDAD (m)	PERFIL SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	GRANULOM			LL %	IP %	W %	AASTHO	N. FREÁTICO	Capacidad admisible-penetrometro de bolsillo kg/cm <sup>2</sup>	PROFUNDIDAD (m)
			G	S	F							
0-0,2		Capa vegetal, color negro										0
0,2-0,5		Suelo de color gris oscuro , clasificado por la norma como suelo limoso con contenido de humedad alto.	6	24	70	25	9	20.4	A-4 (7)			0,5
0,5-1,0		Suelo arenoso de color amarillo , clasificado por la norma como Grava y arena limosas o arcillosas con contenido de humedad alto	42	33	25	42	6	22.7	A-2-5 (0)			1,0
1,0-1,5		Suelo arenoso de color amarillo , clasificado por la norma como Grava y arena limosa o arcillosa con contenido de humedad alto.	41	38	21	40	6	21.8	A-2-6 (0)		0,99	1,5



0.5m



1.0m



1.5m

<b>OBSERVACIONES:</b>  	Ing. Ángel Tapia Chavez DIRECTOR DE TESIS	Egdo. Ángel Gualán TESISTA
-------------------------------	--	-------------------------------

**CALICATA N° 2**

**GRANULOMETRÍA**

**LÍMITES**

**COMPACTACIÓN**

**C.B.R.**



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIOS UTPL

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO** : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA** : ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA** : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA** : 2

**LOCALIZAC** : EL CAPULÍ

**MUESTRA** : 1

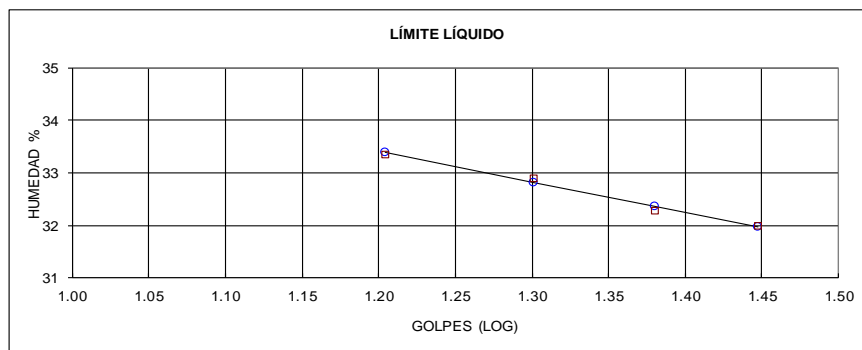
**SOLICITADO**: DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD** : 0.5 m

**FECHA** : 13-03-2014

**REALIZADO** : A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		347.19 365.32	265.12 282.01	54.75 69.66	39.01 39.23	39.12
2.- LÍM. LÍQUIDO	16 20 24 28	71.37 78.94 71.86 81.21	67.14 74.64 68.06 77.37	54.46 61.57 56.29 65.37	33.36 32.90 32.29 32.00	32.26
3.- LÍMITE PLÁSTICO		64.04 70.58	63.89 70.37	63.29 69.56	25.00 25.93	25.46
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 520.67 (H/S)		S	GRAVA		8	
PESO INICIAL DE CÁLCULO:		520.67	ARENA		32	
			FINOS		60	
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 32.00 LP = 25.00 IP = 7.00		
1"	0.00	0	100			
3/4"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN SUCS : ML-OL AASHTO: A-4		
1/2"	11.56	2	98			
3/8"	16.15	3	97	IG(86): 5 IG(45): 5		
No. 4	42.72	8	92			
No. 10	70.69	14	86			
No. 40	106.71	20	80			
No. 200	208.44	40	60			



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo limoso (A-4)

Observaciones: La toma de muestras fue realizada por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA :** ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA :** 2

**LOCALIZAC:** EL CAPULÍ

**MUESTRA :** 2

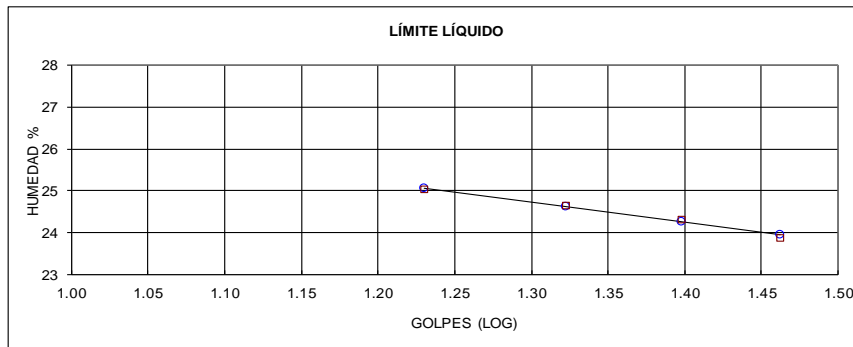
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD :** 1 m

**FECHA :** 13-03-2014

**REALIZADO :** A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.-CONTENIDO DE AGUA		360.00 359.60	288.71 289.44	56.99 61.16	30.77 30.73	30.75
2.- LÍM. LÍQUIDO	17 21 25 29	76.88 84.50 74.15 86.57	73.41 81.06 70.91 83.50	59.55 67.11 57.59 70.65	25.04 24.66 24.32 23.89	24.26
3.- LÍMITE PLÁSTICO		53.84 54.64	53.67 54.45	52.73 53.41	18.09 18.27	18.18
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 521.35 (H/S) S			GRAVA 0			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 521.35			ARENA 29			
			FINOS 71			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 24.00		
1"	0.00	0	100	LP = 18.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 6.00		
1/2"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN SUCS : ML-OL AASHTO: A-4 IG(86): 7 IG(45): 7		
3/8"	0.00	0	100			
No. 4	1.40	0	100			
No. 10	3.95	1	99			
No. 40	23.08	4	96			
No. 200	151.10	29	71			



**CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo limoso (A-4)**

Observaciones: La toma de muestras fue realizada por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualan  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA :** ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA :** 2

**LOCALIZAC:** EL CAPULÍ

**MUESTRA :** 3

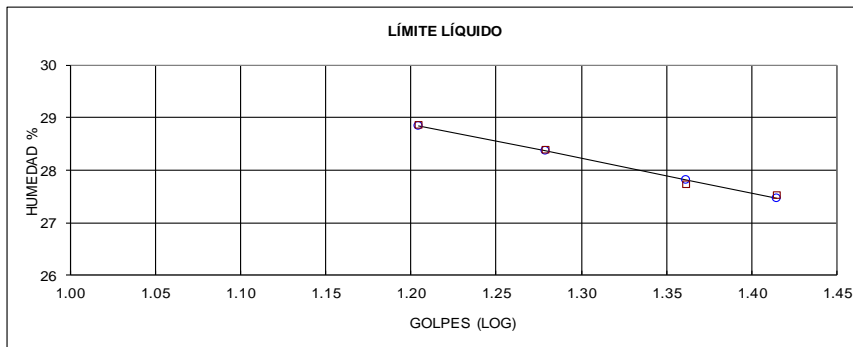
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD :** 1.5 m

**FECHA :** 13-03-2014

**REALIZADO :** A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.-CONTENIDO DE AGUA		316.98 344.23	258.60 284.42	37.67 59.13	26.42 26.55	26.49
2.- LÍM. LÍQUIDO	16 19 23 26	74.83 68.26 73.44 66.52	72.23 65.87 70.85 64.09	63.22 57.45 61.51 55.26	28.86 28.38 27.73 27.52	27.58
3.- LÍMITE PLÁSTICO		31.55 31.53	31.42 31.41	30.62 30.68	16.25 16.44	16.34
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 521.21 (H/S) S			GRAVA 0			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 521.21			ARENA 25			
			FINOS 75			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 28.00		
1"	0.00	0	100	LP = 16.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 12.00		
1/2"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN SUCS : CL AASHTO: A-6 IG(86): 9 IG(45): 9		
3/8"	0.00	0	100			
No. 4	0.00	0	100			
No. 10	0.90	0	100			
No. 40	15.99	3	97			
No. 200	131.20	25	75			



**CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-6)**

Observaciones: La toma de muestras fue realizada por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualan  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL**

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR**

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

**PROYECTO** : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

**OBRA** : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**LOCALZ** : EL CAPULÍ

**SOLICITADO** : DIRECTOR DE TESIS

**FECHA** : ABRIL-AGOSTO-2014

**CALICATA N°** : 2

**NORMA** : AASHTO T 180-D

**PROFUND** : 1.5 m

**REALIZADO**: Egdo. A.G.

<b>NORMA ENSAYO:</b>	T-180-D	
<b>GOLPES/CAPA:</b>	56	
<b>No. DE CAPAS:</b>	5	
<b>PESO MARTILLO:</b>	4.5	Kg.
<b>ALT. DE CAÍDA:</b>	46.0	cm.

<b>DATOS DEL MOLDE</b>	
<b>DIÁMETRO:</b>	15.22 cm.
<b>ALTURA:</b>	11.56 cm
<b>VOLUMEN :</b>	2.103 cm <sup>3</sup>
<b>PESO :</b>	6.252 gramos

**DATOS PARA LA CURVA:**

PUNTO No.:	10%	12%	14%	16%
Peso comp.:	10.426	10.583	10.723	10.669
Peso suelo:	4.174	4.331	4.471	4.417
Dens. Hum :	1.985	2.059	2.126	2.100

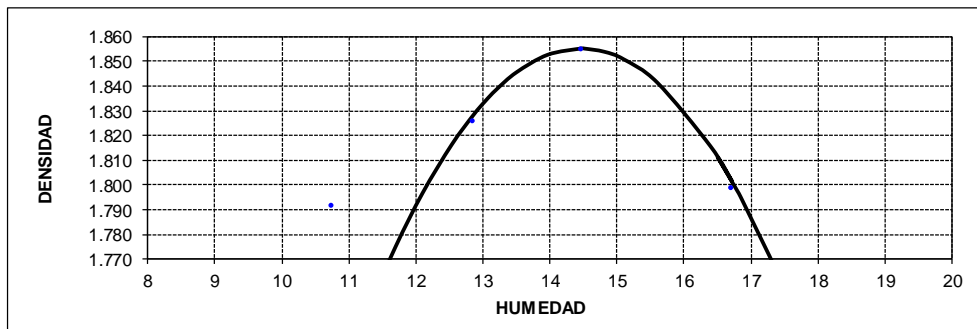
**CONTENIDOS DE HUMEDAD:**

W. hum.:	337.00	356.12	345.66	360.02	341.31	338.62	398.49	366.67
W. seco:	310.15	327.75	314.03	326.59	306.62	304.72	351.59	322.54
W. caps:	63.64	61.54	66.69	65.30	69.71	72.29	65.59	65.14
w (%) :	10.89	10.66	12.79	12.79	14.64	14.59	16.40	17.14
promedio	10.77		12.79		14.61		16.77	
Dens. Seca:	1.792		1.826		1.855		1.799	

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MÁXIMA =  
 CONT. DE AGUA OPTIMO =

1.855 Kg/m<sup>3</sup>  
 14.46 %



OBSERVACIONES: La toma de muestras fue realizada por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
 DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
 TESISISTA





**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL**  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ : EL CAPULÍ

SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

CALICATA N° : 2

NUMERO DEL MOLDE N°	7	8	9
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15.23	15.22	15.26
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	12.81	12.81	12.81
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5.08	5.08	5.08

NORMA: ASTM 1883

PROFUND: 1.5 m

REALIZADO: Egdo. A.G.

**ÍNDICE DE SOPORTE CALIFORNIA " C. B. R. "**

MOLDE N°		7		8		9	
N° DE GOLPES POR CAPA		56		25		10	
CONDICIÓN DE MUESTRA		ANTES SATUR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	12048	12098	11355	11547	11332	11676
PESO DEL MOLDE + BASE	gr.	7140	7140	6781	6781	7151	7151
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	gr.	4908	4958	4574	4766	4181	4525
VOLUMEN DE MUESTRA	cm <sup>3</sup>	2333.67	2333.67	2330.60	2330.60	2342.87	2342.87
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm <sup>3</sup>	2.103	2.125	1.963	2.045	1.785	1.931

HUMEDAD		ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPIENTE N°		31	MS	13	4	36	MS1	U21	17	MS8	MS80	D80	U42
PESO DEL RECIPIENTE.	gr.	58.57	55.25	57.16	60.30	59.53	66.35	62.28	69.83	69.64	69.01	65.58	60.38
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC.	gr.	416.36	402.24	444.05	456.36	381.22	400.81	469.64	451.29	424.50	407.81	457.56	419.50
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC.	gr.	371.78	359.10	390.85	401.59	340.98	359.38	403.65	390.00	380.25	365.28	383.02	351.10
PESO DE AGUA.	gr.	44.58	43.14	53.2	54.77	40.24	41.43	65.99	61.29	44.25	42.53	74.54	68.4
PESO DE MUESTRA SECA.	gr.	313.21	303.85	333.69	341.29	281.45	293.03	341.37	320.17	310.61	296.27	317.44	290.72
CONTENIDO DE HUMEDAD.	gr.	14.23	14.20	15.94	16.05	14.30	14.14	19.33	19.14	14.25	14.36	23.48	23.53
HUMEDAD PROMEDIO.	%.	14.22		16.00		14.22		19.24		14.30		23.50	
DENSIDAD SECA.	gr/cm <sup>3</sup>	1.841		1.832		1.718		1.715		1.561		1.564	

**PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA**

MOLDE N°		7	8	9
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.		12098	11547	11676
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.		12048	11355	11332
PESO DE AGUA ABSORBIDA		50	192	344
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA		1.02	4.20	8.23

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

FECHA	TIEMPO	MOLDE N° 7			MOLDE N° 8			MOLDE N° 9		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
Y	EN	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	39	0.39	0.30	45	0.45	0.35	54	0.54	0.42
	3	42	0.42	0.33	50	0.5	0.39	62	0.62	0.48
	4	45	0.45	0.35	53	0.53	0.41	63	0.63	0.49
	5	46	0.46	0.36	53	0.53	0.41	63	0.63	0.49

**DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN**

PENETR.	CARGAS	MOLDE N° 7			MOLDE N° 8			MOLDE N° 9		
		LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.
EN	TIPO	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
0.025		61.0	38.2		55.00	34.42		30.0	18.78	
0.050		177.0	110.8		153.00	95.76		65.0	40.68	
0.075		321.0	200.9		265.00	165.86		86.0	53.83	
0.100	1000	448.0	280.4	34.0	356.00	222.82	24.8	100.0	62.59	6.3
0.150		677.0	423.7		462.00	289.16		118.0	73.85	
0.200	1500	843.0	527.6	37.2	535.00	334.85	22.8	134.0	83.87	5.8
0.250		974.0	609.6		592.00	370.52		149.0	93.26	
0.300	1900	1159.0	725.4		640.00	400.57		164.0	102.65	
0.400	2300	1430.0	895.0		725.00	453.77		192.0	120.17	
0.500	2800	1680.0	1051.5		807.00	505.09		218.0	136.44	

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ. : EL CAPULÍ

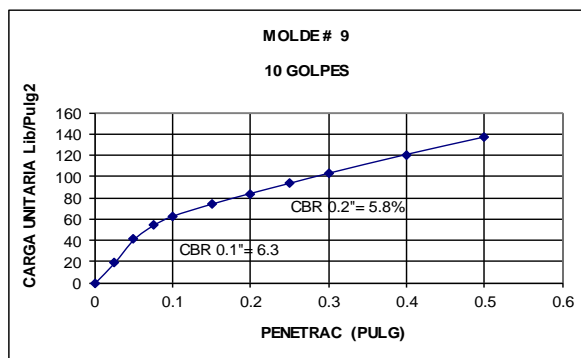
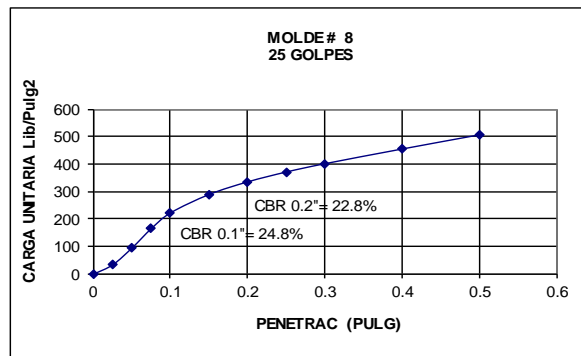
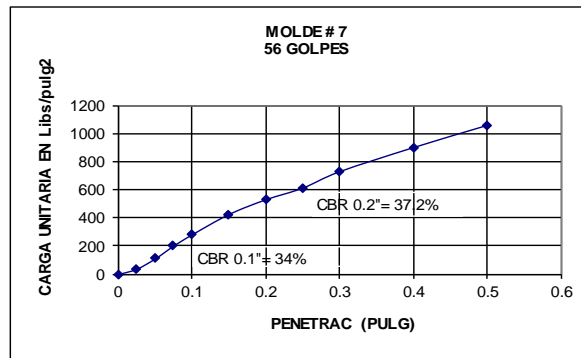
SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

PROFUND : 1.5 m

REALIZADO: Egdo. A.G.

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

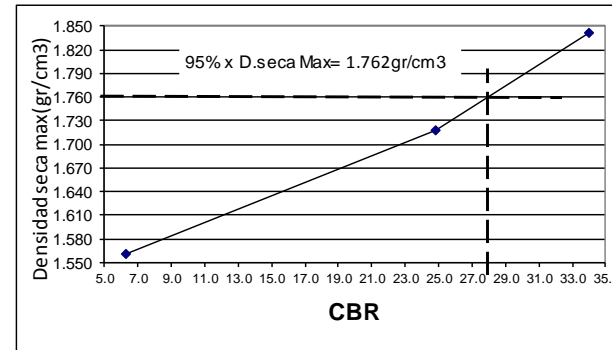
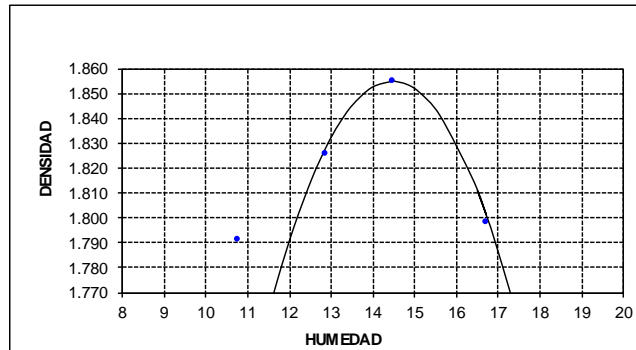
LOCALZ : EL CAPULÍ

SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

PROFUND : 1.5 m

DENSIDAD SECA MÁXIMA = **1.855 Kg/m<sup>3</sup>**  
CONT. DE AGUA ÓPTIMO = **14.46 %**



**C.B.R. DE DISEÑO AL 95% COMPACTACIÓN = 28%**

# golpes	C.B.R.		D. SECA
	0.1	0.2	MAX.
56	34.0	37.2	1.841
25	24.8	22.8	1.718
10	6.3	5.8	1.561

OBSERVACIONES: El CBR de diseño se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% del porcentaje de compactación.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

<b>REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO</b>	Sondeo N°: 2	Hoja: 2 de 10
--------------------------------------	--------------	---------------

<b>PROYECTO:</b> "Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono "Argelia" que está ubicado en las siguientes coordenadas del DATUM PSAD 56.	<b>N:</b> 9551078	<b>Cota:</b> 2200	<b>Profundidad Final:</b> 1,5m
	<b>Coordenadas E:</b> 0700211		
<b>UBICACIÓN:</b> ARGELIA - CAPULÍ	<b>Nivel Freático</b>	<b>Inicio:</b> ---- <b>Fin:</b> ----	<b>FECHA DE SONDEO</b> <b>Inicio:</b> 22/11/2013 <b>Fin:</b> 22/11/2013

PROFUNDIDAD (m)	PERFIL	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	GRANULOM			LL	IP	W	AASTHO	N. FREÁTICO	Capacidad admisible-penetrometro de bolsillo kg/cm <sup>2</sup>	PROFUNDIDAD (m)
				G	S	F							
0			Capa vegetal, color café claro										
0.2			Suelo de café claro , clasificado por la norma como suelo limoso con contenido de humedad alto.	8	32	60	32	2	39.1	A-4 (5)			
0.5													
0.8			Suelo limoso de color café oscuro , clasificado por la norma como suelo limoso con contenido de humedad alto.	0	29	71	24	6	30.8	A-4 (7)			
1.1													
1.4			Suelo arcilloso de color gris oscuro , clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.	0	25	75	28	12	26.5	A-6 (9)	0.49		
1.5													



0.5m



1.0m



1.5m

<b>OBSERVACIONES:</b>	Ing. Ángel Tapia Chavez DIRECTOR DE TESIS	Egdo. Ángel Gualán TESISTA
-----------------------	--	-------------------------------

**CALICATA N° 3**

**GRANULOMETRÍA**

**LÍMITES**

**COMPACTACIÓN**

**C.B.R.**



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIOS UTPL

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO** : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA** : ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA** : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA** : 3

**LOCALIZAC:** EL CAPULI

**MUESTRA** : 1

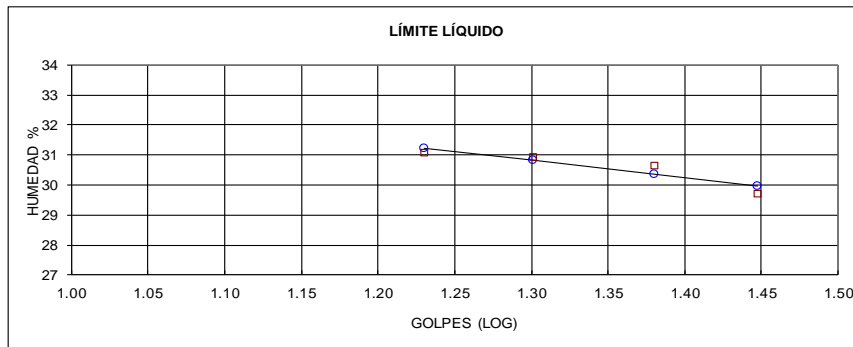
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD** : 0.5 m

**FECHA** : 13-03-2014

**REALIZADO** : A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.-CONTENIDO DE AGUA		404.32 364.47	342.45 308.89	62.65 57.34	22.11 22.10	22.10
2.- LÍM. LÍQUIDO	17 20 24 28	74.31 66.43 73.39 74.25	70.86 63.23 70.03 70.85	59.76 52.88 59.06 59.41	31.08 30.92 30.63 29.72	30.24
3.- LÍMITE PLÁSTICO		32.07 70.31	31.83 70.06	30.70 68.91	21.24 21.74	21.49
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 521.03 (H/S) S			GRAVA 1			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 521.03			ARENA 49			
			FINOS 50			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 30.00		
1"	0.00	0	100	LP = 21.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 9.00		
1/2"	0.00	0	100			
3/8"	0.00	0	100			
No. 4	4.60	1	99	CLASIFICACIÓN		
No. 10	59.29	11	89	SUCS : CL		
No. 40	178.30	34	66	AASHTO: A-4		
No. 200	258.76	50	50	IG(86): 3		
				IG(45): 3		



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo limoso (A-4)

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA :** ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA :** 3

**LOCALIZAC:** EL CAPULI

**MUESTRA :** 2

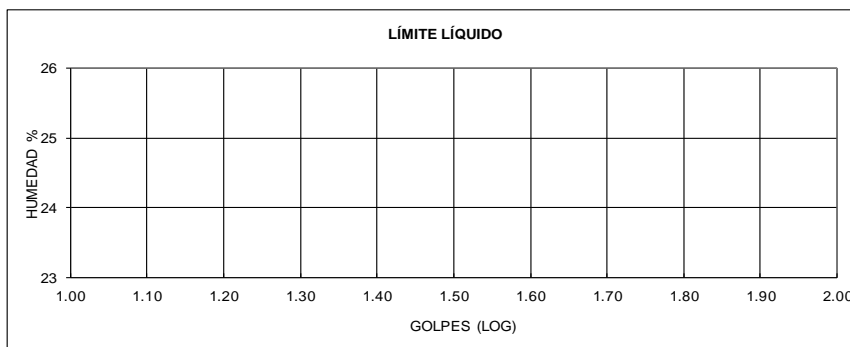
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD :** 1 m

**FECHA :** 13-03-2014

**REALIZADO :** A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		485.96 491.58	461.69 467.91	54.46 69.00	5.96 5.93	5.95
2.- LÍM. LÍQUIDO			NO PLASTICO			
3.- LÍMITE PLÁSTICO			NO PLASTICO			
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 2177.75 (H/S)		S		GRAVA		41
PESO INICIAL DE CÁLCULO:		2177.75		ARENA		56
				FINOS		3
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 0.00 LP = 0.00 IP = 0.00  CLASIFICACIÓN SUCS : SW AASHTO: A-1-a IG(86): 0 IG(45): 0		
1"	53.57	2	98			
3/4"	116.54	5	95			
1/2"	251.68	12	88			
3/8"	435.39	20	80			
No. 4	886.18	41	59			
No. 10	1396.70	64	36			
No. 40	1945.94	89	11			
No. 200	2105.13	97	3			



**CLASIFICACIÓN ASHTO: Fragmentos de roca grava y arena (A-1-a)**

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO** : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA** : ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA** : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA** : 3

**LOCALIZAC:** EL CAPULI

**MUESTRA** : 3

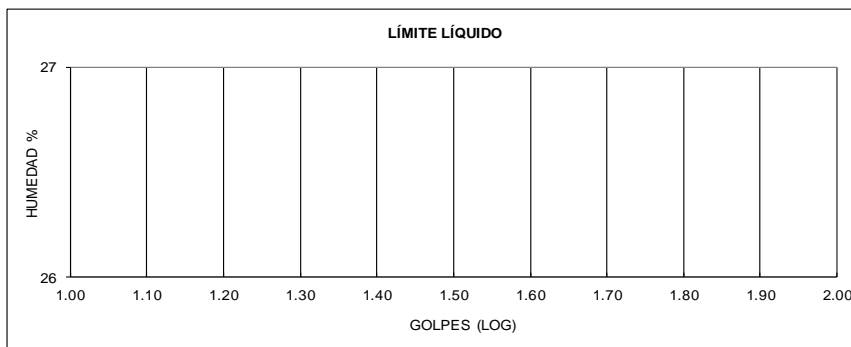
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD** : 1.5 m

**FECHA** : 13-03-2014

**REALIZADO** : A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.-CONTENIDO DE AGUA		444.30 497.73	417.24 469.21	36.46 65.55	7.11 7.07	7.09
2.- LÍM. LÍQUIDO			NO PLASTICO			
3.- LÍMITE PLÁSTICO			NO PLSTICO			
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 2249.20 (H/S)		S		GRAVA		47
PESO INICIAL DE CÁLCULO:		2249.20		ARENA		50
				FINOS		3
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 0.00 LP = 0.00 IP = 0.00  CLASIFICACIÓN SUCS : sw AASHTO: A-1-a IG(86): 0 IG(45): 0		
1"	29.45	1	99			
3/4"	183.89	8	92			
1/2"	350.09	16	84			
3/8"	549.86	24	76			
No. 4	1064.91	47	53			
No. 10	1601.60	71	29			
No. 40	2062.94	92	8			
No. 200	2171.47	97	3			



**CLASIFICACIÓN ASHTO: Fragmentos de roca grava y arena (A-1-a)**

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA





**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL**

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR**

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

**PROYECTO** : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

**OBRA** : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**LOCALZ** : EL CAPULÍ

**SOLICITADO** : DIRECTOR DE TESIS

**FECHA** : ABRIL-AGOSTO-2014

**CALICATA N°** : 3

**NORMA** : AASHTO T 180-D

**PROFUND.**: 1.5 m

**REALIZADO**: Egdo. A.G.

NORMA ENSAYO:	T-180-D	
GOLPES/CAPA:	56	
No. DE CAPAS:	5	
PESO MARTILLO:	4.5	Kg.
ALT. DE CAÍDA:	46.0	cm.

