



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ADICIÓN DE MIEL DE CAÑA SOBRE EL CBR DEL  
AFIRMADO DE LA CANTERA EL GAVILÁN, CAJAMARCA  
2017”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA CIVIL

Autora:

Yesica Navel Becerra Vasquez

Asesor:

Ing. Cubas Becerra Alejandro

Cajamarca - Perú

2019

## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Alejandro Cubas Becerra, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Becerra Vasquez, Yesica Navel

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: “ADICIÓN DE MIEL DE CAÑA SOBRE EL CBR DEL AFIRMADO DE LA CANTERA EL GAVILÁN, CAJAMARCA 2017” para aspirar al título profesional de: Ingeniero Civil por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

---

Ing. Alejandro Cubas Becerra  
Asesor

## ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis del estudiante: Becerra Vásquez, Yesica Navel para aspirar al título profesional con la tesis denominada: “ADICIÓN DE MIEL DE CAÑA SOBRE EL CBR DEL AFIRMADO DE LA CANTERA EL GAVILÁN, CAJAMARCA 2017”

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

**Aprobación por unanimidad**

**Aprobación por mayoría**

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

---

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga  
Jurado  
Presidente

---

Ing. Anita Alva Sarmiento  
Jurado

---

Ing. Manuel Urteaga Toro  
Jurado

## DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, guiarme en mi camino y darme la fuerza para seguir adelante.

Para mis padres y mi hermano quienes me brindaron su apoyo incondicional siempre en todo momento durante mis estudios y que a pesar de los obstáculos presentes siempre estuvieron brindándome sus consejos para poder continuar y lograr mis metas trazadas.

## **AGRADECIMIENTO**

Doy gracias a dios porque gracias a Él he podido lograr esta meta, por haberme guiado hasta donde he llegado y por bendecirme siempre en mí camino.

Agradezco a mis padres a mi hermano por su apoyo, consejos y confianza, sin ellos esto no hubiera sido posible.

Doy gracias a mi asesor Ing. Becerra Cubas Alejandro por su orientación y enseñanza durante la investigación.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS .....</b>	<b>2</b>
<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS.....</b>	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>9</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
1.1. Realidad problemática .....	11
1.2. Formulación del problema .....	17
1.3. Objetivos .....	17
1.3.1. Objetivo general .....	17
1.3.2. Objetivos específicos .....	17
1.4. Hipótesis.....	17
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>18</b>
2.1. Tipo de investigación .....	18
2.2. Población y muestra .....	18
2.3. Materiales, instrumentos y métodos. ....	18
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	19
2.5. Procedimiento .....	35
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>36</b>
3.1 Resultados de los ensayos del material .....	36
Contenido de Humedad .....	36
Análisis Granulométrico .....	36
Abrasión los Ángeles .....	37
Compactación Proctor Modificado.....	37
California Bearing Ratio – CBR .....	38
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>39</b>
4.1.1 Proctor Modificado. ....	39
4.1.2 California Bearing Ratio (CBR).....	40
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>41</b>
4.2 Proctor Modificado. ....	42
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXO N° 1.- Fotografías .....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXO N° 2.- Cálculos y protocolos .....</b>	<b>58</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Requisitos de calidad que deben cumplir los materiales para afirmado.....	16
Tabla 2. Pesos mínimos de muestra para ensayo de granulometría. ....	24
Tabla 3. Selección de método de Proctor .....	31
Tabla 4. Resultados de ensayo análisis granulométrico .....	36
Tabla 5. Resultados de ensayo de CBR 95% de la Máxima densidad seca. ....	38
Tabla 6. Determinación del Contenido de Humedad .....	58
Tabla 7. Análisis Granulométrico.....	59
Tabla 8. Abrasión de los Ángeles.....	60
Tabla 9.Determinación del Limite Liquido .....	61
Tabla 10.Proctor Modificado – Afirmado sin adición de miel.....	62
Tabla 11. Proctor Modificado – Afirmado + 2% de miel de caña.....	63
Tabla 12. Proctor Modificado – Afirmado + 5% de miel de caña.....	64
Tabla 13.Proctor Modificado – Afirmado + 10% de miel de caña.....	65
Tabla 14.California Bearing Ratio - CBR– Afirmado.....	66
Tabla 15.Carga penetración - CBR– Afirmado.....	66
Tabla 16.Esfuerzos para 0.1" y 0.2" de penetración, CBR y densidad seca – Afirmado ....	67
Tabla 17.Resultado CBR - Afirmado .....	68
Tabla 18.California Bearing Ratio - CBR– Afirmado + 2% de miel de caña.....	69
Tabla 19.Carga penetración - CBR– Afirmado + 2% de miel de caña .....	69
Tabla 20.Esfuerzos para 0.1" y 0.2" de penetración, CBR y densidad seca – Afirmado + 2% de miel de caña .....	70
Tabla 21.Resultado CBR - Afirmado + 2% de miel de caña.....	71
Tabla 22.California Bearing Ratio - CBR– Afirmado + 5% de miel de caña.....	72
Tabla 23.Carga penetración - CBR– Afirmado + 5% de miel de caña .....	72
Tabla 24.Esfuerzos para 0.1" y 0.2" de penetración, CBR y densidad seca – Afirmado + 5% de miel de caña .....	73
Tabla 25.Resultado CBR - Afirmado + 5% de miel de caña.....	74
Tabla 26.California Bearing Ratio - CBR– Afirmado + 10% de miel de caña.....	75
Tabla 27. Carga penetración - CBR– Afirmado + 10% de miel de caña .....	75
Tabla 28. Esfuerzos para 0.1" y 0.2" de penetración, CBR y densidad seca – Afirmado + 10% de miel de caña.....	76
Tabla 29 Resultado CBR - Afirmado + 5% de miel de caña.....	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis de ubicación de la cantera.....	20
Figura 2. Croquis ubicación del trapiche de donde se obtuvo la miel de caña.....	20
Figura 3 Comparación resultados densidad máxima seca .....	39
Figura 4.Comparación resultados optimo contenido de humedad .....	39
Figura 5.Comparación resultados CBR 0.1” al 95% de la máxima densidad seca .....	40
Figura 6. Comparación resultados CBR 0.2” al 95% de la máxima densidad seca .....	41
Figura 7. Curva Granulométrica: Huso A-1 .....	60
Figura 8.Limite Liquido .....	61
Figura 9.Curva de compactación – Afirmado sin adición de miel .....	62
Figura 10.Curva de compactación – Afirmado + 2% de miel de caña.....	63
Figura 11.Curva de compactación – Afirmado + 5% de miel de caña.....	64
Figura 12. Curva de compactación – Afirmado + 10% de miel de caña.....	65
Figura 13.: Esfuerzo - penetración – Afirmado.....	67
Figura 14.Curva Esfuerzo Penetración – Afirmado .....	68
Figura 15. Esfuerzo - penetración – Afirmado + 2% de miel de caña .....	70
Figura 16.Curva Esfuerzo Penetración – Afirmado + 2% de miel de caña.....	71
Figura 17. Esfuerzo - penetración – Afirmado + 5% de miel de caña .....	73
Figura 18. Curva Esfuerzo Penetración – Afirmado + 5% de miel de caña.....	74
Figura 19. Esfuerzo - penetración – Afirmado + 10% de miel de caña .....	76
Figura 20.Curva Esfuerzo Penetración – Afirmado + 10% de miel de caña.....	77



## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ec.1: Ecuación para el cálculo contenido de humedad.....	24
Ec.2: Ecuación para cálculo de densidad seca .....	31
Ec.3: Ecuación para cálculo California Bearing Ratio (CBR).....	35

## RESUMEN

La presente tesis se realizó con el objeto de determinar mediante un estudio experimental, que efecto produce la adición de miel de caña sobre el material para afirmado de la cantera El Gavilán. El material para realizar los ensayos se obtuvo de la cantera el Gavilán ubicada en el distrito de Cajamarca, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca y la miel de caña se obtuvo del distrito de Magdalena Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca. Los análisis de laboratorio de dicho material indican: Contenido de Humedad 2.36%, análisis Granulométrico dentro del uso granulométrico A-1, una abrasión de 49.608%, Límite líquido de 11.8%, el material no tiene límite Plástico ya que es limo, del Proctor Modificado se obtiene una densidad de 2.284 gr./cm<sup>3</sup> en la muestra patrón, con 2% de miel es 2.269 gr./cm<sup>3</sup>, con 5% es 2.280gr./cm<sup>3</sup> y para el 10% de miel es de 2.355 gr./cm<sup>3</sup> del ensayo de CBR se obtuvo para un CBR al 0.1”: en la muestra patrón se tuvo un CBR de 71%, adicionando 2% de miel de caña se consiguió un CBR de 74 %, adicionando 5% de miel de caña un CBR de 18%, adicionando 10% de miel de caña un CBR de 4.4%; para un CBR al 0.2”, con la muestra patrón se tuvo un CBR de 100%, adicionando 2% de miel de caña se consiguió un CBR de 144 %. Adicionando 5% de miel de caña un CBR de 72%, adicionando 10% de miel de caña un CBR de 8.2%. De los resultados obtenidos se puede concluir que la adición de miel de caña incrementa el CBR del afirmado.

### Palabras clave:

Afirmado, CBR, Miel de caña.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En Cajamarca se observa que muchos de los caminos a nivel de afirmado tienen un rápido deterioro, probablemente debido a una baja capacidad de soporte del material utilizado lo cual fundamentalmente se debe a la falta de material fino en la constitución del material de cantera, lo que se manifiesta en la falta de ligante para aglutinar el material, razón por la que se le adicionara miel de caña para ver si es posible elevar el CBR de dicho material y mejorar el comportamiento del afirmado frente a la acción de las cargas de tráfico y de clima.

El concepto de mejorar la capacidad de soporte de los suelos a través de su estabilización con aditivos es bastante antiguo; hace 5000 años atrás ya el suelo se estabilizaba con cal o puzolanas. A pesar de ello el verdadero auge de esta técnica y su consecuente desarrollo sólo comenzó a ser realmente significativo a partir de la Segunda Guerra Mundial, a raíz de la imperiosa necesidad de construir carreteras y aeropuertos en zonas con carencia de agregados de buena calidad. (PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE, 2012)

Los caminos de tierra sin estabilizar pueden representar un problema en condiciones secas. Un camino o terreno que no esté tratado se degrada con mucha facilidad aumentando la posibilidad de formación de polvo debido a un desgaste superficial. Normalmente se encuentra este factor en suelos cohesivos como arcillas y limos. No obstante, también se pueden encontrar otra clase de problemas en suelos granulares como gravas o arenas. Este tipo de terrenos posee una estabilidad débil y su constante

degradación provoca que finalmente sean casi intransitables. (DEFINICION DE ESTABILIZACION DE SUELOS, 2015)

En Perú, estabilización de suelos para la construcción de caminos ha tenido bajo desarrollo, debido fundamentalmente a la abundancia de agregados convencionales en gran parte de su territorio, sin embargo, la existencia de zonas con escasez o con altos costos de extracción y/o transporte, especialmente en áreas de desarrollo, pone en vigencia la necesidad de difusión de técnicas de estabilización que puedan aplicarse en dichas zonas. (MONTES, 2010)

La estabilización de suelos consiste en un tratamiento químico o mecánico para mejorar o mantener la estabilidad de una masa de suelo o para mejorar sus propiedades físico mecánicas. La estabilización química consiste en alterar las propiedades del suelo usando un cierto aditivo, el cual, mezclado con el suelo, normalmente produce un cambio en las propiedades moleculares superficiales de los granos del suelo y en algunos casos, pega los granos entre sí de modo de producir un incremento en su resistencia. La estabilización mecánica es la alteración de las propiedades del suelo cambiando su granulometría por medio de agregar o sacar partículas o por compactación del suelo. (MTC, 2013).

El objetivo principal de este trabajo es presentar algunos conceptos sobre estabilización química de suelos para la construcción del pavimento, para lograr una mayor aceptación de esta técnica de estabilización, y poder conseguir su aplicabilidad en nuestro país consiguiendo así reducir el transporte de material de

aportación que en ocasiones pueden ser de costo muy elevado debido a grandes distancias o el uso de puzolanas o elementos artificiales muy costosos.

En la presente tesis se trabajará con un producto derivado de la caña de azúcar como es la miel de caña intentando demostrar que su uso mejorará la superficie de rodado, así como la estabilidad estructural de caminos no pavimentados consiguiendo así grandes beneficios económicos para nuestro país.

(PEÑA, 2008) Debido al deterioro rápido de las vías en el Perú, se evaluó alternativas de intervención mediante soluciones básicas, que permitan garantizar un mejor servicio de las vías, Para evaluar estas alternativas intermedias, era necesario contar con información experimental respecto a alternativas de mejoramiento de carreteras no pavimentadas con nuevas tecnologías.

Este trabajo se busca estabilizar el material con diferentes productos lo cual consiste en la construcción de una o más capas de afirmado (material granular seleccionado) como superficie de rodadura de una carretera, que pueden ser obtenidos en forma natural o procesados, debidamente aprobados, con o sin adición de estabilizadores de suelos, que se colocan sobre una superficie preparada. Los materiales aprobados son provenientes de canteras u otras fuentes. Incluye el suministro, transporte, colocación y compactación del material, en conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en el Proyecto y teniendo en cuenta lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental. Generalmente el afirmado que se especifica en esta sección se utilizará como superficies de rodadura en carreteras no pavimentadas. (MTC, 2013)

Medina (2011) estudió las ventajas técnico económico de la aplicación del sistema Rocamix y la Vinaza (miel de caña) en suelo arcilloso, que se obtienen en los Trabajos Viales. Fue evaluado mediante los ensayos en laboratorio; la granulometría, límites consistencias, el peso específico, compactación con la energía de Proctor Modificado y Proctor Estándar, prueba de Triaxial, el valor de soporte (C.B.R).

Los resultados fueron en el ensayo de índice de CBR tuvo un aumento significativo, para el caso de suelo estabilizado realizado Sistema Rocamix-Vinaza el aumento fue de 8.3 veces con respecto a las muestras ensayadas con el suelo sin estabilizar.

Pérez (2012) investigo el efecto que produce la adición de cenizas volantes de carbón en un suelo arcilloso, con el fin de evaluar en sus obras de pavimentación. Se realizaron ensayos de laboratorio para caracterizar la ceniza volante, las mezclas suelo-ceniza volante y suelo – ceniza volante – cemento para evaluar su comportamiento geotécnico.

Se comprobó que la mezcla de ceniza volante con el suelo arcilloso en estudio, como también la adición de cemento, presenta un mejor comportamiento que el suelo puro para su empleo como capa de sub-base y sub-rasante mejorada de pavimentos. Se examinó factores como; tiempo de curado, tiempo de compactación, contenido de agua y otros factores que influyen en el comportamiento de la mezcla final.

La conclusión más importante es que la adición de ceniza volante en la muestra de arcilla disminuye los efectos de expansión, disminuye la gravedad específica y la plasticidad y humedad de la arcilla.

(PABLO, 2010), en su tesis “Estabilización de suelos con Vinaza de Caña de Azúcar con fines viales” desarrollada en la ciudad de Huánuco – Perú concluye que técnicamente si es procedente la estabilización mejorando en más del 200% la capacidad de soporte del suelo natural al reemplazar el agua de compactación por vinaza de caña de azúcar. Habiéndose demostrado que este valor aumenta de 4.65% hasta un 11.40%.

**Afirmados,** Las carreteras no pavimentadas con revestimiento granular en sus capas superiores y superficie de rodadura correspondiente en general a carreteras de volumen de tránsito y un número de repeticiones de ejes equivalentes de hasta 300,000 EE en un periodo de diez años. (MTC, 2014)

El afirmado es una mezcla de tres tamaños o tipos de material: Piedra, arena y finos o arcillas. Si no existe una buena combinación de estos tres tamaños, el afirmado será pobre (MTC, 2014)

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de afirmado (material granular seleccionado) como superficie de rodadura de una carretera, que pueden ser obtenidos en forma natural o procesados, debidamente aprobados, con o sin adición de estabilizadores de suelos, que se colocan sobre una superficie preparada.

Los materiales aprobados son provenientes de canteras u otras fuentes. Incluye el suministro, transporte, colocación y compactación del material, en conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en el proyecto y aprobados por el Supervisor, y teniendo en cuenta lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental.

Generalmente el afirmado que se especifica en esta sección se utilizará como superficies de rodadura en carreteras no pavimentadas (MTC, 2013).

Los requisitos de calidad que deben cumplir los materiales, deberán ajustarse a alguna de las siguientes franjas granulométricas, según lo indicado en la Tabla.

Tabla 1

*Requisitos de calidad que deben cumplir los materiales para afirmado*

Tamiz	Porcentaje que pasa					
	A-1	A-2	C	D	E	F
50 mm (2")	100	-				
37.5 mm (1 1/2")	100	-				
25 mm (1")	90-100	100	100	100	100	100
19 mm (3/4")	65-100	80-100				
9.5 mm (3/8")	45-80	65-100	50-85	60-100		
4.75 mm (N° 4)	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
2.0 mm (N° 10)	22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
425 µm (N° 40)	13-35	20-45	25-30	25-45	20-50	30-70
75 µm (N° 200)	5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

Además, deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste Los Ángeles: 50% máx. (MTC E 207)
- Límite Líquido: 35% máx. (MTC E 110)
- Índice de Plasticidad: 4-9% (MTC E 111)
- CBR (1): 40% mín. (MTC E 132)

(1) Referido al 100% de la Máxima densidad seca y una penetración de Carga de 0,1” (2,5 mm)

**La estabilización de suelos**, consiste en dotar a los mismos, de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Las técnicas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera sea el mecanismo de estabilización, es seguido de un proceso de compactación. (MTC, 2014).



**La miel de caña (vinaza)**, es un subproducto de alto volumen, generado en una relación de 14 litros de vinaza por cada litro de alcohol producido aproximadamente. La vinaza se caracteriza por su bajo pH y alto contenido de materia orgánica disuelta y en suspensión (Irisarri, 2005).

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es la influencia de adicionar miel de caña sobre el CBR del afirmado de la cantera El Gavilán?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar qué influencia produce el adicionar miel de caña sobre el CBR del afirmado de la cantera El Gavilán.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar el CBR del material de afirmado de la cantera El Gavilán sin incorporar Miel de Caña.
- Determinar el CBR del material de afirmado de la cantera El Gavilán con la incorporación de 2%, 5% y 10% de Miel de Caña.
- Establecer una comparación entre los resultados del índice de CBR obtenido para el suelo natural y el suelo con miel de caña.
- Comparar los resultados de los ensayos de laboratorio para el suelo natural y el suelo con miel de caña.

## **1.4. Hipótesis**

El CBR de un material de afirmado incrementa al adicionar miel de caña

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

Experimental puro.

### **2.2. Población y muestra**

#### **Población**

Material para afirmado de la cantera El Gavilán de la ciudad de Cajamarca y miel de caña extraído de la ciudad de Magdalena, Para seleccionar la miel de caña, se tuvo como base la tesis “ Estabilización de suelos con Vinaza de Caña de azúcar con fines viales”.

