

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL
AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO
DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO,
HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE
MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERA CIVIL**

AUTORA

Bach. Deyssi Jasmíne, MATOS VALDIVIA

ASESOR

Ing. Jerry Marlon, DAVILA MARTEL

Huánuco – Perú

2018



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
http://www.udh.edu.pe

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

EAP INGENIERIA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 17:30 horas del día 31 del mes de Octubre del año 2018, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores Nombrados mediante la Resolución N° 1013-2018-D-FI-UDH integrado por los docentes:

Ing. Juan Alex Alvarado Romero (Presidente)
Ing. Jose Luis Villanueva Quijano (Secretario)
Ing. Josue Chogovilla Chinguel (Vocal)

Para calificar el Trabajo de Suficiencia Profesional solicitado por el (la) Bachiller en Ingeniería Civil Deyssi Jasmine Matos Valdivia, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: precediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) Aprobado por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de Bueno

Siendo las 18:30 horas del día 31 del mes de Octubre del año 2018, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Presidente


Secretario


Vocal

DEDICATORIA

A Dios por brindarme la oportunidad de vivir, conocimiento y fortaleza en cada momento de mi vida.

A mis padres, José Alberto Matos Campos y Victorina Valdivia Rosado por su apoyo, esfuerzo, sacrificio y cariño, ya supieron apoyarme y guiarme.

A mis hermanos Katia Marianela Matos Valdivia, José José Matos Valdivia y José Alberto Matos Valdivia por el cariño y el apoyo incondicional.

A mis tíos y tías, quienes se preocupaban y me apoyaban por más lejos que se encontrasen.

AGRADECIMIENTO

Ofrezco un agradecimiento de forma especial a nuestros asesores: Ing. Gustavo León Trujillo, Ing. Jerry Dávila Martel, Ing. Jhon Antoni Borja Rueda y al Ing. Johnny Jacha por todo el apoyo incondicional brindado en el ámbito personal, académico y profesional.

Un agradecimiento a la Universidad de Huánuco – Facultad de Ingeniería – E.A.P de Ingeniería Civil, al Decano y a los Docentes por formarme académicamente y poder de este modo surgir como un destacado profesional.

Un agradecimiento especial al **Ing. Leoncio Alvarado Ponce** quien me brindo los datos del Modelamiento Matemático para Mezclas Binarias, al **Ing. Cesar Bojorquez** quien es **Ingeniero Residente** del **CONSORCIO EJECUTOR HUÁNUCO (CEH)**, quien me permitió utilizar el ambiente del laboratorio para algunos ensayos, al **Ing. Jim Pajuelo Cruz** quien es **Ingeniero Residente** de **ROAD SOLUTIONS S.A.C** por apoyarme y permitirme darme tiempo pese al lugar y horario de trabajo que nos encontrábamos.

Y finalmente expreso mi agradecimiento a toda mi familia quienes me brindaron su incondicional apoyo durante toda mi carrera universitaria

RESUMEN

En el caso de los caminos es notorio, que en los últimos años, ha habido un gran incremento en el número de vehículos y del deterioro que estos producen sobre las carreteras. Todo esto ha resultado en un aumento de la importancia que presentan los procesos de mejoramiento de las vías. Cada día las bases, subbases y carpetas de rodado deben presentar mejores condiciones de soporte y duración, con menores costos en la construcción y mantención.

Por ello el objetivo de la presente tesina fue realizar la “MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA” de acuerdo a los parámetros definidos en la Norma.

Se tomó como referencia la carretera Bella – Inti ya que en esta vía permanentemente existen problemas en la carpeta de afirmado presentando bacheo, huecos, depresiones, el cual ocasiona deterioro en los vehículos, accidentes, molestias durante el viaje, riesgo de vida de los pasajeros, por ello se presenta una solución que permite proporcionar a los caminos ciertas características que mejoran la serviciabilidad y transitabilidad de estos.

Existen pocos depósitos naturales de material que tiene una gradación ideal, donde el material sin procesar se puede utilizar directamente por lo que será necesario zarandear el material para obtener la granulometría especificada. En general, los materiales serán agregados naturales que serán combinados.

SUMMARY

In the case of roads it is notorious, that in recent years, there has been a great increase in the number of vehicles and the deterioration that these produce on the roads. All this has resulted in an increase in the importance of road improvement processes. Every day the bases, subbases and road folders must present better conditions of support and duration, with lower costs in the construction and maintenance.

Therefore, the objective of this thesis was to perform the "IMPROVEMENT OF THE BEARING CAPACITY OF THE AFFIRMED OF THE ROAD BELLA-INTI, DISTRICT OF MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, THROUGH THE ANALYSIS AND DESIGN OF THE BINARY MIXING OF QUARRY MATERIAL" according to the parameters defined in the Standard.

The Bella - Inti road was taken as a reference, since in this road there are always problems in the roadway folder, showing patches, gaps, depressions, which causes deterioration in vehicles, access, inconvenience during the trip, life risk of passengers , therefore a solution is presented that allows to provide roads with certain characteristics that improve the serviceability and passability of these.

There are few natural deposits of material that has an ideal gradation, where the raw material can be used directly so it will be necessary to shake the material to obtain the specified granulometry. In general, the materials will be natural aggregates that will be combined.

INTRODUCCION

Procurar la constatación de mejora en la construcción de las carreteras que forma parte de la infraestructura vial, la cual constituye el factor de mayor importancia para el intercambio comercial, económico-social.

De esta manera es como nace la necesidad de plasmar el Mejoramiento de la Capacidad de Soporte del Afirmado de la Carretera Bella-Inti, Distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco, mediante el Análisis y Diseño de Mezcla Binaria de Material de Canteras, y agilice de una manera rápida, eficiente y segura la transición de automotores que requieren trasladarse hacia su lugar de destino, los cuales contribuyen grandemente con el intercambio comercial y crecimiento económico de la región.

La propuesta fue concebida haciendo hincapié en la mejor combinación para afirmado, considerando la problemática actual en la carretera, realizando análisis de mecánica de suelos, en el cual se determinó la baja resistencia del material actual utilizado en dicha vía, en la que se pueden observar los baches generados.

Se realizó la estimación de las cantidades de material a mezclar utilizando el modelamiento matemático de Mezclas Binarias para Material de Base y Sub Base para Pavimentos el cual se comprobó si es apto para diseño de material de afirmado.

Se consideraron los Manuales de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG 2013 (MTC) y Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2013 (MTC).

INDICE

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
RESUMEN.....	III
SUMMARY.....	IV
INTRODUCCIÓN.....	V
ÍNDICE.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XI
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Formulación del problema.....	1
1.2.1 Problema General.....	1
1.2.2 Problema Específico.....	1
1.3 Objetivo General.....	2
1.4 Objetivos Específicos.....	2
1.5 Justificación de la Investigación.....	3
1.6 Limitaciones.....	3
1.7 Viabilidad de la Investigación.....	3
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	4
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	4
2.1.2 Antecedentes Nacionales.....	4
2.1.3 Antecedentes Locales.....	4
2.2 Bases Teóricas.....	4
2.2.1 Proporción de Arena y grava en los áridos.....	5
2.2.2 Módulo Granulométrico.....	6
2.2.3 Coeficiente de Rigidez.....	7
2.2.4 CBR (California Bearing Ratio).....	8
2.2.5 Tránsito.....	9
2.2.6 Afirmado.....	9
2.2.7 Suelo.....	11

2.3 Definiciones Conceptuales.....	24
2.3.1 Cantera.....	24
2.3.2 Carretera.....	24
2.3.3 Carretera Afirmada.....	25
2.3.4 Mezcla Binaria.....	25
2.3.5 Flexibilidad.....	25
2.4 Hipótesis.....	25
2.4.1 Hipótesis General.....	25
2.5 Variables.....	25
2.5.1 Variable Dependiente.....	25
2.5.2 Variable Independiente.....	25
2.6 Operacionalización de Variables.....	26
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
3.1 Tipo de Investigación.....	27
3.1.1 Enfoque.....	27
3.1.2 Alcance o Nivel.....	27
3.1.3 Diseño.....	27
3.2 Población y Muestra.....	27
3.3 Técnicas e Instrumentos de Investigación.....	28
3.3.1 Para la recolección de datos.....	28
3.3.2 Para la presentación de datos.....	31
3.3.3 Para el análisis e interpretación de datos.....	42
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	43
4.1 Procesamiento de datos.....	43
4.2 Contrastación de Hipótesis y prueba de Hipótesis.....	68
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	69
CONCLUSIONES.....	75
RECOMENDACIONES.....	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
ANEXOS	
ANEXO A: CONTEO VEHICULAR.....	79
ANEXO B: CÁLCULO DE ESAL'S DE CADA VEHÍCULO.....	81
ANEXO C: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS DE LA	

CARRETERA.....	89
ANEXO D: ESTUDIO DE CANTERAS.....	115
ANEXO E: DISEÑO DE MEZCLAS BINARIAS.....	154
ANEXO F: ANÁLISIS DE MEZCLAS BINARIAS.....	176
ANEXO G: DIAGRAMA DE CANTERAS.....	186
ANEXO H: PLANO UBICACIÓN CANTERAS.....	187
ANEXO I : PLANO UBICACIÓN CALICATAS.....	188
ANEXO J : FOTOGRAFÍAS DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS DE LA CARRETERA.....	189
ANEXO K : FOTOGRAFÍAS DE ENSAYO DE LABORATORIO DE LAS CANTERAS.....	203
ANEXO L : FOTOGRAFÍAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE LA MEZCLA BINARIA.....	214
ANEXO M: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	215

.....

INDICE FIGURAS

FIGURA N° 2.1	Esquema de flexibilidad.....	4
FIGURA N° 2.2	Curva granulométrica de áridos.....	5
FIGURA N° 2.3	Ejemplo de módulo granulométrico de los áridos que siguen la parábola de Fuller y la curva granulométrica..	7
FIGURA N° 2.4	Gráfico de la curva CBR.....	9
FIGURA N° 2.5	Límite de Atterberg.....	14
FIGURA N° 2.6	Carta de plasticidad.....	20
FIGURA N° 2.7	Principio de compactación.....	24
FIGURA N° 3.1	Hoja de registro de perfil estratigráfica.....	29
FIGURA N° 3.2	Hoja de registro de conteo de tránsito.....	29
FIGURA N° 3.3	Cinta métrica.....	30
FIGURA N° 3.4	Pizarra blanca.....	30
FIGURA N° 3.5	Tamices Tyler.....	30
FIGURA N° 3.6	Cuadro para determinar el análisis granulométrico por tamizado.....	31
FIGURA N° 3.7	Cuadro para determinar el Límite de Atterberg.....	32
FIGURA N° 3.8	Cuadro para determinar el contenido de humedad.....	33
FIGURA N° 3.9	Cuadro para determinar el peso unitario de los agregados.....	34
FIGURA N° 3.10	Cuadro para determinar el equivalente de arena.....	35
FIGURA N° 3.11	Cuadro para determinar la abrasión.....	36
FIGURA N° 3.12	Cuadro para determinar la gravedad específica y absorción de los agregados.....	37
FIGURA N° 3.13	Cuadro para determinar el Proctor Modificado.....	38
FIGURA N° 3.14	Cuadro de datos para determinar la resistencia al corte (CBR).....	39
FIGURA N° 3.15	Cuadro de gráficos de la resistencia al corte (CBR)...	40
FIGURA N° 4.1	Ubicación de la Estación de Conteo Tráfico.....	45
FIGURA N° 4.2	Ubicación Nacional y Regional.....	56
FIGURA N° 4.3	Ubicación Provincial y Distrital.....	57
FIGURA N° 4.4	Vista panorámica de la cantera 97+300.....	58
FIGURA N° 4.5	Vista panorámica de la cantera 119+800.....	59

FIGURA N° 4.6	Vista panorámica de la cantera 121+300.....	60
----------------------	--	-----------

INDICE TABLAS

TABLA N° 2.1	Franjas granulométricas para afirmado.....	10
TABLA N° 2.2	Sistema de clasificación suelos AASHTO.....	17
TABLA N° 2.3	Sistema unificado de clasificación de suelos.....	23
TABLA N° 3.1	Tabla de granulometría de material de cantera.....	41
TABLA N° 3.2	Tabla para determinar el módulo granulométrico.....	41
TABLA N° 3.3	Tabla para determinar los porcentajes de mezcla de dos suelos.....	42
TABLA N° 4.1	Factor de corrección estacional.....	47
TABLA N° 4.2	Cantidad de vehículos.....	48
TABLA N° 4.3	IMD por tipo de vehículo.....	49
TABLA N° 4.4	Conteo y clasificación vehicular IMD.....	50
TABLA N° 4.5	Conteo y clasificación vehicular IMDA.....	51
TABLA N° 4.6	ESAL´S de cada vehículo.....	51
TABLA N° 4.7	Tasa de crecimiento Poblacional Anual.....	52
TABLA N° 4.8	Factor de Distribución por sentido (FD) Y Factor de distribución por sentido (FS).....	53
TABLA N° 4.9	ESAL´S de diseño.....	54
TABLA N° 5.1	Límites granulométricos especificados para material de afirmado.....	70
TABLA N° 5.2	Granulometría de las canteras.....	70

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 4.1	Volumen de tráfico promedio.....	48
GRÁFICO N° 4.2	Composición de tráfico por cantidad de vehículo.....	48
GRÁFICO N° 4.3	IMD por tipo de vehículo.....	49
GRÁFICO N° 4.4	Variación horaria de IMD.....	49
GRÁFICO N° 4.5	Variación diaria de vehículos ligeros y pesados.....	50
GRÁFICO N° 5.1	CBR actual material de afirmado y el mínimo permitido.....	69
GRÁFICO N° 5.2	Comparación de CBR de material de cantera.....	71
GRÁFICO N° 5.3	Comparación de ensayos de Abrasión de material de cantera.....	72
GRÁFICO N° 5.3	Comparación de proporciones de materiales de cantera.....	73
GRÁFICO N° 5.4	CBR de los materiales de cantera combinadas.....	74

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El país al estar en vías de desarrollo y sabiendo que el sistema vial es la base para el desarrollo económico, social y cultural, entre los habitantes, se debe poseer una adecuada red vial.

Además que el mal estado de estos caminos genera deterioro en los vehículos que los transitan.

Ya que debido a que cada año el invierno causa deterioros tanto en la superficie como en la base. Por ello es necesario contar con un método que sea más económica y a la vez duradera para reducir costos y así poder ampliar la cantidad de caminos no pavimentados en el país.

Es por lo antes expuesto que se requiere llevar a cabo un diseño de mezcla de agregados que garantice la durabilidad en buen estado de los caminos no pavimentados, que cumpla con las condiciones de serviciabilidad y confiabilidad para las personas que por ellos transiten.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

- ¿En qué medida el Análisis y Diseño de la Mezcla Binaria de material de cantera mejorará la Capacidad de Soporte del afirmado de la carretera Bella – Inti, Distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿El Análisis de la capacidad de Soporte actual me ayudará a mejorar el afirmado de la carretera Bella – Inti, distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco?

- ¿El Análisis del material de cantera me ayudará a mejorar la capacidad de soporte del afirmado de la carretera Bella – Inti, distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco?
- ¿El Diseño de la Mezcla Binaria de material de cantera ayudará a mejorar la capacidad de soporte del afirmado de la carretera Bella – Inti, distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco?
- ¿El Análisis de la Mezcla Binaria de material de cantera ayudará a mejorar el afirmado de la carretera Bella – Inti, distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco?

1.3 OBJETIVO GENERAL

- Determinar la capacidad de Soporte del afirmado de la carretera Bella – Inti, distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco; mejorada mediante el Análisis y Diseño de Mezcla Binaria de material de cantera.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la capacidad de Soporte actual para el mejoramiento del afirmado de la carretera Bella – Inti, distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco.
- Analizar el material de cantera para el mejoramiento de la capacidad de soporte del afirmado de la carretera Bella – Inti, distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco.
- Diseñar la mezcla Binaria para el mejoramiento de la capacidad de soporte del afirmado de la carretera Bella – Inti, distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco.
- Analizar la Mezcla Binaria para el mejoramiento de la capacidad de soporte del afirmado de la carretera Bella – Inti, distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco.

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La carretera Bella – Inti, constituye un factor muy importante para el intercambio comercial, económico y social de la zona, al ser este una carretera no pavimentada es motivo de problemas de deterioro por razones de baches, erosión y pérdida de material, debido a su baja resistencia, sobre todo en épocas de lluvias ya que esta vía se vuelve intransitable por falta de una adecuada superficie de rodamiento.

Este trabajo busca ofrecer una alternativa de mejoramiento de la capacidad de soporte del material de cantera para afirmado, mediante la combinación de estos, conociendo sus características, para conseguir una alta resistencia y así brindar buenas condiciones de transitabilidad a toda la población.

1.6 LIMITACIONES

Las limitaciones fueron: condiciones climáticas y estación que se llevó a cabo ya que fue en temporada de invierno, también que no se encontró el expediente con el cual se realizó el afirmado de la carretera Bella - Inti.

1.7 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Es viable la investigación porque beneficia a toda la población, ya que la correcta combinación de agregados nos permitirá tener un material para afirmado más resistente y duradero.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

No se encontró antecedentes internacionales sobre carreteras afirmadas.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

✓ TESIS

“DISEÑO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO ENTRE LAS LOCALIDADES DE MACABI BAJO - LA PAMPA – LA GARITA Y EL PANCAL, DISTRITO DE RAZURI - ASCOPE - LA LIBERTAD”

AUTOR: José Luis Mejía Palacios; Luis Alberto Moreno Echeverría.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

✓ TESIS

“ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLAS BINARIAS DE SUELOS PARA BASE Y SUB-BASE EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN HUÁNUCO - 2008”

AUTOR: Ing. Leoncio Alvarado Ponce.

2.2 BASES TEÓRICAS

La interacción suelo-carga admite la concepción de flexibilidad elástica de la base de fundación, llegando al siguiente esquema de fijación de la base del péndulo mostrado en la figura.

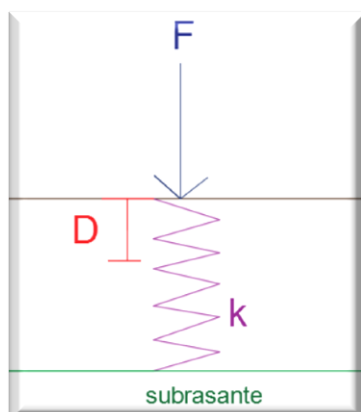


FIGURA N° 2.1 ESQUEMA DE FLEXIBILIDAD

Se puede observar que las conexiones elástico-flexibles, cumplen con las condiciones de un sistema geoméricamente invariable y surge la fuerza de reacción:

$$R=K.D$$

Donde:

K = coeficientes de rigidez

D = desplazamientos

2.2.1 PROPORCION DE ARENA Y GRAVA EN LOS ARIDOS

Si se dispone de arena y grava, cuyos módulos granulométricos son m_a y m_g , siendo m el módulo granulométrico teórico elegido, se deducen los porcentajes en peso x e y en que deben mezclarse la arena y la grava, resolviendo el sistema. (Cátedra de Ingeniería Rural Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Ciudad Real)

$$m_a \cdot \frac{x}{100} + m_g \cdot \frac{y}{100} = m$$

$$x + y = 100$$

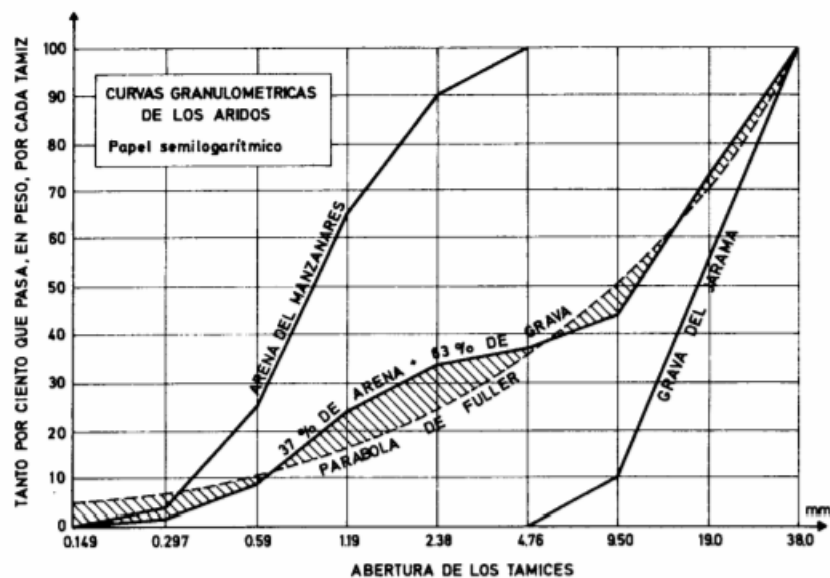


FIGURA N° 2.2 CURVA GRANULOMÉTRICAS DE LOS ÁRIDOS

2.2.2 MÓDULO GRANULOMÉTRICO

Se llama módulo granulométrico a la suma de los porcentajes retenidos en cada tamiz de la serie Tyler, dividida por 100. Este módulo, también conocido como módulo de finura de Abrams, cuantifica el área limitada por la curva granulométrica (en papel logarítmico), el eje de coordenadas y la horizontal trazada a la altura 100 por 100.

$$m = \frac{\sum \% \text{ Retenidos acumulados}}{100}$$

NOTA: No se suma el fondo.

Según Abrams, Hummel y otros autores, no es necesario ceñirse exactamente a una curva granulométrica teórica (lo que a veces resulta costoso en la práctica), sino que basta con que el módulo granulométrico del árido sea el mismo que el de la curva teórica adoptada, a igualdad de consistencia. (Cátedra de Ingeniería Rural Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Ciudad Real)

Este módulo nos da idea del tamaño medio del árido pero nunca es un índice de la granulometría del mismo pues pueden existir infinidad de áridos con el mismo módulo y que tengan granulometrías totalmente diferentes. Se ha demostrado que las mezclas de áridos que posean el mismo módulo, precisan la misma cantidad de agua para producir hormigones de la misma docilidad y resistencia, siempre que emplee idéntica cantidad de cemento. (DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DE UN ÁRIDO. AJUSTE POR MÓDULOS GRANULOMÉTRICOS; Universidad de Alicante - Prácticas de Materiales de Construcción I.T.O.P - César García Andreu, José Miguel Saval Pérez, Francisco Baeza Brotons, Antonio José Tenza Abril)

Una vez elegido el módulo granulométrico teórico, es sencillo determinar las proporciones en que deben mezclarse los áridos, a partir de sus módulos granulométricos propios.

MÓDULO GRANULOMÉTRICO DE ÁRIDOS QUE SIGUEN LA PARÁBOLA DE FULLER

Tamaño máximo del árido en mm	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
Módulo granulométrico	5,21	5,45	5,64	5,82	6,00	6,16	6,29	6,40	6,51	6,60

Abertura mm	% retenido en peso	
	Parcial	Acumulado
76,000	0,0	0,0
38,000	0,0	0,0
19,000	28,4	28,4
9,500	28,4	56,8
4,760	6,3	63,1
2,380	3,7	66,8
1,190	9,3	76,1
0,590	14,8	90,9
0,297	7,6	98,5
0,149	1,5	100,0
Suma		580,6

Módulo granulométrico
 $m = 5,81$

FIGURA N° 2.3 EJEMPLO: MÓDULO GRANULOMÉTRICO DE LOS ÁRIDOS QUE SIGUEN LA PARÁBOLA DE FULLER Y SU CURVA GRANULOMÉTRICA

2.2.3 COEFICIENTE DE RIGIDEZ

Es el coeficiente de la tensión tangencial por el deslizamiento correspondiente. (léxico de la construcción, Joaquín Antuña)

Los materiales que constituyen la estructura de la carretera se ven sometidos a cargas de diversas magnitudes que le son transmitidas por el tráfico. El término "módulo de rigidez" (o módulo resiliente) aparece con el fin de tener en cuenta la naturaleza cíclica de las cargas que actúan en los materiales que conforman una estructura. Las deformaciones resilientes o elásticas son de recuperación instantánea y se denomina plásticas a aquéllas que permanecen después de cesar la carga. Así pues, el módulo de rigidez es aquel que relaciona las sollicitaciones de cargas aplicadas con las deformaciones recuperables. Los valores altos de módulo de rigidez indican que se trata de una mezcla que es capaz de soportar unos valores de carga mayores para una determinada deformación recuperable. Asimismo, una mezcla tiene un mayor módulo de rigidez que otra cuando a igualdad del valor de carga soportado, sufre unas deformaciones recuperables menores. (DISEÑO Y CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE MEZCLAS RECICLADAS DE ALTO MÓDULO, MÍRIAM BUIL BOU)

2.2.4 CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO):

El CBR es un ensayo para evaluar la calidad de un material de suelo con base en su resistencia, medida a través de un ensayo de placa a escala.

CBR significa en español Relación de Soporte California, por las siglas en inglés de «California Bearing Ratio», aunque en países como México se conoce también este ensayo por las siglas VRS, de Valor Relativo del Soporte.

Hoy por hoy, el CBR es uno de los ensayos más extendidos y aceptados en el mundo debido al relativo bajo costo de ejecución (si se compara con ensayos triaxiales), y a que está asociado a un número de correlaciones y métodos semi-empíricos de diseño de pavimentos.

El C.B.R. se define como la relación, expresada como porcentaje, entre la presión necesaria para penetrar los primeros 0,25 cm (0,1 pulg.) y la presión necesaria para obtener la misma penetración en un material arbitrario, adoptado como patrón, que es una piedra triturada, en la cual se tienen las presiones en el vástago para distintas penetraciones. Los factores que más afectan los valores obtenidos en la prueba de C.B.R son la textura del suelo, su contenido de agua y el peso específico seco (García Loncomilla, 2005) Valor relativo de soporte. Desarrollado por la División de Carreteras de California, es utilizado comúnmente para determinar la idoneidad de un suelo que será utilizado como subrasante o sub-base en una estructura de pavimentos. (Torres Ortega R., Sub-Rasante en los pavimentos, 2015). La prueba de CBR también puede ser utilizada para obtener la curva de la carga/asentamiento del suelo en el campo que es similar a la del objetivo de la prueba de placa de carga. Por lo tanto por medio de correlaciones el valor de k se puede obtener también a partir de la prueba de CBR. (Putri, Kameswara Rao, & Mannan, 2012). (DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE REACCIÓN (k) PARA EL CONJUNTO DE CAPA TRITURADA Y SUB-RASANTE, CARLOS ANDRES ACEVEDO TRUJILLO, LUIS FERNANDO HENAO TORRES, UNIVERSIDAD DE CARTAGENA- FACULTAD DE INGENIERÍA)

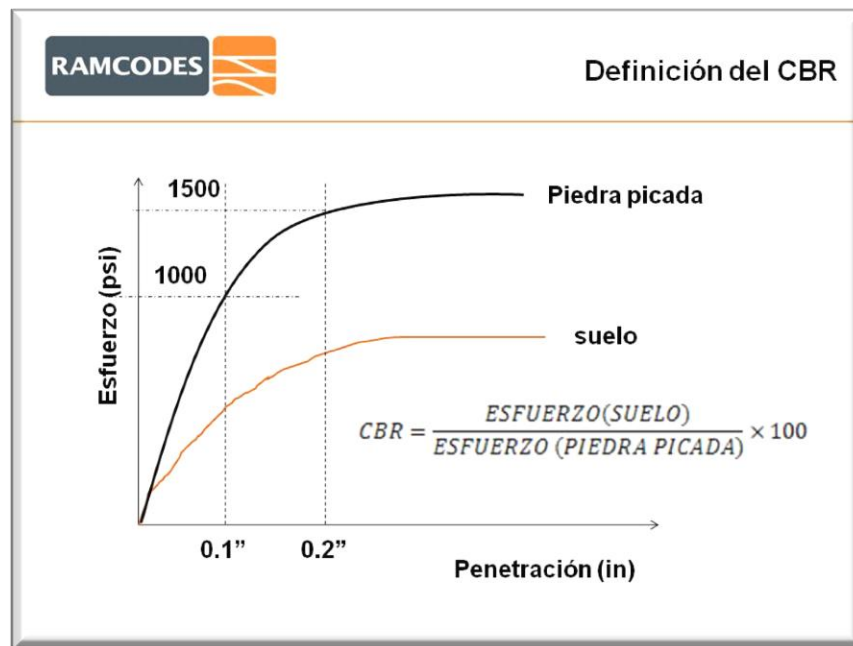


FIGURA N° 2.4 GRÁFICO DE LA CURVA CBR

2.2.5 TRÁNSITO:

Interesan para el dimensionamiento de los pavimentos las cargas más pesadas por eje (simple, tándem), esperadas en el carril de diseño el más solicitado, que determinara la estructura del pavimento de la carretera) durante el periodo de diseño adoptado. La repetición de las cargas de tránsito y la consecuente acumulación de deformaciones sobre el pavimento (fatiga) son fundamentales para el cálculo. Además, se deben tener en cuenta las máximas presiones de contacto, las sollicitaciones tangenciales en tramos especiales (curvas, zona de frenado y aceleración, etc.), las velocidades de operación de los vehículos (en especial las lentas en zonas de estacionamiento de vehículos pesados), la canalización del tránsito. (Camposano olivera J. & Garcia Cardenas K. (2012). diagnóstico del estado situacional de la via: av. argentina – av. 24 de junio por el método: índice de condición de pavimentos-2012. Universidad Peruana Los Andes, Huancayo).

2.2.6 AFIRMADO:

Capa compactada de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura

en carreteras, debidamente aprobadas, con o sin adición de estabilizantes de suelos, que se colocan sobre una superficie preparada. Los materiales aprobados son provenientes de canteras u otras fuentes, de forma natural o procesada. (Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción – EG – 2013 – MTC)

2.2.6.1 Materiales

Para la construcción de afirmados, con o sin estabilizadores, se utilizarán materiales granulares naturales procedentes de excedentes de excavaciones, canteras, o escorias metálicas, establecidas en el Expediente Técnico y aprobadas por el Supervisor; así mismo podrán provenir de la trituración de rocas, gravas o estar constituidos por una mezcla de productos de diversas procedencias.

Las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales. Sus condiciones de limpieza dependerán del uso que se vaya a dar al material.

Para el traslado del material de afirmado al lugar de obra, deberá humedecerse y cubrirse con lona para evitar emisiones de material particulado, que pudiera afectar a los trabajadores y poblaciones aledañas.

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

Tamiz	Porcentaje que pasa					
	A-1	A-2	C	D	E	F
50 mm (2")	100	—				
37,5 mm (1½")	100	—				
25 mm (1")	90-100	100	100	100	100	100
19 mm (¾")	65-100	80-100				
9,5 mm (¾")	45-80	65-100	50-85	60-100		
4,75 mm (N.º 4)	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
2,0 mm (N.º 10)	22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
425 µm (N.º 40)	15-35	20-45	15-30	25-45	20-50	30-70
75 µm (N.º 200)	5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

Fuente: AASHTO M-147

TABLA N° 2.1
FRANJAS
GRANULOMETRICAS
PARA AFIRMADO

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)

2.2.7 SUELO:

- El Suelo y su Origen:

A través de un proceso de desintegración mecánica y descomposición química, las rocas de la corteza terrestre forman los materiales sueltos que se encuentran en ella.

El término "suelo" ha sido definido de diferentes maneras, algunos ingenieros civiles lo definen:

(A. Rico y H. del Castillo) definen al suelo como el conjunto de partículas minerales, producto de la desintegración mecánica o de la descomposición químicas de rocas preexistentes.

Otro autor, Alfred R. Jumikis, doctor en ingeniería, lo define como sedimentos no consolidados y depósitos de partículas sólidas derivadas de la desintegración de las rocas.

Se define como una capa sobre la corteza terrestre de material que proviene de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas y de los residuos de las actividades de los seres vivos que sobre ella se asientan. (CRESPO VILLALAZ, 2004).

- Principales Tipos de Suelos:

A continuación se describen los suelos más comunes con los nombres generalmente utilizados por el ingeniero civil para su identificación.

- **GRAVAS:** Las gravas son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas y que tienen más de dos milímetros de diámetro. Dado el origen, cuando son acarreadas por las aguas las gravas sufren desgaste en sus aristas y son, por lo tanto, redondeadas. Como material suelto suele encontrarse en los lechos, en los márgenes y en los conos de deyección de los ríos, también en muchas depresiones de terrenos rellenadas por el acarreo de los ríos y en muchos otros lugares a los cuales las gravas han sido retransportadas. Las gravas ocupan grandes extensiones, pero casi siempre se encuentran con mayor o menor proporción de cantos rodados, arenas, limos y arcillas. Sus partículas varían desde 7.62 cm (3") hasta 2.0 mm.

La forma de las partículas de las gravas y su relativa frescura mineralógica dependen de la historia de su formación, encontrándose variaciones desde elementos rodados a los poliédricos. (CRESPO VILLALAZ, 2004).

- **ARENAS:** La arena es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, y cuyas partículas varían entre 2 mm y 0.05 mm de diámetro.

El origen y la existencia de las arenas es análoga a la de las gravas: las dos suelen encontrarse juntas en el mismo depósito. La arena de río contiene muy a menudo proporciones relativamente grandes de grava y arcilla. Las arenas estando limpias no se contraen al secarse, no son plásticas, son mucho menos compresibles que la arcilla y si se aplica una carga en su superficie, se comprimen casi de manera instantánea. (CRESPO VILLALAZ, 2004).

- **LIMOS:** Los limos son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, pudiendo ser limo inorgánico como el producido en canteras, o limo orgánico como el que suele encontrarse en los ríos, siendo en este último caso de características plásticas. El diámetro de

las partículas de los limos está comprendido entre 0.05 mm y 0.005 mm. Los limos sueltos y saturados son completamente inadecuados para soportar cargas por medio de zapatas. Su color varía desde gris claro a muy oscuro. La permeabilidad de los limos orgánicos es muy baja y su compresibilidad muy alta. Los limos, de no encontrarse en estado denso, a menudo son considerados como suelos pobres para cimentar. (CRESPO VILLALAZ, 2004).

- **ARCILLAS:** Se da el nombre de arcilla a las partículas sólidas con diámetro menor de 0.005 mm y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua. Químicamente es un silicato de alúmina hidratado, aunque en pocas ocasiones contiene también silicatos de hierro o de magnesio hidratados. La estructura de estos minerales es, generalmente, cristalina y complicada y sus átomos están dispuestos en forma laminar.

De hecho se puede decir que hay dos tipos clásicos de tales láminas: uno de ellos del tipo silíceo y el otro del tipo alumínico. (CRESPO VILLALAZ, 2004).

- Plasticidad de los Suelos:

Los límites de Atterberg o límites de consistencia se basan en el concepto de que los suelos finos, presentes en la naturaleza, pueden encontrarse en diferentes estados, dependiendo del contenido de agua. Así un suelo se puede encontrar en un estado sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido. La arcilla, por ejemplo al agregarle agua, pasa gradualmente del estado sólido al estado plástico y finalmente al estado líquido.

El contenido de agua con que se produce el cambio de estado varía de un suelo a otro y en mecánica de suelos interesa fundamentalmente conocer el rango de humedades, para el cual el suelo presenta un comportamiento plástico, es decir, acepta deformaciones sin romperse (plasticidad), es decir, la propiedad que presenta los suelos hasta cierto límite sin romperse.

El método usado para medir estos límites de humedad fue ideado por Atterberg a principios de siglo a través de dos ensayos que definen los límites del estado plástico.

Los límites de Atterberg son propiedades índices de los suelos, con que se definen la plasticidad y se utilizan en la identificación y clasificación de un suelo.

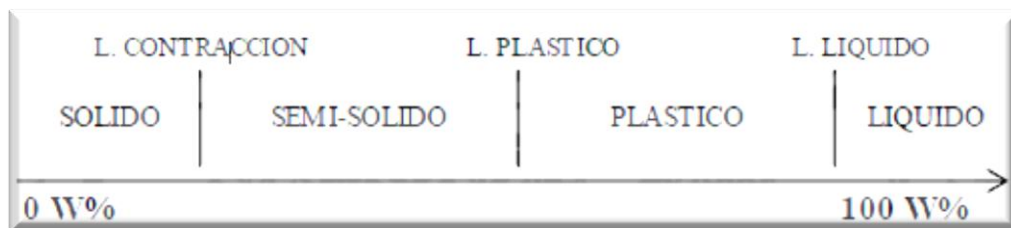


FIGURA N° 2.5 LÍMITES DE ATTERBERG

- **LÍMITE LÍQUIDO:** El límite líquido se define como el contenido de humedad expresada en por ciento con respecto al peso de la muestra, con el cual el suelo cambia del estado líquido al plástico. De acuerdo con esta definición, los suelos plásticos tienen en el límite líquido una resistencia muy pequeña al esfuerzo de corte, pero definida, y según Atterberg es de 25g/cm². La cohesión de un suelo en el límite líquido es prácticamente nula. (CRESPO VILLALAZ, 2004).
- **LÍMITE PLÁSTICO:** El Límite Plástico (L.P) se define como el contenido de humedad, expresado en por ciento con respecto al peso seco de la muestra secada al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico. (CRESPO VILLALAZ, 2004).
- **ÍNDICE DE PLASTICIDAD:** Se denomina Índice de Plasticidad o Índice plástico (I.P) a la diferencia numérica entre los límites líquido y plástico tal como lo definen los ensayos. Tanto el límite líquido como el límite plástico dependen de la cantidad y tipo de arcilla del suelo; sin embargo, el índice plástico depende generalmente de la cantidad de arcilla del suelo.

Comparando el índice de Plasticidad con el que marcan las especificaciones respectivas se puede decir si un determinado suelo presenta las características adecuadas para cierto uso. (CRESPO VILLALAZ, 2004).

- **LIMITE DE CONTRACCION:** El límite de contracción (L.C) de un suelo se define como el porcentaje de humedad con respecto al peso seco de la muestra, con el cual una reducción de agua no ocasiona ya disminución en el volumen del suelo. La diferencia entre el límite plástico y el límite de contracción se llama índice de contracción (I.C) y señala el rango de humedad para el cual el suelo tiene una consistencia semisólida. (CRESPO VILLALAZ, 2004).

- Clasificación de los Suelos:

Un Sistema de Clasificación de los Suelos es una agrupación de éstos con características semejantes. El propósito es estimar en forma fácil las propiedades de un suelo por comparación con otros del mismo tipo, cuyas características se conocen. Son tantas las propiedades y combinaciones en los suelos y múltiples los intereses ingenieriles, que las clasificaciones están orientadas al campo de ingeniería para el cual se desarrollaron, por consiguiente, sólo se explicarán las clasificaciones empleadas en obras viales.

- **SISTEMA AASHTO M-145:**

El Departamento de Caminos Públicos de USA (Bureau of Public Roads) introdujo en 1929 uno de los primeros sistemas de clasificación, para evaluar los suelos sobre los cuales se construían las carreteras. En 1945 fue modificado y a partir de entonces se le conoce como Sistema AASHTO y recientemente AASHTO.

Este sistema describe un procedimiento para clasificar suelos en siete grupos, basado en las determinaciones de laboratorio de granulometría, límite líquido e índice de plasticidad. La evaluación en

cada grupo se hace mediante un "índice de grupo", el cual se calcula por la fórmula empírica:

$$IG = (F - 35)(0.2 + 0.005(L.L - 40)) + 0.01(F - 15)(IP - 10)$$

Donde:

F = Porcentaje que pasa por el tamiz ASTM N°200 (0.08 mm), expresado en números enteros.

L.L = Límite Líquido.

IP = Índice de Plasticidad.

Se informa en números enteros y si es negativo se informa igual a 0.

El grupo de clasificación, incluyendo el índice de grupo, se usa para determinar la calidad relativa de suelos de terraplenes, material de subrasante, subbases y bases. Disponiendo de los resultados de los ensayos requeridos, proceda en la Tabla 2.2 de izquierda a derecha y el grupo correcto se encontrará por eliminación. El primer grupo desde la izquierda que satisface los datos de ensayo es la clasificación correcta. Todos los valores límites son enteros, si alguno de los datos es decimal, se debe aproximar al entero más cercano.

El valor del índice de grupo debe ir siempre en paréntesis después del símbolo del grupo, como: A-2-6 (3); A-7-5 (17), etc.

Este método define:

- Grava: Material que pasa por la malla de 75 mm (3ll) y es retenido en la malla de 2mm (N°10).
- Arena gruesa: Material comprendido entre la malla de 2 mm (N°10) y la malla de 0.50 mm (N°40).
- Arena fina: Material comprendido entre la malla de 0,50mm (N°40) y la malla de 0,08 mm (N°200).

- Limo arcilla: Material que pasa por la malla de 0,08 mm (N°200).

El término material granular se aplica a aquellos con 35% o menos que pasa la malla de 0,08 mm (N°200); limoso a los materiales finos que tienen un índice de plasticidad de 10 o menor; y arcilloso se aplica a los materiales finos que tienen índice de plasticidad 11 o mayor. Materiales limo arcilla contienen más del 35% pasante la malla de 0,08 mm (N°200).

Cuando se calcula índices de grupo de los subgrupos A-2-6 y A-2-7, use solamente el término del índice de plasticidad de la fórmula.

Cuando el suelo es NP o cuando el límite líquido no puede ser determinado, el índice de grupo se debe considerar (0).

Si un suelo es altamente orgánico (turba) puede ser clasificado como A-8 sólo con una inspección visual, sin considerar el porcentaje pasante la malla de 0,08 mm (N°200), límite líquido e índice de plasticidad. Generalmente es de color oscuro, fibroso y olor putrefacto. (UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE, 2013)

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)							Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)			
Grupo:	A-1		A-3					A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
Porcentaje que pasa: N° 10 (2mm) N° 40 (0,425mm) N° 200 (0,075mm)	50 máx 30 máx 15 máx	- 50 máx 25 máx	- 51 mín 10 máx	- - 35 máx				- - 36 mín			
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40											
Límite líquido	-		-	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín (2)
Índice de plasticidad	6 máx		NP (1)	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Constituyentes principales	Fracmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrado	Excelente a bueno							Pobre a malo			

(1): No plástico

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

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

Fuente: (GONZALES BOADA, 2005)

TABLA N° 2.2 SISTEMA DE CLASIFICACIÓN SUELOS AASHTO

- **SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS USCS:**

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) deriva de un sistema desarrollado por A. Casagrande para identificar y agrupar suelos en forma rápida en obras militares durante la guerra.

Este sistema divide los suelos primero en dos grandes grupos, de granos gruesos y de granos finos. Los primeros tienen más del 50 por ciento en peso de granos mayores que 0,08 mm (N°200); se representan por el símbolo G si más de la mitad, en peso, de las partículas gruesas son retenidas en tamiz de 5 mm (N°4), y por el símbolo S si más de la mitad pasa por tamiz de 5 mm (N°4).

A la G o a la S se les agrega una segunda letra que describe la graduación: W, buena graduación con poco o ningún fino; P, graduación pobre, uniforme o discontinua con poco o ningún fino; M, que contiene limo o limo y arena; C, que contiene arcilla o arena y arcilla.

Los suelos finos, con más del 50 por ciento bajo tamiz de 0,08 mm (N°200), se dividen en tres grupos, las arcillas (C), los limos (M) y limos o arcillas orgánicos (O).

Estos símbolos están seguidos por una segunda letra que depende de la magnitud del límite líquido e indica la compresibilidad relativa: L, si el límite líquido es menor a 50 y H, si es mayor. Para mayor comprensión describiremos el procedimiento de clasificación:

Procedimiento de Clasificación de Suelos de granos gruesos (más de 50% retenido en 0,08 mm (N°200)).

- Una vez efectuados los ensayos de clasificación, determine la distribución acumulativa de los tamaños de las partículas y clasifique la muestra como grava (G), si el 50%, o más de la fracción gruesa (> 0,08 mm) es retenida en tamiz 5 mm (N°4), y clasifíquela como arena (S), si más del 50% de la fracción gruesa (> 0,08 mm) pasa por tamiz 5 mm (N°4).

- Si menos del 5% en peso de la muestra pasa por tamiz 0,08 mm (N°200), calcule:

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad Y \quad Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}}$$

- Clasifique la muestra como grava bien graduada (GW), o arena bien graduada (SW), si C_u es mayor que 4 para las gravas y mayor que 6 para las arenas, y C_L está comprendido entre 1 y 3.
- Clasifique la muestra como grava pobremente graduada (GP), o arena pobremente graduada (SP), si no se satisfacen simultáneamente los criterios de C_u y C_L para bien graduada.
- Si más que el 12%, en peso, de la muestra de ensaye pasa por 0,08 mm (N°200), analice los valores del límite líquido (L.L) e índice de plasticidad (IP) mediante la línea "A" de la carta de plasticidad).
- Clasifique la muestra como grava limosa (GM), o arena limosa (SM), si los resultados de los límites de consistencia muestran que los finos son limosos, es decir, si al dibujar L.L versus IP, este punto cae bajo la línea "A" o el IP es menor que 4.
- Clasifique la muestra como grava arcillosa (GC), o arena arcillosa (SC), si los finos son arcillosos, es decir, si al dibujar el w, versus IP, cae sobre la línea "A" y el IP es mayor que 7.
- Si el punto del límite líquido versus índice de plasticidad cae prácticamente en la línea "A" o está sobre esta línea, pero el índice de plasticidad está comprendido entre 4 y 7, dé clasificación doble tal como GM-GC o SM-SC.
- Si pasa por tamiz 0,08 mm (N°200) del 5 al 12% de la muestra, el suelo llevará clasificación doble, basada en los criterios de graduación y límites de consistencia, tales como GW-GC o SP-SM.

En casos dudosos, la regla es favorecer a la clasificación de menos plasticidad. Por ejemplo una grava con 10% de finos, un C_u de 20, C_{60} de 2,0 y un índice de plasticidad de 6, será clasificado como GW-GM en vez de GW-CG.

Procedimiento de clasificación de suelos de granos finos (50% o más pasa por 0,08 mm (N°200)).

- Clasifique el suelo como una arcilla inorgánica (C), si al dibujar el punto del límite líquido versus índice de plasticidad, éste cae sobre la línea "A" y el índice de plasticidad es mayor que 7.

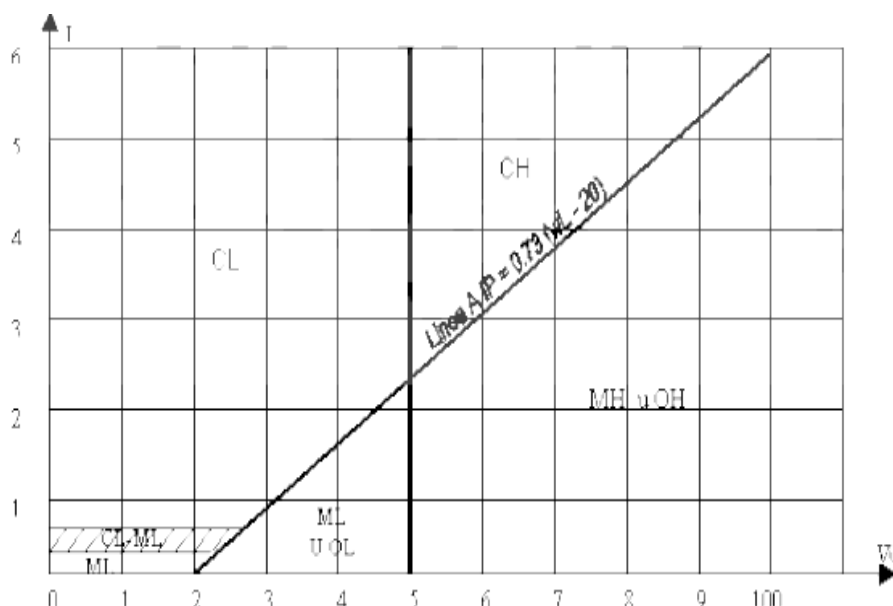


FIGURA N° 2.6 CARTA DE PLASTICIDAD

- Si el límite líquido es menor que 50 y el punto L.L versus IP cae sobre la línea "A" y el IP es mayor que 7, clasifíquela como arcilla inorgánica de baja a media plasticidad (CL), y como arcilla de alta plasticidad (CH) si el Límite Líquido es mayor que 50 y el punto L.L versus IP cae sobre la línea A (Carta de plasticidad figura 2). En caso que el límite líquido exceda a 100 o el IP exceda a 60, expanda la carta de plasticidad manteniendo las mismas escalas y pendiente de la línea "A".

- Clasifique el suelo como limo inorgánico (M), si al dibujar el punto L.L versus IP cae bajo la línea "A" o el IP es menor que 4, a menos que se sospeche que hay materia orgánica presente en cantidades suficientes como para influir en las propiedades del suelo (suelo de color oscuro y olor orgánico cuando está húmedo y tibio), en cuyo caso se debe efectuar un segundo límite líquido con la muestra de ensaye secada al horno a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas. Se clasifica como limo o arcilla orgánicos (O), si el límite líquido después del secado al horno, es menor que 75% del límite líquido de la muestra original determinado antes del secado.
- Clasifique el suelo como limo inorgánico de baja plasticidad (ML), o como limo o limo arcilla orgánicos de baja plasticidad (OL), si el límite líquido es menor que 50 y al dibujar L.L versus IP cae bajo la línea "A" o el IP es menor a 4.
- Clasifique el suelo como limo inorgánico de media a alta plasticidad (MH), o como una arcilla u limo arcilla orgánico de media a alta plasticidad (OH), si el L.L. Es mayor que 50 y el punto dibujado de wL versus IP cae bajo la línea "A" o el IP es menor a 4.
- Con el fin de indicar sus características de borde, algunos suelos de grano fino deben clasificarse mediante simbología doble. Si el punto dibujado del L.L versus IP cae prácticamente en la línea "A" o sobre la línea "A" donde el Índice de Plasticidad tiene un rango de 4 a 7, el suelo debe tener clasificación doble tales como CL-ML o CH-OH. Si el punto dibujado de L.L versus IP cae prácticamente en la línea del límite líquido igual a 50, el suelo deberá tener clasificación doble tales como CL-CH o ML-MH.
- En casos dudosos la regla de clasificación favorece al más plástico. Por ejemplo, un suelo fino con un $w_L = 50$ y un índice de plasticidad de 22 se deberá clasificar como CH-MH en lugar de CL-ML.

Este sistema fue adoptado por el U.S. Army Corps of Engineers en 1942 y en 1947 le introdujo algunos límites para evitar doble clasificación. En 1952, el Cuerpo de Ingenieros en conjunto con el Bureau of Reclamation y asesorados por el Dr. Casagrande efectuaron las últimas modificaciones.

Basados en observaciones de terreno y ensayos de Laboratorio de materiales de base para caminos y aeropuertos, el Cuerpo de Ingenieros subdividió los grupos GM y SM en dos grupos, designados por los sufijos "d" y "u", que han sido escogidos para representar a materiales que son convenientes o no, respectivamente, para ser empleados en bases de caminos y aeropuertos. Símbolos típicos son GM, y SM.

Se emplea el sufijo "d" cuando el límite líquido es menor o igual a 25 y el índice de plasticidad menor o igual a 5. (UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE, 2013)

DIVISIONES PRINCIPALES			Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS	Gravas limpias	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5% → GW, GP, SW, SP. >12% → GM, GC, SM, SC. 5 al 12% → casos límite que requieren usar doble símbolo.	$Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3	
		(sin o con pocos finos)	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.	
		Gravas con finos	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$.	Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.
		Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm) (apreciable cantidad de finos)	GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.		Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.	
	ARENAS	Arenas limpias	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		$Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3	
		(pocos o sin finos)	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.	
		Arenas con finos	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$.	situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble.
		Más de la mitad del material gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm) (apreciable cantidad de finos)	SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.		Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.	
SUELOS DE GRANO FINO	Limos y arcillas:		ML	Limos orgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.			
			CL	Arcillas orgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.			
			OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.			
	Limos y arcillas:		MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.			
			CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.			
			OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.			
			PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.			
	Suelos muy orgánicos						

Fuente: (GONZALES BOADA, 2005)

TABLA N° 2.3 SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

- Compactación de los Suelos:

En general, la compactación es la densificación del suelo por remoción de aire, lo que requiere energía mecánica. El grado de compactación de un suelo se mide en términos de su peso específico seco. Cuando se agrega agua al suelo durante la compactación, esta actúa como agente ablandador de las partículas del suelo, que hace que se deslicen entre si y se muevan a una posición de empaque más denso. El peso específico seco después de la compactación se incrementa primero conforme aumenta el contenido de agua. (BRAJA M., 2001)

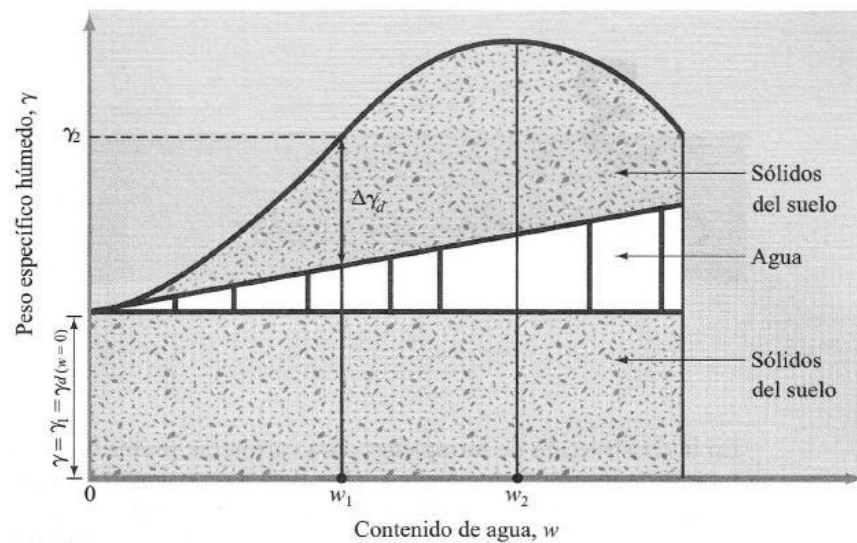


FIGURA N° 2.7 PRINCIPIOS DE COMPACTACIÓN

2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES

2.3.1 CANTERA:

Lugar donde existe material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de los caminos.

2.3.2 CARRETERA:

Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el MTC

2.3.3 CARRETERA AFIRMADA:

Carretera cuya superficie de rodadura está constituida por una o más capas de AFIRMADO.

2.3.4 MEZCLA BINARIA:

Se llama mezcla binarias a dos compuestos formados por dos elementos diferentes.

2.3.5 FLEXIBILIDAD:

La flexibilidad del suelo se puede obtenerse calculando la inversa de la rigidez (Dinámica estructural: teoría y cálculo, Escrito por Mario Paz)

2.4 HIPÓTESIS

2.4.1 HIPOTESIS GENERAL

- La Capacidad de Soporte del Afirmado de la carretera Bella – Inti, distrito Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado – Huánuco mejorará mediante el Análisis y Diseño de Mezcla Binaria de Material de Cantera.

2.5 VARIABLES

2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE

- Y1: Mejoramiento de la Capacidad de Soporte del afirmado de la carretera Bella – Inti, distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco.

2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

- X1: Análisis y Diseño de Mezcla Binaria de material de cantera.

2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES		
VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR
DEPENDIENTE Y1: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO	CBR	- Densidad - Humedad - Expansión - Resistencia a la Penetración
INDEPENDIENTE X1: ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA	MECÁNICA DE SUELOS	- Análisis granulométrico - Límites de Atterberg - Contenido de humedad - Peso unitario de agregados - Equivalente de arena - Abrasión - Gravedad específica y absorción de los agregados - Proctor modificado - C.B.R

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

El enfoque que se utiliza en la presente investigación es el **Cuantitativo**, porque mediante los ensayos se mide y compara los resultados en un momento dado.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Este proyecto está enfocado a la investigación Descriptiva y Correlacional.

DESCRIPTIVO: especifica las propiedades, características de los aspectos, dimensiones, componentes o variables que interviene en el análisis.

CORRELACIONAL: El propósito de la investigación es analizar la relación que existe entre mejoramiento del afirmado con el análisis y diseño de la capacidad de soporte de la mezcla binaria.

3.1.3. DISEÑO

EXPERIMENTAL: busca demostrar la capacidad de soporte para el mejoramiento del afirmado mediante el Análisis y Diseño de combinaciones Binarias.

Se hace la medición de la variable de interés en el grupo. La característica es que no se realiza aleatorización al momento de asignar los sujetos a los grupos.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

En este caso se realizó la investigación en las canteras ubicadas en el km 97+300, km 104+520, km 119+800 y 121+300 de la carretera Huánuco Tingo María utilizados para analizar y diseñar la capacidad de soporte del afirmado de la vía Bella - Inti.