DATOS DEL MOLDE	
DIÁMETRO:	15.20 cm.
ALTURA:	11.6 cm
VOLUMEN :	2.105 cm <sup>3</sup>
PESO :	6.290 gramos

**DATOS PARA LA CURVA:**

PUNTO No.:	4%	6%	8%	10%
Peso comp.:	10.752	11.020	11.138	11.164
Peso suelo:	4.462	4.730	4.848	4.874
Dens. Hum :	2.120	2.247	2.303	2.316

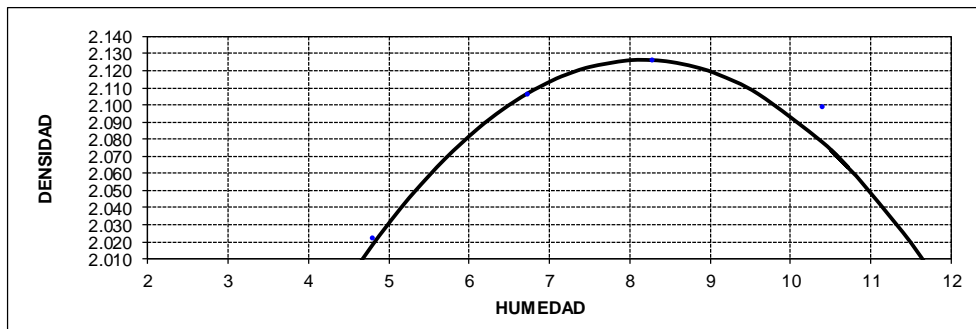
**CONTENIDOS DE HUMEDAD:**

W. hum.:	584.04	567.93	422.44	417.52	497.75	421.80	586.33	556.83
W. seco:	560.23	544.30	399.80	395.28	462.27	394.91	538.30	509.07
W. caps:	65.39	61.66	65.15	60.24	36.45	72.44	64.55	54.45
w (%) :	4.81	4.90	6.77	6.64	8.33	8.34	10.14	10.51
promedio	4.85		6.70		8.34		10.32	
Dens. Seca:	2.022		2.106		2.126		2.099	

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MÁXIMA =  
 CONT. DE AGUA OPTIMO =

2.126 Kg/m<sup>3</sup>  
 8.16 %



OBSERVACIONES: La toma de muestras fue realizada por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
 DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
 TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL**  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ : EL CAPULÍ

SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

CALICATA N° : 3

NUMERO DEL MOLDE N°	10	11	12
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15.28	15.23	15.22
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	12.64	12.65	12.68
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5.08	5.08	5.08

NORMA: ASTM 1883

PROFUND.: 1.5 m

REALIZADO: Egdo. A.G.

**ÍNDICE DE SOPORTE CALIFORNIA " C. B. R. "**

MOLDE N°	10		11		12	
	56		25		10	
N° DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATUR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE gr.	12498	12568	11890	12000	11820	11960
PESO DEL MOLDE + BASE gr.	7175	7175	6854	6854	6843	6843
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA gr.	5323	5393	5036	5146	4977	5117
VOLUMEN DE MUESTRA cm <sup>3</sup>	2317.84	2317.84	2304.52	2304.52	2306.95	2306.95
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm <sup>3</sup>	2.297	2.327	2.185	2.233	2.157	2.218

HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPiente N°	31	MS	13	4	36	MS1	U21	17	MS8	MS80	D80	U42
PESO DEL RECIPIENTE gr.	60.85	63.09	60.83	59.07	59.45	65.59	64.09	37.11	70.67	55.27	61.68	54.75
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC. gr.	529.80	537.94	469.07	460.27	529.63	556.29	488.66	443.65	552.90	545.82	503.01	514.18
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC. gr.	494.17	502.32	437.59	428.58	494.04	519.55	451.34	407.20	516.58	508.93	461.01	473.34
PESO DE AGUA gr.	35.63	35.62	31.48	31.69	35.59	36.74	37.32	36.45	36.32	36.89	42	40.84
PESO DE MUESTRA SECA gr.	433.32	439.23	376.76	369.51	434.59	453.96	387.25	370.09	445.91	453.66	399.33	418.59
CONTENIDO DE HUMEDAD gr.	8.22	8.11	8.36	8.58	8.19	8.09	9.64	9.85	8.15	8.13	10.52	9.76
HUMEDAD PROMEDIO %	8.17		8.47		8.14		9.74		8.14		10.14	
DENSIDAD SECA gr/cm <sup>3</sup>	2.123		2.145		2.021		2.035		1.995		2.014	

**PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA**

MOLDE N°	10	11	12
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12568	12000	11960
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	12498	11890	11820
PESO DE AGUA ABSORBIDA	70	110	140
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	1.32	2.18	2.81

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

FECHA	TIEMPO	MOLDE N° 10			MOLDE N° 11			MOLDE N° 12		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
HORA	DÍAS	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0.00	6	0.06	0.05	14	0.14	0.11
3	0	0	0	0.00	6	0.06	0.05	16	0.16	0.13
4	2	0.02	0.02	0.02	6	0.06	0.05	17	0.17	0.13
5	2	0.02	0.02	0.02	6	0.06	0.05	17	0.17	0.13

**DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN**

PENETR.	CARGAS:	MOLDE N° 10			MOLDE N° 11			MOLDE N° 12		
		LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.
EN	TIPO	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
0.025		65.0	219.66		19.00	64.21		3.0	10.14	
0.050		129.0	435.95		40.00	135.18		6.0	20.28	
0.075		184.0	621.82		72.00	243.32		15.0	50.69	
0.100	1000	229.0	773.89	83.0	106.00	358.22	38.0	25.0	84.49	19.5
0.150		310.0	1047.62		178.00	601.54		49.0	165.59	
0.200	1500	388.0	1311.22	93.4	244.00	824.58	41.0	72.0	243.32	21
0.250		467.0	1578.19		307.00	1037.49		92.0	310.91	
0.300	1900	543.0	1835.03		370.00	1250.39		112.0	378.50	
0.400	2300	690.0	2331.81		477.00	1611.99		163.0	550.85	
0.500	2600	822.0	2777.89		557.00	1882.34		215.0	726.58	

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL  
LABORATORIOS MECANICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ. : EL CAPULÍ

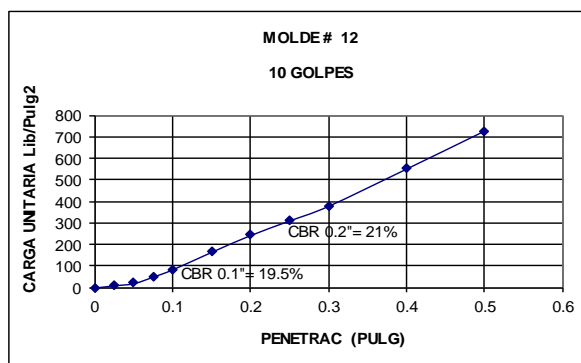
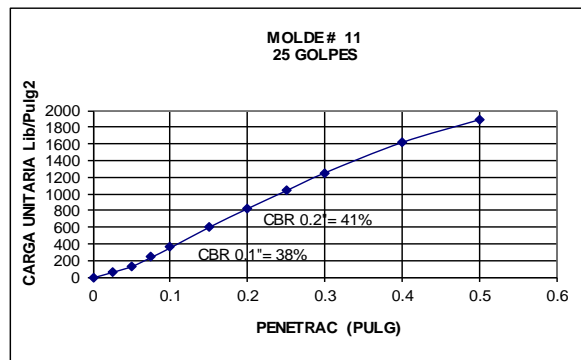
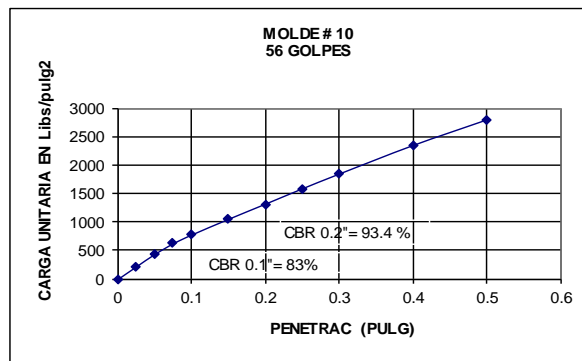
SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

PROFUND.: 1.5 m

REALIZADO: Ego. A.G.

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Ego. Ángel Gualán  
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

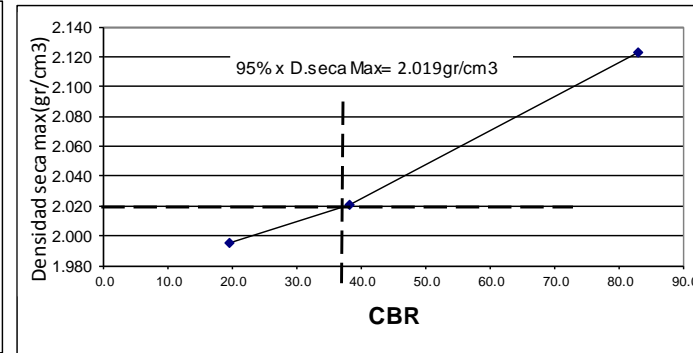
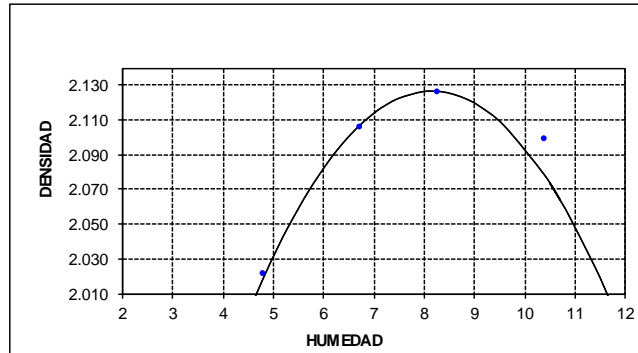
LOCALZ : EL CAPULÍ

SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

PROFUND.: 1.5 m

DENSIDAD SECA MÁXIMA **2.126 Kg/m<sup>3</sup>**  
CONT. DE AGUA ÓPTIMO **8.16 %**



**C.B.R. DE DISEÑO AL 95% COMPACTACIÓN = 37%**

# golpes	C.B.R.		D. SECA MAX
	0.1	0.2	
56	83.0	93.4	2.123
25	38	41	2.021
10	19.5	21.0	1.995

OBSERVACIONES: El CBR de diseño se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% del porcentaje de compactación.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

<b>REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO</b>	<b>Sondeo N°:</b> 3	<b>Hoj 3 de 10</b>
--------------------------------------	---------------------	--------------------

<b>PROYECTO:</b> "Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono "Argelia" que está ubicado en las siguientes coordenadas del DATUM PSAD 56.	<b>Coordenadas N:</b> 9551582	<b>Cota:</b> 2198	<b>Profundidad Final:</b>
	<b>E:</b> 0700279		1,5m

<b>UBICACIÓN:</b> ARGELIA - CAPULÍ	<b>Nivel Freático Inicio:</b> --- <b>Fin:</b> ---	<b>FECHA DE SONDEO Inicio:</b> 22/11/2013 <b>Fin:</b> 22/11/2013
------------------------------------	--	---

PROFUNDIDAD (m)	PERFIL	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	GRANULOM			LL	IP	W	AASTHO	N. FREÁTICO	Capacidad admisible-penetrometro de bolsillo	PROFUNDIDAD (m)
				G	S	F							
0,2			Capa vegetal, color café oscuro										
0,5			Suelo de color café claro, clasificado por la norma como suelo limoso, con contenido de humedad alto.	1	49	50	30	9	22.1	A-4 (3)			
1,0			Suelo de color gris claro, clasificado por la norma como suelos con fragmentos de roca, gravas y arena con contenido de humedad bajo.	41	56	3	0	0	5.95	A-1-a (0)			
1,5			Suelo de color gris oscuro, clasificado por la norma como suelos con fragmentos de roca, gravas y arena con contenido de humedad bajo.	47	50	3	0	0	7.09	A-1-a (0)		0.64	



0.5 m



1.0m



1.5m

<b>OBSERVACIONES:</b>	Ing. Ángel Tapia Chavez DIRECTOR DE TESIS	Egdo. Ángel Gualán TESISTA
-----------------------	--	-------------------------------

**CALICATA N° 4**

**GRANULOMETRÍA**

**LÍMITES**

**COMPACTACIÓN**

**C.B.R.**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA :** ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA :** 4

**LOCALIZAC:** EL CAPULI

**MUESTRA :** 1

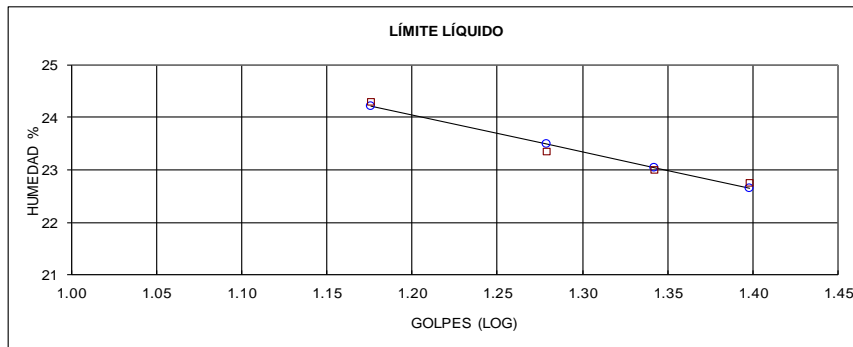
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD :** 0.5 m

**FECHA :** 18-03-2014

**REALIZADO :** A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.-CONTENIDO DE AGUA		385.23 380.75	333.61 330.41	59.49 61.73	18.83 18.74	18.78
2.- LÍM. LÍQUIDO	15 19 22 25	47.16 84.92 47.46 87.69	43.90 81.89 44.31 84.90	30.48 68.91 30.62 72.64	24.29 23.34 23.01 22.76	22.66
3.- LÍMITE PLÁSTICO		31.34 31.60	31.23 31.45	30.52 30.51	15.49 15.96	15.73
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 523.49 (H/S)		S		GRAVA		5
PESO INICIAL DE CÁLCULO:		523.49		ARENA		43
				FINOS		52
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 23.00		
1"	0.00	0	100	LP = 16.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 7.00		
1/2"	8.79	2	98	<b>CLASIFICACIÓN</b> SUCS : ML- OL AASHTO: A-4 IG(86): 3 IG(45): 3		
3/8"	8.79	2	98			
No. 4	26.17	5	95			
No. 10	47.83	9	91			
No. 40	90.14	17	83			
No. 200	249.96	48	52			



**CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo limoso (A-4)**

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA :** ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA :** 4

**LOCALIZAC:** EL CAPULI

**MUESTRA :** 2

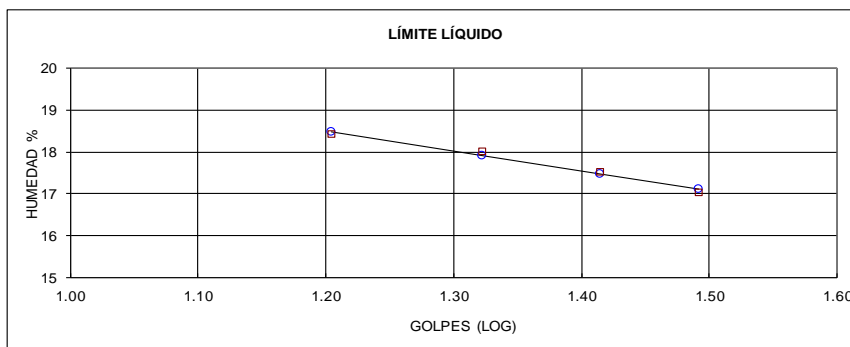
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD :** 1 m

**FECHA :** 18-03-2014

**REALIZADO :** A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.-CONTENIDO DE AGUA		430.35 433.66	383.78 386.39	60.44 58.58	14.40 14.42	14.41
2.- LÍM. LÍQUIDO	16 21 26 31	87.79 71.86 71.81 68.55	85.00 68.60 69.56 66.56	69.85 50.51 56.72 54.88	18.42 18.02 17.52 17.04	17.56
3.- LÍMITE PLÁSTICO		69.75 72.27	69.15 71.89	64.97 69.35	14.35 14.96	14.66
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 522.19 (H/S) S			GRAVA 14			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 522.19			ARENA 61			
			FINOS 25			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 18.00		
1"	0.00	0	100	LP = 15.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 3.00		
1/2"	11.89	2	98	CLASIFICACIÓN SUCS : SM AASHTO: A-2-4 IG(86): 0 IG(45): 0		
3/8"	28.37	5	95			
No. 4	72.97	14	86			
No. 10	130.67	25	75			
No. 40	195.36	37	63			
No. 200	392.46	75	25			



**CLASIFICACIÓN AASHTO: Grava y arena arcillosa o limosa (A-2-4)**

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA





**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA :** ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA :** 4

**LOCALIZAC:** EL CAPULI

**MUESTRA :** 3

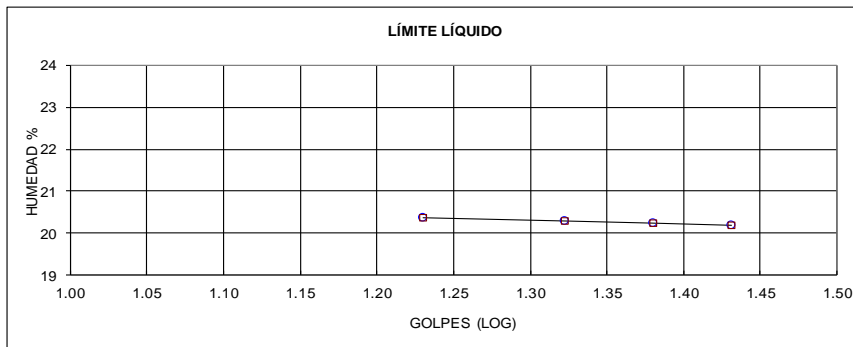
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD :** 1.5 m

**FECHA :** 18-03-2014

**REALIZADO :** A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.-CONTENIDO DE AGUA		514.94 505.91	472.00 463.60	69.83 65.15	10.68 10.62	10.65
2.- LÍM. LÍQUIDO	17 21 24 27	84.35 45.22 47.88 47.69	81.39 42.77 44.93 44.81	66.86 30.70 30.35 30.54	20.37 20.30 20.23 20.18	20.22
3.- LÍMITE PLÁSTICO		31.00 31.52	30.94 31.46	30.47 30.98	12.77 12.50	12.63
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 526.82 (H/S) S			GRAVA 31			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 526.82			ARENA 44			
			FINOS 25			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 20.00		
1"	0.00	0	100	LP = 13.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 7.00		
1/2"	38.91	7	93	<b>CLASIFICACIÓN</b> SUCS : SM-SC AASHTO: A-2-4 IG(86): 0 IG(45): 0		
3/8"	70.60	13	87			
No. 4	161.65	31	69			
No. 10	240.68	46	54			
No. 40	305.37	58	42			
No. 200	395.92	75	25			



**CLASIFICACIÓN AASHTO: Grava y arena arcillosa o limosa (A-2-4)**

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR**

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

**PROYECTO** : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

**OBRA** : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**LOCALZ** : EL CAPULÍ

**SOLICITADO** : DIRECTOR DE TESIS

**FECHA** : ABRIL-AGOSTO-2014

**CALICATA N°** : 4

**NORMA** : AASHTO T 180-D

**PROFUND.**: 1.5 m

**REALIZADO**: Egdo. A.G.

NORMA ENSAYO:	T-180-D	
GOLPES/CAPA:	56	
No. DE CAPAS:	5	
PESO MARTILLO:	4.5	Kg.
ALT. DE CAÍDA:	46.0	cm.

DATOS DEL MOLDE	
DIÁMETRO:	15.22 cm.
ALTURA:	11.56 cm
VOLUMEN :	2.103 cm <sup>3</sup>
PESO :	6.252 gramos

**DATOS PARA LA CURVA:**

PUNTO No.:	4%	6%	8%	10%
Peso comp.:	10.781	11.026	11.111	11.024
Peso suelo:	4.529	4.774	4.859	4.772
Dens. Hum :	2.153	2.270	2.310	2.269

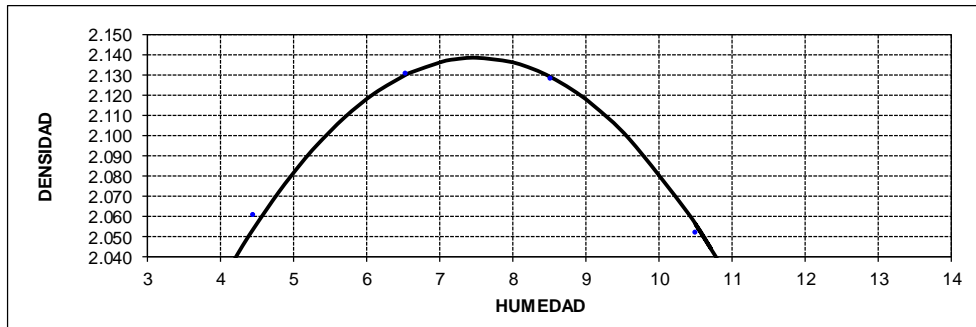
**CONTENIDOS DE HUMEDAD:**

W. hum.:	463.75	496.27	490.73	492.73	475.69	463.49	463.65	497.25
W. seco:	445.51	477.01	463.80	467.01	444.36	430.50	425.31	456.36
W. caps:	36.45	54.45	61.76	65.38	64.56	59.12	62.58	69.83
w (%) :	4.46	4.56	6.70	6.40	8.25	8.88	10.57	10.58
promedio	4.51		6.55		8.57		10.57	
Dens. Seca:	2.061		2.130		2.128		2.052	

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MÁXIMA =  
CONT. DE AGUA OPTIMO =

2.138 Kg/m<sup>3</sup>  
7.50 %



OBSERVACIONES: La toma de muestras fue realizada por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL**  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALIZ : EL CAPULÍ

SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

CALICATA N° : 4

NÚMERO DEL MOLDE N°	7	8	9
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15.28	15.23	15.22
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	12.94	12.95	12.98
ALTURA DEL ALZA: (cm)	4.78	4.78	4.78

NORMA: ASTM 1883

PROFUND.: 1.5 m

REALIZADO: Egdo. A.G.

**ÍNDICE DE SOPORTE CALIFORNIA " C. B. R. "**

MOLDE N°	7		8		9	
	56		25		10	
N° DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATUR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE gr.	12581	12634	11910	12029	12122	12333
PESO DEL MOLDE + BASE gr.	7140	7140	6781	6781	7151	7151
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA gr.	5441	5494	5129	5248	4971	5182
VOLUMEN DE MUESTRA cm <sup>3</sup>	2372.85	2372.85	2359.17	2359.17	2361.53	2361.53
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm <sup>3</sup>	2.293	2.315	2.174	2.225	2.105	2.194

HUMEDAD	ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO	
	31	MS	13	4	36	MS1	U21	17	MS8	MS80	D80	U42
RECIPiente N°												
PESO DEL RECIPIENTE gr.	52.89	64.11	51.31	69.02	51.31	57.17	57.10	57.15	69.04	57.61	60.57	52.87
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC. gr.	427.21	468.66	475.98	472.55	457.43	386.84	451.67	455.50	404.19	397.68	446.04	456.82
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC. gr.	401.64	441.01	444.05	445.26	429.76	364.18	416.96	420.96	380.94	373.94	406.61	417.83
PESO DE AGUA gr.	25.57	27.65	31.93	27.29	27.67	22.66	34.71	34.54	23.25	23.74	39.43	38.99
PESO DE MUESTRA SECA gr.	348.75	376.9	392.74	376.24	378.45	307.01	359.86	363.81	311.9	316.33	346.04	364.96
CONTENIDO DE HUMEDAD gr.	7.33	7.34	8.13	7.25	7.31	7.38	9.65	9.49	7.45	7.50	11.39	10.68
HUMEDAD PROMEDIO %	7.33		7.69		7.35		9.57		7.48		11.04	
DENSIDAD SECA gr/cm <sup>3</sup>	2.136		2.150		2.025		2.030		1.959		1.976	

**PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA**

MOLDE N°	7	8	9
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12634	12029	12333
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	12581	11910	12122
PESO DE AGUA ABSORBIDA	53	119	211
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	0.97	2.32	4.24

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

FECHA	TIEMPO	MOLDE N° 7			MOLDE N° 8			MOLDE N° 9		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
Y	EN	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%
HORA	DÍAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	41	0.41	0.32	42	0.42	0.32	33	0.33	0.25
	3	41	0.41	0.32	43	0.43	0.33	38	0.38	0.29
	4	41	0.41	0.32	43	0.43	0.33	43	0.43	0.33
	5	41	0.41	0.32	48	0.48	0.37	43	0.43	0.33

**DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN**

PENETR.	CARGAS	MOLDE N° 7			MOLDE N° 8			MOLDE N° 9		
		LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.
EN	TIPO	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
0.025		59.0	59.0		28.00	94.62		10.0	33.79	
0.050		112.0	112.0		62.00	209.52		16.0	54.07	
0.075		163.0	163.0		92.00	310.91		22.0	74.35	
0.100	1000	203.0	203.0	72.0	123.00	415.67	46.0	27.0	91.24	9.1
0.150		275.0	275.0		169.00	571.12		34.0	114.90	
0.200	1500	358.0	358.0	80.0	207.00	699.54	47.0	42.0	141.94	9.5
0.250		430.0	430.0		238.00	804.30		48.0	162.21	
0.300	1900	489.0	489.0		266.00	898.93		54.0	182.49	
0.400	2300	606.0	606.0		312.00	1054.38		66.0	223.04	
0.500	2600	720.0	720.0		359.00	1213.22		78.0	263.60	

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ. : EL CAPULÍ

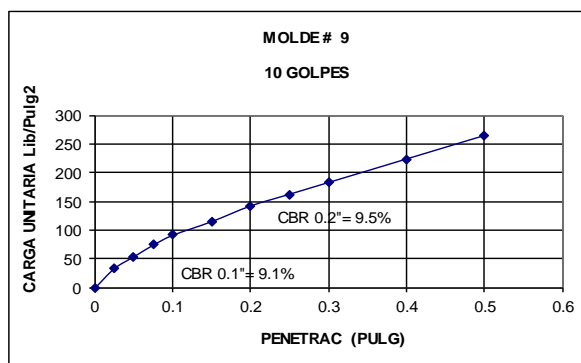
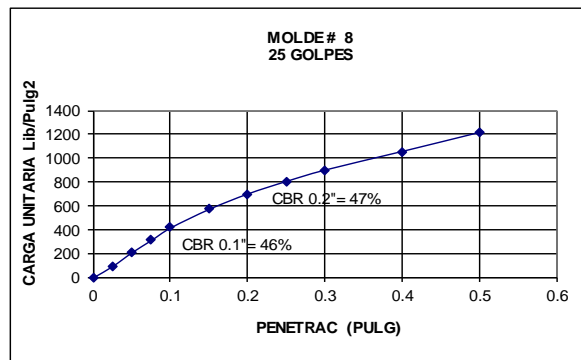
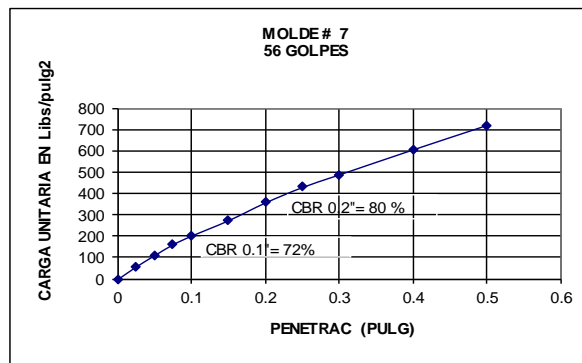
SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

PROFUND.: 1.5 m

REALIZADO: Ego. A.G.