#### **Muestra**

Material para afirmado de la cantera El Gavilán – Cajamarca

### **2.3. Materiales, instrumentos y métodos.**

#### **Materiales**

- Miel de caña
- Material de afirmado de la cantera el Gavilán

#### **Instrumentos**

- GPS
- Palana
- Sacos
- Equipo de laboratorio

#### **Métodos**

- Método experimental

#### **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

La recolección de datos se hizo mediante observación usando como herramienta a los ensayos de laboratorio establecidos en el Manual de ensayos de materiales para carreteras el cual contiene normativa establecida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Se realizará ensayos al material sin estabilizar y al material estabilizado con miel de caña para así poder determinar cómo influye la adición del de miel caña en la resistencia mecánica del material para afirmado de la cantera “El Gavilán”.

La recolección de datos, para verificar el CBR de un material de afirmado, adicionando miel de caña, se realizó el siguiente procedimiento:

1. La muestra del material de cantera se recolecto de la cantera El Gavilán – Cajamarca, siguiendo el protocolo de recolección de muestras del manual de ensayos para carreteras del MTC E 103, dicha cantera está ubicada en las siguientes coordenadas UTM, DATUM WGS-84, zona 17S:

Norte: 9198811.13 m

Este: 7790554.54 m

Cota: 3240 m

Figura 1

*Croquis de ubicación de la cantera*

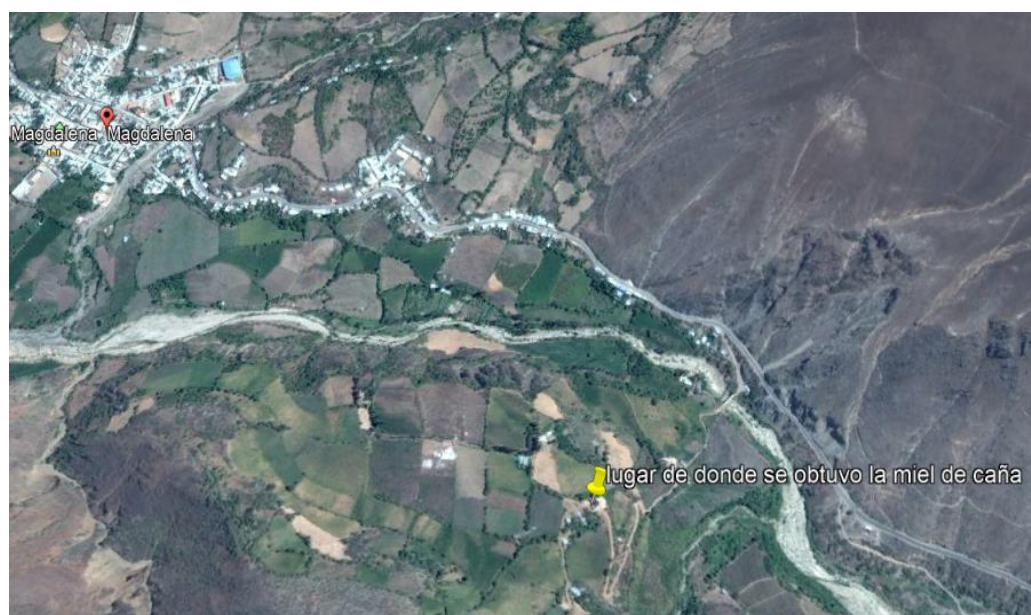


Fuente: Google Earth, 2016

2. La miel de caña se obtuvo de residuos que quedan de la elaboración del alcohol de la ciudad de Magdalena y fueron llevados al laboratorio para aplicar al material de cantera.

Figura 2.

*Croquis ubicación del trapiche de donde se obtuvo la miel de caña*



### **Toma de muestras de la miel de caña**

Se hizo la visita de campo a un trapiche de la localidad de Magdalena, donde se tomó muestras de miel de caña (vinaza).

La cantidad obtenida es de 10 litros, con las siguientes características físicas

Tabla 2:

*Características de miel de caña*

CARACTERISTICAS DE LA MIEL DE CAÑA	
<b>Nombre</b>	Melaza
<b>Químico</b>	
<b>Nombre Comercial</b>	Melaza
<b>Familia Química</b>	Ninguno
<b>Sinónimo</b>	Miel de Caña
<b>Estado Físico</b>	Líquido Viscoso
<b>Sabor</b>	Dulce
<b>Color</b>	Café Oscuro
<b>Textura</b>	Consistencia Hilante, Medianamente densa

➤ **Contenido de Humedad**

**NORMA:** MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127

**RESUMEN**

El contenido de humedad de un material se usa para expresar las relaciones de fase del aire, agua y sólidos en un volumen de material dado. Como es posible obtener la humedad en casi todos los tipos de muestra, se utiliza con frecuencia para completar los diagramas de fase.

En un suelo fino (cohesivo), la consistencia depende de su humedad. La humedad de un suelo, junto con sus límites líquido y plástico se usa para expresar su consistencia relativa o índices de liquidez.

**Material**

- Muestra alterada extraída del estrato en estudio.

**Equipo**

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa con control de temperaturas.
- Recipiente o Tara.

**Procedimiento**

- Identificación del recipiente (A)
- Pesarse el recipiente o tara (B).
- Pesarse la muestra húmeda en el recipiente o tara (C).
- Secar la muestra en la estufa durante 24 horas a 105°C.
- Pesarse la muestra seca en el recipiente o tara (D).
- Determinar el peso del agua (E) = C - B.

- Determinar el peso del suelo seco (F) = D - B
- Determinar el contenido de humedad (G) = (E / F) \* 100

$$(W\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100 \dots \dots (Ec. 1)$$

- Determinar el promedio del contenido de humedad (H).

➤ **Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos**

**NORMA:** MTC E 204 / ASTM C136 / 400.012

**RESUMEN**

Este ensayo se aplica para determinar la gradación de materiales propuestos para su uso como agregados o los que están siendo utilizados como tales. Los resultados serán utilizados para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas con los requisitos que exige la especificación técnica de la obra y proporcionar los datos necesarios para el control de la producción de agregados.

El ensayo consiste en separar a través de una serie de tamices, una muestra de agregado seco y de masa conocida. Los tamices van progresivamente de una abertura mayor a una menor, para determinar la distribución del tamaño de partículas.

### Material

- Muestra seca a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- La muestra se obtiene por medio de cuarteo. El agregado debe estar completamente mezclado y tener humedad suficiente para evitar segregación y pérdida de finos.
- Agregado Fino, las muestras de agregado fino para el análisis granulométrico, después de secadas, deberán tener mínimo 300gr.
- Agregado Grueso, las muestras de agregado grueso para el análisis granulométrico, después de secadas, deberán tener aproximadamente los siguientes pesos:

Tabla 3.

*Pesos mínimos de muestra para ensayo de granulometría.*

Máximo tamaño nominal con aberturas cuadradas (pulgadas)	Peso mínimo de la muestra de ensayo (kg)
3/8	1
1/2	2
3/4	5
1	10
1 1/2	15
2	20
2 1/2	35
3	60
3 1/2	100
4	150
4 1/2	200
5	300
6	500

Fuente: MTC E 2014



- Para mezclas de agregados gruesos y finos, la muestra será separada en dos tamaños, por el tamiz N° 4 y preparada de acuerdo a lo descrito para agregados gruesos y finos respectivamente.

### **Equipo**

- Balanza con sensibilidad de por lo menos 0.1% del peso de la muestra.
- Tamices seleccionados de acuerdo con las especificaciones del material a ensayar.
- Estufa capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### **Procedimiento**

- Secar la muestra a peso constante a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Seleccionar tamices adecuados para cumplir con las especificaciones del material que se va a ensayar, colocar los tamices en orden decreciente por tamaño de abertura.
- Efectuar la operación de tamizado manual o por medio de un tamizador mecánico, durante un tiempo adecuado.
- Limitar la cantidad de material en un tamiz con el objetivo que todas las partículas puedan alcanzar las aberturas del tamiz varias veces durante el tamizado.
- Continuar el tamizado por un periodo suficiente, de tal manera que al final no más del 1% de la masa del residuo sobre uno de los tamices, pasará a través de él durante 1 min de tamizado manual.
- Determinar la masa de cada incremento de medida sobre una balanza. La masa total de material luego del tamizado deberá ser verificada con la masa de la muestra colocada sobre cada tamiz. Si la cantidad difiere en más de 0.3%, sobre

la masa seca original de la muestra, el resultado no deberá utilizarse para propósitos de aceptación.

➤ **Abrasión los ángeles**

**NORMA:** MTC E207 – ASTM C131 – NTP 400.019

**RESUMEN**

Este ensayo es una medida de la degradación de agregados de gradaciones normalizadas resultantes de una combinación de acciones, las cuales incluyen abrasión o desgaste, impacto y trituración, en un tambor de acero de rotación que contiene un número especificado de esferas de acero, dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo. Al rotar el tambor, la muestra y las esferas de acero son recogidas por una pestaña de acero transportándolas hasta que son arrojadas al lado opuesto del tambor creando un efecto de trituración por impacto. Este ciclo es repetido mientras el tambor gira con su contenido. Luego de un número de revoluciones establecido, el agregado es retirado del tambor y tamizado para medir su degradación como porcentaje de pérdida.

**Material**

- Muestra secada a una temperatura de  $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ .

**Equipo**

- Máquina de Los Ángeles.
- Tamices.

- Balanza con exactitud al 0.1% de la carga de ensayo sobre el rango requerido para este ensayo.
- Carga abrasiva (esferas de acero)

### **Procedimiento**

- Colocar la muestra de ensayo y la carga en la máquina de Los Ángeles y hacerla girar a una velocidad entre 30 rpm a 33 rpm por 500 revoluciones. Luego de terminadas las 500 revoluciones, descargar el material y pasar por el tamiz N° 12.
- Lavar el material más grueso que el tamiz N° 12 y secar al horno a  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , hasta peso constante y determinar la masa con una aproximación a 1 gr.
- Si el agregado está esencialmente libre de revestimiento y polvo el requerimiento de lavado puede ser obviado, pero siempre se requiere secar antes del ensayo.

### ➤ **Límite líquido**

**NORMA:** ASTM D4318 / MTC E111 / NTP E339.130

#### **Material:**

- Una porción de la mezcla preparada para el límite líquido

#### **Equipo:**

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa
- Espátula
- Cápsula de porcelana
- Placa de vidrio
- Taras identificadas

### **Procedimiento**

- En una cápsula de porcelana mezclar el suelo con agua mediante una espátula hasta obtener una pasta uniforme
- Colocar una porción de la pasta en la copa de Casagrande, nivelar mediante la espátula hasta obtener un espesor de 1 cm.
- En el centro hacer una ranura con el acanalador de tal manera que la muestra queda dividida en dos partes
- Elevar y caer la copa mediante la manivela a razón de 2 caídas por segundo hasta que las dos mitades de suelo se pongan en contacto en la parte inferior de la ranura y a lo largo de 1.27 cm, registrar el número de golpes.
- Mediante la cápsula retirar la porción de suelo que se ha puesto en contacto en la parte inferior de la ranura y colocarlo en una tara para determinar su contenido de humedad.
- Retirar el suelo de la copa de Casagrande y colocar en la capsula de porcelana, agregar agua si el número de golpes del ensayo anterior ha sido alto, o agregar suelo si el número de golpes ha sido bajo. (el número de golpes debe estar comprendido entre 6 y 35)
- Lavar y secar el acanalador
- Repetir el ensayo minino 2 veces
- Dibujar a curva de fluidez (la recta) en escala semilogarítmica, en el eje de las abscisas se registrará el número de golpes en escala logarítmica, en el eje de ordenadas los contenidos de humedad en escala natural.
- Determinar la ordenada correspondiente a los 25 golpes en la curva de fluidez, este valor será el límite líquido del suelo

➤ **Compactación Proctor Modificado**

**NORMA:** MTC E115 / ASTM D1557

**Material:**

- Muestra alterada seca.
- Papel filtro.

**Equipo:**

- Equipo proctor modificado (molde cilíndrico, placa de base y anillo de extensión).
- Pisón proctor modificado
- Balanza con aproximación de 0.01 gr
- Estufa con control de temperatura
- Probeta de 1000 ml
- Recipiente de 6 kg, de capacidad
- Espátula
- Recipientes identificados

**Procedimiento:**

- Obtener la muestra seca para el ensayo, de acuerdo a utilizar (método A, B o C).
- Preparar 5 muestras con una determinada cantidad de agua, de tal manera que el contenido de humedad de cada una de ellas varíe aproximadamente en  $\frac{1}{4}$  % entre ellas.
- Ensamblar el molde cilíndrico con la placa de base y el collar de extensión y el papel filtro.

- Compactar cada muestra en 5 capas y cada capa con 25 o 56 golpes (depende del método A, B o C), al terminar de compactar la última capa, se retira el collar de extensión, se enrasa con la espátula y se determina la densidad húmeda ( $D_h$ ).
- Determinar el contenido de humedad de cada muestra compactada ( $W \%$ ), utilizando muestras representativas de la parte superior e inferior.
- Determinar las densidades secas de cada muestra compactada ( $D_s$ ).

$$D_s = \frac{D_h}{\left(1 + \frac{w\%}{100}\right)} \dots \dots \dots (Ec. 2)$$

- Dibujar la curva de compactación en escala natural, el dato del contenido de humedad se registra en el eje de abscisas y los datos de densidad seca en el eje de ordenadas.
- Determinar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad.

Tabla 3

*Selección de método de Proctor*

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	PROCTOR MODIFICADO		
1	MÉTODO		A	B	C
2	CONDICIONES PARA LA SELECCIÓN DEL MÉTODO		% Ret. Acum. N°4 ≤ 20%	% Ret. Acum. 3/8" ≤ 20% % Ret. Acum. N°4 ≥ 20%	% Ret. Acum. 3/4" ≤ 30% % Ret. Acum. 3/8" ≥ 20%
3	Tipo de material utilizado		Pasante malla N°4	Pasante malla 3/8"	Pasante malla 3/4"
4	N° DE CAPAS	N	5	5	5
5	N° DE GOLPES	N	25	25	56
6	DIÁMETRO DE MOLDE	Cm	10.16± 0.04	10.16± 0.04	15.24± 0.07
7	ALTURA DEL MOLDE	cm	11.64± 0.05	11.64± 0.05	11.64± 0.05
8	VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	944± 0.15	944± 0.15	2124± 0.25
9	PESO DEL MARTILLO	Kg	4.54± 0.01	4.54± 0.01	4.54± 0.01
10	ALTURA CAÍDA DEL MARTILLO	cm	45.72± 0.16	45.72± 0.16	45.72± 0.16
11	DIÁMETRO DEL MARTILLO	cm	5.08± 0.025	5.08± 0.025	5.08± 0.025
12	ENERGÍA DE COMPACTACIÓN	Kg/cm	27.485	27.485	27.485

Fuente: ASTM D1557

➤ **California Bearing Ratio – CBR**

**NORMA:** MTC E132 / ASTM D1883 / ASTM D4429

**Material:**

- Muestra seca
- Papel filtro

**Equipo:**

- Equipo CBR (modelos cilíndricos con placa de base y collar de extensión, 3 discos espaciadores, 3 placas de expansión, 3 sobrecargas cada una de 4.5 kg de peso y 3 trípode).
- Pisón proctor modificado
- Balanza con precisión de 1 gr
- diales de expansión con divisiones de 0.01 mm
- Estufa con control de temperatura
- Probeta de 1000 ml
- Recipiente de 6 kg de capacidad
- Espátula
- Taras identificadas

**Procedimiento:**

Consta de 3 fases: ensayo de compactación CBR, ensayo de hinchamiento y ensayo de carga – penetración.



### **A. ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR.**

- ◆ Preparar la muestra con el contenido óptimo de humedad determinado en el ensayo de compactación proctor modificado
- ◆ Ensamblar los moldes cilíndricos con sus placas de base, collares de extensión, discos espaciadores y papeles filtro
- ◆ Compactar la muestra con los 3 moldes CBR en cada uno de ellos en 5 capas, el primero con 13 golpes, el segundo con 27 golpes y el tercero con 56 golpes por capa.
- ◆ Determinar la densidad húmeda y el contenido de humedad de las muestras de cada molde.
- ◆ Determinar la densidad seca de las muestras de cada molde.

### **B. ENSAYO DE HINCHAMIENTO.**

- ◆ Invertir las muestras de tal manera que las superficies libres quede en la parte superior cuando se ensambla nuevamente los moldes en sus placas de base.
- ◆ Colocar sobre cada muestra el papel filtro, la placa de expansión, la sobrecarga, el trípode y el dial de expansión.
- ◆ Colocar los tres moldes debidamente equipados en un tanque de agua durante 4 días (96 horas), registrar las lecturas de expansión cada 24 horas.

### **C. ENSAYO CARGA – PENETRACIÓN.**

- ◆ Después de los 4 días sacar los moldes del tanque, dejarlos drenar durante 15 minutos.

- ◆ Colocar la sobrecarga en cada molde, llevar a la prensa hidráulica, proceder el ensayo de penetración aplicando un pisón una velocidad de 0.05 pulg/min, registrar las lecturas de carga y de penetración de cada muestra.
- ◆ Determinar nuevamente la densidad húmeda y el contenido de humedad de las muestras de cada molde.
- ◆ Dibujar las 03 curvas esfuerzo – deformación correspondiente a las muestras de cada molde, en escala natural, el valor de la penetración se registrará en el eje de las abscisas y los valores de los esfuerzos en el eje de ordenadas, NOTA: algunas veces es necesario corregir la curva y cambiar el origen de las coordenadas.
- ◆ Determinar los esfuerzos correspondientes a 0.1” y 0.2“ de penetración de cada una de las curvas esfuerzo – deformación.
- ◆ Determinar los índices de CBR para 0.1” y 0.2“ de penetración, los cuales se obtienen dividiendo cada valor de esfuerzo correspondiente a 0.1” y 0.2“ de la muestra ensayada entre el esfuerzo patrón correspondiente a 0.1” y 0.2“,

$$CBR = \frac{\sigma_t}{\sigma_p} * 100 \dots \dots (Ec. 3)$$

$\sigma_t$ : esfuerzo de la muestra ensayada

$\sigma_p$ : esfuerzo patrón

- ◆ Dibujar las dos curvas densidad seca versus CBR correspondiente a 0.1” y 0.2” de penetración.
- ◆ El índice CBR de diseño será el menor valor obtenido correspondiente al 95 % de densidad seca máxima.

## 2.5. Procedimiento

Después de haber recolectado el material de afirmado de la cantera el Gavilán y la miel de caña se procedió hacer los ensayos en laboratorio:

- Se determinó el contenido de humedad del material de afirmado
- Se realizó el ensayo de análisis granulométrico
- Se determinó la abrasión de los Ángeles
- Se encontró los límites de consistencia o Atterberg
- Se hizo el ensayo de proctor modificado para el material sin incorporar miel de caña y también para el material de afirmado con la incorporación del 2% , 5% y 10% de miel de caña.
- Se realizó el ensayo de California Bearing Ratio – CBR para el material sin incorporar miel de caña y también para el material de afirmado con la incorporación del 2%, 5% y 10% de miel de caña.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1 Resultados de los ensayos del material

De los ensayos de laboratorio para determinar la composición y propiedades del suelo, se obtuvieron los siguientes resultados:

Los formatos de los ensayos realizados en el laboratorio de suelos se muestran en el Anexo N° 2

**Contenido de Humedad:** 2.36%

#### Análisis Granulométrico

- **Análisis Granulométrico:** Menos del 35% pasa la malla N° 200 (2.95%), por lo tanto, es un suelo granular (Granulometría A-1).

Tabla 4.