3.2.2. MUESTRA

La muestra se obtuvo de las canteras de estudio a través de calicatas, de tres puntos al azar por cantera, para realizar los ensayos en laboratorio.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1.1. TÉCNICAS:

- Observación: Permite encontrar en contacto directo el estado situacional de la vía.
- Recolección de datos: recopilar información de lo que se observa.
- Ensayos a los agregados de cantera y del suelo de carretera afirmada; como también a la observación guiándonos de normas y guías de procedimientos en la elaboración.
- Se realizó los ensayos de análisis granulométrico, límites de consistencia, Ensayo de abrasión de los Ángeles, Proctor modificado, CBR.

3.3.1.2. INSTRUMENTOS:

- **Hojas de datos:** Documento donde se registrará toda la información obtenida durante la inspección visual: fecha, ubicación, tramo, sección, cantidades, y nombres del personal encargado de la inspección. Se aprecia un modelo utilizado como hoja de registro.

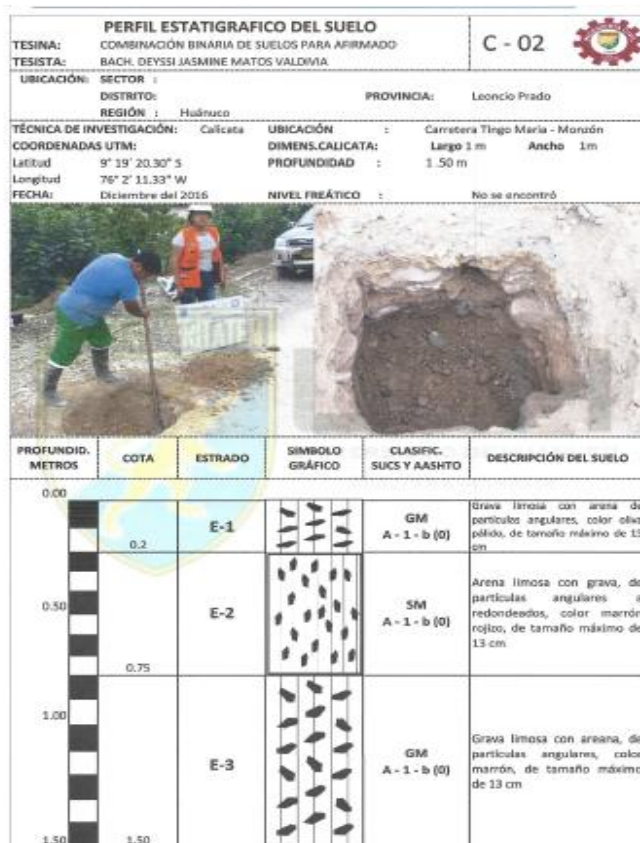


FIGURA N° 3.1 HOJA DE REGISTRO DE PERFIL ESTATIGRÁFICO (CAMPO)

DIA	HORA	AUTOS	CAMIONETAS	MICROBUS	BUS	CAMION 2 EJES	CAMION 3 EJES	TOTAL
Lunes	6 am - 8 am	160	14	8	0	4	2	188
	12 m - 2 pm	80	4	8	0	3	3	98
	4 pm - 6 pm	30	9	2	1	4	3	49
		270	27	18	1	11	8	
Martes	6 am - 8 am	140	17	7	0	4	3	171
	12 m - 2 pm	175	7	3	1	2	3	191
	4 pm - 6 pm	83	13	1	0	1	2	100
		398	37	11	1	7	8	
Miercoles	6 am - 8 am	101	11	6	0	3	4	125
	12 m - 2 pm	74	16	3	3	3	4	103
	4 pm - 6 pm	64	10	0	0	2	3	79
		239	37	9	3	8	11	
Jueves	6 am - 8 am	93	13	10	0	6	1	123
	12 m - 2 pm	81	14	4	3	2	2	106
	4 pm - 6 pm	78	16	2	1	3	0	100
		252	43	16	4	11	3	
Viernes	6 am - 8 am	90	15	7	0	4	0	116
	12 m - 2 pm	76	18	5	1	1	2	103
	4 pm - 6 pm	30	11	10	1	2	2	56
		196	44	22	2	7	4	
Sabado	6 am - 8 am	79	10	7	0	4	1	101
	12 m - 2 pm	76	3	6	1	2	0	94
	4 pm - 6 pm	60	6	2	1	2	2	73
		215	25	15	2	8	3	
Domingo	6 am - 8 am	63	8	3	0	3	0	77
	12 m - 2 pm	40	5	2	0	0	2	49
	4 pm - 6 pm	38	4	3	1	1	0	47
		---	---	---	---	---	---	

FIGURA N° 3.2 HOJA DE REGISTRO DE CONTEO DE TRÁNSITO

- **Cinta Métrica:** Instrumento de medida que consiste en una cinta flexible graduada y se puede enrollar, haciendo que el transporte sea más fácil. También se puede medir líneas y superficies curvas. Las cintas se fabrican de diferentes materiales y diferentes longitudes.



FIGURA N° 3.3 CINTA MÉTRICA

- **Pizarra blanca:** Es un tablero rectangular de color blanco usado para escribir o dibujar en él con un marcador o rotulador cuya tinta se borra fácilmente. Es un instrumento común dentro de un aula de clase, cumpliendo una función similar a la del pizarrón de tiza o pizarra.



FIGURA N° 3.4 PIZARRA BLANCA

- **Serie de Tamices Tyler:** Esta es una serie de tamices estandarizados usados para la medición del tamaño y distribución de las partículas en un rango muy amplio de tamaño. Las aberturas son cuadradas y se identifican por un número que indica la cantidad de aberturas por pulgada cuadrada.



FIGURA N° 3.5 TAMICES TYLER

- Balanza de precisión, horno para secado de muestras, elementos de cristalería del laboratorio, equipo de granulometría (Tamices), herramientas de laboratorio para varios ensayos como brochas, moldes y martillos para ensayo de Proctor Modificado y CBR, etc.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Para presentación de datos usamos formatos que ayudan a procesar los resultados obtenidos. En caso de los ensayos de suelos a nivel de afirmado; los formatos son nombrados a continuación:

- Análisis Granulométrico

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO									
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88									
TESINA:		COMBINACIÓN BINARIA DE SUELOS PARA AFIRMADO							
TESISTA:		BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA							
UBICACIÓN:		CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300					FECHA:		23/03/2017
CANTERA:		97+300 (Chinchavito)					LADO:		Derecho
MUESTRA:		M - 1							
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					PESO TOTAL	=	19.894.0	gr
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO	=	19894.0	gr
2"	50.800				100.0	PESO FINO	=	815.7	gr
1 1/2"	38.100			0.0	100.0	LÍMITE LÍQUIDO	=		%
1"	25.400		0.0	0.0	100.0	LÍMITE PLÁSTICO	=		%
3/4"	19.050		0.0	0.0	100.0	ÍNDICE PLÁSTICO	=		%
1/2"	12.700		0.0	0.0	100.0	CLASF. AASHTO	=	-	[9]
3/8"	9.525		0.0	0.0	100.0	CLASF. SUCCS	=	#NUM!	
1/4"	6.350					MAX. DENS. SECA	=	2.239	g/cm3
# 4	4.750		0.0	0.0	100.0	OPT. CONT. HUM.	=	7.43	%
# 8	2.360		0.0	0.0	100.0	CBR 0.1' (95%)	=	62.7	%
# 10	2.000		0.0	0.0	100.0	CBR 0.1' (100%)	=	73.1	%
# 16	1.190		0.0	0.0	100.0				
# 20	0.850		0.0	0.0	100.0				
# 30	0.600		0.0	0.0	100.0	Ensayo Malta #200	P.S. Seco.	P.S. Lavado	200%
# 40	0.420		0.0	0.0	100.0	15-35		3894.0	3894.0
# 50	0.300		0.0	0.0	100.0	% Grava	=	0.0	%
# 80	0.180		0.0	0.0	100.0	% Arena	=	0.0	%
# 100	0.150		0.0	0.0	100.0	% Fino	=	100.0	%
# 200	0.075		0.0	0.0	100.0	5-20			
<# 200	FONDO		0.0	0.0	100.0				
FRACCIÓN		0.0				Coef. Uniformidad	#NUM!	Índice de Consistencia	
TOTAL		19.894.0				Coef. Curvatura	#NUM!	-	
Descripción suelo:		#NUM!				Pot. de Expansión	Bajo	-	

CURVA GRANULOMÉTRICA

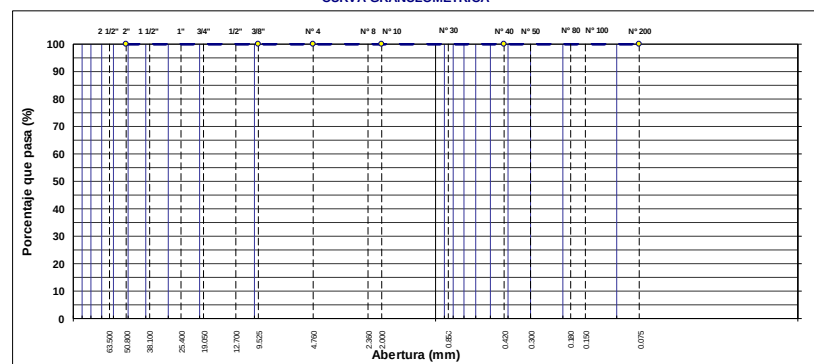


FIGURA N° 3.6 CUADRO PARA DETERMINAR EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

- Límites de Atterberg

LÍMITES DE ATTERBERG MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90				
TESINA:	: COMBINACIÓN BINARIA DE SUELOS PARA AFIRMADO			
TESISTA:	: BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA			
UBICACIÓN:	: CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300	FECHA:	: 25/03/2017	
CANtera:	: 97+300 (Chinchavito)	LADO:	: Derecho	
MUESTRA:	: M - 1			

LÍMITE LÍQUIDO				
Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
Nº DE GOLPES				

LÍMITE PLÁSTICO				
Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				

DIAGRAMA DE FLUIDEZ

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES

FIGURA N° 3.7 CUADRO PARA DETERMINAR LÍMITE DE ATTERBERG

- Contenido de Humedad

CONTENIDO DE HUMEDAD MTC E 108 ASTM D-2216-92			
TESINA:	COMBINACIÓN BINARIA DE SUELOS PARA AFIRMADO		
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
UBICACIÓN:	CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300	FECHA:	20/03/2017
CANTERA:	97+300 (Chinchavito)	LADO:	Derecho
MUESTRA:	M - 1		
DATOS			
Nº de Ensayo	1	2	
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	625.4	584.9	
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	591.1	548.7	
Peso de Tara (gr.)	0.0	0.0	
Peso de Agua (gr.)	34.3	36.2	
Peso Mat. Seco (gr.)	591.1	548.7	
Humedad Natural (%)	5.8	6.6	
Promedio de Humedad (%)	6.2		
OBSERVACIONES:			

FIGURA N° 3.8 CUADRO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

- Peso Unitario de Agregados

PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS MTC E 203 - ASTM C 29 - AASHTO T-19						
TESINA:	: COMBINACIÓN BINARIA DE SUELOS PARA AFIRMADO					
TESISTA:	: BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA					
UBICACIÓN:	: CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300				FECHA:	: 23/03/2017
CANtera:	: 97+300 (Chinchavito)				LADO:	: Derecho
MUESTRA:	: M - 1					
CANtera						
PESO UNITARIO SUELTO						
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN				
		1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	(gr)	31048	31042	31070		
Peso del recipiente	(gr)	3923	3923	3923		
Peso de la muestra	(gr)	27125	27119	27147		
Volumen	(cm ³)	15052	15052	15052		
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1802	1802	1804		
Peso unitario suelto promedio	(kg/m³)	1802				
PESO UNITARIO VARILLADO						
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN				
		1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	(gr)	32573	32524	32565		
Peso del recipiente	(gr)	3923	3923	3923		
Peso de la muestra	(gr)	28650	28601	28642		
Volumen	(cm ³)	15052	15052	15052		
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1903	1900	1903		
Peso unitario compactado promedio	(kg/m³)	1902				
OBS.:						

FIGURA N° 3.9 CUADRO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

- Equivalente de Arena

EQUIVALENTE DE ARENA							
MTC E 114 - ASTM D 2419 - AASHTO T-176							
TESINA:	COMBINACIÓN BINARIA DE SUELOS PARA ARRUMADO						
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA						
UBICACIÓN:	CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300					FECHA:	27/03/2017
CANtera:	97+300 (Chinchavito)					LADO:	Derecho
MUESTRA:	M - 1						
MUESTRA		IDENTIFICACIÓN					
		1	2	3	4		
Hora de entrada a saturación		16:10	16:12	16:14			
Hora de salida de saturación (más 10')		16:20	16:22	16:24			
Hora de entrada a decantación		16:22	16:24	16:26			
Hora de salida de decantación (más 20')		16:42	16:44	16:46			
Altura máxima de material fino	cm	128.00	128.00	129.00			
Altura máxima de la arena	cm	84.00	83.00	85.00			
Equivalente de arena	%	66.0	65.0	66.0			
Equivalente de arena promedio	%	65.7					
Resultado equivalente de arena	%	66					
Observaciones:							

FIGURA N° 3.10 CUADRO PARA DETERMINAR EL EQUIVALENTE DE ARENA

- Abrasión

ENSAYO DE ABRASIÓN (MÁQUINA DE LOS ÁNGELES) MTC E 207 - ASTM C 535 - AASHTO T-96				
TESINA:	: COMBINACIÓN BINARIA DE SUELOS PARA AFIRMADO			
TESISTA:	: BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA			
UBICACIÓN	: CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300	FECHA	:	25/03/2017
CANTERA	: 97+300 (Chinchavito)	LADO	:	Derecho
MUESTRA	: M - 1			

Tamiz Pasa - Retiene	Gradaciones			
	A	B	C	D
1 1/2" - 1"	1253.0			
1" - 3/4"	1250.0			
3/4" - 1/2"	1250.0			
1/2" - 3/8"	1252.0			
3/8" - 1/4"				
1/4" - N° 4				
N° 4 - N° 8				
Peso Total	5005.0			
(%) Retenido en la malla N° 12	3985.0			
(%) Que pasa en la malla N° 12	1020.0			
N° de esferas	12			
Peso de las esferas (gr)	5000 ± 25			
% Desgaste	20.4%			

OBSERVACIONES :

FIGURA N° 3.11 CUADRO PARA DETERMINAR LA ABRASIÓN

- Gravedad Específica y Absorción de los Agregados

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS (NORMA AASHTO T-84, T-85)					
TESINA:	COMBINACIÓN BINARIA DE SUELOS PARA ARRIMADO				
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA				
UBICACIÓN:	CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300	FECHA:	27/03/2017		
CANtera:	97+300 (Chinchavito)	LADO:	Derecho		
MUESTRA:	M - 1				
DATOS DE LA MUESTRA					
AGREGADO GRUESO					
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	1756.0	1673.0	1428.0	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	1087.9	1037.0	885.0	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm³)	668.1	636.0	543.0	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1744.3	1661.4	1418.4	
E	Volumen de masa = C - (A - D) (cm³)	656.4	624.4	533.4	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.611	2.612	2.612	2.612
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.628	2.631	2.630	2.630
	Pe aparente (Base Seca) = D/E	2.657	2.661	2.659	2.659
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.67	0.70	0.68	0.68%
AGREGADO FINO					
A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	300.0	300.0		
B	Peso frasco + agua (gr)	714.2	657.7		
C	Peso frasco + agua + A (gr)	1014.2	957.7		
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	901.0	844.5		
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm³)	113.2	113.2		
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	298.6	298.5		
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm³)	111.8	111.7		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.638	2.637		2.637
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.650	2.650		2.650
	Pe aparente (Base seca) = F/G	2.671	2.672		2.672
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.47	0.50		0.49%
OBSERVACIONES:					

FIGURA N° 3.12 CUADRO PARA DETERMINAR LA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

- Proctor Modificado.

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO						
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D						

CURVA DE COMPACTACIÓN

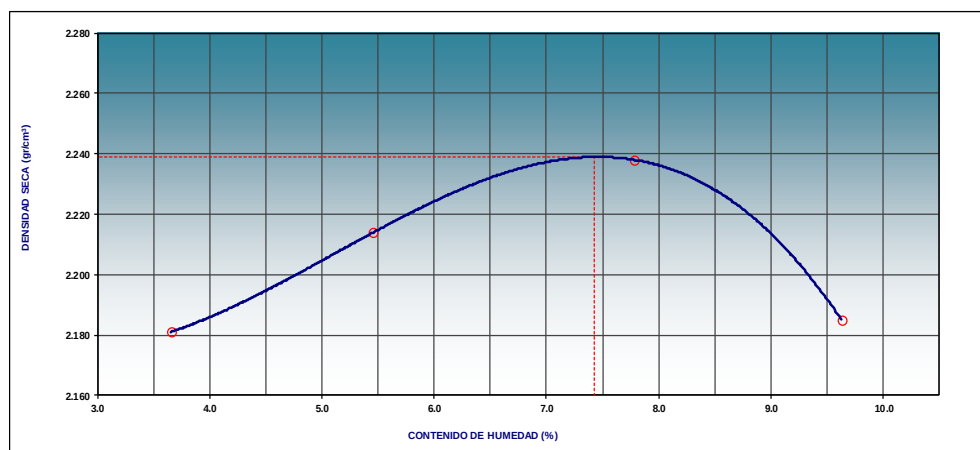


FIGURA N° 3.13 CUADRO PARA DETERMINAR EL PROCTOR MODIFICADO

- C.B.R.

ENSAYO DE C.B.R.
MTC E 132 - 2000

TESINA:

COMBINACIÓN BINARIA DE SUELOS PARA AFIRMADO

TESISTA:

BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN

CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300

CANTERA

97+300 (Chinchavito)

FECHA

: 31/03/2017

LADO

: Derecho

MUESTRA

M - 1

MAXIMA DENSIDAD SECA2.239 g/cm³

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD7.43 %

CAPACIDAD : 10000 Lbs.

ANILLO : 1

ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	31		30		11	
Nº Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11427		12292		12062	
Peso de molde (gr)	6301		7492		7502	
Peso del suelo húmedo (gr)	5126		4800		4560	
Volumen del molde (cm³)	2127		2097		2101	
Densidad húmeda (gr/cm³)	2.410		2.289		2.170	
Humedad (%)	7.30		7.64		7.71	
Densidad seca (gr/cm³)	2.246		2.127		2.015	
Tarro N°	-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	586.3		562.4		584.2	
Tarro + Suelo seco (gr)	546.4		522.5		542.4	
Peso del Agua (gr)	39.9		39.9		41.8	
Peso del tarro (gr)	0.0		0.0		0.0	
Peso del suelo seco (gr)	546.4		522.5		542.4	
Humedad (%)	7.3		7.6		7.7	
Promedio de Humedad (%)	7.3		7.6		7.7	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

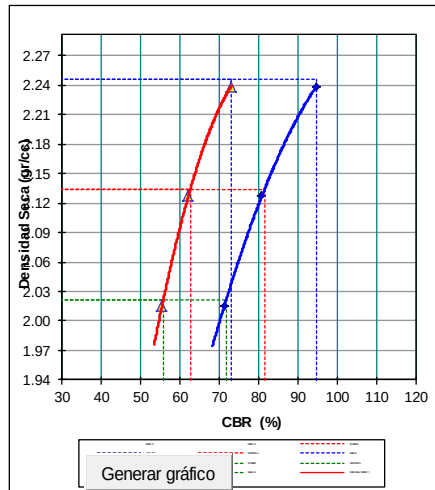
PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm²	MOLDE N° 31				MOLDE N° 30				MOLDE N° 11			
		CARGA Dial (div)	kg/cm²	kg/cm²	%	CARGA Dial (div)	kg/cm²	kg/cm²	%	CARGA Dial (div)	kg/cm²	kg/cm²	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		60	14			53	12			45	10		
0.050		110	25			91	21			80	18		
0.075		165	38			140	32			125	29		
0.100	70.3	245	56	51.4	73.1	210	48	43.68	62.1	180	41	38.97	55.4
0.150		325	74			280	64			250	57		
0.200	105.5	420	96	99.9	94.8	355	81	85.25	80.8	315	72	75.17	71.3
0.250		540	124			465	107			410	94		
0.300		625	144			530	122			475	109		
0.400		760	175			655	151			560	129		
0.500		853	197			730	168			645	149		

FIGURA N° 3.14 CUADRO DE DATOS PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA AL CORTE

TESINA:	COMBINACIÓN BINARIA DE SUELOS PARA AFIRMADO		
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
PROGRESIVA	CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300	FECHA	: 31/03/2017
CANTERA	97+300 (Chinchavito)	LADO	: Derecho
MUESTRA	M - 1		

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 73.1	0.2": 94.8
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 62.7	0.2": 81.6

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.239	gr/cc
Optimo Humedad	7.43	%

OBSERVACIONES:

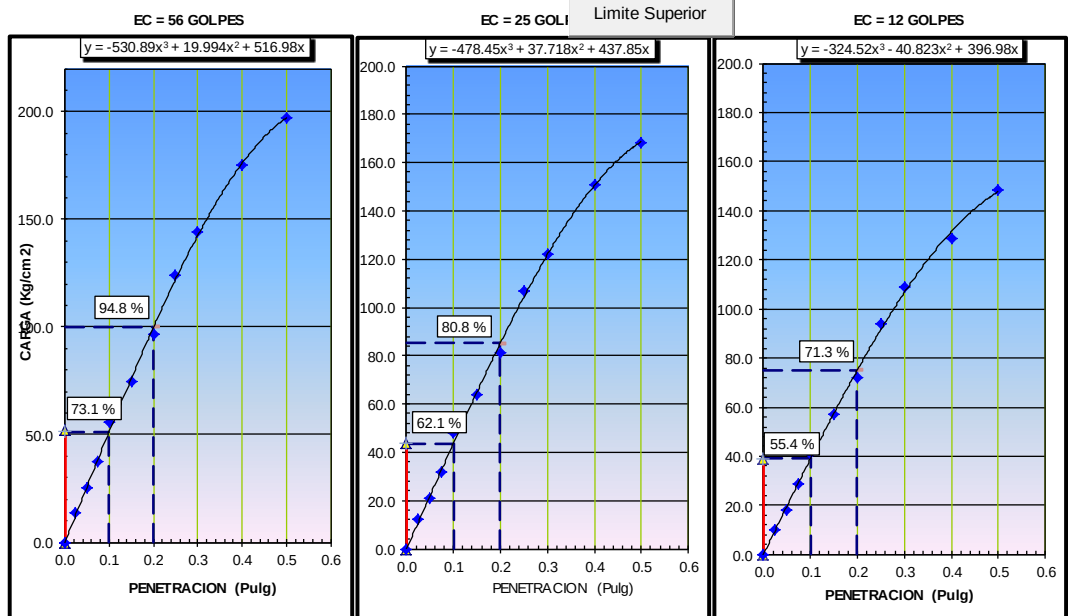


FIGURA N° 3.15 CUADRO DE GRAFICOS DE LA RESISTENCIA AL CORTE

En caso de las combinaciones de los materiales; los formatos son nombrados a continuación:

X	CANTERA Km 97+300					
N° Tamiz	Diámetro	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	
3"	76.2	0	0.00	0.00	100.00	100
2 1/2"	63.5	0	0.00	0.00	100.00	
2"	50.8	0	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.1	0	0.00	0.00	100.00	
1"	25.4	1508	7.59	7.59	92.41	
3/4"	11.05	3152	15.87	23.46	76.54	
1/2"	12.7	3947	19.87	43.34	56.66	
3/8"	9.525	1095	5.51	48.85	51.15	
1/4"	6.35	0	0.00	48.85	51.15	
N° 4	4.76	1207	6.08	54.93	45.07	
N° 10	2	1114.064	5.61	60.54	39.46	
N° 20	0.84	1133.958	5.71	66.24	33.76	
N° 30	0.59	1054.382	5.31	71.55	28.45	
N° 40	0.426	915.124	4.61	76.16	23.84	
N° 50	0.297	1273.216	6.41	82.57	17.43	
N° 60	0.25	1233.43	6.21	88.78	11.22	
N° 100	0.149	318.30	1.60	90.38	9.62	
N° 200	0.074	716.184	3.61	93.99	6.01	
Cazoleta	0	1193.64	6.01	100.00	0.00	
TOTAL		19861.30	100.00			

TABLA N° 3.1 TABLA DE LA GRANULOMETRÍA DEL MATERIAL DE CANTERA

	N° Tamiz	% Retenido Acumulado
*	1 1/2"	0.00
*	1"	7.59
*	3/4"	23.46
*	3/8"	48.85
*	4.00	54.93
*	10.00	60.54
*	40.00	76.16
*	200.00	93.99
	SUMATORIA % RETENIDO ACUMULADO	365.52
	MA	3.655161143

TABLA N° 3.2 TABLA PARA DETERMINAR EL MÓDULO GRANULOMÉTRICO

MEZCLA DE DOS SUELOS											
		3.65516	X	+	1.9256	Y	=	375			
		1	X	+	1	Y	=	100			
MATRIZ A			MATRIZ TRANSPUESTA A								
A =	3.655161	1.93	At =			3.655161143	1				
	1	1				1.925566343	1				
MATRIZ B											
B =	375										
	100										
FLEXIBILIDAD [F]											
F=[A . A ^t]=		17.06801	5.5807275			2.9914982	mm/gr				
		5.580727	2								
RIGIDEZ [S]											
				Determinante =		2.9914982					
S=[A . A ^t] ⁻¹ =		1	2	-5.580727486			0.668561332	-1.865529299			
		2.9914982	-5.580727486	17.06800872			-1.8655293	5.705505318			
									0.3342807	gr/mm	
DESPLAZAMIENTO [D]											
D=[A ^t *B]=											
	3.655161	1	*	375			1470.685428	A =	1470.685428	mm	
	1.925566	1		100			822.09	B =	822.09	mm	
% MEZCLA DE SUELO											
R=[A ^t .A] ⁻¹ [A ^t .B]=											
[A ^t .A]=		3.6551611	1	*	3.655161143	1.93			14.36020298	8.0383	
		1.9255663	1		1	1			8.0383	4.7078	
				Determinante =		2.99149817					
[A ^t .A] ⁻¹ =		1	4.7078	-8.038255274			1.5737	-2.6870			
		2.991498	-8.0382553	14.36020298			-2.6870	4.8003			
[A ^t .A] ⁻¹ [A ^t .B]=		1.5737	-2.6870	*	1470.685428			105.483299	%	GRAVA	
		-2.6870	4.8003		822.09			-5.48329918	%	ARCILLA	100.00

TABLA N° 3.3 TABLA PARA DETERMINAR LOS PORCENTAJES DE MEZCLA DE DOS SUELOS

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

Para el análisis se realiza la comparación de los resultados obtenidos de los diferentes porcentajes materiales de cantera, de los tipos de suelos. Al obtener los datos de los ensayos para analizar e interpretar los datos obtenidos.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. ESTUDIO DE TRÁFICO

4.1.1.1. GENERALIDADES

La carretera en estudio se encuentra ubicada en el departamento de Huánuco, en la jurisdicción de las provincias de Leoncio Prado, distrito de Mariano Dámaso Beraún, carretera Bella - Inti. De acuerdo al nuevo clasificador de rutas, forma parte de la ruta Nacional N° PE-14A. Esta carretera, dada su ubicación, permite la interconexión longitudinal de una parte de la selva de la provincia de Leoncio Prado en su salida hacia la provincia de Huamalíes.

Dada su categoría y rol integrador, por esta vía circulan vehículos de carga y pasajeros que tienen origen y/o destino de ciudades y localidades pertenecientes al departamento de Huánuco.

4.1.1.2. ANTECEDENTES

No se cuenta con Estudios de Tráfico en el tramo.

4.1.1.3. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

- LA INFORMACIÓN BÁSICA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIO

La Información básica corresponde al levantamiento de información de campo. Como información primaria se tiene: los conteos de tráfico por día y semanal, pesaje por ejes, registrados entre dos puntos equidistantes de un mismo tramo de la carretera en estudio.

Para llevar a cabo estas actividades fue necesario realizar un trabajo previo de gabinete para la preparación de los instrumentos y la planificación del trabajo de campo, que incluirá el reconocimiento de las vías de acceso, tanto de entrada como de salida a lo largo de la carretera, así como para identificar las estaciones de control de tráfico.

Las fuentes secundarias corresponden a la información obtenida referente al tráfico u otra de carácter complementario proveniente de instituciones públicas y/o privadas, como del índice Medio Diario Anual (IMDA).

Trabajo de Gabinete

Consistió en el diseño de los formatos para el conteo de tráfico a ser utilizados en la estación de control preestablecida en el trabajo de campo.

- **Formato del Conteo Volumétrico Tráfico**

Considera la identificación de los requisitos para la toma de información en las estaciones de control preestablecidas. Tales requisitos son: la estación de conteo, el tramo correspondiente, las características de los vehículos, la fecha y hora del conteo, y el sentido del tráfico para cada tipo de vehículo según eje.

Trabajo de Campo

Antes de realizar el trabajo propiamente dicho y con el propósito de identificar y precisar in situ la estación predeterminada, se realizó el reconocimiento de la carretera desde Puente Corpac. Posteriormente, se ubicó la estación considerando la actividad a desarrollar (conteo), el desvío del flujo de vehículos, las condiciones físicas, y las facilidades que permitieran realizar adecuadamente el levantamiento de información requerida. En el tramo vial en estudio no se identificó ningún desvío de tráfico, porque lo que se optó por una sola estación para el aforo vehicular.

Finalmente, el día 07 de Diciembre del 2017 a las 06:00 horas se dio inicio el levantamiento del aforo vehicular, consistente en la aplicación de los formatos para el conteo de tráfico.

El conteo volumétrico se realizó en la estación previamente identificada y seleccionada (E1 de conteo), durante un periodo de

siete (07) días consecutivos de Semana y durante las 24 horas del día, desde el 07 hasta el 13 de Diciembre del 2016. El conteo se efectuó a todos los vehículos, en forma simultánea y continúa.

UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES



FIGURA N° 4.1 UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN DE CONTEO TRÁFICO

- TABULACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Esta actividad corresponde integradamente al trabajo de gabinete. La información de los conteos de tráfico obtenidos en campo ha sido procesada en formatos Excel, donde se registran a todos los vehículos por hora y día, y por tipo de vehículo.

- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y OBTENCIÓN DE RESULTADOS

Los conteos realizados tienen por objeto conocer los volúmenes de tráfico que soporta la carretera en estudio, así como la composición vehicular, y variación diaria y horaria.

Para convertir el volumen de tráfico obtenido del conteo en índice Medio Diario Anual (IMDA), se utilizó la siguiente fórmula:

$$IMDA = \frac{(VDL1 + VDL2 + VDL3 + VDL4 + VDL5 + VDSab + VDDom)}{7} \times F.C.E$$

Dónde:

VDL1+VDL2+VDL3+VDL4+VDL5...: Volúmenes de tráfico registrados en los días laborales

VDSab.....: Volumen de Tráfico registrado sábado

VDDom.....: Volumen de tráfico registrado domingo

FCE.....: Factor de corrección estacional

IMD Anual.....: Índice Medio Diario Anual

4.1.1.4. CONTEO Y CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS

- RESULTADOS DIRECTOS DEL CONTEO VEHICULAR

Luego de consolidar y dar consistencia a la información obtenida del conteo en la estación, se obtuvo los resultados de los volúmenes de tráfico en la vía por el tipo de vehículo y sentido, como el consolidado de ambos sentidos. Así mismo, se identificó tramos homogéneos para la asignación del tráfico a este nivel.

- FACTOR DE CORRECIÓN ESTACIONAL

Considerando que los volúmenes de tráfico varían cada mes de acuerdo a las épocas de cosecha, lluvias, ferias semanales, estaciones del año, vacaciones, festividades, etc., es necesario afectar los valores obtenidos durante un período de tiempo, por un

factor de corrección que lleve a estos valores al Índice Medio Diario Anual.

Este factor fue relacionado el IMD del mes de Febrero para cada uno de los años señalados en el cuadro mostrado (de lo cual se obtuvo un IMD promedio) y tomando como base la información existente en Provias Nacional.

FACTOR DE CORRECCION ESTACIONAL		
AÑO	F.C.E (LIGEROS)	F.C.E (PESADOS)
2010	0.8382444	0.83412371

TABLA N° 4.1 FACTOR DE CORRECCIÓN ESTACIONAL

- **IMD ANUAL TRAMO**

El índice Medio Diario Anual (IMDA), se obtiene multiplicando el promedio diario de la semana (obtenido del aforo en campo), por el factor de corrección del mes de febrero (mes en el que realizó el trabajo de campo)

El flujo de vehículos de los días lunes es 15.55%, los Martes es 21.44%, Miércoles es 14.25%, Jueves es 15.55%, Viernes es 12.76%, Sábado es 12.44%, Domingo es 8.03%.

En el gráfico N° 02 se puede observar por la cantidad de vehículos que transitan, autos es 79.40%, Camionetas es 10.95%, Microbús es 4.59%, Bus es 0.65%, Camión 2 Ejes 2.60%, Camión 3 Ejes 1.81%.

En el Gráfico N° 03 se hizo una composición de Vehículos Ligeros que es 90.35% y Vehículos Pesados que es 9.65%.

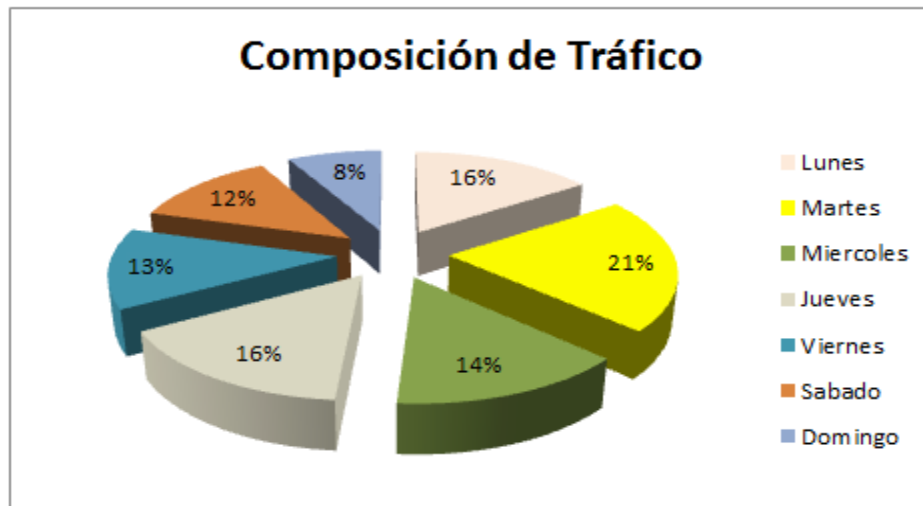


GRÁFICO N° 4.1 VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO

CANTIDAD DE VEHICULOS		
VEHICULO	CANTIDAD	PORCENTAJE
Autos	1711	79.40
Camionetas	236	10.95
Microbus	99	4.59
Bus	14	0.65
Camión 2 Ejes	56	2.60
Camión 3 Ejes	39	1.81
TOTAL	2155	

TABLA N° 4.2 CANTIDAD DE VEHÍCULOS

Composición de Tráfico por cantidad de vehículos

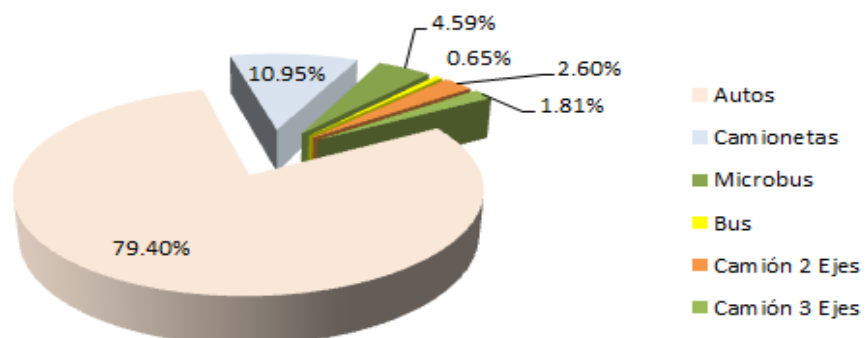


GRÁFICO N° 4.2 COMPOSICIÓN DE TRAFICO POR CANTIDAD DE VEHÍCULOS

IMD DE POR TIPO DE VEHICULOS

TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	PORCENTAJE
Vehiculos ligeros	1947	90.35
Vehiculos Pesados	208	9.65

TABLA N° 4.3 IMD POR TIPO DE VEHÍCULO

Composición de Tráfico por Tipo de Vehiculos

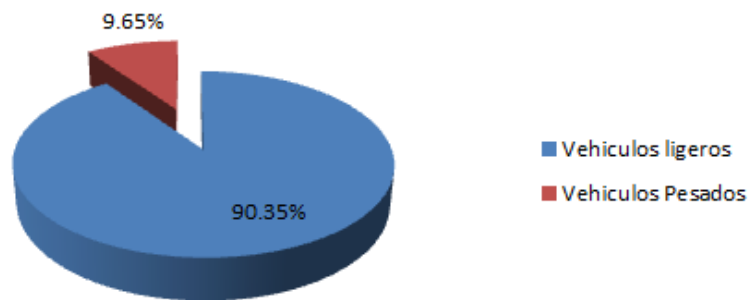


GRÁFICO N° 4.3 IMD POR TIPO DE VEHÍCULO

- VARIACIÓN HORARIA Y DIARIA

a) Variación Horaria

La variación horaria muestra que se presenta el mayor volumen de tráfico entre las 06 a 08 horas y entre 12 a 14 horas, el cual se reduce progresivamente desde las 16 a 18 horas hasta las 24 horas, presentando el volumen más bajo entre las 03 y 06 horas, tal como se muestra en el gráfico siguiente.

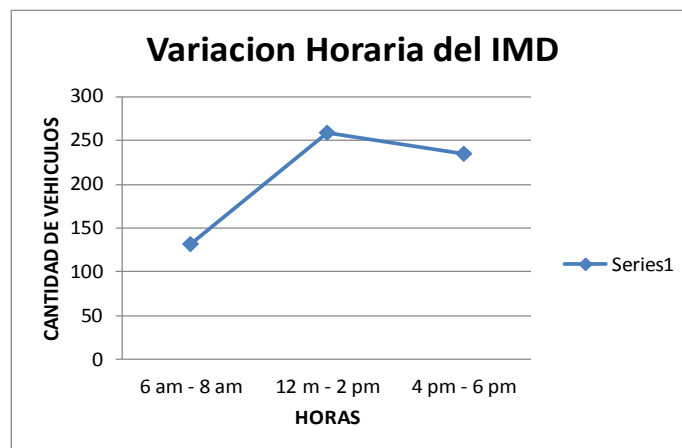


GRÁFICO N° 4.4 VARIACIÓN HORARIA DEL IMD

b) Variación Diaria

El mayor volumen de tráfico por día se presenta el día Martes con 462 vehículos, de los cuales 94.16% son vehículos ligeros, y el 5.84% a vehículos pesados. El día de menor volumen de tráfico es el Jueves con 173 vehículos, de los cuales 91.33% son vehículos ligeros, y el 8.67% a vehículos pesados. Estos resultados se muestran en el siguiente gráfico.

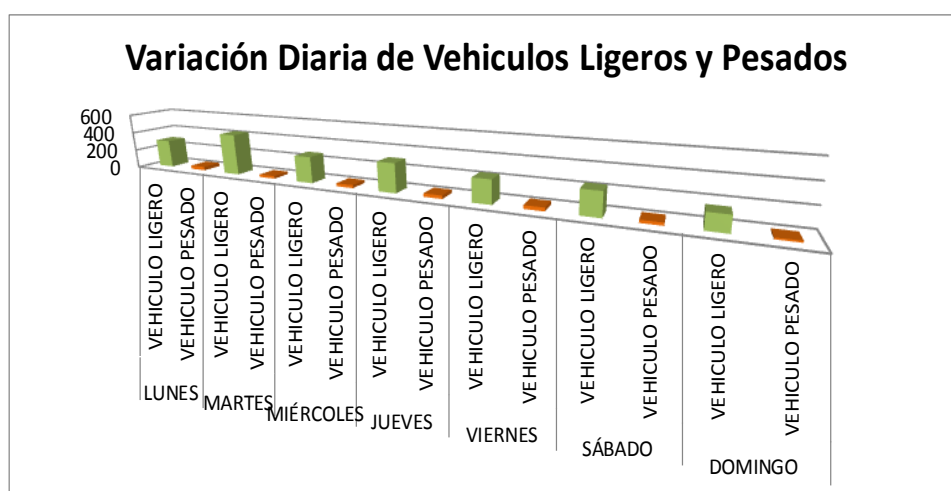


GRÁFICO N°4.5 VARIACIÓN DIARIA DE VEHÍCULOS LIGEROS Y PESADOS

- RESUMEN DEL CONTEO

a) Promedio semanal diario

En la Tabla 4.4, se presenta el resumen del conteo y clasificación vehicular promedio semanal diario por tipo de vehículo, expresados en cifras absolutas y relativas (%).

TIPO DE VEHICULO	PROMEDIO SEMANAL	COMPOSICIÓN(%)
Autos	244	79.40
Camionetas	34	10.95
Microbús	14	4.59
Bus	2	0.65
Camion 2 Ejes	8	2.60
Camión 3 Ejes	6	1.81
IMD	308	100

TABLA N° 4.4 CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR IMD

b) Índice Medio Diario Anual (IMDA)

El resumen de los resultados del IMD Anual obtenido sobre la base del Tabla N° 4.4 y afectado por el factor de corrección, se puede apreciar en el Tabla N°4.5.

Conteo y clasificación vehicular

TIPO DE VEHICULO	PROMEDIO SEMANAL	COMPOSICIÓN(%)
Autos	205	66.55
Camionetas	28	9.18
Microbús	12	3.83
Bus	2	0.54
Camion 2 Ejes	7	2.17
Camión 3 Ejes	5	1.51
IMD	258	100

TABLA N° 4.5 CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR IMDA

- ESAL'S DE CADA UNO DE LOS VEHICULOS

TIPO DE VEHÍCULO		ESAL'S "D"
Automóvil		0.00074
Combis		0.04575
Miniband		0.04575
Camioneta		0.04575
Obnibus	B2	3.6771
	B3-1	1.8071
Camión	C2	3.6771
	C3	2.5451
Semi Trayler	T2S3	5.8605
	T3S2	4.6715
	T3S3	4.3975
Trayler	C2R2	11.1345
	C3R2	9.6715
	C3R3	8.2085

TABLA N° 4.6 ESAL'S DE CADA VEHÍCULO

- FACTORES DE CRECIMIENTO (FC)

$$FC = \frac{(1+r)^p - 1}{r}$$

Donde:

r = tasa de crecimiento / 100

p = periodo de diseño

TASA DE
CRECIMIENTO
ANUAL
(MONZÓN)



MONZON

Año	Población	Tasa de Crecimiento
2000	12,476	
2001	13,382	0.073
2002	14,316	0.070
2003	15,279	0.067
2004	16,273	0.065
2005	17,300	0.059
2006	18,357	0.061
2007	19,445	0.059
2008	20,554	0.057
2009	21,679	0.055
2010	22,822	0.053
2011	23,970	0.050
2012	25,128	0.048
2013	26,289	0.046
2014	27,448	0.044
2015	28,605	0.042
	TOTAL	0.057

TABLA N° 4.7 TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL ANUAL MONZÓN

FUENTE: INEI-CENSOS NACIONALES: 2000 AL 2015

Tasa de crecimiento = 0.057 %
Periodo de Diseño = 20 años

$$r = 0.057 / 100 = 0.00057$$

$$p = 10$$



$$FC = (1+0.00057)^{10} - 1 / 0.00057 = 10.0257 = 10.03$$

$$FC = 10.03$$

- FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR SENTIDO (FD) Y FACTOR DE DISTRIBUCION POR CARRIL (FS)

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

TABLA N°4.8 FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR SENTIDO (FD) Y FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL (FS)

4.1.1.5. ESAL'S DE DISEÑO

TIPO DE VEHÍCULO	N° DE VEHÍCULOS POR DÍA "A"	FACTOR ANUAL "B"	FACTOR CRECIMIENTO (FC) "C"	FACTOR CAMIÓN "D"	ESAL'S DE DISEÑO
AUTOS	205	365	10.03	0.00074	555.366
CAMIONETA	28	365	10.03	0.04575	4689.677
MICROBUS	12	365	10.03	3.6771	161540.151
BUS	2	365	10.03	1.8071	13231.406
CAMION DE 2 EJES	7	365	10.03	3.6771	94231.755
CAMION DE 3 EJES	5	365	10.03	2.5451	46587.419
TOTAL DE VEHÍCULOS	259	ESAL'S DE DISEÑO			320835.774

$$\begin{aligned}
 &\text{FACTOR POR SENTIDO: } 0.5 \\
 &\text{FACTOR DE CARRIL: } 1.0 \\
 &\text{ESAL'S DE DISEÑO} = 0.5 \times 1 \times 320835.774 = 160417.887 \\
 &= 160418
 \end{aligned}$$

TABLA N°4.9 ESAL'S DE DISEÑO

4.1.1.6. MÉTODO NAASRA

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} (\text{Nrep}/120)$$

Dónde:

e = espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR = valor del CBR de la sub rasante.

Nrep = número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

Al presentar un sub rasante de clasificación **«A-1-b (0)» – «SM»**, es decir una arena limosa con grava cuyo valor de CBR es mayor del 20% y presenta un **Nrep >150 000**, entonces:

ESPESOR DE AFIRMADO = 15 cm

Los espesores encontrados en este tramo son de 8 cm a 20 cm

4.1.2. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

4.1.2.1. ENSAYOS DE CAMPO

- CALICATAS NTP 339.162 - ASTM D 420

Los lugares donde se realizaron las calicatas son de la carretera Tingo María – Monzón, el cual empalma con la RUTA PE 18 A; las cuales se encuentran a nivel de afirmado.

CALICATA N° 01

Latitud 9° 19' 19.01" S y Longitud 76° 1' 58.29" W

CALICATA N°02

Latitud 9° 19' 20.30" S y Longitud 76° 2' 11.33" W

CALICATA N°03

Latitud 9° 19' 14.93" S y Longitud 76° 2' 16.41" W

4.1.2.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

- CUARTEO DE MUESTRAS NTP 339.089
- CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 339.127 (ASTM D 2216)
- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128 (ASTM D 422)
- LÍMITES DE ATTERBERG (LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD) NTP 339.129 - ASTM D 4318
- CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) (NTP 339.135:1999)

4.1.3. ESTUDIO DE CANTERA

4.1.3.1. GENERALIDADES

El estudio de canteras permite ubicar, identificar y clasificar el material de préstamo a utilizarse en la conformación del afirmado. La finalidad de definir los bancos de material de préstamo se realiza para detectar volúmenes alcanzables y explotables, que satisfagan la demanda.

- UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA CARETERA Y CANTERAS

Provincia: Leoncio Prado

Departamento: Huánuco



FIGURA N° 4.2 UBICACIÓN NACIONAL Y REGIONAL



FIGURA N° 4.3 UBICACIÓN PROVINCIAL Y DISTRITAL

La investigación de campo comprendió la ubicación de los materiales inertes, evaluación geotécnica mediante la ejecución de pozos exploratorios hasta una profundidad de 1.50 m. En cada calicata excavada se realizó el registro del perfil estratigráfico correspondiente, anotándose las principales características de los depósitos de suelo como: espesor, compacidad, humedad, consistencia, plasticidad, composición de cada estrato, color, origen, forma del material granular (descripción visual-manual), etc., de acuerdo a la norma ASTM D-2488.

4.1.3.2. EXPLOTACIÓN DE BANCO DE MATERIALES

Las fuentes de materiales son dos los tipos de cantera a explotar:

Cantera De Río.

Canteras De Cerro.

- **CANTERA 97+300 CHINCHAVITO**

Ubicación: La cantera 97+300 se encuentra ubicada a la altura del km 97+300 de la carretera Huánuco – Tingo María, lado derecho de la carretera, a una altura promedio de 770 m.s.n.m., en el cauce del río Huallaga, y se encuentra conformada por gravas arenosas de forma redondeada y sub redondeadas, presentando boleos y cantos redondeados.

Accesibilidad: Cuenta con un acceso de 300 m de longitud, considerando como punto de inicio el km 97+300, de la carretera, el mismo que requiere mejoramiento y mantenimiento.

Descripción: Los materiales de cantera 97+300 pertenecen a depósitos fluviales acumulados a lo largo del cauce del río Huallaga, conformados por gravas arenosas de forma redondeada y sub redondeadas, presentando boleos y cantos redondeados.

Los resultados de laboratorio han permitido determinar que el material típico está conformado por grava bien graduada, grava mal graduada y grava arcillosa mal graduada de color gris y finos no plásticos. No presenta impurezas orgánicas, consecuentemente el material se clasifica según el sistema SUCS como GP-GM, según el sistema AASHTO como A-1-a (0).



FIGURA N° 4.4 VISTA PANORÁMICA DE LA CANTERA 97+300

- **CANTERA 119+800**

Ubicación: La cantera 119+800 se encuentra ubicada a la altura del km 119+800 de la carretera Huánuco – Tingo María, lado izquierdo de la carretera, en la Asociación de Vivienda Barrio Porvenir.

Accesibilidad: Cuenta con un acceso de 700 m de longitud, considerando como punto de inicio el km 119+800, de la carretera.

Descripción: Los materiales de cantera 119+800 pertenecen a depósitos fluviales acumulados a lo largo del cauce del río Huallaga.

Hormigón sub redondeadas, angulosa, de buena resistencia al golpe. Textura lisa y rugosa. Arena limosa de bajo índice de plasticidad, grano mediano de color gris, T.M. 8" – predomina material < 3" en 90%.

No presenta impurezas orgánicas, consecuentemente el material se clasifica según el sistema SUCS como GP-GM, según el sistema AASHTO como A-1-a (0).



FIGURA N° 4.5 VISTA PANORÁMICA DE LA CANTERA 119+800

- **CANTERA 121+300**

Ubicación: La cantera 121+300 se encuentra ubicada en el km 121+300 de la carretera Huánuco – Tingo María, lado izquierdo de la carretera, en la Asociación de Vivienda Barrio Porvenir.

Accesibilidad: Cuenta con un acceso de 800 m de longitud, considerando como punto de inicio el km 121+300, de la carretera.

Descripción: Los materiales de cantera 121+300 pertenecen a depósitos fluviales acumulados a lo largo del cauce del río Huallaga, conformada por gravas arenosas de forma redondeada y sub redondeadas, presentando boleos y cantos redondeados.

No presenta impurezas orgánicas, consecuentemente el material se clasifica según el sistema SUCS como GP-GM, según el sistema AASHTO como A-1-a (0).



FIGURA N° 4.6 VISTA PANORÁMICA DE LA CANTERA 121+300

- **CANTERA 104+520**

Ubicación: La cantera del km 103+000 se encuentra ubicada en la carretera Huánuco a Tingo María al lado derecho.

Descripción: Los materiales de la cantera km 103+000 es un material de cerro, conformada por material arcilloso.

4.1.3.3. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos estándar se han llevado a cabo a cargo del profesional responsable en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales de la UNIVERSIDAD DE HUANUCO.

Para determinar las propiedades índices y geotécnicas de las muestras se realizaron los siguientes ensayos de acuerdo a los procedimientos de la ASTM que se indican a continuación:

1. HUMEDAD NATURAL (NTP 339.127: 1998)
2. CUARTEO DE MUESTRAS (NTP 339.089: 1998)
3. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD D 2216
4. PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO D 2937
5. PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS D 854
6. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO D 422
7. LIMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD D 4318
8. ABRASIÓN (MÁQUINA DE LOS ÁNGELES) C 131-1996
9. EQUIVALENTE DE ARENA D 2419
10. PROCTOR MODIFICADO
11. CBR

4.1.4. MODELACIÓN DE MEZCLA

- **GRANULOMETRÍA DEL MATERIAL DE CANTERA**

Se tiene en cuenta que el material de cantera (gravoso) esté dentro de los parámetros según la norma del MTC, así como también de la cantera de material ligante.

X	CANTERA Km 97+300					
N° Tamiz	Diámetro	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	
3"	76.2	0	0.00	0.00	100.00	100
2 1/2"	63.5	0	0.00	0.00	100.00	
2"	50.8	0	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.1	0	0.00	0.00	100.00	
1"	25.4	1508	7.59	7.59	92.41	
3/4"	11.05	3152	15.87	23.46	76.54	
1/2"	12.7	3947	19.87	43.34	56.66	
3/8"	9.525	1095	5.51	48.85	51.15	
1/4"	6.35	0	0.00	48.85	51.15	
N° 4	4.76	1207	6.08	54.93	45.07	
N° 10	2	1114.064	5.61	60.54	39.46	
N° 20	0.84	1133.958	5.71	66.24	33.76	
N° 30	0.59	1054.382	5.31	71.55	28.45	
N° 40	0.426	915.124	4.61	76.16	23.84	
N° 50	0.297	1273.216	6.41	82.57	17.43	
N° 60	0.25	1233.43	6.21	88.78	11.22	
N° 100	0.149	318.30	1.60	90.38	9.62	
N° 200	0.074	716.184	3.61	93.99	6.01	
Cazoleta	0	1193.64	6.01	100.00	0.00	
TOTAL		19861.30	100.00			

- **MÓDULO GRANULOMÉTRICO**

	SUELO A	
	N° Tamiz	% Retenido Acumulado
*	1 1/2"	0.00
*	1"	7.59
*	3/4"	23.46
*	3/8"	48.85
*	4.00	54.93
*	10.00	60.54
*	40.00	76.16
*	200.00	93.99
	SUMATORIA % RETENIDO ACUMULADO	365.52
	MA	3.655161143

Cada material es separado según su porcentaje retenido acumulado entre 100, es decir que se utiliza el módulo granulométrico tanto del material gravoso como el ligante.

$$m = \frac{\sum \% \text{ Retenidos acumulados}}{100}$$

NOTA: No se suma el fondo.

- **MEZCLA SUELOS**

$$MGAX + MGBY = 375$$

$$X + Y = 100$$

La fórmula se basa en las proporciones de material partículas gruesas y finas de los áridos, donde el 375 es el ajuste estadístico por regresión y correlación para dos suelos.

