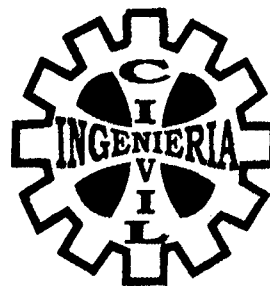


11625.8 / 112011

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

COMPARACIÓN ENTRE EL DISEÑO DE PAVIMENTO TRADICIONAL (AASHTO) Y EL DISEÑO CON GEOMALLA EN LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SALOMÓN VÍLCHEZ MURGA DE LA CIUDAD DE CUTERVO

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR

Bachiller: Tingal Huatay William

ASESOR

Ing° Alejandro Cubas Becerra

Cajamarca – Perú

2013

A mi madre, *Catalina Cueva Valdez*,
quien me enseñó que la grandeza
del hombre no está en el dinero
si no en la dignidad de uno.

TINGAL HUATAY, WILLIAM

AGRADECIMIENTO.

Mi gratitud a la **Universidad Nacional De Cajamarca**, mi alma mater. en una forma muy especial al Ingeniero **Alejandro, CUBAS BECERRA** y a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, que me dieron lo mejor y lo más grande que tiene, una formación profesional integral y por el apoyo brindado. Mi agradecimiento a los numerosos amigos, compañeros de estudio que me brindaron su ayuda y estimulación constante en la búsqueda de un futuro mejor.

TINGAL HUATAY WILLIAM

ÍNDICE

Contenido	Página
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	viii
Resumen	x
Abstract	xi
Introducción	xii
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	13
Antecedentes	13
Bases Teóricas	18
CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	73
Planteamiento del problema	73
Selección del problema.	73
Formulación del problema.	75
Justificación de la investigación.	75
Limitaciones y restricciones de la investigación.	76
Objetivos de la investigación	77
Hipótesis.	77
Tipos de investigación y análisis	77
Diseño metodológico	78
El universo de la investigación.	78
Técnicas, instrumentos e informantes o fuentes para obtener los datos.	78

Población y muestra.	79
Forma de tratamiento de los datos.	79
Forma de análisis de las informaciones	80
CAPÍTULO III. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	81
Resultado de la investigación	81
Análisis de la información	81
Contrastación de la hipótesis	82
Interpretación de la información	83
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	84
Conclusiones	84
Referencias bibliográficas	86
Anexos	87

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	Página
Tabla 1. Granulometría de los áridos empleados en la carpeta asfáltica	19
Tabla 2. Mínimo porcentaje de vacíos de agregado mineral (VMA)	19
Tabla 3. Base tipo A y B según granulometrías	21
Tabla 4. Base Clase 2 según granulometría	21
Tabla 5. Base clase 3 según granulometrías.	22
Tabla 6. Base clase 4 según granulometrías	22
Tabla 7. Clases de Sub-bases según Granulometrías	24
Tabla 8. Incremento de k con respecto al módulo de la sub-rasante.	42
Tabla 9. Incremento del CBR con respecto al módulo de la sub rasante.	45
Tabla 10. Valores de la estándar 27n normal, Z_R , correspondientes a los niveles de confiabilidad, R.	51
Tabla 11. Valores de nivel de confiabilidad R recomendados.	52
Tabla 12. Valores mínimos en pulgadas. Según ESAL para concreto asfáltico y capa base D_2 .	53
Tabla 13. Coeficientes de drenaje m_i recomendados.	55
Tabla 14. Calidad de drenaje de una capa del pavimento.	56
Tabla 15. Índice de serviciabilidad.	56
Tabla 16. Datos de los materiales para el diseño de pavimentación Av Salomón Vílchez Murga.	59
Tabla 17. Características de base y sub base por la que debe estar conformado el pavimento.	65
Tabla 18. Análisis de disminución de espesores de capas de pavimento	72
Tabla 19. Características de Diseño de pavimento Av Salomón Vílchez Murga.	81