*Resultados de ensayo análisis granulométrico*

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr.)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% Que pasa
<b>2"</b>	50.80	0	0.000	0.000	100.000
<b>1 1/2"</b>	38.10	0	0.000	0.000	100.000
<b>1"</b>	25.00	68.4	1.368	1.368	98.632
<b>3/4"</b>	19.00	147.5	2.950	4.318	95.682
<b>1/2"</b>	12.50	445.9	8.918	13.236	86.764
<b>3/8"</b>	9.50	635.1	12.702	25.938	74.062
<b>N°4</b>	4.75	1549.1	30.982	56.920	43.080
<b>N°10</b>	2.00	562.38	11.248	68.168	31.832
<b>N°20</b>	0.85	298.9	5.978	74.146	25.854
<b>N°40</b>	0.43	193	3.860	78.006	21.994
<b>N°60</b>	0.25	471.8	9.436	87.442	12.558
<b>N°100</b>	0.15	280.5	5.610	93.052	6.948
<b>N°200</b>	0.08	200.1	4.002	97.054	2.946
<b>Cazoleta</b>	-	147.32	2.946	100.000	0.000
<b>Total</b>					

**Abrasión:** 49.608 %

➤ **Límites de Consistencia o Atterberg**

- **Límite líquido:** 11.8%
- **Límite Plástico,** el material no tiene límite Plástico ya que es limo.

**Compactación Proctor Modificado**

Según la gradación del material, se utilizó el método “C” “(Más del 20% en peso del material se retiene en el tamiz 3/8” y menos del 30% en peso es retenido en el tamiz 3/4”).

El suelo presenta los siguientes resultados:

- **Suelo sin adicionar miel de caña**

OCH = 6.8 %  
Ds máx. = 2.284 gr. /cm<sup>3</sup>

- **Suelo con el 2% de miel de caña**

OCH = 5.0 %  
Ds máx = 2.269 gr. /cm<sup>3</sup>

- **Suelo con el 5% de miel de caña**

OCH = 3.0 %  
Ds máx = 2.280 gr. /cm<sup>3</sup>

- **Suelo con el 10% de miel de caña**

OCH = 2.40%  
Ds máx. = 2.355 gr. /cm<sup>3</sup>

### California Bearing Ratio – CBR

Tabla 5.

*Resultados de ensayo de CBR 95% de la Máxima densidad seca.*

Descripción		Muestra patrón	Afirmado + 2% miel de caña	Afirmado + 5% miel de caña	Afirmado + 10% miel de caña
<b>California Bearing Ratio (CBR)</b>	CBR 1" (%)	71	74	18	4.4
	CBR 2" (%)	100	144	72	8.2

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

#### 4.1.1 Proctor Modificado.

En este ensayo se obtuvo resultados tanto la densidad seca como también el óptimo Contenido de humedad, en cuanto a densidad seca esta presenta un incremento en la adición del 10% de miel de caña y disminuye en los porcentajes 2% y 5%, por otro lado, en el óptimo contenido de humedad este presenta una disminución al aumentar la dosificación de miel de caña.

La comparación de los datos obtenidos los cuales se discutieron anteriormente se muestra a continuación:

Figura 3

*Comparación resultados densidad máxima seca*

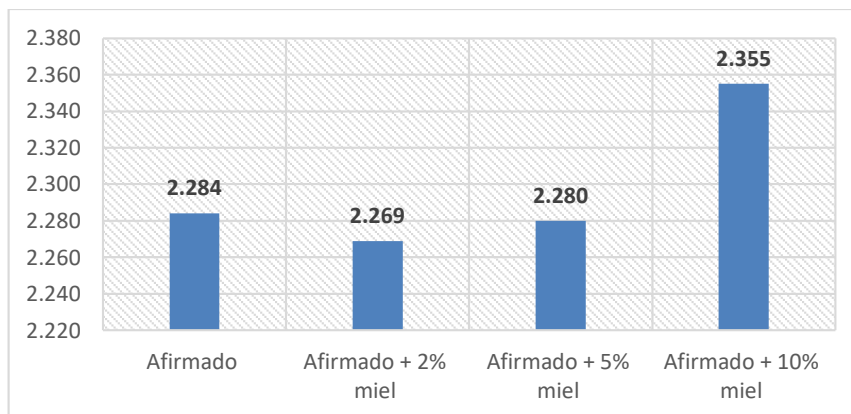
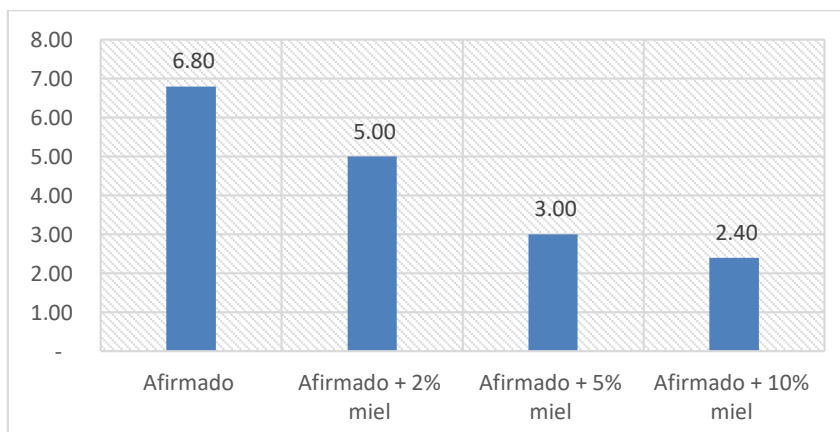


Figura 4.

*Comparación resultados optimo contenido de humedad*



#### 4.1.2 California Bearing Ratio (CBR)

En la tesis denominada “Estabilización de suelos con Vinaza de Caña de Azúcar con fines viales” desarrollada en la ciudad de Huánuco – Perú concluye que técnicamente si es procedente la estabilización mejorando en más del 200% la capacidad de soporte del suelo natural al reemplazar el agua de compactación por vinaza de caña de azúcar. Habiéndose demostrado que este valor aumenta de 4.65% hasta un 11.40%.

En la presente tesis se puede observar que al incorporar Miel de Caña el valor de CBR aumenta, para un 95% de la máxima densidad seca a 0.1” y 0.2” en el porcentaje de adición de miel de caña de 2%. En los resultados de CBR a 0.1” se puede apreciar un incremento al adicionar 2% de miel de caña de un 4.22 % de la muestra patrón; con respecto a los resultados obtenidos de CBR a 0.2” igualmente este se incrementó en un 44 % de la muestra patrón al adicionar el 2% de miel de caña. Por otro lado, en las dosificaciones de 5% y 10% el CBR disminuye tanto para 0.1” como para 0.2”.

Figura 5.

*Comparación resultados CBR 0.1” al 95% de la máxima densidad seca*

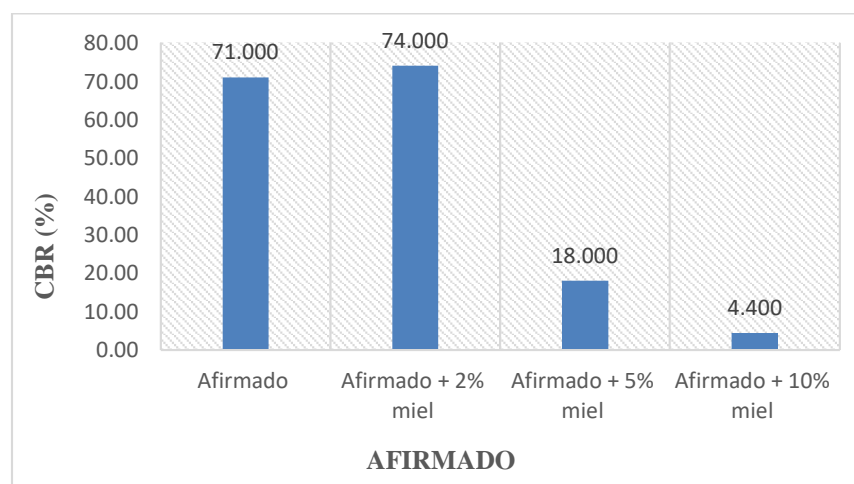
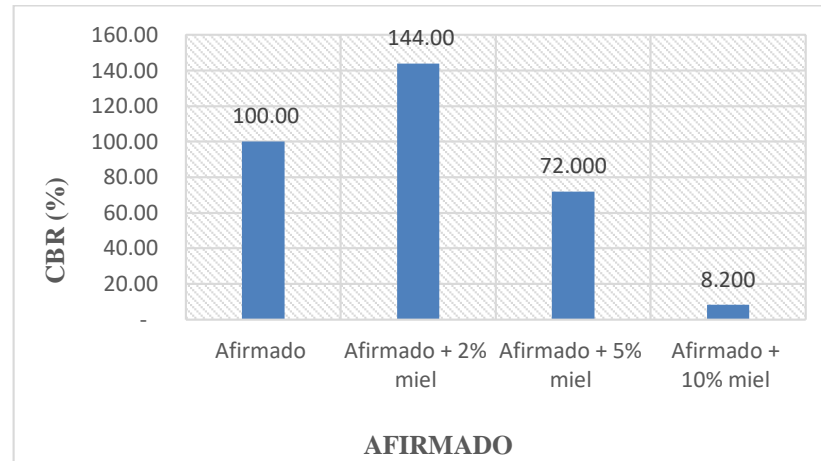




Figura 6.

*Comparación resultados CBR 0.2” al 95% de la máxima densidad seca*



### Recomendaciones

1. Investigar el comportamiento de un material para afirmado adicionando diferentes porcentajes entre 2% Y 5% de miel de caña.
2. Investigar el comportamiento de distintos tipos de suelos frente a la adicción de miel de caña.
3. Se recomienda realizar los ensayos de acuerdo a los procedimientos establecidos en base a las normas vigentes NTP, MTC y ASTM de suelos.

### 3.2 Conclusiones.

1. Se determinó el CBR del material de afirmado de la cantera el Gavilán sin incorporar miel de caña obteniendo para 0.1” un CBR de 71% y para 0.2” un CBR de 100%.
2. Se comprobó que la hipótesis planteada si cumple, puesto que la adición de miel de caña en porcentaje de 2%, incrementa el valor del CBR en comparación a la muestra patrón. El índice CBR para 0.1” incrementa hasta un 4.22 %, mientras que para 0.2” el índice CBR incrementa hasta un 44%.
3. Se logró evaluar la influencia de la adición de miel de caña en 2%,5% y 10% en el índice California Bearing ratio (CBR) de un material para afirmado de la cantera el Gavilán obteniendo los siguientes resultados para un CBR al 0.1” : con la muestra patrón un CBR de 71%, adicionando 2% de miel de caña un CBR de 74 %, adicionando 5% de miel de caña un CBR de 18%, adicionando 10% de miel de caña un CBR de 4.4%; para un CBR al 0.2” , con la muestra patrón un CBR de 100 %, adicionando 2% de miel de caña un CBR de 144 %. adicionando 5% de miel de caña un CBR de 72%, adicionando 10% de miel de caña un CBR de 8.2%.
4. Se determinó la densidad seca y el óptimo contenido de humedad para la muestra patrón sin adicionar Miel de Caña y adicionando Miel de Caña, la densidad seca disminuye con respecto a la muestra patrón adicionando 2% y 5%de Miel de Caña, presenta un incremento para el 10% de Miel de Caña, por otro lado, el comportamiento del optimo contenido de humedad en la muestra patrón se obtuvo un 6.80%, en la dosificación de 2% de miel de caña esta disminuye a un 5% y en la dosificación de 5% a un 3.0% para la dosificación del 10% disminuye hasta un 2.40%.

## REFERENCIAS

1. Pontificia universidad católica de chile. (s.f.). Estabilización química de suelos: aplicaciones en la construcción de pavimentos.
2. (2015). *Definición de estabilización de suelos*.
3. Graux, d. (1985). *Fundamento de mecánica de suelos. Proyecto de muros y cimentaciones*. Barcelona: editores técnicos asociados.
4. Irisarri, d. (2005). Usos industriales y agrícolas de la vinaza de caña de azúcar. *Técnicaña*, 20-25.
5. Montes, c. A. (2010). “*estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (bischofita) frente al cloruro de calcio*”. Lima.
6. Mtc. (2013). *Manual de carreteras*. Perú.
7. Mtc. (2013). *Manual de carreteras (especificaciones técnicas generales para construcción)*. Perú.
8. Mtc. (2014). *Manual de carreteras (sección suelos y pavimentos)*. Perú.
9. Mtc. (2018). *Glosario de términos*. Lima.
10. Ntp 339.175, 1999. (s.f.). *Método de ensayo de cbr (relación de soporte de California) de suelos compactados en laboratorio*.
11. Pablo, e. G. (2010). *Estabilización de suelos con vinaza de caña de azúcar con fines viales*. Huanuco.

12. Peña, i. A. (2008). *Soluciones básicas y recuperación de carreteras convencionales*. Cajamarca.
13. Pontificia universidad catolica de chile. (2012). Estabilización química de suelos: aplicaciones en la construcción de estructuras de pavimentos. *Ingenieria de construccion*, 24.
14. Rojas, a. G. (2006). *Posibilidades de uso de la vinaza en la agricultura de*.

**ANEXOS:**

**ANEXO N° 1.- Fotografías**



Foto N° 01: Molino donde se muele la caña de azúcar para elaborar la miel.



Foto N° 02: Trapiche de miel de caña, donde se elabora el alcohol y  
miel de caña.





Foto N° 03: Horno donde se elabora la miel de caña en el trapiche



Foto N° 04: Cantera el Gavilán.



Foto N° 05: Obtención del material de afirmado de la cantera el Gavilán.



Foto N° 06: Ensayo de granulometría.



Foto N° 07: Ensayo Abrasión de los Ángeles



Foto N° 08: Material para el ensayo Abrasión de los Ángeles



Foto N° 09: Pesando la muestra que pasa la malla N°4 para el ensayo del límite líquido





Foto N° 10: Peso del molde para el ensayo Proctor Modificado.



Foto N° 11: Mezclado del material a diferentes contenidos de humedad.



Foto N° 12: Adición de miel de caña al material en diferentes porcentajes.



Foto N° 13: Mesclado del material con adición de miel de caña.



Foto N° 14: Proporcionando golpes con el martillo para compactar la muestra



Foto N° 15: Peso de la muestra compactada más molde.



Foto N° 16: Retiro de muestra compactada de molde.



Foto N° 17: Toma de muestra compactada para obtener el contenido de humedad.



Foto N° 18: Toma de muestra compactada para obtener el contenido de humedad.



Foto N° 19: Preparación del material para el ensayo de CBR



Foto N° 20: Medida de los moldes de CBR



Foto N° 21: Peso de los moldes de CBR



Foto N° 22: Peso de la muestra compactada más molde.



Foto N° 23: Toma de muestra compactada para obtener el contenido de humedad.



Foto N° 24: Ensayo de penetración para CBR





Foto N° 25: Toma de muestra para determinar el contenido de humedad después del ensayo de penetración, CBR.

## ANEXO N° 2.- Cálculos y protocolos

### 1. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

Tabla 6.

*Determinación del Contenido de Humedad*

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		T-01	T-02	T-03
B	Peso del Recipiente	gr	81.40	64.40	22.20
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	1010.60	811.30	254.90
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	998.70	785.50	249.90
E	Peso del suelo humedo (Ww) C - D	gr	11.90	25.80	5.00
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	917.30	721.10	227.70
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	1.30	3.58	2.20
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	2.36		

## 2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

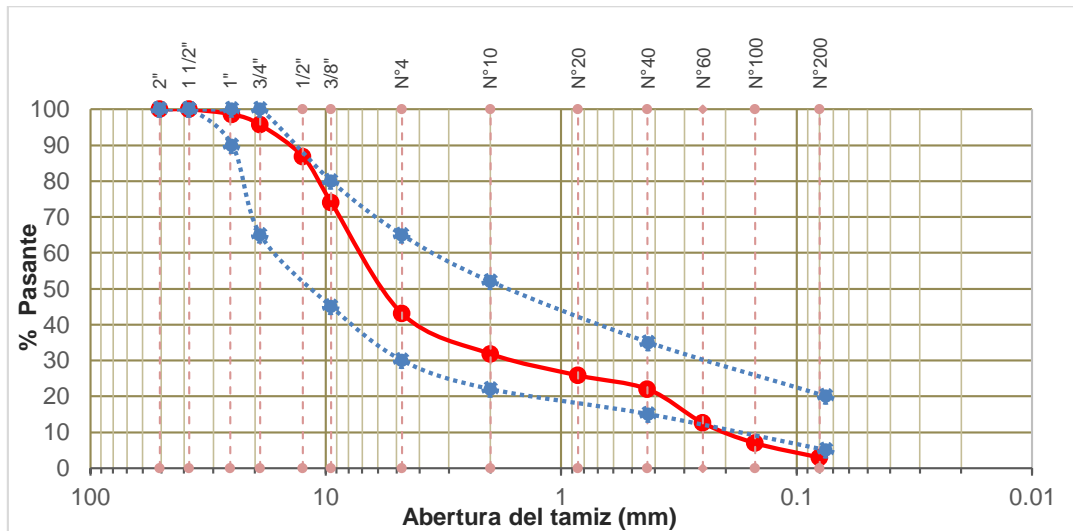
Tabla 7

*Análisis Granulométrico*

Cantera		Gavilán			
Peso total (gr.)		5000			
Peso seco fino	Inicial (gr.)	5000			
	Final (gr.)	4852.68			
Pasante de la N° 200 (gr.)		147.32			
Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr.)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% Que pasa
2"	50.80	0	0.000	0.000	100.000
1 1/2"	38.10	0	0.000	0.000	100.000
1"	25.00	68.4	1.368	1.368	98.632
3/4"	19.00	147.5	2.950	4.318	95.682
1/2"	12.50	445.9	8.918	13.236	86.764
3/8"	9.50	635.1	12.702	25.938	74.062
N°4	4.75	1549.1	30.982	56.920	43.080
N°10	2.00	562.38	11.248	68.168	31.832
N°20	0.85	298.9	5.978	74.146	25.854
N°40	0.43	193	3.860	78.006	21.994
N°60	0.25	471.8	9.436	87.442	12.558
N°100	0.15	280.5	5.610	93.052	6.948
N°200	0.08	200.1	4.002	97.054	2.946
Cazoleta	-	147.32	2.946	100.000	0.000
Total					

Figura 7.