X y Y son los porcentajes que deben de pesarse de partículas gruesas y partículas finas

MEZCLA DE DOS SUELOS						
3.65516	X	+	1.9256	Y	=	375
1	X	+	1	Y	=	100

Trabajando con matrices:

MATRIZ A			MATRIZ TRANSPUESTA A		
A =	3.655161	1.93	At =	3.655161143	1
	1	1		1.925566343	1
MATRIZ B					
B =	375				
	100				

Así como también que la rigidez (K=S) es la inversa de la flexibilidad (F):

$$S = F^{-1}$$

Por lo tanto basándose en las matrices anteriormente halladas se tiene que:

FLEXIBILIDAD [F]									
$F = [A \cdot A^t] =$		17.06801	5.5807275		=	2.9914982	mm/gr		
		5.580727	2						
RIGIDEZ [S]									
				Determinante =	2.9914982				
$S = [A \cdot A^t]^{-1} =$		1	2	-5.580727486	=	0.668561332	-1.865529299	=	0.3342807 gr/mm
		2.9914982	-5.580727486	17.06800872		-1.8655293	5.705505318		
DESPLAZAMIENTO [D]									
$D = [A^t \cdot B] =$									
3.655161	1	•	375	=	1470.685428	A =	1470.685428	mm	
1.925566	1		100		822.09	B =	822.09	mm	

Sabiendo que la mezcla es

$$R = K \cdot D$$

Donde: K = S = rigidez

D = desplazamiento

Nos da el

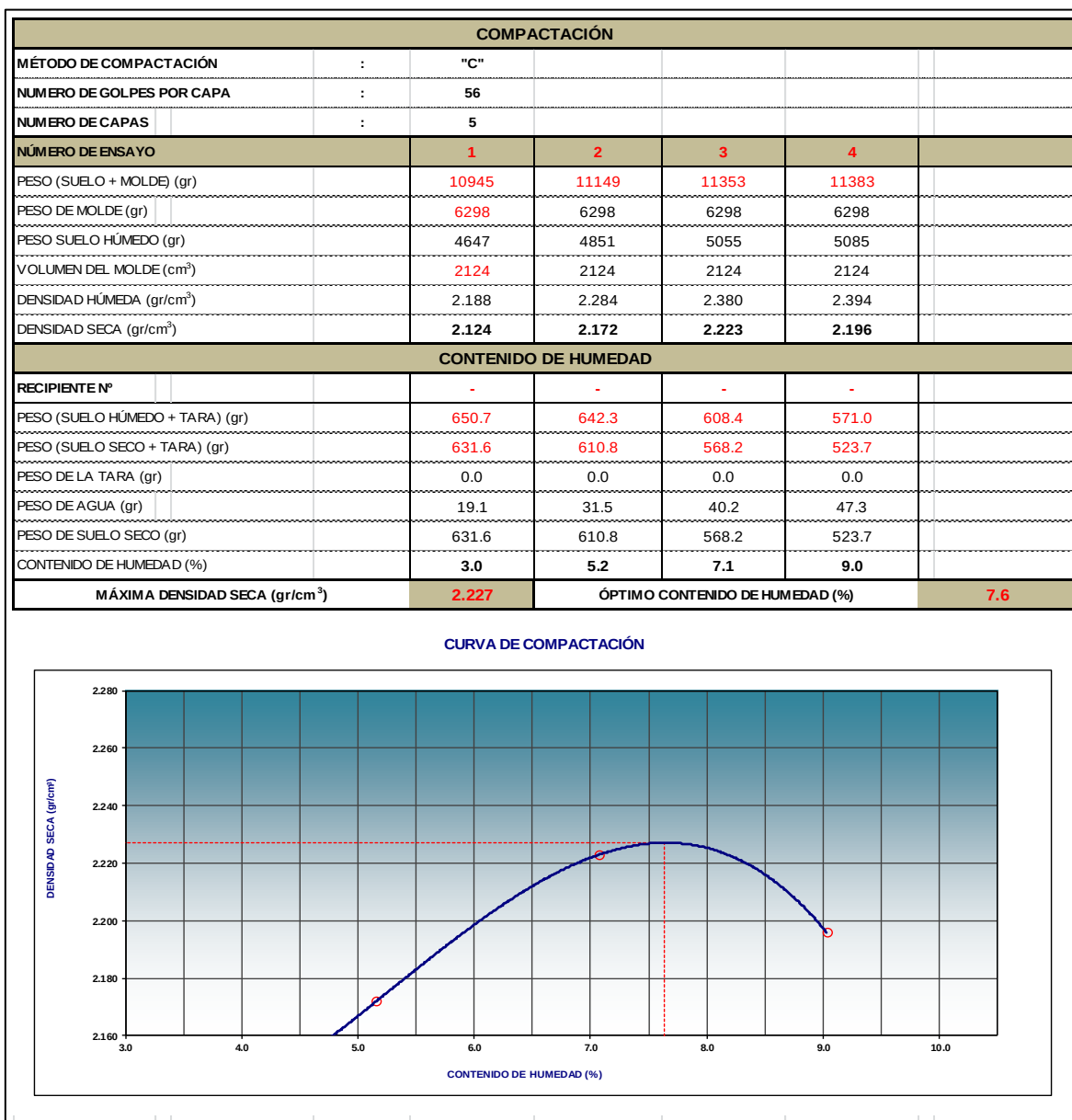
$$\left\{ \begin{array}{l} \% \text{ MGA} = \dots \\ \% \text{ MGB} = \dots \end{array} \right\}$$

% MEZCLA DE SUELO									
$R = [A^t \cdot A]^{-1} [A^t \cdot B] =$									
	3.6551611	1	3.655161143	1.93	=	14.36020298	8.0383		
	1.9255663	1	1	1		8.0383	4.7078		
	Determinante = 2.99149817								
	1	4.7078	-8.038255274	=	1.5737	-2.6870			
	2.991498	-8.0382553	14.36020298		-2.6870	4.8003			
	Determinante = 2.99149817								
	1.5737	-2.6870	1470.685428	=	105.483299	%	GRAVA		
	-2.6870	4.8003	822.09		-5.48329918	%	ARCILLA		100.00

Estos valores son los que se utilizan en la Combinación Binaria del Material, las cuales son verificadas las muestras con el ensayo de CBR.

4.1.5. COMBINACIÓN BINARIA Y ENSAYO DE CBR

Se realizan las combinaciones con los porcentajes calculados de cada muestra y posteriormente el ensayo de CBR de cada una de ellas.



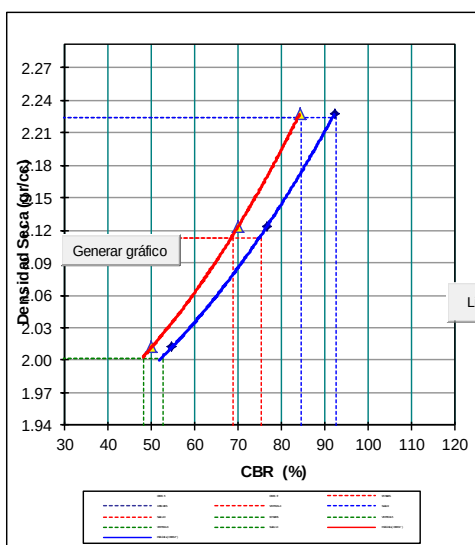
MAXIMA DENSIDAD SECA		2.227 g/cm ³		CAPACIDAD : 10000 Lbs.	
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		7.6 %		ANILLO : 1	

ENSAYO DE CBR						
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193						
Molde N°	28		29		30	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	13707		12353		12029	
Peso de molde (gr)	8684		7550		7492	
Peso del suelo húmedo (gr)	5023		4803		4537	
Volumen del molde (cm ³)	2099		2100		2097	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.393		2.287		2.164	
Humedad (%)	7.59		7.69		7.56	
Densidad seca (gr/cm ³)	2.224		2.124		2.012	
Tarro N°	-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	610.6		663.8		589.1	
Tarro + Suelo seco (gr)	567.5		616.4		547.7	
Peso del Agua (gr)	43.1		47.4		41.4	
Peso del tarro (gr)	0.0		0.0		0.0	
Peso del suelo seco (gr)	567.5		616.4		547.7	
Humedad (%)	7.6		7.7		7.6	
Promedio de Humedad (%)	7.6		7.7		7.6	

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO											

PENETRACION													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 28				MOLDE N° 29				MOLDE N° 30			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		42	185			35	154			25	110		
0.050		125	551			104	459			74	326		
0.075		221	977			184	813			131	578		
0.100	70.310	275	1217	1167.7	84.2	229	1012	972.09	70.1	164	724	693.77	50.1
0.150		361	1600			301	1332			215	950		
0.200	105.68	426	1890	1922.6	92.3	355	1573	1599.35	76.8	254	1123	1140.38	54.7
0.250		532	2365			443	1966			316	1399		
0.300		596	2653			497	2208			355	1573		
0.400													
0.500													

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

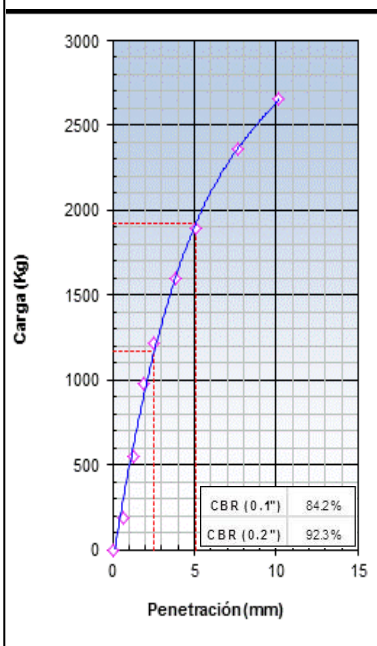
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 84.6	0.2": 92.7
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 68.9	0.2": 75.4

Datos del Proctor

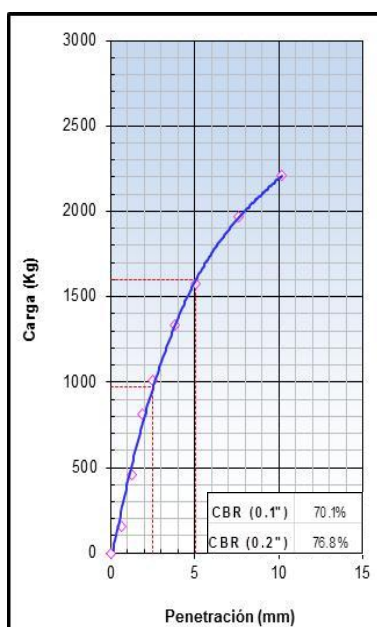
Densidad Seca	2.227	gr/cc
Optimo Humedad	7.6	%

OBSERVACIONES:

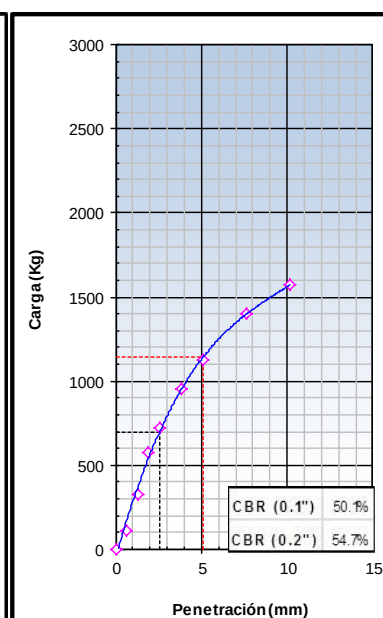
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

PARA LA HIPÓTESIS GENERAL

- **Hi:** La Capacidad de Soporte del Afirmado de la carretera Bella – Inti, distrito Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado – Huánuco mejorará mediante el Análisis y Diseño de Mezcla Binaria de Material de Cantera.

Según los resultados obtenidos en campo y laboratorio, mediante los ensayos respectivos, especialmente de la capacidad de soporte (CBR), se analizó y diseñó mezclas binarias para mejorar el afirmado de la de la carretera Bella – Inti, distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- **CAPACIDAD DE SOPORTE DEL ACTUAL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA -INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO**

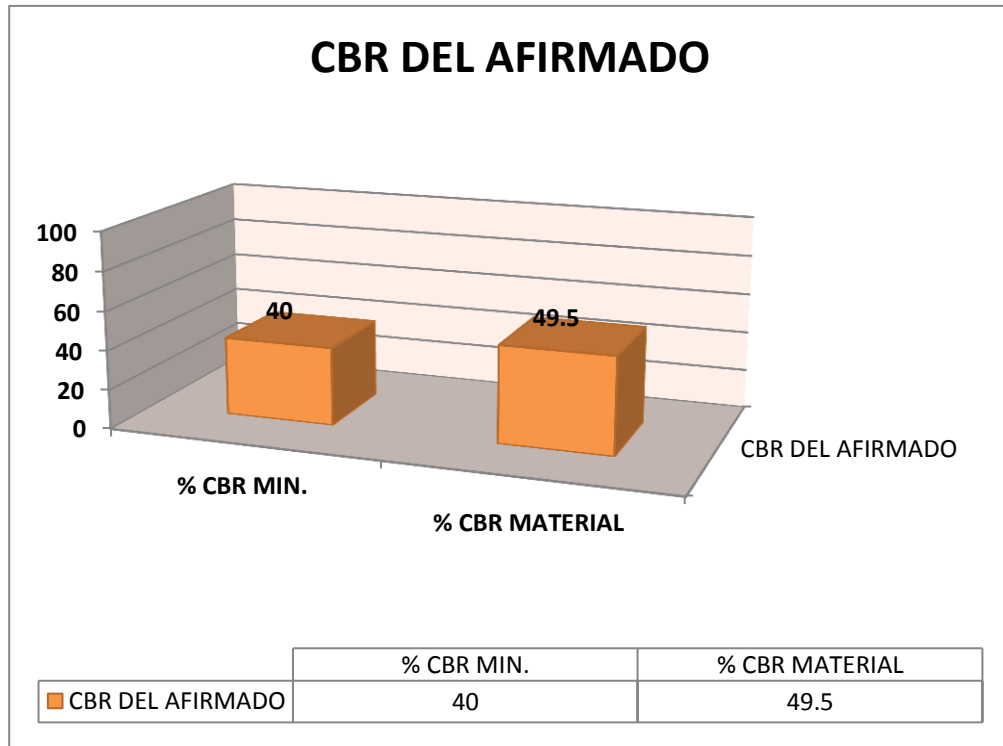


GRÁFICO N° 5.1 CBR EL ACTUAL MATERIAL DE AFIRMADO Y EL MÍNIMO PERMITIDO

Se puede observar que la capacidad de soporte del actual afirmado es superior pero cercano al mínimo establecido en las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción del Manual de Carreteras EG-2013 (49.5% > 40%).

- **ENSAYO DE LOS MATERIALES DE CANTERAS A UTILIZARSE PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO**

Con los ensayos realizados se pudo constatar que las canteras en estudio si cumplen con los parámetros requeridos según las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción del Manual de Carreteras EG-2013.

Resultados de los ensayos más significativos son:

Análisis Granulométrico de los materiales de canteras mencionadas cumplen con las características granulométricas de un material de afirmado.

Tamiz	Porcentaje que pasa					
	A-1	A-2	C	D	E	F
50 mm (2")	100	—				
37,5 mm (1½")	100	—				
25 mm (1")	90-100	100	100	100	100	100
19 mm (¾")	65-100	80-100				
9,5 mm (¾")	45-80	65-100	50-85	60-100		
4,75 mm (N.º 4)	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
2,0 mm (N.º 10)	22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
425 µm (N.º 40)	15-35	20-45	15-30	25-45	20-50	30-70
75 µm (N.º 200)	5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

Fuente: AASHTO M-147

TABLA N° 5.1 LÍMITES GRANULOMÉTRICOS ESPECIFICADOS PARA MATERIAL DE AFIRMADO

MALLA	CANTERA 97+300	CANTERA 119+800	CANTERA 120+300
1 1/2"	100	100	100
1"	92.4	94	95.2
3/4"	76.6	82.1	78.7
3/8"	51.2	62.4	56.5
#4	45.2	43.8	50.1
#10	39.5	37.5	46.7
#40	23.9	21.8	22.7
#200	6	5.8	6.1

TABLA N° 5.2 GRANULOMETRÍA DE LAS CANTERAS

En la tabla N° 5.2 se puede constatar que las canteras cumplen con la granulometría requerida en la tabla N° 5.1.

La capacidad de soporte de los materiales de cantera a utilizarse para mezcla **(CBR: 40% mín. (MTC E 132))**:

Km 97+300	CBR: 73.1%
Km 119+800	CBR: 71.5%
Km 121+300	CBR: 70.5%

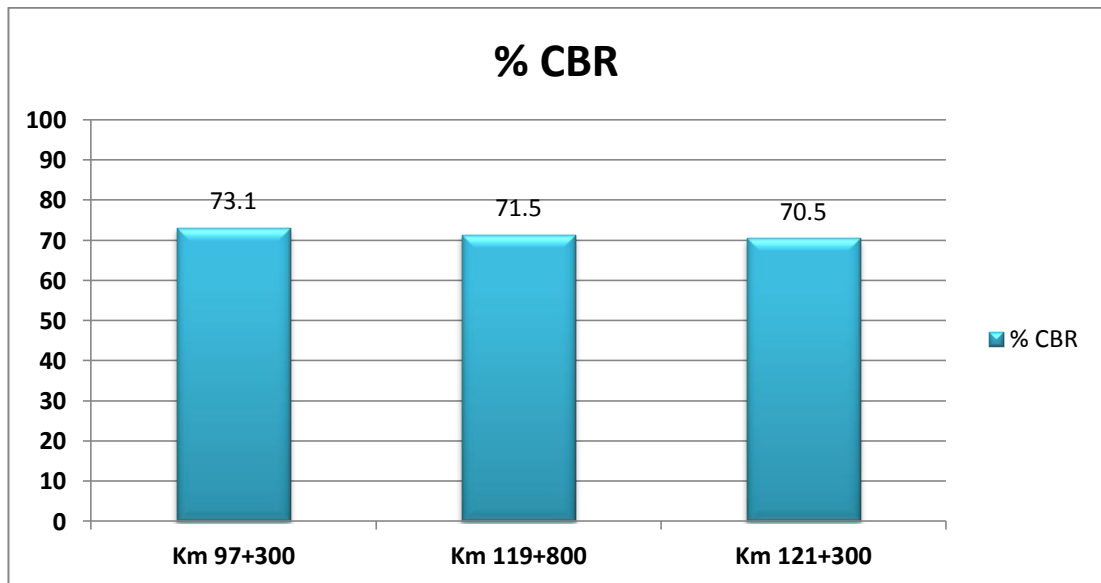


GRÁFICO N° 5.2 COMPARACIÓN DE CBR DE MATERIALES DE CANTERA

El Ensayo de Abrasión (Maquina de los Ángeles) de los materiales de cantera a utilizarse para mezcla **(Desgaste Los Ángeles: 50% máx. (MTC E 207))**:

Km 97+300	% Desgaste: 20.4%
Km 119+800	% Desgaste: 22.1%
Km 121+300	% Desgaste: 24.0%

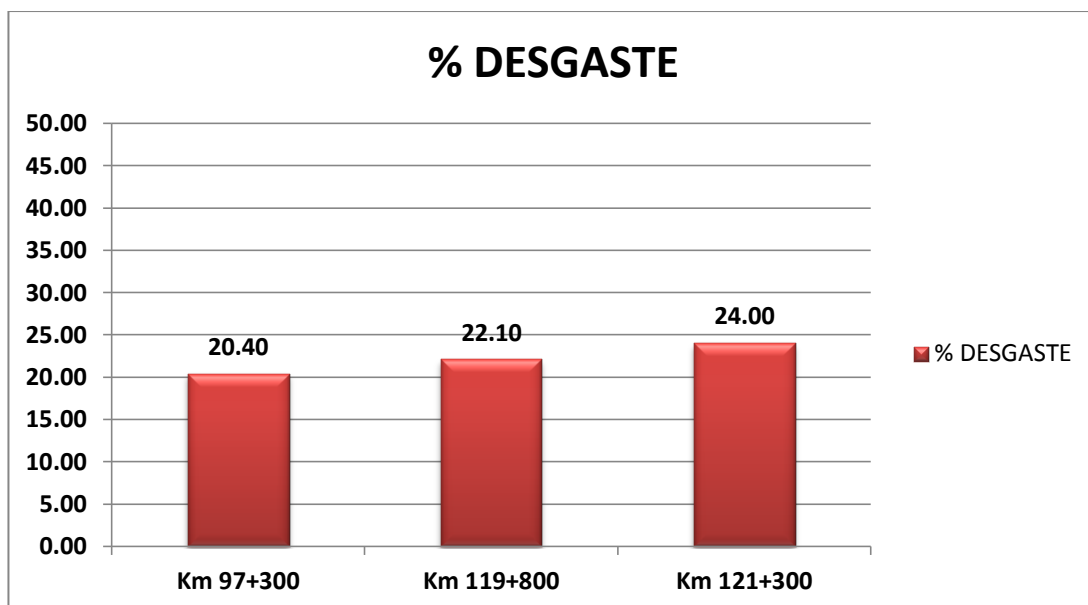


GRÁFICO N° 5.3 COMPARACIÓN DE ENSAYO DE ABRASIÓN DE MATERIALES DE CANTERA

Límites de Atterberg del material de cantera a utilizarse para mezcla
(Límite Líquido: 35% máx. (MTC E 110), Índice de Plasticidad: 4-9%
(MTC E 111)):

Km 104+520	% Límite Líquido:	28.86
	% Índice de Plasticidad:	7.04

- **DISEÑO LA MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO**

MEZCLA N°01:	Km 97+300	61.7 %
	Km 104+520	38.3 %
MEZCLA N°02:	Km 119+800	64.4 %
	Km 104+520	35.6 %
MEZCLA N°03:	Km 121+300	66.4 %
	Km 104+520	33.6 %

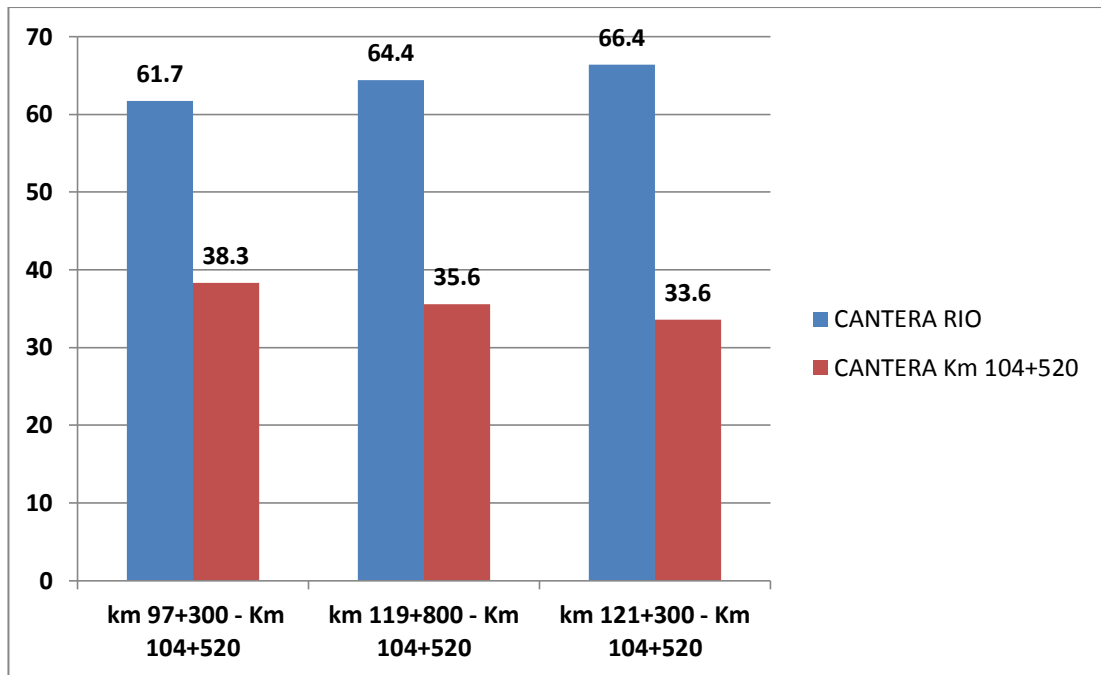


GRÁFICO N° 5.4 COMPARACIÓN DE PROPORCIONES DE MATERIALES DE CANTERA

- **ANÁLISIS DE LA MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO**

La mezcla binaria de materiales de diferentes canteras nos proporciona una mejor capacidad de soporte (CBR).

Así tenemos los resultados que nos dieron al realizar el ensayo de dichas mezclas:

Km 97+300 – Km 104+520	CBR: 84.6%
Km 119+800 – Km 104+520	CBR: 81.4%
Km 121+300 – Km 104+520	CBR: 78.4%

En el grafico N° 5.5 se puede observar que los CBR de las mezclas son superior al 40% mínimo que te especifica la norma y que el mejor material combinado es del km 97+300 con el del Km 104+520 porque nos proporciona un CBR de 84.6%.

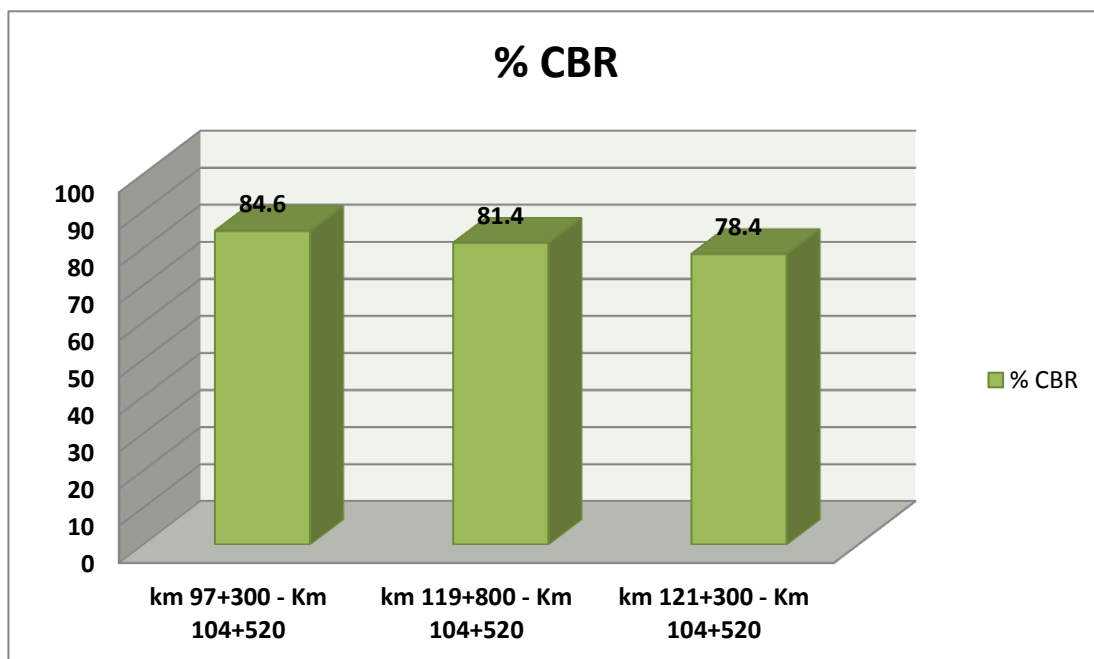
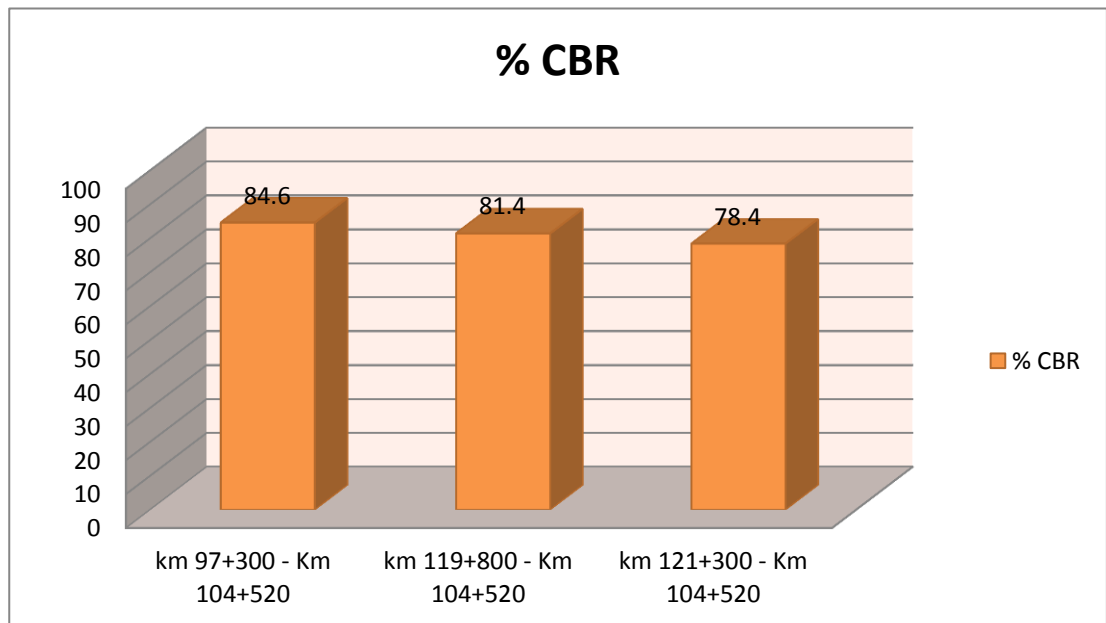


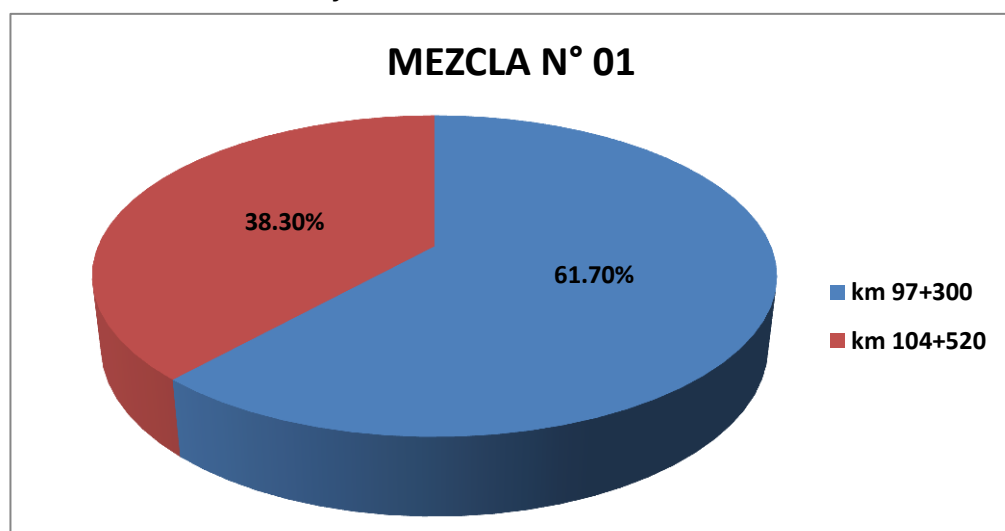
GRÁFICO N° 5.5 CBR DE LOS MATERIALES DE CANTERAS COMBINADAS

CONCLUSIONES

- Las Capacidades de Soporte del Afirmado de la Carretera Bella-Inti, Distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco mejoradas mediante el Análisis y Diseño de Mezclas Binarias de Material de Cantera, son superiores al mínimo establecido en las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción del Manual de Carreteras EG-2013 (CBR mín. > 40%).



- La mejor Mezcla Binaria de Material de Cantera para el Mejoramiento de la Capacidad de Soporte del Afirmado de la Carretera Bella-Inti, Distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco; es la Mezcla N° 01 cuyo CBR = 84.6%, con porcentajes de mezcla del km 97+300 = 61.70% y km 104+520 = 38.30%.



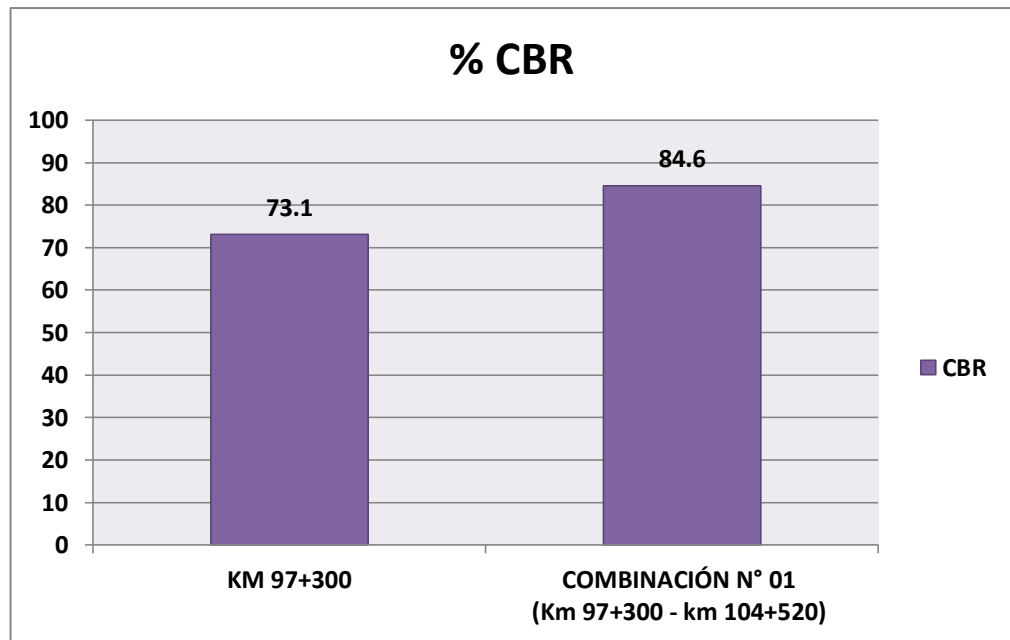
- La capacidad de soporte del afirmado de la carretera mejora considerablemente al realizar la Mezcla Binaria de materiales de cantera:

Km 97+300

C.B.R = 73.1%

Km 97+300 – Km 104+520

C.B.R = 84.6%



- El CBR del actual material de afirmado utilizado en la carretera es de un 49.5%. Además de ello presenta un espesor que varía de 0.08m a 0.20m, producto del desgaste y baja resistencia del material, donde cuyo espesor mínimo debiese de ser de 0.15m.

RECOMENDACIONES

- El material de cantera debe estar en los límites de la curva granulometría del uso que se va a dar a estas, en ésta investigación se usó la curva granulométrica para material de afirmado AASHTO M – 147.
- Al existir pocos depósitos naturales de material que tiene una gradación ideal, donde el material sin procesar se puede utilizar directamente, es necesario zarandear el material para obtener la granulometría especificada. En general los materiales serán agregados procedentes de excavaciones o canteras o podrán provenir de la trituración de rocas y gravas, también podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias.
- Como superficie de rodadura, un afirmado sin suficientes finos, está expuesto a perderse, porque es inestable. Por lo que se requiere un porcentaje limitado pero suficiente de materiales finos y plásticos, que cumplan con la función de aglutinar para estabilizar la mezcla de gravas. Al utilizar la modelación matemática para mezclas binarias poseen una constante fija, cuyo resultado es de ensayos anteriores; por ende solo se puede realizar entre dos tipos de muestras, realizando una verificación con el CBR.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Manual de Carreteras; Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG 2013 (MTC)
- Manual de Carreteras; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2013 (MTC)
- <http://gis.proviasnac.gob.pe/Expedientes/2012/LP008/Vol%201%20-%20Estudio%20Canteras%20FA.pdf>
- <https://es.scribd.com/doc/142822808/Elaboracion-Capa-de-Afirmado>
- Diseño De La Carretera San Bartolo, Maraypata, Agua Santa, Distrito De Santo Tomas - Provincia De Luya – Amazonas; Choctalin Tuesta Eleyser & Guevara Trujillo Jakelin
- Instituto Nacional de Vías, Artículo 311-07
- Universidad Nacional de Ingeniería FIC – CISMID, Ing. Luis Chang Chang
- Clasificación de Suelos y Agregados para la Construcción de Vías, Grupo de Geotécnia, Facultad de Minas
- Vías En Afirmado, Ing. Fernando Sánchez Sabogal
- Manual Para El Diseño De Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen De Tránsito (MTC)

ANEXO

ANEXO A: CONTEO VEHICULAR

FECHA: 07 hasta el 13 de Diciembre del 2016

RESULTADOS DEL CONTEO VEHICULAR

DIA	HORA	AUTOS					CAMIONETAS		MICROBUS		BUS	CAMION 2 EJES		CAMION 3 EJES	TOTAL
															
Lunes	6 am - 8 am	160	14	8	0	4	2	188							188
	12 m - 2 pm	80	4	8	0	3	3	98							98
	4 pm - 6 pm	30	9	2	1	4	3	49							49
		270	27	18	1	11	8								
Martes	6 am - 8 am	140	17	7	0	4	3	171							171
	12 m - 2 pm	175	7	3	1	2	3	191							191
	4 pm - 6 pm	83	13	1	0	1	2	100							100
		398	37	11	1	7	8								
Miercoles	6 am - 8 am	101	11	6	0	3	4	125							125
	12 m - 2 pm	74	16	3	3	3	4	103							103
	4 pm - 6 pm	64	10	0	0	2	3	79							79
		239	37	9	3	8	11								
Jueves	6 am - 8 am	93	19	10	0	6	1	129							129
	12 m - 2 pm	81	14	4	3	2	2	106							106
	4 pm - 6 pm	78	16	2	1	3	0	100							100
		252	49	16	4	11	3								
Viernes	6 am - 8 am	90	15	7	0	4	0	116							116
	12 m - 2 pm	76	18	5	1	1	2	103							103
	4 pm - 6 pm	30	11	10	1	2	2	56							56
		196	44	22	2	7	4								
Sabado	6 am - 8 am	79	10	7	0	4	1	101							101
	12 m - 2 pm	76	9	6	1	2	0	94							94
	4 pm - 6 pm	60	6	2	1	2	2	73							73
		215	25	15	2	8	3								
Domingo	6 am - 8 am	63	8	3	0	3	0	77							77
	12 m - 2 pm	40	5	2	0	0	2	49							49
	4 pm - 6 pm	38	4	3	1	1	0	47							47
		141	17	8	1	4	2								

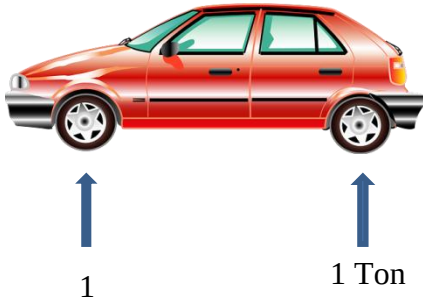
INDICE MEDIO DIARIO

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en los Sentidos por Día						TOTAL SEMANA	IMD _s	F.C.E	IMD _a
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo			
Autos	270	398	239	252	196	215	141	244	0.8382444	205
Camionetas	27	37	37	49	44	25	17	34	0.8382444	28
Microbus	18	11	9	16	22	15	8	14	0.83412371	12
Bus	1	1	3	4	2	2	1	2	0.83412371	2
Camión 2 Ejes	11	7	8	11	7	8	4	8	0.83412371	7
Camión 3 Ejes	8	8	11	3	4	3	2	6	0.83412371	5
TOTAL	335	462	307	335	275	268	173	308		259
PORCENTAJE(%)	15.55%	21.44%	14.25%	15.55%	12.76%	12.44%	8.03%	100.00%		

ANEXO B: CÁLCULO DE ESAL'S DE CADA VEHÍCULO

1. Automóvil

Eje delantero simple: 1Ton → 2.2 Kip



$$2 \rightarrow 0.00018$$

$$2.2 \rightarrow x_1$$

$$4 \rightarrow 0.00209$$

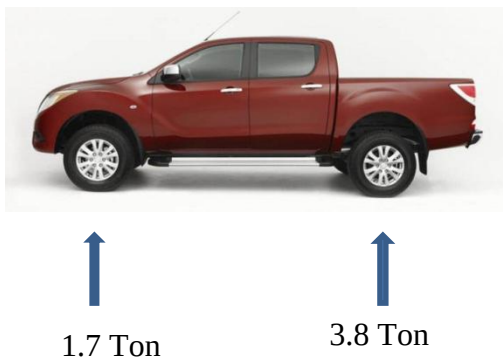
$$x_1 = 0.00037$$

$$x_T = 2x_1 = 0.00074$$

Factor del automóvil = 0.00074

2. Camioneta

Eje delantero simple: 1.7 → 3.74Kip



$$2 \rightarrow 0.00018$$

$$3.74 \rightarrow x_1$$

$$4 \rightarrow 0.00209$$

$$x_1 = 0.00184$$

Eje delantero simple: 3.8 → 8.36Kip

$$8 \rightarrow 0.0343$$

$$8.36 \rightarrow x_1$$

$$10 \rightarrow 0.0877$$

$$x_2 = 0.04391$$

$$x_1 + x_2 = 0.00184 + 0.04391 = 0.04575$$

Factor de la camioneta = 0.04575

3. Combis



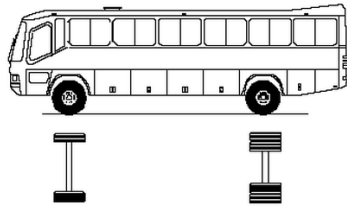
Factor de la combi = 0.04575

4. Mini band



Factor de la combi = 0.04575

5. Ómnibus B2



Eje delantero simple: 7Ton → 15.4 Kip

14 → 0.350

15.4 → x_1

16 → 0.623

$x_1 = 0.5411$



7 Ton

11 Ton

Eje posterior simple: 11Ton → 24.2 Kip

24 → 3.03

24.2 → x_2

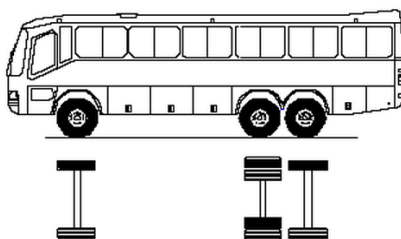
26 → 4.09

$x_2 = 3.136$

$x_1 + x_2 = 0.5411 + 3.136 = 3.6771$

Factor del omnibus = 3.6771

6. Ómnibus B3 - 1



Eje delantero simple: 7Ton → 15.4 Kip

14 → 0.350

15.4 → x_1

16 → 0.623

$x_1 = 0.5411$



7 Ton

16 Ton

Eje posterior tanden: 16 Ton → 35.2 Kip

34 → 1.095

35.2 → x_2

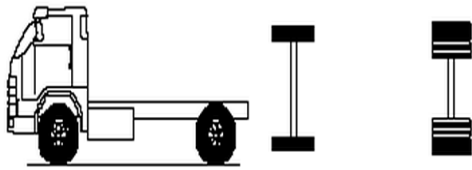
36 → 1.38

$x_2 = 1.266$

$x_1 + x_2 = 0.5411 + 1.266 = 1.8071$

Factor del omnibus = 1.8071

7. Camión – C2



Eje delantero simple: 7Ton → 15.4 Kip

$$14 \rightarrow 0.350$$

$$15.4 \rightarrow x_1$$

$$16 \rightarrow 0.623$$

$$x_1 = 0.5411$$



7 Ton

11 Ton

Eje posterior simple: 11Ton

→ 24.2 Kip

$$24 \rightarrow 3.03$$

$$24.2 \rightarrow x_2$$

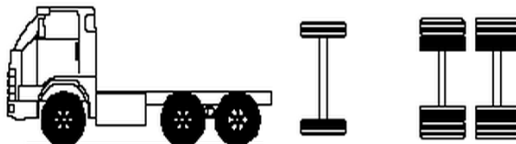
$$26 \rightarrow 4.09$$

$$x_2 = 3.136$$

$$x_1 + x_2 = 0.5411 + 3.136 = 3.6771$$

Factor del Ccamión = 3.6771

8. Camión C3



Eje delantero simple: 7Ton → 15.4 Kip

$$14 \rightarrow 0.350$$

$$15.4 \rightarrow x_1$$

$$16 \rightarrow 0.623$$

$$x_1 = 0.5411$$



7 Ton

18 Ton

Eje posterior tanden: 18 Ton →

39.6 Kip

$$38 \rightarrow 1.70$$

$$39.6 \rightarrow x_2$$

$$40 \rightarrow 2.08$$

$$x_2 = 2.004$$

$$x_1 + x_2 = 0.5411 + 2.004 = 2.5451$$

Factor del Camión = 2.5451

9. Semi Remolque T2S3



Eje delantero simple: 7Ton → 15.4 Kip

$$\begin{aligned} 14 &\rightarrow 0.338 \\ 15.4 &\rightarrow x_1 \\ 16 &\rightarrow 0.603 \\ x_1 &= 0.5235 \end{aligned}$$

Eje posterior tandem: 11 Ton → 24.2 Kip

$$\begin{aligned} 24 &\rightarrow 3.4 \\ 24.2 &\rightarrow x_2 \\ 26 &\rightarrow 4.77 \\ x_2 &= 3.537 \end{aligned}$$

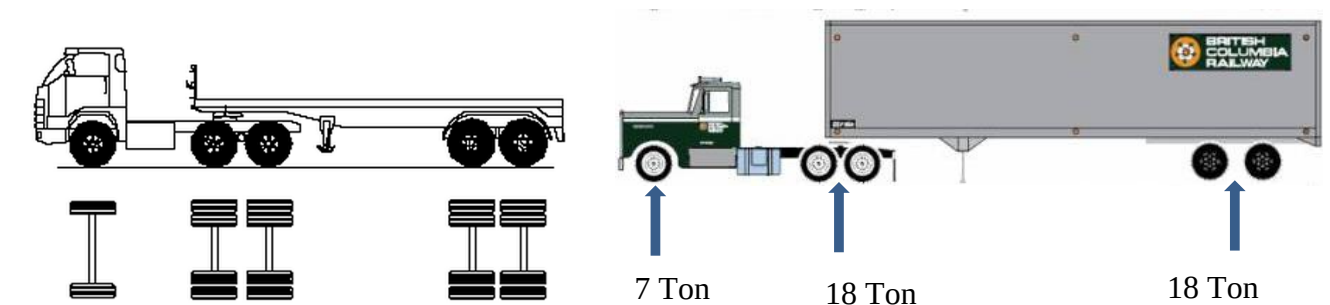
Eje posterior triden: 25Ton → 55 Kip

$$\begin{aligned} 54 &\rightarrow 1.66 \\ 55 &\rightarrow x_3 \\ 56 &\rightarrow 1.94 \\ x_3 &= 1.8 \end{aligned}$$

$$x_1 + x_2 + x_3 = 0.5235 + 3.537 + 1.8 = 5.8605$$

Factor del Semi Remolque = 5.8605

10. Semi Remolque T3S2



Eje delantero simple: 7Ton → 15.4 Kip

$$\begin{aligned} 14 &\rightarrow 0.338 \\ 15.4 &\rightarrow x_1 \\ 16 &\rightarrow 0.603 \\ x_1 &= 0.5235 \end{aligned}$$

Eje posterior tandem: 18 Ton → 39.6 Kip

$$38 \rightarrow 1.73$$

$$\begin{aligned}
 39.6 &\rightarrow x_2 \\
 40 &\rightarrow 2.16 \\
 x_2 &= 2.074
 \end{aligned}$$

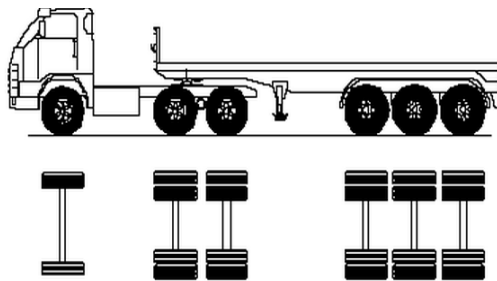
Eje posterior tanden: 18Ton → 39.6 Kip

$$x_3 = 2.074$$

$$x_1 + x_2 + x_3 = 0.5235 + 2(2.074) = 4.6715$$

Factor del Semi Remolque = 4.6715

11. Semi Remolque T3S3



Eje delantero simple: 7Ton → 15.4 Kip

$$\begin{aligned}
 14 &\rightarrow 0.338 \\
 15.4 &\rightarrow x_1 \\
 16 &\rightarrow 0.603 \\
 x_1 &= 0.5235
 \end{aligned}$$



7 Ton

18 Ton

25 Ton

Eje posterior tanden: 18Ton →

39.6 Kip

$$\begin{aligned}
 38 &\rightarrow 1.73 \\
 39.6 &\rightarrow x_2 \\
 40 &\rightarrow 2.16 \\
 x_2 &= 2.074
 \end{aligned}$$

Eje posterior triden: 25Ton →

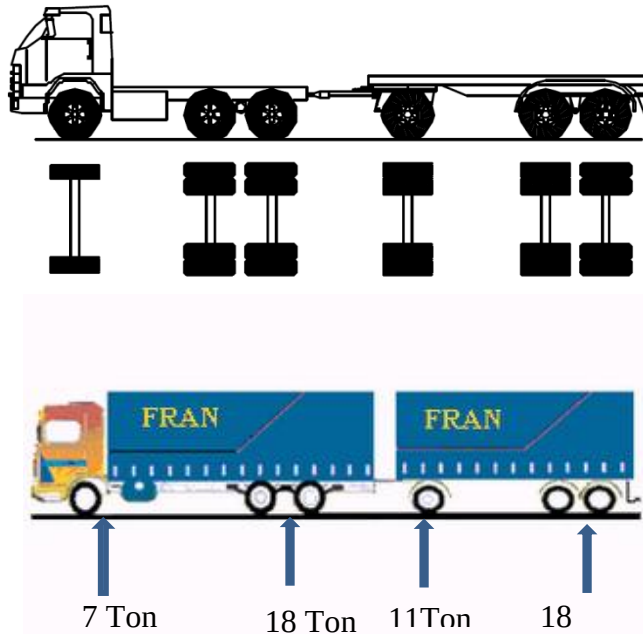
55 Kip

$$\begin{aligned}
 54 &\rightarrow 1.66 \\
 55 &\rightarrow x_3 \\
 56 &\rightarrow 1.94 \\
 x_3 &= 1.8
 \end{aligned}$$

$$x_1 + x_2 + x_3 = 0.5235 + 2.074 + 1.8 = 4.3975$$

Factor del Semi Remolque = 4.3975

12. Remolque C2R2



Eje delantero simple: 7Ton → 15.4 Kip

$$14 \rightarrow 0.338$$

$$15.4 \rightarrow x_1$$

$$16 \rightarrow 0.603$$

$$x_1 = 0.5235$$

Eje posterior simple: 11Ton → 24.2 Kip

$$24 \rightarrow 3.4$$

$$24.2 \rightarrow x_2$$

$$26 \rightarrow 4.77$$

$$x_2 = 3.537$$

Eje posterior simple remolque: 11Ton → 24.2 Kip

$$x_3 = 3.537$$

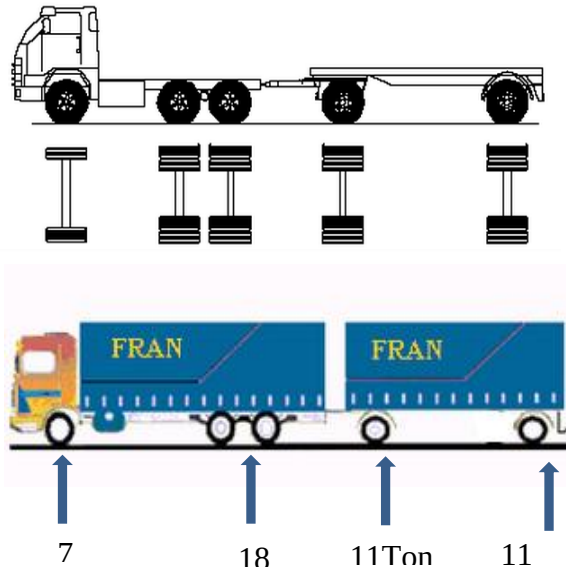
Eje posterior simple remolque: 11Ton → 24.2 Kip

$$x_4 = 3.537$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 0.5235 + 3(3.537) = 11.1345$$

$$\text{Factor del Remolque} = 11.1345$$

13. Remolque C3R2



Eje delantero simple: **7Ton** → **15.4 Kip**

$$\begin{aligned} 14 &\rightarrow 0.338 \\ 15.4 &\rightarrow x_1 \\ 16 &\rightarrow 0.603 \\ x_1 &= \mathbf{0.5235} \end{aligned}$$

Eje posterior tanden: **18 Ton** → **39.6 Kip**

$$\begin{aligned} 38 &\rightarrow 1.73 \\ 39.6 &\rightarrow x_2 \\ 40 &\rightarrow 2.16 \\ x_2 &= \mathbf{2.074} \end{aligned}$$

Eje posterior simple remolque: **11Ton** → **24.2 Kip**

$$\begin{aligned} 24 &\rightarrow 3.4 \\ 24.2 &\rightarrow x_2 \\ 26 &\rightarrow 4.77 \\ x_3 &= \mathbf{3.537} \end{aligned}$$

Eje posterior simple remolque: **11Ton** → **24.2 Kip**

$$x_4 = \mathbf{3.537}$$

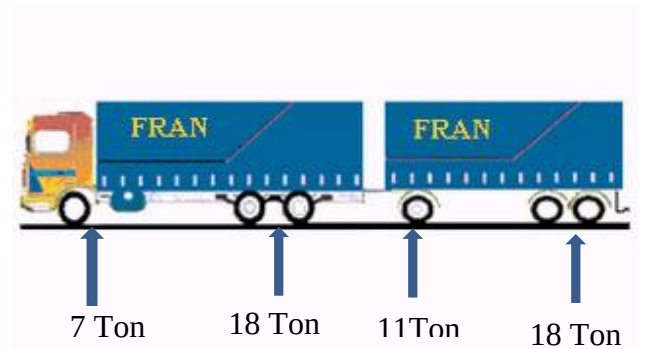
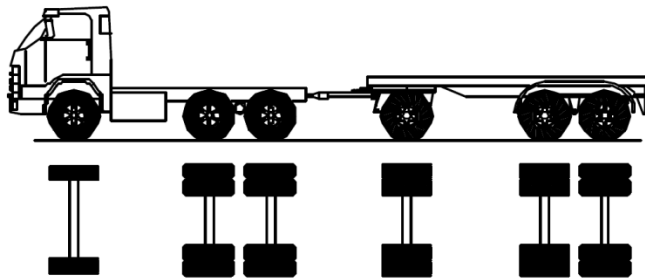
$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = \mathbf{0.5235 + 2.074 + 2(3.537) = 9.6715}$$

$$\text{Factor del Remolque} = \mathbf{9.6715}$$

ANEXO D: ESTUDIO DE CANTERAS

ANEXO E: DISEÑO DE MEZCLAS BINARIAS

14. Remolque C3R3



Eje delantero simple: 7Ton → 15.4 Kip

$$\begin{aligned} 14 &\rightarrow 0.338 \\ 15.4 &\rightarrow x_1 \\ 16 &\rightarrow 0.603 \\ x_1 &= \mathbf{0.5235} \end{aligned}$$

Eje posterior tandem: 18 Ton → 39.6 Kip

$$\begin{aligned} 38 &\rightarrow 1.73 \\ 39.6 &\rightarrow x_2 \\ 40 &\rightarrow 2.16 \\ x_2 &= \mathbf{2.074} \end{aligned}$$

Eje posterior simple remolque: 11Ton → 24.2 Kip

$$\begin{aligned} 24 &\rightarrow 3.4 \\ 24.2 &\rightarrow x_3 \\ 26 &\rightarrow 4.77 \\ x_3 &= \mathbf{3.537} \end{aligned}$$

Eje posterior tandem remolque: 18 Ton → 39.6 Kip

$$\begin{aligned} 38 &\rightarrow 1.73 \\ 39.6 &\rightarrow x_4 \\ 40 &\rightarrow 2.16 \\ x_4 &= \mathbf{2.074} \end{aligned}$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = \mathbf{0.5235 + 2(2.074) + 3.537 = 8.2085}$$

Factor del Remolque = 8.2085

ANEXO C: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS DE LA CARRETERA



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



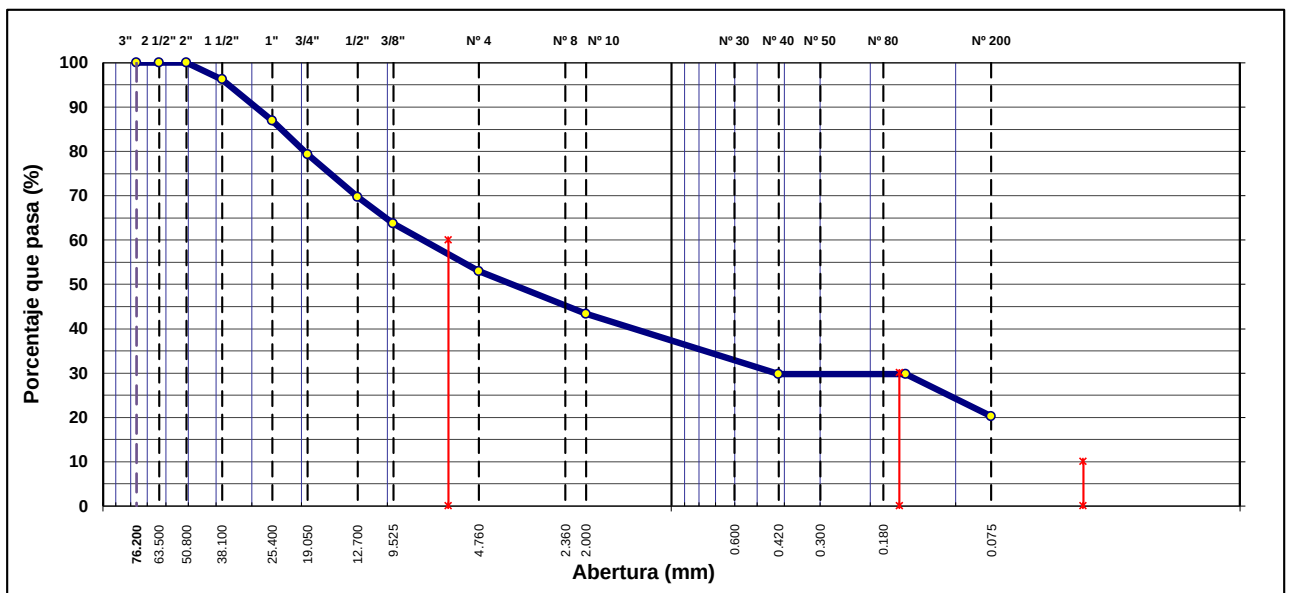
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMACO DE LA CARRETERA BELLA-	N° REGISTRO :
TESINA : INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA	TÉCNICO : M.P.P
MATERIAL : Carretera Bella - Inti	ING° RESP. :
CALICATA : 1	FECHA : 21/11/2016
MUESTRA : 1	HECHO POR : D.M.V
PROFUND. : 1.50 m	DEL KM :
CANTERA :	AL KM :
UBICACIÓN : S 9°19'19.01" W 76°1'58.29"	CARRIL : Plataforma