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Ego. Ángel Gualán  
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

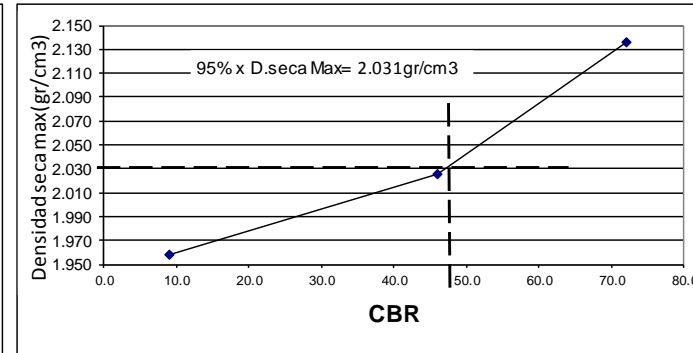
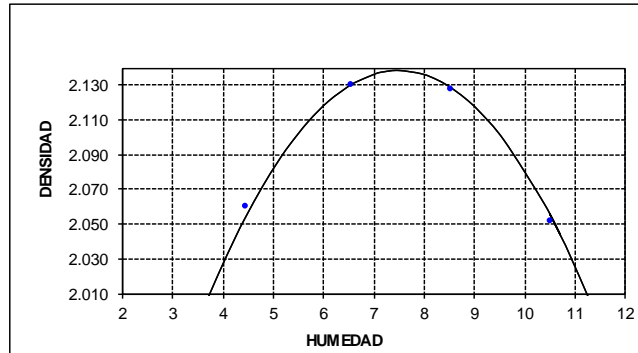
LOCALZ : EL CAPULÍ

SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

PROFUND.: 1.5 m

DENSIDAD SECA MÁXIMA = **2.138 Kg/m<sup>3</sup>**  
CONT. DE AGUA ÓPTIMO = **7.50 %**



**C.B.R. DE DISEÑO AL 95% COMPACTACIÓN = 48%**

# golpes	C.B.R.		D. SECA MAX
	0.1	0.2	
56	72.0	80	2.136
25	46	47	2.025
10	9.1	9.5	1.959

OBSERVACIONES: El CBR de diseño se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% del porcentaje de compactación.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

<b>REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO</b>	Sondeo N°: 4	Hoja: 4 de 10
--------------------------------------	--------------	---------------

<b>PROYECTO:</b> "Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono "Argelia" que está ubicado en las siguientes coordenadas del DATUM PSAD 56.	N: 9552077	Cota: 2297	Profundidad Final: 1,5m
	Coordenadas E: 0700409		

<b>UBICACIÓN:</b> ARGELIA - CAPULÍ	<b>Nivel Freático</b> Inicio: ---- Fin: ----	<b>FECHA DE SONDEO</b> Inicio: 25/03/2013 Fin: 25/11/2013
------------------------------------	---	--

PROFUNDIDAD (m)	PERFIL	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	GRANULOM			LL %	IP %	W %	AASTHO	N. FREÁTICO	Capacidad admisible-penetrometro de bolsillo	PROFUNDIDAD (m)
				G	S	F						kg/cm <sup>2</sup>	
0,2			Capa vegetal, color café oscuro										
			Suelo de color café claro, clasificado por la norma como suelo limoso con contenido de humedad alto.	5	43	52	23	7	18,78	A-4 (3)			
0,5			Suelo arenoso de color café claro, clasificado por la norma como gravas y arenas limosas o arcillosas con contenido de humedad alto	14	61	25	18	18	14,41	A-2-6 (1)			
1,0			Suelo arenoso de color café claro, clasificado por la norma como Fracmento de roca grava y arena con contenido de humedad alto.	31	44	25	20	5	10,65	A-1-b (0)	0,99		
1,5													



0.5m



1.0m



1.5 m

OBSERVACIONES:	Ing. Ángel Tapia Chavez DIRECTOR DE TESIS	Egdo. Ángel Gualán TESISTA
----------------	--	-------------------------------

**CALICATA N° 5**

**GRANULOMETRÍA**

**LÍMITES**

**COMPACTACIÓN**

**C.B.R.**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA :** ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA :** 5

**LOCALIZAC:** EL CAPULI

**MUESTRA :** 1

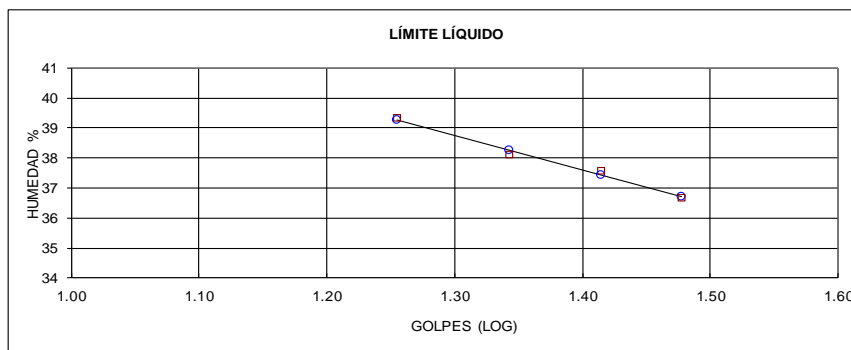
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD :** 0.5 m

**FECHA :** 18-03-2014

**REALIZADO :** A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.-CONTENIDO DE AGUA		417.63 422.71	368.59 372.55	57.43 56.27	15.76 15.86	15.81
2.- LÍM. LÍQUIDO	18 22 26 30	83.44 74.23 72.05 81.79	79.83 70.18 68.10 77.85	70.65 59.55 57.59 67.11	39.32 38.10 37.58 36.69	37.63
3.- LÍMITE PLÁSTICO		69.83 73.43	69.67 73.29	68.91 72.64	21.05 21.54	21.30
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 535.90 (H/S) S			GRAVA 13			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 535.90			ARENA 34			
			FINOS 53			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 38.00		
1"	0.00	0	100	LP = 21.00		
3/4"	13.60	3	97	IP = 17.00		
1/2"	28.15	5	95	CLASIFICACIÓN SUCS : CL AASHTO: A-6 IG(86): 6 IG(45): 6		
3/8"	39.55	7	93			
No. 4	67.16	13	87			
No. 10	94.84	18	82			
No. 40	136.67	26	74			
No. 200	252.50	47	53			



**CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo Arcilloso (A-6)**

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA





**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA :** ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA :** 5

**LOCALIZAC:** EL CAPULI

**MUESTRA :** 2

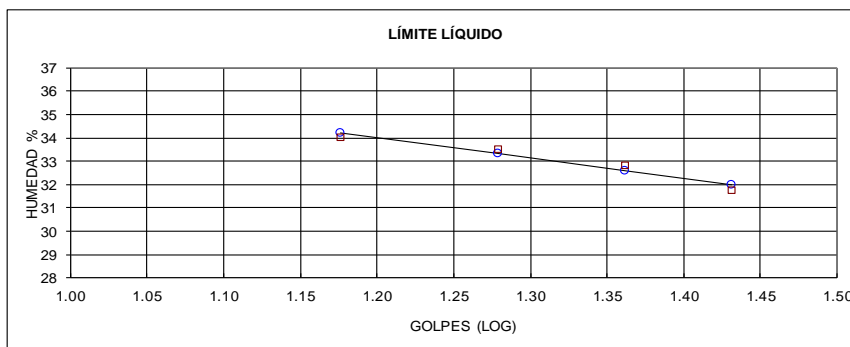
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD :** 1 m

**FECHA :** 18-03-2014

**REALIZADO :** A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.-CONTENIDO DE AGUA		334.99 336.59	301.69 302.92	61.51 61.59	13.86 13.95	13.91
2.- LÍM. LÍQUIDO	15 19 23 27	78.70 72.49 70.27 75.91	74.77 68.72 66.56 72.44	63.22 57.47 55.26 61.51	34.03 33.51 32.83 31.75	32.28
3.- LÍMITE PLÁSTICO		37.23 57.69	37.12 57.59	36.44 56.98	16.18 16.39	16.28
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 561.35 (H/S) S			GRAVA 10			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 561.35			ARENA 32			
			FINOS 58			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 32.00		
1"	0.00	0	100	LP = 16.00		
3/4"	14.92	3	97	IP = 16.00		
1/2"	25.43	5	95	CLASIFICACIÓN SUCS : CL AASHTO: A-6 IG(86): 7 IG(45): 7		
3/8"	30.64	5	95			
No. 4	54.60	10	90			
No. 10	79.69	14	86			
No. 40	114.11	20	80			
No. 200	236.68	42	58			



**CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo Arcilloso (A-6)**

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA :** ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA :** 5

**LOCALIZAC:** EL CAPULI

**MUESTRA :** 3

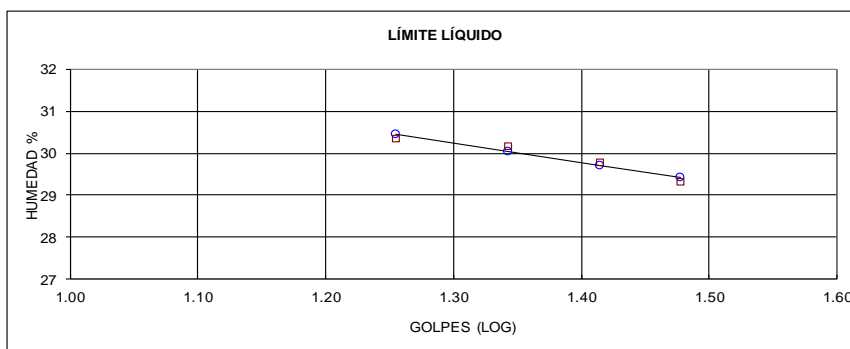
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD :** 1.5 m

**FECHA :** 18-03-2014

**REALIZADO :** A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.-CONTENIDO DE AGUA		324.04 336.68	290.95 302.74	62.15 69.55	14.46 14.55	14.51
2.- LÍM. LÍQUIDO	18 22 26 30	82.13 73.03 71.01 78.51	78.23 69.15 67.21 74.67	65.38 56.29 54.45 61.57	30.35 30.17 29.78 29.31	29.79
3.- LÍMITE PLÁSTICO		63.17 69.55	63.05 69.42	62.28 68.57	15.58 15.29	15.44
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 537.74 (H/S) S			GRAVA 5			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 537.74			ARENA 32			
			FINOS 63			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 30.00		
1"	0.00	0	100	LP = 15.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 15.00		
1/2"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN SUCS : CL AASHTO: A-6 IG(86): 8 IG(45): 8		
3/8"	8.63	2	98			
No. 4	29.55	5	95			
No. 10	50.56	9	91			
No. 40	81.85	15	85			
No. 200	198.43	37	63			



**CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo Arcilloso (A-6)**

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR**

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

**PROYECTO** : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

**OBRA** : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**LOCALZ** : EL CAPULÍ

**SOLICITADO** : DIRECTOR DE TESIS

**FECHA** : ABRIL-AGOSTO-2014

**CALICATA N°** : 5

**NORMA** : AASHTO T 180-D

**PROFUND.**: 1.5 m

**REALIZADO**: Egdo. A.G.

NORMA ENSAYO:	T-180-D	
GOLPES/CAPA:	56	
No. DE CAPAS:	5	
PESO MARTILLO:	4.5	Kg.
ALT. DE CAÍDA:	46.0	cm.

DATOS DEL MOLDE	
DIÁMETRO:	15.22 cm.
ALTURA:	11.56 cm
VOLUMEN :	2.103 cm <sup>3</sup>
PESO :	6.252 gramos

**DATOS PARA LA CURVA:**

PUNTO No.:	6%	8%	10%	12%
Peso comp.:	10.575	10.798	10.857	10.755
Peso suelo:	4.323	4.546	4.605	4.503
Dens. Hum :	2.055	2.161	2.190	2.141

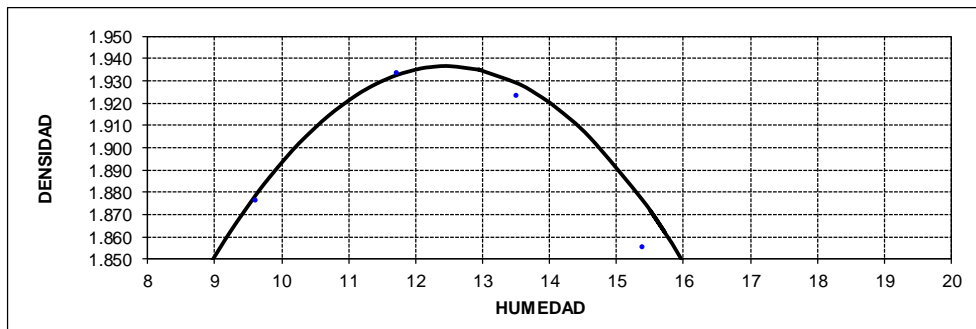
**CONTENIDOS DE HUMEDAD:**

W. hum.:	355.26	353.10	362.05	351.78	355.28	349.58	340.82	324.15
W. seco:	329.61	328.37	331.10	321.86	320.49	315.64	304.72	288.39
W. caps:	62.17	68.67	68.30	68.59	69.68	70.64	70.37	56.05
w (%) :	9.59	9.52	11.78	11.81	13.87	13.85	15.40	15.39
promedio	9.56		11.80		13.86		15.40	
Dens. Seca:	1.876		1.933		1.923		1.855	

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MÁXIMA =  
CONT. DE AGUA OPTIMO =

1.937 Kg/m<sup>3</sup>  
12.47 %



OBSERVACIONES: La toma de muestras fue realizada por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL**  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALIZ : EL CAPULÍ

SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

CALICATA N° : 5

NUMERO DEL MOLDE N°	4	5	6
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15.2	15.21	15.21
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	12.83	12.82	12.83
ALTURA DEL ALZA: (cm)	4.91	4.91	4.91

NORMA: ASTM 1883  
PROFUND.: 1.5 m  
REALIZADO: Egdo. A.G.

**ÍNDICE DE SOPORTE CALIFORNIA " C. B. R. "**

MOLDE N°	4		5		6	
	56		25		10	
N° DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATUR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE gr.	11961	12046	11916	12130	11330	11665
PESO DEL MOLDE + BASE gr.	6799	6799	7087	7087	6870	6870
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA gr.	5162	5247	4829	5043	4460	4795
VOLUMEN DE MUESTRA cm <sup>3</sup>	2328.11	2328.11	2329.36	2329.36	2331.18	2331.18
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm <sup>3</sup>	2.217	2.254	2.073	2.165	1.913	2.057

HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPiente N°	31	MS	13	4	36	MS1	U21	17	MS8	MS80	D80	U42
PESO DEL RECIPiente. gr.	70.71	69.68	59.08	60.57	71.09	72.43	55.26	68.12	61.61	65.28	57.15	63.10
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC. gr.	378.48	364.67	432.62	432.16	359.53	372.19	442.88	432.15	365.02	383.31	418.17	432.16
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC. gr.	343.69	331.39	387.80	387.69	327.69	339.28	387.25	379.91	331.74	348.52	362.69	375.05
PESO DE AGUA. gr.	34.79	33.28	44.82	44.47	31.84	32.91	55.63	52.24	33.28	34.79	55.48	57.11
PESO DE MUESTRA SECA. gr.	272.98	261.71	328.72	327.12	256.6	266.85	331.99	311.79	270.13	283.24	305.54	311.95
CONTENIDO DE HUMEDAD. gr.	12.74	12.72	13.63	13.59	12.41	12.33	16.76	16.75	12.32	12.28	18.16	18.31
HUMEDAD PROMEDIO. %	12.73		13.61		12.37		16.76		12.30		18.23	
DENSIDAD SECA. gr/cm <sup>3</sup>	1.967		1.984		1.845		1.854		1.704		1.740	

**PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA**

MOLDE N°	4	5	6
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12046	12130	11665
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	11961	11916	11330
PESO DE AGUA ABSORBIDA	85	214	335
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	1.65	4.43	7.51

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

FECHA	TIEMPO	MOLDE N° 4			MOLDE N° 5			MOLDE N° 6		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
Y	EN	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	147	1.47	1.15	1.15	387	3.87	3.02	235	2.35	1.83
3	184	1.84	1.43	1.43	466	4.66	3.63	253	2.53	1.97
4	191	1.91	1.49	1.49	485	4.85	3.78	263	2.63	2.05
5	195	1.95	1.52	1.52	491	4.91	3.83	269	2.69	2.10

**DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN**

PENETR.	CARGAS	MOLDE N° 4			MOLDE N° 5			MOLDE N° 6				
		LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.		
EN	TIPO	plg	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
0.025		49.0	30.67		10.00	6.26		5.0	3.13			
0.050		94.0	58.83		20.00	12.52		9.0	5.63			
0.075		142.0	88.88		33.00	20.65		17.0	10.64			
0.100	1000	186.0	116.41	13.0	48.00	30.04	3.6	25.0	15.65	1.7		
0.150		277.0	173.37		76.00	47.57		36.0	22.53			
0.200	1500	353.0	220.94	15.0	98.00	61.34	4.4	47.0	29.42	2		
0.250		420.0	262.87		119.00	74.48		56.0	35.05			
0.300	1900	480.0	300.43		138.00	86.37		65.0	40.68			
0.400	2300	592.0	370.52		170.00	106.40		78.0	48.82			
0.500	2600	708.0	443.13		206.00	128.93		89.0	55.70			

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ. : EL CAPULÍ

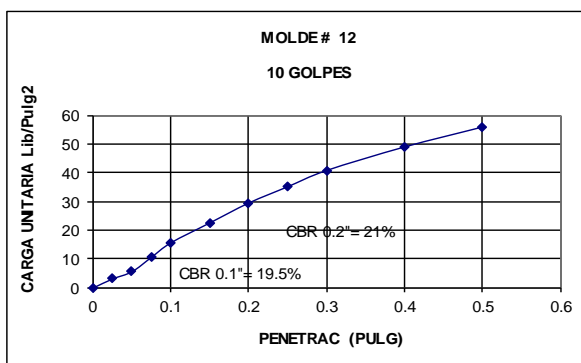
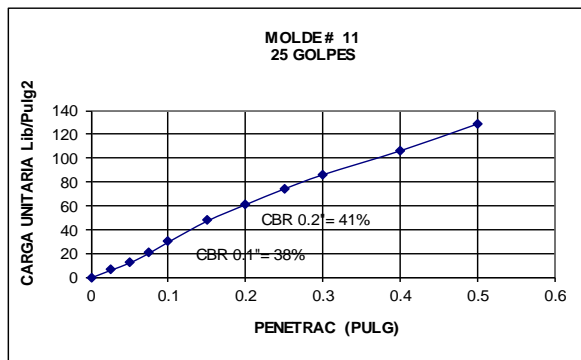
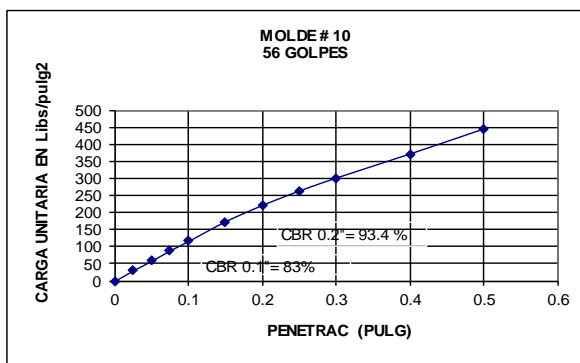
SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

PROFUND.: 1.5 m

REALIZADO: Ego. A.G.

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Ego. Ángel Gualán  
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

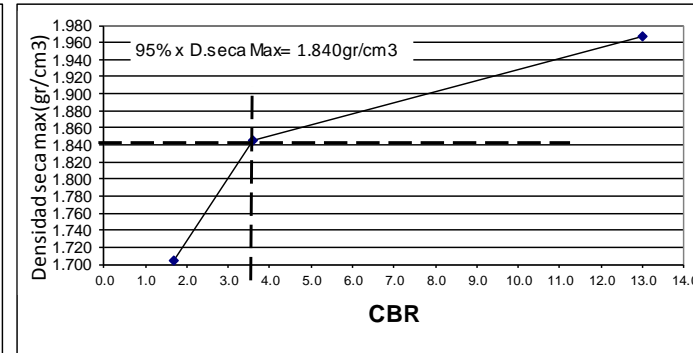
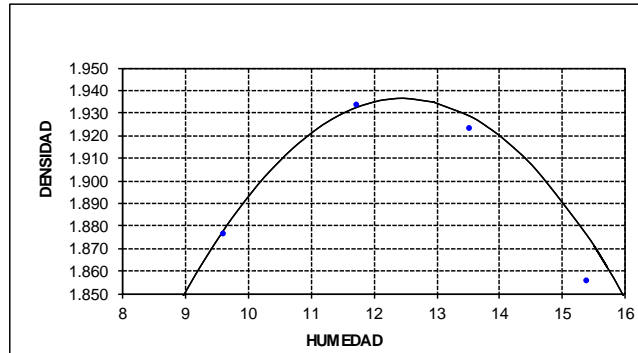
LOCALZ : EL CAPULÍ

SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

PROFUND.: 1.5 m

DENSIDAD SECA MÁXIMA = **1.937 Kg/m<sup>3</sup>**  
CONT. DE AGUA ÓPTIMO = **12.47 %**



**C.B.R. DE DISEÑO AL 95% COMPACTACIÓN = 4%**

# golpes	C.B.R.		D. SECA MAX
	0.1	0.2	
56	13.0	15	1.967
25	3.6	4.4	1.845
10	1.7	2.0	1.704

OBSERVACIONES: El CBR de diseño se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% del porcentaje de compactación.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

<b>REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO</b>	Sondeo N°: 5	Hoja: 5 de 10
--------------------------------------	--------------	---------------

<b>PROYECTO:</b> "Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono "Argelia" que está ubicado en las siguientes coordenadas del DATUM PSAD 56.	<b>N:</b> 9552503 <b>E:</b> 0700282	<b>Cota:</b> 2197	<b>Profundidad Final:</b> 1,5m
--	--	-------------------	--------------------------------

<b>UBICACIÓN:</b> ARGELIA - CAPULÍ	<b>Nivel Freático</b> Inicio: ---- Fin: ----	<b>FECHA DE SONDEO</b> Inicio: 25/11/2013 Fin: 25/11/2013
------------------------------------	---	--

PROFUNDIDAD (m)	PERFIL	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	GRANULOM			LL	IP	W	AASTHO	N. FREÁTICO	Capacidad admisible-penetrometro de bolsillo kg/cm <sup>2</sup>	PROFUNDIDAD (m)
				G	S	F							
0,2			Capa vegetal, color café oscuro										
			Suelo de color café claro , clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad medio.	13	34	53	38	17	15.81	A-6 (6)			
0,5			Suelo arcilloso de color café claro , clasificado por la norma como suelo arcillosas con contenido de humedad medio.	10	32	58	32	16	13.91	A-6 (7)			
1,0			Suelo arcilloso de color café claro , clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad medio.	5	32	63	30	15	14.51	A-6(8)		1.09	
1,5													



0.5 m



1.0 m



1.5 m

<b>OBSERVACIONES:</b>	Ing. Ángel Tapia Chavez DIRECTOR DE TESIS	Ángel Gualán TESISTA
-----------------------	--	-------------------------

**CALICATA N° 6**

**GRANULOMETRÍA**

**LÍMITES**

**COMPACTACIÓN**

**C.B.R.**





DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIOS UTPL

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA :** ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA :** 6

**LOCALIZAC:** EL CAPULI

**MUESTRA :** 1

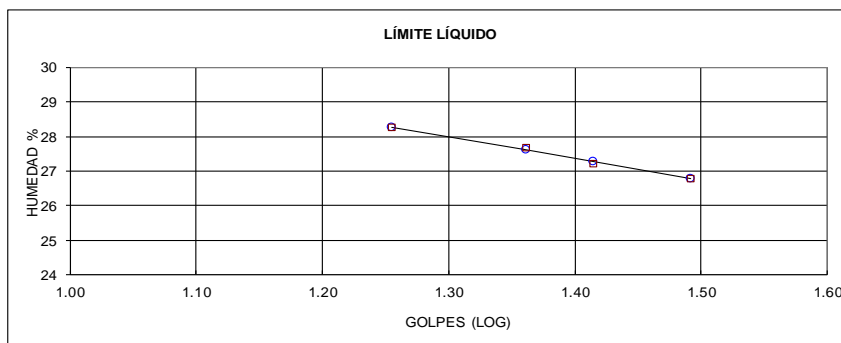
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD :** 0.5 m

**FECHA :** 19-03-2014

**REALIZADO :** A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		363.03 377.61	306.12 321.04	37.66 56.99	21.20 21.42	21.31
2.- LÍM. LÍQUIDO	18 23 26 31	43.04 44.64 47.80 45.13	40.28 41.58 44.10 42.14	30.51 30.52 30.51 30.98	28.25 27.67 27.23 26.79	27.38
3.- LÍMITE PLÁSTICO		60.12 72.12	59.97 71.97	59.06 71.10	16.48 17.24	16.86
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 530.08 (H/S)		S	GRAVA		6	
PESO INICIAL DE CÁLCULO:		530.08	ARENA		36	
			FINOS		58	
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 27.00		
1"	0.00	0	100	LP = 17.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 10.00		
1/2"	7.68	1	99			
3/8"	18.86	4	96			
No. 4	32.04	6	94	CLASIFICACIÓN		
No. 10	66.59	13	87	SUCS : CL		
No. 40	113.40	21	79	AASHTO: A-4		
No. 200	221.31	42	58	IG(86): 5		
				IG(45): 5		



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelos Limosos (A-4)

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA :** ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA :** 6

**LOCALIZAC:** EL CAPULÍ

**MUESTRA :** 2

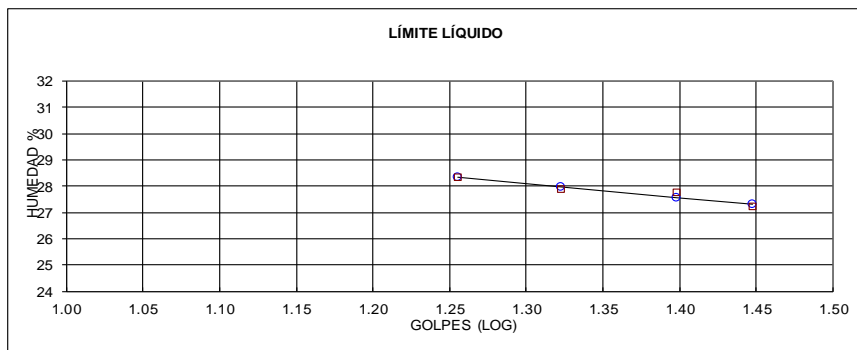
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD :** 1 m

**FECHA :** 19-03-2014

**REALIZADO :** A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.-CONTENIDO DE AGUA		440.72 404.23	380.10 350.20	63.21 67.10	19.13 19.09	19.11
2.- LÍM. LÍQUIDO	18 21 25 28	46.84 87.82 59.96 73.06	43.24 84.09 56.33 69.57	30.54 70.71 43.25 56.75	28.35 27.88 27.75 27.22	27.58
3.- LÍMITE PLÁSTICO		31.99 31.90	31.80 31.76	30.62 30.90	16.10 16.28	16.19
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 541.88 (H/S) S			GRAVA 17			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 541.88			ARENA 42			
			FINOS 42			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 28.00		
1"	0.00	0	100	LP = 16.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 12.00		
1/2"	22.48	4	96	CLASIFICACIÓN SUCS : SC AASHTO: A-6 IG(86): 2 IG(45): 2		
3/8"	47.28	9	91			
No. 4	89.81	17	83			
No. 10	137.70	25	75			
No. 40	207.87	38	62			
No. 200	316.62	58	42			



**CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso ( A-6)**

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA :** ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA :** 6

**LOCALIZAC:** EL CAPULI

**MUESTRA :** 3

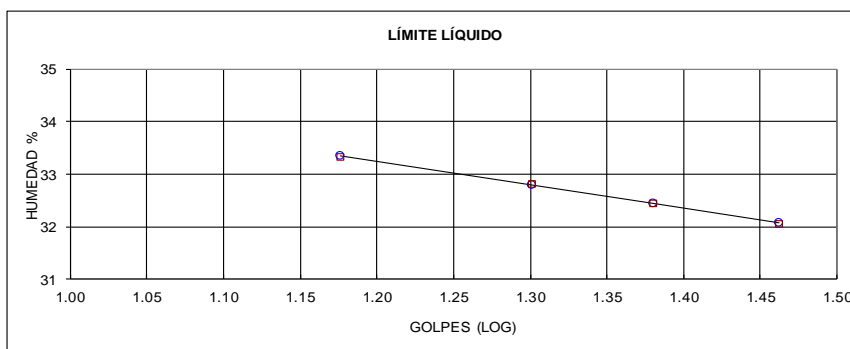
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD :** 1.5 m

**FECHA :** 19-03-2014

**REALIZADO :** A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.-CONTENIDO DE AGUA		395.87 407.35	335.71 344.15	60.84 54.75	21.89 21.84	21.86
2.- LÍM. LÍQUIDO	15 20 24 29	46.62 81.39 43.56 44.57	42.55 77.80 40.41 41.15	30.34 66.86 30.70 30.48	33.33 32.82 32.44 32.05	32.36
3.- LÍMITE PLÁSTICO		58.41 58.93	58.21 58.74	57.16 57.74	19.05 19.00	19.02
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 561.16 (H/S) S			GRAVA 10			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 561.16			ARENA 38			
			FINOS 52			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 32.00		
1"	0.00	0	100	LP = 19.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 13.00		
1/2"	7.63	1	99	CLASIFICACIÓN SUCS : CL AASHTO: A-6 IG(86): 4 IG(45): 4		
3/8"	17.82	3	97			
No. 4	57.81	10	90			
No. 10	95.19	17	83			
No. 40	153.27	27	73			
No. 200	271.60	48	52			



**CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso ( A-6)**

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR**

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

**PROYECTO** : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

**OBRA** : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**LOCALZ** : EL CAPULÍ

**SOLICITADO** : DIRECTOR DE TESIS

**FECHA** : ABRIL-AGOSTO-2014

**CALICATA N°** : 6

**NORMA** : AASHTO T 180-D

**PROFUND.** : 1.5 m

**REALIZADO** : Egdo. A.G.

NORMA ENSAYO:	T-180-D	
GOLPES/CAPA:	56	
No. DE CAPAS:	5	
PESO MARTILLO:	4.5	Kg.
ALT. DE CAÍDA:	46.0	cm.