*Curva Granulométrica: Huso A-1*



### 3. ABRASIÓN DE LOS ANGELES

Tabla 8

*Abrasión de los Ángeles*

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	P R O M E D I O
A	Peso muestra total	gr	5007.5	5000.2	5003.3	
B	Peso retenido en tamiz N° 12	gr	2524.7	2520.1	2519.5	
D	Desgaste a la abrasión Los Ángeles $D = (A - B) * 100 / A$	%	49.581	49.600	49.643	49.608

#### 4. LÍMITE LÍQUIDO

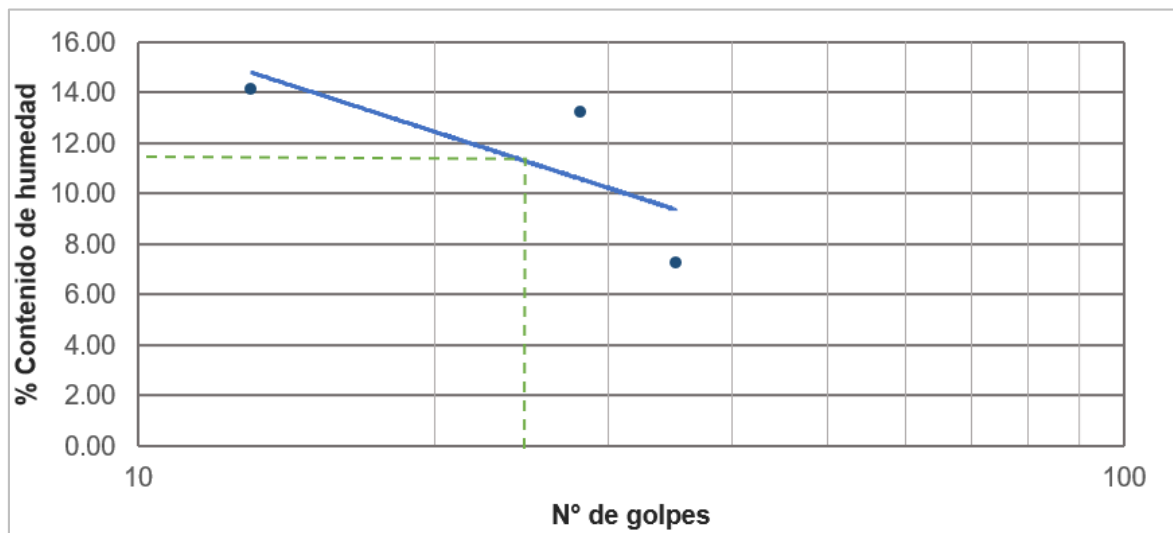
Tabla 9

*Determinación del Limite Liquido*

Cantera	El Gavilán		
Cantidad de muestra	100 gr		
DATOS	LÍMITE LÍQUIDO		
Peso de la tara Wt (gr.)	38.40	48.00	38.60
Peso de la muestra húmeda + tara Wmh + t (gr.)	60.10	65.90	65.00
Peso de la muestra seca + tara Wms + t (gr.)	57.40	63.80	63.20
Peso del agua Ww (gr.)	2.70	2.10	1.80
Peso de la muestra seca Wms (gr.)	19.00	15.80	24.60
Contenido de humedad W%	14.21	13.29	7.32
Numero de golpes	13.00	28.00	35.00

Figura 8.

*Limite Liquido*



Del gráfico se obtiene que, para los 25 golpes, el **Límite Líquido**, es: **11.8%**

## 5. PROCTOR MODIFICADO

### ✓ MATERIAL SIN ADICIÓN DE MIEL

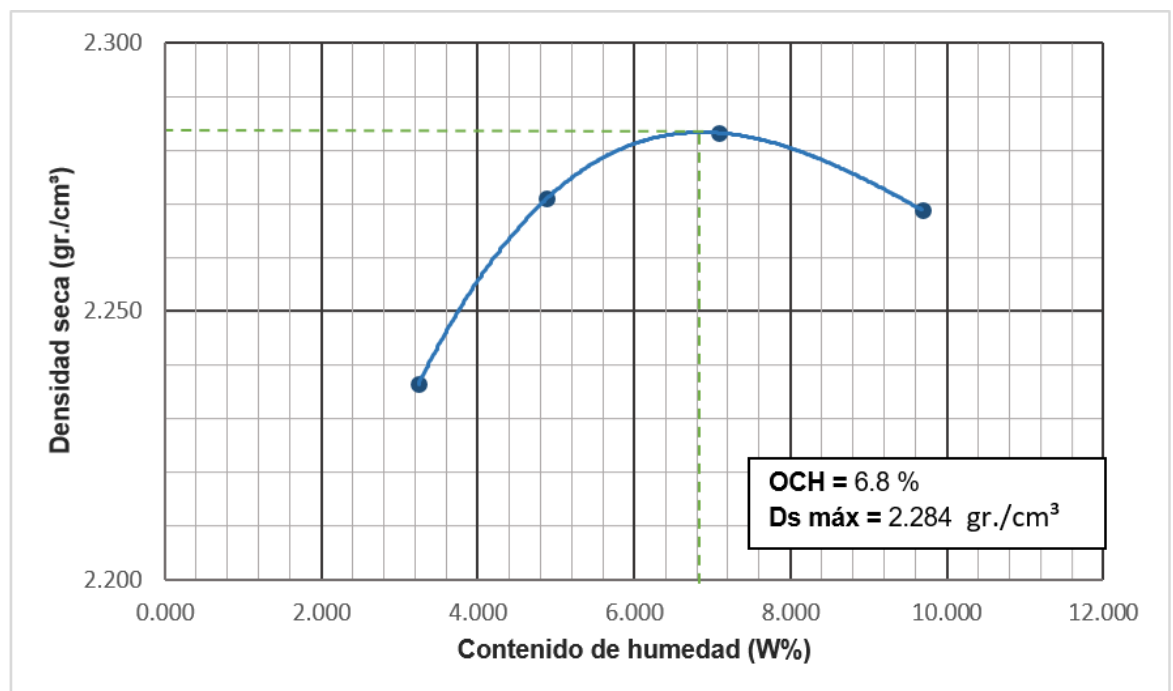
Tabla 10

*Proctor Modificado – Afirmado sin adición de miel*

Tipo de material		Afirmado sin adición de miel							
Cantera		El Gavilán							
Cantidad de muestra		24000 gr.							
Molde N°	Molde N°1	Molde N°2		Molde N°3		Molde N°4			
Peso molde (gr.)	6595.00	6595.00		6595.00		6595.00			
Wmh + molde (gr.)	11350.00	11500.00		11630.00		11720.00			
Whm (gr.)	4755.00	4905.00		5035.00		5125.00			
Vhm (cm <sup>3</sup> )	2059.40	2059.40		2059.40		2059.40			
Dh (gr./cm <sup>3</sup> )	2.309	2.382		2.445		2.489			
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6	7	8	
Wt (gr.)	22.30	22.40	22.30	22.50	22.50	27.50	22.30	22.40	
Wmh + t (gr.)	124.50	150.20	130.40	138.40	87.90	170.30	130.80	134.20	
Wms + t (gr.)	121.20	146.30	125.10	133.30	83.60	160.80	121.10	124.45	
Ww (gr.)	3.30	3.90	5.30	5.10	4.30	9.50	9.70	9.75	
Wms (gr.)	98.90	123.90	102.80	110.80	61.10	133.30	98.80	102.05	
W (%)	3.34	3.15	5.16	4.60	7.04	7.13	9.82	9.55	
W promedio (%)	3.242		4.879		7.082		9.686		
Ds (gr./cm <sup>3</sup> )	2.236		2.271		2.283		2.269		

Figura 9.

*Curva de compactación – Afirmado sin adición de miel*



✓ MATERIAL CON ADICIÓN DEL 2% DE MIEL DE CAÑA

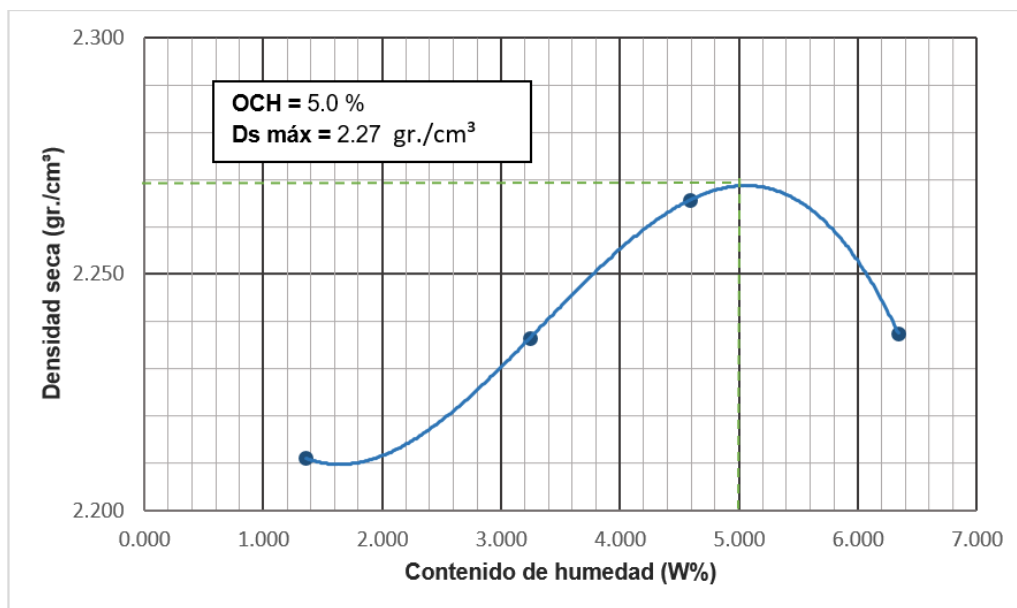
Tabla 11

*Proctor Modificado – Afirmado + 2% de miel de caña*

Tipo de material		Afirmado + 2% de miel de caña							
Cantera		El Gavilán							
Cantidad de muestra		24000 gr.							
Molde N°	Molde N°1	Molde N°2		Molde N°3		Molde N°4			
Peso molde (gr.)	6595.00	6595.00		6595.00		6595.00			
Wmh + molde (gr.)	11210.00	11350.00		11475.00		11495.00			
Whm (gr.)	4615.00	4755.00		4880.00		4900.00			
Vhm (cm <sup>3</sup> )	2059.40	2059.40		2059.40		2059.40			
Dh (gr./cm <sup>3</sup> )	2.241	2.309		2.370		2.379			
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6	7	8	
Wt (gr.)	22.20	22.40	22.20	22.50	27.80	22.40	27.00	27.90	
Wmh + t (gr.)	106.70	109.90	139.80	176.70	218.20	147.00	235.60	234.00	
Wms + t (gr.)	105.60	108.70	136.00	172.00	209.90	141.50	224.20	220.70	
Ww (gr.)	1.10	1.20	3.80	4.70	8.30	5.50	11.40	13.30	
Wms (gr.)	83.40	86.30	113.80	149.50	182.10	119.10	197.20	192.80	
W (%)	1.32	1.39	3.34	3.14	4.56	4.62	5.78	6.90	
W promedio (%)	1.355		3.242		4.588		6.340		
Ds (gr./cm <sup>3</sup> )	2.211		2.236		2.266		2.237		

Figura 10.

*Curva de compactación – Afirmado + 2% de miel de caña*



✓ MATERIAL CON ADICIÓN DEL 5% DE MIEL DE CAÑA

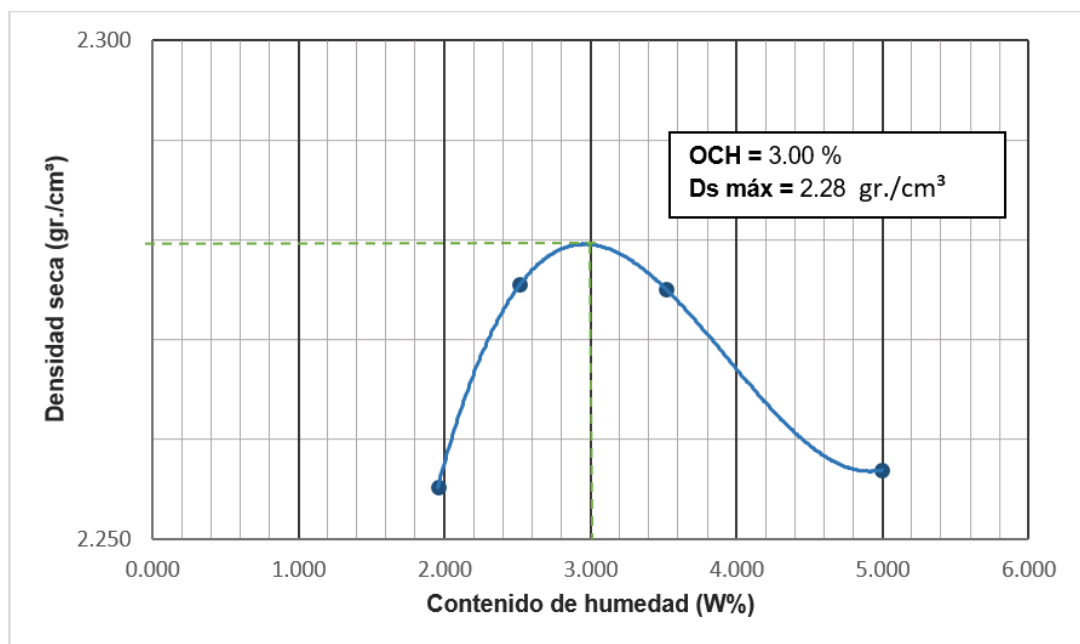
Tabla 12

*Proctor Modificado – Afirmado + 5% de miel de caña*

Tipo de material		Afirmado + 5% de miel de caña							
Cantera		El Gavilán							
Cantidad de muestra		24000 gr.							
Molde N°	Molde N°1	Molde N°2		Molde N°3		Molde N°4			
Peso molde (gr.)	6595.00	6595.00		6595.00		6595.00			
Wmh + molde (gr.)	11330.00	11399.00		11445.00		11475.00			
Whm (gr.)	4735.00	4804.00		4850.00		4880.00			
Vhm (cm <sup>3</sup> )	2059.40	2059.40		2059.40		2059.40			
Dh (gr./cm <sup>3</sup> )	2.299	2.333		2.355		2.370			
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6	7	8	
Wt (gr.)	27.50	26.10	27.00	27.20	22.10	22.20	27.10	26.20	
Wmh + t (gr.)	197.50	205.60	207.10	226.00	166.80	135.90	170.50	185.90	
Wms + t (gr.)	194.30	202.10	202.70	221.10	161.80	132.10	163.50	178.50	
Ww (gr.)	3.20	3.50	4.40	4.90	5.00	3.80	7.00	7.40	
Wms (gr.)	166.80	176.00	175.70	193.90	139.70	109.90	136.40	152.30	
W (%)	1.92	1.99	2.50	2.53	3.58	3.46	5.13	4.86	
W promedio (%)	1.954		2.516		3.518		4.995		
Ds (gr./cm <sup>3</sup> )	2.255		2.275		2.275		2.257		

Figura 11.

*Curva de compactación – Afirmado + 5% de miel de caña*





✓ MATERIAL CON ADICIÓN DEL 10% DE MIEL DE CAÑA

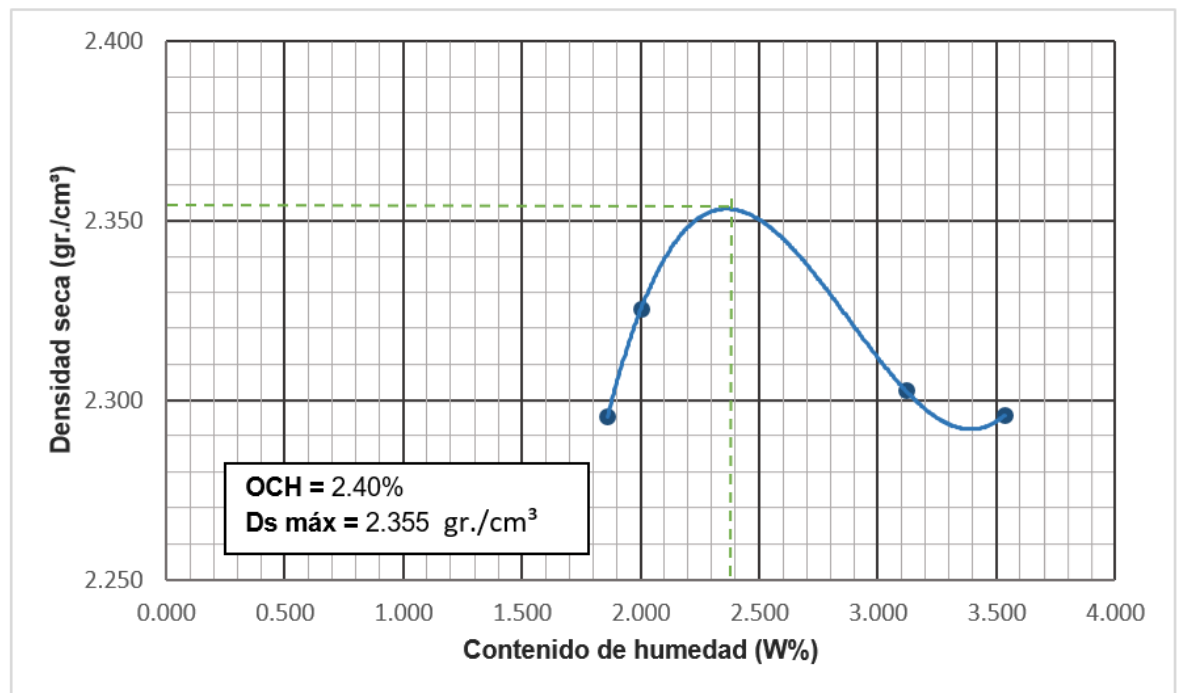
Tabla 13

.Proctor Modificado – Afirmado + 10% de miel de caña

Tipo de material		Afirmado + 10% de miel de caña							
Cantera		El Gavilán							
Cantidad de muestra		24000 gr.							
Molde N°	Molde N°1	Molde N°2		Molde N°3		Molde N°4			
Peso molde (gr.)	6595.00	6595.00		6595.00		6595.00		6595.00	
Wmh + molde (gr.)	11410.00	11480.00		11485.00		11490.00		11490.00	
Whm (gr.)	4815.00	4885.00		4890.00		4895.00		4895.00	
Vhm (cm <sup>3</sup> )	2059.40	2059.40		2059.40		2059.40		2059.40	
Dh (gr./cm <sup>3</sup> )	2.338	2.372		2.374		2.377			
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6	7	8	
Wt (gr.)	27.80	27.50	22.50	27.50	22.50	22.30	22.30	22.30	
Wmh + t (gr.)	225.90	196.40	187.10	189.00	188.20	197.40	201.10	183.00	
Wms + t (gr.)	221.60	193.90	183.90	185.80	183.20	192.10	194.90	177.60	
Ww (gr.)	4.30	2.50	3.20	3.20	5.00	5.30	6.20	5.40	
Wms (gr.)	193.80	166.40	161.40	158.30	160.70	169.80	172.60	155.30	
W (%)	2.22	1.50	1.98	2.02	3.11	3.12	3.59	3.48	
W promedio (%)	1.861		2.002		3.116		3.535		
Ds (gr./cm <sup>3</sup> )	2.295		2.325		2.303		2.296		

Figura 12.