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200						PESO TOTAL	=	13,309.0	gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	10614.1	gr
2"	50.800				100.0		PESO FINO	=	803.0	gr
1 1/2"	38.100	502.0	3.8	3.8	96.2		LÍMITE LÍQUIDO	=	26.50	%
1"	25.400	1,237.0	9.3	13.1	86.9		LÍMITE PLÁSTICO	=	N.P.	%
3/4"	19.050	1,009.0	7.6	20.6	79.4		ÍNDICE PLÁSTICO	=	N.P.	%
1/2"	12.700	1,281.0	9.6	30.3	69.7		CLASF. AASHTO	=	A-1-b	(0)
3/8"	9.525	798.0	6.0	36.3	63.7		CLASF. SUCCS	=	GM	
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200	P.S.Seco	P.S.Lavado	% 200
# 4	4.760	1,433.0	10.8	47.0	53.0			13309.0	10614.1	20.2
# 8	2.360						% Grava	=	47.0	%
# 10	2.000	146.0	9.6	56.7	43.3		% Arena	=	32.7	%
# 30	0.600						% Fino	=	20.2	%
# 40	0.420	206.0	13.6	70.3	29.7		% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humedad
# 50	0.300							14161.0	13309.0	6.4%
# 80	0.180						OBSERVACIONES:			
# 100	0.150									
# 200	0.075	144.0	9.5	79.8	20.2					
< # 200	FONDO	307.0	20.2	100.0	0.0					
FRACCIÓN		803.0					Coef. Uniformidad	-		Índice de Consistencia
TOTAL		13,309.0					Coef. Curvatura	-		-
Descripción suelo: Grava limosa con arena							Pot. de Expansión	Bajo		-

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

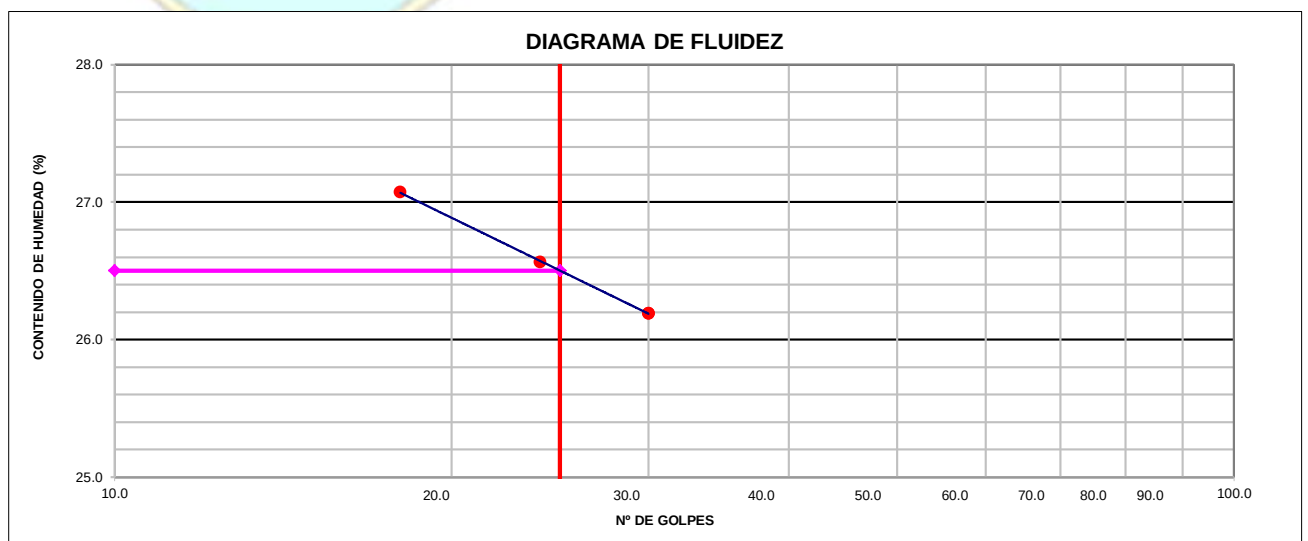
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



LÍMITES DE ATTERBERG			
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90			
OBRA	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADE DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		Nº REGISTRO : TÉCNICO : M.P.P
MATERIAL	Carretera Bella - Inti		INGº RESP. :
CALICATA	1	ESTRATO: 1	FECHA : 21/11/2016
MUESTRA	1		HECHO POR : D.M.V
PROFUND.	1.50 m		DEL KM :
CANTERA			AL KM :
UBICACIÓN	S 9°19'19.01" W 76°1'58.29"		CARRIL : Plataforma

LÍMITE LÍQUIDO			
Nº TARRO	5	6	11
TARRO + SUELO HÚMEDO	37.30	29.80	36.40
TARRO + SUELO SECO	32.40	26.40	33.10
AGUA	4.90	3.40	3.30
PESO DEL TARRO	14.30	13.60	20.50
PESO DEL SUELO SECO	18.10	12.80	12.60
% DE HUMEDAD	27.07	26.56	26.19
Nº DE GOLPES	18	24	30

LÍMITE PLÁSTICO			
Nº TARRO	8	12	
TARRO + SUELO HÚMEDO	37.70	35.40	
TARRO + SUELO SECO	30.10	32.30	
AGUA	7.60	3.10	
PESO DEL TARRO	15.40	19.40	
PESO DEL SUELO SECO	14.70	12.90	
% DE HUMEDAD	51.70	24.03	



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	26.50
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



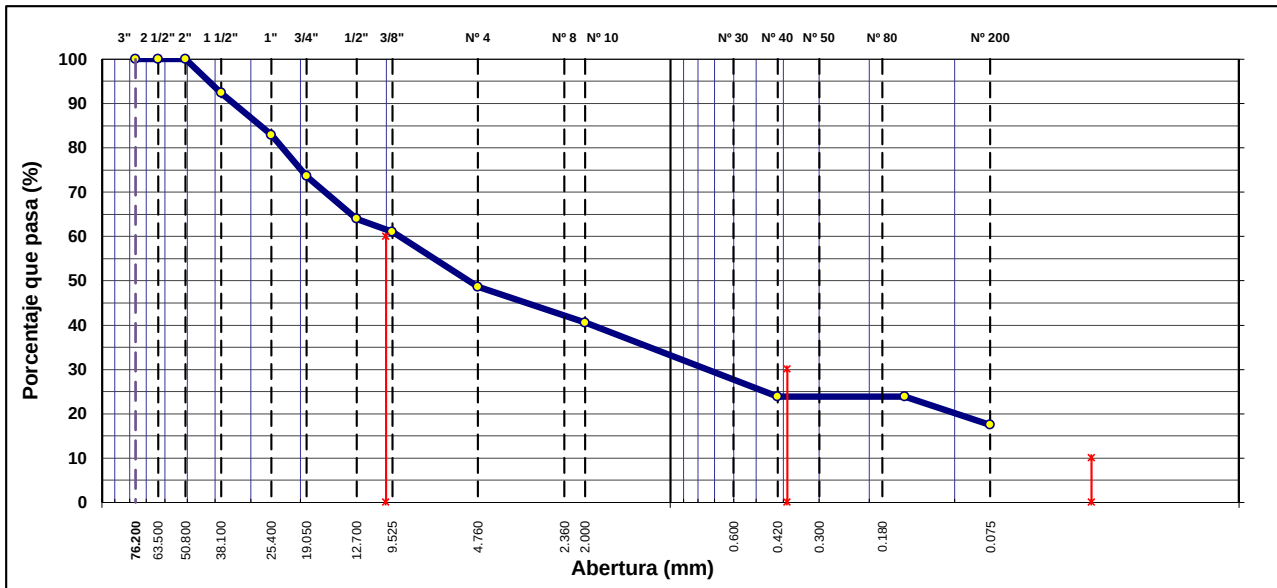
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESINA	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-				Nº REGISTRO	:	
	INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA				TÉCNICO	:	M.P.P
MATERIAL	Carretera Bella - Inti				FECHA	:	21/11/2016
CALICATA	:	1	ESTRATO:	1	HECHO POR	:	D.M.V
MUESTRA	:	2			DEL KM	:	
PROFUND.	:	1.50 m			AL KM	:	
CANTERA	:				CARRIL	:	Plataforma
UBICACIÓN	S 9°19'19.01" W 76°1'58.29"						

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200						PESO TOTAL	=	10,378.0	gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	8558.4	gr
2"	50.800				100.0		PESO FINO	=	949.0	gr
1 1/2"	38.100	789.0	7.6	7.6	92.4		LÍMITE LÍQUIDO	=	26.88	%
1"	25.400	984.0	9.5	17.1	82.9		LÍMITE PLÁSTICO	=	N.P.	%
3/4"	19.050	967.0	9.3	26.4	73.6		ÍNDICE PLÁSTICO	=	N.P.	%
1/2"	12.700	996.0	9.6	36.0	64.0		CLASF. AASHTO	=	A-1-b	(0)
3/8"	9.525	311.0	3.0	39.0	61.0		CLASF. SUCCS	=	GM	
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200	P.S.Seco.	P.S.Lavado	% 200
# 4	4.760	1,282.0	12.4	51.4	48.7			10378.0	8558.4	17.5
# 8	2.360						% Grava	=	51.4	%
# 10	2.000	158.0	8.1	59.5	40.6		% Arena	=	31.1	%
# 30	0.600						% Fino	=	17.5	%
# 40	0.420	325.0	16.7	76.1	23.9		% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humedad
# 50	0.300							10967.0	10378.0	5.7%
# 80	0.180						OBSERVACIONES:			
# 100	0.150									
# 200	0.075	124.0	6.4	82.5	17.5					
< # 200	FONDO	342.0	17.5	100.0	0.0					
FRACCIÓN		949.0					Coef. Uniformidad	-		Índice de Consistencia
TOTAL		10,378.0					Coef. Curvatura	-		-
Descripción suelo:		Grava limosa con arena					Pot. de Expansión	Bajo		-

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

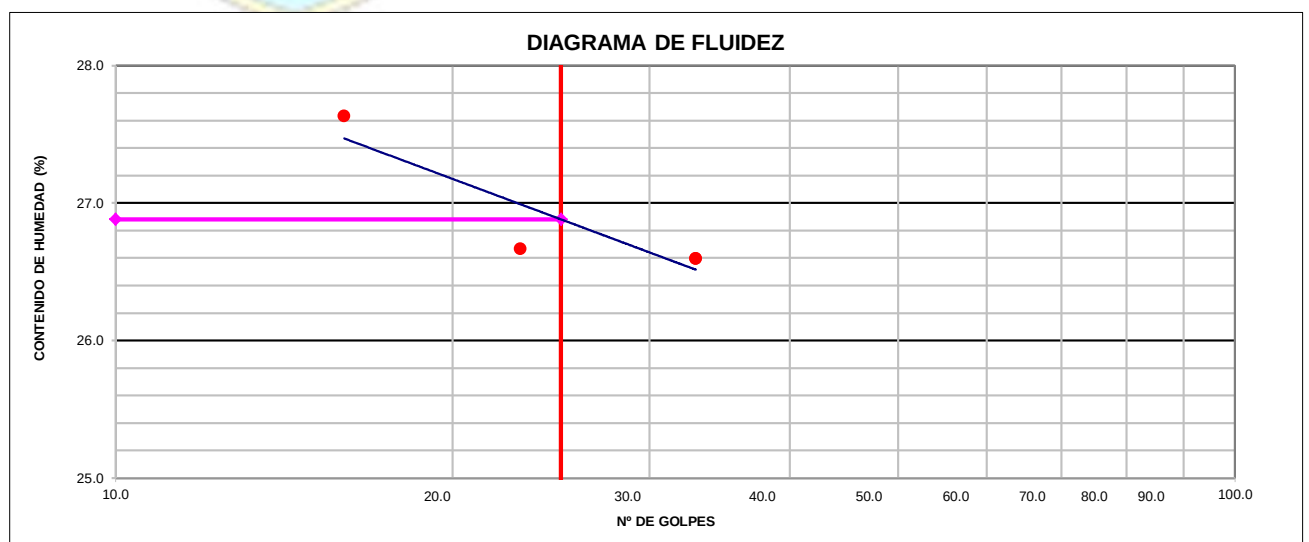
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



LÍMITES DE ATTERBERG			
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90			
OBRA : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		Nº REGISTRO : TÉCNICO : M.P.P	
MATERIAL : Carretera Bella - Inti	ESTRATO: 1		FECHA : 21/11/2016
CALICATA : 1			HECHO POR : D.M.V
MUESTRA : 2			DEL KM :
PROFUND. : 1.50 m			AL KM :
CANTERA :			CARRIL : Plataforma
UBICACIÓN : S 9°19'19.01" W 76°1'58.29"			

LÍMITE LÍQUIDO				
Nº TARRO	4	7	9	
TARRO + SUELO HÚMEDO	43.20	32.40	35.80	
TARRO + SUELO SECO	36.90	28.80	33.30	
AGUA	6.30	3.60	2.50	
PESO DEL TARRO	14.10	15.30	23.90	
PESO DEL SUELO SECO	22.80	13.50	9.40	
% DE HUMEDAD	27.63	26.67	26.60	
Nº DE GOLPES	16	23	33	

LÍMITE PLÁSTICO				
Nº TARRO	1	10		
TARRO + SUELO HÚMEDO	42.30	39.40		
TARRO + SUELO SECO	36.40	34.00		
AGUA	5.90	5.40		
PESO DEL TARRO	15.60	23.50		
PESO DEL SUELO SECO	20.80	10.50		
% DE HUMEDAD	28.37	51.43		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	26.88
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



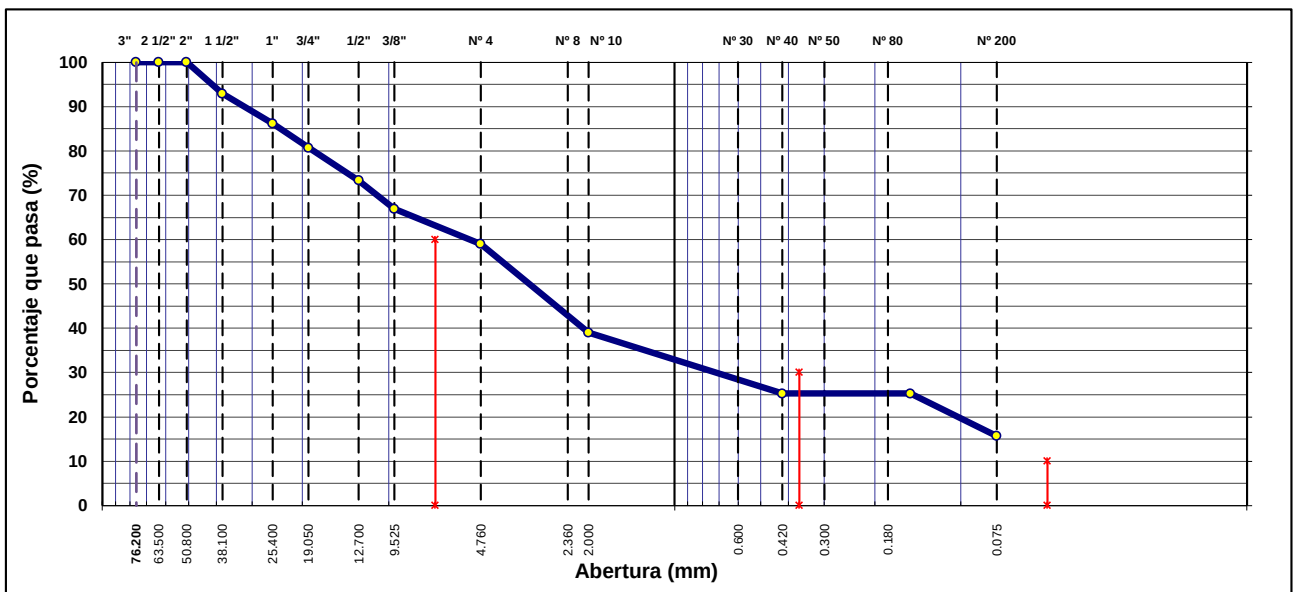
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA				Nº REGISTRO	:	
TESINA				TÉCNICO	:	M.P.P
MATERIAL	Carretera Bella - Inti					
CALICATA	: 1	ESTRATO:	1	FECHA	:	21/11/2016
MUESTRA	: 3			HECHO POR	:	D.M.V
PROFUND.	: 1.50 m			DEL KM	:	
CANTERA	:			AL KM	:	
UBICACIÓN	S 9°19'19.01" W 76°1'58.29"			CARRIL	:	Plataforma

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200						PESO TOTAL	=	15,302.0	gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	12901.3	gr
2"	50.800				100.0		PESO FINO	=	812.0	gr
1 1/2"	38.100	1,086.0	7.1	7.1	92.9		LÍMITE LÍQUIDO	=	26.20	%
1"	25.400	1,033.0	6.8	13.9	86.2		LÍMITE PLÁSTICO	=	N.P.	%
3/4"	19.050	832.0	5.4	19.3	80.7		ÍNDICE PLÁSTICO	=	N.P.	%
1/2"	12.700	1,129.0	7.4	26.7	73.3		CLASF. AASHTO	=	A-1-a	(0)
3/8"	9.525	984.0	6.4	33.1	66.9		CLASF. SUCCS	=	SM	
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200		P.S. Seco	P.S. Lavado
# 4	4.760	1,213.0	7.9	41.0	59.0			15302.0	12901.3	% 200
# 8	2.360						% Grava	=	41.0	%
# 10	2.000	275.0	20.0	61.0	39.0		% Arena	=	43.3	%
# 30	0.600						% Fino	=	15.7	%
# 40	0.420	189.0	13.7	74.7	25.3		% HUMEDAD		P.S.H.	P.S.S
# 50	0.300							16198.0	15302.0	% Humedad
# 80	0.180									
# 100	0.150						OBSERVACIONES:			
# 200	0.075	132.0	9.6	84.3	15.7					
< # 200	FONDO	216.0	15.7	100.0	0.0					
FRACCIÓN		812.0					Coef. Uniformidad	-		Índice de Consistencia
TOTAL		15,302.0					Coef. Curvatura	-		-
Descripción suelo: Arena limosa con grava							Pot. de Expansión	Bajo		-

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

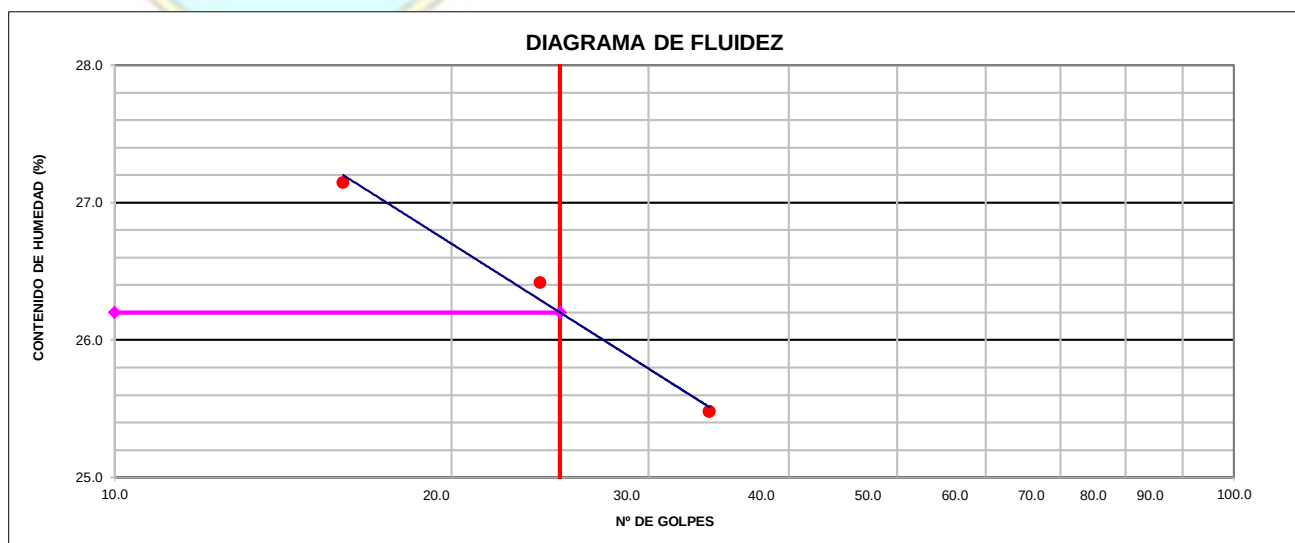
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



LÍMITES DE ATTERBERG			
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90			
OBRA	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADE DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		Nº REGISTRO : TÉCNICO : M.P.P
MATERIAL	Carretera Bella - Inti		FECHA : 21/11/2016
CALICATA	1	ESTRATO: 1	HECHO POR : D.M.V
MUESTRA	3		DEL KM :
PROFUND.	1.50 m		AL KM :
CANTERA			CARRIL : Plataforma
UBICACIÓN	S 9°19'19.01" W 76°1'58.29"		

LÍMITE LÍQUIDO				
Nº TARRO	5	6	11	
TARRO + SUELO HÚMEDO	32.10	33.70	40.20	
TARRO + SUELO SECO	28.30	29.50	36.20	
AGUA	3.80	4.20	4.00	
PESO DEL TARRO	14.30	13.60	20.50	
PESO DEL SUELO SECO	14.00	15.90	15.70	
% DE HUMEDAD	27.14	26.42	25.48	
Nº DE GOLPES	16	24	34	

LÍMITE PLÁSTICO				
Nº TARRO	8	12		
TARRO + SUELO HÚMEDO	32.80	35.60		
TARRO + SUELO SECO	29.30	30.40		
AGUA	3.50	5.20		
PESO DEL TARRO	15.40	19.40		
PESO DEL SUELO SECO	13.90	11.00		
% DE HUMEDAD	25.18	47.27		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	26.20
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería - E.A.P. Ingeniería Civil

TESINA:

MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI,
DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y
DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA:

BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

FECHA DE EXPLORACION: 21/11/2016

CALITACA N° : 1

PROFUNDIDAD: 1.50 m

ESTRATO N° : 1

MUESTRA N° : 1,2,3

LOCALIZACIÓN : S 9° 19' 19.01" W 76° 1' 58.29"

Análisis

NÚMERO DE ENSAYOS	M-1	M-2	M-3
Peso natural húmedo (gr)	14161	10967	16198
Peso natural seco (gr)	13309	10378	15302
Peso del agua (gr)	852	589	896
% de contenido de humedad	6.40%	5.68%	5.86%



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



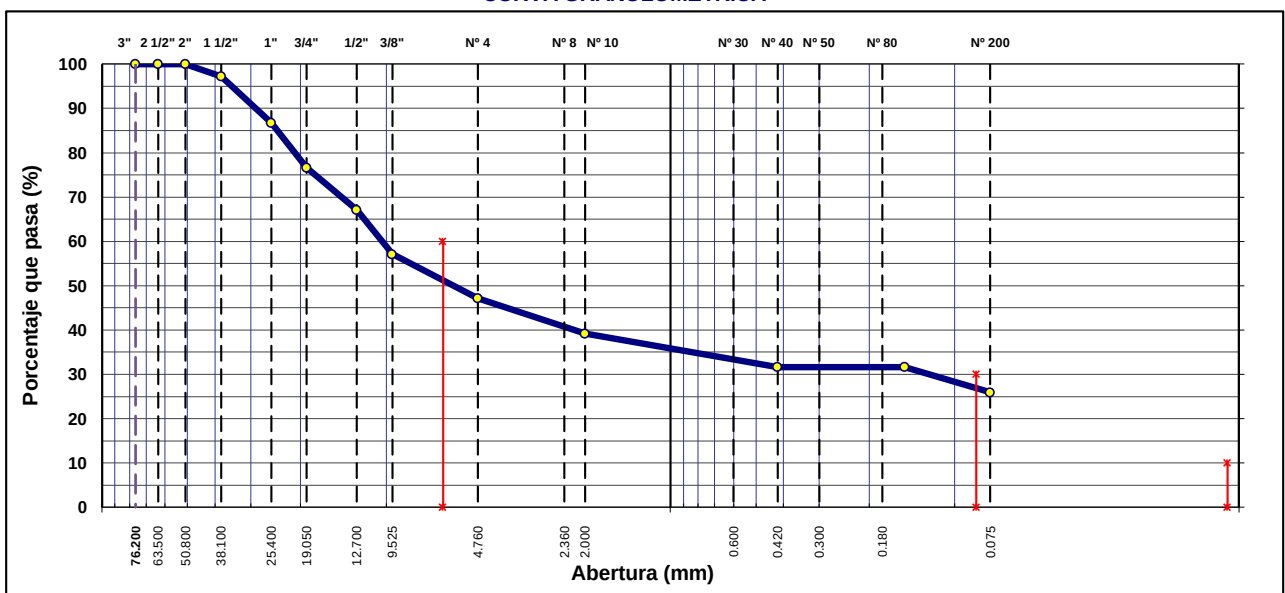
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA				N° REGISTRO : 1000	
--	--	--	--	--	--

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
3"	76.200						PESO TOTAL		=	9,817.0	gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO		=	7272.8	gr
2"	50.800				100.0		PESO FINO		=	812.0	gr
1 1/2"	38.100	269.0	2.7	2.7	97.3		LÍMITE LÍQUIDO		=	26.67	%
1"	25.400	1,037.0	10.6	13.3	86.7		LÍMITE PLÁSTICO		=	N.P.	%
3/4"	19.050	986.0	10.0	23.3	76.7		ÍNDICE PLÁSTICO		=	N.P.	%
1/2"	12.700	937.0	9.5	32.9	67.1		CLASF. AASHTO		=	A-1-b	(0)
3/8"	9.525	984.0	10.0	42.9	57.1		CLASF. SUCCS		=	GM	
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200	P.S.Seco.	P.S.Lavado	% 200	
# 4	4.760	972.0	9.9	52.8	47.2			9817.0	7272.8	25.9	
# 8	2.360						% Grava		=	52.8	%
# 10	2.000	138.0	8.0	60.8	39.2		%Arena		=	21.3	%
# 30	0.600						% Fino		=	25.9	%
# 40	0.420	129.0	7.5	68.3	31.7		% HUMEDAD		P.S.H.	P.S.S	% Humedad
# 50	0.300							10501.0	9817.0	7.0%	
# 80	0.180						OBSERVACIONES:				
# 100	0.150										
# 200	0.075	99.0	5.8	74.1	25.9						
< # 200	FONDO	446.0	25.9	100.0	0.0						
FRACCIÓN		812.0					Coef. Uniformidad		-	Índice de Consistencia	
TOTAL		9,817.0					Coef. Curvatura		-	-	
Descripción suelo:		Grava limosa con arena					Pot. de Expansión		Bajo	-	

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

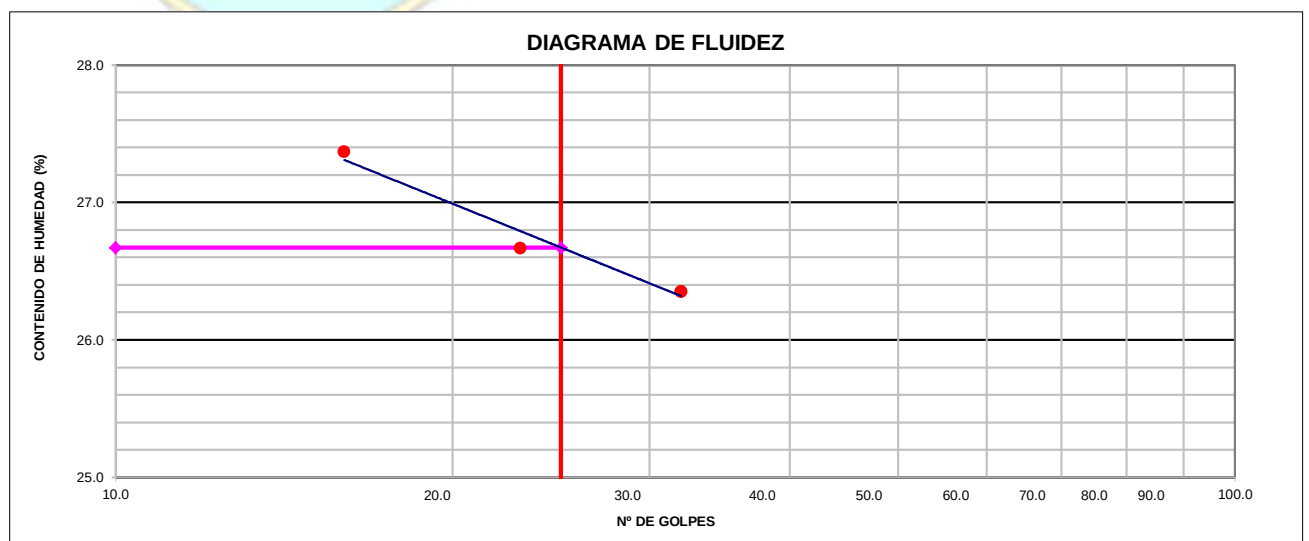
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



LÍMITES DE ATTERBERG			
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90			
OBRA	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		Nº REGISTRO :
MATERIAL	Carretera Bella - Inti		TÉCNICO : M.P.P
CALICATA	2	ESTRATO: 1	FECHA : 21/11/2016
MUESTRA	1		HECHO POR : D.M.V
PROFUND.	1.50 m		DEL KM :
CANTERA			AL KM :
UBICACIÓN	S 9°19'20.30" W 76°2'11.33"		CARRIL : Plataforma

LÍMITE LÍQUIDO			
Nº TARRO	5	6	11
TARRO + SUELO HÚMEDO	38.50	36.40	39.20
TARRO + SUELO SECO	33.30	31.60	35.30
AGUA	5.20	4.80	3.90
PESO DEL TARRO	14.30	13.60	20.50
PESO DEL SUELO SECO	19.00	18.00	14.80
% DE HUMEDAD	27.37	26.67	26.35
Nº DE GOLPES	16	23	32

LÍMITE PLÁSTICO			
Nº TARRO	8	12	
TARRO + SUELO HÚMEDO	43.70	38.50	
TARRO + SUELO SECO	36.10	34.20	
AGUA	7.60	4.30	
PESO DEL TARRO	15.40	19.40	
PESO DEL SUELO SECO	20.70	14.80	
% DE HUMEDAD	36.71	29.05	



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	26.67
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



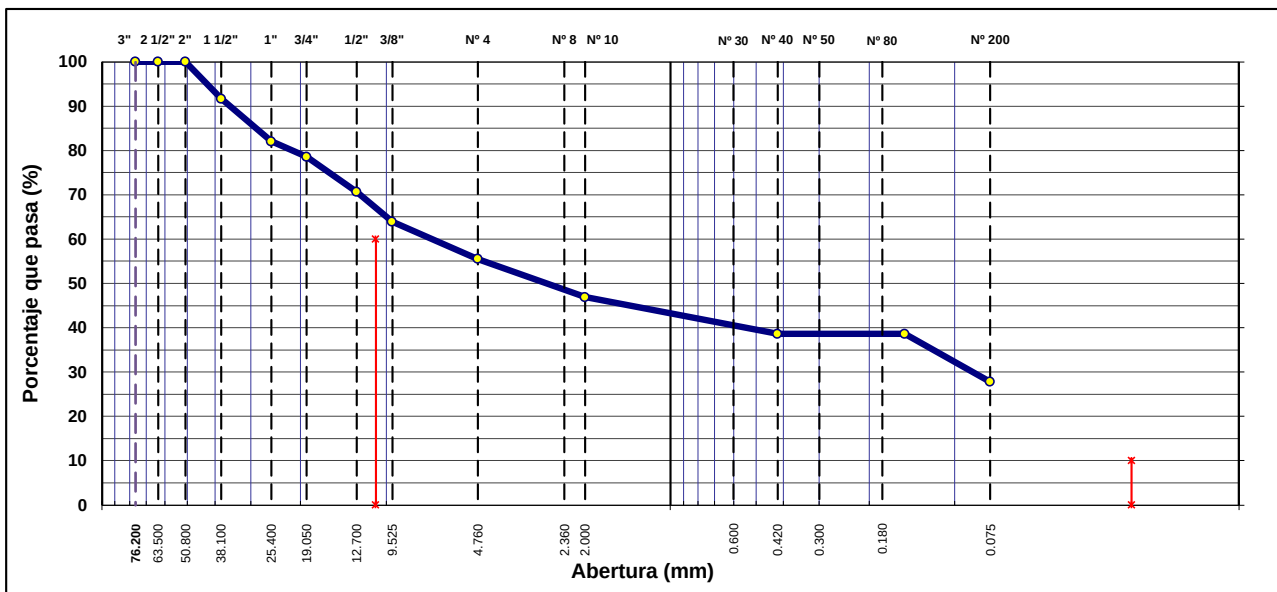
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMACO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA	N° REGISTRO : TÉCNICO : M.P.P
MATERIAL : Carretera Bella - Inti	FECHA : 21/11/2016
CALICATA : 2	HECHO POR : D.M.V
MUESTRA : 2	DEL KM : AL KM :
PROFUND. : 1.50 m	CARRIL : Plataforma
CANTERA : UBICACIÓN : S 9°19'20.30" W 76°2'11.33"	

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200						PESO TOTAL	=	10,378.0	gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	7488.3	gr
2"	50.800				100.0		PESO FINO	=	889.0	gr
1 1/2"	38.100	865.0	8.3	8.3	91.7		LÍMITE LÍQUIDO	=	26.76	%
1"	25.400	1,003.0	9.7	18.0	82.0		LÍMITE PLÁSTICO	=	N.P.	%
3/4"	19.050	354.0	3.4	21.4	78.6		ÍNDICE PLÁSTICO	=	N.P.	%
1/2"	12.700	827.0	8.0	29.4	70.6		CLASF. AASHTO	=	A-2-4	(0)
3/8"	9.525	697.0	6.7	36.1	63.9		CLASF. SUCCS	=	GM	
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200	P.S.Seco.	P.S.Lavado	% 200
# 4	4.760	872.0	8.4	44.5	55.5			10378.0	7488.3	27.8
# 8	2.360						% Grava	=	44.5	%
# 10	2.000	138.0	8.6	53.1	46.9		% Arena	=	27.7	%
# 30	0.600						% Fino	=	27.9	%
# 40	0.420	132.0	8.2	61.4	38.7		% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humedad
# 50	0.300							10967.0	10378.0	5.7%
# 80	0.180						OBSERVACIONES:			
# 100	0.150									
# 200	0.075	173.0	10.8	72.2	27.9					
< # 200	FONDO	446.0	27.8	100.0	0.0					
FRACCIÓN		889.0					Coef. Uniformidad	-		Índice de Consistencia
TOTAL		10,378.0					Coef. Curvatura	-		-
Descripción suelo: Grava limosa con arena							Pot. de Expansión	Bajo		-

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

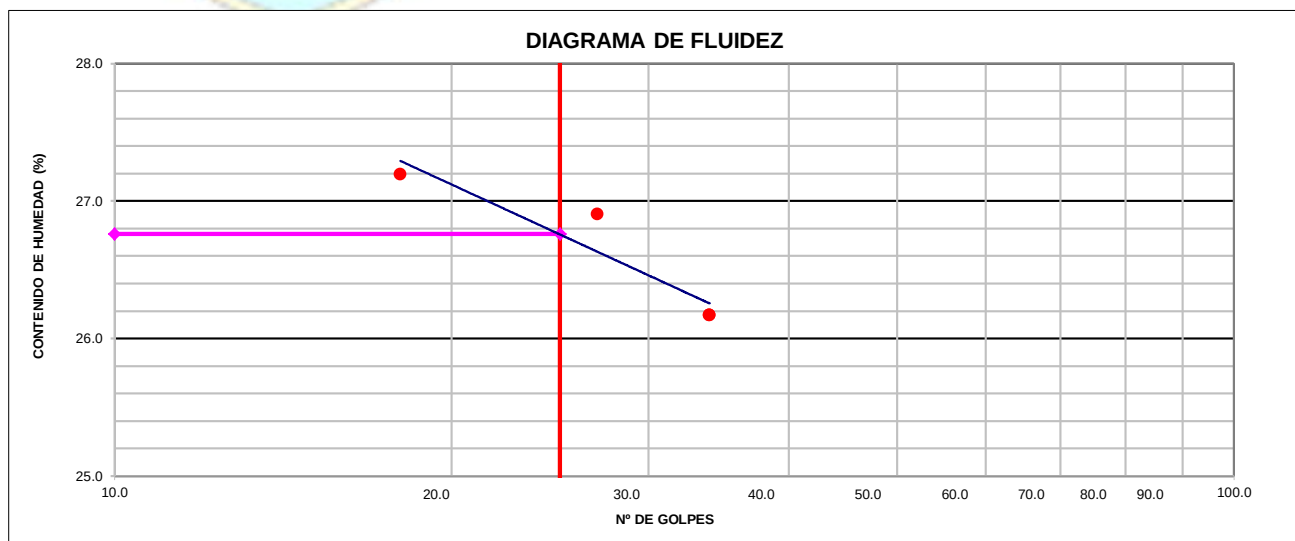
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



LÍMITES DE ATTERBERG			
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90			
OBRA	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		Nº REGISTRO :
MATERIAL	Carretera Bella - Inti		TÉCNICO : M.P.P
CALICATA	: 2	ESTRATO: 1	FECHA : 21/11/2016
MUESTRA	: 2		HECHO POR : D.M.V
PROFUND.	: 1.50 m		DEL KM :
CANTERA	:		AL KM :
UBICACIÓN	: S 9°19'20.30" W 76°2'11.33"		CARRIL : Plataforma

LÍMITE LÍQUIDO				
Nº TARRO	4	1	9	
TARRO + SUELO HÚMEDO	43.10	40.60	37.40	
TARRO + SUELO SECO	36.90	35.30	34.60	
AGUA	6.20	5.30	2.80	
PESO DEL TARRO	14.10	15.60	23.90	
PESO DEL SUELO SECO	22.80	19.70	10.70	
% DE HUMEDAD	27.19	26.90	26.17	
Nº DE GOLPES	18	27	34	

LÍMITE PLÁSTICO				
Nº TARRO	10	7		
TARRO + SUELO HÚMEDO	45.10	38.40		
TARRO + SUELO SECO	40.50	31.40		
AGUA	4.60	7.00		
PESO DEL TARRO	23.50	15.30		
PESO DEL SUELO SECO	17.00	16.10		
% DE HUMEDAD	27.06	43.48		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	26.76
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



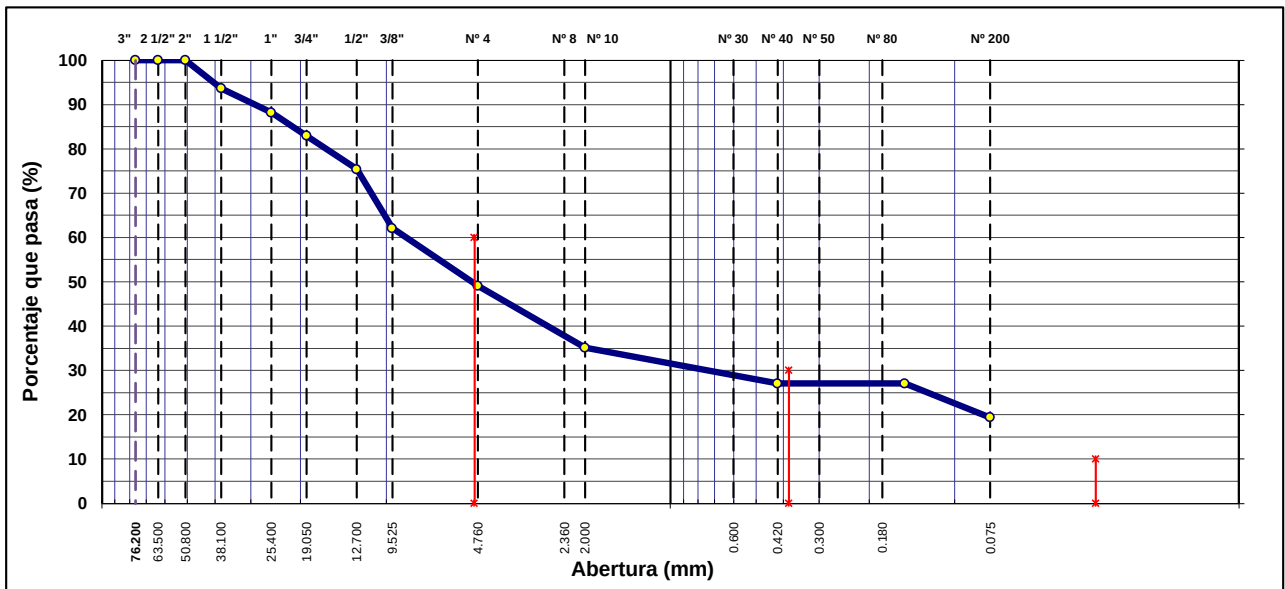
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESINA	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-				N° REGISTRO	:	13.096.0
	INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA				TÉCNICO	:	M.P.P
MATERIAL	Carretera Bella - Inti				FECHA	:	21/11/2016
CALICATA	:	2	ESTRATO:	1	HECHO POR	:	D.M.V
MUESTRA	:	3			DEL KM	:	
PROFUND.	:	1.50 m			AL KM	:	
CANTERA	:				CARRIL	:	Plataforma
UBICACIÓN	S 9°19'20.30" W 76°2'11.33"						

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200						PESO TOTAL	=	13.698.0	gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	11035.7	gr
2"	50.800				100.0		PESO FINO	=	861.0	gr
1 1/2"	38.100	867.0	6.3	6.3	93.7		LÍMITE LÍQUIDO	=	26.54	%
1"	25.400	756.0	5.5	11.9	88.2		LÍMITE PLÁSTICO	=	N.P.	%
3/4"	19.050	712.0	5.2	17.1	83.0		ÍNDICE PLÁSTICO	=	N.P.	%
1/2"	12.700	1,032.0	7.5	24.6	75.4		CLASF. AASHTO	=	A-1-b	(0)
3/8"	9.525	1,820.0	13.3	37.9	62.1		CLASF. SUCCS	=	GM	
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200	P.S.Seco.	P.S.Lavado	% 200
# 4	4.760	1,789.0	13.1	50.9	49.1			13698.0	11035.7	19.4
# 8	2.360						% Grava	=	50.9	%
# 10	2.000	244.0	13.9	64.8	35.2		% Arena	=	29.6	%
# 30	0.600						% Fino	=	19.4	%
# 40	0.420	142.0	8.1	72.9	27.1		% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humedad
# 50	0.300							14645.0	13698.0	6.9%
# 80	0.180						OBSERVACIONES:			
# 100	0.150									
# 200	0.075	134.0	7.6	80.6	19.4					
< # 200	FONDO	341.0	19.4	100.0	0.0					
FRACCIÓN		861.0					Coef. Uniformidad	-	Índice de Consistencia	
TOTAL		13,698.0					Coef. Curvatura	-	-	
Descripción suelo:		Grava limosa con arena					Pot. de Expansión	Bajo	-	

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

OBRA	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA : BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		Nº REGISTRO	:	
MATERIAL	: Carretera Bella - Inti		TÉCNICO	:	M.P.P
CALICATA	:	2	ESTRATO:	:	1
MUESTRA	:	3	FECHA	:	21/11/2016
PROFUND.	:	1.50 m	HECHO POR	:	D.M.V
CANTERA	:		DEL KM	:	
UBICACIÓN	:	S 9°19'20.30" W 76°2'11.33"	AL KM	:	
			CARRIL	:	Plataforma

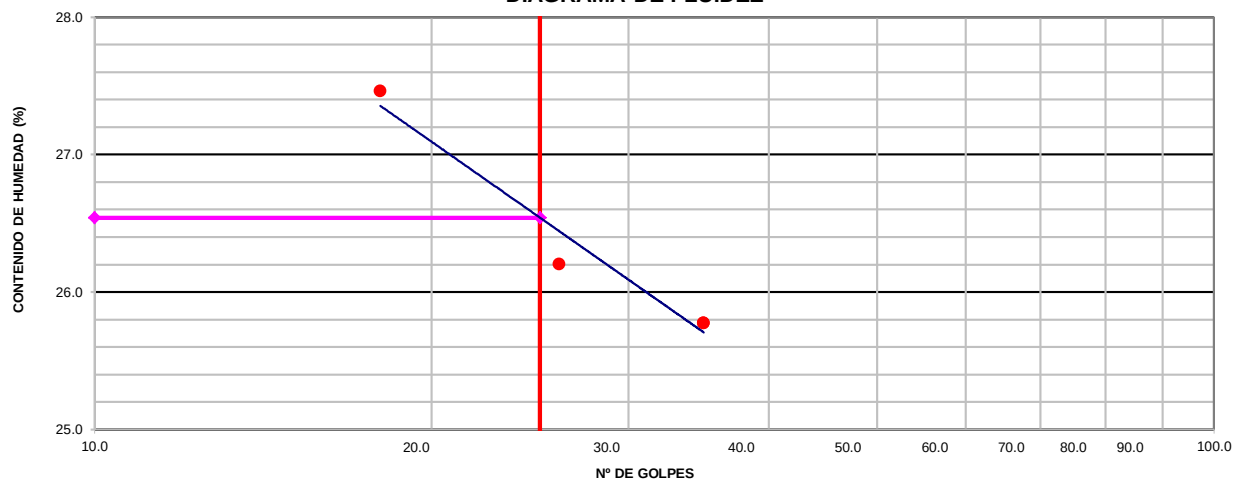
LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO	5	6	11	
TARRO + SUELO HÚMEDO	38.90	37.20	44.90	
TARRO + SUELO SECO	33.60	32.30	39.90	
AGUA	5.30	4.90	5.00	
PESO DEL TARRO	14.30	13.60	20.50	
PESO DEL SUELO SECO	19.30	18.70	19.40	
% DE HUMEDAD	27.46	26.20	25.77	
Nº DE GOLPES	18	26	35	

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO	8	12		
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.90	42.10		
TARRO + SUELO SECO	31.60	36.00		
AGUA	5.30	6.10		
PESO DEL TARRO	15.40	19.40		
PESO DEL SUELO SECO	16.20	16.60		
% DE HUMEDAD	32.72	36.75		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	26.54
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES

--



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería - E.A.P. Ingeniería Civil

TESINA: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI,
DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y
DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA
TESISTA: BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

FECHA DE EXPLORACION: 21/11/2016 **CALITACA N° :** 2
PROFUNDIDAD: 1.50 m **ESTRATO N° :** 1
MUESTRA N° : 1,2,3
LOCALIZACIÓN : S 9° 19' 20.30" W 76° 2' 11.33"

Análisis

NÚMERO DE ENSAYOS	M-1	M-2	M-3
Peso natural húmedo (gr)	10501	10032	14645
Peso natural seco (gr)	9817	9354	13698
Peso del agua (gr)	684	678	947
% de contenid de humedad	6.97%	7.25%	6.91%



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



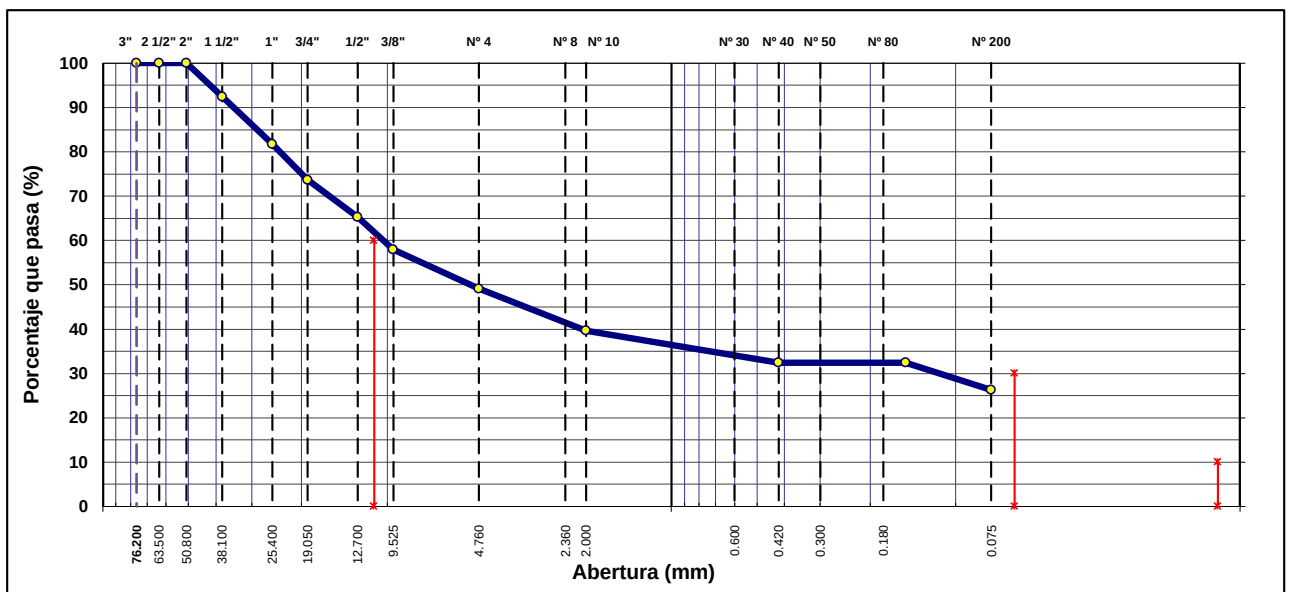
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA	Nº REGISTRO : TÉCNICO : M.P.P
MATERIAL : Carretera Bella - Inti	FECHA : 21/11/2016
CALICATA : 3	HECHO POR : D.M.V
MUESTRA : 1	DEL KM :
PROFUND. : 1.50 m	AL KM :
CANTERA :	CARRIL : Plataforma
UBICACIÓN : S 9°19'14.93" W 76°2'16.41"	

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200		0.0	0.0			PESO TOTAL	=	11.783.0	gr
2 1/2"	63.500		0.0	0.0			PESO LAVADO	=	8684.8	gr
2"	50.800				100.0		PESO FINO	=	822.0	gr
1 1/2"	38.100	891.0	7.6	7.6	92.4		LÍMITE LÍQUIDO	=	26.44	%
1"	25.400	1,261.0	10.7	18.3	81.7		LÍMITE PLÁSTICO	=	N.P.	%
3/4"	19.050	951.0	8.1	26.3	73.7		ÍNDICE PLÁSTICO	=	N.P.	%
1/2"	12.700	995.0	8.4	34.8	65.2		CLASF. AASHTO	=	A-2-4	(0)
3/8"	9.525	863.0	7.3	42.1	57.9		CLASF. SUCCS	=	GM	
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200	P.S.Seco.	P.S.Lavado	% 200
# 4	4.760	1,034.0	8.8	50.9	49.1			11783.0	8684.8	26.3
# 8	2.360						% Grava	=	50.9	%
# 10	2.000	158.0	9.4	60.3	39.7		% Arena	=	22.8	%
# 30	0.600						% Fino	=	26.3	%
# 40	0.420	121.0	7.2	67.5	32.5		% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humedad
# 50	0.300							12378.0	11783.0	5.0%
# 80	0.180						OBSERVACIONES:			
# 100	0.150									
# 200	0.075	103.0	6.2	73.7	26.3					
< # 200	FONDO	440.0	26.3	100.0	0.0					
FRACCIÓN		822.0					Coef. Uniformidad	-		Índice de Consistencia
TOTAL		11,783.0					Coef. Curvatura	-		-
Descripción suelo:		Grava limosa con arena					Pot. de Expansión	Bajo		-

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

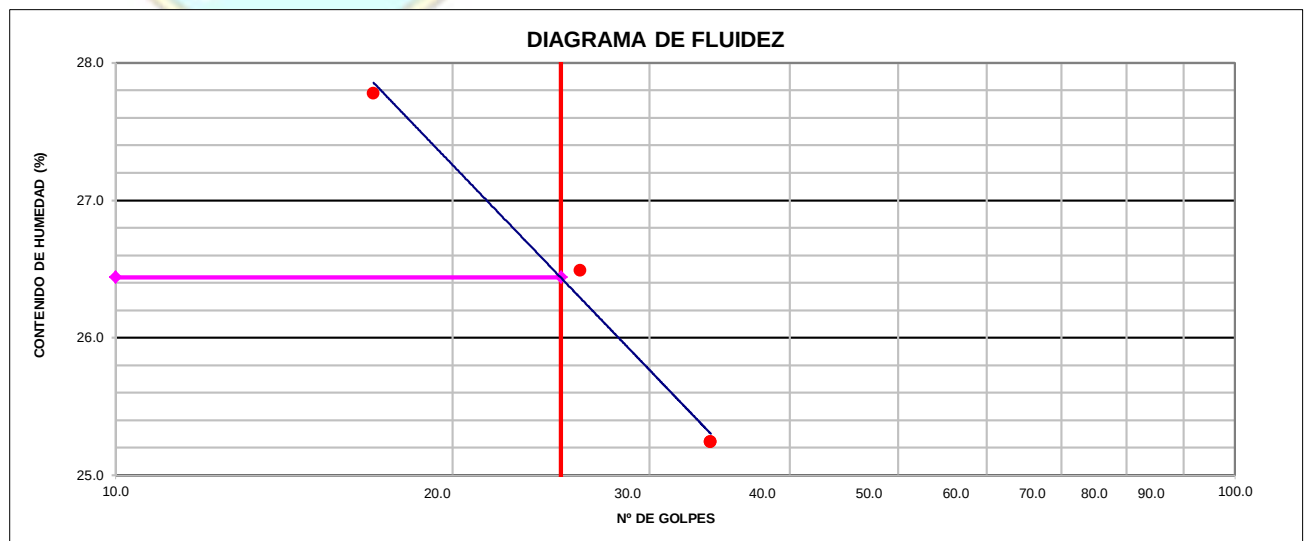
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



LÍMITES DE ATTERBERG			
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90			
OBRA	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		Nº REGISTRO :
MATERIAL	Carretera Bella - Inti		FECHA : 21/11/2016
CALICATA	3	ESTRATO: 1	HECHO POR : D.M.V
MUESTRA	1		DEL KM :
PROFUND.	1.50 m		AL KM :
CANTERA			CARRIL : Plataforma
UBICACIÓN	S 9°19'14.93" W 76°2'16.41"		

LÍMITE LÍQUIDO			
Nº TARRO	5	6	11
TARRO + SUELO HÚMEDO	39.60	32.70	33.40
TARRO + SUELO SECO	34.10	28.70	30.80
AGUA	5.50	4.00	2.60
PESO DEL TARRO	14.30	13.60	20.50
PESO DEL SUELO SECO	19.80	15.10	10.30
% DE HUMEDAD	27.78	26.49	25.24
Nº DE GOLPES	17	26	34

LÍMITE PLÁSTICO			
Nº TARRO	8	12	
TARRO + SUELO HÚMEDO	37.80	39.50	
TARRO + SUELO SECO	32.30	34.10	
AGUA	5.50	5.40	
PESO DEL TARRO	15.40	19.40	
PESO DEL SUELO SECO	16.90	14.70	
% DE HUMEDAD	32.54	36.73	



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	26.44
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



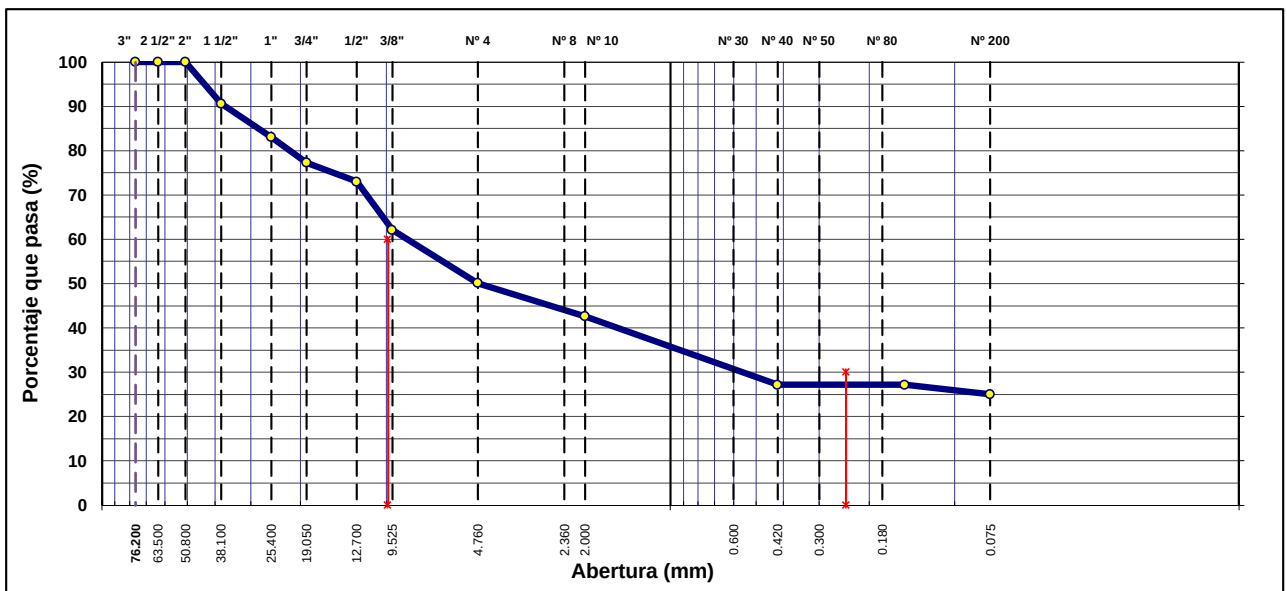
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA				N° REGISTRO : TÉCNICO : M.P.P	
MATERIAL : Carretera Bella - Inti				ING° RESP. : J.P.C	
CALICATA : 3		ESTRATO: 1		FECHA : 21/11/2016	
MUESTRA : 3		HECHO POR : D.M.V			
PROFUND. : 1.50 m		DEL KM :			
CANTERA :		AL KM :			
UBICACIÓN : S 9°19'14.93" W 76°2'16.41"		CARRIL : Plataforma			