Tabla 20. Características de los materiales para el diseño.	81
Tabla 21. Diseño calculado de las estructuras de base y sub base Av Salomón Vílchez Murga método tradicional	81
Tabla 22. Diseño calculado de las estructuras de base y sub base Av Salomón Vílchez Murga método con geomalla	82
Tabla 23. Diseño pavimento tradicional y con inclusión de geomalla Av Salomón Vílchez Murga.	82
Tabla 24. Método Tradicional vs Método Con Geomalla.	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Descripción y funcionamiento granular sin refuerzo.	28
Figura 2. Descripción y funcionamiento granular reforzados con geomallas.	29
Figura 3. Comparaciones de espesores granulares Entre el método tradicional y el método con geomalla.	31
Figura 4. Mecanismo de confinamiento lateral.	32
Figura 5. Mecanismo de mejoramiento de capacidad portante.	32
Figura 6. Efecto de membrana tensionada.	33
Figura 7. Beneficios debidos al confinamiento lateral proporcionado por una geomalla biaxial en un pavimento flexible.	35
Figura 8. Estimaciones de incremento para 'K' en base y sub base.	40
Figura 9. Variación del nivel de mejoramiento con el K de la sub-rasante.	42
Figura 10. Variación del nivel de mejoramiento con el CBR de la sub-rasante	45
Figura 11 Comportamiento de la geomalla tensor en la sub-rasante	47
Figura 12 .Comportamiento de la geomalla tensor en la base	49
Figura 13 Ejes equivalente (ESAL) vs. serviciabilidad ilustrando la tendencia.	51
Figura 14 Estructura esquemática de un pavimento flexible.	52
Figura 15 Carta para estimar coeficiente estructural a_1 a partir del módulo elástico (carpeta asfáltica).	54
Figura 16 Nomograma para estimar coeficiente estructural a_2 para una base granular.	54
Figura 17 Nomograma para estimar coeficiente estructural a_3 para una sub-base granular.	55
Figura 18 Ensayo para hallar Módulo de elasticidad.	58

Figura 19 Nomograma para número estructural.	60
Figura 20 Carta para estimar coeficiente estructural a_1 a partir del módulo elástico (carpeta asfáltica) de la Av Salomón Vilchez Murga	62
Figura 21 Nomograma para estimar coeficiente estructural a_2 para una base granular de la Av Salomón Vilchez Murga.	63
Figura 22 Nomograma para estimar coeficiente estructural a_3 para una sub-base granular de la Av Salomón Vilchez Murga.	64
Figura 23 LCR vs CBR de la sub-rasante	68
Figura 24. Características del diseño de pavimento de Av Salomón Vilchez Murga de la ciudad de Cutervo.	68
Figura 25. LCR vs CBR de la sub-rasante de la Av Salomón Vilchez Murga	70
Figura 26. Diseño del análisis de estudio	78

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es la comparación del diseño de pavimentos, de en capas granulares de base y sub base entre el diseño de pavimento tradicional (AASHTO) y el diseño con geomalla, en la pavimentación de la Av. Salomón Vílchez Murga de la ciudad de Cutervo. La toma de datos se realizó calculando el número estructural según metodología AASHTO para la estructura inicial luego se calculó el nuevo espesor de la capa de base y sub-base con refuerzo empleando una geomalla Biaxial BX1100 y la verificación del aporte estructural con los nuevos espesores de capas de material granular e inclusión de geomalla. Se usaron como fuentes de consulta la documentación de las firmas especializadas en la producción de Geomalla Biaxial (Pavco Y Tensar). Se registró sub rasantes con CBR 2.1%, 4.1% y 3.9%, obtenida según el ensayo del próctor modificado, afloramientos de agua, material de relleno orgánico. Se determinó que la disminución de espesores de capas granulares es de un 28.41% a nivel de capa base y un 38.05% a nivel de capa de sub-base con la utilización de geomalla.

Palabras Clave: Pavimento, Geomalla, Diseño (AASHTO).

ABSTRACT

The objective of this investigation is the comparison in the pavement design, of thickness of layer granular of base and sub base between traditional pavement design (AASHTO) VS design with geogrid, in paving Salomon Vilchez Murga Avenue from Cutervo city. The data collection was done by calculating the structural number according AASHTO methodology to the initial structure next calculated the new thickness of the base and sub-base layer using a reinforced geogrid Biaxial BX1100 and verification of the structural contribution with new thicknesses of granular material layers and inclusion of geogrids. Were used as reference sources documenting the specialized firms in the production of Biaxial Geogrid (pavco And Tension). Was registered CBR sub flush with 2.1%, 4.1% and 3.9%, obtained by the modified Proctor test, outcrops of water, organic filler material. Was determined that the granular layer thickness decrease in 28.41% to level of base layer and 38.05% to level of sub-base layer with the use of geogrid.

Keywords: Pavement, Geogrid, Design (AASHTO).