Curva de compactación – Afirmado + 10% de miel de caña



## 6. CALIFORNIA BEARING RATIO – CBR

### ✓ Suelo sin adicionar miel de caña

Tabla 14

*California Bearing Ratio - CBR– Afirmado*

Tipo de material		Afirmado							
Cantera		El Gavilán							
Molde N°	Molde N°1			Molde N°2		Molde N°3			
N° de capas	5			5		5			
N° de golpes	13			27		55			
Condición de la muestra	sin saturar	saturado	sin saturar	saturado	sin saturar	saturado	sin saturar	saturado	
Peso molde (gr.)	7250	7250	7230	7230	7235	7235			
Wmh + molde (gr.)	12445	12510	12540	12575	12650	12660			
Wmh (gr.)	5195	5260	5310	5345	5415	5425			
Vhm (cm³)	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66			
Dh (gr./cm³)	2.24	2.26	2.29	2.30	2.33	2.34			
Contenido de humedad									
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Wt (gr.)	22.30	22.40	26.22	22.30	22.50	27.05	27.50	22.50	27.10
Wmh + t (gr.)	152.40	181.70	155.41	138.20	164.20	197.55	204.80	192.50	124.61
Wms + t (gr.)	146.20	174.70	148.60	132.30	155.30	188.40	194.20	182.40	118.80
Ww (gr.)	6.20	7.00	6.81	5.90	8.90	9.15	10.60	10.10	5.81
Wms (gr.)	123.90	152.30	122.38	110.00	132.80	161.35	166.70	159.90	91.70
W (%)	5.00	4.60	5.56	5.36	6.70	5.67	6.36	6.32	6.34
W promedio (%)	4.80		5.56	6.03		5.67	6.34		6.34
Ds (gr./cm³)	2.134			2.156			2.192		

Tabla 15

*Carga penetración - CBR– Afirmado*

Tipo de material		Afirmado					
Cantera		El Gavilán					
Carga penetración							
Datos		D píson= 2.00 Pulg.		A píson= 3.14 Pulg. <sup>2</sup>		F de carga= 7.5	
Penetración		Molde N°1		Molde N°2		Molde N°4	
mm.	Pulg	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	75.00	23.87	67.50	21.49	247.50	78.78
1.27	0.050	292.50	93.11	210.00	66.85	727.50	231.57
1.91	0.075	360.00	114.59	802.50	255.44	1695.00	539.54
<b>2.54</b>	<b>0.100</b>	<b>787.50</b>	<b>250.67</b>	<b>1447.50</b>	<b>460.75</b>	<b>3412.50</b>	<b>1086.23</b>
3.18	0.125	1522.50	484.63	2010.00	639.80	5325.00	1695.00
3.81	0.150	2467.50	785.43	3667.50	1167.40	7650.00	2435.07
4.45	0.175	3615.00	1150.69	5760.00	1833.46	0.00	0.00
<b>5.08</b>	<b>0.200</b>	<b>4500.00</b>	<b>1432.39</b>	<b>7650.00</b>	<b>2435.07</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
6.35	0.250	5812.50	1850.18	8512.50	2709.61	0.00	0.00
7.62	0.300	7417.50	2361.06	0.00	0.00	0.00	0.00
8.89	0.350	8250.00	2626.06	0.00	0.00	0.00	0.00
10.16	0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Figura 13.

*Esfuerzo - penetración – Afirmado*

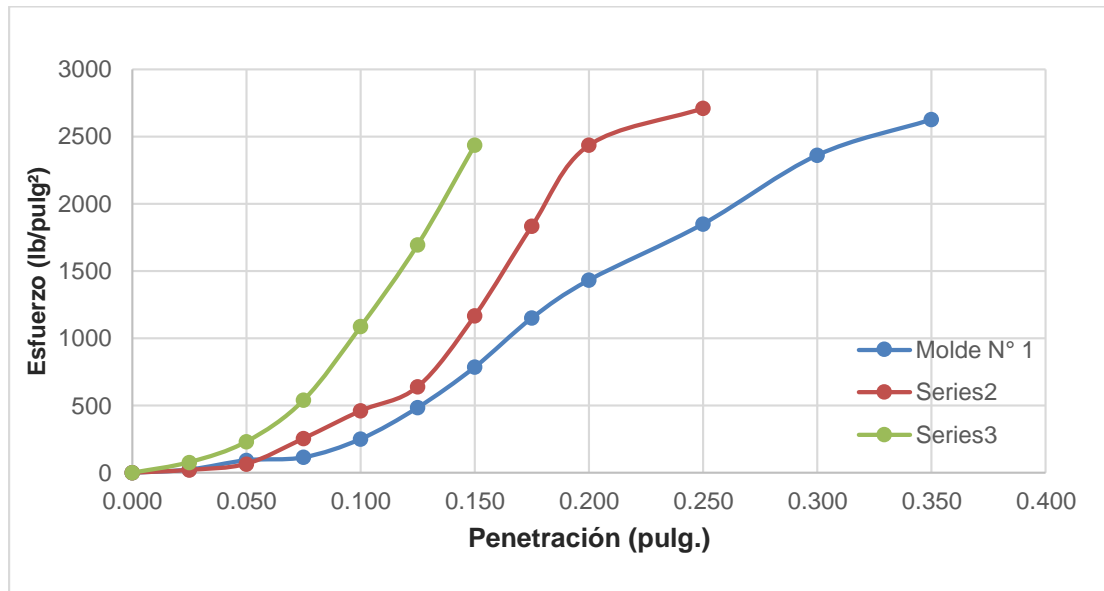


Tabla 16

*Esfuerzos para 0.1" y 0.2" de penetración, CBR y densidad seca –  
Afirmado*

Tipo de material	Afirmado					
Cantera	El Gavilán					
Esfuerzos para 0.1" y 0.2" de penetración, CBR y densidad seca						
Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3	
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg <sup>2</sup> )	250.67	1432.39	460.75	2435.07	1086.23	0.00
Esfuerzo patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	1000	1500	1000	1500	1000	1500
CBR (%)	25.07	95.49	46.08	162.34	108.62	0.00
Ds (gr./cm <sup>3</sup> )	2.13	2.13	2.16	2.16	2.19	2.19

Figura 14

*Curva Esfuerzo Penetración – Afirmado*

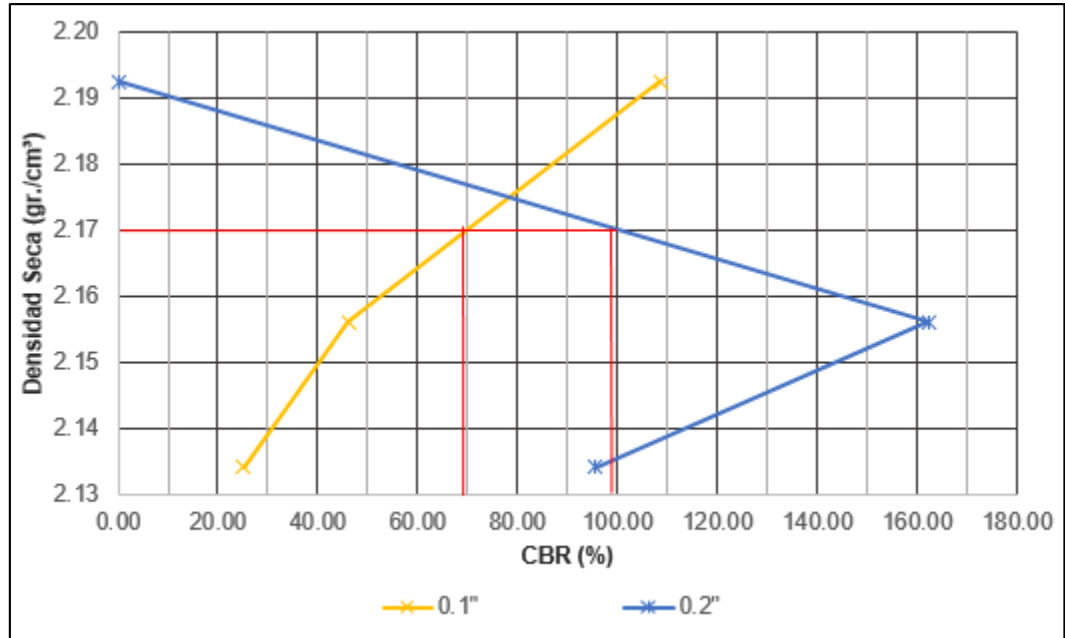


Tabla 17

*Resultado CBR - Afirmado*

Resultados	
Máxima densidad seca (gr./cm <sup>3</sup> )	2.28
95% de la Máxima densidad seca (gr./cm <sup>3</sup> )	2.17
CBR 0.1" (%)	71
CBR 0.2" (%)	100

✓ Suelo con el 2% de miel de caña

Tabla 18

California Bearing Ratio - CBR– Afirmado + 2% de miel de caña

Tipo de material		Afirmado + 2% de miel de caña							
Cantera		El Gavilán							
Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3				
N° de capas	5		5		5				
N° de golpes	13		27		55				
Condición de la muestra	sin saturar	saturado	sin saturar	saturado	sin saturar	saturado			
Peso molde (gr.)	7245	7245	7235	7235	7215	7215			
Wmh + molde (gr.)	12535	12560	12595	12615	12580	12590			
Wmh (gr.)	5290	5315	5360	5380	5365	5375			
Vhm (cm <sup>3</sup> )	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66			
Dh (gr./cm <sup>3</sup> )	2.28	2.29	2.31	2.32	2.31	2.31			
Contenido de humedad									
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Wt (gr.)	22.10	22.40	24.70	27.50	26.10	27.20	22.10	22.40	27.50
Wmh + t (gr.)	178.20	161.80	161.40	167.80	166.10	130.70	139.30	156.20	153.80
Wms + t (gr.)	170.00	154.20	153.70	160.20	158.10	124.90	133.70	149.40	147.60
Ww (gr.)	8.20	7.60	7.70	7.60	8.00	5.80	5.60	6.80	6.20
Wms (gr.)	147.90	131.80	129.00	132.70	132.00	97.70	111.60	127.00	120.10
W (%)	5.54	5.77	5.97	5.73	6.06	5.94	5.02	5.35	5.16
W promedio (%)	5.66		5.97	5.89		5.94	5.19		5.16
Ds (gr./cm <sup>3</sup> )	2.156		2.179		2.196		2.196		

Tabla 19

Carga penetración - CBR– Afirmado + 2% de miel de caña

Tipo de material		Afirmado + 2% de miel de caña					
Cantera		El Gavilán					
Carga penetración							
Datos		D pisón= 2.00 Pulg.		A pisón= 3.14 Pulg. <sup>2</sup>		F de carga= 7.5	
Penetración		Molde N°1		Molde N°2		Molde N°4	
mm.	Pulg	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	60.00	19.10	97.50	31.04	105.00	33.42
1.27	0.050	367.50	116.98	345.00	109.82	412.50	131.30
1.91	0.075	1035.00	329.45	1072.50	341.39	1072.50	341.39
<b>2.54</b>	<b>0.100</b>	<b>2325.00</b>	<b>740.07</b>	<b>2625.00</b>	<b>835.56</b>	<b>3187.50</b>	<b>1014.61</b>
3.18	0.125	3225.00	1026.55	3682.50	1172.18	4245.00	1351.23
3.81	0.150	4867.50	1549.37	5422.50	1726.04	5955.00	1895.54
4.45	0.175	5970.00	1900.31	6337.50	2017.29	6705.00	2134.27
<b>5.08</b>	<b>0.200</b>	<b>6750.00</b>	<b>2148.59</b>	<b>7155.00</b>	<b>2277.51</b>	<b>7620.00</b>	<b>2425.52</b>
6.35	0.250	0.00	0.00	8362.50	2661.87	8925.00	2840.92
7.62	0.300	0.00	0.00	9112.50	2900.60	11167.50	3554.73
8.89	0.350	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
10.16	0.400	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00

Figura 15.

*Esfuerzo - penetración – Afirmado + 2% de miel de caña*

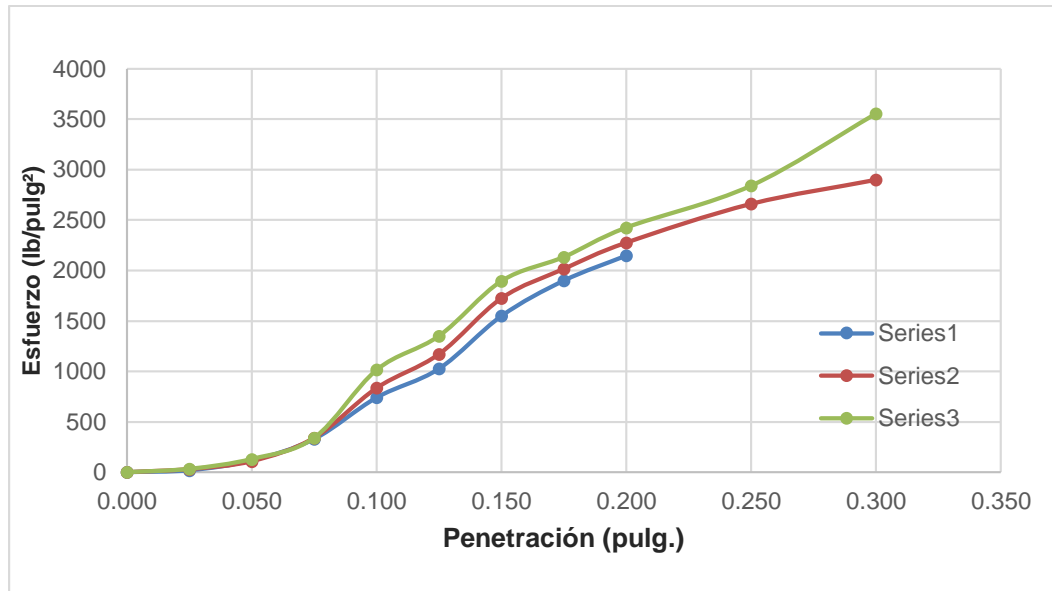


Tabla 20

*Esfuerzos para 0.1" y 0.2" de penetración, CBR y densidad seca – Afirmado + 2% de miel de caña*

Tipo de material	Afirmado + 2% de miel de caña					
Cantera	El Gavilán					
Esfuerzos para 0.1" y 0.2" de penetración, CBR y densidad seca						
Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3	
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg²)	740.07	2148.59	835.56	2277.51	1014.61	2425.52
Esfuerzo patrón (lb/pulg²)	1000	1500	1000	1500	1000	1500
CBR (%)	74.01	143.24	83.56	151.83	101.46	161.70
Ds (gr./cm³)	2.16	2.16	2.18	2.18	2.20	2.20

Figura 16.

*Curva Esfuerzo Penetración – Afirmado + 2% de miel de caña*

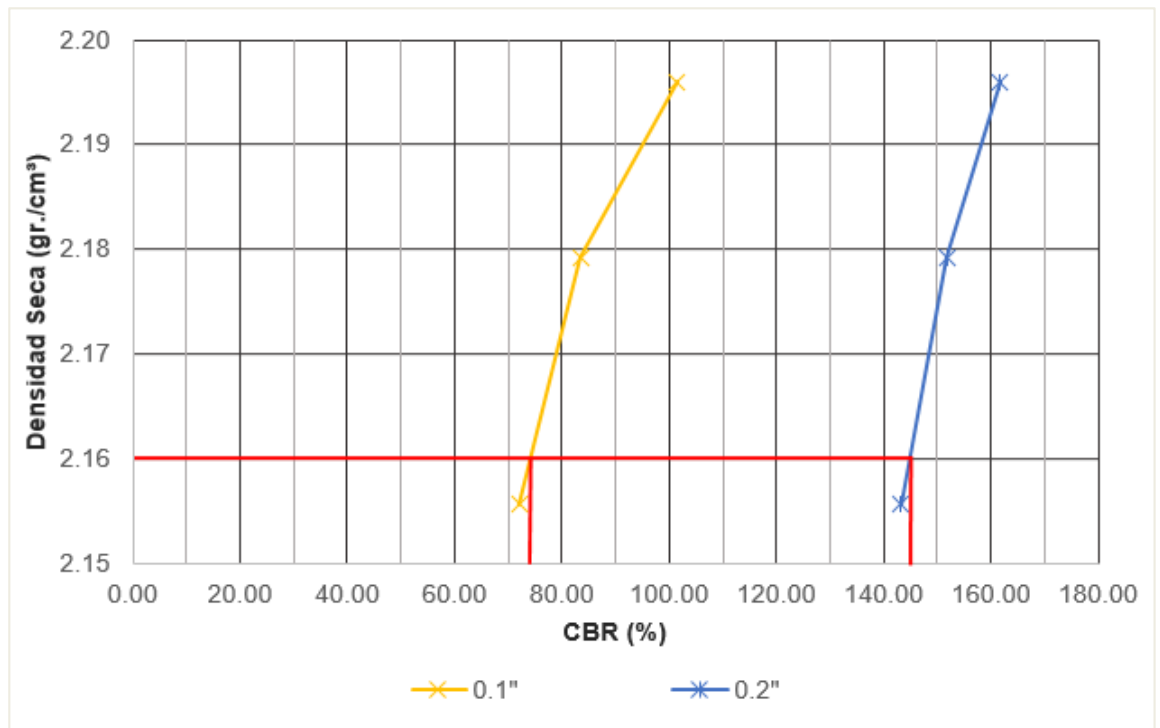


Tabla 21

*Resultado CBR - Afirmado + 2% de miel de caña*

Resultados	
Máxima densidad seca (gr./cm³)	2.27
95% de la Máxima densidad seca (gr./cm³)	2.16
CBR 0.1" (%)	74
CBR 0.2" (%)	144

✓ **Suelo con el 5% de miel de caña**

Tabla 22

*California Bearing Ratio - CBR– Afirmado + 5% de miel de caña*

Tipo de material		Afirmado + 5% de miel de caña							
Cantera		El Gavilán							
Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3				
N° de capas	5		5		5				
N° de golpes	13		27		55				
Condición de la muestra	sin saturar	saturado	sin saturar	saturado	sin saturar	saturado			
Peso molde (gr.)	7245	7245	7235	7235	7215	7215			
Wmh + molde (gr.)	12535	12610	12570	12620	12595	12652			
Wmh (gr.)	5290	5365	5335	5385	5380	5437			
Vhm (cm <sup>3</sup> )	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66			
Dh (gr./cm <sup>3</sup> )	2.28	2.31	2.30	2.32	2.32	2.34			
Contenido de humedad									
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Wt (gr.)	26.90	26.30	22.40	27.10	27.90	22.10	27.90	27.50	22.10
Wmh + t (gr.)	204.80	206.70	137.90	212.00	205.90	137.00	193.30	208.70	141.20
Wms + t (gr.)	195.30	198.00	131.30	203.70	198.30	132.00	186.20	200.80	135.80
Ww (gr.)	9.50	8.70	6.60	8.30	7.60	5.00	7.10	7.90	5.40
Wms (gr.)	168.40	171.70	108.90	176.60	170.40	109.90	158.30	173.30	113.70
W (%)	5.64	5.07	6.06	4.70	4.46	4.55	4.49	4.56	4.75
W promedio (%)	5.35		6.06	4.58		4.55	4.52		4.75
Ds (gr./cm <sup>3</sup> )	2.162		2.196		2.216				

Tabla 23

*Carga penetración - CBR– Afirmado + 5% de miel de caña*

Tipo de material		Afirmado + 5% de miel de caña					
Cantera		El Gavilán					
Carga penetración							
Datos		D pión= 2.00 Pulg.		A pión= 3.14 Pulg. <sup>2</sup>		F de carga= 7.5	
Penetración		Molde N°1		Molde N°2		Molde N°4	
mm.	Pulg	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	30.00	9.55	45.00	14.32	75.00	23.87
1.27	0.050	120.00	38.20	135.00	42.97	187.50	59.68
1.91	0.075	262.50	83.56	300.00	95.49	300.00	95.49
<b>2.54</b>	<b>0.100</b>	<b>525.00</b>	<b>167.11</b>	<b>547.50</b>	<b>174.27</b>	<b>637.50</b>	<b>202.92</b>
3.18	0.125	907.50	288.87	1042.50	331.84	1087.50	346.16
3.81	0.150	1575.00	501.34	1807.50	575.35	2070.00	658.90
4.45	0.175	2400.00	763.94	2707.50	861.82	2902.50	923.89
<b>5.08</b>	<b>0.200</b>	<b>3315.00</b>	<b>1055.20</b>	<b>3810.00</b>	<b>1212.76</b>	<b>4282.50</b>	<b>1363.16</b>
6.35	0.250	4792.50	1525.50	5685.00	1809.59	5940.00	1890.76
7.62	0.300	5835.00	1857.34	6885.00	2191.56	7410.00	2358.68
8.89	0.350	0.00	0.00		0.00	7875.00	2506.69
10.16	0.400	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00



Figura 17.