DATOS DEL MOLDE	
DIÁMETRO:	15.22 cm.
ALTURA:	11.56 cm
VOLUMEN :	2.103 cm <sup>3</sup>
PESO :	6.252 gramos

**DATOS PARA LA CURVA:**

PUNTO No.:	8%	10%	12%	14%
Peso comp.:	10.669	10.809	10.814	10.704
Peso suelo:	4.417	4.557	4.562	4.452
Dens. Hum :	2.100	2.167	2.169	2.117

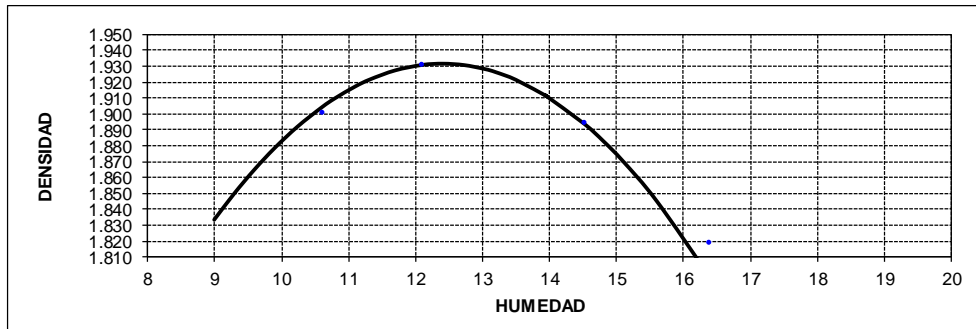
**CONTENIDOS DE HUMEDAD:**

W. hum.:	373.03	390.14	366.33	373.00	327.89	339.41	310.81	333.38
W. seco:	344.31	359.19	333.84	340.19	294.15	305.60	276.05	295.43
W. caps:	69.69	65.29	67.84	70.72	61.61	72.28	63.64	63.29
w (%) :	10.46	10.53	12.21	12.18	14.51	14.49	16.36	16.35
promedio		10.49		12.20		14.50		16.36
Dens. Seca:		1.901		1.931		1.894		1.819

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MÁXIMA =  
CONT. DE AGUA OPTIMO =

1.932 Kg/m<sup>3</sup>  
12.40 %



OBSERVACIONES: La toma de muestras fue realizada por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL**  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALIZ : EL CAPULÍ

SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

CALICATA N° : 6

NUMERO DEL MOLDE N°	7	8	9
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15.23	15.22	15.26
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	12.81	12.81	12.81
ALTURA DEL ALZA: (cm)	4.91	4.91	4.91

NORMA: ASTM 1883

PROFUND.: 1.5 m

REALIZADO: Egado. A.G.

**ÍNDICE DE SOPORTE CALIFORNIA " C. B. R. "**

MOLDE N°	7		8		9	
	56		25		10	
N° DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATUR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE gr.	12175	12300	11584	11788	11554	11902
PESO DEL MOLDE + BASE gr.	7140	7140	6781	6781	7151	7151
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA gr.	5035	5160	4803	5007	4403	4751
VOLUMEN DE MUESTRA cm <sup>3</sup>	2333.67	2333.67	2330.60	2330.60	2342.87	2342.87
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm <sup>3</sup>	2.158	2.211	2.061	2.148	1.879	2.028

HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPiente N°	31	MS	13	4	36	MS1	U21	17	MS8	MS80	D80	U42
PESO DEL RECIPIENTE gr.	60.23	63.29	56.07	62.15	66.67	65.14	70.63	68.24	72.28	67.83	59.89	68.67
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC. gr.	339.94	382.97	347.92	355.96	367.21	359.74	363.70	357.11	355.26	363.14	334.20	347.78
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC. gr.	309.59	348.09	312.10	320.64	333.54	326.81	324.40	317.38	323.59	330.07	289.89	302.27
PESO DE AGUA gr.	30.35	34.88	35.82	35.32	33.67	32.93	39.3	39.73	31.67	33.07	44.31	45.51
PESO DE MUESTRA SECA gr.	249.36	284.8	256.03	258.49	266.87	261.67	253.77	249.14	251.31	262.24	230	233.6
CONTENIDO DE HUMEDAD gr.	12.17	12.25	13.99	13.66	12.62	12.58	15.49	15.95	12.60	12.61	19.27	19.48
HUMEDAD PROMEDIO %	12.21		13.83		12.60		15.72		12.61		19.37	
DENSIDAD SECA gr/cm <sup>3</sup>	1.923		1.943		1.830		1.857		1.669		1.699	

**PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA**

MOLDE N°	7	8	9
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12300	11788	11902
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	12175	11584	11554
PESO DE AGUA ABSORBIDA	125	204	348
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	2.48	4.25	7.90

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

FECHA	TIEMPO	MOLDE N° 7			MOLDE N° 8			MOLDE N° 9		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
Y	EN	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%
HORA	DÍAS									
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	130	1.3	1.01	165	1.65	1.29	159	1.59	1.24
	3	155	1.55	1.21	185	1.85	1.44	160	1.6	1.25
	4	164	1.64	1.28	191	1.91	1.49	175	1.75	1.37
	5	166	1.66	1.30	192	1.92	1.50	177	1.77	1.38

**DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN**

PENETR.	CARGAS	MOLDE N° 7			MOLDE N° 8			MOLDE N° 9		
		LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.
EN	TIPO	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
0.025		82.0	51.32		21.00	13.14		11.0	6.88	
0.050		142.0	88.88		55.00	34.42		30.0	18.78	
0.075		191.0	119.54		83.00	51.95		41.0	25.66	
0.100	1000	235.0	147.08	13.8	109.00	68.22	7.4	51.0	31.92	3.13
0.150		298.0	186.51		145.00	90.75		68.0	42.56	
0.200	1500	348.0	217.81	14.3	178.00	111.41	7.8	81.0	50.70	3.53
0.250		395.0	247.22		205.00	128.31		93.0	58.21	
0.300	1900	441.0	276.02		234.00	146.46		102.0	63.84	
0.400	2300	534.0	334.22		283.00	177.13		122.0	76.36	
0.500	2600	632	395.56		334	209.05		138	86.37	

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egado. Ángel Gualán  
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ. : EL CAPULÍ

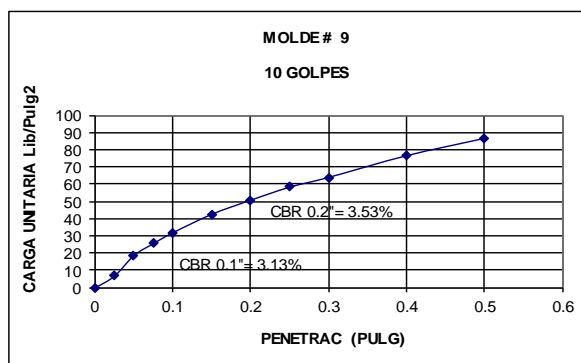
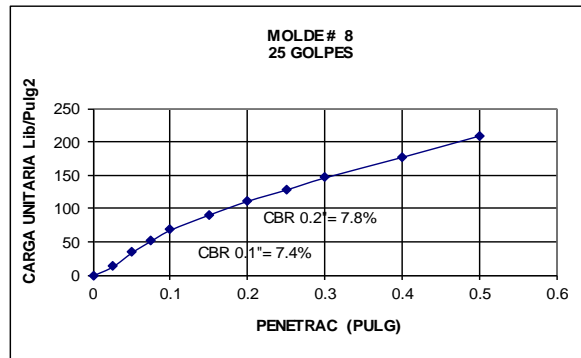
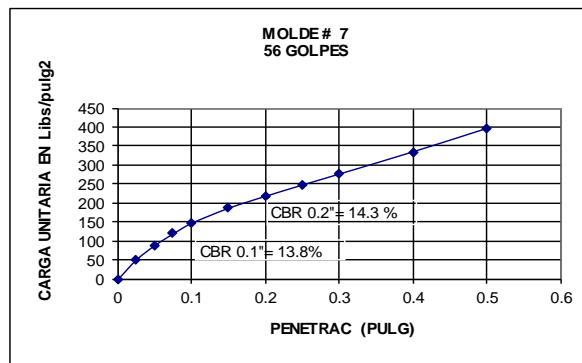
SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

PROFUND.: 1.5 m

REALIZADO: Egdo. A.G.

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

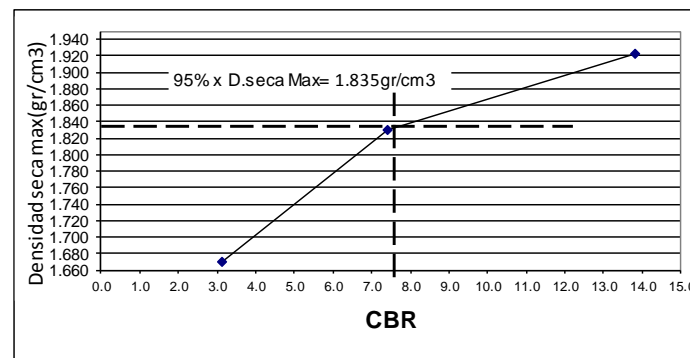
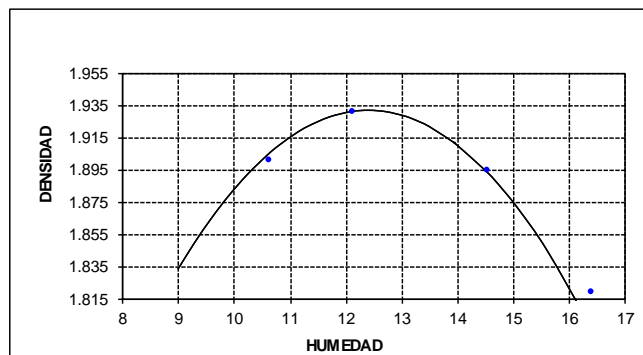
LOCALZ : EL CAPULÍ

SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

PROFUND.: 1.5 m

DENSIDAD SECA MÁXIMA **1.932 Kg/m<sup>3</sup>**  
CONT. DE AGUA ÓPTIMO **12.40 %**



**C.B.R. DE DISEÑO AL 95% COMPACTACIÓN = 8%**

# golpes	C.B.R.		D. SECA MAX
	0.1	0.2	
56	13.8	14.3	1.923
25	7.4	7.8	1.830
10	3.1	3.5	1.669

OBSERVACIONES: El CBR de diseño se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% del porcentaje de compactación.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**  
**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL**

**ENSAYO D.C.P - C.B.R.**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "**

**Localización:** ARGELIA - CAPULÍ

**Pozo:** 6

**Profundidad:** 1.50

**Valor mm/golpe :** 28.77

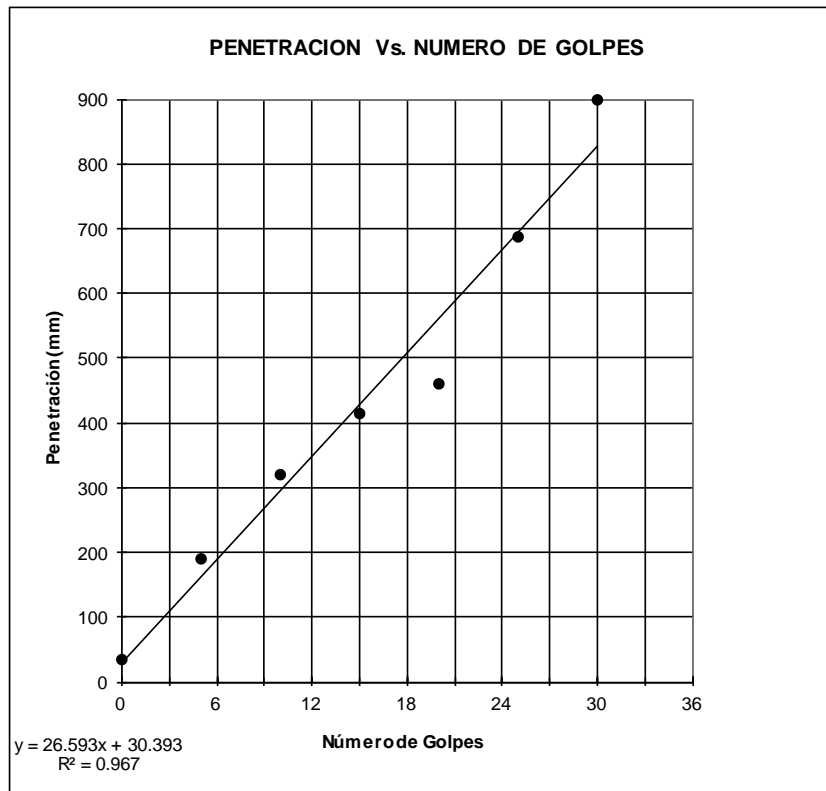
**CBR (Kleyn 1975) =** 7.1

**CBR (Kleyn & Heerden 1983) =** 5.6

**CBR (Harrison 1987) =** 7.6

**Valor CBR Promedio:** 6.8

Golpes Acumulados	Penetración (mm)
0	35.00
5	190.00
10	320.00
15	415.00
20	460.00
25	687.00
30	898.00



Observaciones: El ensayo es realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis, en el campo in-situ

Ing. Ángel Tapia Chávez  
 DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Angel Gualán.  
 TESISTA





**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

<b>REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO</b>	Sondeo N°: 6	Hoj 6 de 10
--------------------------------------	--------------	-------------

<b>PROYECTO:</b> "Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono "Argelia" que está ubicado en las siguientes coordenadas del DATUM PSAD 56.	<b>Coordenadas N:</b> 9553107 <b>E:</b> 0700468	<b>Cota:</b> 2196	<b>Profundidad Final:</b> 1,5m
--	--	-------------------	--------------------------------

<b>UBICACIÓN:</b> ARGELIA - CAPULÍ	<b>Nivel Freático</b> Inicio: ---- Fin: ----	<b>FECHA DE SONDEO</b> Inicio: 25/11/2013 Fin: 25/11/2013
------------------------------------	---	--

PROFUNDIDAD (m)	PERFIL	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	GRANULOM			LL	IP	W	AASTHO	N. FREÁTICO	Capacidad admisible-penetrometro de bolsillo kg/cm <sup>2</sup>	PROFUNDIDAD (m)
				G	S	F							
0,2			Capa vegetal, gris claro										
0,5			Suelo de color gris claro, clasificado por la norma como Suelo limoso con contenido de humedad alto.	6	36	58	27	10	21.31	A-4 (5)			
1,0			Suelo arcilloso de color café claro, clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.	17	42	42	28	12	19.11	A-6 (2)			
1,5			Suelo arcilloso de color café claro, clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.	10	38	52	32	13	21.86	A-6 (4)		0.80	



0.5 m



1.0 m



1.5 m

<b>OBSERVACIONES:</b>	Ing. Ángel Tapia Chavez DIRECTOR DE TESIS	Egdo. Ángel Gualán TESISTA
-----------------------	--	-------------------------------

**CALICATA N° 7**

**GRANULOMETRÍA**

**LÍMITES**

**COMPACTACIÓN**

**C.B.R.**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA :** ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA :** 7

**LOCALIZAC:** PUNZARA ALTO

**MUESTRA :** 1

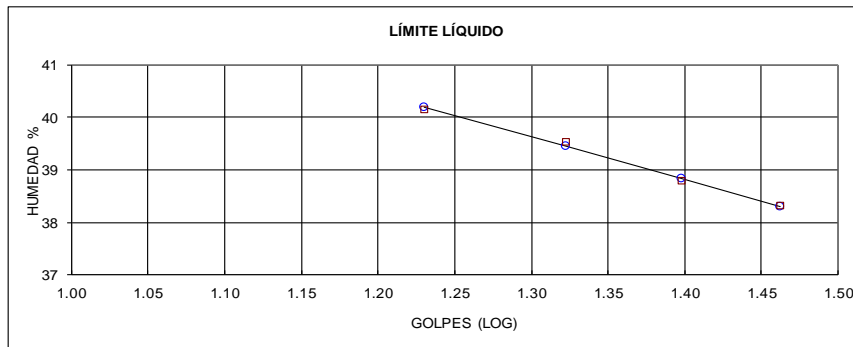
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD :** 0.5 m

**FECHA :** 19-03-2014

**REALIZADO :** A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.-CONTENIDO DE AGUA		422.04 433.02	345.25 353.25	61.96 61.15	27.11 27.31	27.21
2.- LÍM. LÍQUIDO	17 21 25 29	70.94 75.69 67.94 76.85	66.74 71.69 64.17 73.67	56.28 61.57 54.45 65.37	40.15 39.53 38.79 38.31	38.83
3.- LÍMITE PLÁSTICO		70.92 64.49	70.70 64.34	69.64 63.62	20.75 20.83	20.79
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 561.65 (H/S) S			GRAVA 1			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 561.65			ARENA 21			
			FINOS 78			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 39.00		
1"	0.00	0	100	LP = 21.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 18.00		
1/2"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN		
3/8"	0.00	0	100	SUCS : CL		
No. 4	7.23	1	99	AASHTO: A-6		
No. 10	15.93	3	97	IG(86): 14		
No. 40	29.98	5	95	IG(45): 11		
No. 200	124.43	22	78			



**CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelos Arcillosos (A-6)**

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA :** ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA :** 7

**LOCALIZAC:** PUNZARA ALTO

**MUESTRA :** 2

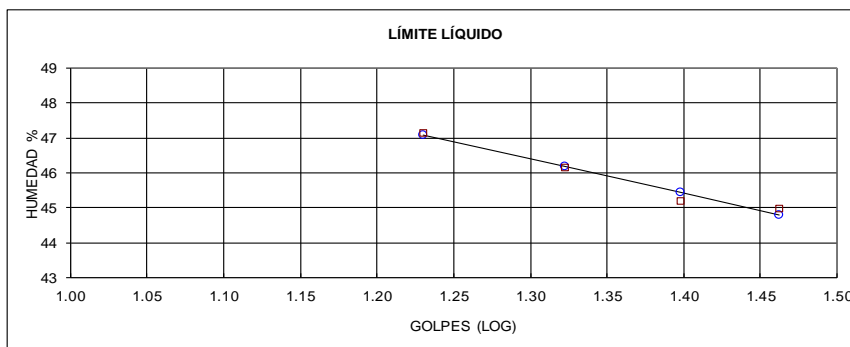
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD :** 1 m

**FECHA :** 19-03-2014

**REALIZADO :** A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.-CONTENIDO DE AGUA		359.76 371.56	284.25 293.41	66.37 64.12	34.66 34.08	34.37
2.- LÍM. LÍQUIDO	17 21 25 29	69.33 76.90 77.28 71.00	65.53 72.58 72.37 66.12	57.47 63.22 61.51 55.27	47.15 46.15 45.21 44.98	45.44
3.- LÍMITE PLÁSTICO		62.77 60.36	62.64 60.16	62.16 59.42	27.08 27.03	27.06
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 544.94 (H/S) S			GRAVA 0			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 544.94			ARENA 16			
			FINOS 84			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 45.00		
1"	0.00	0	100	LP = 27.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 18.00		
1/2"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN SUCS : CL AASHTO: A-7-6 IG(86): 17 IG(45): 12		
3/8"	0.00	0	100			
No. 4	1.62	0	100			
No. 10	5.89	1	99			
No. 40	15.56	3	97			
No. 200	86.66	16	84			



**CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelos Arcillosos (A-7-6)**

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA :** ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA :** 7

**LOCALIZAC:** PUNZARA ALTO

**MUESTRA :** 3

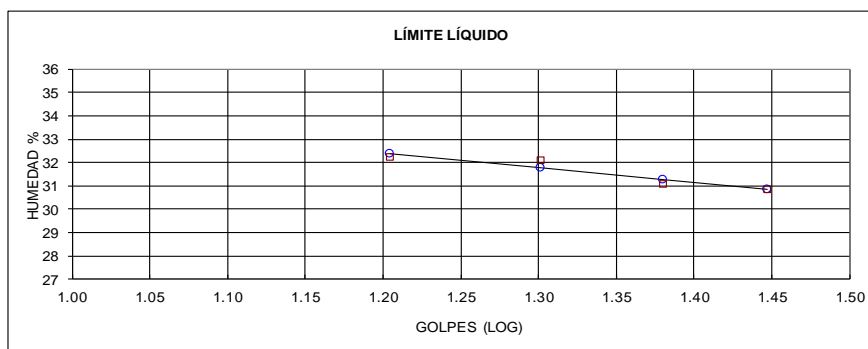
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD :** 1.5 m

**FECHA :** 19-03-2014

**REALIZADO :** A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		319.68 311.75	275.39 267.82	66.53 59.90	21.21 21.13	21.17
2.- LÍM. LÍQUIDO	16 20 24 28	87.39 84.37 72.06 75.75	83.31 80.18 68.63 71.93	70.65 67.12 57.59 59.55	32.23 32.08 31.07 30.86	31.15
3.- LÍMITE PLÁSTICO		57.18 61.47	57.00 61.33	56.06 60.59	19.15 18.92	19.03
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 551.13 (H/S) S			GRAVA 2			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 551.13			ARENA 28			
			FINOS 70			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 31.00		
1"	0.00	0	100	LP = 19.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 12.00		
1/2"	0.00	0	100	<b>CLASIFICACIÓN</b> SUCS : CL AASHTO: A-6 IG(86): 8 IG(45): 8		
3/8"	0.00	0	100			
No. 4	9.83	2	98			
No. 10	25.75	5	95			
No. 40	54.86	10	90			
No. 200	163.54	30	70			



**CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelos Arcillosos (A-6)**

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL**

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR**

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

**PROYECTO** : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

**OBRA** : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**LOCALZ** : PUNZARA ALTO

**SOLICITADO** : DIRECTOR DE TESIS

**FECHA** : ABRIL-AGOSTO-2014

**CALICATA N°** : 7

**NORMA** : AASHTO T 180-D

**PROFUND.**: 1.5 m

**REALIZADO**: Egdo. A.G.

NORMA ENSAYO:	T-180-D	
GOLPES/CAPA:	56	
No. DE CAPAS:	5	
PESO MARTILLO:	4.5	Kg.
ALT. DE CAÍDA:	46.0	cm.

DATOS DEL MOLDE	
DIÁMETRO:	15.22 cm.
ALTURA:	11.56 cm
VOLUMEN :	2.103 cm <sup>3</sup>
PESO :	6.252 gramos

**DATOS PARA LA CURVA:**

PUNTO No.:	8%	10%	12%	14%
Peso comp.:	10.482	10.607	10.809	10.766
Peso suelo:	4.230	4.355	4.557	4.514
Dens. Hum :	2.011	2.071	2.167	2.146

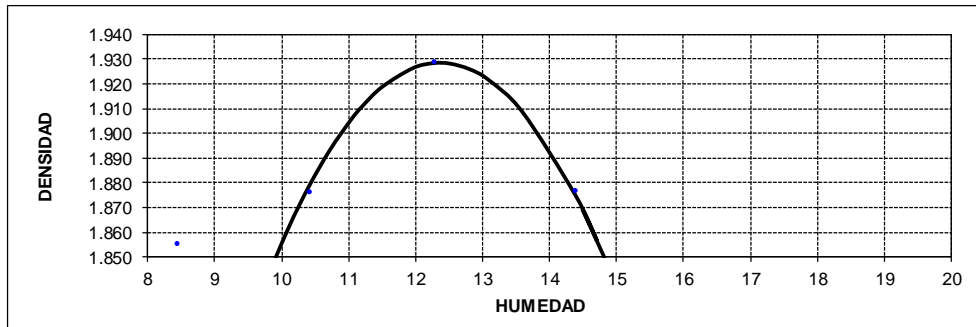
**CONTENIDOS DE HUMEDAD:**

W. hum.:	350.03	369.33	338.16	344.37	348.98	337.23	315.60	318.83
W. seco:	327.68	346.32	312.49	318.73	317.90	307.85	284.20	286.71
W. caps:	61.61	72.43	65.14	71.09	66.67	69.68	65.28	63.29
w (%) :	8.40	8.40	10.38	10.35	12.37	12.34	14.34	14.38
promedio	8.40		10.37		12.35		14.36	
Dens. Seca:	1.855		1.876		1.928		1.877	

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MÁXIMA =  
 CONT. DE AGUA OPTIMO =

1.928 Kg/m<sup>3</sup>  
 12.37 %



OBSERVACIONES: La toma de muestras fue realizada por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
 DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
 TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL**  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ : PUNZARA ALTO

SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

CALICATA N° : 7

NUMERO DEL MOLDE N°	1	2	3
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15.22	15.22	15.22
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	12.65	12.65	12.63
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5.08	5.08	5.08

NORMA: ASTM 1883

PROFUND.: 1.5 m

REALIZADO: Egdo. A.G.