INTRODUCCIÓN

Cuál será el efecto del uso de geomalla frente al diseño tradicional (AASHTO) en la pavimentación de la Av. Salomón Vílchez Murga de la ciudad de Cutervo se sabe que el refuerzo dado por una geomalla polimérica colocada entre las capas estructurales de un pavimento posibilita un notable aumento en la vida útil del camino (con el consiguiente ahorro en costos de mantenimiento). El uso de geomalla mejora el diseño de pavimento frente al método tradicional (AASHTO) en el diseño del pavimento de la Av. Salomón Vílchez Murga de la ciudad de Cutervo y/o posibilita la reducción de los espesores necesarios para las distintas capas estructurales, reduciendo notablemente los movimientos de suelos y muchas veces evitando la necesidad de importación de rellenos de características especiales. También, en caso de suelos naturales muy débiles, la colocación de Geomallas produce una distribución de cargas tal que maximiza la capacidad portante de la sub-rasante, permitiendo un fácil acceso y construcción de plataformas de trabajo sin necesidad de recurrir a los onerosos métodos tradicionales (reemplazo del suelo, estabilización química, etc.). La investigación se limita a analizar un diseño tradicional de pavimentos (AASHTO), y un diseño con geomalla Biaxial BX1100, cálculos para el diseño de capas granulares de pavimento utilizando geomalla. Ambos diseños serán aplicados a un tramo de la AV. Salomón Vílchez Murga entre las progresivas 0+600 y 0+800. Cada uno de los mecanismos de refuerzo con que la geomalla ayuda al pavimento es analizado en profundidad en la presente investigación y se exponen los ensayos realizados por distintos organismos internacionales que los corroboran.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

1.1.1. Antecedentes Internacionales.

a) US Army Engineers Waterways Experiment Station, diciembre 1992.

Los ensayos de campo realizados a escala real verifican la habilidad de reforzar pavimentos flexibles con Geomallas. También indican que el comportamiento depende del tipo de malla, variando para los diferentes modelos entre ningún mejoramiento hasta una reducción del 40% en el espesor total de la sección de pavimento.

b) Federal aviation administration, abril 1994.

Se recomendó que las Geomallas seleccionadas para el refuerzo fueran previamente aprobadas por el ingeniero del proyecto y que esta aprobación fuera realizada en base a la siguiente información:

- Pruebas de laboratorio y ensayos de campo a escala real para el producto. Los resultados deben cuantificar la contribución estructural de la geomalla en la estructura de pavimento.
- Una lista de 5 proyectos comparables en términos de escala y aplicación donde los resultados de la geomalla puedan ser verificados después de 1 año de servicio.
- Una muestra del producto y especificaciones certificadas.

c) Geosynthetic Materials Association, June 2000.

El beneficio principal de reforzar la capa base es aumentar la vida útil del camino o proveer un comportamiento equivalente usando una sección estructural reducida. Se recomienda que se usen especificaciones a partir de una lista de productos aceptados ya que el mecanismo de refuerzo no es aún entendido por completo y se debe considerar que el beneficio aportado por los materiales dependen del producto y las condiciones de la prueba. La equivalencia debe ser definida en términos de comportamiento y no solamente en función de las propiedades índices de cada producto.

d) FHWA, Geosynthetic Design and Construction Guidelines, Abril 1998.

No hay disponible, hasta este momento, especificaciones standard para el refuerzo de secciones de pavimentos. Sin embargo, hay muchas agencias de los Estados Unidos que usan geomallas para esta función, atendiendo al siguiente procedimiento:

- Definir el objetivo del refuerzo, por ejemplo la reducción de sobre-excavación sobre suelos blandos, o la reducción del espesor de la capa base, o extender la vida útil del camino, o una combinación.
- Definir la función del geosintético y estudiar la aplicabilidad de la geomalla.
- Hacer un proyecto de demostración para examinar el comportamiento de la geomalla en comparación con métodos convencionales.
- Después de obtener resultados satisfactorios crear una lista de productos precalificados o especificar una lista de propiedades clave.
- Monitorear el comportamiento de los proyectos para confirmar el comportamiento anticipado.

e) US Army Corps of Engineers, Use of Geogrids in Pavement Construction, Febrero 2003

Este documento contiene una metodología de diseño y guía sobre el uso de las geomallas en el diseño y construcción de carreteras pavimentadas y no pavimentadas. El US Army Corps of Engineers, a través de la experiencia en campo y laboratorio, proporciona las características físicas y estructurales que debe tener la geomalla para que cumpla con la función de Mejoramiento de Subrasante o Refuerzo de Base. Según este documento la geomalla debe ser fabricada "Punched & Drawn" para que sea efectiva en la estructura de pavimento.

f) Título.