*Esfuerzo - penetración – Afirmado + 5% de miel de caña*

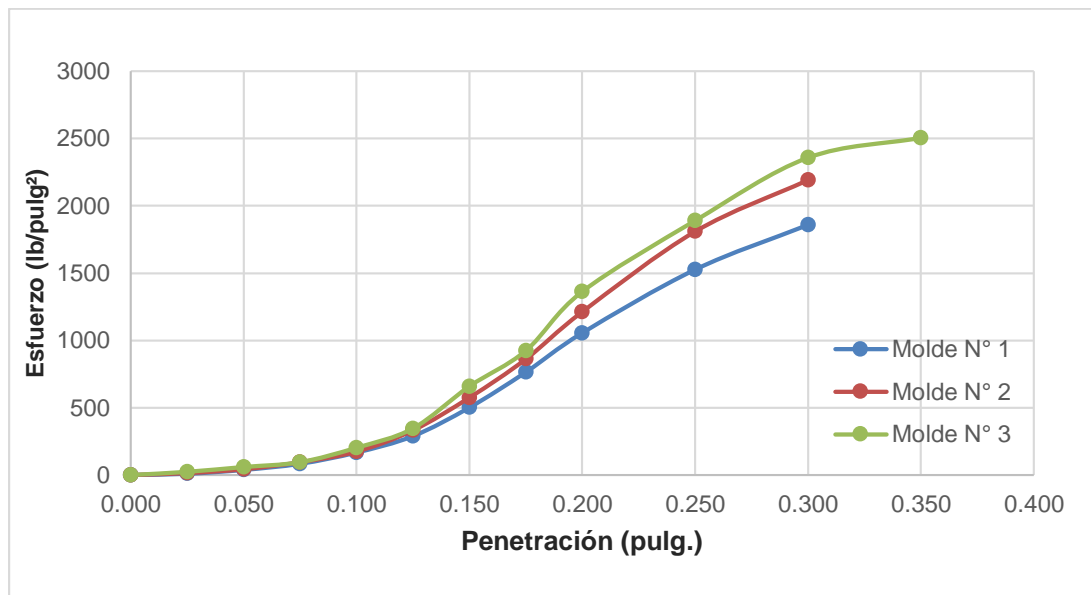


Tabla 24

*Esfuerzos para 0.1" y 0.2" de penetración, CBR y densidad seca – Afirmado + 5% de miel de caña*

Tipo de material		Afirmado + 5% de miel de caña				
Cantera		El Gavilán				
Esfuerzos para 0.1" y 0.2" de penetración, CBR y densidad seca						
Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3	
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg²)	167.11	1055.20	174.27	1212.76	202.92	1363.16
Esfuerzo patrón (lb/pulg²)	1000	1500	1000	1500	1000	1500
CBR (%)	16.71	70.35	17.43	80.85	20.29	90.88
Ds (gr./cm³)	2.16	2.16	2.20	2.20	2.22	2.22

Figura 18

*Curva Esfuerzo Penetración – Afirmado + 5% de miel de caña*

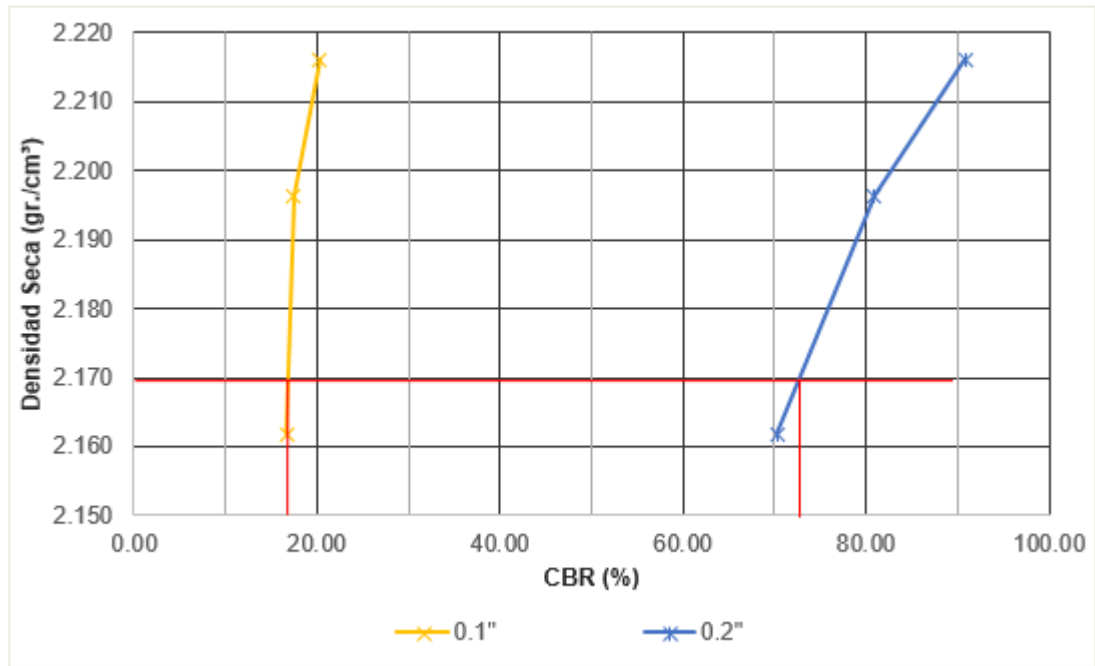


Tabla 25.

*Resultado CBR - Afirmado + 5% de miel de caña*

Resultados	
Máxima densidad seca (gr./cm <sup>3</sup> )	2.28
95% de la Máxima densidad seca (gr./cm <sup>3</sup> )	2.17
CBR 0.1" (%)	18
CBR 0.2" (%)	72

✓ **Suelo con el 10% de miel de caña**

Tabla 26.

*California Bearing Ratio - CBR– Afirmado + 10% de miel de caña*

Tipo de material		Afirmado + 10% de miel de caña							
Cantera		El Gavilán							
Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3				
N° de capas	5		5		5				
N° de golpes	13		27		55				
Condición de la muestra	sin saturar	saturado	sin saturar	saturado	sin saturar	saturado			
Peso molde (gr.)	7980	7980	8005	8005	7235	7235			
Wmh + molde (gr.)	13405	13415	13453	13460	12670	12675			
Wmh (gr.)	5425	5435	5448	5455	5435	5440			
Vhm (cm <sup>3</sup> )	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66			
Dh (gr./cm <sup>3</sup> )	2.34	2.34	2.35	2.35	2.34	2.34			
Contenido de humedad									
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Wt (gr.)	22.50	22.30	27.80	22.60	22.20	27.60	22.40	27.50	26.10
Wmh + t (gr.)	175.70	178.20	167.20	188.90	194.80	127.30	185.80	237.20	127.40
Wms + t (gr.)	169.10	171.80	161.10	183.00	188.20	123.60	181.90	233.10	125.10
Ww (gr.)	6.60	6.40	6.10	5.90	6.60	3.70	3.90	4.10	2.30
Wms (gr.)	146.60	149.50	133.30	160.40	166.00	96.00	159.50	205.60	99.00
W (%)	4.50	4.28	4.58	3.68	3.98	3.85	2.45	1.99	2.32
W promedio (%)	4.39		4.58	3.83		3.85	2.22		2.32
Ds (gr./cm <sup>3</sup> )	2.237		2.259		2.289				

Tabla 27.

*Carga penetración - CBR– Afirmado + 10% de miel de caña*

Tipo de material		Afirmado + 10% de miel de caña					
Cantera		El Gavilán					
Carga penetración							
Datos		D pisón= 2.00 Pulg.		A pisón= 3.14 Pulg. <sup>2</sup>		F de carga= 7.5	
Penetración		Molde N°1		Molde N°2		Molde N°4	
mm.	Pulg	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	30.00	9.55	37.50	11.94	15.00	4.77
1.27	0.050	75.00	23.87	52.50	16.71	45.00	14.32
1.91	0.075	112.50	35.81	90.00	28.65	75.00	23.87
<b>2.54</b>	<b>0.100</b>	<b>135.00</b>	<b>42.97</b>	<b>157.50</b>	<b>50.13</b>	<b>172.50</b>	<b>54.91</b>
3.18	0.125	195.00	62.07	225.00	71.62	187.50	59.68
3.81	0.150	255.00	81.17	300.00	95.49	330.00	105.04
4.45	0.175	300.00	95.49	390.00	124.14	420.00	133.69
<b>5.08</b>	<b>0.200</b>	<b>375.00</b>	<b>119.37</b>	<b>465.00</b>	<b>148.01</b>	<b>532.50</b>	<b>169.50</b>
6.35	0.250	517.50	164.73	675.00	214.86	735.00	233.96
7.62	0.300	697.50	222.02	900.00	286.48	975.00	310.35
8.89	0.350	900.00	286.48	1200.00	381.97	1312.50	417.78
10.16	0.400	1095.00	348.55	1500.00	477.46	1665.00	529.99
11.43	0.450	1320.00	420.17	1770.00	563.41	2002.50	637.42
12.70	0.500	1545.00	491.79	2100.00	668.45	2257.50	718.58

Figura 19.

*Esfuerzo - penetración – Afirmado + 10% de miel de caña*

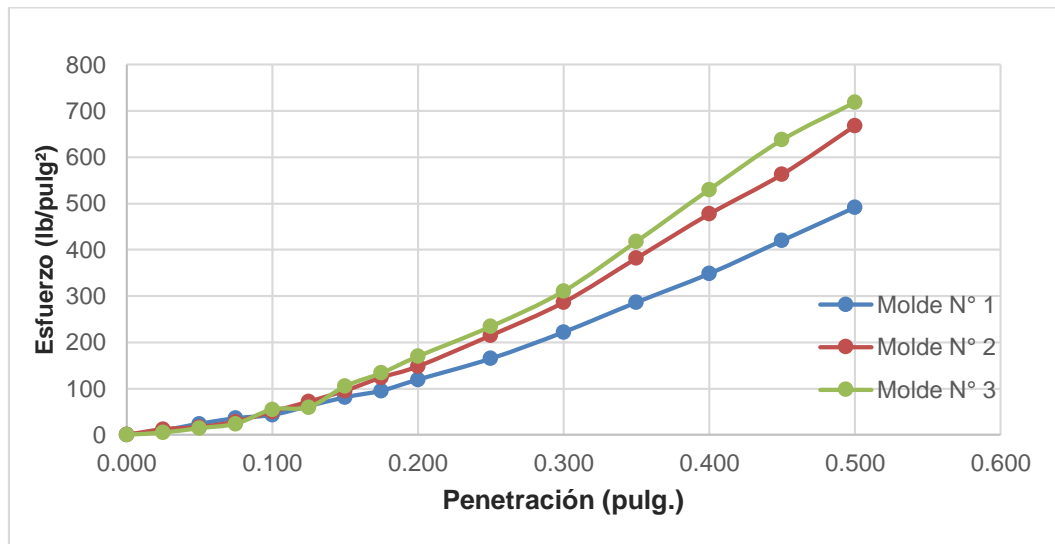


Tabla 28

*Esfuerzos para 0.1" y 0.2" de penetración, CBR y densidad seca – Afirmado + 10% de miel de caña*

Tipo de material	Afirmado + 10% de miel de caña					
Cantera	El Gavilán					
Esfuerzos para 0.1" y 0.2" de penetración, CBR y densidad seca						
Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3	
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg²)	42.97	119.37	50.13	148.01	54.91	169.50
Esfuerzo patrón (lb/pulg²)	1000	1500	1000	1500	1000	1500
CBR (%)	4.30	7.96	5.01	9.87	5.49	11.30
Ds (gr./cm³)	2.24	2.24	2.26	2.26	2.29	2.29

Figura 20

*Curva Esfuerzo Penetración – Afirmado + 10% de miel de caña*

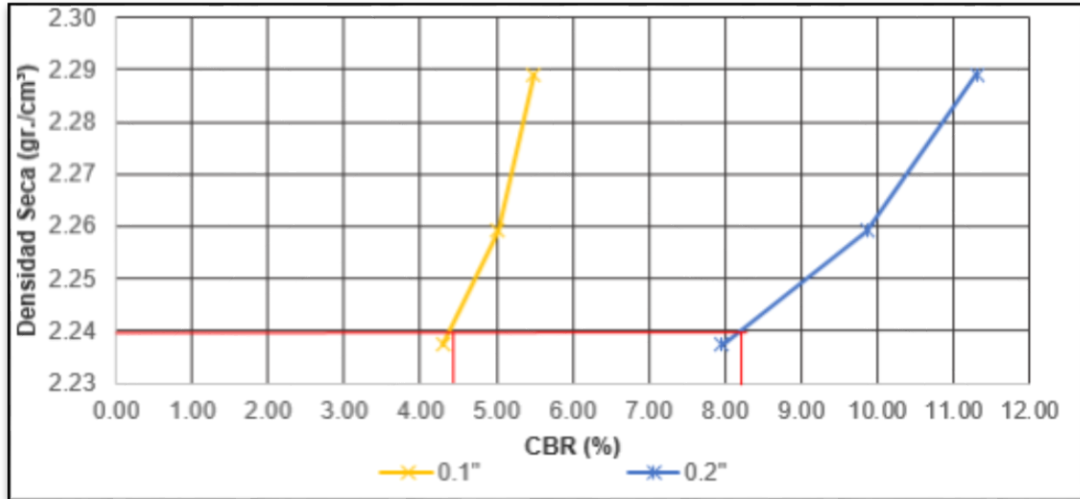


Tabla 29

*Resultado CBR - Afirmado + 5% de miel de caña*

Resultados	
Máxima densidad seca (gr./cm <sup>3</sup> )	2.355
95% de la Máxima densidad seca (gr./cm <sup>3</sup> )	2.24
CBR 0.1" (%)	4.4
CBR 0.2" (%)	8.2

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC: .....
	NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127	
	PROYECTO:	ADICION DE MIEL DE CAÑA SOBRE EL CBR DEL AFIRMADO DE LA CANTERA EL GAVILAN, CAJAMARCA 2017	
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO		
CANTERA:	El Gavilán	RESPONSABLE:	Yesica Navel Becerra Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	09-06-17	CANTIDAD DE MUESTRA	

Temperatura de Secado  
60 °C / 110 °C / Ambiente

Método  
Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		T-01	T-02	T-03
B	Peso del Recipiente	gr	81.40	64.40	22.20
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	1010.60	811.40	254.90
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	998.70	785.50	249.90
E	Peso del suelo humedo (Ww) C - D	gr	11.90	25.80	5.00
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	917.30	721.10	227.70
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	1.30	3.58	2.20
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	2.36		

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR DE TESIS	
					
NOMBRE:	Becerra Vásquez, Yesica Navel	NOMBRE:	Cuzco Minchán, Víctor	NOMBRE:	Ing. Cubas Becerra, Alejandro

	<b>LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO</b>	ABRASIÓN LOS ANGELES AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 ½")	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> ALA-LC-UPNC: .....
	<b>NORMA</b>	MTC E207 – ASTM C 131 – NTP 400.019	
<b>PROYECTO</b>	ADICION DE MIEL DE CAÑA SOBRE EL CBR DEL AFIRMADO DE LA CANTERA EL GAVILAN, CAJAMARCA 2017		
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Afirmado		
<b>CANTERA:</b>	El Gavilán	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	
<b>RESPONSABLE:</b>	Yesica Navel Becerra Vásquez		

<b>GRANULOMETRÍA DE ENSAYO</b>				
GRADACIÓN	“A”	“B”	“C”	“D”
<b>CARGA ABRASIVA (N° de esferas de acero)</b>	12	11	8	6

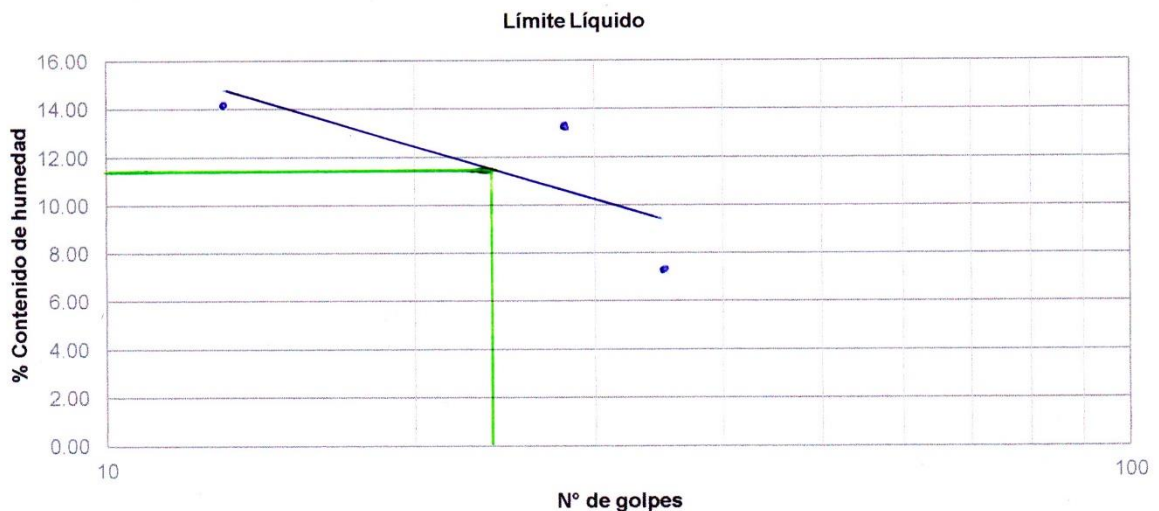
<b>GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO</b>					
Tamiz (pasa)	Tamiz (retiene)	“A” (gr)	“B” (gr)	“C” (gr)	“D” (gr)
1 ½"	1"	1250 ± 25			
1"	¾"	1250 ± 25			
¾"	½"	1250 ± 10	2500 ± 10		
½"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10		
3/8"	¼"			2500 ± 10	
¼"	N° 4			2500 ± 10	
N° 4	N° 8				5000 ± 10
<b>TOTALES</b>		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

<b>DESGASTE A LA ABRASIÓN</b>						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	P R O M E D I O
A	Peso muestra total	gr	5007.5	5002	5003.3	
B	Peso retenido en tamiz N° 12	gr	2524.7	2520.1	2519.5	
D	Desgaste a la abrasión Los Ángeles $D = (A - B) * 100 / A$	%	49.581	49.60	49.643	49.608

<b>OBSERVACIONES:</b>					
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>		<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>		<b>ASESOR DE TESIS</b>	
					
<b>NOMBRE:</b>	Becerra Vásquez, Yesica Navel	<b>NOMBRE:</b>	Guizzo Minchán, Víctor	<b>NOMBRE:</b>	Ing. Cubas Becerra, Alejandro