**ÍNDICE DE SOPORTE CALIFORNIA " C. B. R. "**

MOLDE N°	1		2		3	
	56		25		10	
N° DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATUR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE gr.	11859	11866	11441	11718	10951	11365
PESO DEL MOLDE + BASE gr.	6840	6840	6856	6856	6814	6814
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA gr.	5019	5026	4585	4862	4137	4551
VOLUMEN DE MUESTRA cm <sup>3</sup>	2301.49	2301.49	2301.49	2301.49	2297.85	2297.85
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm <sup>3</sup>	2.181	2.184	1.992	2.113	1.800	1.981

HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPiente N°	31	MS	13	4	36	MS1	U21	17	MS8	MS80	D80	U42
PESO DEL RECIPIENTE gr.	63.08	60.65	64.56	61.10	56.29	57.15	61.75	36.45	68.10	61.75	59.90	65.28
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC. gr.	411.49	422.80	447.86	455.39	423.09	418.61	453.01	409.63	404.23	372.60	362.27	348.52
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC. gr.	359.39	382.03	397.27	403.34	383.89	379.85	391.40	351.21	367.30	338.50	306.00	296.03
PESO DE AGUA gr.	52.1	40.77	50.59	52.05	39.2	38.76	61.61	58.42	36.93	34.1	56.27	52.49
PESO DE MUESTRA SECA gr.	296.31	321.38	332.71	342.24	327.6	322.7	329.65	314.76	299.2	276.75	246.1	230.75
CONTENIDO DE HUMEDAD gr.	17.58	12.69	15.21	15.21	11.97	12.01	18.69	18.56	12.34	12.32	22.86	22.75
HUMEDAD PROMEDIO %	15.13		15.21		11.99		18.62		12.33		22.81	
DENSIDAD SECA gr/cm <sup>3</sup>	1.894		1.896		1.779		1.781		1.603		1.613	

**PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA**

MOLDE N°	1	2	3
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	11866	11718	11365
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	11859	11441	10951
PESO DE AGUA ABSORBIDA	7	277	414
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	0.14	6.04	10.01

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

FECHA	TIEMPO	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
Y	EN	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%
HORA	DÍAS									
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	34	0.34	0.27	0.27	75	0.75	0.59	111	1.11	0.88
3	40	0.4	0.32	0.32	86	0.86	0.68	122	1.22	0.97
4	45	0.45	0.36	0.36	92	0.92	0.73	126	1.26	1.00
5	47	0.47	0.37	0.37	94	0.94	0.74	128	1.28	1.01

**DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN**

PENETR.	CARGAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
		LECTURA DIAL	FRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	FRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	FRESIÓN	C.B.R. CORREG.
EN	TIPO	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
0.025		75.0	47		51.00	32		24.0	15.02	
0.050		158.0	99		115.00	72		43.0	26.91	
0.075		247.0	155		191.00	120		56.0	35.05	
0.100	1000	329.0	206	23.0	264.00	165	18.0	65.0	40.68	4.3
0.150		451.0	282		371.00	232		80.0	50.07	
0.200	1500	526.0	329	24.0	432.00	270	19.0	94.0	58.83	4
0.250		584.0	366		478.00	299		106.0	66.34	
0.300	1900	638.0	399.32		521.00	326		117.0	73.23	
0.400	2300	733.0	458.77		595.00	372		138.0	86.37	
0.500	2600	820.0	513.23		664.00	416		156.0	97.64	

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGMHC-08-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ. : PUNZARA ALTO

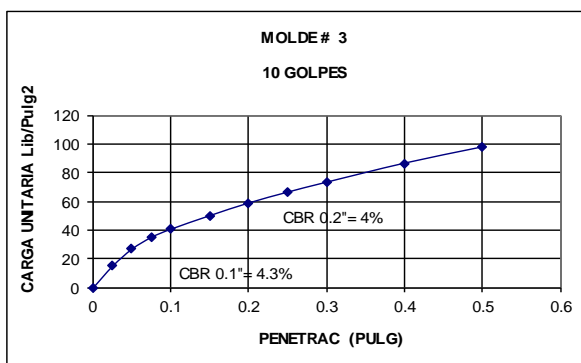
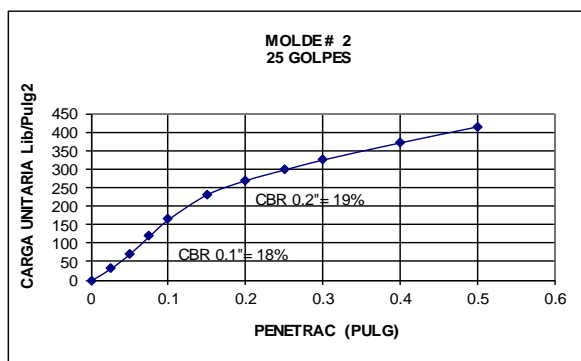
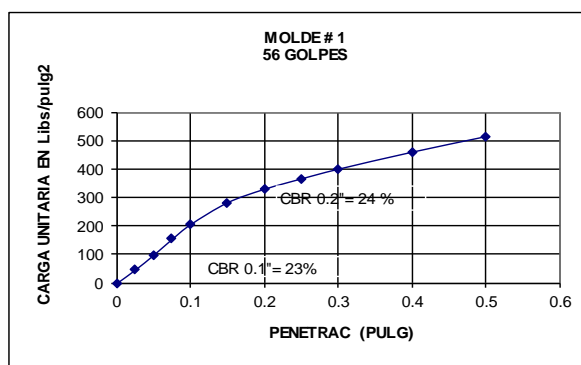
SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

PROFUND.: 1.5 m

REALIZADO: Ego. A.G.

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Ego. Ángel Gualán  
TESISTA





DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

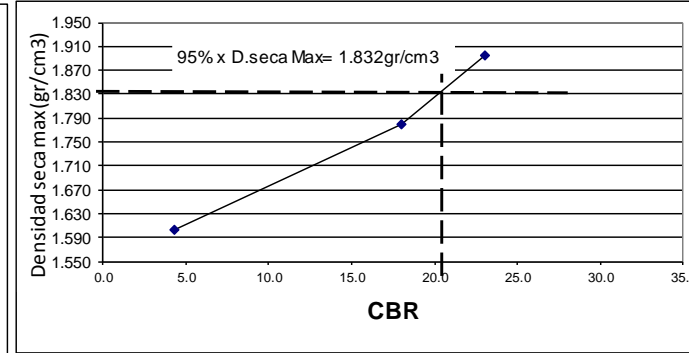
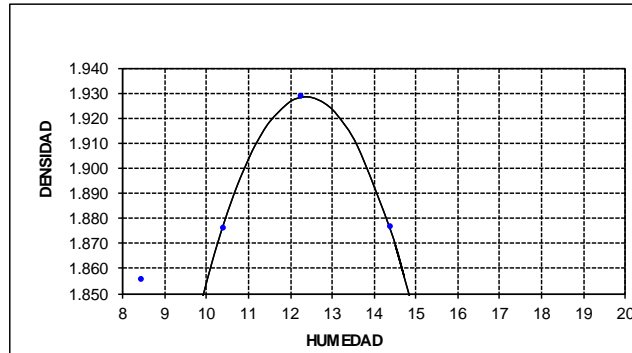
LOCALZ : PUNZARA ALTO

SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

PROFUND.: 1.5 m

DENSIDAD SECA MÁXIMA = **1.928 Kg/m<sup>3</sup>**  
CONT. DE AGUA ÓPTIMO = **12.37 %**



**C.B.R. DE DISEÑO AL 95% COMPACTACIÓN = 21%**

# golpes	C.B.R.		D. SECA MAX
	0.1	0.2	
56	23.0	24	1.894
25	18	19	1.779
10	4.3	4.0	1.603

OBSERVACIONES: El CBR de diseño se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% del porcentaje de compactación.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

<b>REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO</b>	Sondeo N°: 7	Hoja: 7 de 10
--------------------------------------	--------------	---------------

<b>PROYECTO:</b> "Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono "Argelia" que está ubicado en las siguientes coordenadas del DATUM PSAD 56.	<b>N:</b> 9552209 <b>E:</b> 0698832	<b>Cota:</b> 2360	<b>Profundidad Final:</b> 1,5m
	<b>Coordenadas</b>		

<b>UBICACIÓN:</b> ARGELIA - PUNZARA	<b>Nivel Freático</b> <b>Inicio:</b> ---- <b>Fin:</b> ----	<b>FECHA DE SONDEO</b> <b>Inicio:</b> 26/11/2013 <b>Fin:</b> 26/11/2013
-------------------------------------	--	---

PROFUNDIDAD (m)	PERFIL	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	GRANULOM			LL	IP	W	AASTHO	N. FREÁTICO	Capacidad admisible-penetrometro de bolsillo kg/cm <sup>2</sup>	PROFUNDIDAD (m)
				G	S	F							
0			Capa vegetal, color café claro										
0,2			Suelo arcilloso de color café claro, clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.	1	21	78	39	18	27.21	A-6 (14)			
0,5			Suelo arcilloso de color café oscuro, clasificado por la norma como suelos arcilloso con contenido de humedad alto.	0	16	84	45	18	34.37	A-7-6 (17)			
1,0			Suelo arcilloso de color café oscuro, clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.	2	28	70	31	12	21.17	A-6 (8)		1.09	
1,5													



0.5 m



1.0 m



1.5 m

<b>OBSERVACIONES:</b>	Ing. Ángel Tapia Chavez DIRECTOR DE TESIS	Ángel Gualán TESISISTA
-----------------------	--	---------------------------

**CALICATA N° 8**

**GRANULOMETRÍA**

**LÍMITES**

**COMPACTACIÓN**

**C.B.R.**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA :** ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA :** 8

**LOCALIZAC:** PUNZARA ALTO

**MUESTRA :** 1

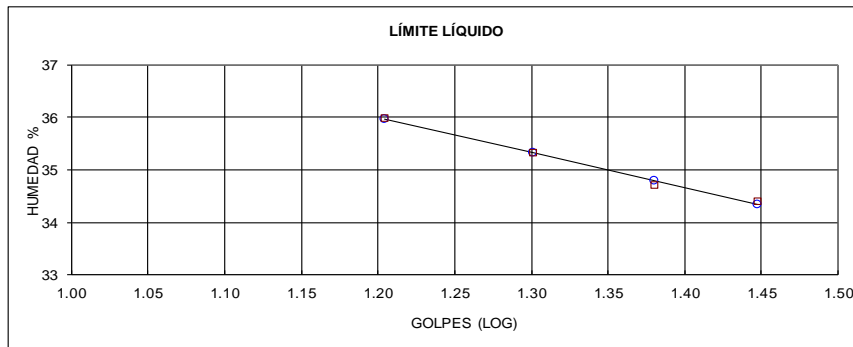
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD :** 0.5 m

**FECHA :** 20-03-2014

**REALIZADO :** A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.-CONTENIDO DE AGUA		384.53 379.86	306.46 302.63	61.57 60.63	31.88 31.91	31.90
2.- LÍM. LÍQUIDO	16 20 24 28	68.91 85.31 79.08 71.38	65.57 81.48 75.55 67.85	56.29 70.64 65.38 57.59	35.99 35.33 34.71 34.41	34.68
3.- LÍMITE PLÁSTICO		31.56 69.74	31.39 69.59	30.62 68.91	22.08 22.06	22.07
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 539.60 (H/S) S			GRAVA 1			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 539.60			ARENA 25			
			FINOS 74			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 35.00		
1"	0.00	0	100	LP = 22.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 13.00		
1/2"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN SUCS : CL AASHTO: A-6 IG(86): 10 IG(45): 9		
3/8"	0.00	0	100			
No. 4	4.03	1	99			
No. 10	11.32	2	98			
No. 40	27.62	5	95			
No. 200	139.63	26	74			



**CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso ( A-6)**

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIOS UTPL

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA :** ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA :** 8

**LOCALIZAC:** PUNZARA ALTO

**MUESTRA :** 2

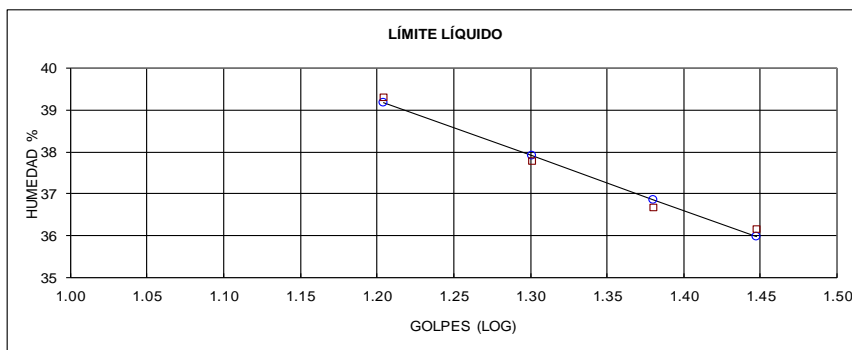
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD :** 1 m

**FECHA :** 20-03-2014

**REALIZADO :** A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.-CONTENIDO DE AGUA		472.19 469.86	413.04 410.90	61.49 59.06	16.83 16.76	16.79
2.- LÍM. LÍQUIDO	16 20 24 28	71.77 79.63 76.72 67.61	68.32 76.20 72.64 64.33	59.54 67.12 61.52 55.26	39.29 37.78 36.69 36.16	36.63
3.- LÍMITE PLÁSTICO		31.34 31.08	31.21 30.97	30.48 30.34	17.81 17.46	17.63
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 545.30 (H/S) S			GRAVA 0			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 545.30			ARENA 14			
			FINOS 86			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 37.00		
1"	0.00	0	100	LP = 18.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 19.00		
1/2"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN SUCS : CL AASHTO: A-6 IG(86): 17 IG(45): 12		
3/8"	0.00	0	100			
No. 4	0.00	0	100			
No. 10	1.62	0	100			
No. 40	13.68	3	97			
No. 200	77.84	14	86			



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso ( A-6)

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO** : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA** : ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA** : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA** : 8

**LOCALIZAC:** PUNZARA ALTO

**MUESTRA** : 3

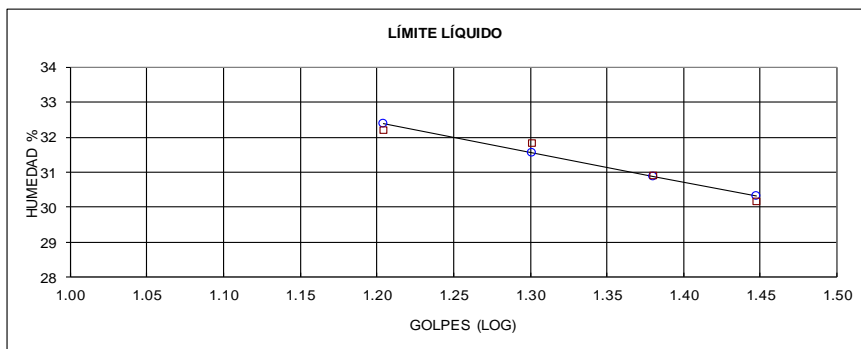
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD** : 1.5 m

**FECHA** : 20-03-2014

**REALIZADO** : A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.-CONTENIDO DE AGUA		365.33 491.83	319.58 425.81	66.03 60.33	18.04 18.06	18.05
2.- LÍM. LÍQUIDO	16 20 24 28	80.01 72.50 70.76 75.80	75.92 68.87 66.91 72.50	63.22 57.47 54.46 61.56	32.20 31.84 30.92 30.16	30.73
3.- LÍMITE PLÁSTICO		73.54 57.94	73.39 57.78	72.64 56.99	20.00 20.25	20.13
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 564.55 (H/S)		S 564.55		GRAVA 0		
PESO INICIAL DE CÁLCULO:				ARENA 8		
				FINOS 92		
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 31.00		
1"	0.00	0	100	LP = 20.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 11.00		
1/2"	0.00	0	100			
3/8"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN		
No. 4	0.00	0	100	SUCS : CL		
No. 10	0.14	0	100	AASHTO: A-6		
No. 40	3.63	1	99	IG(86): 12		
No. 200	44.04	8	92	IG(45): 8		



**CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso ( A-6)**

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR**

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

**PROYECTO** : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

**OBRA** : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**LOCALZ** : PUNZARA ALTO

**SOLICITADO** : DIRECTOR DE TESIS

**FECHA** : ABRIL-AGOSTO-2014

**CALICATA N°** : 8

**NORMA** : AASHTO T 180-D

**PROFUND.**: 1.5 m

**REALIZADO**: Egdo. A.G.

NORMA ENSAYO:	T-180-D	
GOLPES/CAPA:	56	
No. DE CAPAS:	5	
PESO MARTILLO:	4.5	Kg.
ALT. DE CAÍDA:	46.0	cm.

DATOS DEL MOLDE	
DIÁMETRO:	15.22 cm.
ALTURA:	11.56 cm
VOLUMEN :	2.103 cm <sup>3</sup>
PESO :	6.252 gramos

**DATOS PARA LA CURVA:**

PUNTO No.:	6%	8%	10%	12%
Peso comp.:	10.380	10.534	10.717	10.729
Peso suelo:	4.128	4.282	4.465	4.477
Dens. Hum :	1.963	2.036	2.123	2.129

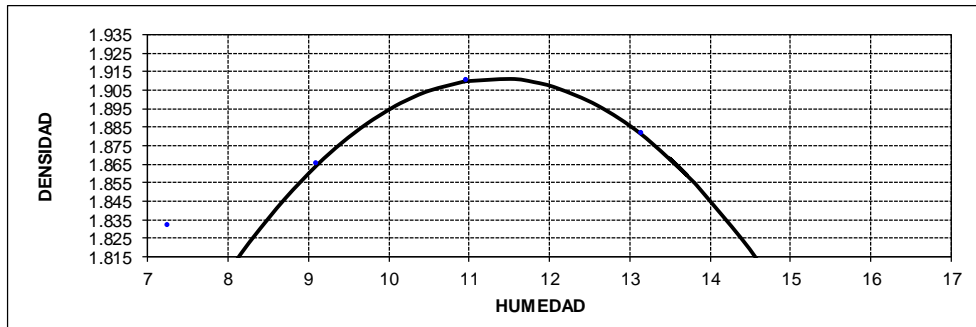
**CONTENIDOS DE HUMEDAD:**

W. hum.:	346.90	355.39	455.63	357.48	357.25	355.88	362.30	350.04
W. seco:	328.09	335.85	422.99	333.42	327.55	327.03	327.42	317.15
W. caps:	63.65	61.61	64.50	70.71	59.93	67.85	63.30	65.15
w (%) :	7.11	7.13	9.10	9.16	11.10	11.13	13.21	13.05
promedio		7.12		9.13		11.11		13.13
Dens. Seca:		1.832		1.866		1.911		1.882

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MÁXIMA =  
CONT. DE AGUA OPTIMO =

1.911 Kg/m<sup>3</sup>  
11.35 %



OBSERVACIONES: La toma de muestras fue realizada por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL**  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALIZ : PUNZARA ALTO

SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

CALICATA N° : 8

NUMERO DEL MOLDE N°	10	11	12
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15.28	15.23	15.22
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	12.64	12.65	12.68
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5.08	5.08	5.08

NORMA: ASTM 1883

PROFUND.: 1.5 m

REALIZADO: Egado. A.G.

**ÍNDICE DE SOPORTE CALIFORNIA " C. B. R. "**

MOLDE N°	10		11		12	
	56		25		10	
N° DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATUR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE gr.	12060	12349	11542	11900	11268	11699
PESO DEL MOLDE + BASE gr.	7175	7175	6854	6854	6843	6843
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA gr.	4885	5174	4688	5046	4425	4856
VOLUMEN DE MUESTRA cm <sup>3</sup>	2317.84	2317.84	2304.52	2304.52	2306.95	2306.95
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm <sup>3</sup>	2.108	2.232	2.034	2.190	1.918	2.105

HUMEDAD	ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO	
	31	MS	13	4	36	MS1	U21	17	MS8	MS80	D80	U42
RECIPiente N°												
PESO DEL RECIPIENTE gr.	36.46	64.55	61.56	58.59	54.45	69.83	69.01	62.28	61.67	65.38	56.31	61.74
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC. gr.	381.97	419.04	463.43	455.70	381.28	408.43	488.59	477.67	445.68	436.91	476.66	446.36
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC. gr.	348.10	383.84	407.46	399.78	348.12	374.33	421.47	411.72	406.65	398.97	405.48	382.09
PESO DE AGUA gr.	33.87	35.2	55.97	55.92	33.16	34.1	67.12	65.95	39.03	37.94	71.18	64.27
PESO DE MUESTRA SECA gr.	311.64	319.29	345.90	341.19	293.67	304.5	352.46	349.44	344.98	333.59	349.17	320.35
CONTENIDO DE HUMEDAD gr.	10.87	11.02	16.18	16.39	11.29	11.20	19.04	18.87	11.31	11.37	20.39	20.06
HUMEDAD PROMEDIO %	10.95		16.29		11.25		18.96		11.34		20.22	
DENSIDAD SECA gr/cm <sup>3</sup>	1.900		1.920		1.829		1.841		1.723		1.751	

**PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA**

MOLDE N°	10	11	12
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12349	11900	11699
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	12060	11542	11268
PESO DE AGUA ABSORBIDA	289	358	431
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	5.92	7.64	9.74

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

FECHA	TIEMPO	MOLDE N° 10			MOLDE N° 11			MOLDE N° 12		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
Y	EN	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%
HORA	DÍAS									
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	312	3.12	2.47	295	2.95	2.33	347	3.47	2.74
	3	542	5.42	4.29	547	5.47	4.32	501	5.01	3.95
	4	644	6.44	5.09	634	6.34	5.01	534	5.34	4.21
	5	687	6.87	5.44	678	6.78	5.36	549	5.49	4.33

**DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN**

PENETR.	CARGAS:	MOLDE N° 10			MOLDE N° 11			MOLDE N° 12		
		EN	TIPO	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL
plg.	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
0.025		5.0	17		5.00	17		3.0	10	
0.050		8.0	27		10.00	34		6.0	20	
0.075		12.0	41		15.00	51		8.0	27	
0.100	1000	16.0	54	13.0	18.00	61	7.4	10.0	34	3.4
0.150		30.0	101		29.00	98		13.0	44	
0.200	1500	46.0	155	16.0	39.00	132	9.7	17.0	57	4
0.250		65.0	220		49.00	166		22.0	74	
0.300	1900	83.0	280		58.00	196		25.0	84	
0.400	2300	119.0	402		77.00	260		32.0	108	
0.500	2600	150.0	507		94.00	318		39.0	132	

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA





DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ. : PUNZARA ALTO

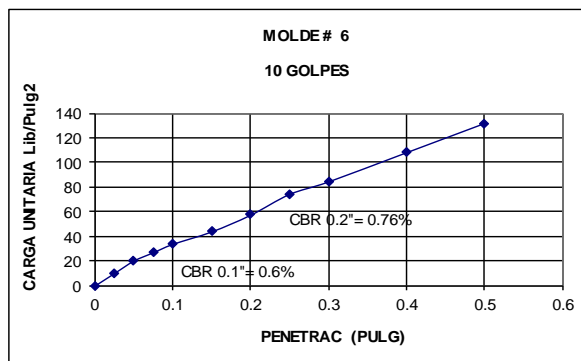
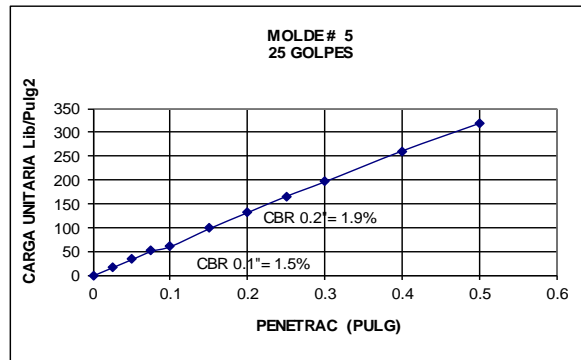
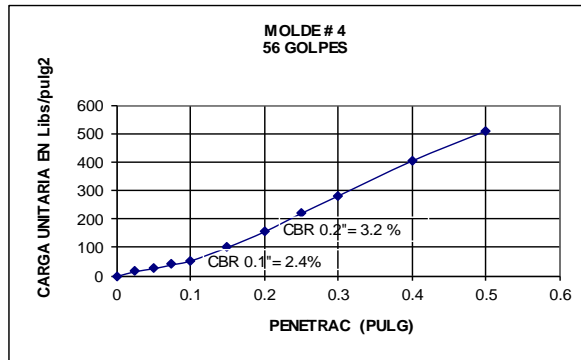
SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

PROFUND.: 1.5 m

REALIZADO: Ego. A.G.

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Ego. Ángel Gualán  
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

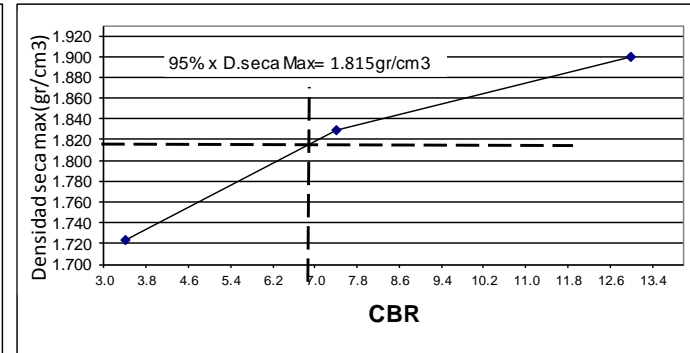
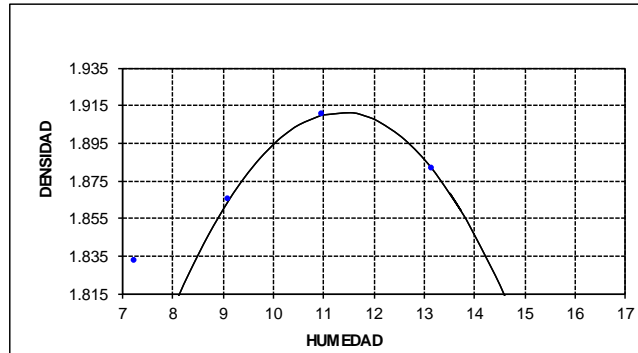
LOCALZ : PUNZARA ALTO

SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

PROFUND.: 1.5 m

DENSIDAD SECA MÁXIMA 1.911 Kg/m<sup>3</sup>  
CONT. DE AGUA ÓPTIMO 11.35 %



**C.B.R. DE DISEÑO AL 95% COMPACTACIÓN = 7%**

# golpes	C.B.R.		D. SECA MAX
	0.1	0.2	
56	13.0	16	1.900
25	7.4	9.7	1.829
10	3.4	4.0	1.723

OBSERVACIONES: El CBR de diseño se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% del porcentaje de compactación.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**ENSAYO D.C.P - C.B.R.**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**Localización:** ARGELIA - PUNZARA ALTO

**Pozo:** 8

**Profundidad:** 1.50

**Valor mm/golpe :** 13.62

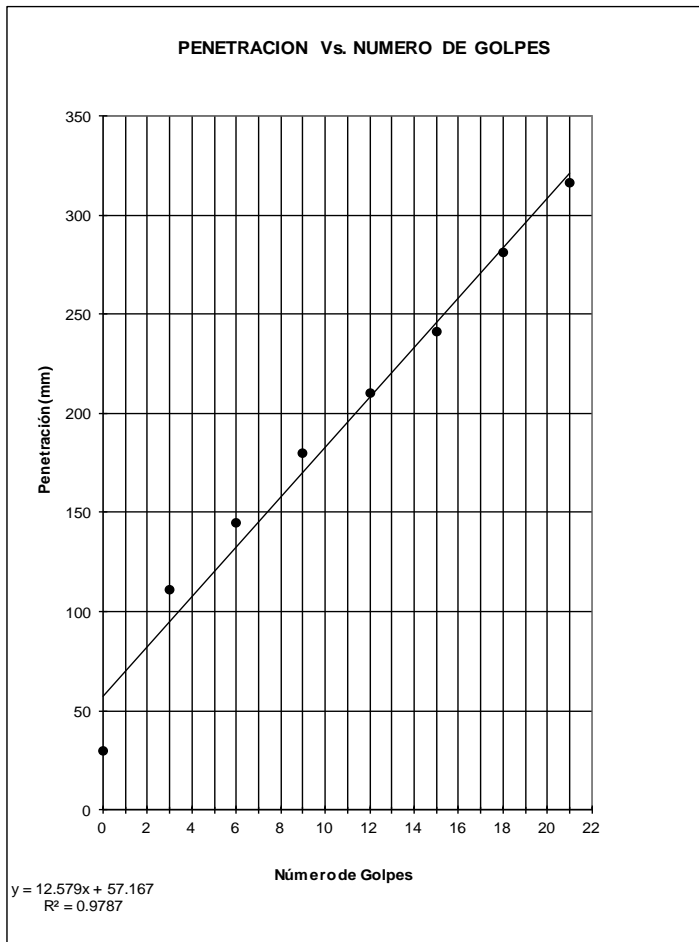
**CBR (Kleyn 1975) =** 18.7

**CBR (Kleyn & Heerden 1983) =** 14.9

**CBR (Harrison 1987) =** 20.3

**Valor CBR Promedio:** 18.0

Golpes Acumulados	Penetración (mm)
0	30.00
3	111.00
6	145.00
9	180.00
12	210.00
15	241.00
18	281.00
21	316.00