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q° PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200		0.0	0.0			PESO TOTAL	=	12,431.0	gr
2 1/2"	63.500		0.0	0.0			PESO LAVADO	=	9323.3	gr
2"	50.800				100.0		PESO FINO	=	856.0	gr
1 1/2"	38.100	1,167.0	9.4	9.4	90.6		LÍMITE LÍQUIDO	=	25.64	%
1"	25.400	935.0	7.5	16.9	83.1		LÍMITE PLÁSTICO	=	N.P.	%
3/4"	19.050	722.0	5.8	22.7	77.3		ÍNDICE PLÁSTICO	=	N.P.	%
1/2"	12.700	533.0	4.3	27.0	73.0		CLASF. AASHTO	=	A-1-b	(0)
3/8"	9.525	1,359.0	10.9	37.9	62.1		CLASF. SUCCS	=	GM	
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200	P.S.Seco.	P.S.Lavado	% 200
# 4	4.760	1,485.0	12.0	49.9	50.1			12431.0	9323.3	25.0
# 8	2.360						% Grava	=	49.9	%
# 10	2.000	128.0	7.5	57.4	42.6		% Arena	=	25.1	%
# 30	0.600						% Fino	=	25.0	%
# 40	0.420	264.0	15.5	72.8	27.2		% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humedad
# 50	0.300							12986.0	12431.0	4.5%
# 80	0.180						OBSERVACIONES:			
# 100	0.150									
# 200	0.075	37.0	2.2	75.0	25.0					
< # 200	FONDO	427.0	25.0	100.0	0.0					
FRACCIÓN		856.0					Coef. Uniformidad	-	Índice de Consistencia	
TOTAL		12,431.0					Coef. Curvatura	-		
Descripción suelo: Grava limosa con arena							Pot. de Expansión	Bajo		

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

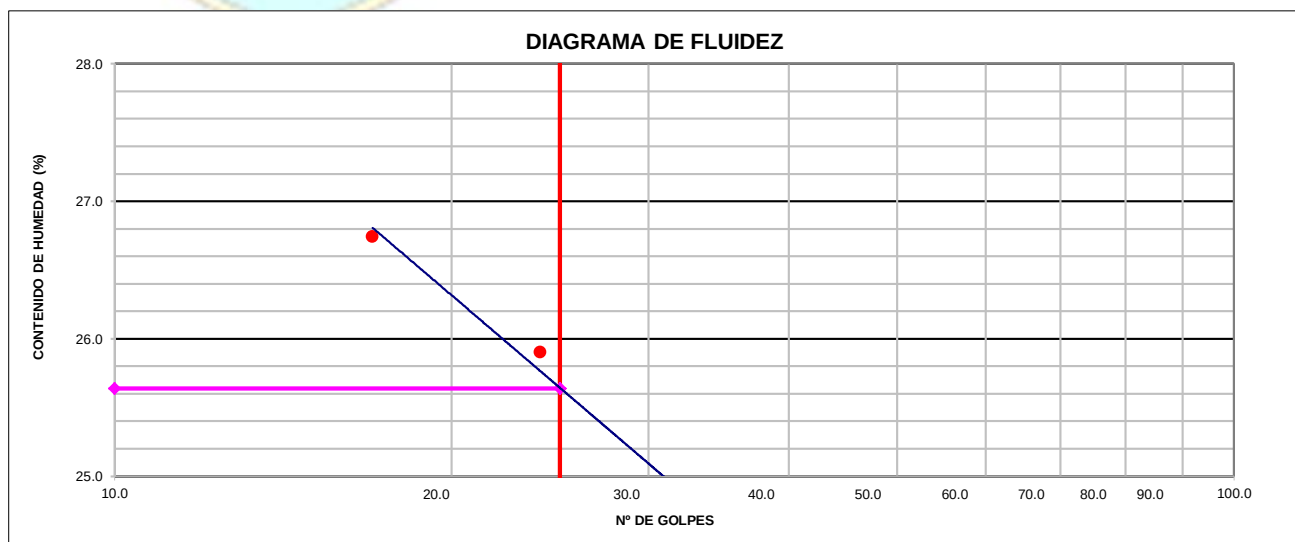
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



LÍMITES DE ATTERBERG			
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90			
OBRA	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		Nº REGISTRO : TÉCNICO : M.P.P
MATERIAL	Carretera Bella - Inti		FECHA : 21/11/2016
CALICATA	3	ESTRATO: 1	HECHO POR : D.M.V
MUESTRA	3		DEL KM :
PROFUND.	1.50 m		AL KM :
CANTERA			CARRIL : Plataforma
UBICACIÓN	S 9°19'14.93" W 76°2'16.41"		

LÍMITE LÍQUIDO			
Nº TARRO	5	6	11
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.10	34.50	42.60
TARRO + SUELO SECO	31.50	30.20	38.20
AGUA	4.60	4.30	4.40
PESO DEL TARRO	14.30	13.60	20.50
PESO DEL SUELO SECO	17.20	16.60	17.70
% DE HUMEDAD	26.74	25.90	24.86
Nº DE GOLPES	17	24	32

LÍMITE PLÁSTICO			
Nº TARRO	8	12	
TARRO + SUELO HÚMEDO	37.40	34.60	
TARRO + SUELO SECO	32.30	30.80	
AGUA	5.10	3.80	
PESO DEL TARRO	15.40	19.40	
PESO DEL SUELO SECO	16.90	11.40	
% DE HUMEDAD	30.18	33.33	



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	25.64
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería - E.A.P. Ingeniería Civil

TESINA: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

FECHA DE EXPLORACION: 21/11/2016

CALITACA N° : 3

PROFUNDIDAD: 1.50 m

ESTRATO N° : 1

MUESTRA N° : 1,2,3

LOCALIZACIÓN : S 9° 19' 14.93" W 76° 2' 16.41"

Análisis

NÚMERO DE ENSAYOS	M-1	M-2	M-3
Peso natural húmedo (gr)	12378	10165	12986
Peso natural seco (gr)	11783	9688	12431
Peso del agua (gr)	595	477	555
% de contenido de humedad	5.05%	4.92%	4.46%



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

TESINA: : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

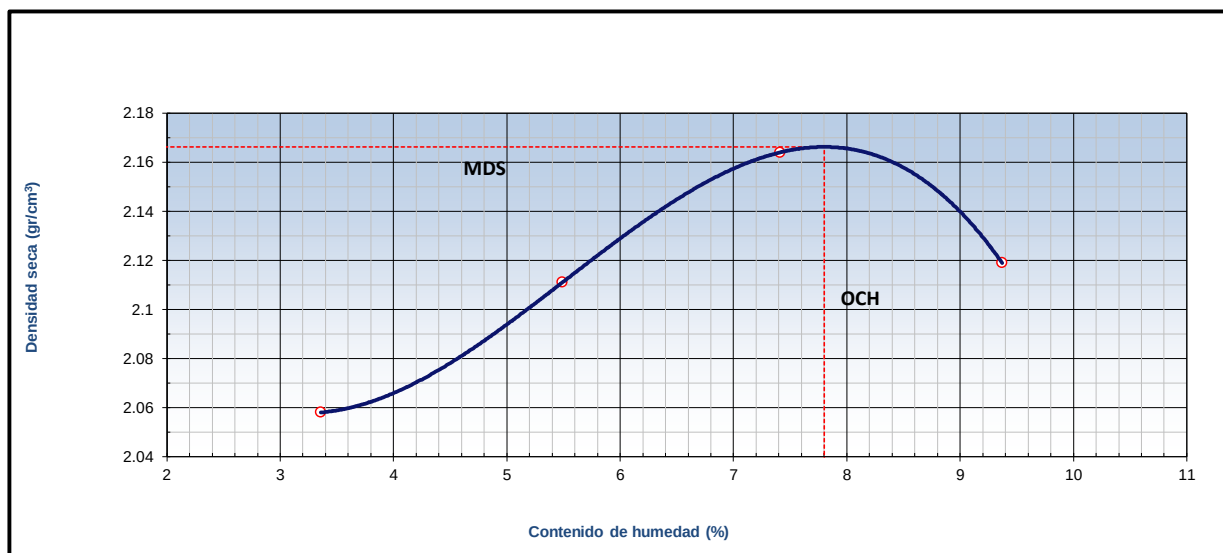
TESISTA: : BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN: : CARRETERA BELLA - INTI

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"C"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	56				
NUMERO DE CAPAS	:	5				
NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		10816	11028	11234	11221	
PESO DE MOLDE (gr)		6298	6298	6298	6298	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		4518	4730	4936	4923	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)		2124	2124	2124	2124	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)		2.127	2.227	2.324	2.318	
DENSIDAD SECA (gr/cm³)		2.058	2.111	2.164	2.119	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE N°		-	-	-	-	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		625.2	616.2	581.6	543.6	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		604.9	584.1	541.5	497.0	
PESO DE LA TARA (gr)		0.0	0.0	0.0	0.0	
PESO DE AGUA (gr)		20.3	32.1	40.1	46.6	
PESO DE SUELO SECO (gr)		604.9	584.1	541.5	497.0	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		3.4	5.5	7.4	9.4	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)		2.166	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			7.8

CURVA DE COMPACTACIÓN





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO DE C.B.R.

MTC E 132 - 2000

TESINA: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN: CARRETERA BELLA - INTI

MAXIMA DENSIDAD SECA 2.166 g/cm³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD 7.8 %

CAPACIDAD : 10000 Lbs.
ANILLO : 1

ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	22		23		24	
Nº Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12336	115	12312		10617	
Peso de molde (gr)	7460	746	7678		6178	
Peso del suelo húmedo (gr)	4876	411	4634		4439	
Volumen del molde (cm3)	2093	2093	2080		2106	
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.330		2.228		2.108	
Humedad (%)	7.75		7.83		7.72	
Densidad seca (gr/cm3)	2.162		2.066		1.957	
Tarro N°	-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	589.6		642.8		568.1	
Tarro + Suelo seco (gr)	547.2		596.1		527.4	
Peso del Agua (gr)	42.4		46.7		40.7	
Peso del tarro (gr)	0.0		0.0		0.0	
Peso del suelo seco (gr)	547.2		596.1		527.4	
Humedad (%)	7.8		7.8		7.7	
Promedio de Humedad (%)	7.8		7.8		7.7	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 28				MOLDE N° 29				MOLDE N° 30			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		49	216			35	154			25	110		
0.050		85	375			61	269			44	194		
0.075		122	538			87	384			62	273		
0.100	70.310	134	591	676.7	48.8	96	423	483.12	34.9	69	304	345.80	24.9
0.150		226	999			161	711			115	507		
0.200	105.68	295	1306	1269.0	60.9	211	932	905.15	43.4	151	667	646.48	31.0
0.250		392	1738			280	1239			200	884		
0.300		476	2114			340	1506			243	1074		
0.400													
0.500													



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



TESINA:

MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

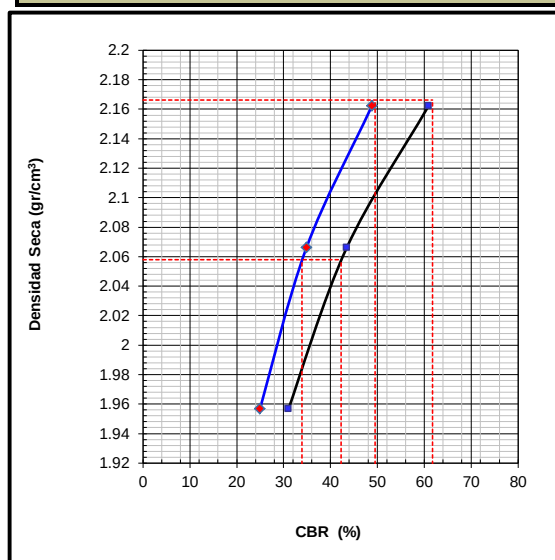
TESISTA:

BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN

CARRETERA BELLA - INTI

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 49.5	0.2": 61.8
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 33.9	0.2": 42.3

Datos del Proctor

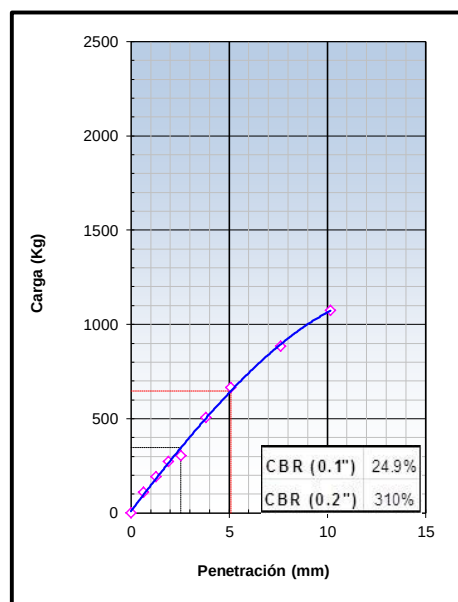
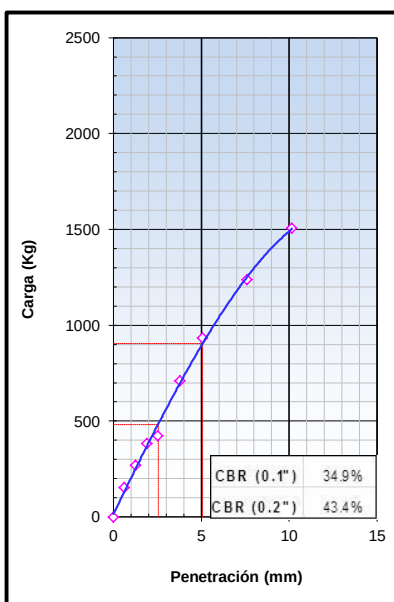
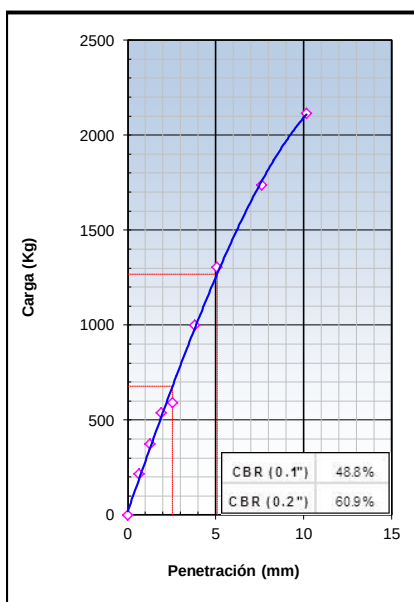
Densidad Seca	2.166	gr/cc
Óptimo Humedad	7.8	%

OBSERVACIONES:

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

C - 01



UBICACIÓN: SECTOR : Bella - Inti

DISTRITO: Mariano Dámaso Beraún

PROVINCIA: Leoncio Prado

REGIÓN : Huánuco

TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN: Calicata

UBICACIÓN : Carretera Bella - Inti

COORDENADAS UTM:

DIMENS.CALICATA: Largo 1 m Ancho 1m

Latitud 9° 19' 19.01" S

PROFUNDIDAD : 1.50 m

Longitud 76° 1' 58.29" W

FECHA: Noviembre del 2016

NIVEL FREÁTICO : No se encontró



PROFUNDID. METROS	COTA	ESTRADO	SIMBOLO GRÁFICO	CLASIFIC. SUCS Y AASHTO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
0.00					
	0.08	E-1		GM A - 1 - b (0)	Grava limosa con arena, de partículas redondeadas, color olivo pálido, de tamaño máximo de 6.7 cm.
	0.30	E-2		SP - SM A - 1 - b (0)	Arena pobremente gradada con limo y grava, de partículas angulares, color pardo amarillo, de tamaño máximo de 12 cm.
0.50	0.70	E-3		SM A - 1 - b (0)	Arena limosa con grava, de partículas angulares, color gris pardo claro, de tamaño máximo de 13 cm.
1.00		E-4		SM A - 1 - b (0)	Arena limosa con grava, de partículas angulares, color amarillo pálido, de tamaño máximo de 10.5 cm.
1.50	1.50				



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO					C - 02	
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA						
UBICACIÓN: SECTOR : Bella - Inti DISTRITO: Mariano Dámaso Beraún PROVINCIA: Leoncio Prado REGIÓN : Huánuco						
TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN: Calicata UBICACIÓN : Carretera Bella - Inti						
COORDENADAS UTM: DIMENS.CALICATA: Largo 1 m Ancho 1 m Latitud 9° 19' 20.30" S PROFUNDIDAD : 1.50 m Longitud 76° 2' 11.33" W						
FECHA: Noviembre del 2016 NIVEL FREÁTICO : No se encontró						
PROFUNDID. METROS	COTA	ESTRADO	SÍMBOLO GRÁFICO	CLASIFIC. SUCS Y AASHTO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
0.00						
	0.2	E-1		GM A - 1 - b (0)	Grava limosa con arena de partículas angulares, color oliva pálido, de tamaño máximo de 15 cm	
0.50		E-2		SM A - 1 - b (0)	Arena limosa con grava, de partículas angulares a redondeados, color marrón rojizo, de tamaño máximo de 13 cm	
	0.75					
1.00		E-3		GM A - 1 - b (0)	Grava limosa con arena, de partículas angulares, color marrón, de tamaño máximo de 13 cm	
1.50	1.50					



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

C - 03



UBICACIÓN: **SECTOR :** Bella - Inti
DISTRITO: Mariano Dámaso Beraún **PROVINCIA:** Leoncio Prado
REGIÓN : Huánuco

TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN: Calicata **UBICACIÓN :** Carretera Bella - Inti
COORDENADAS UTM: **DIMENS.CALICATA:** Largo 1 m Ancho 1 m
Latitud 9° 19' 14.93" S **PROFUNDIDAD :** 1.50 m
Longitud 76° 2' 16.41" W
FECHA: Noviembre del 2016 **NIVEL FREÁTICO :** No se encontró



PROFUNDID. METROS	COTA	ESTRADO	SIMBOLO GRÁFICO	CLASIFIC. SUCS Y AASHTO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
0.00					
	0.08	E-1		GM A - 1 - b (0)	Grava limosa con arena, de partículas angulares, color oliva pálido, de tamaño máximo de 10 cm
	0.27	E-2		GM A - 1 - a (0)	Grava limosa con arena, en general partículas gruesas de partículas angulares, color pardo claro, de tamaño máximo de 13 cm
0.50					
1.00		E-3		SM A - 5 (2)	Arena limosa, de partículas angulares, color anaranjado-amarillo, de tamaño máximo de 11 cm
1.50	1.50				

ANEXO D: ESTUDIO DE CANTERAS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESINA: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN: CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300

CANTERA: 97+300 (Chinchavito)

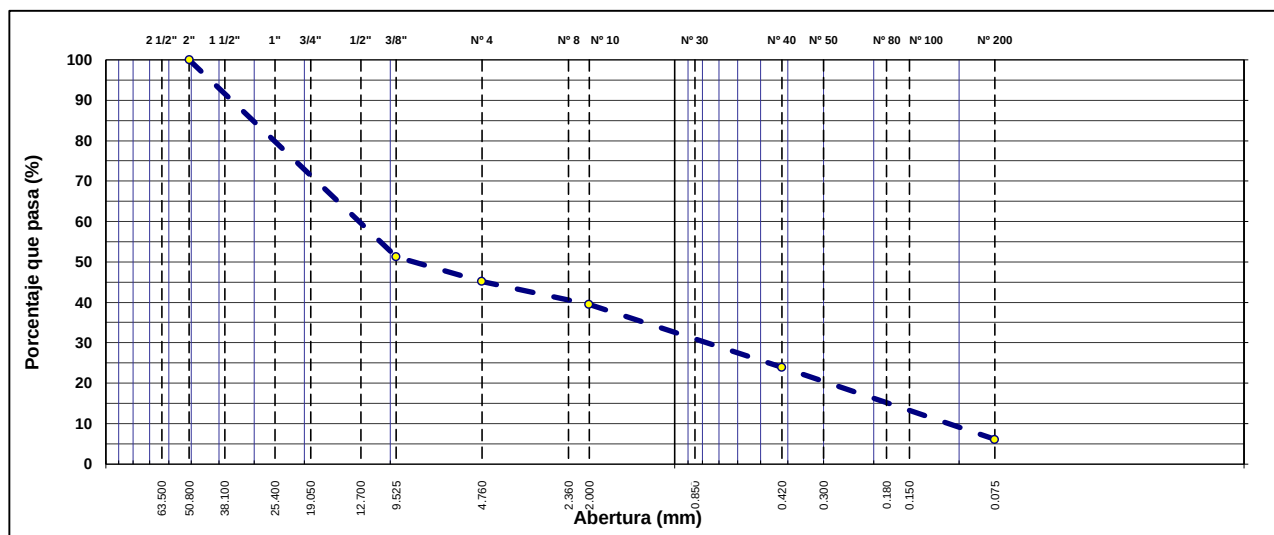
MUESTRA: M - 1

FECHA: 23/03/2017

LADO: Derecho

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q° PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL = 19,894.0 gr
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO = 18995.6 gr
2"	50.800				100.0	PESO FINO = 815.7 gr
1 1/2"	38.100	2,268.0		0.0	100.0	LÍMITE LÍQUIDO = %
1"	25.400	1,508.0	7.6	7.6	92.4	LÍMITE PLÁSTICO = %
3/4"	19.050	3,152.0	15.8	23.4	76.6	ÍNDICE PLÁSTICO = %
1/2"	12.700	3,947.0	19.8	43.3	56.7	CLASF. AASHTO = A-1-a (0)
3/8"	9.525	1,095.0	5.5	48.8	51.2	CLASF. SUCCS = GP - GM
1/4"	6.350					MAX. DENS. SECA = 2.239 gr/cm ³
# 4	4.760	1,207.0	6.1	54.8	45.2	OPT. CONT. HUM. = 7.43 %
# 8	2.360	92.9	5.1	60.0	40.0	CBR 0.1" (95%) = 62.7 %
# 10	2.000	9.5	0.5	60.5	39.5	CBR 0.1" (100%) = 73.1 %
# 16	1.190	50.7	2.8	63.3	36.7	
# 20	0.850	52.1	2.9	66.2	33.8	
# 30	0.600	95.2	5.3	71.5	28.5	Ensayo Malla #200 P.S. Seco. P.S. Lavado 200%
# 40	0.420	83.9	4.6	76.1	23.9	19894.0 18995.6 4.5
# 50	0.300	115.2	6.4	82.5	17.5	% Grava = 54.8 %
# 80	0.180	112.6	6.2	88.7	11.3	% Arena = 39.1 %
# 100	0.150	28.7	1.6	90.3	9.7	% Fino = 6.0 %
# 200	0.075	65.8	3.6	94.0	6.0	
< # 200	FONDO	109.1	6.0	100.0	0.0	
FRACCIÓN		815.7				Coef. Uniformidad = 87 Índice de Consistencia
TOTAL		19,894.0				Coef. Curvatura = 0.2 -
Descripción suelo:	Grava pobremente gradada con limo y arena					Pot. de Expansión = Bajo -

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



LÍMITES DE ATTERBERG MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

TESINA: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN: CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300 FECHA: 25/03/2017

CANTERA: 97+300 (Chinchavito) LADO: Derecho

MUESTRA: M - 1

LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
Nº DE GOLPES				

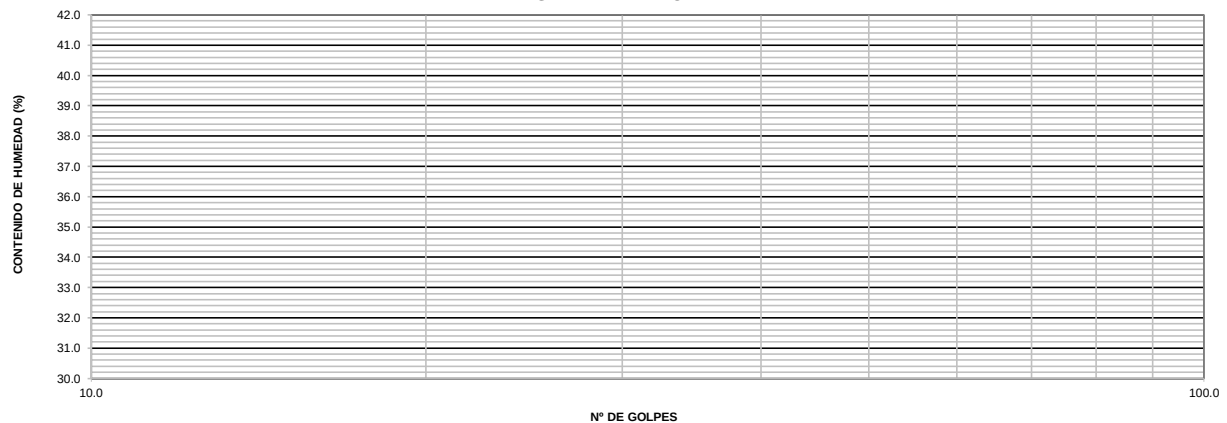
N.P.

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				

N.P.

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



CONTENIDO DE HUMEDAD MTC E 108 ASTM D-2216-92

TESINA: : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: : BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN : CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300 FECHA : 20/03/2017

CANTERA : 97+300 (Chinchavito) LADO : Derecho

MUESTRA : M - 1

DATOS

N° de Ensayo	1	2	
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	625.4	584.9	
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	591.1	548.7	
Peso de Tara (gr.)	0.0	0.0	
Peso de Agua (gr.)	34.3	36.2	
Peso Mat. Seco (gr.)	591.1	548.7	
Humedad Natural (%)	5.8	6.6	
Promedio de Humedad (%)	6.2		

OBSERVACIONES:



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS MTC E 203 - ASTM C 29 - AASHTO T-19

TESINA: : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: : BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN : CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300 FECHA : 23/03/2017

CANTERA : 97+300 (Chinchavito) LADO : Derecho

MUESTRA : M - 1

CANTERA

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	31048	31042	31070	
Peso del recipiente	(gr)	3923	3923	3923	
Peso de la muestra	(gr)	27125	27119	27147	
Volumen	(cm ³)	15052	15052	15052	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1802	1802	1804	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m ³)	1802			

PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	32573	32524	32565	
Peso del recipiente	(gr)	3923	3923	3923	
Peso de la muestra	(gr)	28650	28601	28642	
Volumen	(cm ³)	15052	15052	15052	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1903	1900	1903	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m ³)	1902			

OBS.:



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



EQUIVALENTE DE ARENA MTC E 114 - ASTM D 2419 - AASHTO T-176

TESINA:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
UBICACIÓN	CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300	FECHA	27/03/2017
CANTERA	97+300 (Chinchavito)	LADO	Derecho
MUESTRA	M - 1		

MUESTRA		IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Hora de entrada a saturación		16:10	16:12	16:14	
Hora de salida de saturación (más 10')		16:20	16:22	16:24	
Hora de entrada a decantación		16:22	16:24	16:26	
Hora de salida de decantación (más 20')		16:42	16:44	16:46	
Altura máxima de material fino	cm	128.00	128.00	129.00	
Altura máxima de la arena	cm	84.00	83.00	85.00	
Equivalente de arena	%	66.0	65.0	66.0	
Equivalente de arena promedio	%	65.7			
Resultado equivalente de arena	%	66			

Observaciones:



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO DE ABRASIÓN (MÁQUINA DE LOS ÁNGELES) MTC E 207 - ASTM C 535 - AASHTO T-96

TESINA: : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: : BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN : CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300 FECHA : 25/03/2017

CANTERA : 97+300 (Chinchavito) LADO : Derecho

MUESTRA : M - 1

Tamiz Pasa - Retiene	Gradaciones			
	A	B	C	D
1 1/2" - 1"	1253.0			
1" - 3/4"	1250.0			
3/4" - 1/2"	1250.0			
1/2" - 3/8"	1252.0			
3/8" - 1/4"				
1/4" - N° 4				
N° 4 - N° 8				
Peso Total	5005.0			
(%) Retenido en la malla N° 12	3985.0			
(%) Que pasa en la malla N° 12	1020.0			
N° de esferas	12			
Peso de las esferas (gr)	5000 ± 25			
% Desgaste	20.4%			

OBSERVACIONES :



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS (NORMA AASHTO T-84, T-85)

TESINA:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
UBICACIÓN:	CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300	FECHA:	27/03/2017
CANTERA:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO	LADO:	Derecho
MUESTRA:	M - 1		

DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO GRUESO					
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	1756.0	1673.0	1428.0	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	1087.9	1037.0	885.0	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	668.1	636.0	543.0	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1744.3	1661.4	1418.4	
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	656.4	624.4	533.4	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.611	2.612	2.612	2.612
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.628	2.631	2.630	2.630
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.657	2.661	2.659	2.659
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.67	0.70	0.68	0.68%

AGREGADO FINO					
A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	300.0	300.0		
B	Peso frasco + agua (gr)	714.2	657.7		
C	Peso frasco + agua + A (gr)	1014.2	957.7		
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	901.0	844.5		
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	113.2	113.2		
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	298.6	298.5		
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm3)	111.8	111.7		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.638	2.637		2.637
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.650	2.650		2.650
	Pe aparente (Base seca) = F/G	2.671	2.672		2.672
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.47	0.50		0.49%

OBSERVACIONES:	



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

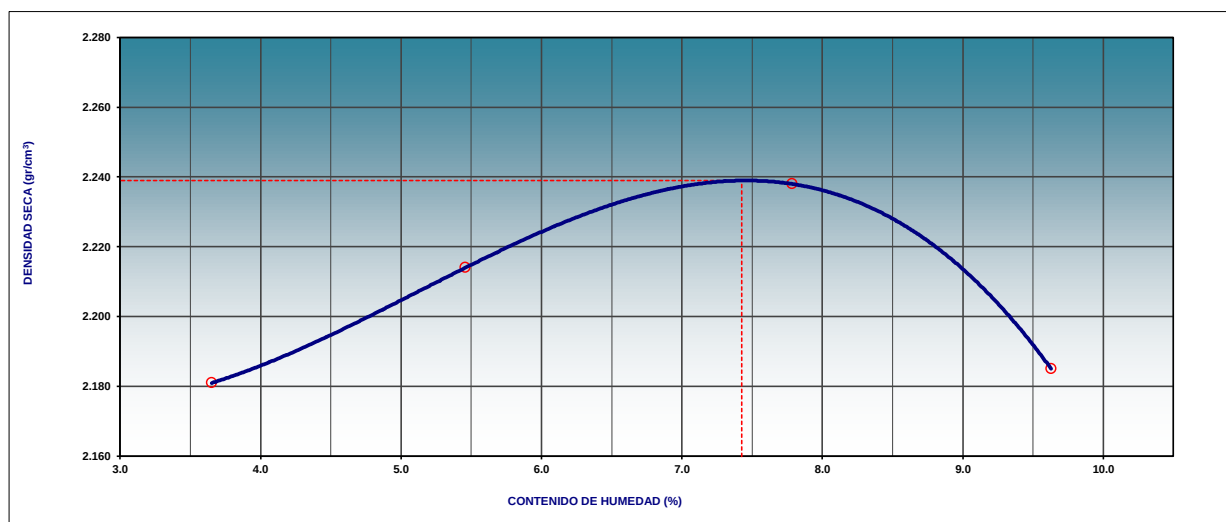


ENSAYO PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

TESINA:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
UBICACIÓN:	CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300	FECHA:	29/03/2017
CANTERA:	97+300 (Chinchavito)	LADO:	Derecho
MUESTRA:	M - 1		

COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"C"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	56			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	11176	11330	11492	11457	
PESO DE MOLDE (gr)	6457	6457	6457	6457	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4719	4873	5035	5000	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2087	2087	2087	2087	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.261	2.335	2.413	2.396	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.181	2.214	2.238	2.185	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	-	-	-	-	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	596.0	599.0	623.0	592.0	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	575.0	568.0	578.0	540.0	
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	
PESO DE AGUA (gr)	21.0	31.0	45.0	52.0	
PESO DE SUELO SECO (gr)	575.0	568.0	578.0	540.0	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.7	5.5	7.8	9.6	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.239		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		7.43

CURVA DE COMPACTACIÓN





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO DE C.B.R.
MTC E 132 - 2000

TESINA:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
UBICACIÓN	CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300	FECHA	31/03/2017
CANTERA	97+300 (Chinchavito)	LADO	Derecho
MUESTRA	M - 1		

MAXIMA DENSIDAD SECA	2.239 g/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	7.43 %

CAPACIDAD :	10000 Lbs.
ANILLO :	1

ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	31		30		11	
Nº Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11427	1163	12292	1155	12062	
Peso de molde (gr)	6301	630	7492	732	7502	
Peso del suelo húmedo (gr)	5126	533	4800	423	4560	
Volumen del molde (cm3)	2127	2127	2097	2097	2101	
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.410		2.289		2.170	
Humedad (%)	7.30		7.64		7.71	
Densidad seca (gr/cm3)	2.246		2.127		2.015	
Tarro N°	-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	586.3		562.4		584.2	
Tarro + Suelo seco (gr)	546.4		522.5		542.4	
Peso del Agua (gr)	39.9		39.9		41.8	
Peso del tarro (gr)	0.0		0.0		0.0	
Peso del suelo seco (gr)	546.4		522.5		542.4	
Humedad (%)	7.3		7.6		7.7	
Promedio de Humedad (%)	7.3		7.6		7.7	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 31				MOLDE N° 30				MOLDE N° 11			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		60	14			53	12			45	10		
0.050		110	25			91	21			80	18		
0.075		165	38			140	32			125	29		
0.100	70.3	245	56	51.4	73.1	210	48	43.68	62.1	180	41	38.97	55.4
0.150		325	74			280	64			250	57		
0.200	105.5	420	96	99.9	94.8	355	81	85.25	80.8	315	72	75.17	71.3
0.250		540	124			465	107			410	94		
0.300		625	144			530	122			475	109		
0.400		760	175			655	151			560	129		
0.500		853	197			730	168			645	149		



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



TESINA:

MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA:

BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

PROGRESIVA

CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300

FECHA

:

31/03/2017

CANTERA

97+300 (Chinchavito)

LADO

:

Derecho

MUESTRA

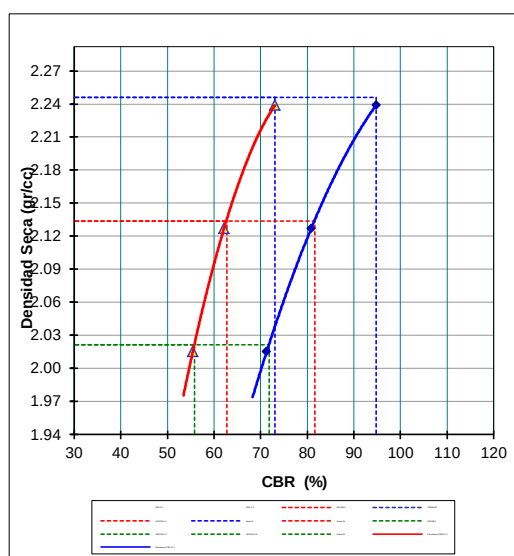
M - 1

PROFUNDIDAD (m)

MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO CARRIL

:

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 73.1	0.2": 94.8
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 62.7	0.2": 81.6

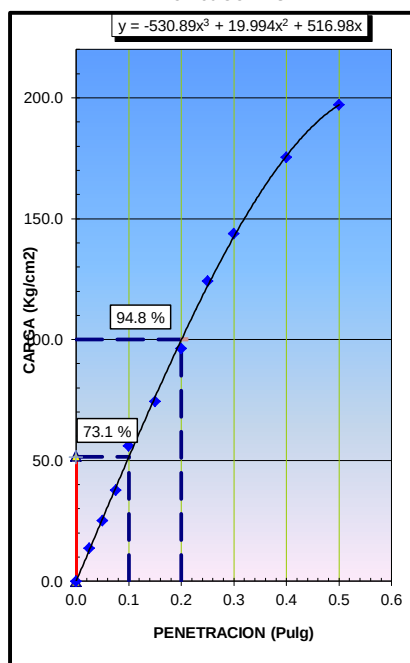
90% DE M

Datos del Proctor

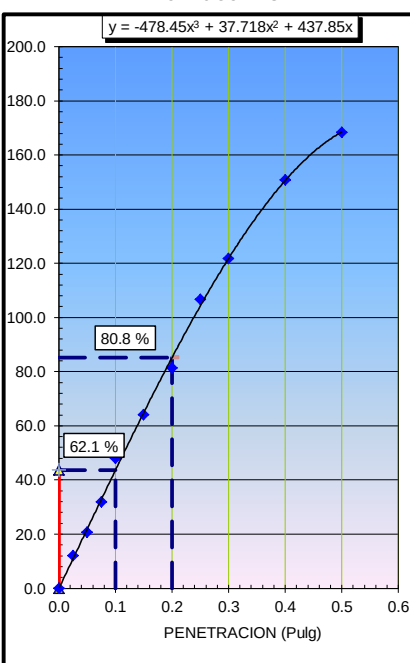
Densidad Seca	2.239	gr/cc
Optimo Humedad	7.43	%

OBSERVACIONES:

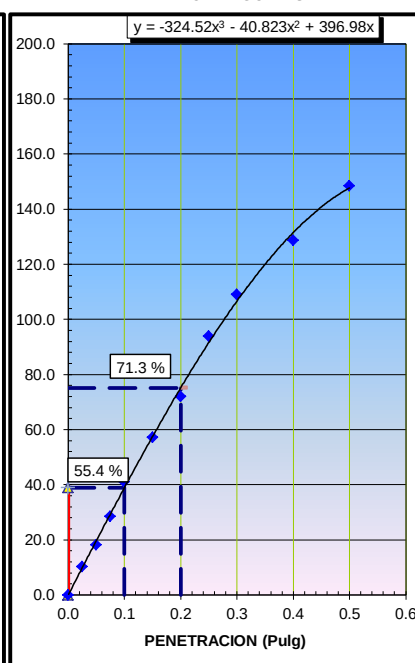
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



E1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESINA: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMACO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN: CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300

CANTERA: 97+300 (Chinchavito)

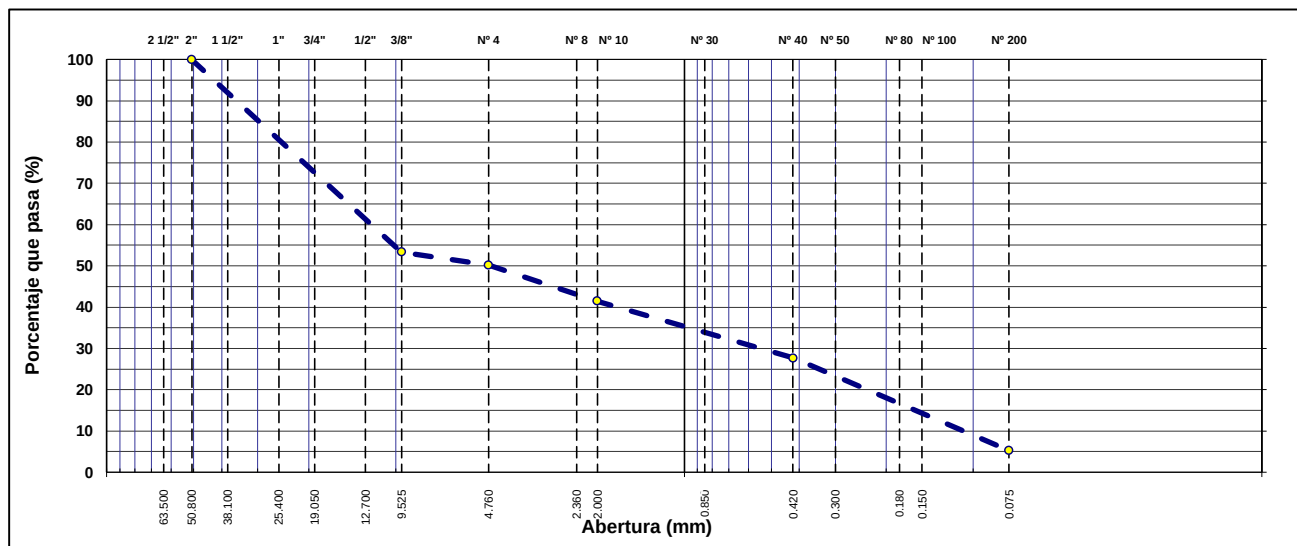
MUESTRA: M - 2

FECHA: 23/03/2017

LADO: Derecho

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200						PESO TOTAL	=	17,684.0	gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	17074.2	gr
2"	50.800				100.0	100	PESO FINO	=	815.7	gr
1 1/2"	38.100	3,042.0		0.0	100.0	100	LÍMITE LÍQUIDO	=	N.P.	%
1"	25.400	1,242.0	7.0	7.0	93.0	90-100	LÍMITE PLÁSTICO	=	N.P.	%
3/4"	19.050	3,011.0	17.0	24.1	76.0	65-100	ÍNDICE PLÁSTICO	=	N.P.	%
1/2"	12.700	2,806.0	15.9	39.9	60.1		CLASF. AASHTO	=	A-1-a	(0)
3/8"	9.525	1,184.0	6.7	46.6	53.4	45-80	CLASF. SUCCS	=	GP - GM	
1/4"	6.350						MAX. DENS. SECA		2.228	gr/cm ³
# 4	4.760	554.0	3.1	49.8	50.3	30-65	OPT. CONT. HUM.	=	7.89	%
# 8	2.360	116.8	7.2	57.0	43.1		CBR 0.1" (95%)	=	58.5	%
# 10	2.000	25.4	1.6	58.5	41.5	22-52	CBR 0.1" (100%)	=	76.4	%
# 16	1.190	46.8	2.9	61.4	38.6					
# 20	0.850	39.5	2.4	63.8	36.2					
# 30	0.600	92.6	5.7	69.5	30.5		Ensayo Malla #200	P.S. Seco.	P.S. Lavado	200%
# 40	0.420	45.3	2.8	72.3	27.7	15-35		17684.0	17074.2	3.4
# 50	0.300	112.4	6.9	79.2	20.8		% Grava	=	49.8	%
# 80	0.180	126.3	7.8	87.0	13.0		% Arena	=	45.0	%
# 100	0.150	51.9	3.2	90.2	9.8		% Fino	=	5.3	%
# 200	0.075	73.6	4.5	94.7	5.3	5-20				% Humedad
< # 200	FONDO	85.1	5.2	100.0	0.0					5.9%
FRACCIÓN		815.7					Coef. Uniformidad	83	Índice de Consistencia	
TOTAL		17,684.0					Coef. Curvatura	0.1	-	
Descripción suelo: Grava pobremente gradada con limo y arena							Pot. de Expansión	Bajo	-	

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO

TESINA: : DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: : BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN : CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300

CANTERA : 97+300 (Chinchavito)

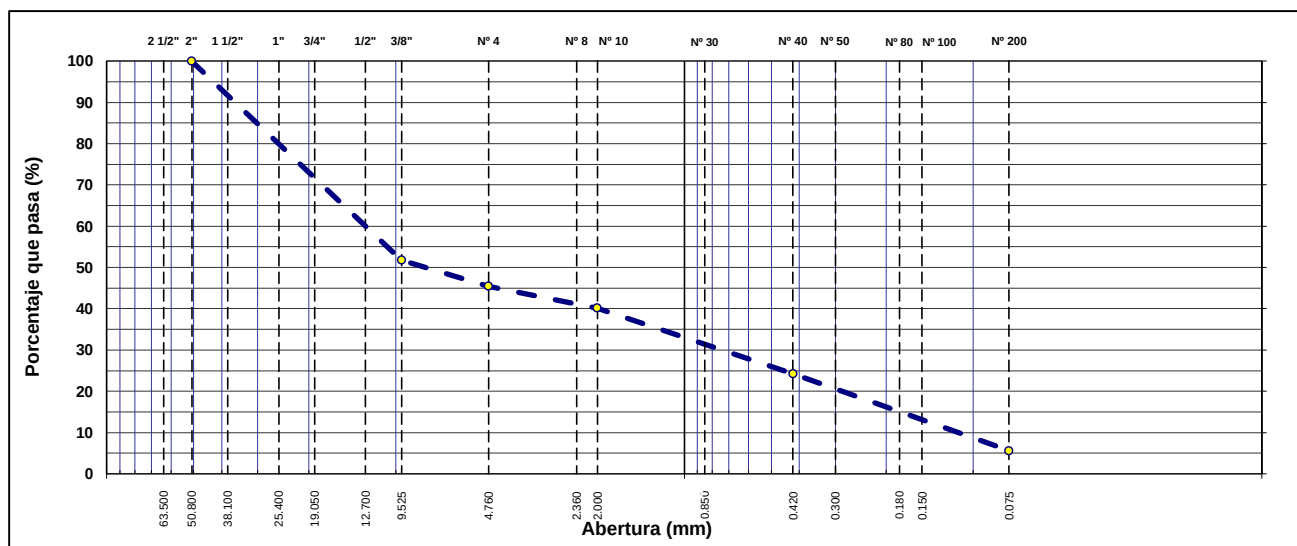
FECHA : 23/03/2017

LADO : Derecho

MUESTRA : M - 3

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200						PESO TOTAL	=	18,169.0	gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	17461.8	gr
2"	50.800				100.0	100	PESO FINO	=	905.6	gr
1 1/2"	38.100	2,519.0		0.0	100.0	100	LÍMITE LÍQUIDO	=	N.P.	%
1"	25.400	1,256.0	6.9	6.9	93.1	90-100	LÍMITE PLÁSTICO	=	N.P.	%
3/4"	19.050	3,159.0	17.4	24.3	75.7	65-100	ÍNDICE PLÁSTICO	=	N.P.	%
1/2"	12.700	2,568.0	14.1	38.4	61.6		CLASF. AASHTO	=	A-1-a	(0)
3/8"	9.525	1,779.0	9.8	48.2	51.8	45-80	CLASF. SUCCS	=	GP - GM	
1/4"	6.350						MAX. DENS. SECA	=	2.242	gr/cm3
# 4	4.760	1,149.0	6.3	54.5	45.5	30-65	OPT. CONT. HUM.	=	7.82	%
# 8	2.360	62.3	3.1	57.7	42.3		CBR 0.1" (95%)	=	58.8	%
# 10	2.000	43.1	2.2	59.8	40.2	22-52	CBR 0.1" (100%)	=	73.7	%
# 16	1.190	65.3	3.3	63.1	36.9					
# 20	0.850	72.1	3.6	66.7	33.3					
# 30	0.600	105.2	5.3	72.0	28.0		Ensayo Malla #200	P.S.Seco.	P.S.Lavado	200%
# 40	0.420	74.3	3.7	75.7	24.3	15-35		18169.0	17461.8	3.9
# 50	0.300	166.2	8.3	84.1	15.9		% Grava	=	54.5	%
# 80	0.180	137.5	6.9	91.0	9.0		% Arena	=	39.9	%
# 100	0.150	49.2	2.5	93.5	6.6		% Fino	=	5.6	%
# 200	0.075	18.8	0.9	94.4	5.6	5-20				% Humedad
< # 200	FONDO	111.6	5.6	100.0	0.0					6.5%
FRACCIÓN		905.6					Coef. Uniformidad	63	Índice de Consistencia	
TOTAL		18,169.0					Coef. Curvatura	0.2	-	
Descripción suelo:							Pot. de Expansión	Bajo	-	
Grava pobremente gradada con limo y arena										

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



T

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESINA: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN: CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 104+520

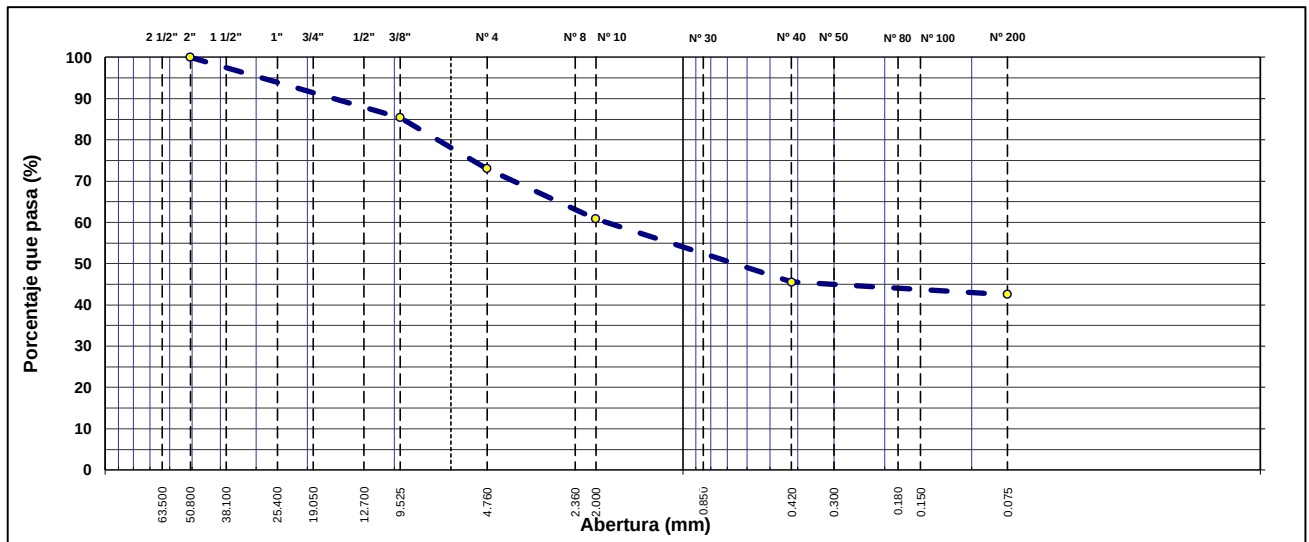
CANTERA: Km 104+520

FECHA: 23/03/2017

LADO: Derecho

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q° PASA	HUSO A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200	0.0					PESO TOTAL	=	2,163.0	gr
2 1/2"	63.500	0.0					PESO LAVADO	=	1243.0	gr
2"	50.800	0.0			100.0	100	PESO FINO	=	1,580.0	gr
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	100	LÍMITE LÍQUIDO	=	28.86	%
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	90-100	LÍMITE PLÁSTICO	=	21.82	%
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0	65-100	ÍNDICE PLÁSTICO	=	7.04	%
1/2"	12.700	187.0	8.7	8.7	91.4		CLASF. AASHTO	=	A-4	(2)
3/8"	9.525	128.0	5.9	14.6	85.4	45-80	CLASF. SUCCS	=	SC	
1/4"	6.350	148.0			78.6					
# 4	4.760	120.0	5.6	27.0	73.0	30-65				
# 8	2.360	0.0	0.0	27.0	73.0					
# 10	2.000	263.0	12.2	39.1	60.9	22-52				
# 16	1.190	0.0	0.0	39.1	60.9					
# 20	0.850	200.0	9.2	48.4	51.6					
# 30	0.600	95.0	4.4	52.8	47.2		Ensayo Malla #200	P.S.Seco.	P.S.Lavado	200%
# 40	0.420	37.0	1.7	54.5	45.5	15-35		2163.0	1243.0	42.5
# 50	0.300	30.0	1.4	55.9	44.1		% Grava	=	27.0	%
# 80	0.180	17.0	0.8	56.7	43.4		% Arena	=	30.5	%
# 100	0.150	14.0	0.6	57.3	42.7		% Fino	=	42.5	%
# 200	0.075	4.0	0.2	57.5	42.5	5-20				
< # 200	FONDO	920.0	42.5	100.0	0.0					
FINO		2,163.0					Coef. Uniformidad	-		Índice de Consistencia
TOTAL		2,163.0					Coef. Curvatura	-		4.1
Descripción suelo: Arena arcillosa con grava							Pot. de Expansión	Bajo		Estable

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



LÍMITES DE ATTERBERG MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

TESINA: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN: CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 104+520

CANTERA: Km 104+520

FECHA: 25/03/2017

LADO: Derecho

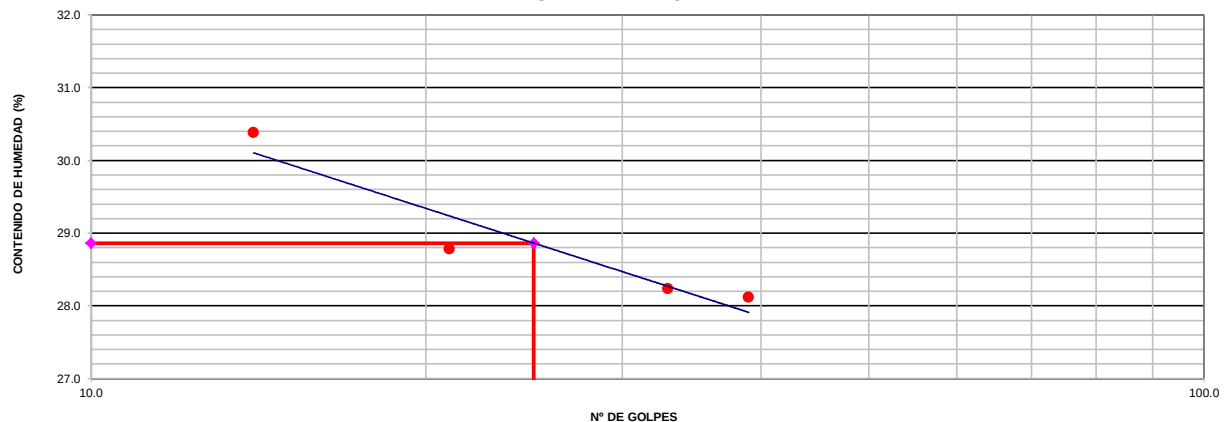
LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO	3	7	8	15
TARRO + SUELO HÚMEDO	30.83	29.83	30.77	30.97
TARRO + SUELO SECO	29.35	28.53	29.42	29.55
AGUA	1.49	1.30	1.35	1.42
PESO DEL TARRO	24.46	24.00	24.66	24.50
PESO DEL SUELO SECO	4.89	4.53	4.77	5.05
% DE HUMEDAD	30.38	28.78	28.24	28.12
Nº DE GOLPES	14	21	33	39

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO	25.779	25.181	26.093	
TARRO + SUELO SECO	25.578	25.014	25.859	
AGUA	0.201	0.167	0.234	
PESO DEL TARRO	24.673	24.181	24.851	
PESO DEL SUELO SECO	0.905	0.833	1.008	
% DE HUMEDAD	22.210	20.048	23.214	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	28.86
LÍMITE PLÁSTICO	21.82
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.04

OBSERVACIONES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ET

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESINA: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADE DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN: CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 119+800

CANTERA: 119+800

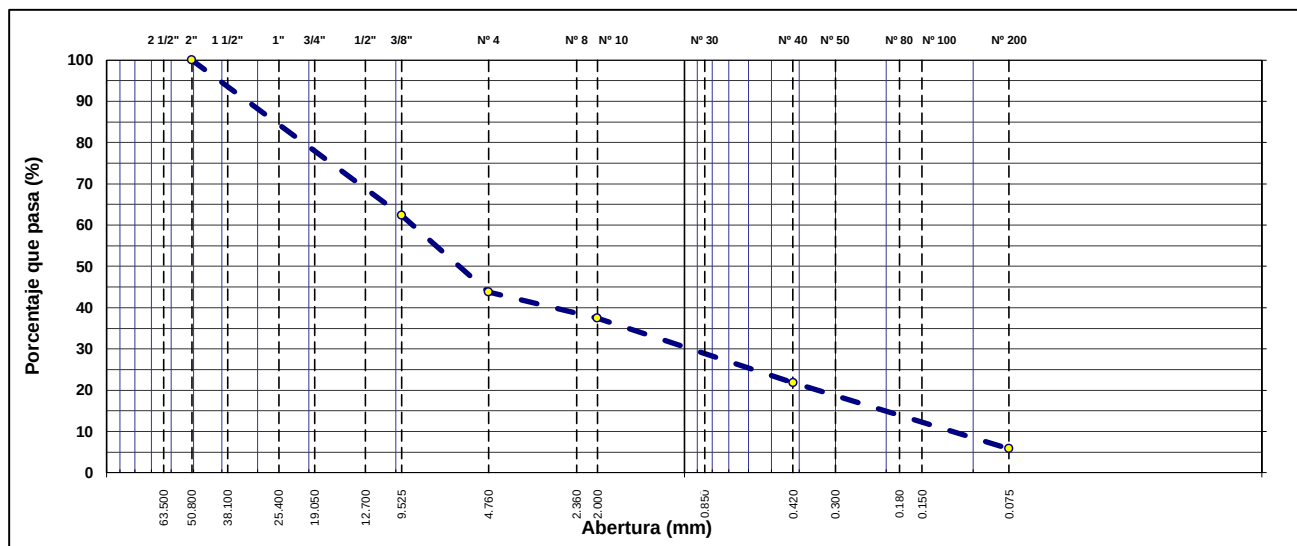
FECHA: 23/03/2017

LADO: Izquierdo

MUESTRA: M - 1

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q° PASA	HUSO A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200						PESO TOTAL	=	16,349.0	gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	15680.4	gr
2"	50.800				100.0	100	PESO FINO	=	764.3	gr
1 1/2"	38.100	2,153.0	0.0	0.0	100.0	100	LÍMITE LÍQUIDO	=	N.P.	%
1"	25.400	985.0	6.0	6.0	94.0	90-100	LÍMITE PLÁSTICO	=	N.P.	%
3/4"	19.050	1,951.0	11.9	18.0	82.1	65-100	ÍNDICE PLÁSTICO	=	N.P.	%
1/2"	12.700	1,346.0	8.2	26.2	73.8		CLASF. AASHTO	=	A-1-a	(0)
3/8"	9.525	1,875.0	11.5	37.7	62.4	45-80	CLASF. SUCCS	=	GP - GM	
1/4"	6.350				62.4		MAX. DENS. SECA	=	2.226	gr/cm3
# 4	4.760	3,029.0	18.5	56.2	43.8	30-65	OPT. CONT. HUM.	=	7.72	%
# 8	2.360	74.3	4.3	60.4	39.6		CBR 0.1" (95%)	=	55.9	%
# 10	2.000	35.9	2.1	62.5	37.5	22-52	CBR 0.1" (100%)	=	71.5	%
# 16	1.190	52.1	3.0	65.5	34.5					
# 20	0.850	72.3	4.1	69.6	30.4					
# 30	0.600	60.2	3.5	73.1	26.9		Ensayo Malla #200	P.S.Seco.	P.S.Lavado	200%
# 40	0.420	89.9	5.2	78.2	21.8	15-35		16349.0	15680.4	4.1
# 50	0.300	113.9	6.5	84.8			% Grava	=	56.2	%
# 80	0.180	90.4	5.2	89.9	10.1		% Arena	=	38.0	%
# 100	0.150	40.6	2.3	92.3	7.7		% Fino	=	5.8	%
# 200	0.075	32.8	1.9	94.2	5.8	5-20				% Humedad
< # 200	FONDO	102.0	5.8	100.0	0.0					5.3%
FRACCIÓN		764.3					Coef. Uniformidad	49	Índice de Consistencia	
TOTAL		16,349.0					Coef. Curvatura	0.4	-	
Descripción suelo: Grava pobremente gradada con limo y arena							Pot. de Expansión	Bajo	-	