<b>LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>			
<b>PROTOCOLO</b>			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>ENSAYO:</b>	LÍMITES DE PLASTICIDAD	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b>
	<b>NORMA:</b>	ASTM D4318 / NTP E339.130 – NTP E111	LP-LS-UPNC: .....
	<b>PROYECTO:</b>	INFLUENCIA DE LA ADICION E MIEL DE CAÑA SOBRE EL CBR DEL AFIRMADO DE LA CANTERA EL GAVILAN, CAJAMARCA 2017	
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Afirmado		
<b>CANTERA:</b>	El Gavilán	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12-06-17
<b>RESPONSABLE:</b>	Yesica Navel Becerra Vásquez		


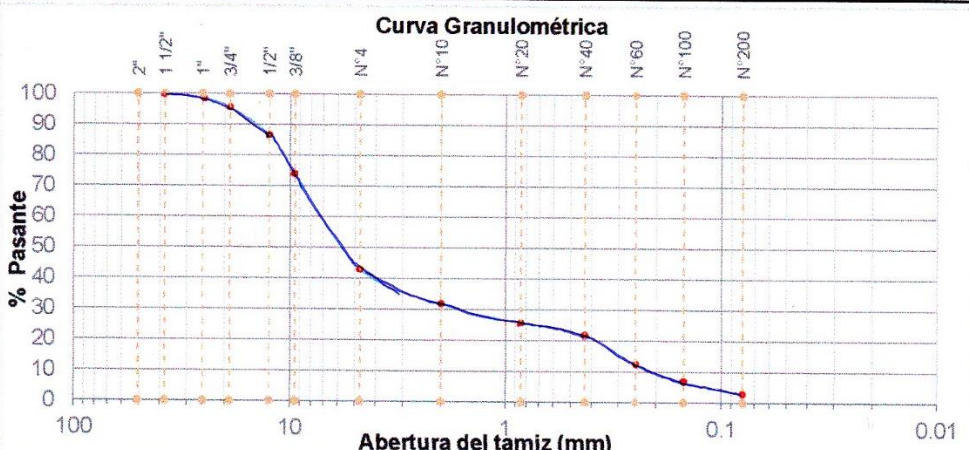

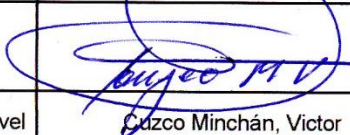
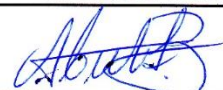
<b>DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)</b>					
ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3
A	identificación de Recipiente	N°	T-01	T-02	T-03
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	60.10	65.90	65.00
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	57.40	63.80	63.20
D	Peso de Recipiente	gr	38.40	48.00	38.60
E	Peso del Agua	gr	2.70	2.10	1.80
F	Peso Suelo Seco	gr	19.00	15.80	24.60
G	Número de Golpes	N	13.00	28.00	35.00
H	Contenido de Humedad	%	14.21	13.29	7.32



**OBSERVACIONES:**

<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>		<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>		<b>ASESOR DE TESIS</b>	
					
<b>NOMBRE:</b>	Becerra Vásquez, Yesica Navel	<b>NOMBRE:</b>	Cuzco Minchán, Victor	<b>NOMBRE:</b>	Ing. Cubas Becerra, Alejandro

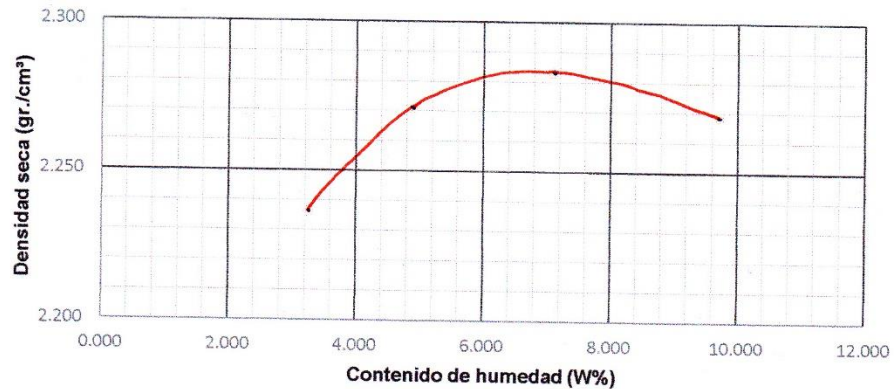


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ( MTC E 204 / ASTM C 136 )					
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		PROYECTO:	ADICION DE MIEL DE CAÑA SOBRE EL CBR DEL AFIRMADO DE LA CANTERA EL GAVILAN, CAJAMARCA 2017		
		RESPONSABLE:	Yesica Navel Becerra Vásquez		
		FECHA:	12-06-17		
INFORMACIÓN GENERAL					
Tipo de material		Afirmado			
Cantera		El Gavilán			
Peso total (gr.)		5000			
Peso seco fino	Inicial (gr.)	5000			
	Final (gr.)	4852.68			
Pesante de la N° 200 (gr.)		147.32			
Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr.)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% Que pasa
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	68.40	1.368	1.368	98.632
3/4"	19.00	147.50	2.950	4.318	95.682
1/2"	12.50	445.90	8.918	13.236	86.764
3/8"	9.50	635.10	12.702	25.938	74.062
N°4	4.75	1549.10	30.982	56.920	43.080
N°10	2.00	562.38	11.248	68.168	31.832
N°20	0.85	298.90	5.978	74.146	25.854
N°40	0.43	193.00	3.860	78.006	21.994
N°60	0.25	471.80	9.436	87.442	12.558
N°100	0.15	280.50	5.610	93.052	6.948
N°200	0.08	200.10	4.002	97.054	2.946
Cazoleta	-	147.32	2.946	100.00	0.000
Total					
Curva Granulométrica					
					
OBSERVACIÓN / COMENTARIO					
APROBACIÓN					
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR DE TESIS		
					
Becerra Vásquez, Yesica Navel	Cuzco Minchán, Víctor		Ing. Cubas Becerra, Alejandro		

<b>LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>			
<b>PROTOCOLO</b>			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>ENSAYO:</b>	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
	<b>NORMA:</b>	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141	
	<b>PROYECTO:</b>	ADICION DE MIEL DE CAÑA SOBRE EL CBR DEL AFIRMADO DE LA CANTERA EL GAVILAN, CAJAMARCA 2017	
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Afirmado		
<b>CANTERA:</b>	El Gavilán	<b>RESPONSABLE:</b>	Yesica Navel Becerra Vásquez
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	09-06-17		
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	13-06-17	<b>CANTIDAD DE MUESTRA:</b>	24000 gr

<b>COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO</b>										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	6545.00		6545.00		6545.00		6545.00	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	11390.00		11500.00		11630.00		11720.00	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	4755.00		4905.00		5035.00		5125.00	
D	Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	2059.40		2059.40		2059.00		2059.40	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm <sup>3</sup>	2.309		2.382		2.445		2.489	
G	Recipiente	N°	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	22.30	22.40	22.30	22.50	22.50	27.50	22.30	22.40
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	124.5	150.20	130.40	138.40	87.90	170.30	130.80	134.20
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	121.20	146.30	125.10	133.30	83.60	160.80	121.10	124.95
K	Peso del Agua	gr	3.30	3.90	5.30	5.10	4.30	9.50	9.70	9.75
L	Peso Muestra seca	gr	98.90	123.90	102.80	110.80	61.10	133.30	98.80	102.5
M	Contenido de Humedad W%	%	3.40	3.15	5.16	4.60	7.04	7.13	9.82	9.55
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	3.242		4.879		7.082		9.686	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm <sup>3</sup>	2.236		2.271		2.283		2.269	

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



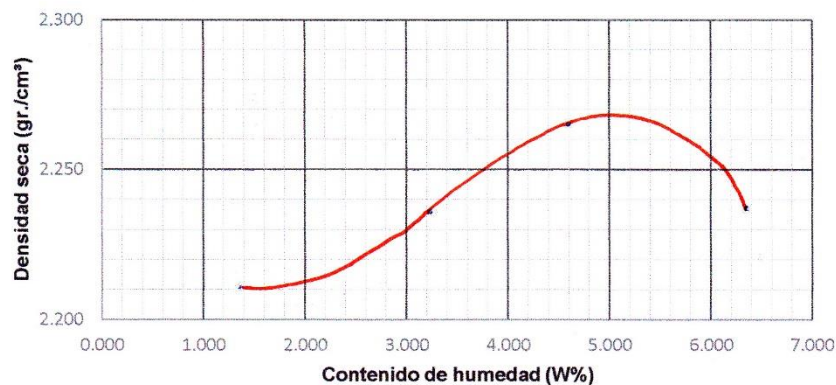
**OBSERVACIONES:**

<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>		<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>		<b>ASESOR DE TESIS</b>	
					
NOMBRE:	Becerra Vásquez, Yesica Navel	NOMBRE:	Cuzco Minchán, Víctor	NOMBRE:	Ing. Cubas Becerra, Alejandro

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	COMPATACIÓN PROCTOR MODIFICADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CPM-LS-UPNC: .....
	NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141.	
	PROYECTO:	ADICION DE MIEL DE CAÑA SOBRE EL CBR DEL AFIRMADO DE LA CANTERA EL GAVILAN, CAJAMARCA 2017	
TIPO DE MATERIAL:	Afirmado + 2% de miel de caña		
CANTERA:	El Gavilán	RESPONSABLE:	Yesica Navel Becerra Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	09-06-17		
FECHA DE ENSAYO:	16-06-17	CANTIDAD DE MUESTRA:	24000 gr.

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	6595.00		6595.00		6595.00		6595.00	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	11210.00		11350.00		11475.00		11425.00	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	4615.00		4755.00		4880.00		4900.00	
D	Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	2059.40		2059.40		2059.40		2059.40	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm <sup>3</sup>	2.241		2.309		2.370		2.379	
G	Recipiente	Nº	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	22.20	22.40	22.20	22.50	27.80	22.40	27.00	27.90
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	106.70	109.90	139.80	176.70	213.20	147.00	235.00	234.00
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	105.60	108.70	136.00	172.00	209.90	141.50	224.80	220.70
K	Peso del Agua	gr	6.10	1.20	3.80	4.70	8.30	5.50	11.40	13.30
L	Peso Muestra seca	gr	83.40	86.30	113.80	149.50	182.10	119.10	197.20	192.80
M	Contenido de Humedad W%	%	1.32	1.34	3.34	3.14	4.56	4.62	5.78	6.90
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	1.355		3.242		4.588		6.390	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm <sup>3</sup>	2.211		2.236		2.266		2.237	

CURVA DE COMPACTACIÓN

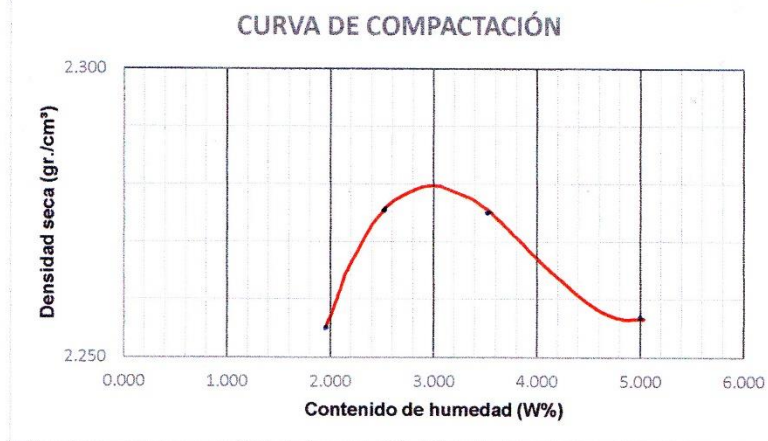


OBSERVACIONES:


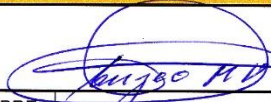

RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR DE TESIS	
					
NOMBRE:	Becerra Vásquez, Yesica Navel	NOMBRE:	Cuzco Minchán, Víctor	NOMBRE:	Ing. Cubas Becerra, Alejandro

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
<b>ENSAYO:</b>	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b>	
<b>NORMA:</b>	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141	CPM-LS-UPNC: .....	
<b>PROYECTO:</b>	ADICION DE MIEL DE CAÑA SOBRE EL CBR DEL AFIRMADO DE LA CANTERA EL GAVILAN, CAJAMARCA 2017		
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Afirmado + 5% de miel de caña		
<b>CANTERA:</b>	El Gavilán	<b>RESPONSABLE:</b>	Yesica Navel Becerra Vásquez
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	09-06-17	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	17-06-17
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	17-06-17	<b>CANTIDAD DE MUESTRA:</b>	24000 gr.

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	6595.00		6595.00		6595.00		6595.00	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	11330.00		11399.00		11445.00		11475.00	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	4735.00		4804.00		4850.00		4880.00	
D	Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	2059.40		2059.40		2059.40		2059.00	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm <sup>3</sup>	2.299		2.333		2.355		2.370	
G	Recipiente	Nº	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	27.50	26.10	27.00	27.20	22.10	22.20	27.10	26.20
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	197.50	205.60	207.10	226.00	166.80	135.90	170.50	185.50
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	194.30	202.10	202.70	221.10	161.80	132.10	163.50	174.00
K	Peso del Agua	gr	3.20	3.50	4.40	4.90	5.00	3.80	7.00	152.30
L	Peso Muestra seca	gr	166.80	176.00	175.70	193.90	139.70	109.90	136.40	152.30
M	Contenido de Humedad W%	%	1.92	1.99	2.50	2.53	3.58	3.46	5.13	4.80
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	1.954		2.516		3.518		4.995	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm <sup>3</sup>	2.255		2.275		2.275		2.257	



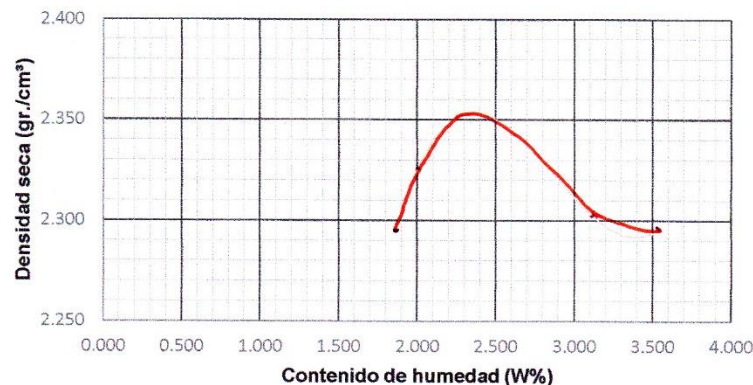
**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR DE TESIS	
					
NOMBRE:	Becerra Vásquez, Yesica Navel	NOMBRE:	Cuzco Minchán, Víctor	NOMBRE:	Ing. Cubas Becerra, Alejandro

<b>LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>			
<b>PROTOCOLO</b>			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>ENSAYO:</b>	COMPATACIÓN PROCTOR MODIFICADO	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
	<b>NORMA:</b>	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141	
	<b>PROYECTO:</b>	ADICION DE MIEL DE CAÑA SOBRE EL CBR DEL AFIRMADO DE LA CANTERA EL GAVILAN, CAJAMARCA 2017	
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Afirmado + 10% de miel de caña		
<b>CANTERA:</b>	El Gavilán	<b>RESPONSABLE:</b>	Yesica Navel Becerra Vásquez
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	09-06-17		
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	18-06-17	<b>CANTIDAD DE MUESTRA:</b>	24000 gr

<b>COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO</b>										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	6595.00		6595.00		6595.00		6595.00	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	11410.00		11480.00		11485.00		11490.00	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	4815.00		4885.00		4890.00		4895.00	
D	Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	2059.40		2059.00		2059.40		2059.40	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm <sup>3</sup>	2.338		2.379		2.374		2.377	
G	Recipiente	Nº	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	27.80	27.50	22.50	27.50	22.50	22.30	22.30	22.30
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	225.90	196.40	187.10	189.00	188.00	197.40	201.10	183.00
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	221.60	193.40	183.90	185.80	183.20	192.10	194.90	177.60
K	Peso del Agua	gr	4.30	2.50	3.20	3.20	5.00	5.30	6.20	5.40
L	Peso Muestra seca	gr	193.30	166.40	161.40	182.30	160.70	169.80	172.60	155.30
M	Contenido de Humedad W%	%	2.22	1.50	1.98	2.02	3.11	3.12	3.59	3.48
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	1.861		2.002		3.116		3.535	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm <sup>3</sup>	2.295		2.325		2.303		2.296	

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES:**

<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>		<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>		<b>ASESOR DE TESIS</b>	
					
<b>NOMBRE:</b>	Becerra Vásquez, Yesica Navel	<b>NOMBRE:</b>	Cuzco Minchán, Victor	<b>NOMBRE:</b>	Ing. Cubas Becerra, Alejandro

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
<b>ENSAYO:</b>		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR				<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b>			
<b>NORMA:</b>		MTC E132 / ASTM D188				CBR-LS-UPNC: .....			
<b>PROYECTO:</b>		ADICION DE MIEL DE CAÑA SOBRE EL CBR DEL AFIRMADO DE LA CANTERA EL GAVILAN,CAJAMARCA 2017							
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>		Afirmado							
<b>CANTERA:</b>		El Gavilán		<b>FECHA DE ENSAYO:</b>		14-06-17			
<b>RESPONSABLE:</b>		Yesica Navel Becerra Vásquez							


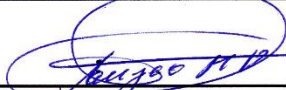
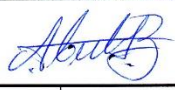
  

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR										
DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3				
N° Golpes		5		5		5				
N° Golpes por Capa		13		27		55				
<b>Condición de Muestra</b>		<b>Antes</b>	<b>Despu.</b>	<b>Antes</b>	<b>Despu.</b>	<b>Antes</b>	<b>Despu.</b>			
Peso Molde	gr	7250	7250	7230	7230	7235	7235			
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	12445	12510	12540	12545	12650	12660			
Peso Muestra húmeda	gr	5195	5260	5310	5345	5415	5425			
Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66			
Densidad húmeda ; Dh	gr/cm <sup>3</sup>	2.24	2.26	2.29	2.30	2.33	2.34			
CONTENIDO DE HUMEDAD										
<b>Ensayo</b>	<b>N°</b>	<b>1-A</b>	<b>1-B</b>	<b>1-C</b>	<b>2-A</b>	<b>2-B</b>	<b>2-C</b>	<b>3-A</b>	<b>3-B</b>	<b>3-C</b>
Peso Recipiente	gr	22.30	22.40	26.22	22.30	22.50	27.05	27.50	22.50	27.10
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	152.40	181.70	155.41	138.20	164.20	197.55	204.80	192.50	124.61
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	146.20	174.70	148.60	132.30	155.30	188.40	194.20	182.40	118.80
Peso del Agua	gr	6.20	7.00	6.81	6.90	8.90	9.15	10.60	10.10	5.81
Peso Muestra Seca	gr	123.90	152.30	122.38	110.00	132.80	161.35	166.70	159.90	91.70
<b>Contenido de Humedad ; W%</b>	%	5.00	4.60	5.56	5.36	6.70	5.67	6.36	6.32	6.37
Promedio Contenido de Humedad	%	4.80		5.56	6.06		5.67	6.34		6.37
<b>Densidad Máxima Seca; Ds</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2.134				2.192				