Observaciones: El ensayo es realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis, en el campo in-situ

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

<b>REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO</b>		Sondeo N°: 8	Hoj 8 de 10
--------------------------------------	--	--------------	-------------

<b>PROYECTO:</b> "Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono "Argelia" que está ubicado en las siguientes coordenadas del DATUM PSAD 56.	<b>N:</b> 9552334 <b>E:</b> 0699189	<b>Cota:</b> 2350	<b>Profundidad Final:</b> 1,5m
	<b>Coordenadas</b>		

<b>UBICACIÓN:</b> ARGELIA - PUNZARA	<b>Nivel Freático</b> Inicio: ---- Fin: ----	<b>FECHA DE SONDEO</b> Inicio: 27/11/2013 Fin: 27/11/2013
-------------------------------------	--	---

PROFUNDIDAD (m)	PERFIL	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	GRANULOM			LL	IP	W	AASTHO	N. FREÁTICO	Capacidad admisible- penetrometro de bolsillo kg/cm <sup>2</sup>	PROFUNDIDAD (m)
				G	S	F							
0,2			Capa vegetal, color Café oscuro										
0,5			Suelo arcilloso de color café oscuro, clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.	1	25	74	35	13	31.9	A-6 (10)			
1,0			Suelo arcilloso de color gris claro, clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.	0	14	86	37	19	16.79	A-6 (17)			
1,5			Suelo arcilloso de color gris oscuro, clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.	0	8	92	31	11	18.05	A-6 (12)		0.63	



0.5 m



1.0 m



1.5 m

<b>OBSERVACIONES:</b>	Ing. Ángel Tapia Chavez DIRECTOR DE TESIS	Ángel Gualán TESISISTA
-----------------------	--	---------------------------

**CALICATA N° 9**

**GRANULOMETRÍA**

**LÍMITES**

**COMPACTACIÓN**

**C.B.R.**



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIOS UTPL

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO** : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA** : ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA** : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA** : 9

**LOCALIZAC:** PUNZARA ALTO

**MUESTRA** : 1

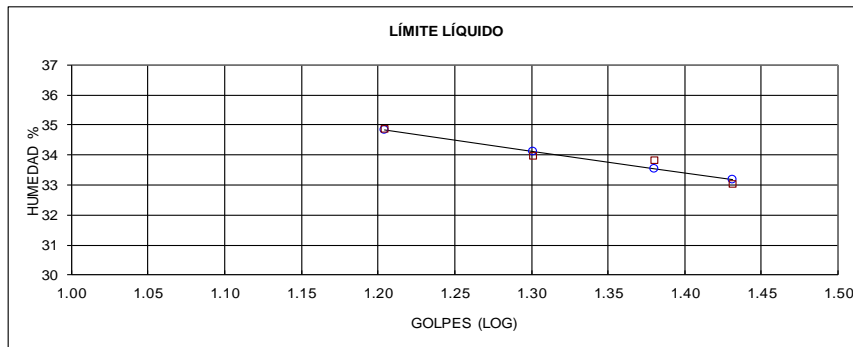
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD** : 0.5 m

**FECHA** : 20-03-2014

**REALIZADO** : A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.-CONTENIDO DE AGUA		433.06 433.29	374.00 376.27	55.27 69.83	18.53 18.61	18.57
2.- LÍM. LÍQUIDO	16 20 24 27	75.42 75.76 74.40 70.46	71.75 72.60 70.91 66.88	61.22 63.30 60.59 56.04	34.85 33.98 33.82 33.03	33.42
3.- LÍMITE PLÁSTICO		31.39 31.30	31.28 31.17	30.69 30.49	18.64 19.12	18.88
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 527.01 (H/S) S			GRAVA 2			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 527.01			ARENA 30			
			FINOS 68			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 33.00		
1"	0.00	0	100	LP = 19.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 14.00		
1/2"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN		
3/8"	4.53	1	99	SUCS : CL		
No. 4	10.42	2	98	AASHTO: A-6		
No. 10	23.16	4	96	IG(86): 9		
No. 40	60.25	11	89	IG(45): 8		
No. 200	169.64	32	68			



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso ( A-6)

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIOS UTPL

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO** : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA** : ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA** : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA** : 9

**LOCALIZAC:** PUNZARA ALTO

**MUESTRA** : 2

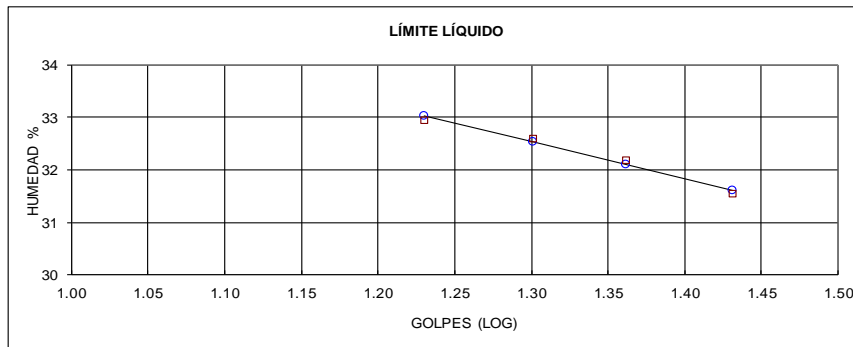
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD** : 1 m

**FECHA** : 20-03-2014

**REALIZADO** : A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.-CONTENIDO DE AGUA		373.53 368.89	313.07 310.23	62.28 64.57	24.11 23.88	23.99
2.- LÍM. LÍQUIDO	17 20 23 27	72.47 52.87 78.87 82.10	69.30 49.21 75.90 79.46	59.68 37.98 66.67 71.09	32.95 32.59 32.18 31.54	31.85
3.- LÍMITE PLÁSTICO		31.34 31.07	31.22 30.97	30.48 30.34	16.22 15.87	16.04
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 529.37 (H/S) S			GRAVA 1			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 529.37			ARENA 20			
			FINOS 79			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 32.00		
1"	0.00	0	100	LP = 16.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 16.00		
1/2"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN		
3/8"	3.46	1	99	SUCS : CL		
No. 4	6.02	1	99	AASHTO: A-6		
No. 10	13.28	3	97	IG(86): 13		
No. 40	22.44	4	96	IG(45): 10		
No. 200	110.90	21	79			



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso ( A-6)

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIOS UTPL

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO** : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA** : ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA** : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA** : 9

**LOCALIZAC:** PUNZARA ALTO

**MUESTRA** : 3

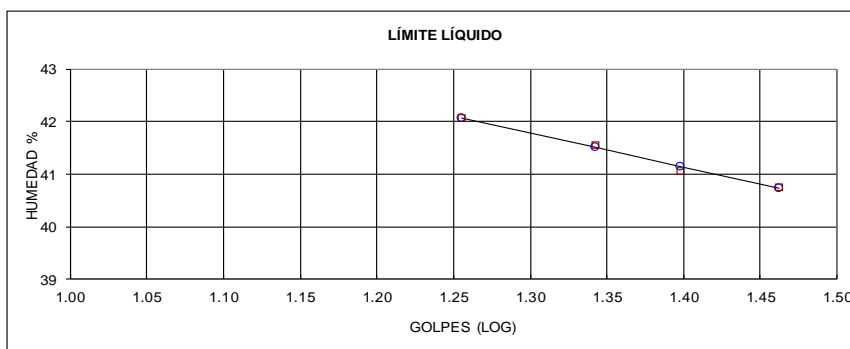
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD** : 1.5 m

**FECHA** : 20-03-2014

**REALIZADO** : A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.-CONTENIDO DE AGUA		347.84 347.48	276.83 277.91	60.39 62.59	32.81 32.31	32.56
2.- LÍM. LÍQUIDO	18 22 25 29	81.65 70.71 76.02 83.71	78.07 67.29 72.11 80.40	69.56 59.06 62.59 72.28	42.07 41.56 41.07 40.76	41.15
3.- LÍMITE PLÁSTICO		63.43 70.68	63.21 70.48	62.28 69.64	23.66 23.81	23.73
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 534.18 (H/S) S			GRAVA 2			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 534.18			ARENA 19			
			FINOS 79			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 41.00		
1"	0.00	0	100	LP = 24.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 17.00		
1/2"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN		
3/8"	3.76	1	99	SUCS : CL		
No. 4	12.99	2	98	AASHTO: A-7-6		
No. 10	25.00	5	95	IG(86): 14		
No. 40	37.58	7	93	IG(45): 11		
No. 200	111.41	21	79			



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso ( A-7-6)

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA





**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR**

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

**PROYECTO** : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

**OBRA** : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**LOCALZ** : PUNZARA ALTO

**SOLICITADO** : DIRECTOR DE TESIS

**FECHA** : ABRIL-AGOSTO-2014

**CALICATA N°** : 9

**NORMA** : AASHTO T 180-D

**PROFUND.**: 1.5 m

**REALIZADO**: Egdo. A.G.

NORMA ENSAYO:	T-180-D	
GOLPES/CAPA:	56	
No. DE CAPAS:	5	
PESO MARTILLO:	4.5	Kg.
ALT. DE CAÍDA:	46.0	cm.

DATOS DEL MOLDE	
DIÁMETRO:	15.20 cm.
ALTURA:	11.6 cm
VOLUMEN :	2.105 cm <sup>3</sup>
PESO :	6.290 gramos

**DATOS PARA LA CURVA:**

PUNTO No.:	12%	14%	16%	18%
Peso comp.:	10.330	10.680	10.640	10.536
Peso suelo:	4.040	4.390	4.350	4.246
Dens. Hum :	1.919	2.086	2.067	2.017

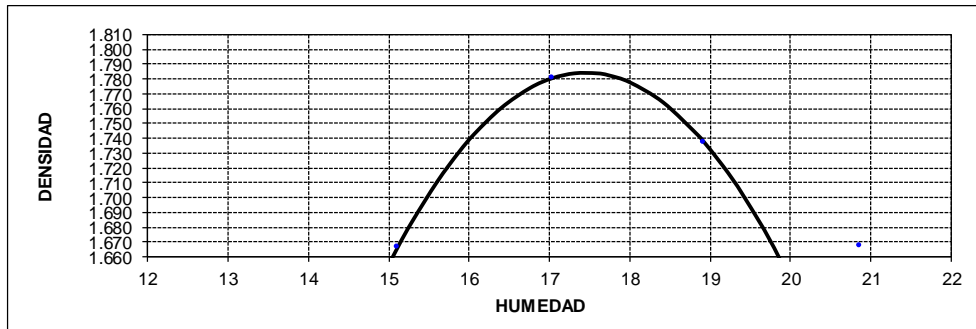
**CONTENIDOS DE HUMEDAD:**

W. hum.:	431.59	463.32	431.58	435.92	452.09	475.58	440.14	453.61
W. seco:	384.09	410.63	377.46	382.42	390.06	410.00	373.34	386.58
W. caps:	69.01	63.08	60.39	69.65	63.30	61.96	54.73	67.11
w (%) :	15.08	15.16	17.07	17.11	18.98	18.84	20.97	20.98
promedio	15.12		17.09		18.91		20.97	
Dens. Seca:	1.667		1.781		1.738		1.667	

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MÁXIMA =  
CONT. DE AGUA OPTIMO =

1.784 Kg/m<sup>3</sup>  
17.45 %



OBSERVACIONES: La toma de muestras fue realizada por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL**  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALIZ : PUNZARA ALTO

SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

CALICATA N° : 9

NUMERO DEL MOLDE N°	4	5	6
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15.2	15.21	15.21
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	12.83	12.82	12.83
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5.08	5.08	5.08

NORMA: ASTM 1883

PROFUND.: 1.5 m

REALIZADO: Egdo. A.G.

**ÍNDICE DE SOPORTE CALIFORNIA " C. B. R. "**

MOLDE N°	4		5		6	
	56		25		10	
N° DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATUR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE gr.	11798	11980	11799	12140	11347	11791
PESO DEL MOLDE + BASE gr.	6799	6799	7087	7087	6870	6870
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA gr.	4999	5181	4712	5053	4477	4921
VOLUMEN DE MUESTRA cm <sup>3</sup>	2328.11	2328.11	2329.36	2329.36	2331.18	2331.18
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm <sup>3</sup>	2.147	2.225	2.023	2.169	1.920	2.111

HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPiente N°	31	MS	13	4	36	MS1	U21	17	MS8	MS80	D80	U42
PESO DEL RECIPIENTE gr.	60.29	62.28	68.11	61.76	69.82	56.99	68.57	63.08	65.57	60.38	69.67	57.00
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC. gr.	380.45	373.09	431.58	434.95	377.08	341.24	343.56	435.87	406.01	382.82	310.26	409.80
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC. gr.	329.46	323.69	365.64	366.76	328.53	296.24	287.24	359.41	356.62	336.11	258.05	333.51
PESO DE AGUA gr.	50.99	49.4	65.94	68.19	48.55	45	56.32	76.46	49.39	46.71	52.21	76.29
PESO DE MUESTRA SECA gr.	269.17	261.41	297.53	305.00	258.71	239.25	218.67	296.33	291.05	275.73	188.38	276.51
CONTENIDO DE HUMEDAD gr.	18.94	18.90	22.16	22.36	18.77	18.81	25.76	25.80	16.97	16.94	27.72	27.59
HUMEDAD PROMEDIO %	18.92		22.26		18.79		25.78		16.96		27.65	
DENSIDAD SECA gr/cm <sup>3</sup>	1.806		1.820		1.703		1.725		1.642		1.654	

**PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA**

MOLDE N°	4	5	6
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	11980	12140	11791
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	11798	11799	11347
PESO DE AGUA ABSORBIDA	182	341	444
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	3.64	7.24	9.92

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

FECHA	TIEMPO	MOLDE N° 4			MOLDE N° 5			MOLDE N° 6		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
Y	EN	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%
HORA	DÍAS									
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	117	91.19	133	1.33	1.04	126	1.26	0.98	
3	0	140	109.12	158	1.58	1.23	139	1.39	1.08	
4	2	150	116.91	173	1.73	1.35	141	1.41	1.10	
5	2	153	119.25	177	1.77	1.38	147	1.47	1.15	

**DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN**

PENETR.	CARGAS:	MOLDE N° 4			MOLDE N° 5			MOLDE N° 6		
		EN	TIPO	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL
plg.	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
0.025		28.0	17.52		18.00	11.27		6.0	3.76	
0.050		66.0	41.31		43.00	26.91		14.0	8.76	
0.075		125.0	78.24		77.00	48.19		25.0	15.65	
0.100	1000	195.0	122.05	14.5	123.00	76.98	8.5	38.0	23.78	2.9
0.150		310.0	194.02		191.00	119.54		60.0	37.55	
0.200	1500	410.0	256.61	17.3	260.00	162.73	11.0	81.0	50.70	3.6
0.250		486.0	304.18		309.00	193.40		97.0	60.71	
0.300	1900	560.0	350.50		356.00	222.82		111.0	69.47	
0.400	2300	653.0	408.70		407.00	254.74		132.0	82.62	
0.500	2600	734.0	459.40		458.00	286.66		147.0	92.01	

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ. : PUNZARA ALTO

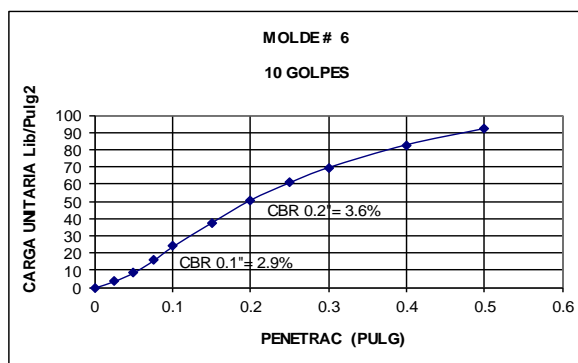
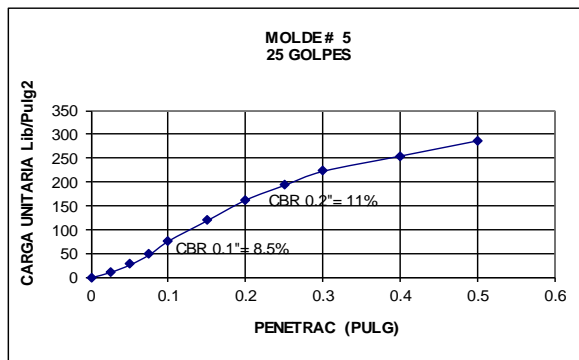
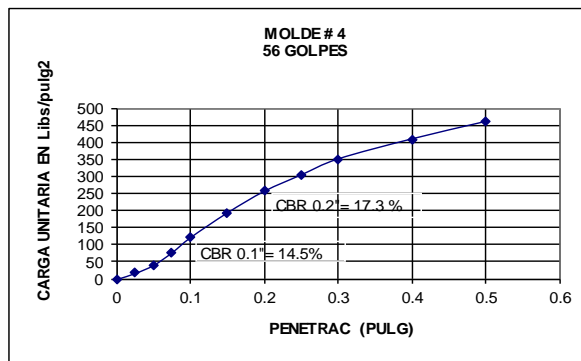
SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

PROFUND.: 1.5 m

REALIZADO: Ego. A.G.

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Ego. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL**  
**LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL**

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

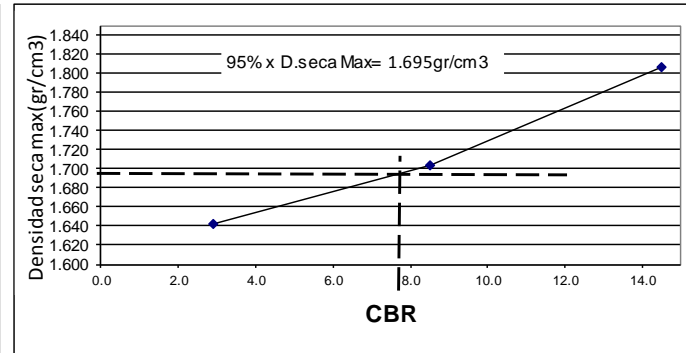
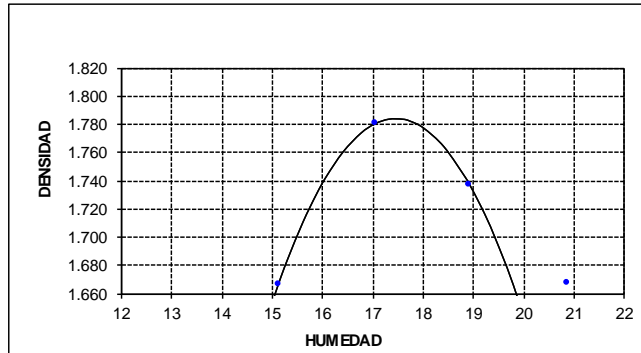
LOCALZ : PUNZARA ALTO

SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

PROFUND.: 1.5 m

DENSIDAD SECA MÁXIMA = **1.784 GR/CM3**  
 CONT. DE AGUA ÓPTIMO = **17.45 %**



**C.B.R. DE DISEÑO AL 95% COMPACTACIÓN = 8%**

# golpes	C.B.R.		D. SECA MAX
	0.1	0.2	
56	14.5	17.3	1.806
25	8.5	11	1.703
10	2.9	3.6	1.642

OBSERVACIONES: El CBR de diseño se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% del porcentaje de compactación.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

**ENSAYO D.C.P - C.B.R.**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**Localización:** ARGELIA - PUNZARA ALTO

**Pozo:** 9

**Profundidad:** 1.50

**Valor mm/golpe :** 62.08

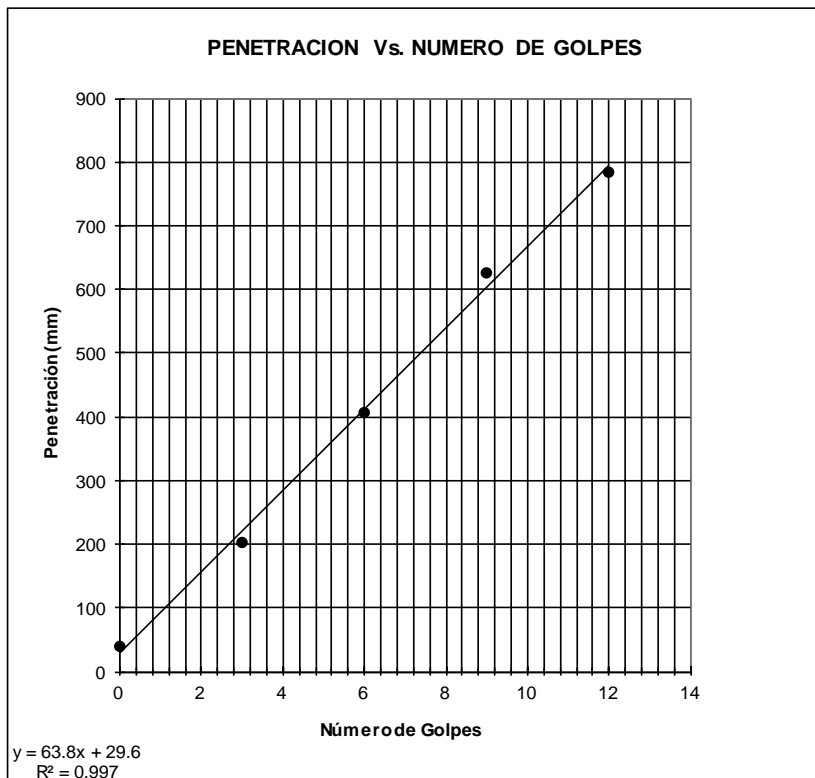
**CBR (Kleyn 1975) =** 2.7

**CBR (Kleyn & Heerden 1983) =** 2.0

**CBR (Harrison 1987) =** 2.8

**Valor CBR Promedio:** 2.5

Golpes Acumulados	Penetración (mm)
0	40.00
3	203.00
6	407.00
9	627.00
12	785.00



Observaciones: El ensayo es realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis, en el campo in-situ

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

<b>REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO</b>	Sondeo N°: 9	Hoja: 9 de 10
--------------------------------------	--------------	---------------

<b>PROYECTO:</b> "Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono "Argelia" que está ubicado en las siguientes coordenadas del DATUM PSAD 56.	<b>Coordenadas</b> N: 9552718 E: 0699384	<b>Cota:</b> 2222	<b>Profundidad Final:</b> 1,5m
	<b>UBICACIÓN:</b> ARGELIA - PUNZARA	<b>Nivel Freático</b> Inicio: ---- Fin: ----	<b>FECHA DE SONDEO</b> Inicio: 27/11/2013 Fin: 27/11/2013

PROFUNDIDAD (m)	PERFIL	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	GRANULOM			LL	IP	W	AASTHO	N. FREÁTICO	Capacidad admisible-penetrometro de bolsillo	PROFUNDIDAD (m)
				G	S	F							
0,2			Capa vegetal, color café claro										
			Suelo arcilloso de color café claro, clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.	2	30	68	33	14	18.57	A-6 (9)			
0,5			Suelo arcilloso de color café claro, clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.	1	20	79	32	16	23.99	A-6 (13)			
1			Suelo arcilloso de color café oscuro, clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.	2	19	79	41	17	32.56	A-7-6 (14)	0.57		
1,5													



0.5 m



1.0 m



1.5 m

OBSERVACIONES:	Ing. Ángel Tapia Chavez DIRECTOR DE TESIS	Ángel Gualán TESISTA
----------------	--	-------------------------

**CALICATA N° 10**

**GRANULOMETRÍA**

**LÍMITES**

**COMPACTACIÓN**

**C.B.R.**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA :** ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA :** 10

**LOCALIZAC:** PUNZARA ALTO

**MUESTRA :** 1

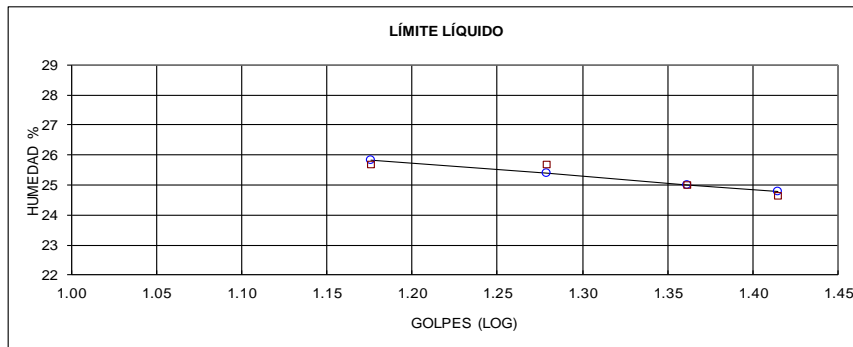
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD :** 0.5 m

**FECHA :** 20-03-2014

**REALIZADO :** A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.-CONTENIDO DE AGUA		426.86 440.81	377.48 388.96	59.46 56.28	15.53 15.59	15.56
2.- LÍM. LÍQUIDO	15 19 23 26	86.28 74.49 74.16 78.31	82.89 71.49 71.76 75.34	69.69 59.80 62.16 63.29	25.68 25.66 25.00 24.65	24.84
3.- LÍMITE PLÁSTICO		31.51 31.58	31.37 31.43	30.51 30.51	16.28 16.30	16.29
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 544.26 (H/S)		S		GRAVA		7
PESO INICIAL DE CÁLCULO:		544.26		ARENA		31
				FINOS		62
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 25.00		
1"	0.00	0	100	LP = 16.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 9.00		
1/2"	20.73	4	96	<b>CLASIFICACIÓN</b> SUCS : CL AASHTO: A-4 IG(86): 5 IG(45): 5		
3/8"	25.83	5	95			
No. 4	40.75	7	93			
No. 10	60.61	11	89			
No. 40	89.52	16	84			
No. 200	207.45	38	62			



**CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelos Limosos (A-4)**

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA





**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA :** ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA :** 10

**LOCALIZAC:** PUNZARA ALTO

**MUESTRA :** 2

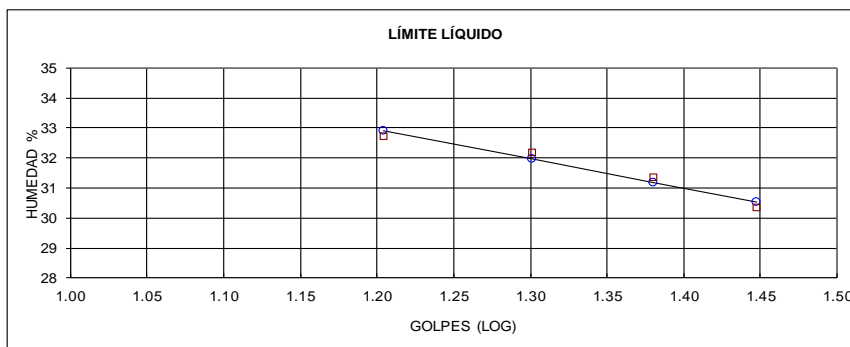
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD :** 1 m

**FECHA :** 20-03-2014

**REALIZADO :** A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.-CONTENIDO DE AGUA		372.55 378.09	316.66 320.29	65.56 61.74	22.26 22.36	22.31
2.- LÍM. LÍQUIDO	16 20 24 28	79.49 56.85 71.75 85.49	75.58 53.54 68.17 82.05	63.63 43.25 56.75 70.71	32.72 32.17 31.35 30.34	31.01
3.- LÍMITE PLÁSTICO		31.30 31.44	31.22 31.33	30.62 30.50	13.33 13.25	13.29
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 524.98 (H/S) S			GRAVA 4			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 524.98			ARENA 38			
			FINOS 58			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 31.00		
1"	0.00	0	100	LP = 13.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 18.00		
1/2"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN SUCS : CL AASHTO: A-6 IG(86): 8 IG(45): 8		
3/8"	5.61	1	99			
No. 4	22.29	4	96			
No. 10	39.45	8	92			
No. 40	65.69	13	87			
No. 200	222.50	42	58			



**CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso ( A-6)**

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

**NORMA :** ASTM D 4318, AASHTO T-27

**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA :** 10

**LOCALIZAC:** PUNZARA ALTO

**MUESTRA :** 3

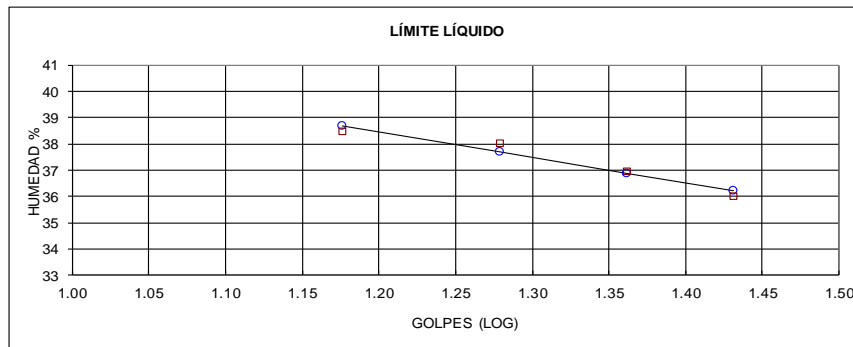
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

**PROFUNDIDAD :** 1.5 m

**FECHA :** 20-03-2014

**REALIZADO :** A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.-CONTENIDO DE AGUA		327.00 270.65	272.33 229.89	57.34 69.68	25.43 25.44	25.44
2.- LÍM. LÍQUIDO	15 19 23 27	86.91 76.85 76.68 76.69	82.40 73.06 72.65 72.35	70.68 63.09 61.75 60.30	38.48 38.01 36.97 36.02	36.53
3.- LÍMITE PLÁSTICO		31.50 31.40	31.37 31.26	30.62 30.48	17.33 17.95	17.64
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 532.88 (H/S) S			GRAVA 2			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 532.88			ARENA 34			
			FINOS 64			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 37.00		
1"	0.00	0	100	LP = 18.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 19.00		
1/2"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN SUCS : CL AASHTO: A-6 IG(86): 10 IG(45): 9		
3/8"	3.57	1	99			
No. 4	12.85	2	98			
No. 10	25.43	5	95			
No. 40	51.41	10	90			
No. 200	190.26	36	64			



**CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso ( A-6)**

Observaciones: El ensayo realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR**

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

**PROYECTO** : CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL.

**OBRA** : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**LOCALZ.** : PUNZARA ALTO

**SOLICITADO** : DIRECTOR DE TESIS

**FECHA** : ABRIL-AGOSTO-2014

**CALICATA N°** : 10

**NORMA** : AASHTO T 180-D

**PROFUND.** : 1.5 m

**REALIZADO**: Ego. A.G.

<b>NORMA ENSAYO:</b>	T-180-D	
<b>GOLPES/CAPA:</b>	56	
<b>No. DE CAPAS:</b>	5	
<b>PESO MARTILLO:</b>	4.5	Kg.
<b>ALT. DE CAÍDA:</b>	46.0	cm.