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



T

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESINA: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN: CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 121+300

CANTERA: 121+300

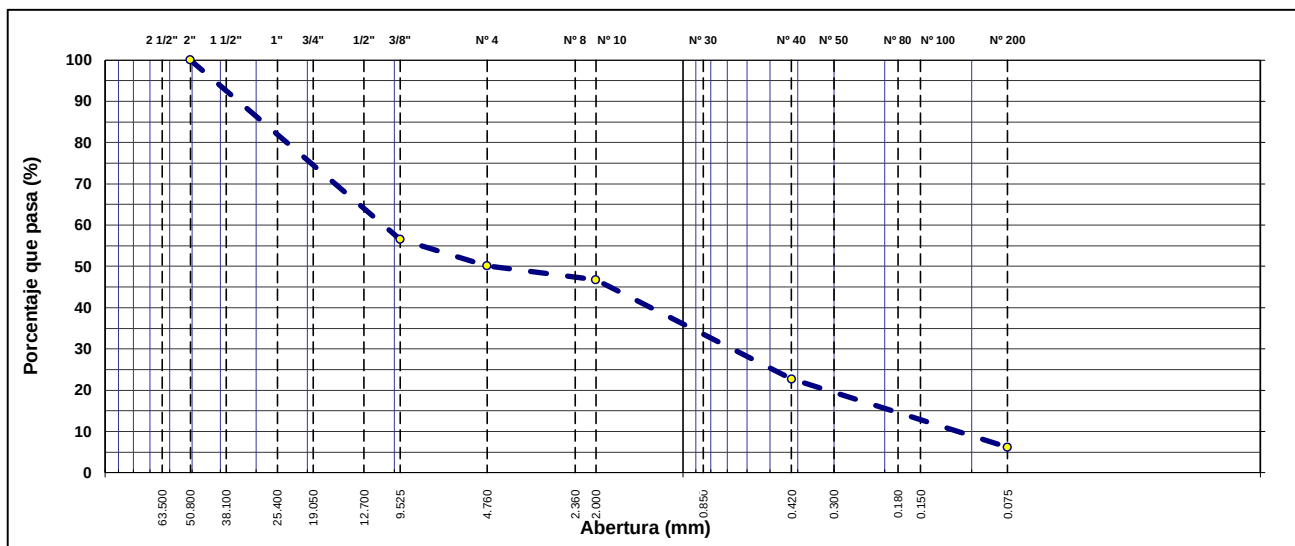
MUESTRA: M - 1

FECHA: 23/03/2017

LADO: Izquierdo

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q° PASA	HUSO A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200						PESO TOTAL	=	15.492.0	gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	14907.8	gr
2"	50.800				100.0	100	PESO FINO	=	773.2	gr
1 1/2"	38.100	2.986.0	0.0	0.0	100.0	100	LÍMITE LÍQUIDO	=		%
1"	25.400	746.0	4.8	4.8	95.2	90-100	LÍMITE PLÁSTICO	=		%
3/4"	19.050	2.549.0	16.5	21.3	78.7	65-100	ÍNDICE PLÁSTICO	=		%
1/2"	12.700	2.064.0	13.3	34.6	65.4		CLASF. AASHTO	=	A-1-a	(0)
3/8"	9.525	1.376.0	8.9	43.5	56.5	45-80	CLASF. SUCCS	=	GP - GM	
1/4"	6.350				56.5		MAX. DENS. SECA	=	2.228	gr/cm ³
# 4	4.760	996.0	6.4	49.9	50.1	30-65	OPT. CONT. HUM.	=	8.11	%
# 8	2.360	22.7	1.5	51.4	48.6		CBR 0.1" (95%)	=	60.6	%
# 10	2.000	29.5	1.9	53.3	46.7	22-52	CBR 0.1" (100%)	=	70.5	%
# 16	1.190	66.9	4.3	57.6	42.4					
# 20	0.850	92.6	6.0	63.6	36.4					
# 30	0.600	64.3	4.2	67.8	32.2		Ensayo Malla #200	P.S.Seco.	P.S.Lavado	200%
# 40	0.420	147.3	9.5	77.3	22.7	15-35		15492.0	14907.8	3.8
# 50	0.300	42.4	2.7	80.1	19.9		% Grava	=	49.9	%
# 80	0.180	66.1	4.3	84.4	15.7		% Arena	=	44.0	%
# 100	0.150	119.5	7.7	92.1	7.9		% Fino	=	6.1	%
# 200	0.075	27.3	1.8	93.9	6.1	5-20				% Humedad
< # 200	FONDO	94.6	6.1	100.0	0.0					5.6%
FRACCIÓN	773.2						Coef. Uniformidad	68	Índice de Consistencia	
TOTAL	15,492.0						Coef. Curvatura	0.2	-	
Descripción suelo: Grava pobremente gradada con limo y arena							Pot. de Expansión	Bajo	-	

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



LÍMITES DE ATTERBERG MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

TESINA:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
UBICACIÓN:	CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 121+300	FECHA:	25/03/2017
CANTERA:	121+300	LADO:	Izquierdo
MUESTRA:	M - 1		

LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
Nº DE GOLPES				

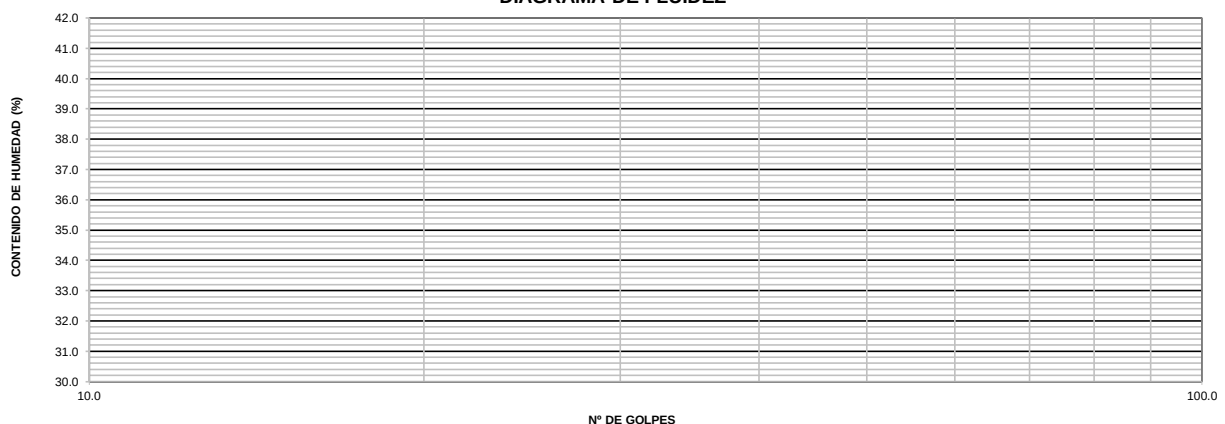
N.P.

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				

N.P.

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



CONTENIDO DE HUMEDAD MTC E 108 ASTM D-2216-92

TESINA:	:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		
TESISTA:	:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
UBICACIÓN	:	CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 121+300	FECHA	: 20/03/2017
CANTERA	:	121+300	LADO	: Izquierdo
MUESTRA	:	M - 1		

DATOS

Nº de Ensayo	1	2	
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	627.4	579.4	
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	596.4	546.6	
Peso de Tara (gr.)	0.0	0.0	
Peso de Agua (gr.)	31.0	32.8	
Peso Mat. Seco (gr.)	596.4	546.6	
Humedad Natural (%)	5.2	6.0	
Promedio de Humedad (%)	5.6		

OBSERVACIONES:

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

**PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS**
MTC E 203 - ASTM C 29 - AASHTO T-19

TESINA: : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE
MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE
MATERIAL DE CANTERA
TESISTA: : BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA
UBICACIÓN : CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 121+300 FECHA : 23/03/2017
CANTERA : 121+300 LADO : Izquierdo
MUESTRA : M - 1

CANTERA**PESO UNITARIO SUELTO**

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	31589	31333	31649	
Peso del recipiente	(gr)	3923	3923	3923	
Peso de la muestra	(gr)	27666	27410	27726	
Volumen	(cm ³)	15052	15052	15052	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1838	1821	1842	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m ³)	1834			

PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	32988	32793	32898	
Peso del recipiente	(gr)	3923	3923	3923	
Peso de la muestra	(gr)	29065	28870	28975	
Volumen	(cm ³)	15052	15052	15052	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1931	1918	1925	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m ³)	1925			

OBS.:



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



EQUIVALENTE DE ARENA MTC E 114 - ASTM D 2419 - AASHTO T-176

TESINA:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
UBICACIÓN:	CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 121+300	FECHA:	27/03/2017
CANTERA:	121+300	LADO:	Izquierdo
MUESTRA:	M - 1		

MUESTRA		IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Hora de entrada a saturación		16:05	16:07	16:09	
Hora de salida de saturación (más 10')		16:15	16:17	16:19	
Hora de entrada a decantación		16:17	16:19	16:21	
Hora de salida de decantación (más 20')		16:37	16:39	16:41	
Altura máxima de material fino	cm	129.00	125.00	127.00	
Altura máxima de la arena	cm	81.00	80.00	80.00	
Equivalente de arena	%	63.0	64.0	63.0	
Equivalente de arena promedio	%	63.3			
Resultado equivalente de arena	%	64			

Observaciones:



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO DE ABRASIÓN (MÁQUINA DE LOS ÁNGELES) MTC E 207 - ASTM C 535 - AASHTO T-96

TESINA: : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: : BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN : CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 121+300

CANTERA : 121+300

FECHA : 25/03/2017

LADO : Izquierdo

MUESTRA : M - 1

Tamiz Pasa - Retiene	Gradaciones			
	A	B	C	D
1 1/2" - 1"	1251.0			
1" - 3/4"	1250.0			
3/4" - 1/2"	1250.0			
1/2" - 3/8"	1251.0			
3/8" - 1/4"				
1/4" - N° 4				
N° 4 - N° 8				
Peso Total	5002.0			
(%) Retenido en la malla N° 12	3799.5			
(%) Que pasa en la malla N° 12	1202.5			
N° de esferas	12			
Peso de las esferas (gr)	5000 ± 25			
% Desgaste	24.0%			

OBSERVACIONES :



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS
(NORMA AASHTO T-84, T-85)

TESINA: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN: CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 121+300

CANTERA: 121+300

FECHA: 27/03/2017

LADO: Izquierdo

MUESTRA: M - 1

DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO GRUESO

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	1747.0	1661.0	1419.0	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	1091.1	1037.0	886.4	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	655.9	624.0	532.6	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1733.3	1649.0	1408.3	
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	642.2	612.0	521.9	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.643	2.643	2.644	2.643
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.664	2.662	2.664	2.663
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.699	2.694	2.698	2.697
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.79	0.73	0.76	0.76%

AGREGADO FINO

A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	300.0	300.0		
B	Peso frasco + agua (gr)	712.3	655.9		
C	Peso frasco + agua + A (gr)	1012.3	955.9		
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	901.0	844.5		
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	111.3	111.4		
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	298.7	298.5		
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm3)	110.0	109.9		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.684	2.680		2.682
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.695	2.693		2.694
	Pe aparente (Base seca) = F/G	2.715	2.716		2.716
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.44	0.50		0.47%

OBSERVACIONES:



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

TESINA:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
UBICACIÓN	CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 121+300	FECHA	29/03/2017
CANTERA	121+300	LADO	Izquierdo
MUESTRA	M - 1		

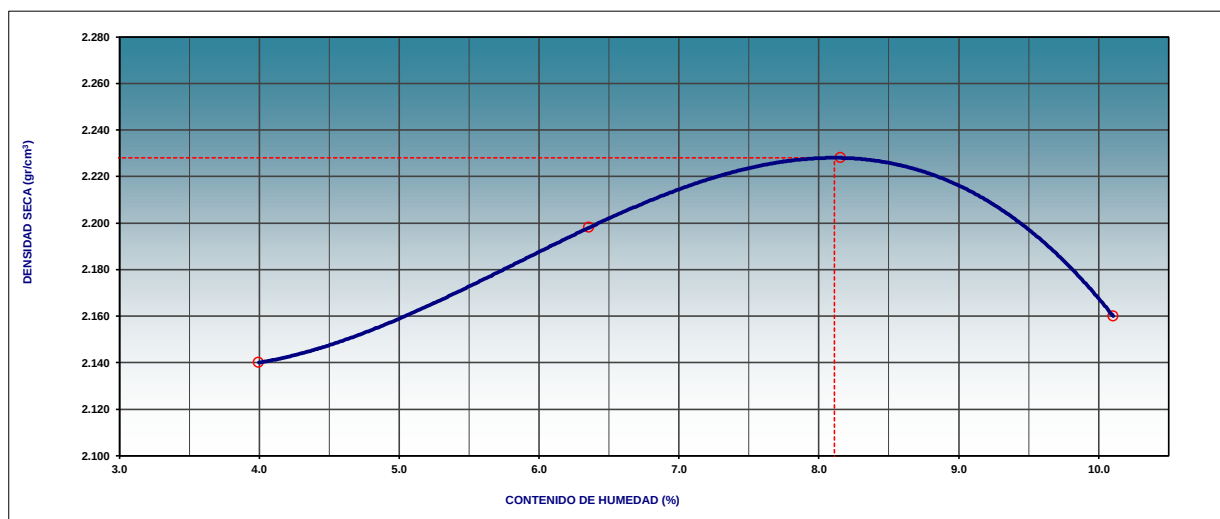
COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"C"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56				
NUMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	11101	11335	11487	11420	
PESO DE MOLDE (gr)	6457	6457	6457	6457	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4644	4878	5030	4963	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2087	2087	2087	2087	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.225	2.337	2.410	2.378	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.140	2.198	2.228	2.160	

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	-	-	-	-	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	596.0	599.0	562.3	584.1	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	573.1	563.2	519.9	530.5	
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	
PESO DE AGUA (gr)	22.9	35.8	42.4	53.6	
PESO DE SUELO SECO (gr)	573.1	563.2	519.9	530.5	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.0	6.4	8.2	10.1	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.228		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		8.11

CURVA DE COMPACTACIÓN





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO DE C.B.R.

MTC E 132 - 2000

TESINA:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
UBICACIÓN:	CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 121+300	FECHA:	31/03/2017
CANTERA:	121+300	LADO:	Izquierdo
MUESTRA:	M - 1		

MAXIMA DENSIDAD SECA	2.228	g/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	8.11	%

CAPACIDAD :	10000	Lbs.
ANILLO :	1	

ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	11		12		13	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12545	116	12297	115	10932	
Peso de molde (gr)	7502	75	7506	506	6323	
Peso del suelo húmedo (gr)	5043	41	4791	40	4609	
Volumen del molde (cm ³)	2101	2101	2101	2101	2130	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.400		2.280		2.164	
Humedad (%)	7.90		8.01		8.21	
Densidad seca (gr/cm ³)	2.224		2.111		2.000	
Tarro N°	-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	562.8		577.3		593.2	
Tarro + Suelo seco (gr)	521.6		534.5		548.2	
Peso del Agua (gr)	41.2		42.8		45.0	
Peso del tarro (gr)	0.0		0.0		0.0	
Peso del suelo seco (gr)	521.6		534.5		548.2	
Humedad (%)	7.9		8.0		8.2	
Promedio de Humedad (%)	7.9		8.0		8.2	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 11				MOLDE N° 12				MOLDE N° 13			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		61	14			48	11			40	9		
0.050		105	24			86	20			75	17		
0.075		155	35			135	31			115	26		
0.100	70.3	241	55	49.5	70.5	201	46	42.53	60.5	175	40	37.36	53.1
0.150		321	73			275	63			245	56		
0.200	105.5	399	91	97.8	92.8	350	80	83.71	79.4	308	70	73.38	69.6
0.250		534	123			462	106			402	92		
0.300		622	143			525	121			467	107		
0.400		756	174			640	147			553	127		
0.500		850	196			720	166			630	145		



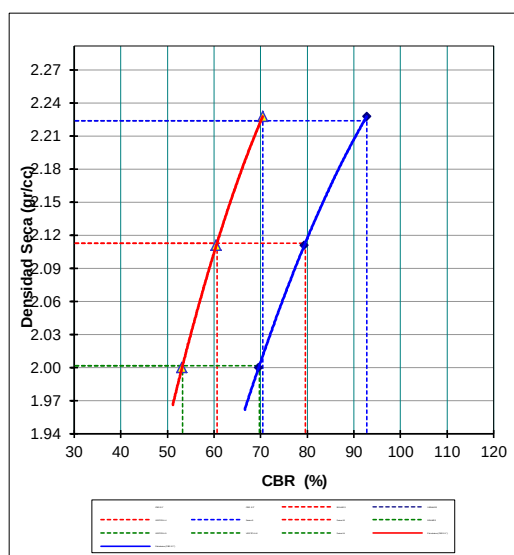
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



TESINA:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
PROGRESIVA	CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 121+300	FECHA	31/03/2017
CANTERA	121+300	LADO	Izquierdo
MUESTRA	M - 1		

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 70.5	0.2": 92.8
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 60.6	0.2": 79.6

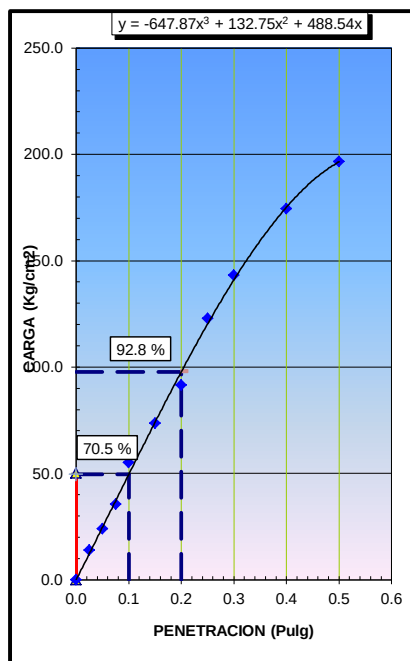
Datos del Proctor

Densidad Seca	2.228	gr/cc
Optimo Humedad	8.11	%

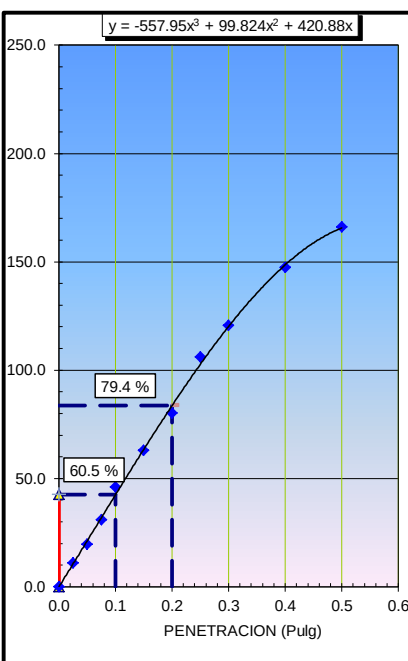
OBSERVACIONES:

La muestra M-1, presentando una densidad seca de 2.228 gr/cc y una humedad óptima del 8.11%, se encuentra dentro de los límites establecidos para el tipo de material de cantera.

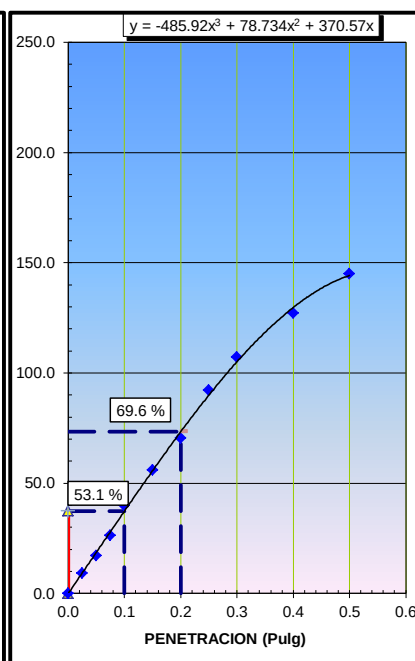
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



T

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESINA: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN: CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 121+300

CANTERA: 121+300

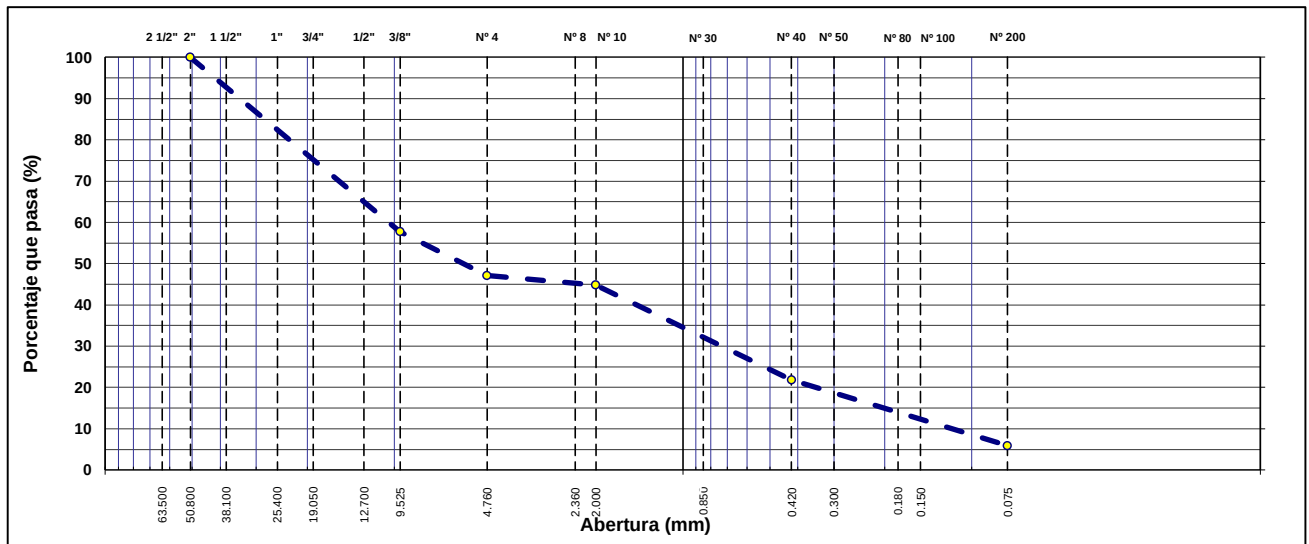
MUESTRA: M - 2

FECHA: 23/03/2017

LADO: Izquierdo

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q° PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					PESO TOTAL	=	18,596.0	gr
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO	=	17759.8	gr
2"	50.800				100.0	PESO FINO	=	796.4	gr
1 1/2"	38.100	2,076.0	0.0	0.0	100.0	LÍMITE LÍQUIDO	=		%
1"	25.400	1,263.0	6.8	6.8	93.2	LÍMITE PLÁSTICO	=		%
3/4"	19.050	2,494.0	13.4	20.2	79.8	ÍNDICE PLÁSTICO	=		%
1/2"	12.700	2,065.0	11.1	31.3	68.7	CLASF. AASHTO	=	A-1-a	(0)
3/8"	9.525	2,043.0	11.0	42.3	57.7	CLASF. SUCCS	=	GP - GM	
1/4"	6.350					MAX. DENS. SECA	=	2.243	gr/cm ³
# 4	4.760	1,969.0	10.6	52.9	47.1	OPT. CONT. HUM.	=	7.91	%
# 8	2.360	26.3	1.6	54.4	45.6	CBR 0.1" (95%)	=	62.2	%
# 10	2.000	13.2	0.8	55.2	44.8	CBR 0.1" (100%)	=	74.7	%
# 16	1.190	99.6	5.9	61.1	38.9				
# 20	0.850	106.4	6.3	67.4	32.6				
# 30	0.600	89.4	5.3	72.7	27.3	Ensayo Malla #200	P.S.Seco.	P.S.Lavado	200%
# 40	0.420	93.2	5.5	78.2	21.8				
# 50	0.300	85.3	5.0	83.3	16.7	% Grava	=	52.9	%
# 80	0.180	84.9	5.0	88.3	11.7	% Arena	=	41.2	%
# 100	0.150	67.4	4.0	92.3	7.7	% Fino	=	5.9	%
# 200	0.075	31.1	1.8	94.1	5.9				
< # 200	FONDO	99.6	5.9	100.0	0.0				
FRACCIÓN		796.4				Coef. Uniformidad	61	Índice de Consistencia	
TOTAL		18,596.0				Coef. Curvatura	0.3		-
Descripción suelo:	Grava pobremente gradada con limo y arena					Pot. de Expansión	Bajo		-

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



T

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO

TESINA: : DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: : BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN : CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 121+300

CANTERA : 121+300

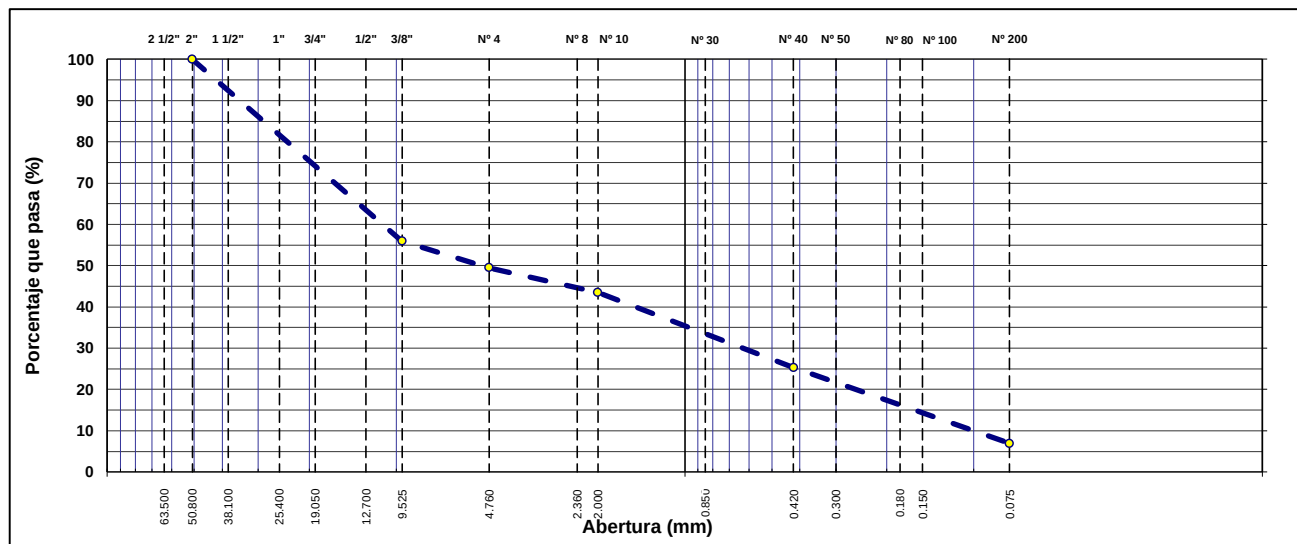
MUESTRA : M - 3

FECHA : 23/03/2017

LADO : Izquierdo

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q° PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					PESO TOTAL	=	19,635.0	gr
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO	=	18496.7	gr
2"	50.800				100.0	PESO FINO	=	824.7	gr
1 1/2"	38.100	1,556.0	0.0	0.0	100.0	LÍMITE LÍQUIDO	=		%
1"	25.400	1,286.0	6.6	6.6	93.5	LÍMITE PLÁSTICO	=		%
3/4"	19.050	3,029.0	15.4	22.0	78.0	ÍNDICE PLÁSTICO	=		%
1/2"	12.700	1,878.0	9.6	31.5	68.5	CLASF. AASHTO	=	A-1-a	(0)
3/8"	9.525	2,459.0	12.5	44.1	55.9	CLASF. SUCCS	=	GP - GM	
1/4"	6.350				55.9	MAX. DENS. SECA	=	2.235	gr/cm ³
# 4	4.760	1,264.0	6.4	50.5	49.5	OPT. CONT. HUM.	=	7.22	%
# 8	2.360	65.4	3.9	54.4	45.6	CBR 0.1" (95%)	=	59.7	%
# 10	2.000	35.0	2.1	56.5	43.5	CBR 0.1" (100%)	=	72.0	%
# 16	1.190	69.5	4.2	60.7	39.3				
# 20	0.850	106.3	6.4	67.1	32.9				
# 30	0.600	88.3	5.3	72.4	27.6	Ensayo Malla #200	P.S.Seco.	P.S.Lavado	200%
# 40	0.420	39.4	2.4	74.7	25.3		19635.0	18496.7	5.8
# 50	0.300	68.4	4.1	78.9	21.2	% Grava	=	50.5	%
# 80	0.180	77.6	4.7	83.5	16.5	% Arena	=	42.6	%
# 100	0.150	76.2	4.6	88.1	11.9	% Fino	=	6.9	%
# 200	0.075	83.6	5.0	93.1	6.9				
< # 200	FONDO	115.0	6.9	100.0	0.0				
FRACCIÓN		824.7				Coef. Uniformidad	91	Índice de Consistencia	
TOTAL		19,635.0				Coef. Curvatura	0.4		
Descripción suelo: Grava pobremente gradada con limo y arena						Pot. de Expansión	Bajo		

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



LÍMITES DE ATTERBERG
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO
TESINA: : DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA
TESISTA: : BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA
UBICACIÓN: : CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 119+800
CANTERA: : 119+800
FECHA: : 25/03/2017
LADO: : Izquierdo
MUESTRA: : M - 1

LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
Nº DE GOLPES				

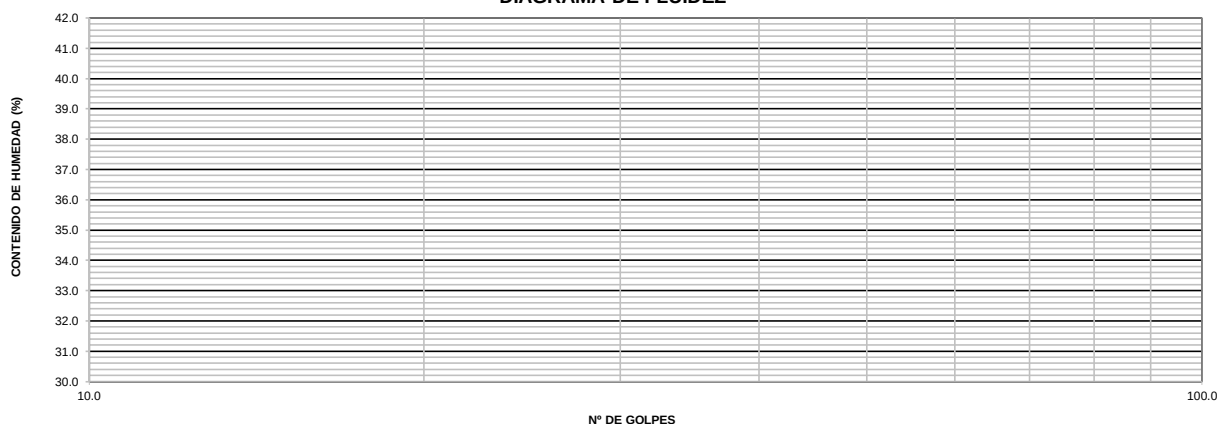
N.P.

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				

N.P.

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



CONTENIDO DE HUMEDAD MTC E 108 ASTM D-2216-92

TESINA: : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: : BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN : CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 119+800

CANTERA : 119+800

FECHA : 20/03/2017

LADO : Izquierdo

MUESTRA : M - 1

DATOS

Nº de Ensayo	1	2	
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	625.8	653.7	
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	596.2	619.0	
Peso de Tara (gr.)	0.0	0.0	
Peso de Agua (gr.)	29.6	34.7	
Peso Mat. Seco (gr.)	596.2	619.0	
Humedad Natural (%)	5.0	5.6	
Promedio de Humedad (%)	5.3		



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS MTC E 203 - ASTM C 29 - AASHTO T-19

TESINA: : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE
MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE
MATERIAL DE CANTERA
TESISTA: : BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA
UBICACIÓN : CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 119+800 FECHA : 23/03/2017
CANTERA : 119+800 LADO : Izquierdo
MUESTRA : M - 1

CANTERA

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	31303	31182	31212	
Peso del recipiente	(gr)	3923	3923	3923	
Peso de la muestra	(gr)	27380	27259	27289	
Volumen	(cm ³)	15052	15052	15052	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1819	1811	1813	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m ³)	1814			

PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	32702	32612	32763	
Peso del recipiente	(gr)	3923	3923	3923	
Peso de la muestra	(gr)	28779	28689	28840	
Volumen	(cm ³)	15052	15052	15052	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1912	1906	1916	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m ³)	1911			

OBS.:



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



EQUIVALENTE DE ARENA MTC E 114 - ASTM D 2419 - AASHTO T-176

TESINA: : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: : BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN : CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 119+800

CANTERA : 119+800

MUESTRA : M - 1

FECHA : 27/03/2017

LADO : Izquierdo

MUESTRA		IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Hora de entrada a saturación		09:36	09:38	09:40	
Hora de salida de saturación (más 10')		09:46	09:48	09:50	
Hora de entrada a decantación		09:48	09:50	09:52	
Hora de salida de decantación (más 20')		10:08	10:10	10:12	
Altura máxima de material fino	cm	127.00	125.00	129.00	
Altura máxima de la arena	cm	83.00	81.00	84.00	
Equivalente de arena	%	66.0	65.0	66.0	
Equivalente de arena promedio	%	65.7			
Resultado equivalente de arena	%	66			

Observaciones:



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO DE ABRASIÓN (MÁQUINA DE LOS ÁNGELES)

MTC E 207 - ASTM C 535 - AASHTO T-96

TESINA: : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: : BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN : CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 119+800

CANTERA : 119+800

FECHA : 25/03/2017

LADO : Izquierdo

MUESTRA : M - 1

Tamiz Pasa - Retiene	Gradaciones			
	A	B	C	D
1 1/2" - 1"	1251.0			
1" - 3/4"	1250.0			
3/4" - 1/2"	1250.0			
1/2" - 3/8"	1250.0			
3/8" - 1/4"				
1/4" - N° 4				
N° 4 - N° 8				
Peso Total	5001.0			
(%) Retenido en la malla N° 12	3894.0			
(%) Que pasa en la malla N° 12	1107.0			
N° de esferas	12			
Peso de las esferas (gr)	5000 ± 25			
% Desgaste	22.1%			

OBSERVACIONES :



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS (NORMA AASHTO T-84, T-85)

TESINA: : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMAO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: : BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN : CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 119+800

CANTERA : 119+800

MUESTRA : M - 1

FECHA : 27/03/2017

LADO : Izquierdo

DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO GRUESO

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	1749.0	1667.0	1423.0	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	1090.2	1038.6	886.8	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	658.8	628.4	536.2	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1736.3	1654.4	1412.9	
E	Volumen de masa = C - (A - D) (cm ³)	646.1	615.8	526.1	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.636	2.633	2.635	2.634
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.655	2.653	2.654	2.654
	Pe aparente (Base Seca) = D/E	2.687	2.687	2.686	2.687
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.73	0.76	0.71	0.74%

AGREGADO FINO

A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	300.0	300.0		
B	Peso frasco + agua (gr)	713.4	656.9		
C	Peso frasco + agua + A (gr)	1013.4	956.9		
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	901.3	844.7		
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	112.1	112.2		
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	298.6	298.5		
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm3)	110.7	110.7		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.664	2.660		2.662
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.676	2.674		2.675
	Pe aparente (Base seca) = F/G	2.697	2.696		2.697
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.47	0.50		0.49%

OBSERVACIONES:



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

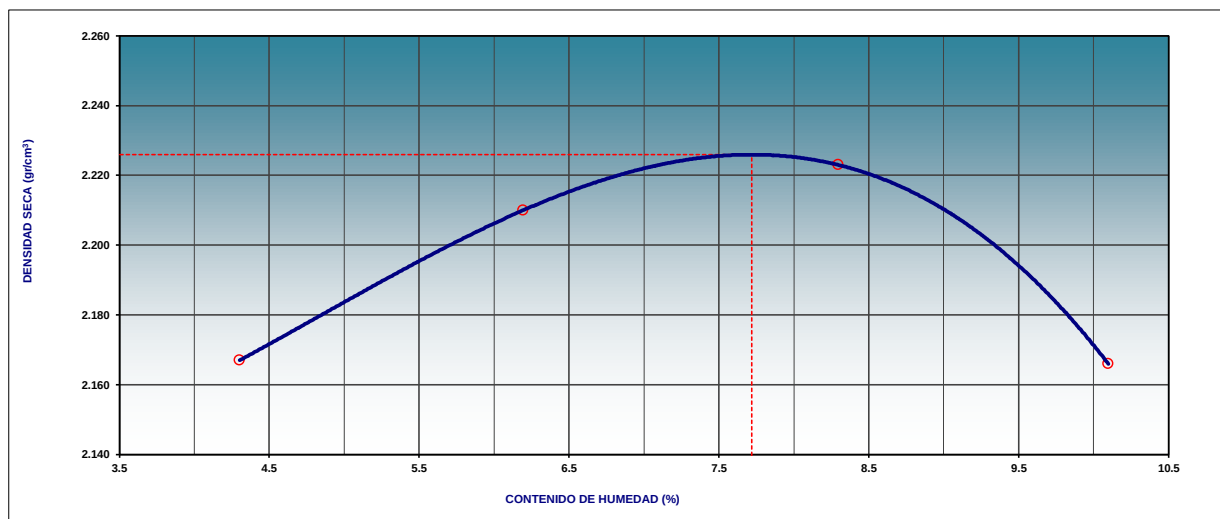


ENSAYO PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

TESINA:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
UBICACIÓN:	CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 119+800	FECHA:	29/03/2017
CANTERA:	119+800	LADO:	Izquierdo
MUESTRA:	M - 1		

COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"BC"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	11174	11356	11482	11435	
PESO DE MOLDE (gr)	6457	6457	6457	6457	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4717	4899	5025	4978	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2087	2087	2087	2087	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.260	2.347	2.408	2.385	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.167	2.210	2.223	2.166	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	-	-	-	-	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	526.1	581.2	563.9	572.4	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	504.4	547.3	520.7	519.9	
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	
PESO DE AGUA (gr)	21.7	33.9	43.2	52.5	
PESO DE SUELO SECO (gr)	504.4	547.3	520.7	519.9	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.3	6.2	8.3	10.1	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.226		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		7.72

CURVA DE COMPACTACIÓN





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO DE C.B.R.

MTC E 132 - 2000

TESINA:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
UBICACIÓN:	CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 119+800	FECHA:	31/03/2017
CANTERA:	119+800	LADO:	Izquierdo
MUESTRA:	M - 1		

MAXIMA DENSIDAD SECA	2.226 g/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	7.72 %

CAPACIDAD :	10000 Lbs.
ANILLO :	1

ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	22		23		24	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12478	12410	12410	10739	10739	
Peso de molde (gr)	7460	7460	7678	6178	6178	
Peso del suelo húmedo (gr)	5018	4950	4732	4561	4561	
Volumen del molde (cm ³)	2093	2093	2080	2106	2106	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.398	2.275	2.275	2.166	2.166	
Humedad (%)	7.64	7.85	7.85	8.09	8.09	
Densidad seca (gr/cm ³)	2.228	2.109	2.109	2.004	2.004	
Tarro N°	-	-	-	-	-	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	539.7	572.8	572.8	561.2	561.2	
Tarro + Suelo seco (gr)	501.4	531.1	531.1	519.2	519.2	
Peso del Agua (gr)	38.3	41.7	41.7	42.0	42.0	
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso del suelo seco (gr)	501.4	531.1	531.1	519.2	519.2	
Humedad (%)	7.6	7.9	7.9	8.1	8.1	
Promedio de Humedad (%)	7.6	7.9	7.9	8.1	8.1	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 22				MOLDE N° 23				MOLDE N° 24			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		62	14			58	13			48	11		
0.050		101	23			85	19			70	16		
0.075		159	36			130	30			105	24		
0.100	70.3	243	56	50.3	71.5	185	42	38.54	54.8	145	33	30.66	43.6
0.150		318	73			238	54			185	42		
0.200	105.5	421	97	99.1	93.9	300	69	73.77	69.9	240	55	57.89	54.9
0.250		536	123			399	91			310	71		
0.300		623	143			462	106			360	82		
0.400		758	175			555	128			430	99		
0.500		845	195			620	143			480	110		



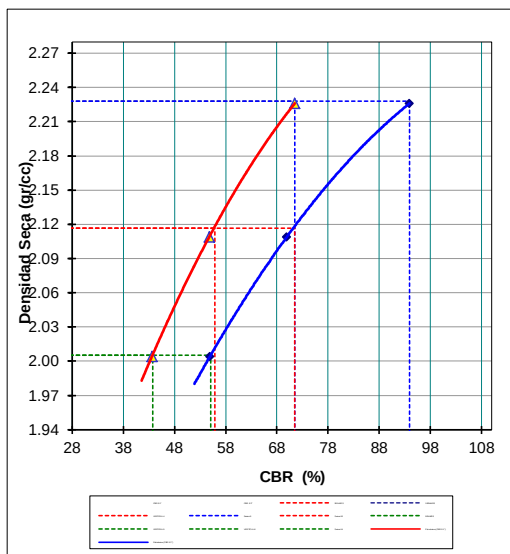
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



TESINA:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
PROGRESIVA	CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 119+800	FECHA	31/03/2017
CANTERA	119+800	LADO	Izquierdo
MUESTRA	M - 1		

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 71.5	0.2": 93.9
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 55.9	0.2": 71.5

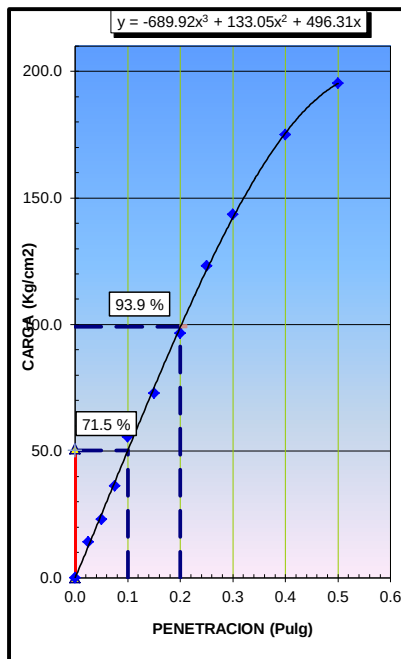
Datos del Proctor

Densidad Seca	2.226	gr/cc
Optimo Humedad	7.72	%

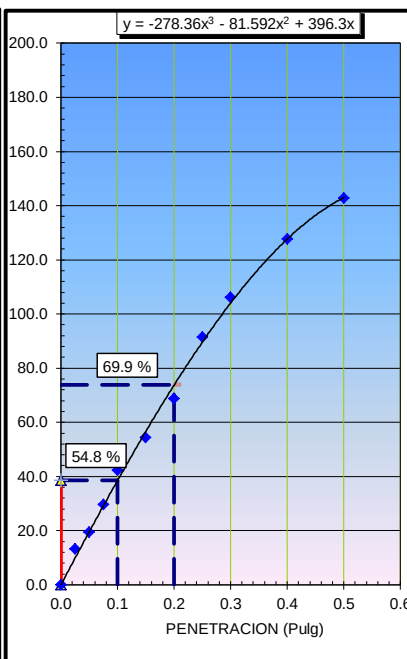
OBSERVACIONES:

La muestra M-1, se realizó el ensayo de CBR en el laboratorio de Huánuco, para determinar la capacidad de soporte del afirmado de la carretera Bella-Inti, Distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco, mediante el análisis y diseño de mezcla binaria de material de cantera.

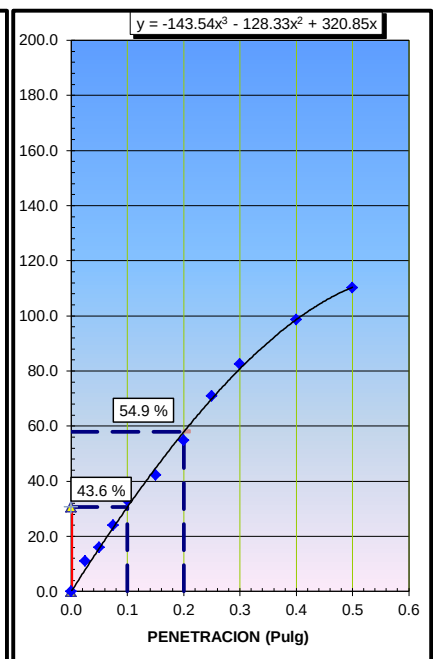
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ET

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO

TESINA: : DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: : BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN : CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 119+800

CANTERA : 119+800

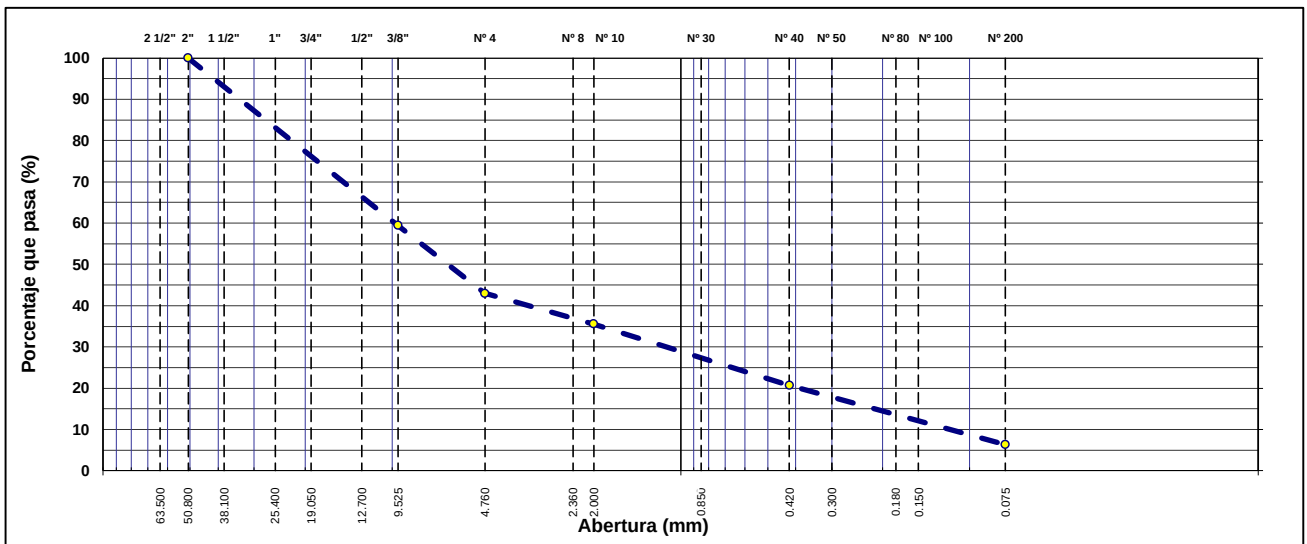
MUESTRA : M - 3

FECHA : 23/03/2017

LADO : Izquierdo

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL = 17.296.0 gr
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO = 16487.5 gr
2"	50.800				100.0	PESO FINO = 774.2 gr
1 1/2"	38.100	1.915.0	0.0	0.0	100.0	LÍMITE LÍQUIDO = %
1"	25.400	1.121.0	6.5	6.5	93.5	LÍMITE PLÁSTICO = %
3/4"	19.050	2.296.0	13.3	19.8	80.3	ÍNDICE PLÁSTICO = %
1/2"	12.700	2.356.0	13.6	33.4	66.6	CLASF. AASHTO = A-1-a (0)
3/8"	9.525	1.245.0	7.2	40.6	59.4	CLASF. SUCCS = GP - GM
1/4"	6.350				59.4	MAX. DENS. SECA = 2.239 g/cm ³
# 4	4.760	2.848.0	16.5	57.0	43.0	OPT. CONT. HUM. = 7.55 %
# 10	2.360	106.3	5.9	62.9	37.1	CBR 0.1" (95%) = 62.5 %
# 20	0.850	42.3	2.3	69.0	31.0	CBR 0.1" (100%) = 72.1 %
# 30	0.600	52.4	2.9	71.9	28.1	
# 40	0.420	133.7	7.4	79.3	20.7	Ensayo Malla #200 P.S.Seco. P.S.Lavado 200%
# 50	0.300	126.2	7.0	86.3	13.7	% Grava = 57.0 %
# 80	0.180	73.8	4.1	90.4	9.6	% Arena = 36.7 %
# 100	0.150	34.2	1.9	92.3	7.7	% Fino = 6.3 %
# 200		25.3	1.4	93.7	6.3	% Humedad = 6.2%
< # 200	FONDO	113.5	6.3	100.0	0.0	
FRACCIÓN		774.2				Coef. Uniformidad 51 Índice de Consistencia
TOTAL		17,296.0				Coef. Curvatura 0.3
Descripción suelo: Grava pobremente gradada con limo y arena						Pot. de Expansión Bajo

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



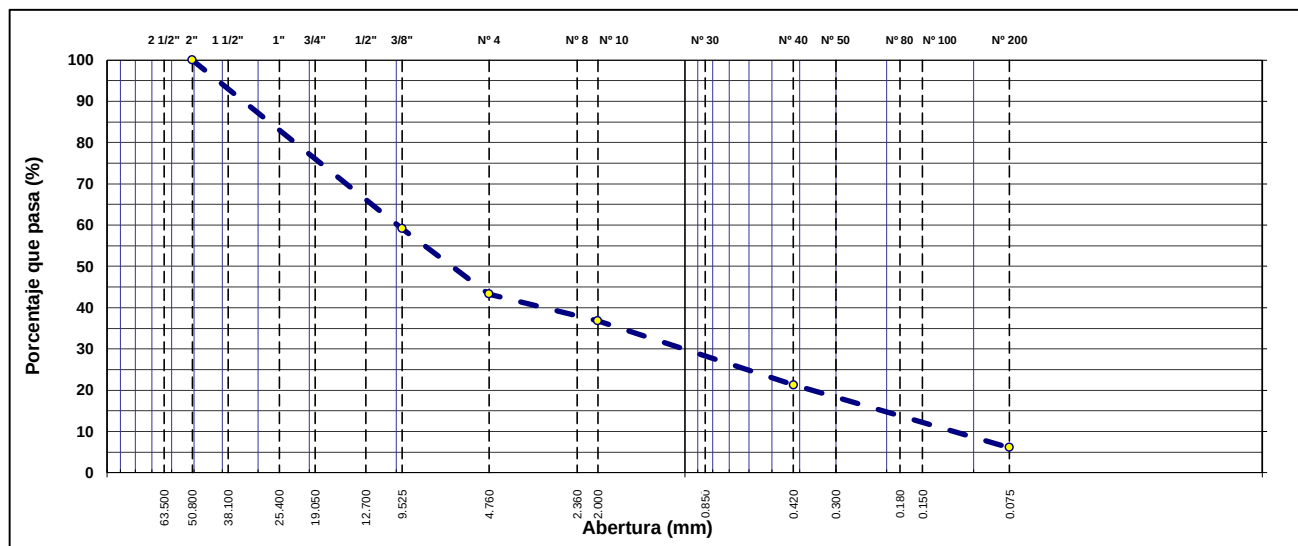
ET

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMACO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO
TESINA: : DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA
TESISTA: : BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA
UBICACIÓN : CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 119+800
CANTERA : 119+800
FECHA : 23/03/2017
LADO : Izquierdo
MUESTRA : M - 2

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL = 18,056.0 gr
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO = 17286.9 gr
2"	50.800				100.0	PESO FINO = 769.3 gr
1 1/2"	38.100	2,371.0	0.0	0.0	100.0	LÍMITE LÍQUIDO = N.P. %
1"	25.400	1,251.0	6.9	6.9	93.1	LÍMITE PLÁSTICO = N.P. %
3/4"	19.050	2,049.0	11.4	18.3	81.7	ÍNDICE PLÁSTICO = N.P. %
1/2"	12.700	2,751.0	15.2	33.5	66.5	CLASF. AASHTO = A-1-a (0)
3/8"	9.525	1,316.0	7.3	40.8	59.2	CLASF. SUCCS = GP - GM
1/4"	6.350				59.2	MAX. DENS. SECA = 2.243 gr/cm ³
# 4	4.760	2,874.6	15.9	56.7	43.3	OPT. CONT. HUM. = 7.92 %
# 8	2.360	84.6	4.8	61.5	38.5	CBR 0.1" (95%) = 54.5 %
# 10	2.000	29.9	1.7	63.2	36.8	CBR 0.1" (100%) = 71.1 %
# 16	1.190	35.2	2.0	65.2	34.9	
# 20	0.850	51.3	2.9	68.0	32.0	
# 30	0.600	98.2	5.5	73.6	26.4	Ensayo Malla #200 P.S.Seco. P.S.Lavado 200%
# 40	0.420	92.3	5.2	78.8	21.3	18056.0 17286.9 4.3
# 50	0.300	131.2	7.4	86.1	13.9	% Grava = 56.7 %
# 80	0.180	92.9	5.2	91.4	8.6	% Arena = 37.2 %
# 100	0.150	29.6	1.7	93.0	7.0	% Fino = 6.1 %
# 200	0.075	15.4	0.9	93.9	6.1	% Humedad
< # 200	FONDO	108.7	6.1	100.0	0.0	6.0%
FRACCIÓN		769.3				Coef. Uniformidad 48 Índice de Consistencia
TOTAL		18,056.0				Coef. Curvatura 0.3
Descripción suelo:	Grava pobremente gradada con limo y arena					Pot. de Expansión Bajo

CURVA GRANULOMÉTRICA



ANEXO E: DISEÑO DE MEZCLAS BINARIA

COMBINACIÓN CANTERA Km 97+300 - Km 104+520

Se realizó ensayos en el laboratorio de la Universidad de Huánuco para hacer la mezcla de los suelos, "X" y "Y" donde la muestra "X" es el grueso y la muestra "Y" es el fino, dicho ensayo se realizó con un peso de 19861.30 g de la muestra "X", según la tabla se dio el % que pasa de la muestra de "Y" se pide calcular la muestra del suelo en %, interpretar los resultados y buscar la mezcla adecuada, para dar otra respuesta.