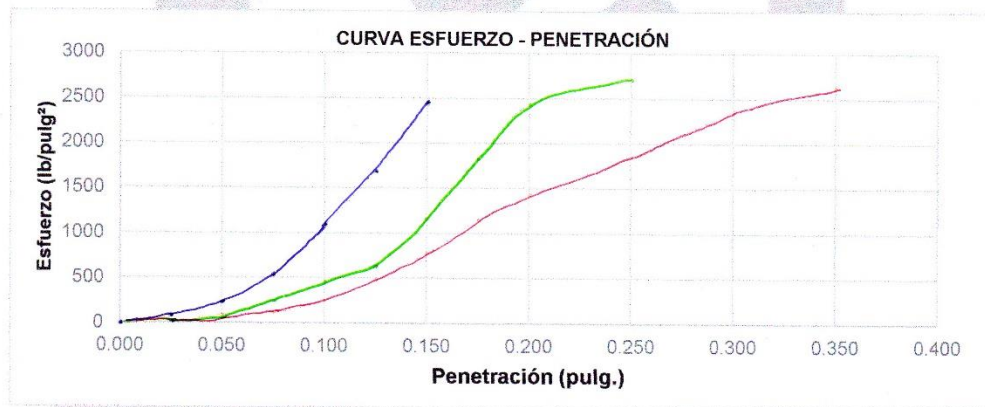
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento	
Horas	Días	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%


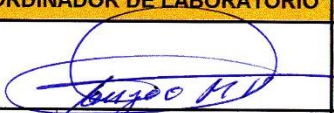
OBSERVACIONES:										
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR DE TESIS			
										
NOMBRE:	Becerra Vásquez, Yesica Navel		NOMBRE:	Cuzco Minchán, Victor			NOMBRE:	Ing. Cubas Becerra, Alejandro		

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO:</b>	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b>
	<b>NORMA:</b>	MTC E132 / ASTM D188	CBR-LS-UPNC: .....
<b>PROYECTO:</b>	ADICIÓN DE MIEL DE CAÑA SOBRE EL CBR DEL AFIRMADO DE LA CANTERA EL GAVILÁN, CAJAMARCA 2017		
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Afirmado		
<b>CANTERA:</b>	El Gavilán	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	14-06-17
<b>RESPONSABLE:</b>	Yesica Navel Becerra Vásquez		

CARGA - PENETRACION							
Datos		D pisón= 2.00 Pulg.		A pisón= 3.14 Pulg. <sup>2</sup>		F de carga= 7.5	
Penetración		Molde N°1		Molde N°2		Molde N°4	
mm.	Pulg	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	75.00	23.87	67.50	21.49	247.50	78.78
1.27	0.050	292.50	93.11	210.00	66.85	727.50	231.57
1.91	0.075	360.00	114.59	802.50	255.44	1695.00	539.54
2.54	0.100	787.60	250.67	1447.50	460.75	3412.50	1086.23
3.18	0.125	1522.50	484.63	2010.00	639.80	5328.00	1695.00
3.81	0.150	2467.50	785.93	3667.50	1167.40	7650.00	2435.07
4.45	0.175	3615.00	1150.69	5760.00	1833.96		
5.08	0.200	4500.00	1432.39	7650.00	2435.07		
6.35	0.250	5812.00	1850.18	8512.50	2709.61		
7.62	0.300	1917.50	2361.06				
8.89	0.350	8250.00	2626.06				
10.16	0.400						



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR DE TESIS	
					
NOMBRE:	Becerra Vásquez, Yesica Navel	NOMBRE:	Cuzco Minchán, Victor	NOMBRE:	Ing. Cubas Becerra, Alejandro

<b>LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>			
<b>PROTOCOLO</b>			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>ENSAYO:</b>	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b>
	<b>NORMA:</b>	MTC E132 / ASTM D188	CBR-LS-UPNC: .....
	<b>PROYECTO:</b>	ADICION DE MIEL DE CAÑA SOBRE EL CBR DEL AFIRMADO DE LA CANTERA EL GAVILAN, CAJAMARCA 2017	
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Afirmado + 2% de miel de caña		
<b>CANTERA:</b>	El Gavilán	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	22-06-17
<b>RESPONSABLE:</b>	Yesica Navel Becerra Vásquez		

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR										
DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3				
N° Golpes		5		5		5				
N° Golpes por Capa		13		27		55				
Condición de Muestra		Antes	Despu.	Antes	Despu.	Antes	Despu.			
Peso Molde	gr	7245	7245	7235	7235	7215	7215			
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	12535	12560	12595	12615	12580	12590			
Peso Muestra húmeda	gr	5290	5315	5360	5380	5365	5375			
Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66			
Densidad húmeda ; Dh	gr/ cm <sup>3</sup>	2.28	2.29	2.31	2.32	2.31	2.31			
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C
Peso Recipiente	gr	22.10	22.40	24.70	27.50	26.10	27.20	22.10	22.40	27.50
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	178.20	161.80	161.40	167.80	166.10	130.70	139.30	156.20	153.80
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	170.00	154.20	153.70	160.20	158.10	124.90	133.70	149.40	147.60
Peso del Agua	gr	8.20	7.60	7.70	7.60	8.00	5.80	5.60	6.80	6.20
Peso Muestra Seca	gr	147.90	131.80	129.00	132.70	132.00	97.70	111.60	127.00	120.10
Contenido de Humedad ; W%	%	5.54	5.77	5.97	5.73	6.06	5.94	5.02	5.35	5.16
Promedio Contenido de Humedad	%	5.66		5.97	5.89		5.98	5.19		5.16
Densidad Máxima Seca; Ds	gr/ cm <sup>3</sup>	2.156			2.179			2.196		

ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento	
Horas	Días	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%

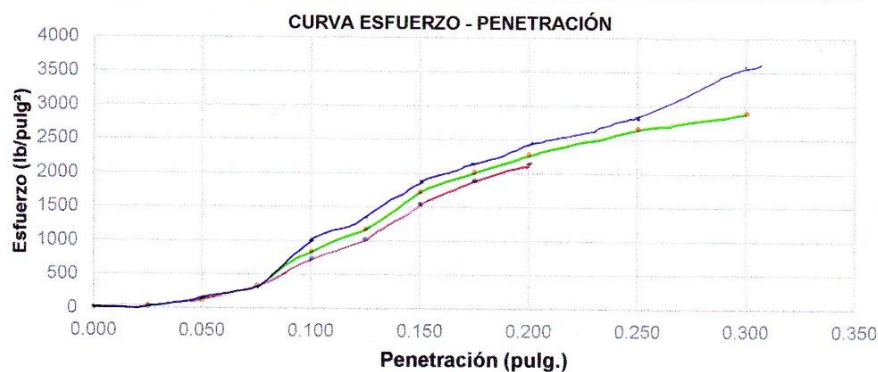
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR DE TESIS	
					
NOMBRE:	Becerra Vásquez, Yesica Navel	NOMBRE:	Cuzco Minchán, Victor	NOMBRE:	Ing. Cubas Becerra, Alejandro



<b>LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>			
<b>PROTOCOLO</b>			
<b>ENSAYO:</b>	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR		<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b>
<b>NORMA:</b>	MTC E132 / ASTM D188		CBR-LS-UPNC: .....
<b>PROYECTO:</b>	<b>ADICION DE MIEL DE CAÑA SOBRE EL CBR DEL AFIRMADO DE LA CANTERA EL GAVILAN,CAJAMARCA 2017</b>		
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Afirmado + 2% de miel de caña		
<b>CANTERA:</b>	El Gavilán	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	22-06-17
<b>RESPONSABLE:</b>	Yesica Navel Becerra Vásquez		

CARGA - PENETRACION							
Datos		D pisón= 2.00 Pulg.		A pisón= 3.14 Pulg. <sup>2</sup>		F de carga= 7.5	
Penetración		Molde N°1		Molde N°2		Molde N°4	
mm.	Pulg	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	60.00	19.10	97.50	31.04	105.00	33.42
1.27	0.050	367.50	116.48	345.00	109.82	412.50	131.30
1.91	0.075	1035.00	329.45	1072.00	341.39	1072.50	341.39
2.54	0.100	2325.00	740.07	2625.00	835.56	3187.50	1014.61
3.18	0.125	2325.00	1026.55	3682.50	1172.18	4245.00	1351.23
3.81	0.150	4867.00	1548.37	5422.50	1726.09	5955.00	1896.54
4.45	0.175	5970.00	1900.31	6327.50	2017.99	6705.00	2134.27
5.08	0.200	6750.00	2148.54	7155.00	2277.61	7620.00	2425.52
6.35	0.250			8362.00	2900.60	8925.00	2840.92
7.62	0.300			9112.50	2900.60	11167.50	3554.74
8.89	0.350						
10.16	0.400						



<b>OBSERVACIONES:</b>					
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>		<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>		<b>ASESOR DE TESIS</b>	
					
NOMBRE:	Becerra Vásquez, Yesica Navel	NOMBRE:	Cuzco Minchán, Victor	NOMBRE:	Ing. Cubas Becerra, Alejandro

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC: .....
	NORMA:	MTC E132 / ASTM D188	
	PROYECTO:	ADICION DE MIEL DE CAÑA SOBRE EL CBR DEL AFIRMADO DE LA CANTERA EL GAVILAN, CAJAMARCA 2017	
TIPO DE MATERIAL:	Afirmado + 5% de miel de caña		
CANTERA:	El Gavilán	FECHA DE ENSAYO:	23-06-17
RESPONSABLE:	Yesica Navel Becerra Vásquez		

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR										
DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3				
Nº Golpes		5		5		5				
Nº Golpes por Capa		13		27		55				
Condición de Muestra		Antes	Despu.	Antes	Despu.	Antes	Despu.			
Peso Molde	gr	7245	7245	7235	7235	7215	7215			
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	12535	12610	12570	12620	12595	12652			
Peso Muestra húmeda	gr	5290	5365	5335	5385	5380	5437			
Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66			
Densidad húmeda ; Dh	gr/ cm <sup>3</sup>	2.28	2.31	2.30	2.32	2.32	2.34			
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	Nº	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C
Peso Recipiente	gr	26.90	26.30	22.40	27.10	27.90	22.10	27.90	27.50	22.10
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	204.80	207.70	137.90	212.00	205.90	137.00	193.30	208.70	141.20
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	195.30	198.00	131.30	203.70	198.30	132.00	186.20	200.80	135.80
Peso del Agua	gr	9.50	8.70	6.60	8.30	7.60	5.00	7.10	7.90	5.40
Peso Muestra Seca	gr	168.40	171.70	108.90	176.60	170.40	109.90	158.30	173.30	113.70
Contenido de Humedad ; W%	%	5.64	5.07	6.06	4.70	4.46	4.55	4.49	4.56	4.75
Promedio Contenido de Humedad	%	5.35		6.06	4.58		4.55	4.52		4.75
Densidad Máxima Seca; Ds	gr/ cm <sup>3</sup>	2.162			2.196			2.216		

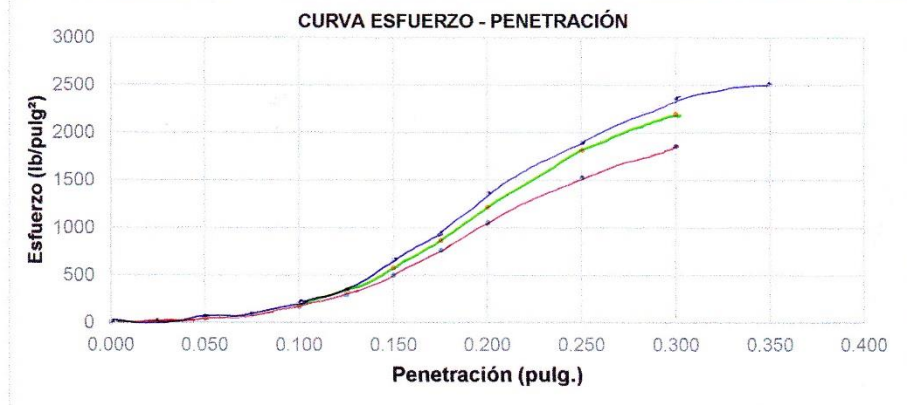
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 03		
		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento	
Horas	Días	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR DE TESIS	
					
NOMBRE:	Becerra Vásquez, Yesica Navel	NOMBRE:	Cuzco Minchán, Víctor	NOMBRE:	Ing. Cubas Becerra, Alejandro

<b>LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>			
<b>PROTOCOLO</b>			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>ENSAYO:</b>	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b>
	<b>NORMA:</b>	MTC E132 / ASTM D188	CBR-LS-UPNC: .....
	<b>PROYECTO:</b>	ADICIÓN DE MIEL DE CAÑA SOBRE EL CBR DEL AFIRMADO DE LA CANTERA EL GAVILAN, CAJAMARCA 2017	
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Afirmado + 5% de miel de caña		
<b>CANTERA:</b>	El Gavilán	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	24-06-17
<b>RESPONSABLE:</b>	Yesica Navel Becerra Vásquez		

CARGA - PENETRACION							
Datos		D pisón= 2.00 Pulg.		A pisón= 3.14 Pulg. <sup>2</sup>		F de carga= 7.5	
Penetración		Molde N°1		Molde N°2		Molde N°4	
mm.	Pulg	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	30.00	9.55	45.00	14.32	75.00	23.87
1.27	0.050	120.00	38.20	135.00	42.97	187.50	59.68
1.91	0.075	262.50	83.56	300.00	95.49	300.00	95.49
2.54	0.100	525.00	167.11	547.50	174.27	637.50	202.92
3.18	0.125	907.50	288.87	1042.50	331.84	1087.50	346.16
3.81	0.150	1575.00	501.34	1807.50	575.35	2070.00	658.90
4.45	0.175	2400.00	763.94	2707.50	861.82	2902.50	923.89
5.08	0.200	3315.00	1055.20	3810.00	1212.76	4282.50	1363.16
6.35	0.250	4792.50	1525.50	5685.00	1809.59	5940.00	1890.76
7.62	0.300	5835.00	1857.34	6885.00	2191.56	7910.00	2358.68
8.89	0.350					7876.00	2506.69



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
		
NOMBRE: Becerra Vásquez, Yesica Navel	NOMBRE: Cuzco Minchán, Víctor	NOMBRE: Ing. Cubas Becerra, Alejandro

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	MTC E132 / ASTM D188	CBR-LS-UPNC: .....
	PROYECTO:	ADICION DE MIEL DE CAÑA SOBRE EL CBR DEL AFIRMADO DE LA CANTERA EL GAVILAN, CAJAMARCA 2017	
TIPO DE MATERIAL:	Afirmado + 10% de miel de caña		
CANTERA:	El Gavilán	FECHA DE ENSAYO:	28-06-17
RESPONSABLE:	Yesica Navel Becerra Vásquez		

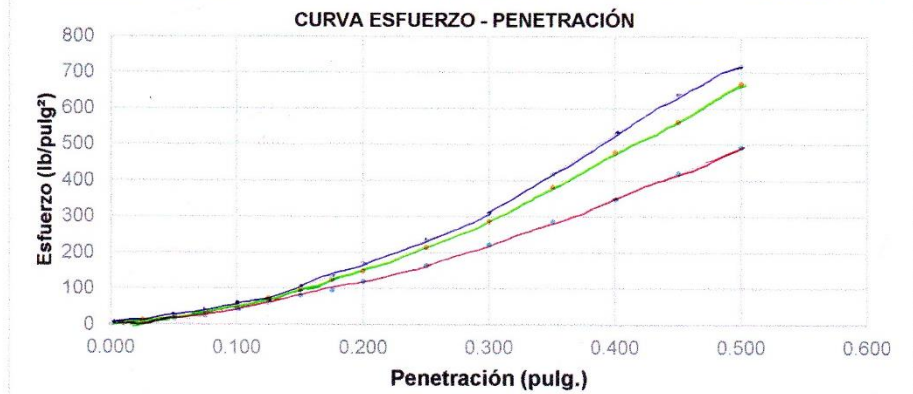
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR										
DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3				
N° Golpes		5		5		5				
N° Golpes por Capa		13		27		55				
Condición de Muestra		Antes	Despu.	Antes	Despu.	Antes	Despu.			
Peso Molde	gr	7980	7980	8005	8005	7235	7235			
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	13405	13415	13453	13460	12670	12675			
Peso Muestra húmeda	gr	5425	5435	5448	5455	5435	5440			
Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66			
Densidad húmeda ; Dh	gr/cm <sup>3</sup>	2.34	2.34	2.35	2.35	2.34	2.34			
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C
Peso Recipiente	gr	22.50	22.30	27.80	22.60	27.60	22.40	22.40	27.50	26.10
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	175.70	178.20	167.20	188.90	127.30	127.30	185.80	237.20	127.40
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	169.10	171.80	161.10	183.00	123.60	123.60	181.90	235.10	125.10
Peso del Agua	gr	6.60	6.40	6.10	5.90	3.70	3.70	3.90	4.10	2.30
Peso Muestra Seca	gr	146.60	149.50	153.30	160.40	96.00	96.00	159.50	205.60	99.00
Contenido de Humedad ; W%	%	4.50	4.28	4.58	3.83	3.98	3.85	2.45	1.99	
Promedio Contenido de Humedad	%	4.39		4.58	2.259		3.85	2.22		2.32
Densidad Máxima Seca; Ds	gr/cm <sup>3</sup>	2.237			2.259			2.280		

ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento	
Horas	Días	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%

OBSERVACIONES:											
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR DE TESIS				
											
NOMBRE:	Becerra Vásquez, Yesica Navel		NOMBRE:	Cuzco Minchán, Victor			NOMBRE:	Ing. Cubas Becerra, Alejandro			

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
<b>ENSAYO:</b>	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR		<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b>
<b>NORMA:</b>	MTC E132 / ASTM D188		CBR-LS-UPNC: .....
<b>PROYECTO:</b>	ADICION DE MIEL DE CAÑA SOBRE EL CBR DEL AFIRMADO DE LA CANTERA EL GAVILAN, CAJAMARCA 2017		
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Afirmado + 10% de miel de caña		
<b>CANTERA:</b>	El Gavilán	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	01-07-17
<b>RESPONSABLE:</b>	Yesica Navel Becerra Vásquez		

CARGA - PENETRACION							
Datos		D pisón= 2.00 Pulg.		A pisón= 3.14 Pulg. <sup>2</sup>		F de carga= 7.5	
Penetración		Molde N°1		Molde N°2		Molde N°4	
mm.	Pulg	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	30.00	9.55	37.50	11.94	15.00	4.73
1.27	0.050	75.00	23.87	52.50	16.71	45.00	14.32
1.91	0.075	112.50	35.81	90.00	28.65	75.00	23.87
2.54	0.100	135.00	42.97	157.50	50.13	172.00	54.91
3.18	0.125	195.00	62.07	225.00	71.62	187.50	59.68
3.81	0.150	255.00	81.17	300.00	95.99	330.00	105.04
4.45	0.175	300.00	95.49	390.00	124.14	420.00	133.69
5.08	0.200	375.00	119.37	465.00	148.01	532.50	169.50
6.35	0.250	817.50	169.73	675.00	214.86	735.00	233.96
7.62	0.300	697.50	222.02	900.00	286.48	975.00	310.35
8.89	0.350	900.00	286.48	1200.00	380.97	1312.50	417.78
10.16	0.400	1095.00	348.55	1500.00	477.46	1665.00	529.99
11.43	0.450	1320.00	420.17	1770.00	563.41	2002.50	637.42
12.70	0.500	1545.00	491.79	2100.00	668.45	2257.50	718.58



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR DE TESIS	
					
NOMBRE:	Becerra Vásquez, Yesica Navel	NOMBRE:	Cuzco Minchán, Víctor	NOMBRE:	Ing. Cubas Becerra, Alejandro