<b>DATOS DEL MOLDE</b>		
<b>DIÁMETRO:</b>	15.20	cm.
<b>ALTURA:</b>	11.6	cm
<b>VOLUMEN :</b>	2.105	cm3
<b>PESO :</b>	6.290	gramos

**DATOS PARA LA CURVA:**

<b>PUNTO No.:</b>	8%	10%	12%	14%
<b>Peso comp.:</b>	10.585	10.750	10.868	10.803
<b>Peso suelo:</b>	4.295	4.460	4.578	4.513
<b>Dens. Hum :</b>	2.040	2.119	2.175	2.144

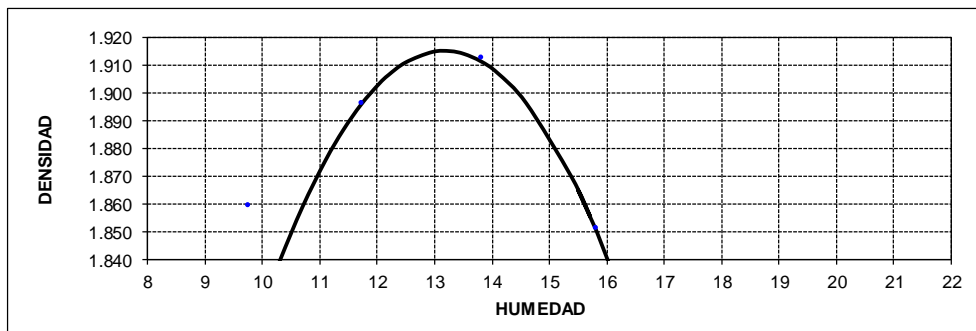
**CONTENIDOS DE HUMEDAD:**

<b>W. hum.:</b>	461.44	468.03	461.91	453.78	421.18	450.72	395.03	407.00
<b>W. seco:</b>	425.92	431.55	420.34	412.69	374.83	404.10	348.06	361.05
<b>W. caps:</b>	61.75	56.30	66.36	62.28	37.10	64.09	50.44	70.65
<b>w (%) :</b>	9.75	9.72	11.74	11.73	13.72	13.71	15.78	15.82
<b>promedio</b>	9.74		11.73		13.72		15.80	
<b>Dens. Seca:</b>	1.859		1.896		1.913		1.851	

**RESULTADOS:**

DENSIDAD SECA MÁXIMA =  
CONT. DE AGUA OPTIMO =

1.915 Kg/m3  
13.17 %



**OBSERVACIONES:** La toma de muestras es realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Ego. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL**  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL.  
OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE  
LOCALZ : PUNZARA ALTO  
SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS  
FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014  
CALICATA N° : 10

NUMERO DEL MOLDE N°	4	5	6
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15.2	15.21	15.21
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	12.83	12.82	12.83
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5.08	5.08	5.08

NORMA: ASTM 1883  
PROFUND.: 1.5 m  
REALIZADO: Ego. A.G.

ÍNDICE DE SOPORTE CALIFORNIA " C. B. R. "

MOLDE N°	4		5		6	
	56		25		10	
N° DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATUR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	11860	11926	11788	11977	11314	11595
PESO DEL MOLDE + BASE	6799	6799	7087	7087	6870	6870
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	5061	5127	4701	4890	4444	4725
VOLUMEN DE MUESTRA	2328.11	2328.11	2329.36	2329.36	2331.18	2331.18
DENSIDAD HÚMEDA	2.174	2.202	2.018	2.099	1.906	2.027

HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPIENTE N°	31	MS	13	4	36	MS1	U21	17	MS8	MS80	D80	U42
PESO DEL RECIPIENTE.	56.05	71.10	63.22	57.59	60.59	63.32	61.57	65.38	62.59	61.20	55.27	59.54
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC.	315.94	311.90	364.31	378.92	421.70	406.66	379.99	393.38	406.78	426.70	389.02	386.60
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC.	285.57	283.88	326.23	337.97	379.83	366.65	332.82	345.42	366.75	384.09	333.92	332.66
PESO DE AGUA.	30.37	28.02	38.08	40.95	41.87	40.01	47.17	47.96	40.03	42.61	55.103	53.94
PESO DE MUESTRA SECA.	229.52	212.78	263.01	280.38	319.24	303.33	271.25	280.04	304.16	322.89	278.65	273.12
CONTENIDO DE HUMEDAD.	13.23	13.17	14.48	14.61	13.12	13.19	17.39	17.13	13.16	13.20	19.77	19.75
HUMEDAD PROMEDIO.	13.20		14.54		13.15		17.26		13.18		19.76	
DENSIDAD SECA.	1.920		1.923		1.784		1.790		1.684		1.692	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA

MOLDE N°	4	5	6
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	11926	11977	11595
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	11860	11788	11314
PESO DE AGUA ABSORBIDA	66	189	281
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	1.30	4.02	6.32

DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA	TIEMPO	MOLDE N° 4			MOLDE N° 5			MOLDE N° 6		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
Y	EN	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%
HORA	DÍAS									
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	113	1.13	0.88	174	1.74	1.36	290	2.90	2.26	2.26
3	145	1.45	1.13	275	2.75	2.15	313	3.13	2.44	2.44
4	171	1.71	1.33	307	3.07	2.39	324	3.24	2.53	2.53
5	185	1.85	1.44	324	3.24	2.53	331	3.31	2.58	2.58

DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN

PENETR.	CARGAS	MOLDE N° 4			MOLDE N° 5			MOLDE N° 6		
		LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.
plg.	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
0.025		22.0	13.77		16.00	10.01		12.00	7.51	
0.050		51.0	31.92		33.00	20.65		23.00	14.40	
0.075		95.0	59.46		50.00	31.29		32.00	20.03	
0.100	1000	151.0	94.51	14.5	67.00	41.93	4.8	39.00	24.41	2.7
0.150		265.0	165.86		96.00	60.09		51.00	31.92	
0.200	1500	363.0	227.20	17.0	118.00	73.85	5.0	59.00	36.93	2.6
0.250		439.0	274.76		138.00	86.37		67.00	41.93	
0.300	1900	502.0	314.19		156.00	97.64		74.00	46.32	
0.400	2300	600.0	375.53		189.00	118.29		88.00	55.08	
0.500	2600	681.0	426.23		220.00	137.69		101.00	63.21	

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Ego. Ángel Gualán  
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS  
DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL.

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ. : PUNZARA ALTO

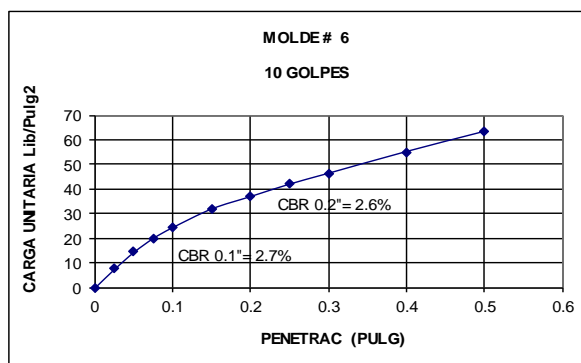
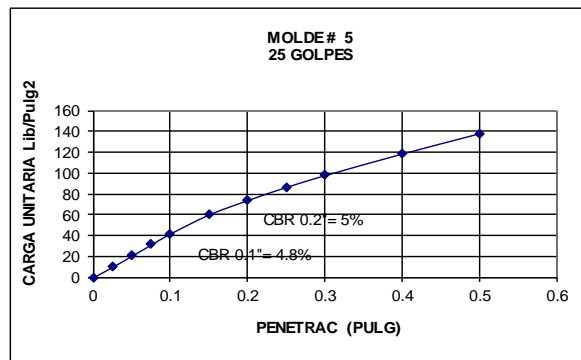
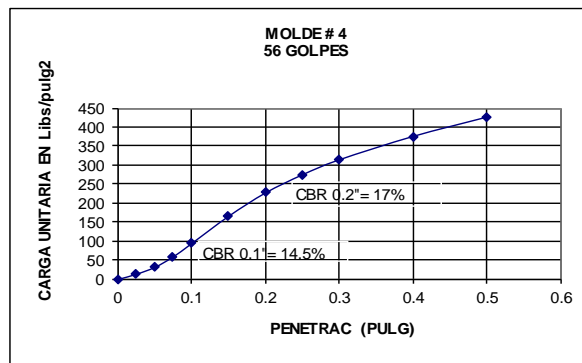
SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

PROFUND.: 1.5 m

REALIZADO: Ego. A.G.

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Ego. Ángel Gualán  
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

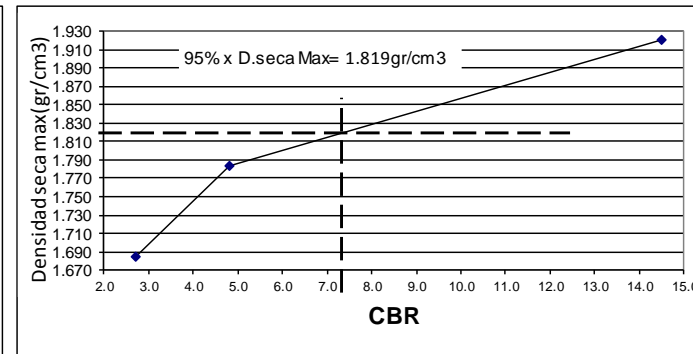
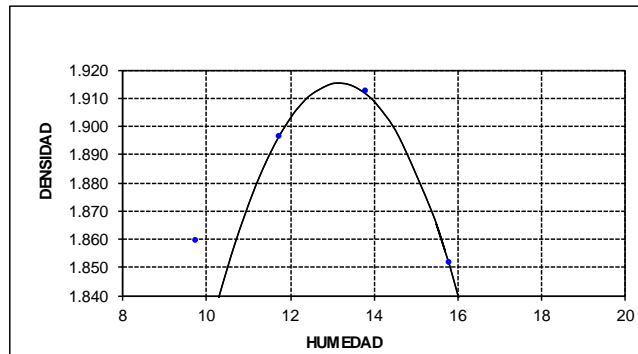
LOCALZ : PUNZARA ALTO

SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

FECHA : ABRIL-AGOSTO-2014

PROFUND.: 1.5 m

DENSIDAD SECA MÁXIMA = **1.915 Kg/m<sup>3</sup>**  
CONT. DE AGUA ÓPTIMO = **13.17 %**



**C.B.R. DE DISEÑO AL 95% COMPACTACIÓN = 7%**

# golpes	C.B.R.		D. SECA
	0.1	0.2	MAX
56	14.5	17	1.920
25	4.8	5	1.784
10	2.7	2.6	1.684

OBSERVACIONES: El CBR de diseño se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% del porcentaje de compactación.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

<b>REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO</b>	<b>Sondeo N°:</b> 10	<b>Hoj</b> 10 de 10
--------------------------------------	----------------------	---------------------

<b>PROYECTO:</b> "Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono "Argelia" que está ubicado en las siguientes coordenadas del DATUM PSAD 56.	<b>Coordenadas N:</b> 9552729	<b>Cota:</b> 2233	<b>Profundidad Final:</b>
	<b>E:</b> 0698917		1,5m
<b>UBICACIÓN:</b> ARGELIA - PUNZARA	<b>Nivel Freático Inicio:</b> --- <b>Fin:</b> ---	<b>FECHA DE SONDEO Inicio:</b> 27/11/2013 <b>Fin:</b> 27/11/2013	

PROFUNDIDAD (m)	PERFIL	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	GRANULOM			LL	IP	W	AASTHO	N. FREÁTICO	Capacidad admisible- penetrometro de bolsillo kg/cm <sup>2</sup>	PROFUNDIDAD (m)
				G	S	F							
0,2			Capa vegetal, color café claro										
			Suelo limoso de color café claro, clasificado por la norma como suelo limoso con contenido de humedad medio.	7	31	62	25	9	15.56	A-4 (5)			
0,5			Suelo arcilloso de color café oscuro, clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.	4	38	58	31	18	22.31	A-6 (8)			
1,0			Suelo arcilloso de color café claro, clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.	2	34	64	37	19	25.44	A-6 (10)		0.60	
1,5													



0.5 m



1.0 m



1.5 m

<b>OBSERVACIONES:</b>	Ing. Ángel Tapia Chavez DIRECTOR DE TESIS	Ángel Gualán TESISTA
-----------------------	--	-------------------------

**ANEXO II**

**ENSAYOS DE CANTERA**



## ANEXO II. 1 MATERIAL DE CANTERA EN SU ESTADO NATURAL



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIOS UTPL

### ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

OBRA : ESTUDIOS DEL MATERIAL DE CANTERA SIN MEJORAMIENTO

NORMA: ASTM D 422,

LOCALIZAC: CANTERA JUAN JOSÉ CASTILLO - PUNZARA ALTO

ABSCISA : BANCO DE PRESTAMO

SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

MUESTRA: MATERIAL DE MEJORAMIENTO

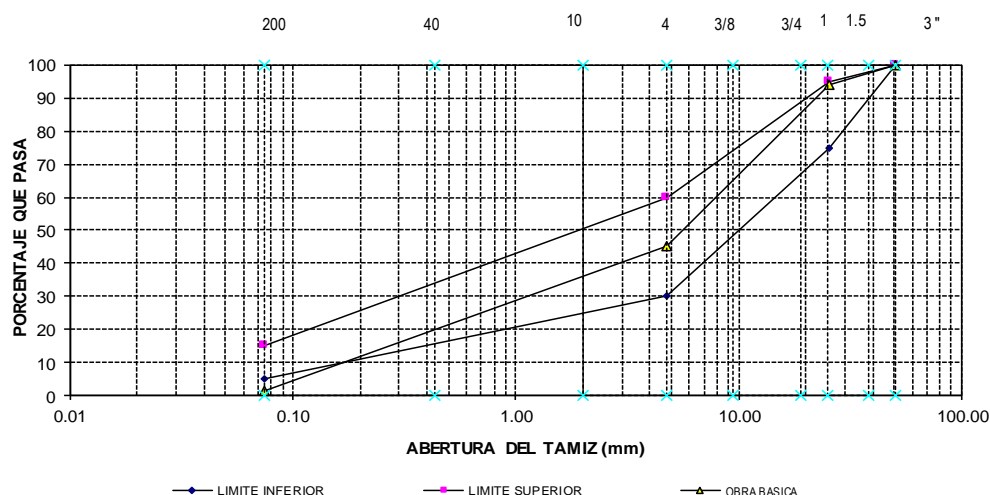
FECHA: ABRIL-AGOSTO / 2014

NIVEL.: SUBRASANTE

REALIZADO: Edo. A.G.

Tamiz mm	Peso Acumulado	%	%	ESPECIFICACIÓN		
				Retenido	Que Pasa	Inferior
2"(50,8 mm)	0	0	100		100	100
1 1/2(38.1mm)	84.2	2	98			
1"(25.4mm)	222.8	6	94	75		95
3/4"(19.0mm)	507.1	14	86			
1/2"(12.50mm)	924.5	26	74			
3/8"(9.5mm)	1315.2	37	63			
N°4 (4.76mm)	1960.3	55	45	30		60
N°10 (2.00mm)	2518.62	71	29			
N°40 (0.425mm)	3008.64	84	16			
N°200 (0.075mm)	3523.75	99	1	5		15
FONDO	3562.1	100	0			
Total	3570.3					

#### CURVA GRANULOMÉTRICA PARA MEJORAMIENTO TIPO-B



OBSERVACIONES: La toma de muestras es realizada por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Edo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA,  
APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

NORMA : ASTM D 4318, AASHTO T-27

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA SIN MEJORAMIENTO

ABSCISA : BANCO DE PRESTAMO

LOCALIZAC : CANTERA JUAN JOSÉ CASTILLO - PUNZARA ALTO

MUESTRA: MATERIAL DE MEJORAMIENTO

SOLICITADO: DIRECTOR DE TESIS

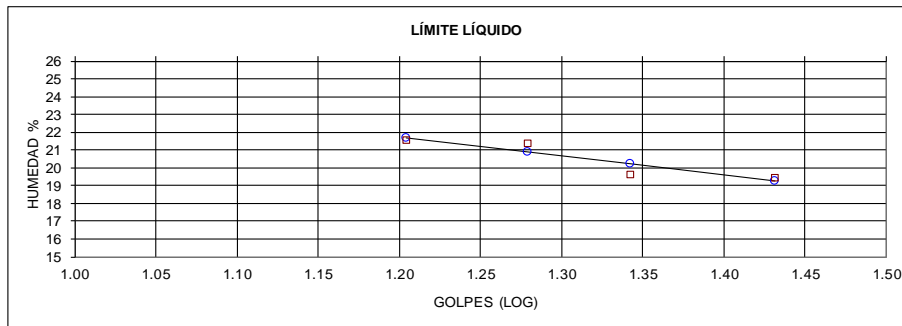
NIVEL.: SUBRASANTE

FECHA : ABRIL AGOSTO-2014

REALIZADO: Edo. A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		485.98 491.01	440.69 447.01	54.46 69	12 12	12
2.- LÍM. LÍQUIDO	16 19 22 27	68.35 68.80 80.23 77.96	66.00 66.32 77.20 75.15	55.10 54.72 61.76 60.70	22 21 20 19	20
3.- LÍMITE PLÁSTICO		32.31 32.01	32.12 31.83	30.92 30.69	16 16	16

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	3570.27	(H/S)	S	GRAVA	55
PESO INICIAL DE CÁLCULO:	3570.27		3570.27	ARENA	44
				FINOS	1
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA		
2" (50.8 mm)	0			LL =	20.00
1 1/2" (38.1mm)	84			LP =	16.00
1" (25.4mm)	223	6	94	IP =	4.00
3/4" (19.0mm)	507	14	86		
1/2" (12.50mm)	925	26	74		
3/8" (9.5mm)	1.315	37	63		
Nº4 (4.76mm)	1.960	55	45		
Nº10 (2.00mm)	2.519	71	29		
Nº40 (0.425mm)	3.009	84	16		
Nº200 (0.075mm)	3.524	99	1		
				CLASIFICACIÓN	
				SUCS :	SM
				AASHTO:	A-1-a
				IG(86):	0
				IG(45):	0



CLASIFICACIÓN AASHTO: Fragmentos de piedra grava y arena (A - 1 - a)

OBSERVACIONES: La toma de muestras es realizada por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Edo. Ágel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

**DETERMINACIÓN DEL VALOR DE ABRASIÓN DEL ÁRIDO GRUESO DE PÁRTICULAS MENORES A 37.5 mm MEDIANTE EL USO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES**

PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

<b>OBRA:</b>	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	<b>NORMA:</b>	AASHTO T 96 - 02
<b>LOCALIZACIÓN:</b>	CANTERA JUAN JOSÉ CASTILLO	<b>MUESTRA:</b>	MATERIAL DE CANTERA
<b>SOLICITADO:</b>	DIRECTOR DE TESIS	<b>REALIZADO:</b>	A.G
<b>FECHA:</b>	Abril/2014 - Agosto/2014		

**GRADACIÓN DE LA MUESTRA DE ENSAYO SEPARADA POR TAMIZADO**

Tamices en (mm)				Masa de la muestra de ensayo en gramos			
Pasa		Retenido		Gradación			
mm	in	mm	in	A	B	C	D
37.5	(11/2)	25	( 1 )	1254			
25	( 1 )	19	(3/4)	1250			
19	(3/4)	12.5	(1/2)	1250			
12.5	(1/2)	9.5	(3/8)	1250			
9.5	(3/8)	6.3	(1/4)				
6.3	(1/4)	4.75	(N° 4)				
4.75	(N° 4)	2.36	( N°8)				
Total en (gr)				5004			

<b>Número de esferas:</b>	12	<b>Masa de la carga abrasiva:</b>	4956 gr
<b>Masa total de la muestra seleccionada antes del ensayo (A):</b>	5004 gr		
<b>Masa de la muestra despues de 500 revoluciones (B):</b>	2117 gr		
<b>Valor de abrasión despues de 500 revoluciones (V):</b>	57.7 %		

Valor de Abrasión en Porcentaje	$V = \frac{A - B}{A} * 100$	Requisitos de Desgaste a la Abrasión	Máximo 50%
---------------------------------	-----------------------------	--------------------------------------	---------------

**Observación:** No cumple con los requisitos de Desgaste de abrasion, el valor de abrasión sobrepasa al valor al maximo permitido por la norma por lo que se recomienda un mejoramiento con material de rio

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Angel Gualán.  
TESISTA

## ANEXO II. 2 ENSAYOS DE CANTERA MEJORADA



### UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEO-MINERA LABORATORIOS UCG

#### ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

OBRA : ESTUDIOS DEL MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO

NORMA: ASTM D 422,

LOCALIZAC: CANTERA JUAN JOSÉ CASTILLO - PUNZARA ALTO

ABSCISA : BANCO DE PRESTAMO

SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

MUESTRA: MATERIAL DE MEJORAMIENTO

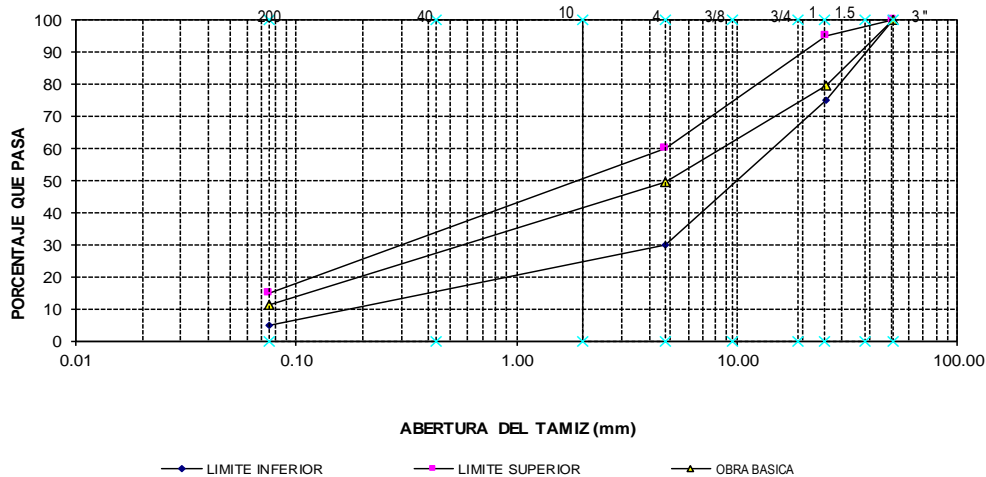
FECHA: ABRIL-AGOSTO / 2014

NIVEL.: SUBRASANTE

REALIZADO: Edo. A.G.

Tamiz mm	Peso Acumulado	% Retenido	% Que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
				Inferior	Superior
2"(50,8 mm)	0	0	100	100	100
1 1/2(38.1mm)	339.8	8	92		
1"(25.4mm)	870.2	20	80	75	95
3/4"(19.0mm)	1087.0	26	74		
1/2"(12.50mm)	1455.4	34	66		
3/8"(9.5mm)	1695.6	40	60		
Nº4 (4.76mm)	2152.3	51	49	30	60
Nº10 (2.00mm)	2653.87	62	38		
Nº40 (0.425mm)	3336.46	78	22		
Nº200 (0.075mm)	3774.41	89	11	5	15
FONDO	3805.9	89	11		
Total	4257.6				

**CURVA GRANULOMÉTRICA PARA MEJORAMIENTO TIPO-B**



OBSERVACIONES: La toma de muestras es realizada por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Edo. Ágel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIOS UTPL**

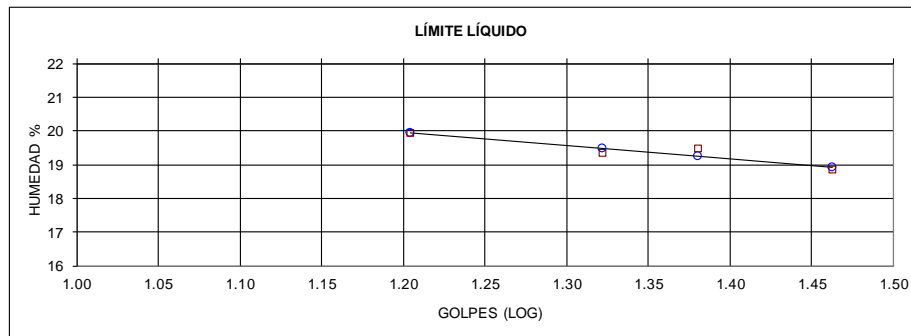
**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL " **NORMA :** ASTM D 4318, AASHTO T-27  
**OBRA :** ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO **ABSCISA :** BANCO DE PRESTAMO  
**LOCALIZAC :** CANTERA JUAN JOSÉ CASTILLO - PUNZARA ALTO **MUESTRA:** MATERIAL DE MEJORAMIENTO  
**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS **NIVEL.:** SUBRASANTE  
**FECHA :** ABRIL AGOSTO-2014 **REALIZADO:** Edo. A.G.