X CANTERA Km 97+300

	N° Tamiz	Diámetro	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	
	3"	76.2	0	0.00	0.00	100.00	100
	2 1/2"	63.5	0	0.00	0.00	100.00	
	2"	50.8	0	0.00	0.00	100.00	
	1 1/2"	38.1	0	0.00	0.00	100.00	
*	1"	25.4	1508	7.59	7.59	92.41	
*	3/4"	11.05	3152	15.87	23.46	76.54	
	1/2"	12.7	3947	19.87	43.34	56.66	
*	3/8"	9.525	1095	5.51	48.85	51.15	
	1/4"	6.35	0	0.00	48.85	51.15	
*	N° 4	4.76	1207	6.08	54.93	45.07	
*	N° 10	2	1114.064	5.61	60.54	39.46	
	N°20	0.84	1133.958	5.71	66.24	33.76	
	N°30	0.59	1054.382	5.31	71.55	28.45	
*	N° 40	0.426	915.124	4.61	76.16	23.84	
	N° 50	0.297	1273.216	6.41	82.57	17.43	
	N° 60	0.25	1233.43	6.21	88.78	11.22	
	N° 100	0.149	318.30	1.60	90.38	9.62	
*	N°200	0.074	716.184	3.61	93.99	6.01	
	Cazoleta	0	1193.64	6.01	100.00	0.00	
	TOTAL		19861.30	100.00			

Y ANTERA Km 104+520

N° Tamiz	Diámetro	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	
3"	76.2	0	0.00	0.00	100.00	100
2 1/2"	63.5	0	0.00	0.00	100.00	
2"	50.8	0	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.1	0	0.00	0.00	100.00	
* 1"	25.4	0	0.00	0.00	100.00	
* 3/4"	11.05	0	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.7	187	8.65	8.65	91.35	
* 3/8"	9.525	128	5.92	14.56	85.44	
1/4"	6.35	148	6.84	21.41	78.59	
* N° 4	4.76	120	5.55	26.95	73.05	
* N° 10	2	263	12.16	39.11	60.89	
N°20	0.84	200	9.25	48.36	51.64	
N°30	0.59	95	4.39	52.75	47.25	
* N° 40	0.426	37	1.71	54.46	45.54	
N° 50	0.297	30	1.39	55.85	44.15	
N° 60	0.25	17	0.79	56.63	43.37	
N° 100	0.149	14	0.65	57.28	42.72	
* N°200	0.074	4	0.18	57.47	42.53	
Cazoleta	0.000	920	42.53	100.00	0.00	
TOTAL		2163	100.00			

SUELO A

	N° Tamiz	% Retenido Acumulado
*	1 1/2"	0.00
*	1"	7.59
*	3/4"	23.46
*	3/8"	48.85
*	4.00	54.93
*	10.00	60.54
*	40.00	76.16
*	200.00	93.99
	SUMATORIA % RETENIDO ACUMULADO	365.52
	MA	3.655161143

SUELO B

	N° Tamiz	% Retenido Acumulado
*	1 1/2"	0
*	1"	0.00
*	3/4"	0.00
*	3/8"	14.56
*	4	26.95
*	10.00	39.11
*	40.00	54.46
*	200.00	57.47
	SUMATORIA % RETENIDO ACUMULADO	192.56
	MB	1.925566343

MEZCLA DE DOS SUELOS

$$\begin{array}{rclclcl} 3.65516 & X & + & 1.9256 & Y & = & 375 \\ 1 & X & + & 1 & Y & = & 100 \end{array}$$

MATRIZ A $A = \begin{bmatrix} 3.655161 & 1.93 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$	MATRIZ TRANSPUESTA A $A^t = \begin{bmatrix} 3.655161143 & 1 \\ 1.925566343 & 1 \end{bmatrix}$
MATRIZ B $B = \begin{bmatrix} 375 \\ 100 \end{bmatrix}$	

FLEXIBILIDAD [F]

$$F = [A \cdot A^t] = \begin{bmatrix} 17.06801 & 5.5807275 \\ 5.580727 & 2 \end{bmatrix} = 2.9914982 \text{ mm/gr}$$

RIGIDEZ [S]

Determinante = 2.9914982

$$S = [A \cdot A^t]^{-1} = \frac{1}{2.9914982} \begin{bmatrix} 2 & -5.580727486 \\ -5.580727486 & 17.06800872 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.668561332 & -1.865529299 \\ -1.865529299 & 5.705505318 \end{bmatrix} = 0.3342807 \text{ gr/mm}$$

DESPLAZAMIENTO [D]

$D = [A^t * B] =$

3.655161	1	*	375	=	1470.685428	A =	1470.685428	mm
1.925566	1		100		822.09	B =	822.09	mm

% MEZCLA DE SUELO

$R = [A^t . A]^{-1} [A^t . B] =$

$[A^t . A]$	=	3.6551611	1	*	3.655161143	1.93	=	14.36020298	8.0383
		1.9255663	1		1	1		8.0383	4.7078

Determinante = 2.99149817

$[A^t . A]^{-1}$	=	$\frac{1}{2.991498}$	4.7078	-8.038255274	=	1.5737	-2.6870
			-8.0382553	14.36020298		-2.6870	4.8003

$[A^t . A]^{-1} [A^t . B]$	=	1.5737	-2.6870	*	1470.685428	=	105.483299	%	GRAVA	
		-2.6870	4.8003		822.09		-5.483299181	%	ARCILLA	100.00

MEZCLA DE DOS SUELOS

$$\begin{matrix} 5.4827417 & X & + & 0.96 & Y & = & 375 \\ 1 & X & + & 1 & Y & = & 100 \end{matrix}$$

MATRIZ A $A = \begin{bmatrix} 5.482742 & 0.96 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$	MATRIZ TRANSPUESTA A $A^t = \begin{bmatrix} 5.482741714 & 1 \\ 0.962783172 & 1 \end{bmatrix}$
MATRIZ B $B = \begin{bmatrix} 375 \\ 100 \end{bmatrix}$	

FLEXIBILIDAD [F]

$$F = [A \cdot A^t] = \begin{bmatrix} 30.987408 & 6.445524885 \\ 6.4455249 & 2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 20.4300252 & \\ & \end{bmatrix} \text{ mm/gr}$$

RIGIDEZ [S]

Determinante = 20.4300252

$$S = [A \cdot A^t]^{-1} = \frac{1}{20.4300252} \begin{bmatrix} 2 & -6.445524885 \\ -6.445524885 & 30.98740814 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.097895131 & -0.315492752 \\ -0.315492752 & 1.516758193 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.0489476 & \\ & \end{bmatrix} \text{ gr/mm}$$

DESPLAZAMIENTO [D]

$D = [A^t * B] =$

$\begin{bmatrix} 5.482742 & 1 \\ 0.962783 & 1 \end{bmatrix}$	*	$\begin{bmatrix} 375 \\ 100 \end{bmatrix}$	=	$\begin{bmatrix} 2156.028143 \\ 461.04 \end{bmatrix}$	A =	2156.028143	mm
					B =	461.04	mm

% MEZCLA DE SUELO

$R = [A^t.A]^{-1} [A^t.B] =$

$\begin{bmatrix} A^t.A \end{bmatrix} =$	$\begin{bmatrix} 5.482741714 & 1 \\ 0.962783172 & 1 \end{bmatrix}$	*	$\begin{bmatrix} 5.482741714 & 0.96 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$	=	$\begin{bmatrix} 31.0604567 & 6.2787 \\ 6.2787 & 1.9270 \end{bmatrix}$
---	--	---	---	---	--

Determinante = 20.43002522

$\begin{bmatrix} A^t.A \end{bmatrix}^{-1} = \frac{1}{20.430025}$	$\begin{bmatrix} 1.9270 & -6.278691456 \\ -6.278691456 & 31.0604567 \end{bmatrix}$	=	$\begin{bmatrix} 0.0943 & -0.3073 \\ -0.3073 & 1.5203 \end{bmatrix}$
--	--	---	--

$\begin{bmatrix} A^t.A \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} A^t.B \end{bmatrix} =$	$\begin{bmatrix} 0.0943 & -0.3073 \\ -0.3073 & 1.5203 \end{bmatrix}$	*	$\begin{bmatrix} 2156.028143 \\ 461.04 \end{bmatrix}$	=	61.664655	%	GRAVA	
					38.33534528	%	ARCILLA	100.00

COMBINACIÓN CANTERA Km 119+800 - Km 104+520

Se realizó ensayos en el laboratorio de la Universidad de Huánuco para hacer la mezcla de los suelos, "X" y "Y" donde la muestra "X" es el grueso y la muestra "Y" es el fino, dicho ensayo se realizó con un peso de 16363.14 g de la muestra "X", según la tabla se dio el % que pasa de la muestra de "Y" se pide calcular la muestra del suelo en %, interpretar los resultados y buscar la mezcla adecuada, para dar otra respuesta.

X CANTERA Km 119+800

N° Tamiz	Diámetro	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	
3"	76.2	0	0.00	0.00	100.00	100
2 1/2"	63.5	0	0.00	0.00	100.00	
2"	50.8	0	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.1	0	0.00	0.00	100.00	
* 1"	25.4	985	6.02	6.02	93.98	
* 3/4"	11.05	1951	11.92	17.94	82.06	
	12.7	1346	8.23	26.17	73.83	
* 3/8"	9.525	1875	11.46	37.63	62.37	
	6.35	0	0.00	37.63	62.37	
* N° 4	4.76	3029	18.51	56.14	43.86	
* N° 10	2	1046.336	6.39	62.53	37.47	
	0.84	1160.779	7.09	69.63	30.37	
	0.59	572.15	3.50	73.12	26.88	
* N° 40	0.426	850.148	5.20	78.32	21.68	
	0.297	1062.685	6.49	84.81	15.19	
	N° 60	850.15	5.20	90.01	9.99	
	N° 100	376.02	2.30	92.31	7.69	
* N° 200	0.074	310.631	1.90	94.21	5.79	
Cazoleta	0	948.242	5.79	100.00	0.00	
TOTAL		16363.14	100.00			

Y CANTERA Km 104+520

N° Tamiz	Diámetro	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	
3"	76.2	0	0.00	0.00	100.00	100
2 1/2"	63.5	0	0.00	0.00	100.00	
2"	50.8	0	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.1	0	0.00	0.00	100.00	
1"	25.4	0	0.00	0.00	100.00	
3/4"	11.05	0	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.7	187	8.65	8.65	91.35	
3/8"	9.525	128	5.92	14.56	85.44	
1/4"	6.35	148	6.84	21.41	78.59	
N° 4	4.76	120	5.55	26.95	73.05	
N° 10	2	263	12.16	39.11	60.89	
N°20	0.84	200	9.25	48.36	51.64	
N°30	0.59	95	4.39	52.75	47.25	
N° 40	0.426	37	1.71	54.46	45.54	
N° 50	0.297	30	1.39	55.85	44.15	
N° 60	0.25	17	0.79	56.63	43.37	
N° 100	0.149	14	0.65	57.28	42.72	
N°200	0.074	4	0.18	57.47	42.53	
Cazoleta	0.000	920	42.53	100.00	0.00	
TOTAL		2163	100.00			

SUELO A

	N° Tamiz	% Retenido Acumulado
*	1 1/2"	
*	1"	6.02
*	3/4"	17.94
*	3/8"	37.63
*	4.00	56.14
*	10.00	62.53
*	40.00	78.32
*	200.00	94.21
	SUMATORIA % RETENIDO ACUMULADO	352.78
	MA	3.527846087

SUELO B

	N° Tamiz	% Retenido Acumulado
*	1 1/2"	
*	1"	0.00
*	3/4"	0.00
*	3/8"	14.56
*	4	26.95
*	10.00	39.11
*	40.00	54.46
*	200.00	57.47
	SUMATORIA % RETENIDO ACUMULADO	192.56
	MB	1.925566343

MEZCLA DE DOS SUELOS

$$\begin{array}{rclclcl} 3.52785 & X & + & 1.9256 & Y & = & 375 \\ 1 & X & + & 1 & Y & = & 100 \end{array}$$

MATRIZ A

$$A = \begin{bmatrix} 3.527846 & 1.93 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

MATRIZ TRANSPUESTA A

$$A^t = \begin{bmatrix} 3.527846087 & 1 \\ 1.925566343 & 1 \end{bmatrix}$$

MATRIZ B

$$B = \begin{bmatrix} 375 \\ 100 \end{bmatrix}$$

FLEXIBILIDAD [F]

$$F = [A \cdot A^t] = \begin{bmatrix} 16.1535 & 5.4534124 \\ 5.453412 & 2 \end{bmatrix} = 2.5673004 \text{ mm/gr}$$

RIGIDEZ [S]

Determinante = 2.5673004

$$S = [A \cdot A^t]^{-1} = \frac{1}{2.5673004} \begin{bmatrix} 2 & -5.45341243 \\ -5.45341243 & 16.15350375 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.77902844 & -2.124181681 \\ -2.1241817 & 6.29201939 \end{bmatrix} = 0.3895142 \text{ gr/mm}$$

DESPLAZAMIENTO [D]

$$D = [A^t \cdot B] =$$

$$\begin{vmatrix} 3.527846 & 1 \\ 1.925566 & 1 \end{vmatrix} * \begin{vmatrix} 375 \\ 100 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1422.942283 \\ 822.09 \end{vmatrix} \quad \begin{matrix} A = 1422.942283 \text{ mm} \\ B = 822.09 \text{ mm} \end{matrix}$$

% MEZCLA DE SUELO

$$R = [A^t \cdot A]^{-1} [A^t \cdot B] =$$

$$[A^t \cdot A] = \begin{vmatrix} 3.5278461 & 1 \\ 1.9255663 & 1 \end{vmatrix} * \begin{vmatrix} 3.527846087 & 1.93 \\ 1 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 13.44569801 & 7.7931 \\ 7.7931 & 4.7078 \end{vmatrix}$$

$$\text{Determinante} = 2.567300377$$

$$[A^t \cdot A]^{-1} = \frac{1}{2.5673} \begin{vmatrix} 4.7078 & -7.793101688 \\ -7.7931017 & 13.44569801 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1.8338 & -3.0355 \\ -3.0355 & 5.2373 \end{vmatrix}$$

$$[A^t \cdot A]^{-1} [A^t \cdot B] = \begin{vmatrix} 1.8338 & -3.0355 \\ -3.0355 & 5.2373 \end{vmatrix} * \begin{vmatrix} 1422.942283 \\ 822.09 \end{vmatrix} = \begin{matrix} 113.864864 \% \text{ GRAVA} \\ -13.864864 \% \text{ ARCILLA} \end{matrix} \quad 100.00$$

MEZCLA DE DOS SUELOS

5.2917691

X

+

0.96

Y

=

375

1

X

+

1

Y

=

100

MATRIZ A

A = $\begin{bmatrix} 5.291769 & 0.96 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$

MATRIZ TRANSPUESTA A

At = $\begin{bmatrix} 5.29176913 & 1 \\ 0.962783172 & 1 \end{bmatrix}$

MATRIZ B

B = $\begin{bmatrix} 375 \\ 100 \end{bmatrix}$

FLEXIBILIDAD [F]

$F = [A \cdot A^t] = \begin{bmatrix} 28.929772 & 6.254552302 \\ 6.2545523 & 2 \end{bmatrix} = 18.7401194 \text{ mm/gr}$

RIGIDEZ [S]

Determinante = 18.7401194

$S = [A \cdot A^t]^{-1} = \frac{1}{18.7401194} \begin{bmatrix} 2 & -6.2545523 \\ -6.254552302 & 28.92977196 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.106722906 & -0.333751998 \\ -0.333751998 & 1.543734663 \end{bmatrix} = 0.0533615 \text{ gr/mm}$

DESPLAZAMIENTO [D]

$$D = [A^t * B] =$$

$$\begin{bmatrix} 5.291769 & 1 \\ 0.962783 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 375 \\ 100 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2084.413424 \\ 461.04 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} A &= 2084.413424 \text{ mm} \\ B &= 461.04 \text{ mm} \end{aligned}$$

% MEZCLA DE SUELO

$$R = [A^t . A]^{-1} [A^t . B] =$$

$$\begin{bmatrix} A^t . A \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5.29176913 & 1 \\ 0.962783172 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 5.29176913 & 0.96 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 29.00282053 & 6.0948 \\ 6.0948 & 1.9270 \end{bmatrix}$$

Determinante = 18.74011943

$$\begin{bmatrix} A^t . A \end{bmatrix}^{-1} = \frac{1}{18.74011943} \begin{bmatrix} 1.9270 & -6.094826266 \\ -6.094826266 & 29.00282053 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.1028 & -0.3252 \\ -0.3252 & 1.5476 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} A^t . A \end{bmatrix}^{-1} [A^t . B] = \begin{bmatrix} 0.1028 & -0.3252 \\ -0.3252 & 1.5476 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 2084.413424 \\ 461.04 \end{bmatrix} = \begin{aligned} &64.384982 \% \text{ GRAVA} \\ &35.61501804 \% \text{ ARCILLA} \end{aligned} \quad 100.00$$

COMBINACIÓN CANTERA Km 121+300 - Km 104+520

Se realizó ensayos en el laboratorio de la Universidad de Huánuco para hacer la mezcla de los suelos, "X" y "Y" donde la muestra "X" es el grueso y la muestra "Y" es el fino, dicho ensayo se realizó con un peso de 15477 g de la muestra "X", según la tabla se dio el % que pasa de la muestra de "Y" se pide calcular la muestra del suelo en %, interpretar los resultados y buscar la mezcla adecuada, para dar otra respuesta.

X CANTERA Km 121+300

N° Tamiz	Diámetro	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	
3"	76.2	0	0.00	0.00	100.00	100
2 1/2"	63.5	0	0.00	0.00	100.00	
2"	50.8	0	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.1	0	0.00	0.00	100.00	
* 1"	25.4	746	4.82	4.82	95.18	
* 3/4"	11.05	2549	16.47	21.29	78.71	
1/2"	12.7	2064	13.34	34.63	65.37	
* 3/8"	9.525	1376	8.89	43.52	56.48	
1/4"	6.35	0	0.00	43.52	56.48	
* N° 4	4.76	996	6.44	49.95	50.05	
* N° 10	2	526.728	3.40	53.35	46.65	
N°20	0.84	1595.676	10.31	63.66	36.34	
N°30	0.59	650.664	4.20	67.87	32.13	
* N° 40	0.426	1471.74	9.51	77.38	22.62	
N° 50	0.297	418.284	2.70	80.08	19.92	
N° 60	0.25	666.16	4.30	84.38	15.62	
N° 100	0.149	1192.88	7.71	92.09	7.91	
* N°200	0.074	278.856	1.80	93.89	6.11	
Cazoleta	0	945.012	6.11	100.00	0.00	
TOTAL		15477.00	100.00			

Y CANTERA 104+520

N° Tamiz	Diámetro	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	
3"	76.2	0	0.00	0.00	100.00	100
2 1/2"	63.5	0	0.00	0.00	100.00	
2"	50.8	0	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.1	0	0.00	0.00	100.00	
* 1"	25.4	0	0.00	0.00	100.00	
* 3/4"	11.05	0	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.7	187	8.65	8.65	91.35	
* 3/8"	9.525	128	5.92	14.56	85.44	
1/4"	6.35	148	6.84	21.41	78.59	
* N° 4	4.76	120	5.55	26.95	73.05	
* N° 10	2	263	12.16	39.11	60.89	
N°20	0.84	200	9.25	48.36	51.64	
N°30	0.59	95	4.39	52.75	47.25	
* N° 40	0.426	37	1.71	54.46	45.54	
N° 50	0.297	30	1.39	55.85	44.15	
N° 60	0.25	17	0.79	56.63	43.37	
N° 100	0.149	14	0.65	57.28	42.72	
* N°200	0.074	4	0.18	57.47	42.53	
Cazoleta	0.000	920	42.53	100.00	0.00	
TOTAL		2163	100.00			

SUELO A

	N° Tamiz	% Retenido Acumulado
*	1 1/2"	
*	1"	4.82
*	3/4"	21.29
*	3/8"	43.52
*	4.00	49.95
*	10.00	53.35
*	40.00	77.38
*	200.00	93.89
	SUMATORIA % RETENIDO ACUMULADO	344.20
	MA	3.442044582

SUELO B

	N° Tamiz	% Retenido Acumulado
*	1 1/2"	
*	1"	0.00
*	3/4"	0.00
*	3/8"	14.56
*	4	26.95
*	10.00	39.11
*	40.00	54.46
*	200.00	57.47
	SUMATORIA % RETENIDO ACUMULADO	192.56
	MB	1.925566343

MEZCLA DE DOS SUELOS

$$\begin{array}{rclclcl} 3.44204 & X & + & 1.9256 & Y & = & 375 \\ 1 & X & + & 1 & Y & = & 100 \end{array}$$

MATRIZ A

$$A = \begin{bmatrix} 3.442045 & 1.93 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

MATRIZ TRANSPUESTA A

$$A^t = \begin{bmatrix} 3.442044582 & 1 \\ 1.925566343 & 1 \end{bmatrix}$$

MATRIZ B

$$B = \begin{bmatrix} 375 \\ 100 \end{bmatrix}$$

FLEXIBILIDAD [F]

$$F = [A \cdot A^t] = \begin{bmatrix} 15.55548 & 5.3676109 \\ 5.367611 & 2 \end{bmatrix} = 2.2997063 \text{ mm/gr}$$

RIGIDEZ [S]

Determinante = 2.2997063

$$S = [A \cdot A^t]^{-1} = \frac{1}{2.2997063} \begin{bmatrix} 2 & -5.367610925 \\ -5.367610925 & 15.55547665 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.86967629 & -2.334041978 \\ -2.334042 & 6.764114611 \end{bmatrix} = 0.4348381 \text{ gr/mm}$$

DESPLAZAMIENTO [D]

$$D = [A^t * B] =$$

$$\begin{bmatrix} 3.442045 & 1 \\ 1.925566 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 375 \\ 100 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1390.766718 \\ 822.09 \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} A = 1390.766718 \text{ mm} \\ B = 822.09 \text{ mm} \end{array}$$

% MEZCLA DE SUELO

$$R = [A^t . A]^{-1} [A^t . B] =$$

$$[A^t . A] = \begin{bmatrix} 3.4420446 & 1 \\ 1.9255663 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 3.442044582 & 1.93 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12.84767091 & 7.6279 \\ 7.6279 & 4.7078 \end{bmatrix}$$

$$\text{Determinante} = 2.29970625$$

$$[A^t . A]^{-1} = \frac{1}{2.299706} \begin{bmatrix} 4.7078 & -7.627885199 \\ -7.6278852 & 12.84767091 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.0471 & -3.3169 \\ -3.3169 & 5.5867 \end{bmatrix}$$

$$[A^t . A]^{-1} [A^t . B] = \begin{bmatrix} 2.0471 & -3.3169 \\ -3.3169 & 5.5867 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 1390.766718 \\ 822.09 \end{bmatrix} = \begin{array}{l} 120.307276 \% \text{ GRAVA} \\ -20.307276 \% \text{ ARCILLA} \end{array} \quad 100.00$$

MEZCLA DE DOS SUELOS

5.1630669

1

X

X

+

+

0.96

1

Y

Y

=

=

375

100

MATRIZ A

$$A = \begin{bmatrix} 5.163067 & 0.96 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

MATRIZ TRANSPUESTA A

$$A^t = \begin{bmatrix} 5.163066873 & 1 \\ 0.962783172 & 1 \end{bmatrix}$$

MATRIZ B

$$B = \begin{bmatrix} 375 \\ 100 \end{bmatrix}$$

FLEXIBILIDAD [F]

$$F = [A \cdot A^t] = \begin{bmatrix} 27.584211 & 6.125850045 \\ 6.12585 & 2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 17.6423832 & \\ & \end{bmatrix} \text{ mm/gr}$$

RIGIDEZ [S]

Determinante = 17.6423832

$$S = [A \cdot A^t]^{-1} = \frac{1}{17.6423832} \begin{bmatrix} 2 & -6.12585004 \\ -6.125850045 & 27.58421097 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.113363369 & -0.347223501 \\ -0.347223501 & 1.563519548 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.0566817 & \\ & \end{bmatrix} \text{ gr/mm}$$

DESPLAZAMIENTO [D]

$$D = [A^t * B] =$$

$$\begin{bmatrix} 5.163067 & 1 \\ 0.962783 & 1 \end{bmatrix}$$

*

$$\begin{bmatrix} 375 \\ 100 \end{bmatrix}$$

=

$$\begin{bmatrix} 2036.150078 \\ 461.04 \end{bmatrix}$$

A =

2036.150078 mm

B =

461.04 mm

% MEZCLA DE SUELO

$$R = [A^t.A]^{-1} [A^t.B] =$$

$$[A^t.A] =$$

$$\begin{bmatrix} 5.163066873 & 1 \\ 0.962783172 & 1 \end{bmatrix}$$

*

$$\begin{bmatrix} 5.163066873 & 0.96 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

=

$$\begin{bmatrix} 27.65725954 & 5.9709 \\ 5.9709 & 1.9270 \end{bmatrix}$$

Determinante = 17.64238318

$$[A^t.A]^{-1} = \frac{1}{17.642383}$$

$$\begin{bmatrix} 1.9270 & -5.970913899 \\ -5.970913899 & 27.65725954 \end{bmatrix}$$

=

$$\begin{bmatrix} 0.1092 & -0.3384 \\ -0.3384 & 1.5677 \end{bmatrix}$$

$$[A^t.A]^{-1} [A^t.B] =$$

$$\begin{bmatrix} 0.1092 & -0.3384 \\ -0.3384 & 1.5677 \end{bmatrix}$$

*

$$\begin{bmatrix} 2036.150078 \\ 461.04 \end{bmatrix}$$

=

66.357823 %
33.6421769 %

GRAVA
ARCILLA

100.00



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

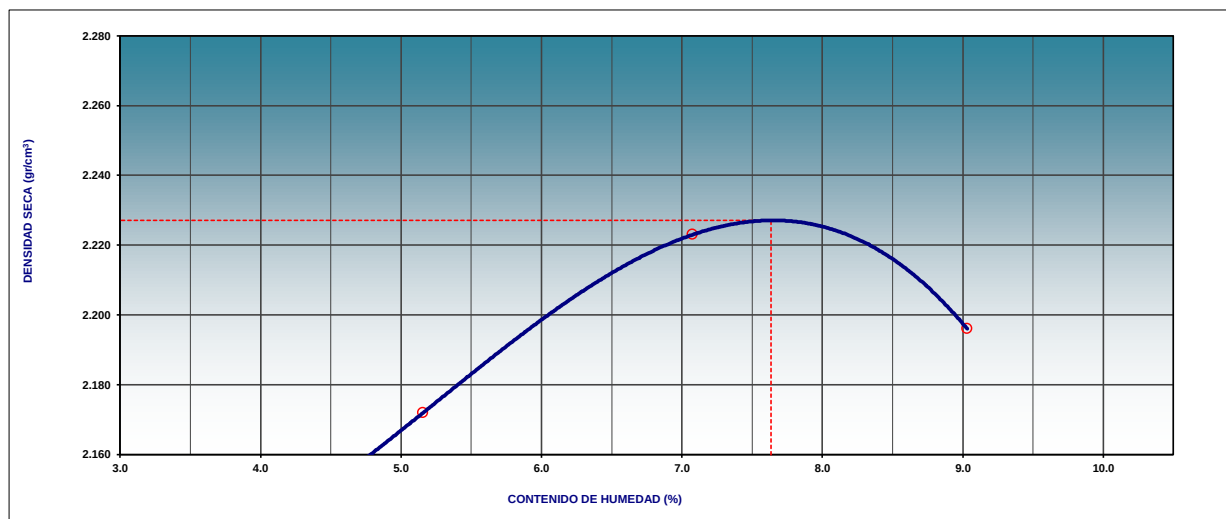


ENSAYO PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

TESINA:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
COMBINACIÓN	CANTERAS DEL km 97+300 Y km 104+520		FECHA : 05/04/207
MUESTRA	M - 1		

COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"C"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	56			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10945	11149	11353	11383	
PESO DE MOLDE (gr)	6298	6298	6298	6298	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4647	4851	5055	5085	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2124	2124	2124	2124	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.188	2.284	2.380	2.394	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.124	2.172	2.223	2.196	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	-	-	-	-	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	650.7	642.3	608.4	571.0	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	631.6	610.8	568.2	523.7	
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	
PESO DE AGUA (gr)	19.1	31.5	40.2	47.3	
PESO DE SUELO SECO (gr)	631.6	610.8	568.2	523.7	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.0	5.2	7.1	9.0	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.227	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			7.6

CURVA DE COMPACTACIÓN





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO DE C.B.R. MTC E 132 - 2000

TESINA:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
COMBINACIÓN	CANTERAS DEL km 97+300 Y km 104+520	FECHA	: 05/04/2017
MUESTRA	M - 1		

MAXIMA DENSIDAD SECA	2.227	g/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	7.6	%

CAPACIDAD :	10000	Lbs.
ANILLO :	1	

ENSAYO DE CBR						
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193						
Molde N°	28		29		30	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	13707	1163	12353	1153	12029	
Peso de molde (gr)	8684	868	7550	55	7492	
Peso del suelo húmedo (gr)	5023	294	4803	349	4537	
Volumen del molde (cm ³)	2099	209	2100		2097	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.393	1.404	2.287		2.164	
Humedad (%)	7.59		7.69		7.56	
Densidad seca (gr/cm ³)	2.224		2.124		2.012	
Tarro N°	-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	610.6		663.8		589.1	
Tarro + Suelo seco (gr)	567.5		616.4		547.7	
Peso del Agua (gr)	43.1		47.4		41.4	
Peso del tarro (gr)	0.0		0.0		0.0	
Peso del suelo seco (gr)	567.5		616.4		547.7	
Humedad (%)	7.6		7.7		7.6	
Promedio de Humedad (%)	7.6		7.7		7.6	

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
	00:00		0.100			0.100			0.100		
	96:00		0.105	0.005	0.003937	0.110	0.010	0.007874	0.107	0.007	0.005512

PENETRACION													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 28				MOLDE N° 29				MOLDE N° 30			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		42	185			35	154			25	110		
0.050		125	551			104	459			74	326		
0.075		221	977			184	813			131	578		
0.100	70.310	275	1217	1167.7	84.2	229	1012	972.09	70.1	164	724	693.77	50.1
0.150		361	1600			301	1332			215	950		
0.200	105.68	426	1890	1922.6	92.3	355	1573	1599.35	76.8	254	1123	1140.38	54.7
0.250		532	2365			443	1966			316	1399		
0.300		596	2653			497	2208			355	1573		
0.400													
0.500													



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



TESINA:

MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA:

BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

FECHA

:

05/04/2017

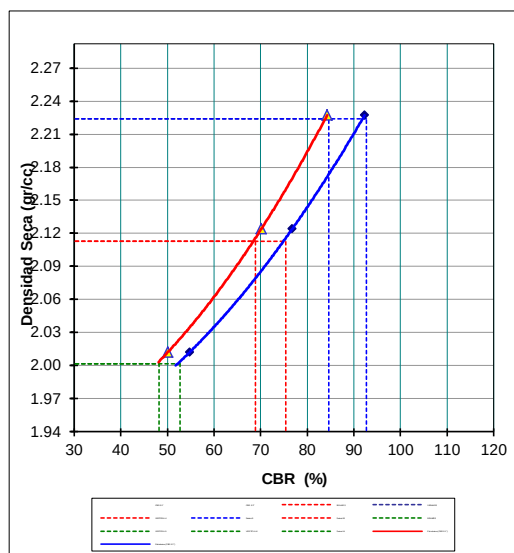
COMBINACIÓN

CANTERAS DEL km 97+300 Y km 104+520

MUESTRA

M - 1

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

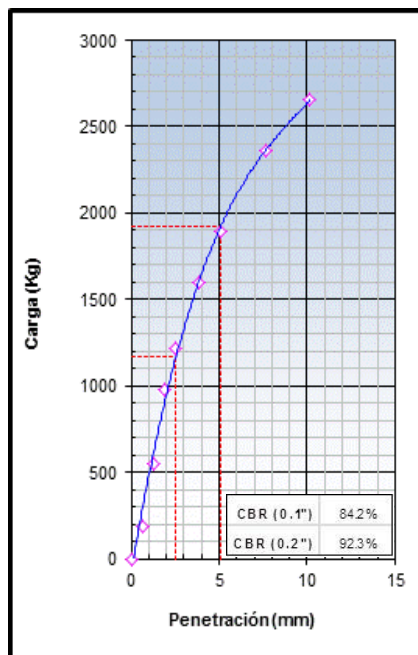
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 84.6	0.2": 92.7
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 68.9	0.2": 75.4

Datos del Proctor

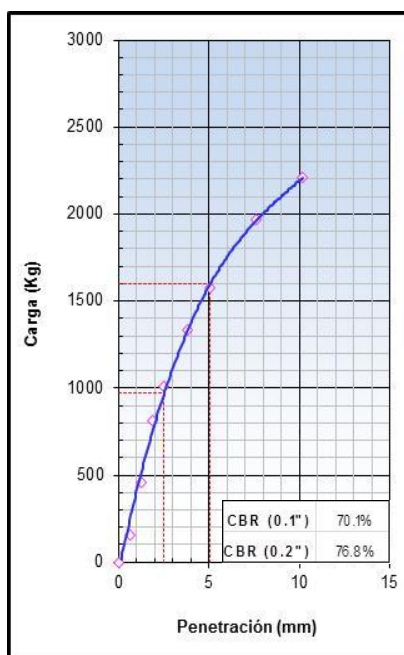
Densidad Seca	2.227	gr/cc
Optimo Humedad	7.6	%

OBSERVACIONES:

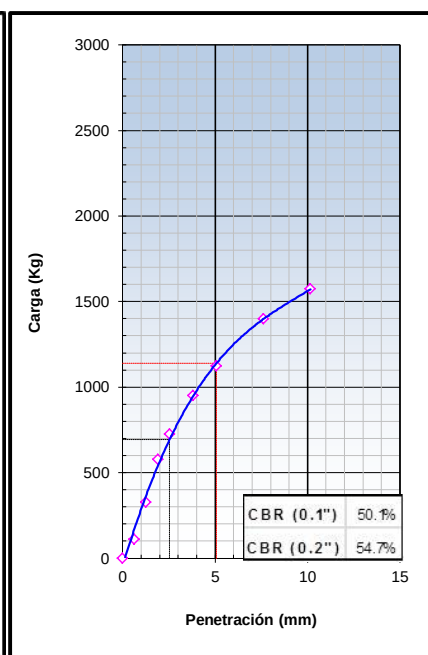
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

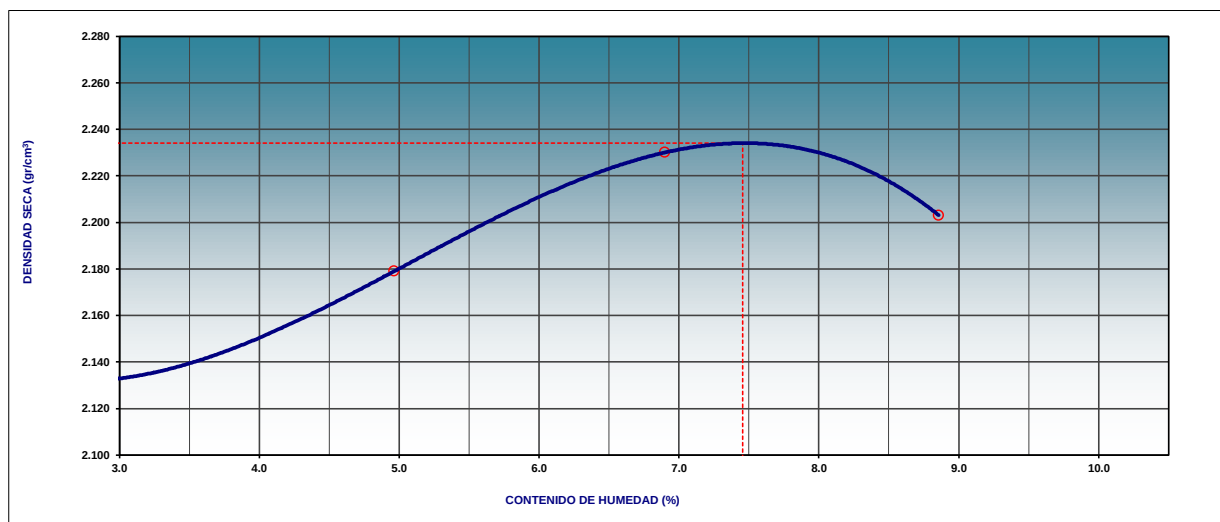


ENSAYO PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

TESINA:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
COMBINACIÓN	CANTERAS DEL km 119+800 Y km 104+520	FECHA	05/04/2017
MUESTRA	M - 1		

COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"C"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	56			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10954	11156	11362	11391	
PESO DE MOLDE (gr)	6298	6298	6298	6298	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4656	4858	5064	5093	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2124	2124	2124	2124	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.192	2.287	2.384	2.398	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.132	2.179	2.230	2.203	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	-	-	-	-	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	576.5	566.6	531.5	492.8	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	560.6	539.8	497.2	452.7	
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	
PESO DE AGUA (gr)	15.9	26.8	34.3	40.1	
PESO DE SUELO SECO (gr)	560.6	539.8	497.2	452.7	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.8	5.0	6.9	8.9	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.234		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		7.5

CURVA DE COMPACTACIÓN





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO DE C.B.R.
MTC E 132 - 2000

TESINA:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO		
	BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
COMBINACIÓN	CANTERAS DEL km 119+800 Y km 104+520	FECHA	05/04/2017
MUESTRA	M - 1		

MAXIMA DENSIDAD SECA	2.234 g/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	7.5 %

CAPACIDAD :	10000 Lbs.
ANILLO :	1

ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	40		41		42	
Nº Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12099	1632	11913	1632	11644	1632
Peso de molde (gr)	6975	875	7115	875	7040	875
Peso del suelo húmedo (gr)	5124	657	4798	657	4604	657
Volumen del molde (cm3)	2138	2138	2095	2095	2125	2125
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.397	2.397	2.290	2.290	2.167	2.167
Humedad (%)	7.42	7.42	7.50	7.50	7.39	7.39
Densidad seca (gr/cm3)	2.231	2.231	2.130	2.130	2.018	2.018
Tarro N°	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr)	564.8	564.8	617.8	617.8	543.4	543.4
Tarro + Suelo seco (gr)	525.8	525.8	574.7	574.7	506.0	506.0
Peso del Agua (gr)	39.0	39.0	43.1	43.1	37.4	37.4
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	525.8	525.8	574.7	574.7	506.0	506.0
Humedad (%)	7.4	7.4	7.5	7.5	7.4	7.4
Promedio de Humedad (%)	7.4	7.4	7.5	7.5	7.4	7.4

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
	00:00		0.100			0.100			0.100		
	96:00		0.103	0.003	0.002894	0.112	0.012	0.008322	0.106	0.006	0.004837

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 40				MOLDE N° 41				MOLDE N° 42			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		51	225			43	189			31	137		
0.050		128	565			107	472			76	335		
0.075		207	915			173	764			124	547		
0.100	70.3	270	1194	1122.9	81.0	225	995	936.16	67.5	161	711	667.91	48.2
0.150		338	1497			282	1248			201	888		
0.200	105.5	415	1841	1858.8	89.2	346	1533	1548.69	74.3	247	1092	1103.82	53.0
0.250		525	2334			438	1944			313	1386		
0.300		598	2662			498	2213			356	1577		
0.400													
0.500													



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



TESINA:

MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA:

BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

FECHA

:

05/04/2017

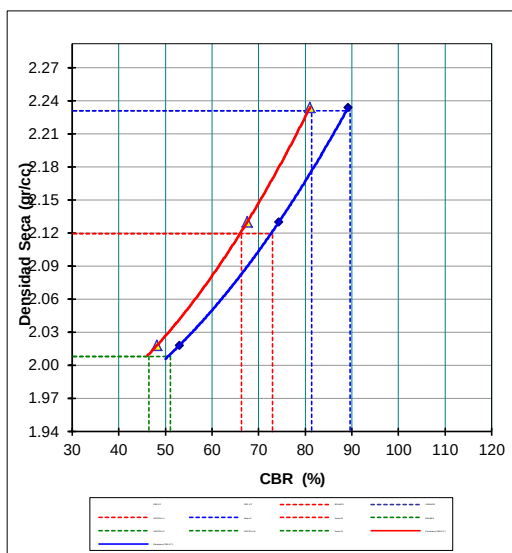
COMBINACIÓN

CANTERAS DEL km 119+800 Y km 104+520

MUESTRA

M - 1

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

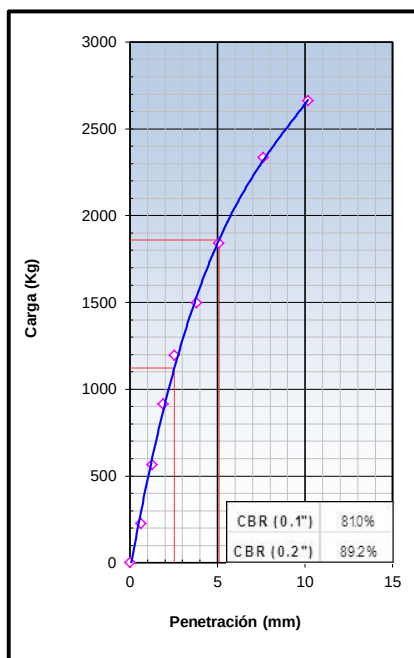
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	81.4	0.2":	89.6
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	66.3	0.2":	73.0

Datos del Proctor

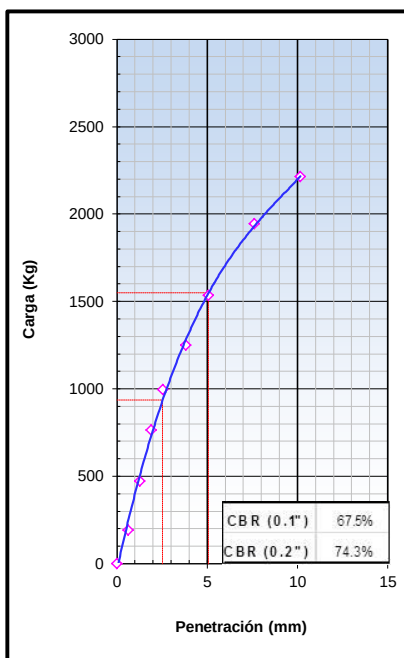
Densidad Seca	2.234	gr/cc
Optimo Humedad	7.5	%

OBSERVACIONES:

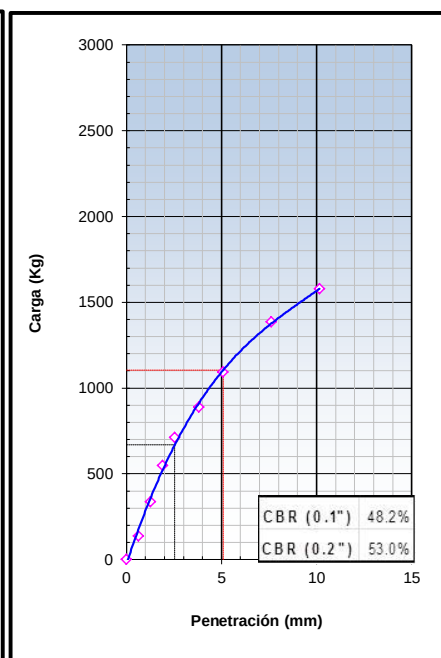
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

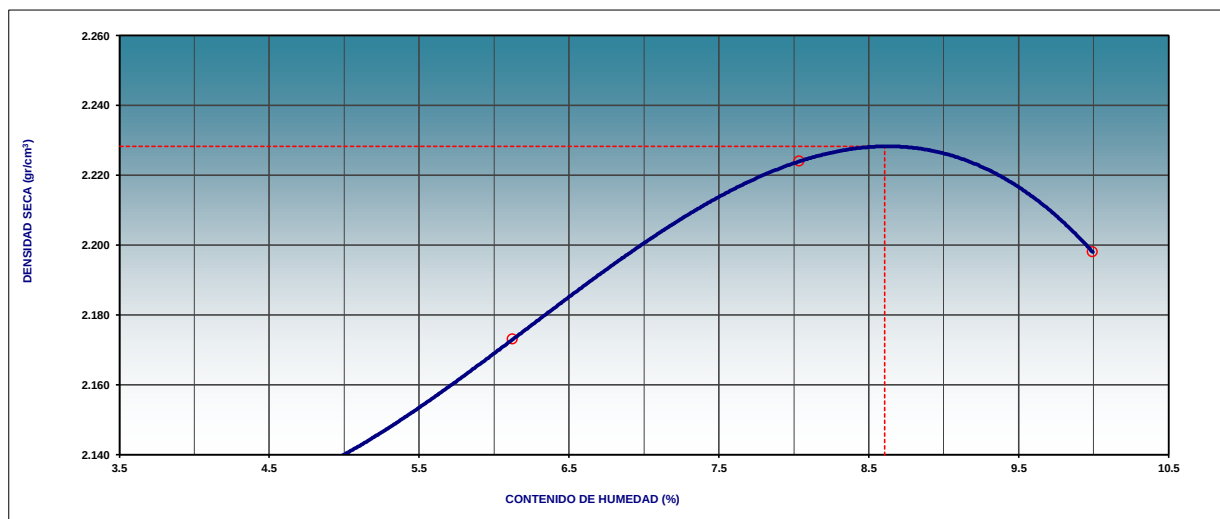


ENSAYO PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

TESINA:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
COMBINACIÓN	CANTERAS DEL km 121+300 Y km 104+520	FECHA	05/04/2017
MUESTRA	M - 1		

COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	C			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10992	11196	11402	11432	
PESO DE MOLDE (gr)	6298	6298	6298	6298	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4694	4898	5104	5134	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2124	2124	2124	2124	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.210	2.306	2.403	2.417	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.125	2.173	2.224	2.198	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	-	-	-	-	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	621.0	611.7	576.7	538.2	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	597.2	576.4	533.8	489.3	
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	
PESO DE AGUA (gr)	23.8	35.3	42.9	48.9	
PESO DE SUELO SECO (gr)	597.2	576.4	533.8	489.3	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.0	6.1	8.0	10.0	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.228		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		8.6

CURVA DE COMPACTACIÓN





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO DE C.B.R. MTC E 132 - 2000

TESINA:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
COMBINACIÓN	CANTERAS DEL km 121+300 Y km 104+520	FECHA	: 05/04/2017
MUESTRA	M - 1		

MAXIMA DENSIDAD SECA	2.228	g/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	8.6	%

CAPACIDAD :	10000	Lbs.
ANILLO :	1	

ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°		46		47		48	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	12374	1632	11935	1557	11754	
Peso de molde	(gr)	7122	122	7098	738	7115	
Peso del suelo húmedo	(gr)	5252	510	4837	442	4639	
Volumen del molde	(cm3)	2174	174	2095	72	2124	
Densidad húmeda	(gr/cm3)	2.416	075	2.309	131	2.184	
Humedad	(%)	8.57		8.65		8.52	
Densidad seca	(gr/cm3)	2.225		2.125		2.013	
Tarro N°		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo	(gr)	519.5		573.0		497.8	
Tarro + Suelo seco	(gr)	478.5		527.4		458.7	
Peso del Agua	(gr)	41.0		45.6		39.1	
Peso del tarro	(gr)	0.0		0.0		0.0	
Peso del suelo seco	(gr)	478.5		527.4		458.7	
Humedad	(%)	8.6		8.7		8.5	
Promedio de Humedad	(%)	8.6		8.7		8.5	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
	00:00		0.100			0.100			0.100		
	96:00		0.106	0.006	0.004724	0.109	0.009	0.007087	0.112	0.012	0.009449

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 46				MOLDE N° 47				MOLDE N° 48			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		51	225			43	189			31	137		
0.050		118	521			98	432			70	309		
0.075		198	875			165	729			118	521		
0.100	70.3	261	1154	1081.6	78.0	218	963	901.17	65.0	156	689	644.07	46.5
0.150		329	1457			274	1212			196	866		
0.200	105.5	411	1823	1831.5	87.9	343	1520	1525.37	73.2	245	1083	1087.49	52.2
0.250		523	2325			436	1935			311	1377		
0.300		595	2649			496	2204			354	1569		
0.400													
0.500													



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



TESINA:

MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA:

BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

FECHA

05/04/2017

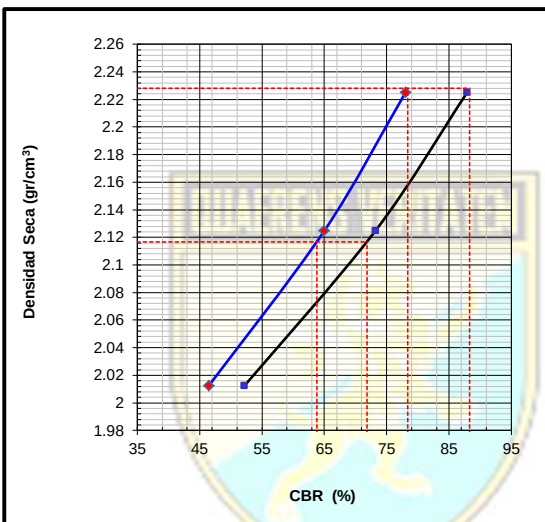
COMBINACIÓN

CANTERAS DEL km 121+300 Y km 104+520

MUESTRA

M - 1

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

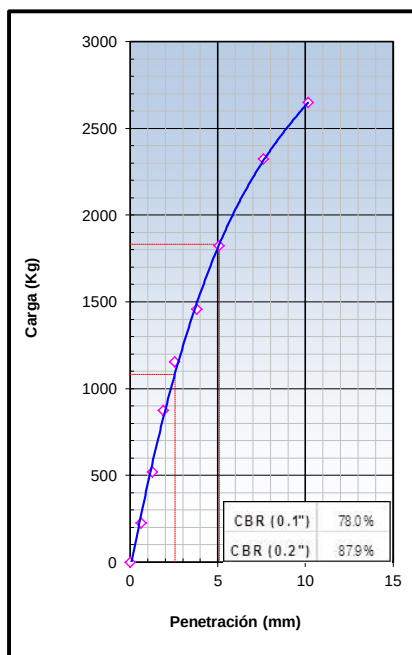
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 78.4	0.2": 88.3
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 63.8	0.2": 71.9

Datos del Proctor

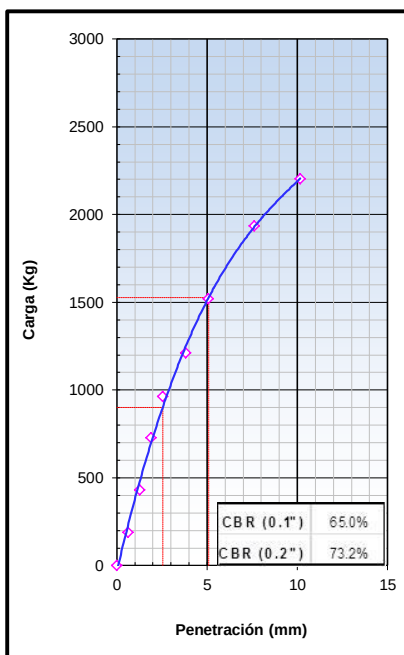
Densidad Seca	2.228	gr/cc
Optimo Humedad	8.61	%

OBSERVACIONES:

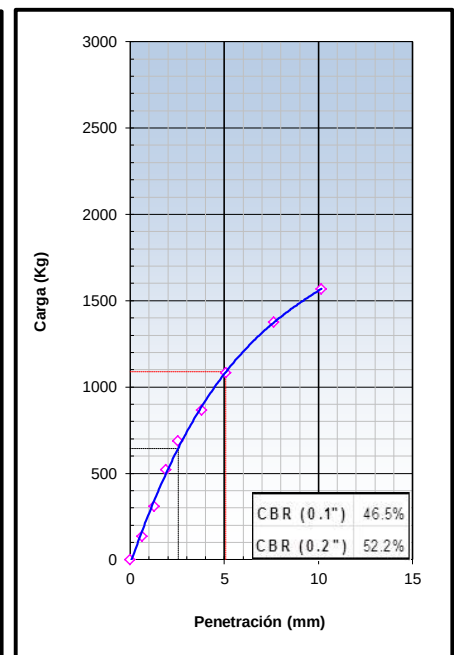
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



ANEXO F: ANÁLISIS DE MEZCLA BINARIA



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESINA: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN: CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300

CANTERA: 97+300 (Chinchavito)

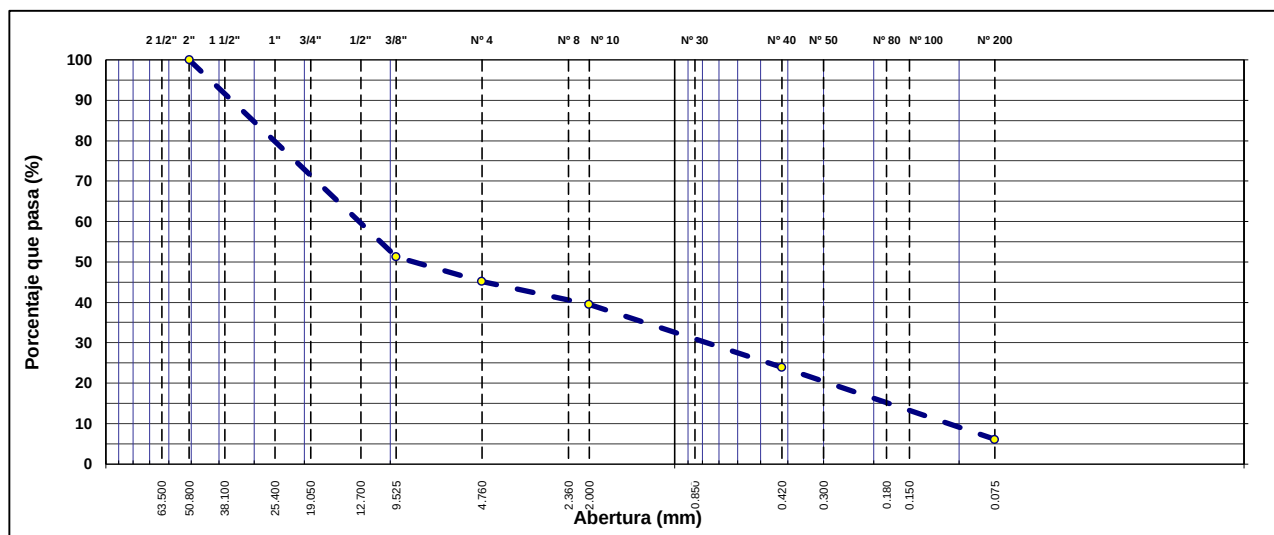
MUESTRA: M - 1

FECHA: 23/03/2017

LADO: Derecho

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q° PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL = 19,894.0 gr
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO = 18995.6 gr
2"	50.800				100.0	PESO FINO = 815.7 gr
1 1/2"	38.100	2,268.0		0.0	100.0	LÍMITE LÍQUIDO = %
1"	25.400	1,508.0	7.6	7.6	92.4	LÍMITE PLÁSTICO = %
3/4"	19.050	3,152.0	15.8	23.4	76.6	ÍNDICE PLÁSTICO = %
1/2"	12.700	3,947.0	19.8	43.3	56.7	CLASF. AASHTO = A-1-a (0)
3/8"	9.525	1,095.0	5.5	48.8	51.2	CLASF. SUCCS = GP - GM
1/4"	6.350					MAX. DENS. SECA = 2.239 gr/cm ³
# 4	4.760	1,207.0	6.1	54.8	45.2	OPT. CONT. HUM. = 7.43 %
# 8	2.360	92.9	5.1	60.0	40.0	CBR 0.1" (95%) = 62.7 %
# 10	2.000	9.5	0.5	60.5	39.5	CBR 0.1" (100%) = 73.1 %
# 16	1.190	50.7	2.8	63.3	36.7	
# 20	0.850	52.1	2.9	66.2	33.8	
# 30	0.600	95.2	5.3	71.5	28.5	Ensayo Malla #200 P.S. Seco. P.S. Lavado 200%
# 40	0.420	83.9	4.6	76.1	23.9	19894.0 18995.6 4.5
# 50	0.300	115.2	6.4	82.5	17.5	% Grava = 54.8 %
# 80	0.180	112.6	6.2	88.7	11.3	% Arena = 39.1 %
# 100	0.150	28.7	1.6	90.3	9.7	% Fino = 6.0 %
# 200	0.075	65.8	3.6	94.0	6.0	
< # 200	FONDO	109.1	6.0	100.0	0.0	
FRACCIÓN		815.7				Coef. Uniformidad = 87 Índice de Consistencia
TOTAL		19,894.0				Coef. Curvatura = 0.2 -
Descripción suelo:	Grava pobremente gradada con limo y arena					Pot. de Expansión = Bajo -

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



LÍMITES DE ATTERBERG MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

TESINA: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN: CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300 FECHA: 25/03/2017

CANTERA: 97+300 (Chinchavito) LADO: Derecho

MUESTRA: M - 1

LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
Nº DE GOLPES				

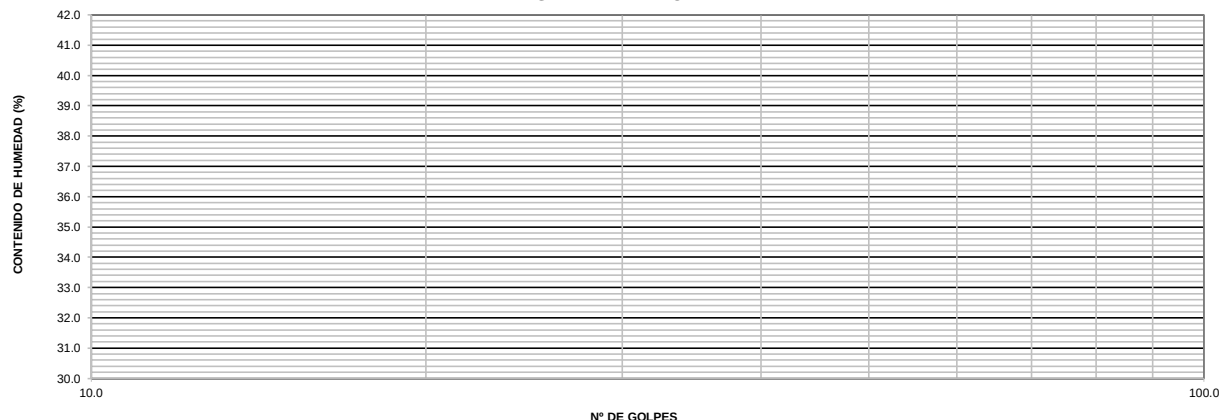
N.P.

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				

N.P.

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



CONTENIDO DE HUMEDAD MTC E 108 ASTM D-2216-92

TESINA: : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: : BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN : CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300 FECHA : 20/03/2017

CANTERA : 97+300 (Chinchavito) LADO : Derecho

MUESTRA : M - 1

DATOS

N° de Ensayo	1	2	
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	625.4	584.9	
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	591.1	548.7	
Peso de Tara (gr.)	0.0	0.0	
Peso de Agua (gr.)	34.3	36.2	
Peso Mat. Seco (gr.)	591.1	548.7	
Humedad Natural (%)	5.8	6.6	
Promedio de Humedad (%)	6.2		

OBSERVACIONES:



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS MTC E 203 - ASTM C 29 - AASHTO T-19

TESINA: : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: : BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN : CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300 FECHA : 23/03/2017

CANTERA : 97+300 (Chinchavito) LADO : Derecho

MUESTRA : M - 1

CANTERA

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	31048	31042	31070	
Peso del recipiente	(gr)	3923	3923	3923	
Peso de la muestra	(gr)	27125	27119	27147	
Volumen	(cm ³)	15052	15052	15052	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1802	1802	1804	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m ³)	1802			

PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	32573	32524	32565	
Peso del recipiente	(gr)	3923	3923	3923	
Peso de la muestra	(gr)	28650	28601	28642	
Volumen	(cm ³)	15052	15052	15052	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1903	1900	1903	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m ³)	1902			

OBS.:



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



EQUIVALENTE DE ARENA MTC E 114 - ASTM D 2419 - AASHTO T-176

TESINA:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
UBICACIÓN	CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300	FECHA	27/03/2017
CANTERA	97+300 (Chinchavito)	LADO	Derecho
MUESTRA	M - 1		

MUESTRA		IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Hora de entrada a saturación		16:10	16:12	16:14	
Hora de salida de saturación (más 10')		16:20	16:22	16:24	
Hora de entrada a decantación		16:22	16:24	16:26	
Hora de salida de decantación (más 20')		16:42	16:44	16:46	
Altura máxima de material fino	cm	128.00	128.00	129.00	
Altura máxima de la arena	cm	84.00	83.00	85.00	
Equivalente de arena	%	66.0	65.0	66.0	
Equivalente de arena promedio	%	65.7			
Resultado equivalente de arena	%	66			

Observaciones:



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO DE ABRASIÓN (MÁQUINA DE LOS ÁNGELES) MTC E 207 - ASTM C 535 - AASHTO T-96

TESINA: : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: : BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN : CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300 FECHA : 25/03/2017

CANTERA : 97+300 (Chinchavito) LADO : Derecho

MUESTRA : M - 1

Tamiz Pasa - Retiene	Gradaciones			
	A	B	C	D
1 1/2" - 1"	1253.0			
1" - 3/4"	1250.0			
3/4" - 1/2"	1250.0			
1/2" - 3/8"	1252.0			
3/8" - 1/4"				
1/4" - N° 4				
N° 4 - N° 8				
Peso Total	5005.0			
(%) Retenido en la malla N° 12	3985.0			
(%) Que pasa en la malla N° 12	1020.0			
N° de esferas	12			
Peso de las esferas (gr)	5000 ± 25			
% Desgaste	20.4%			

OBSERVACIONES :



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS (NORMA AASHTO T-84, T-85)

TESINA:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
UBICACIÓN:	CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300	FECHA:	27/03/2017
CANTERA:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO	LADO:	Derecho
MUESTRA:	M - 1		

DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO GRUESO					
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	1756.0	1673.0	1428.0	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	1087.9	1037.0	885.0	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	668.1	636.0	543.0	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1744.3	1661.4	1418.4	
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	656.4	624.4	533.4	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.611	2.612	2.612	2.612
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.628	2.631	2.630	2.630
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.657	2.661	2.659	2.659
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.67	0.70	0.68	0.68%

AGREGADO FINO					
A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	300.0	300.0		
B	Peso frasco + agua (gr)	714.2	657.7		
C	Peso frasco + agua + A (gr)	1014.2	957.7		
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	901.0	844.5		
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	113.2	113.2		
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	298.6	298.5		
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm3)	111.8	111.7		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.638	2.637		2.637
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.650	2.650		2.650
	Pe aparente (Base seca) = F/G	2.671	2.672		2.672
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.47	0.50		0.49%

OBSERVACIONES:	



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

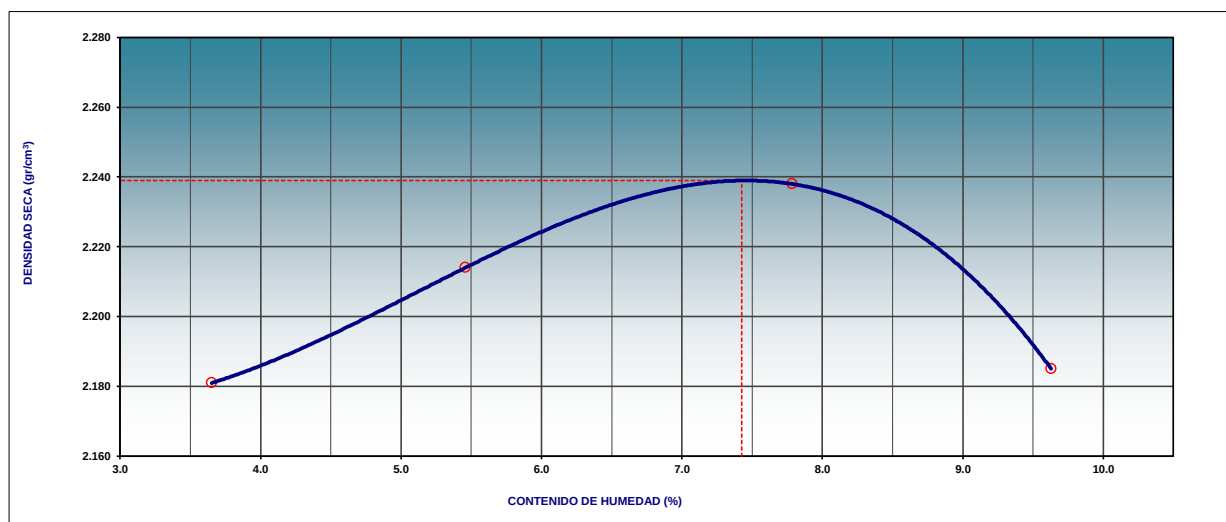


ENSAYO PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

TESINA:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
UBICACIÓN:	CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300	FECHA:	29/03/2017
CANTERA:	97+300 (Chinchavito)	LADO:	Derecho
MUESTRA:	M - 1		

COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"C"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	56			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	11176	11330	11492	11457	
PESO DE MOLDE (gr)	6457	6457	6457	6457	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4719	4873	5035	5000	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2087	2087	2087	2087	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.261	2.335	2.413	2.396	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.181	2.214	2.238	2.185	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	-	-	-	-	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	596.0	599.0	623.0	592.0	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	575.0	568.0	578.0	540.0	
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	
PESO DE AGUA (gr)	21.0	31.0	45.0	52.0	
PESO DE SUELO SECO (gr)	575.0	568.0	578.0	540.0	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.7	5.5	7.8	9.6	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.239		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		7.43

CURVA DE COMPACTACIÓN





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO DE C.B.R.
MTC E 132 - 2000

TESINA:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA		
TESISTA:	BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA		
UBICACIÓN	CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300	FECHA	31/03/2017
CANTERA	97+300 (Chinchavito)	LADO	Derecho
MUESTRA	M - 1		

MAXIMA DENSIDAD SECA	2.239 g/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	7.43 %

CAPACIDAD :	10000 Lbs.
ANILLO :	1

ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	31		30		11	
Nº Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11427	1163	12292	1155	12062	
Peso de molde (gr)	6301	630	7492	732	7502	
Peso del suelo húmedo (gr)	5126	533	4800	423	4560	
Volumen del molde (cm3)	2127	2127	2097	2097	2101	
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.410		2.289		2.170	
Humedad (%)	7.30		7.64		7.71	
Densidad seca (gr/cm3)	2.246		2.127		2.015	
Tarro N°	-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	586.3		562.4		584.2	
Tarro + Suelo seco (gr)	546.4		522.5		542.4	
Peso del Agua (gr)	39.9		39.9		41.8	
Peso del tarro (gr)	0.0		0.0		0.0	
Peso del suelo seco (gr)	546.4		522.5		542.4	
Humedad (%)	7.3		7.6		7.7	
Promedio de Humedad (%)	7.3		7.6		7.7	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 31				MOLDE N° 30				MOLDE N° 11			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		60	14			53	12			45	10		
0.050		110	25			91	21			80	18		
0.075		165	38			140	32			125	29		
0.100	70.3	245	56	51.4	73.1	210	48	43.68	62.1	180	41	38.97	55.4
0.150		325	74			280	64			250	57		
0.200	105.5	420	96	99.9	94.8	355	81	85.25	80.8	315	72	75.17	71.3
0.250		540	124			465	107			410	94		
0.300		625	144			530	122			475	109		
0.400		760	175			655	151			560	129		
0.500		853	197			730	168			645	149		



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



TESINA:

MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA:

BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

PROGRESIVA

CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300

FECHA

:

31/03/2017

CANTERA

97+300 (Chinchavito)

LADO

:

Derecho

MUESTRA

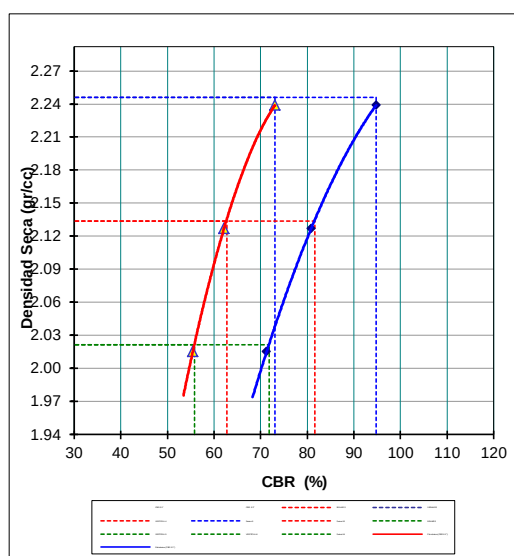
M - 1

PROFUNDIDAD (m)

MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO CARRIL

:

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 73.1	0.2": 94.8
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 62.7	0.2": 81.6

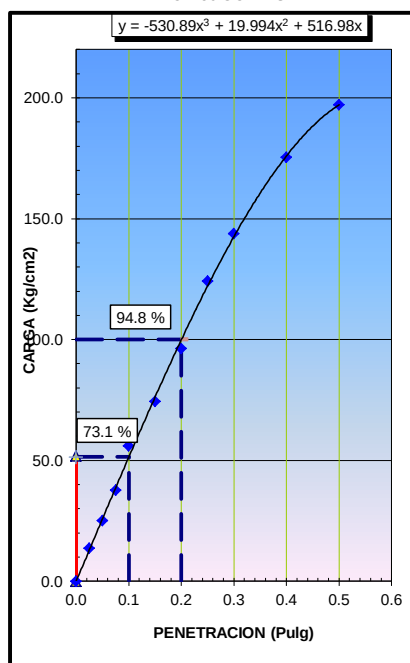
30% DE M

Datos del Proctor

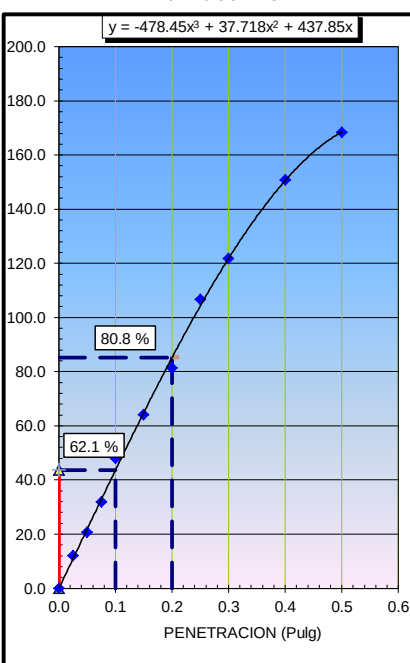
Densidad Seca	2.239	gr/cc
Optimo Humedad	7.43	%

OBSERVACIONES:

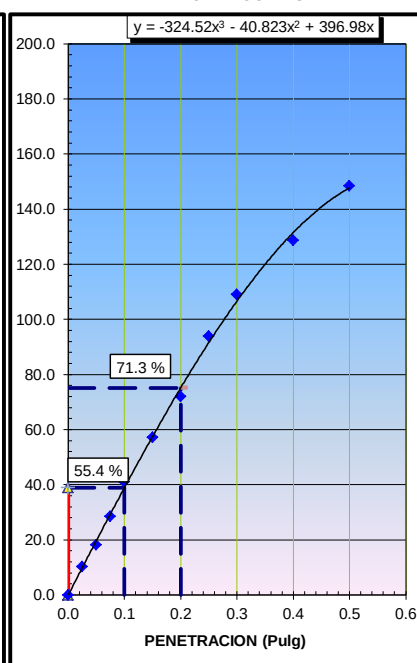
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



E1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESINA: : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA

TESISTA: : BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA

UBICACIÓN: : CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300

CANTERA: : 97+300 (Chinchavito)

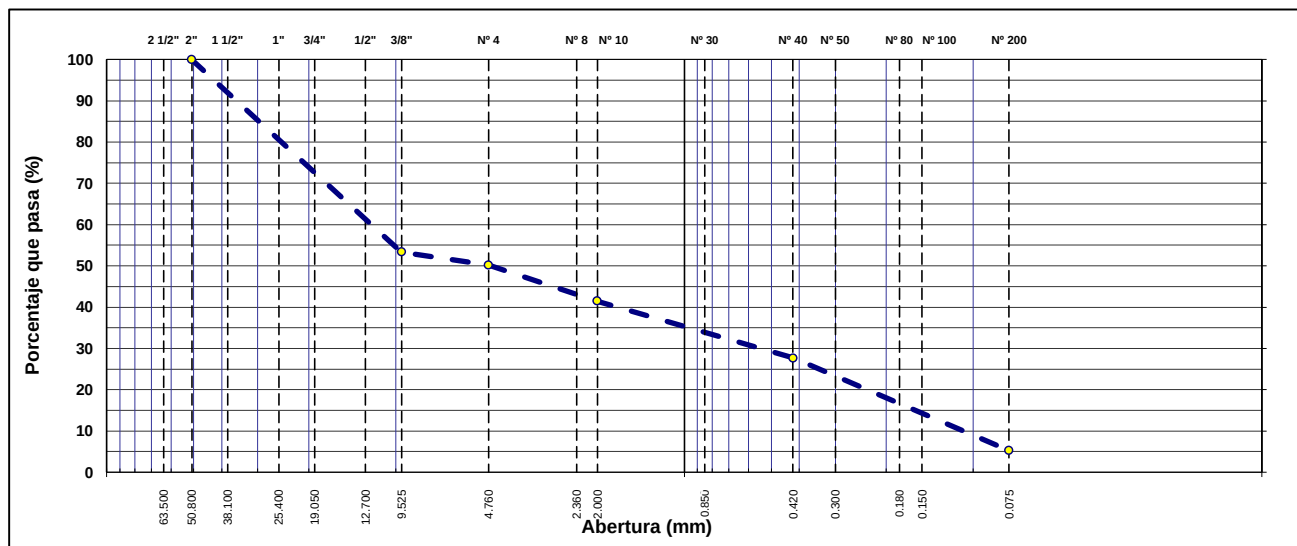
FECHA: : 23/03/2017

LADO: : Derecho

MUESTRA: : M - 2

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200						PESO TOTAL	=	17,684.0	gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	17074.2	gr
2"	50.800				100.0	100	PESO FINO	=	815.7	gr
1 1/2"	38.100	3,042.0		0.0	100.0	100	LÍMITE LÍQUIDO	=	N.P.	%
1"	25.400	1,242.0	7.0	7.0	93.0	90-100	LÍMITE PLÁSTICO	=	N.P.	%
3/4"	19.050	3,011.0	17.0	24.1	76.0	65-100	ÍNDICE PLÁSTICO	=	N.P.	%
1/2"	12.700	2,806.0	15.9	39.9	60.1		CLASF. AASHTO	=	A-1-a	(0)
3/8"	9.525	1,184.0	6.7	46.6	53.4	45-80	CLASF. SUCCS	=	GP - GM	
1/4"	6.350						MAX. DENS. SECA		2.228	gr/cm ³
# 4	4.760	554.0	3.1	49.8	50.3	30-65	OPT. CONT. HUM.	=	7.89	%
# 8	2.360	116.8	7.2	57.0	43.1		CBR 0.1" (95%)	=	58.5	%
# 10	2.000	25.4	1.6	58.5	41.5	22-52	CBR 0.1" (100%)	=	76.4	%
# 16	1.190	46.8	2.9	61.4	38.6					
# 20	0.850	39.5	2.4	63.8	36.2					
# 30	0.600	92.6	5.7	69.5	30.5		Ensayo Malla #200	P.S.Seco.	P.S.Lavado	200%
# 40	0.420	45.3	2.8	72.3	27.7	15-35		17684.0	17074.2	3.4
# 50	0.300	112.4	6.9	79.2	20.8		% Grava	=	49.8	%
# 80	0.180	126.3	7.8	87.0	13.0		% Arena	=	45.0	%
# 100	0.150	51.9	3.2	90.2	9.8		% Fino	=	5.3	%
# 200	0.075	73.6	4.5	94.7	5.3	5-20				% Humedad
< # 200	FONDO	85.1	5.2	100.0	0.0					5.9%
FRACCIÓN		815.7					Coef. Uniformidad	83	Índice de Consistencia	
TOTAL		17,684.0					Coef. Curvatura	0.1	-	
Descripción suelo: Grava pobremente gradada con limo y arena							Pot. de Expansión	Bajo	-	

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

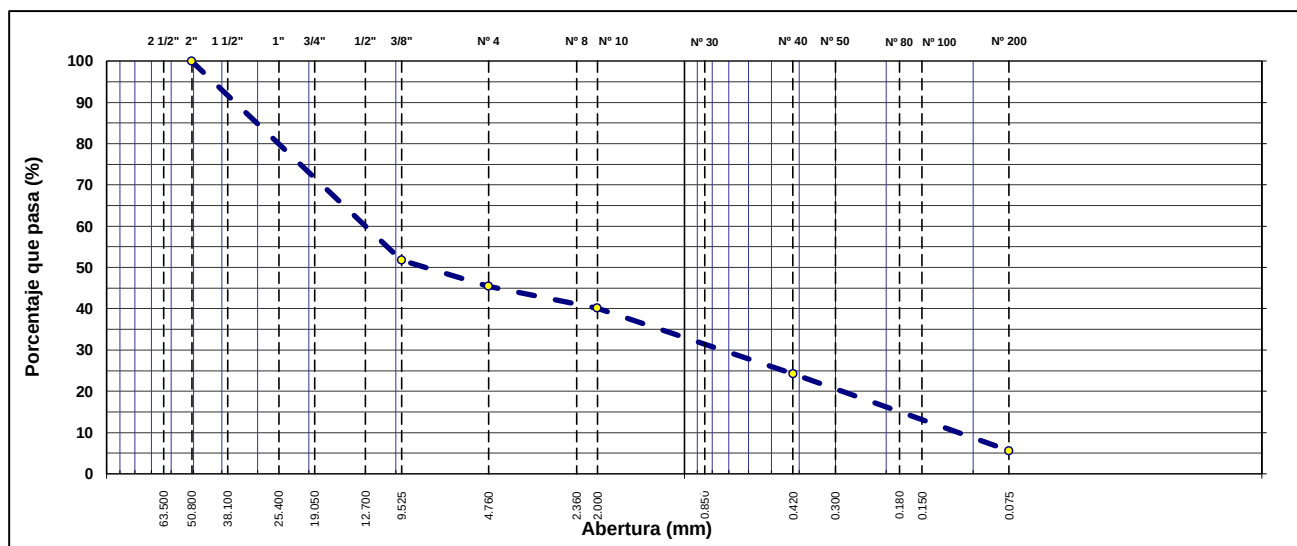


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

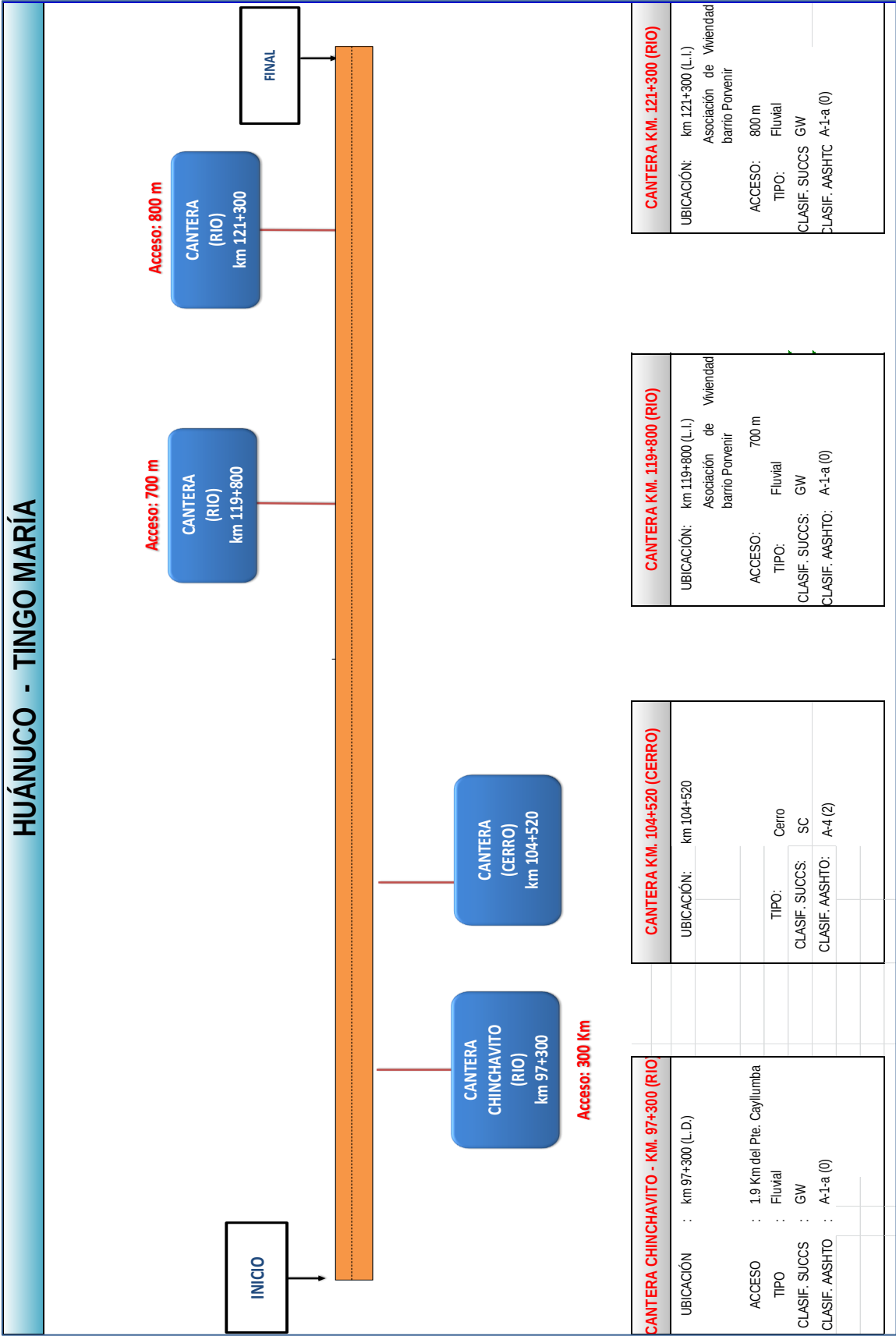
MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO
TESINA: : DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA
TESISTA: : BACH. DEYSSI JASMINE MATOS VALDIVIA
UBICACIÓN : CARRETERA HUÁNUCO TINGO MARÍA KM 97+300
CANTERA : 97+300 (Chinchavito)
FECHA : 23/03/2017
LADO : Derecho
MUESTRA : M - 3

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200						PESO TOTAL	=	18,169.0	gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	17461.8	gr
2"	50.800				100.0	100	PESO FINO	=	905.6	gr
1 1/2"	38.100	2,519.0		0.0	100.0	100	LÍMITE LÍQUIDO	=	N.P.	%
1"	25.400	1,256.0	6.9	6.9	93.1	90-100	LÍMITE PLÁSTICO	=	N.P.	%
3/4"	19.050	3,159.0	17.4	24.3	75.7	65-100	ÍNDICE PLÁSTICO	=	N.P.	%
1/2"	12.700	2,568.0	14.1	38.4	61.6		CLASF. AASHTO	=	A-1-a	(0)
3/8"	9.525	1,779.0	9.8	48.2	51.8	45-80	CLASF. SUCCS	=	GP - GM	
1/4"	6.350						MAX. DENS. SECA	=	2.242	gr/cm3
# 4	4.760	1,149.0	6.3	54.5	45.5	30-65	OPT. CONT. HUM.	=	7.82	%
# 8	2.360	62.3	3.1	57.7	42.3		CBR 0.1" (95%)	=	58.8	%
# 10	2.000	43.1	2.2	59.8	40.2	22-52	CBR 0.1" (100%)	=	73.7	%
# 16	1.190	65.3	3.3	63.1	36.9					
# 20	0.850	72.1	3.6	66.7	33.3					
# 30	0.600	105.2	5.3	72.0	28.0		Ensayo Malla #200	P.S. Seco.	P.S. Lavado	200%
# 40	0.420	74.3	3.7	75.7	24.3	15-35		18169.0	17461.8	3.9
# 50	0.300	166.2	8.3	84.1	15.9		% Grava	=	54.5	%
# 80	0.180	137.5	6.9	91.0	9.0		% Arena	=	39.9	%
# 100	0.150	49.2	2.5	93.5	6.6		% Fino	=	5.6	%
# 200	0.075	18.8	0.9	94.4	5.6	5-20				% Humedad
< # 200	FONDO	111.6	5.6	100.0	0.0					6.5%
FRACCIÓN		905.6					Coef. Uniformidad	63	Índice de Consistencia	
TOTAL		18,169.0					Coef. Curvatura	0.2	-	
Descripción suelo:							Pot. de Expansión	Bajo	-	

CURVA GRANULOMÉTRICA



ANEXO G: DIAGRAMA DE CANTERAS



ANEXO H: PLANO UBICACIÓN CANTERAS

CARRETERA HUÁNUCO - TINGO MARÍA

UBICACIÓN DE CANTERAS

Leyenda

- km 104+520
- km 119+800
- km 121+300
- km 97+300



ANEXO I: PLANO UBICACIÓN CALICATAS

CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO-HUÁNUCO



ANEXO J: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS DE LA CARRETERA

a. ENSAYOS DE CAMPO

- CALICATAS NTP 339.162 - ASTM D 420

Los lugares donde se realizaron las calicatas son de la carretera Bella – Inti, Distrito Dámaso Beraún, Leoncio Prado – Huánuco, el cual empalma con la RUTA PE 18 A; las cuales se encuentran a nivel de afirmado.

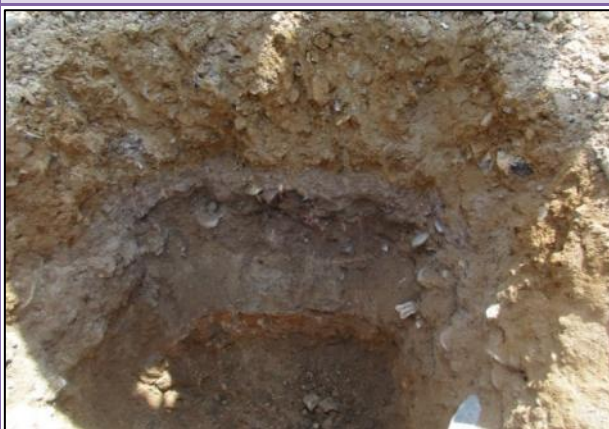
- Calicata N° 01



FOTOGRAFÍA N° 1: Se puede observar la carretera Bella-Inti.



FOTOGRAFÍA N° 2: Se observa la calicata N° 01 de la carretera Bella-Inti.



FOTOGRAFÍA N° 3 y 4: En las fotografías se puede observar la calicata N° 02 con dimensiones de 1.00 m x 1.00 m y 1.50 m de profundidad, cuyas coordenadas geodésicas son Latitud 9° 19' 19.01" S y Longitud 76° 1' 58.29" W.

○ Calicata N° 02



FOTOGRAFÍA N° 5: Se puede observar la carretera Bella-Inti.



FOTOGRAFÍA N° 6: Se observar la calicata N° 02 de la carretera Bella-Inti.



FOTOGRAFÍA N° 7 y 8: En las fotografías se puede observar la calicata N° 02 con dimensiones de 1.00 m x 1.00 m y 1.50 m de profundidad, cuyas coordenadas geodésicas son Latitud 9° 19' 20.30" S y Longitud 76° 2' 11.33" W.

○ Calicata N° 03



FOTOGRAFÍA N° 9: Se puede observar la carretera Bella-Inti.



FOTOGRAFÍA N° 10: Se observar la calicata N° 03 de la carretera Bella-Inti.



FOTOGRAFÍA N° 11 y 12: En las fotografías se puede observar la calicata N° 03 con dimensiones de 1.00 m x 1.00 m y 1.50 m de profundidad, cuyas coordenadas geodésicas son Latitud 9° 19' 14.93" S y Longitud 76° 2' 16.41" W.

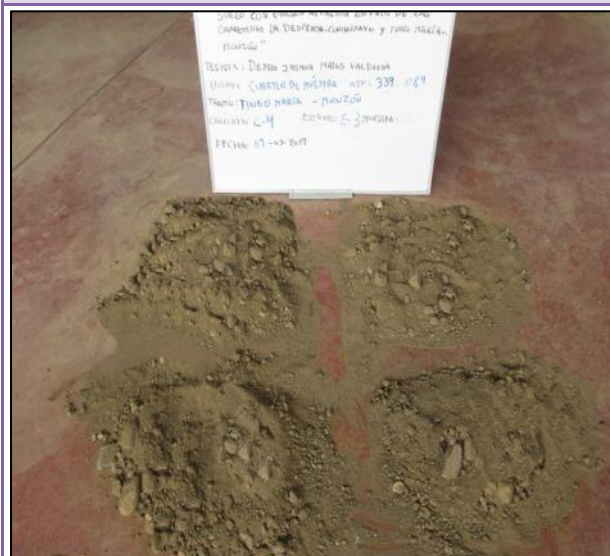
b. ENSAYOS DE LABORATORIO



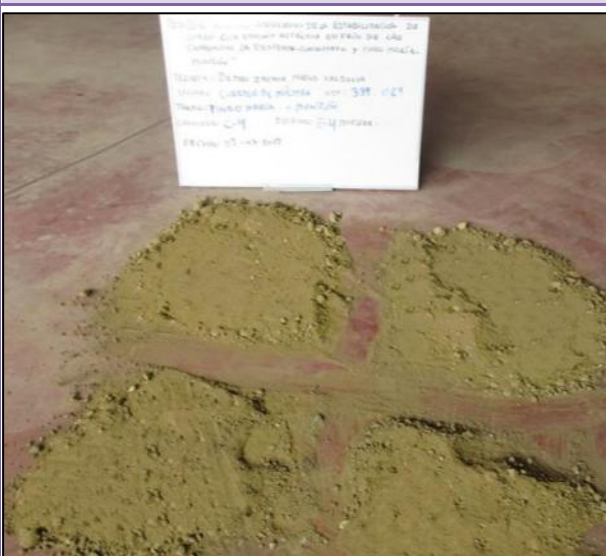
FOTOGRAFÍA N° 13: Cuarteo de muestras de la C1 – E1



FOTOGRAFÍA N° 14: Cuarteo de muestras de la C1 – E2



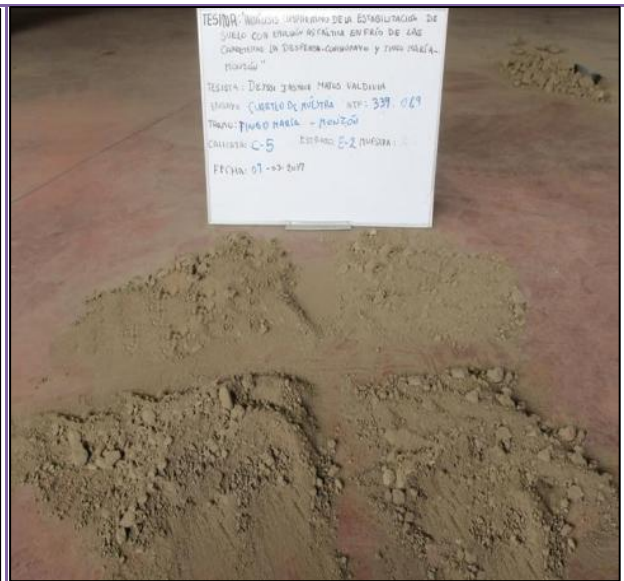
FOTOGRAFÍA N° 15: Cuarteo de muestras de la C1 – E3



FOTOGRAFÍA N° 16: Cuarteo de muestras de la C1 – E4



FOTOGRAFÍA N° 17: Cuarteo de muestras de la C2 – E1



FOTOGRAFÍA N° 18: Cuarteo de muestras de la C2 – E2



FOTOGRAFÍA N° 19: Cuarteo de muestras de la C2 – E3



FOTOGRAFÍA N° 20: Cuarteo de muestras de la C3 – E1



FOTOGRAFÍA N° 21: Cuarteo de muestras de la C3 – E2



FOTOGRAFÍA N° 22: Cuarteo de muestras de la C3 – E3



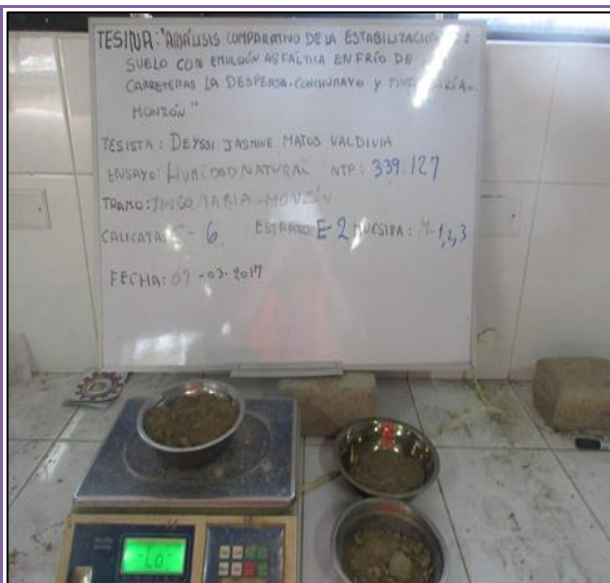
FOTOGRAFÍA N° 23: Se pesa la muestra M-1 en su estado natural de 400 gr a más para obtener su peso natural húmedo.



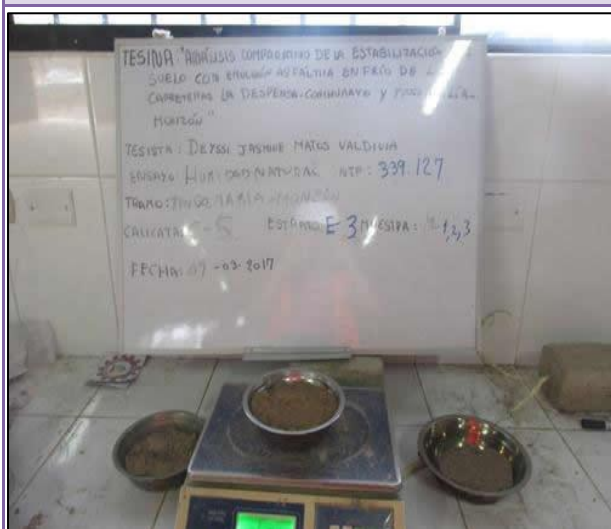
FOTOGRAFÍA N° 24: Se pesa la muestra M-2 en su estado natural de 400 gr a más para obtener su peso natural húmedo.



FOTOGRAFÍA N° 25: Se pesa la muestra M-3 en su estado natural de 400 gr a más para obtener su peso natural húmedo.



FOTOGRAFÍA N° 26: Se pesa la muestra en su estado natural de 400 gr a más para obtener su peso natural húmedo.



FOTOGRAFÍA N° 27: Se pesa la muestra en su estado natural de 400 gr a más para obtener su peso natural húmedo.



FOTOGRAFÍA N° 28: Se pesa la muestra en su estado natural de 400 gr a más para obtener su peso natural húmedo.



FOTOGRAFÍA N° 29: Se pesa la muestra en su estado natural de 400 gr a más para obtener su peso natural húmedo.



FOTOGRAFÍA N° 30: Se pesa la muestra en su estado natural de 400 gr a más para obtener su peso natural húmedo.



FOTOGRAFÍA N° 31: Se colocó las muestras a secado por 24 horas a temperatura de 110 °C.



FOTOGRAFÍA N° 32: Se obtuvo las muestras secas y posteriormente se pesó las muestras M-1, M-2, M-3 de los E-1, E-2, E-3, E-4 de las C-1, C-2, C-3 de la Bella – Inti.



FOTOGRAFÍA N° 33: Se realiza el lavado de la muestra por cada Estrato de cada Calicata.



FOTOGRAFÍA N° 34: Se realiza el lavado de la muestra por cada Estrato de cada Calicata.



FOTOGRAFÍA N° 35: Se realizó el tamizado de las C-1, C-2 y C-3 de la carretera Bella – Inti.



FOTOGRAFÍA N° 36: Se realizó el tamizado de las C-1, C-2 y C-3 de la carretera Bella – Inti.



FOTOGRAFÍA N° 37: Se colocó las muestras al horno para secado por 24 horas.



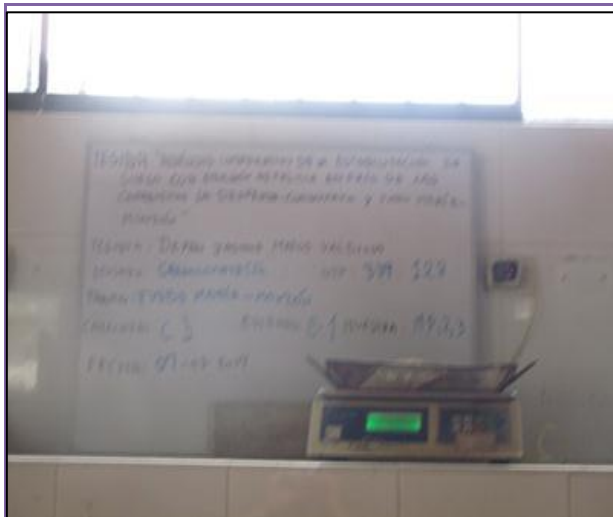
FOTOGRAFÍA N° 38: Se realizó el tamizado de las C-1, C-2 y C-3 de la carretera Bella – Inti.



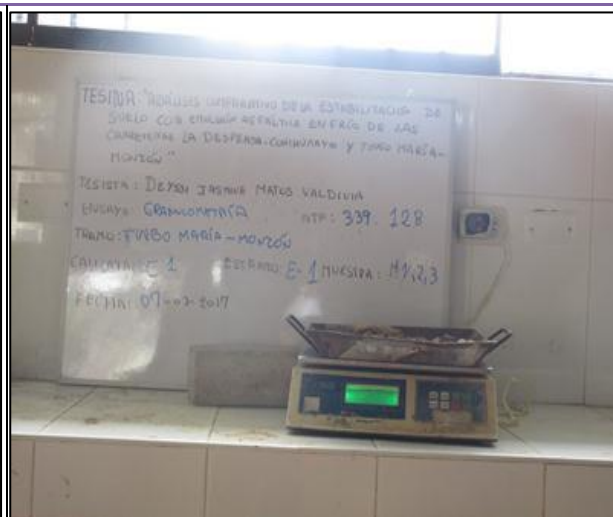
FOTOGRAFÍA N° 39: Se realizó el tamizado de las C-1, C-2 y C-3 de la carretera Bella – Inti.



FOTOGRAFÍA N° 40: Luego de realizar el tamizado del agregado se pasó a pesar el material retenido.



FOTOGRAFÍA N° 41: Luego de realizar el tamizado del agregado se pasó a pesar el material retenido.



FOTOGRAFÍA N° 42: Luego de realizar el tamizado del agregado se pasó a pesar el material retenido.



FOTOGRAFÍA N° 43: Se realiza el tamizado por la malla N° 40 (para los límites de Atterberg) de cada uno de los estratos para las C-1, C-2, C-3 de cada una de las carreteras.



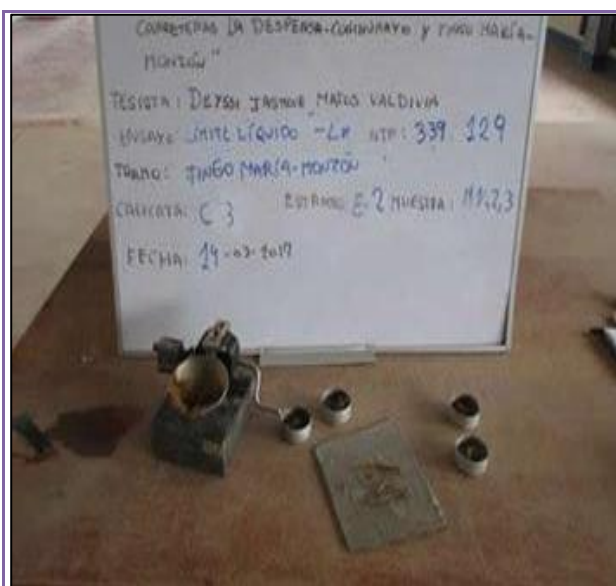
FOTOGRAFÍA N° 44: Se obtuvo muestra pasante de la malla N°40 para la preparación de muestras para el límite líquido y plástico.



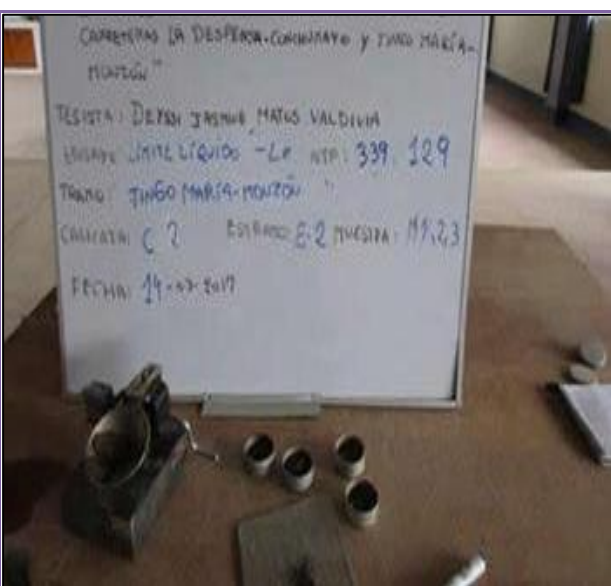
FOTOGRAFÍA N° 45: Posteriormente se pesó la muestra para saturarla con agua destilada y realizar las pruebas.



FOTOGRAFÍA N° 46: Posteriormente se pesó la muestra para saturarla con agua destilada y realizar las pruebas.



FOTOGRAFÍA N° 47: Se hicieron rollitos de 3 cm de largo por 1cm de espesor de cada calicata.



FOTOGRAFÍA N° 48: La obtención de la muestra húmeda se pesa para colocarlo al horno y obtener su peso seco.



FOTOGRAFÍA N° 49: La obtención de la muestra húmeda se pesa para colocarlo al horno y obtener su peso seco.



FOTOGRAFÍA N° 50: Se obtuvo las muestras secas y posteriormente se pesó las muestras M-1, M-2, M-3 de los E-1, E-2, E-3, E-4 de las C-1, C-2, C-3 de la Bella – Inti.



FOTOGRAFÍA N° 51: Preparación de muestra para en ensayo de CBR



FOTOGRAFÍA N° 52: Se pesó muestras de 6 kg.



FOTOGRAFÍA N° 53: Se pesó muestras de 6 kg.



FOTOGRAFÍA N° 54: Se observa el Marco De Carga, El Anillo Y El Dial De Deformaciones.

ANEXO K: ENSAYOS DE LABORATORIO DE LAS CANTERAS



FOTOGRAFÍA N° 58: Se observa el material de cantera.



FOTOGRAFÍA N° 59: Se observa el material de cantera.



FOTOGRAFÍA N° 60: Se observa el material de cantera.



FOTOGRAFÍA N° 61: Se observa el material de cantera.



FOTOGRAFÍA N° 62: Se pesa la muestra M-1 en su estado natural de 400 gr a más para obtener su peso natural húmedo.



FOTOGRAFÍA N° 63: Se pesa la muestra M-1 en su estado natural de 400 gr a más para obtener su peso natural húmedo.



FOTOGRAFÍA N° 64: Se colocó las muestras a secado por 24 horas a temperatura de 110 °C.



FOTOGRAFÍA N° 65: Se colocó las muestras a secado por 24 horas a temperatura de 110 °C.



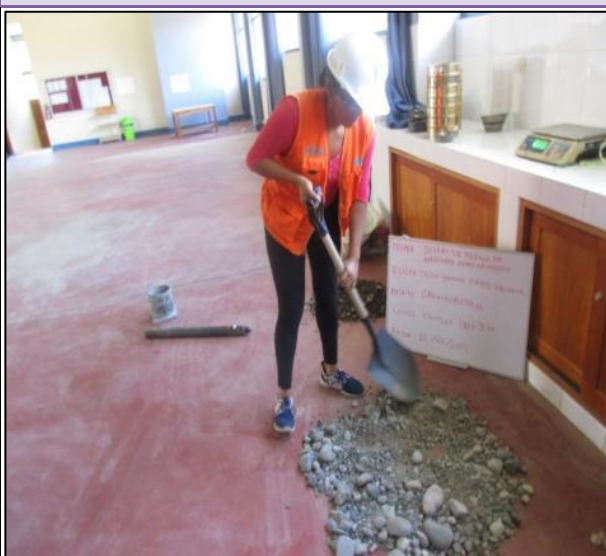
FOTOGRAFÍA N° 66: Se obtuvo las muestras secas y posteriormente se pesó las muestras M-1, M-2, M-3 de las canteras.



FOTOGRAFÍA N° 67: Se obtuvo las muestras secas y posteriormente se pesó las muestras M-1, M-2, M-3 de las canteras.



FOTOGRAFÍA N° 68: Cuarteo de muestras del material de cantera.



FOTOGRAFÍA N° 69: Cuarteo de muestras del material de cantera.



FOTOGRAFÍA N° 70: Cuarteo de muestras del material de cantera.



FOTOGRAFÍA N° 71: Cuarteo de muestras del material de cantera.



FOTOGRAFÍA N° 72: Realizando el ensayo de peso unitario volumétrico de la muestra.



FOTOGRAFÍA N° 73: Realizando el ensayo de peso unitario volumétrico de la muestra.



FOTOGRAFÍA N° 74: Realizando el ensayo de peso unitario volumétrico de la muestra.



FOTOGRAFÍA N° 75: Realizando el ensayo de peso unitario volumétrico de la muestra.



FOTOGRAFÍA N° 76: Realizando el ensayo de peso unitario volumétrico de la muestra.



FOTOGRAFÍA N° 77: Se realiza el lavado de la muestra del material de cantera para realizar el ensayo granulométrico.



FOTOGRAFÍA N° 78: Se realiza el lavado de la muestra del material de cantera para realizar el ensayo granulométrico.



FOTOGRAFÍA N° 79. Se colocó las muestras al horno para secado por 24 horas.



FOTOGRAFÍA N° 80: Se realizó el tamizado del material de cantera.



FOTOGRAFÍA N° 81: Se realizó el tamizado del material de cantera.



FOTOGRAFÍA N° 82: Se realiza el tamizado por la malla N° 40 de cada uno de los materiales de cantera para realizar el ensayo de Límites Líquido y Plástico.



FOTOGRAFÍA N° 83: Se realiza el tamizado por la malla N° 40 de cada uno de los materiales de cantera para realizar el ensayo de Límites Líquido y Plástico.



FOTOGRAFÍA N° 84: Posteriormente se pesó la muestra para saturarla con agua destilada y realizar las pruebas.



FOTOGRAFÍA N° 85: Posteriormente se pesó la muestra para saturarla con agua destilada y realizar las pruebas.



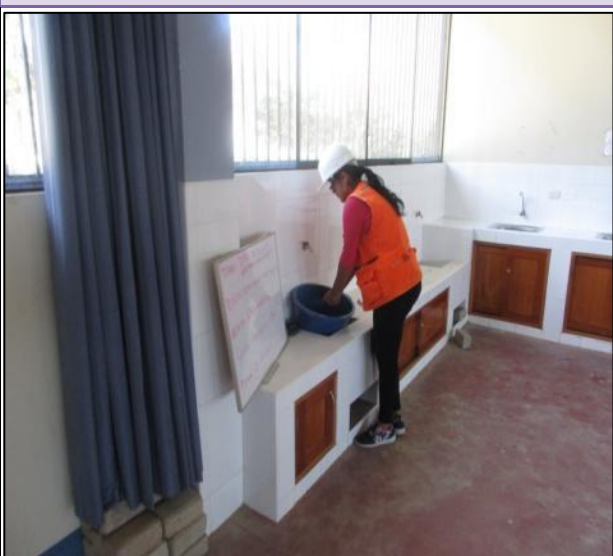
FOTOGRAFÍA N° 86: La obtención de la muestra húmeda se pesa para colocarlo al horno y obtener su peso seco.



FOTOGRAFÍA N° 87: La obtención de la muestra húmeda se pesa para colocarlo al horno y obtener su peso seco.



FOTOGRAFÍA N° 88: La obtención de la muestra húmeda se pesa para colocarlo al horno y obtener su peso seco.



FOTOGRAFÍA N° 89: Lavado de material para realizar el ensayo de Abrasión Los Ángeles.



FOTOGRAFÍA N° 90: Lavado de material para realizar el ensayo de Abrasión Los Ángeles.



FOTOGRAFÍA N° 91: Peso del material para realizar el ensayo de Abrasión Los Ángeles.



FOTOGRAFÍA N° 92: Realizando el ensayo de Equivalente de Arena de los materiales de cantera.



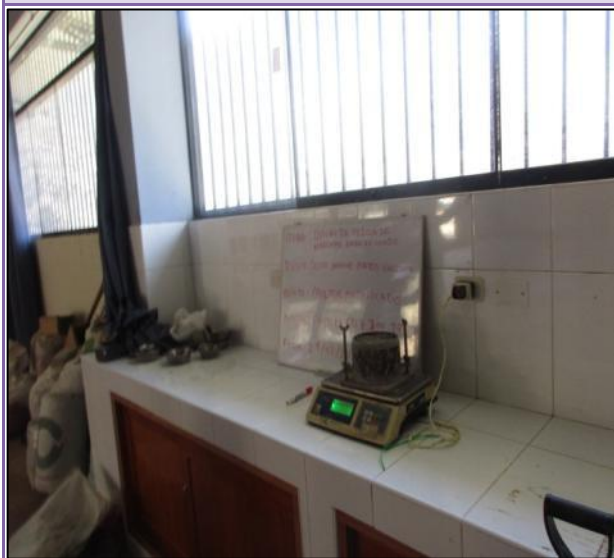
FOTOGRAFÍA N° 93: Realizando el ensayo de Equivalente de Arena de los materiales de cantera.



FOTOGRAFÍA N° 94: Realizando el ensayo de Proctor Modificado de los materiales de Cantera.



FOTOGRAFÍA N° 95: Realizando el ensayo de Proctor Modificado de los materiales de Cantera.



FOTOGRAFÍA N° 96: Pesando el material del Proctor de los materiales de Cantera.



FOTOGRAFÍA N° 97: Pesando el material del Proctor de los materiales de Cantera.



FOTOGRAFÍA N° 98: Pesando el material del Proctor de los materiales de Cantera.



FOTOGRAFÍA N° 99: Preparación de muestra para en ensayo de CBR.



FOTOGRAFÍA N° 100: Preparación de muestra para en ensayo de CBR.



FOTOGRAFÍA N° 101: Se pesó muestras de 6 kg.

ANEXO L: ENSAYOS DE LABORATORIO DE LA MEZCLA BINARIA



FOTOGRAFÍA N° 102: Preparación de muestra para en ensayo de CBR de la combinación de los agregados.



FOTOGRAFÍA N° 103: Preparación de muestra para en ensayo de CBR de la combinación de los agregados.



FOTOGRAFÍA N° 104: Preparación de muestra para en ensayo de CBR de la combinación de los agregados.



FOTOGRAFÍA N° 105: Se pesó muestras de 6 kg.

ANEXO M: MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA”				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL ¿En qué medida el Análisis y Diseño de la Mezcla Binaria de material de cantera mejorará la Capacidad de Soporte del afirmado de la carretera Bella – Inti, Distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco? PROBLEMAS ESPECÍFICOS - ¿El Análisis de la capacidad de Soporte actual me ayudará a mejorar el afirmado de la carretera Bella – Inti, distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco? - ¿El Análisis del material	OBJETIVO GENERAL Determinar la capacidad de Soporte del afirmado de la carretera Bella – Inti, distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco; mejorada mediante el Análisis y Diseño de Mezcla Binaria de material de cantera. OBJETIVOS ESPECÍFICOS - Analizar la capacidad de Soporte actual para el mejoramiento del afirmado de la carretera Bella – Inti, distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco. - Analizar el material de	HIPOTESIS GENERAL La Capacidad de Soporte del Afirmado de la carretera Bella – Inti, distrito Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado – Huánuco mejorará mediante el Análisis y Diseño de Mezcla Binaria de Material de Cantera.	DEPENDIENTE Y1 = Mejoramiento de la Capacidad de Soporte del afirmado de la carretera Bella – Inti, distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco. INDEPENDIENTE X1 = Análisis y Diseño de Mezcla Binaria de material de cantera.	ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN Cuantitativo, porque mediante los ensayos se mide y compara los resultados en un momento dado. ALCANCE DE INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVO: especifica las propiedades, características de los aspectos, dimensiones, componentes o variables que interviene en el análisis. CORRELACIONAL: El propósito de la investigación es analizar la relación que existe entre mejoramiento del afirmado con el análisis y diseño de la capacidad de soporte de la mezcla binaria. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL: busca demostrar la capacidad de soporte para el mejoramiento del afirmado mediante el Análisis y Diseño de combinaciones Binarias.

de cantera me ayudará a mejorar la capacidad de soporte del afirmado de la carretera Bella – Inti, distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco? - ¿El Diseño de la Mezcla Binaria de material de cantera ayudará a mejorar la capacidad de soporte del afirmado de la carretera Bella – Inti, distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco? - ¿El Análisis de la Mezcla Binaria de material de cantera ayudará a mejorar el afirmado de la carretera Bella – Inti, distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco?	cantera para el mejoramiento de la capacidad de soporte del afirmado de la carretera Bella – Inti, distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco. - Diseñar la mezcla Binaria para el mejoramiento de la capacidad de soporte del afirmado de la carretera Bella – Inti, distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco. - Analizar la Mezcla Binaria para el mejoramiento de la capacidad de soporte del afirmado de la carretera Bella – Inti, distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco.			Se hace la medición de la variable de interés en el grupo. La característica es que no se realiza aleatorización al momento de asignar los sujetos a los grupos. POBLACION En este caso se realizó la investigación en las canteras ubicadas en el km 97+300, km 104+520, km 119+800 y 121+300 de la carretera Huánuco Tingo María utilizados para analizar y diseñar la capacidad de soporte del afirmado de la vía Bella - Inti. MUESTRA La muestra se obtuvo de las canteras de estudio a través de calicatas, de tres puntos al azar por cantera, para realizar los ensayos en laboratorio.
---	---	--	--	--