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		485.96 491.58	461.69 467.91	54.46 69	6 6	6
2.- LÍM. LÍQUIDO	16 21 24 29	81.25 75.76 72.52 74.72	78.01 73.32 69.68 71.97	61.77 60.70 55.09 57.38	20 19 19 19	19
3.- LÍMITE PLÁSTICO		32.31 32.01	32.12 31.83	30.92 30.69	16 16	16

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	4257.57	(H/S)	S	GRAVA	51
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			4257.57	ARENA	38
				FINOS	11
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA		
2"(50.8 mm)	0			LL =	19.00
1 1/2(38.1mm)	340			LP =	16.00
1"(25.4mm)	870	20	80	IP =	3.00
3/4"(19.0mm)	1.087	26	74		
1/2"(12.50mm)	1.455	34	66		
3/8"(9.5mm)	1.696	40	60		
N°4 (4.76mm)	2.152	51	49		
N°10 (2.00mm)	2.654	62	38		
N°40 (0.425mm)	3.336	78	22		
N°200 (0.075mm)	3.774	89	11		
				<b>CLASIFICACIÓN</b> SUCS : SM AASHTO: A-1-a IG(86): 0 IG(45): 0	



CLASIFICACIÓN AASHTO: Fragmentos de piedra grava y arena (A - 1 - a)

**OBSERVACIONES:** La toma de muestras es realizada por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DIRECTOR DE TESIS

Edo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

**DETERMINACIÓN DEL VALOR DE ABRASIÓN DEL ÁRIDO GRUESO DE PÁRTICULAS MENORES A 37.5 mm MEDIANTE EL USO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES**

PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

**OBRA:** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

**NORMA:** AASHTO T 96 - 02

**LOCALIZACIÓN:** CANTERA JUAN JOSÉ CASTILLO

**MUESTRA:**

MATERIAL DE CANTERA MEJORADA

50% M. Cantera

**SOLICITADO:** DIRECTOR DE TESIS

50% M. Río

**FECHA:** Abril/2014 - Agosto/2014

**REALIZADO:** A.G

**GRADACIÓN DE LA MUESTRA DE ENSAYO SEPARADA POR TAMIZADO**

Tamices en (mm)				Masa de la muestra de ensayo en gramos			
Pasa		Retenido		Gradación			
mm	in	mm	in	A	B	C	D
37.5	(11/2)	25	( 1 )	1260			
25	( 1 )	19	(3/4)	1250			
19	(3/4)	12.5	(1/2)	1250			
12.5	(1/2)	9.5	(3/8)	1250			
9.5	(3/8)	6.3	(1/4)				
6.3	(1/4)	4.75	(N° 4)				
4.75	(N° 4)	2.36	( N°8)				
Total en (gr)				5010			

<b>Número de esferas:</b>	12	<b>Masa de la carga abrasiva:</b>	4956 gr
<b>Masa total de la muestra seleccionada antes del ensayo (A):</b>			5010 gr
<b>Masa de la muestra despues de 500 revoluciones (B):</b>			2978 gr
<b>Valor de abrasión despues de 500 revoluciones (V):</b>			40.6 %

Valor de Abrasión en Porcentaje	V=	$\frac{A - B}{A} * 100$	Requisitos de Desgaste a la Abrasión	Máximo
				50%

**Observación:** Para obtener este resultado se tuvo que realizar una mezcla con material de río para obtener los requisitos de desgaste; mezclamos 50 % de material de río y 50% de material de la cantera Juan Jose Castillo para obtener una muestra homogénea

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL**

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

PROYECTO: **CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

OBRA : ESTUDIOS DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO  
LOCALZ : CANTERA JUAN JOSÉ CASTILLO  
SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS  
CALICATA : 1  
FECHA : Octubre/13 - Agosto/2014

NORMA : AASHTO T 180-D  
ABSISA: BANCO DE MEJORAMIENTO  
NIVEL.: SUBRASANTE  
REALIZADO: AG

NORMA ENSAYO:	T-180-D	
GOLPES/CAPA:	56	
No. DE CAPAS:	5	
PESO MARTILLO:	4.5	Kg.
ALT. DE CAÍDA:	46	cm.

DATOS DEL MOLDE	
DIÁMETRO:	15.22 cm.
ALTURA:	11.56 cm
VOLUMEN :	2.103 cm <sup>3</sup>
PESO :	6.252 gramos

DATOS PARA LA CURVA:

PUNTO No.:	2%	4%	6%	8%
Peso comp.:	10.858	11.130	11.238	11.200
Peso suelo:	4.606	4.878	4.986	4.948
Dens. Hum :	2.190	2.319	2.371	2.353

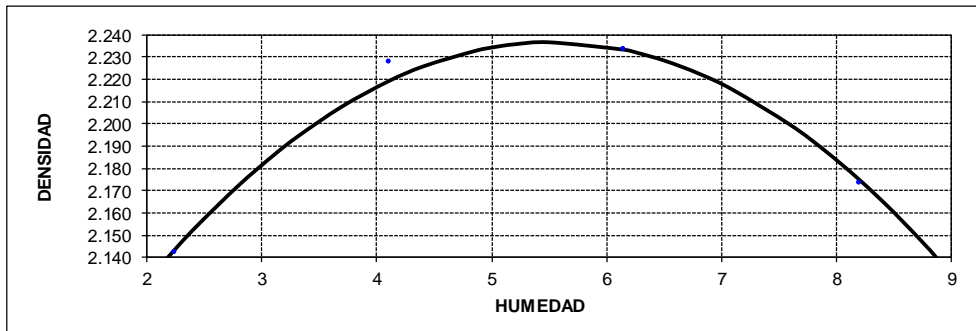
CONTENIDOS DE HUMEDAD:

W. hum.:	525.39	544.86	520.93	501.63	413.05	524.39	522.23	539.72
W. seco:	515.26	534.23	502.60	484.14	393.90	496.45	486.63	503.36
W. caps:	57.34	57.36	60.44	53.87	68.57	58.18	51.29	64.57
w (%) :	2.21	2.23	4.15	4.06	5.89	6.38	8.18	8.29
promedio	2.22		4.11		6.13		8.23	
Dens. Seca:	2.142		2.228		2.234		2.174	

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MÁXIMA =  
CONT. DE AGUA OPTIMO =

2.237 Kg/m<sup>3</sup>  
5.53 %



OBSERVACIONES: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de Tesis, en el laboratorio de Suelos de la UTPL.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán.  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL**  
LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIOS DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO  
LOCALZ : CANTERA JUAN JOSÉ CASTILLO  
SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS  
CALICATA : 1  
FECHA : Octubre/13 - Agosto/2014

NUMERO DEL MOLDE Nº	4	5	6
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15.2	15.21	15.21
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	13.13	13.12	13.13
ALTURA DEL ALZA: (cm)	4.78	4.78	4.78

NORMA: ASTM 1883  
ABSISA: BANCO DE MEJORAMIENTO  
NIVEL: SUBRASANTE  
REALIZADO: AG

**ÍNDICE DE SOPORTE CALIFORNIA " C. B. R. "**

MOLDE Nº	4		5		6	
	56		25		10	
Nº DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATUR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE gr.	12338	12405	12412	12538	11960	12146
PESO DEL MOLDE + BASE gr.	6799	6799	7087	7087	6870	6870
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA gr.	5539	5606	5325	5451	5090	5276
VOLUMEN DE MUESTRA cm <sup>3</sup>	2382.55	2382.55	2383.87	2383.87	2385.68	2385.68
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm <sup>3</sup>	2.325	2.353	2.234	2.287	2.134	2.212

HUMEDAD	ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO	
	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPIENTE Nº	31	MS	13	4	36	MS1	U21	17	MS8	MS80	D80	U42
PESO DEL RECIPIENTE. gr.	58.17	52.59	57.39	61.75	59.42	59.53	58.17	59.54	53.70	57.45	52.58	61.76
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC. gr.	441.47	448.29	474.22	461.50	433.50	439.60	416.44	446.25	419.74	425.71	454.34	451.64
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC. gr.	423.14	427.46	450.81	439.04	413.17	421.07	393.09	421.39	402.34	405.58	422.34	421.05
PESO DE AGUA. gr.	18.33	20.83	23.41	22.46	20.33	18.53	23.35	24.86	17.4	20.13	32	30.59
PESO DE MUESTRA SECA. gr.	364.97	374.87	393.42	377.29	353.75	361.54	334.92	361.85	348.64	348.13	369.76	359.29
CONTENIDO DE HUMEDAD. gr.	5.02	5.56	5.95	5.95	5.75	5.13	6.97	6.87	4.99	5.78	8.65	8.51
HUMEDAD PROMEDIO. %	5.29		5.95		5.44		6.92		5.39		8.58	
DENSIDAD SECA. gr/cm <sup>3</sup>	2.208		2.221		2.119		2.139		2.025		2.037	

**PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA**

MOLDE Nº	4	5	6
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12405	12538	12146
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	12338	12412	11960
PESO DE AGUA ABSORBIDA	67	126	186
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	1.21	2.37	3.65

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

FECHA	TIEMPO	MOLDE Nº U88			MOLDE Nº U2			MOLDE Nº 2B		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
Y	EN	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%
	1	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00
	2	11	0.11	0.08	9	0.09	0.07	6	0.06	0.05
	3	25	0.25	0.19	32	0.32	0.24	25	0.25	0.19
	4	27	0.27	0.21	33	0.33	0.25	25	0.25	0.19
	5	29	0.29	0.22	33	0.33	0.25	28	0.28	0.21

**DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN**

PENETR.	CARGAS	MOLDE Nº U88			MOLDE Nº U2			MOLDE Nº 2B			
		EN	TIPO	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN
plg.	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
0.025		18.0	60.83		15.00	50.69		3.0	10.14		
0.050		87.0	294.01		44.00	148.69		9.0	30.41		
0.075		148.0	500.16		69.00	233.18		13.0	43.93		
0.100	1000	199.0	672.51	144.0	97.00	327.80	43.0	20.0	67.59	11.5	
0.150		307.0	1037.49		149.00	503.54		30.0	101.38		
0.200	1500	421.0	1422.74	160.0	202.00	682.65	52.0	41.0	138.56	13.5	
0.250		526.0	1777.58		243.00	821.20		52.0	175.73		
0.300	1900	633.0	2139.18		285.00	963.14		63.0	212.90		
0.400	2300	815.0	2754.24		363.00	1226.73		86.0	290.63		
0.500	2600	936.0	3163.15		441.00	1490.33		109.0	368.36		

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Ángel Gualán.  
TESISTA





**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL**  
**LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIOS DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO

LOCALZ. : CANTERA JUAN JOSÉ CASTILLO

SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS

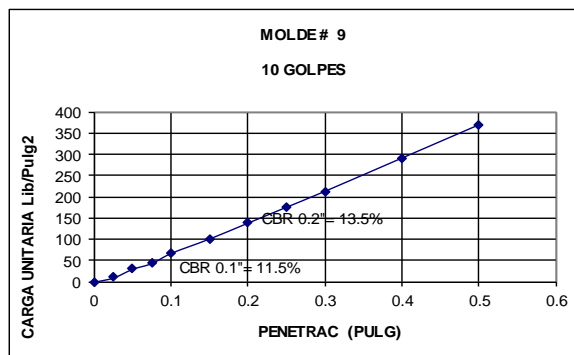
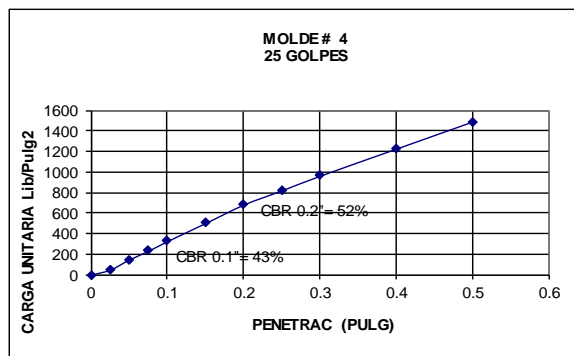
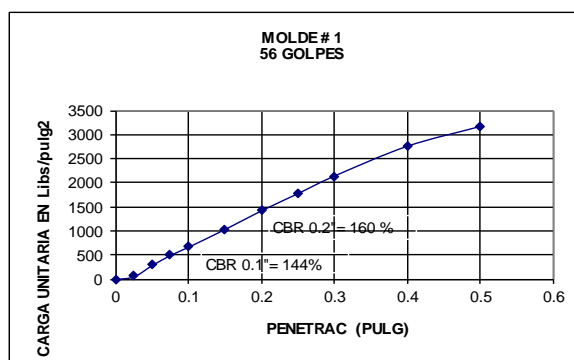
CALICATA : 1

NIVEL: SUBRASANTE

REALIZADO: A. G.

FECHA: Octubre/13 - Agosto/2014

**CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN**



Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

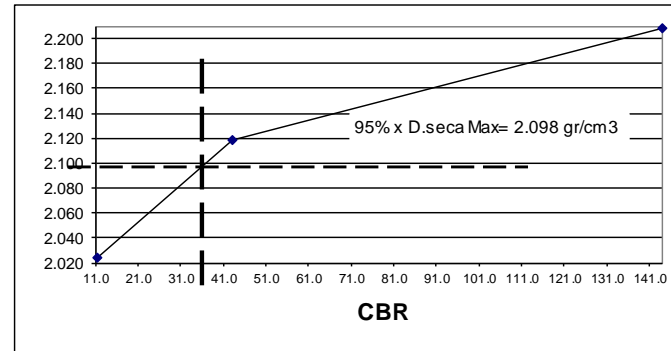
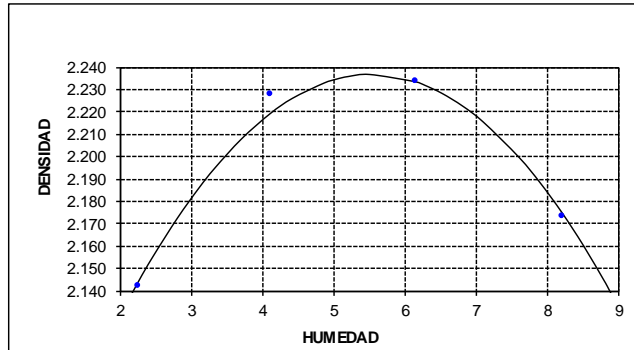
Egdo. Ángel Gualán  
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL**  
**LABORATORIOS MECÁNICA DE SUELOS - UTPL**

INF-LAB-DGM-IC-008-2014  
 PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL  
 OBRA : ESTUDIOS DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO  
 LOCALZ. : CANTERA JUAN JOSÉ CASTILLO  
 SOLICITADO : DIRECTOR DE TESIS  
 CALICATA : 1  
 FECHA : Octubre/13 - Agosto/2014  
 NIVEL: SUBRASANTE

**DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2,237 GR/CM3**  
**CONT. DE AGUA ÓPTIMO = 5.53 %**



**C.B.R. DE DISEÑO AL 95% COMPACTACIÓN = 36%**

# golpes	C.B.R.		D. SECA
	0.1	0.2	MAX
56	144.0	160	2.208
25	43	52	2.119
10	11.5	13.5	2.025

OBSERVACIONES: El CBR de diseño se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% del porcentaje de compactación.

Ing. Angel Tapia Chávez  
 DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Angel Gualán.  
 TESIS TA

**ANEXO III**

**C.B.R. DISEÑO**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIOS UTPL**

**CBR DE DISEÑO**

INF-LAB-DGM-IC-08-2014

**PROYECTO :** "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL".

**OBRA:** ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

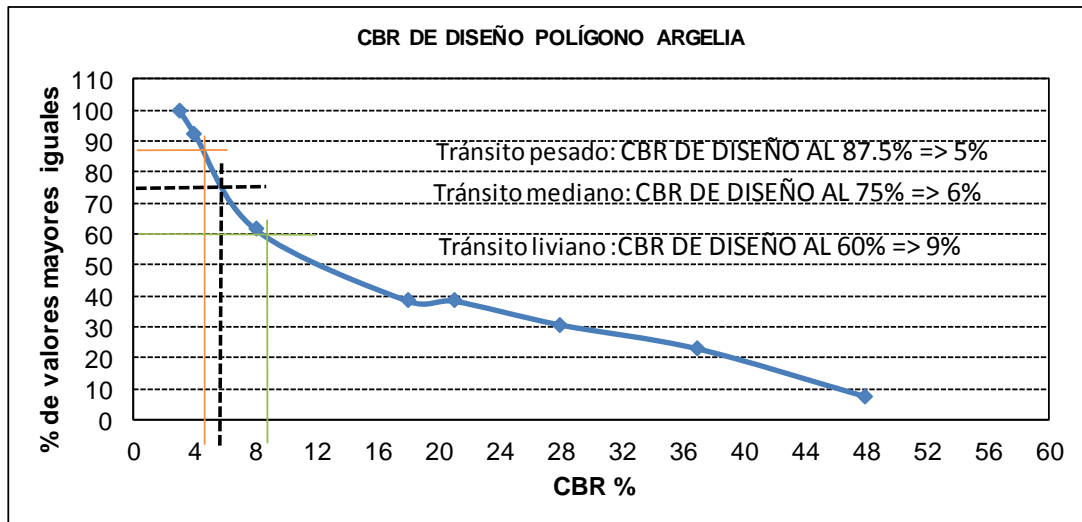
**LOCALZ.:** ARGELIA, CANTÓN LOJA.

**REALIZADO:** EGDO. A. G.

**FECHA:** /ABRIL - AGOSTO/2014

CÁLCULO DEL CBR DE DISEÑO		
Valores de CBR	# de Valores CBR >=	Porcentajes de valores de CBR >=
3	13	100
4	12	92
7	11	85
7		0
7		0
8	8	62
8		0
18	5	38
21	5	38
28	4	31
37	3	23
37		0
48	1	8

Valores de la Gráfica	
CBR	FRECUENCIA
3	100
4	92
8	62
18	38
21	38
28	31
37	23
48	8



## **ANEXO IV**

### **CUADRO RESUMEN DE CAPACIDAD PORTANTE Y MÓDULO RESILIENTE**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	Sondeos N°: 10	Hoja: 1 de 1
-------------------------------	----------------	--------------

**PROYECTO:** "Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono "Argelia" que está ubicado en las siguientes coordenadas del DATUM PSAD 56.

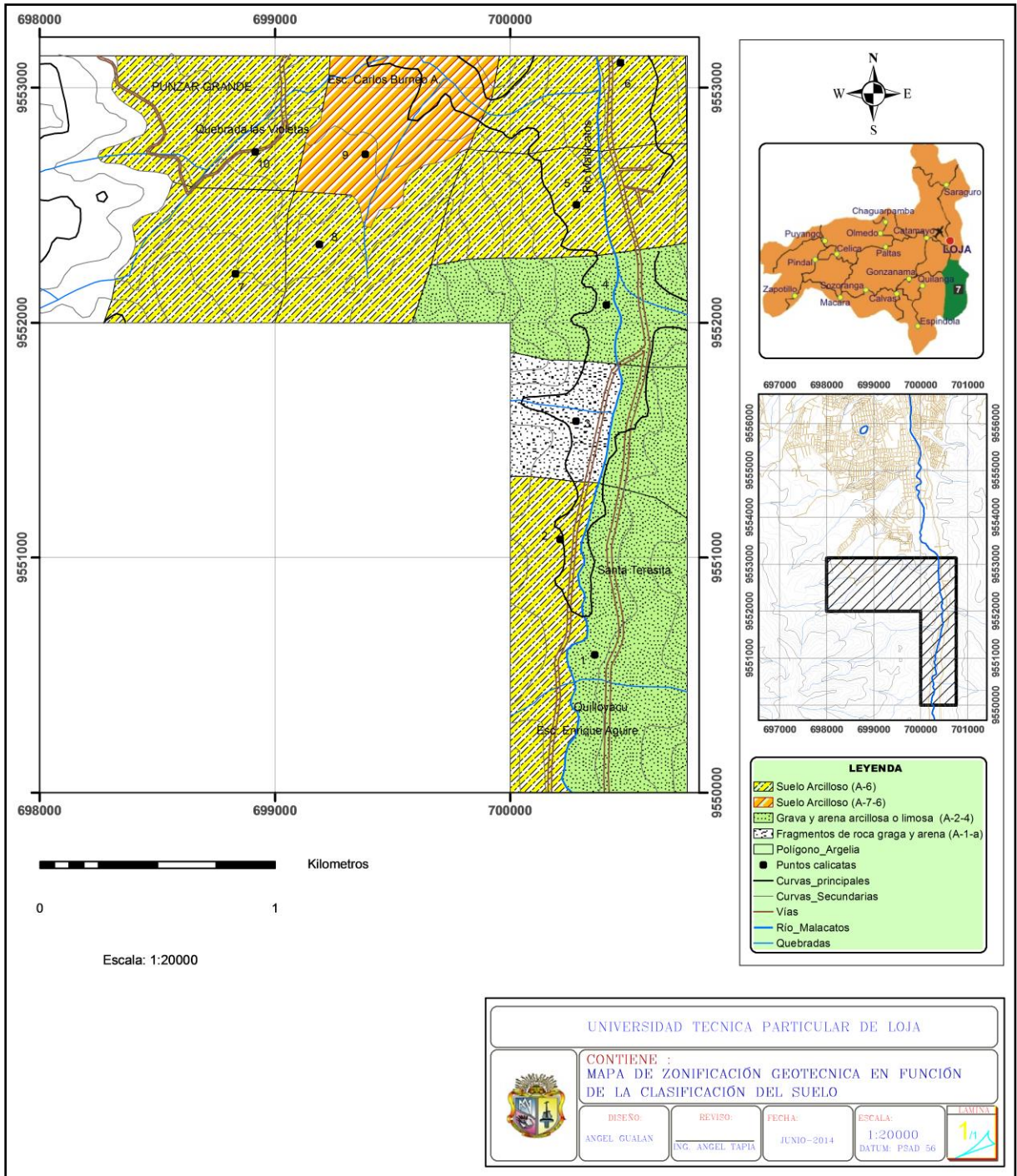
**UBICACIÓN: ARGELIA**

Registro	Pozo	Profun. de la Subr. (m)	COMPACTACION		CBR de lab. %	Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP)	Modulo Resiliente (Mr de lab)		DESCRIPCIÓN
			Densidad Seca Maxima (gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad óptimo (%)			psi	Mpa	
1		1.5	1.884	12.97	37	-----			La categoría de la subrasante se la considera como Excelente
2		1.5	1.855	14.46	28	-----			La categoría de la subrasante se la considera como Muy Buena
3		1.5	2.126	8.16	37	-----			La categoría de la subrasante se la considera como Excelente
4		1.5	2.138	7.5	48	-----			La categoría de la subrasante se la considera como Excelente
5		1.5	1.937	12.46	4	-----			La categoría de la subrasante se la considera como Pobre
6		1.5	1.932	12.4	8	7			La categoría de la subrasante se la considera como Regular
7		1.5	1.928	12.37	21	-----			La categoría de la subrasante se la considera como Muy Buena
8		1.5	1.911	11.35	7	18			La categoría de la subrasante se la considera como Regular
9		1.5	1.784	17.45	8	3			La categoría de la subrasante se la considera como Regular
10		1.5	1.915	13.17	7	-----			La categoría de la subrasante se la considera como Regular
CBR DISEÑO TRÁNSITO PESADO					5	%	7500.00	51.71	
CBR DISEÑO TRÁNSITO MEDIANO					6	%	9000.00	62.05	
CBR DISEÑO TRÁNSITO LIVIANO					9	%	13500.00	93.08	
OBSERVACIONES:						Ing. Ángel Tapia Chavez DIRECTOR DE TESIS		Egdo. Ángel Gualán TESISTA	

**ANEXO V**

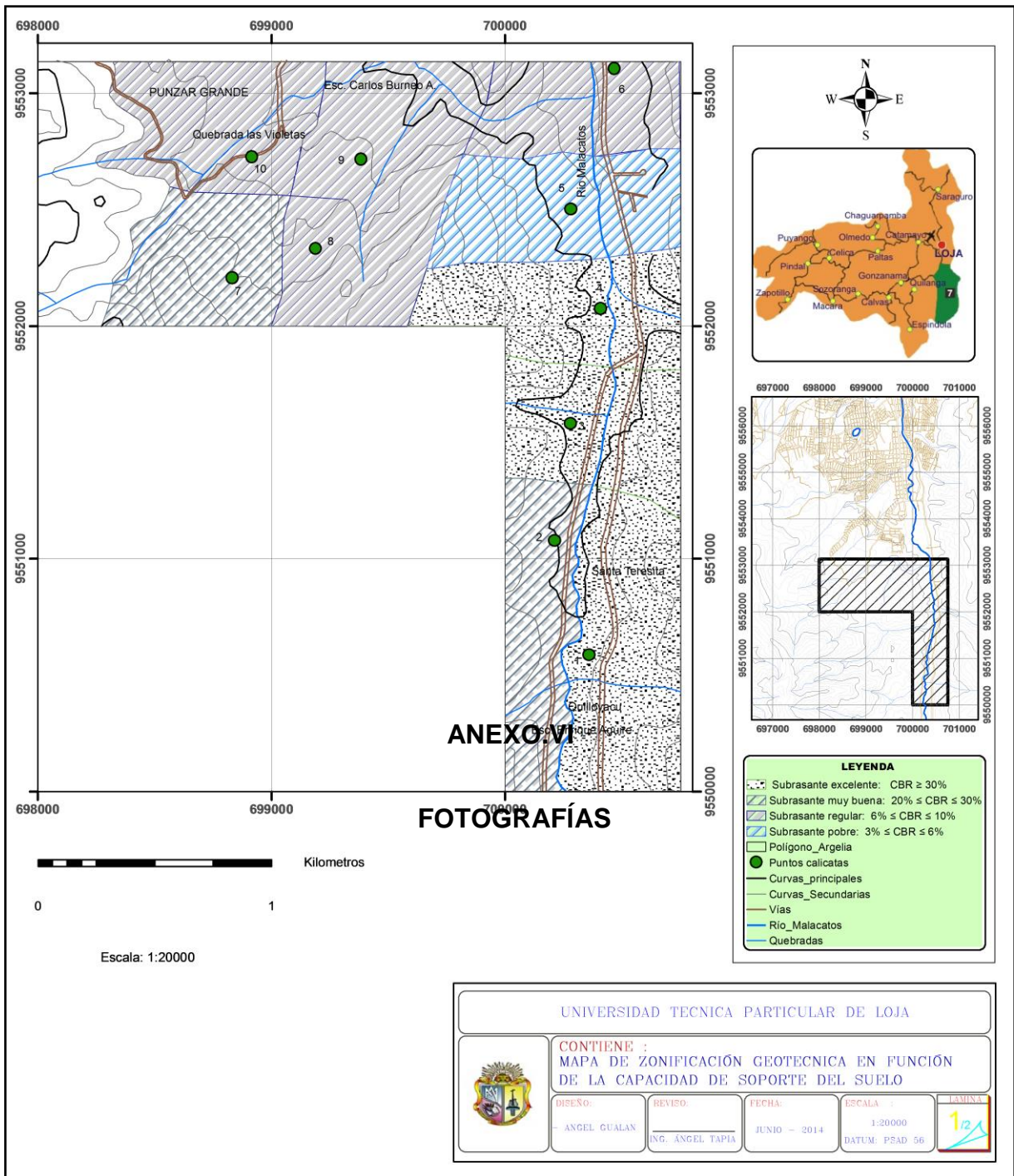
**MAPAS DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA.**

# ANEXO V.I MAPA DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA EN FUNCIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS.





## ANEXO V.II MAPA DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO.





Fotografía 5: Ensayos de granulometría.



Fotografía 6: Ensayos de limite líquido.



Fotografía 7: Ensayos de limite plástico.



Fotografía 8: Adición de agua, para el ensayo Proctor Modificado.



Fotografía 9: Preparación de la muestra para ensayos de compactación y CBR.



Fotografía 10: Ensayos de compactación.



Fotografía 11: Alisado y enrazado de la parte superficial del molde.



Fotografía 12: Peso del molde más muestra de suelo.



Fotografía 13: Colocación del deformímetro para la toma de lecturas antes de saturar.



Fotografía 14: Colocación de la muestra de CBR para saturación.



Fotografía 15: Lectura y registro de datos de hinchamiento en las muestra de suelo.



Fotografía 16: Aplicación de la carga sobre el pistón de penetración.



Fotografía 17: Muestra ensayada con el pistón de penetrómetro.



Fotografía 18: Ensayo de abrasión en la máquina de los ángeles.