Diseño De Un Pavimento Utilizando Geomallas En Tramo De La Carretera Bajada De Chanduy – Aguas Verdes – Pocito (ABSC. 2+900 Hasta ABSC. 3+600)

Autor:

- TAPIA DIEZ, Andrés Renato
- BARONA FAJARDO, Fabricio Eduardo
- INGA MORÁN, Luis Rolando

Fecha de publicación: 2009

Resumen: Uso de geomallas para mejorar la resistencia de la vía específicamente desde la altura de la abscisa 2+900 hasta 3+600, mostrando las ventajas de usar este procedimiento con el nombrado geosintético.

Descripción: Análisis del tipo de material que esté al alcance de vía (terraplén, base y sub-base) y del geosintético a usarse, cuyas propiedades físico-mecánicas deben satisfacer necesidades de resistencia de la vía.

URI: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/8178>

Aparece en las colecciones: Tesis de Grado - FICT

1.1.2. Antecedentes Nacionales.

a) Aplicación de geomallas en vías afirmadas. Viabilidad técnico - económica.

Por: Herrera Alejos, Luis Paolo

Nota de tesis: Ingeniero Civil; Universidad Nacional de Ingeniería (Lima, PE). Facultad de Ingeniería Civil

b) Aplicación de geomallas en vías afirmadas

Por: Maldonado Valenzuela, Miryam

Publicación: Lima : UNI, FIC , 2007

Descripción física: 79 p.

Nota de tesis: Informe de Suficiencia (Ing.) -- Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil, 2007

Nota Bibliográfica: Bibliografía: p. 78

Resumen: Aborda en la sintetización de información teórica recopilada referente a las geomallas y su uso en las vías afirmadas y pavimentadas, así como la búsqueda de información técnica en las mismas empresas proveedoras y ejecutoras cuyos ingenieros brindaron sus conocimientos, se realizaron ensayos de mecánica de suelos en las diferentes etapas constructivas del proyecto cuya particularidad fue la obtención del material degradado

c) Uso de geomallas en la estructura de carreteras afirmadas para trabajos de operación de los equipos en la explotación minera a cielo abierto.

Por: Velásquez Lujerio, Edgar Pedro .

Editor: Huaraz Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote 2010.

Resumen: En general, para asegurar una buena performance, las geomallas a utilizar deberían consistir en mallas de estructura regular biaxial (BX), formada por dibujos continuos y deberían tener una apertura geométrica rectangular (costillas y uniones de cruce) suficiente como para permitir un ínter trabado mecánico significativo con el material que será reforzado. Además, estas geomallas deberían presentar una alta resistencia a la flexión y a la tracción en costillas y uniones.

1.1.3. Antecedentes Locales.

No se ha podido identificar dichos antecedentes de tesis o artículo alguno. Solo algunos proyectos expedientes técnicos donde se han trabajado con geomallas

a) Expediente Técnico:

Pavimentación Jr. Morales entre Av. La paz y Av. Tupac Amaru de la ciudad de Cajamarca

RESUMEN: Se trabajó con un diseño de pavimento con la colocación a nivel de sub rasante una geomalla biaxial BX por la presencia de suelos de mala calidad de baja capacidad portante y además en el diseño no se consideró el material granular over.

Fecha: junio 2007

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. Capas de un Pavimento

El elemento principal de la estructura que se ilustra es el pavimento, el cual está compuesto de:

- a. Superficie de rodamiento
- b. Base
- c. Sub-base(no siempre se usa)
- d. Sub-rasante

a) Superficie de rodamiento.

La superficie de rodamiento debe tener capacidad para resistir el desgaste y los efectos abrasivos de los vehículos en movimiento y poseer suficiente estabilidad para evitar daños por el impulso y las rodadas bajo la carga de tránsito. Además, sirve para impedir la entrada de cantidades excesivas del agua superficial a la base y las sub-rasante directamente desde arriba. Su función primordial será proteger la base impermeabilizando la superficie, para evitar así posibles infiltraciones del agua de lluvia que podría saturar total o parcialmente las capas inferiores.

La superficie de rodamiento está formada por capas de concreto asfáltico (tratamiento superficial bituminoso), concreto hidráulico o adoquines.

La superficie de rodamiento puede variar en un espesor desde menos de 1" pulgada en el caso del tratamiento bituminoso superficial usado por su bajo costo en caminos de tránsito ligero, hasta 6 pulgadas o más de concreto asfalto usado para caminos de tránsito pesado.

❖ **Datos técnicos:** Tendrán las siguientes características:

Material Asfáltico: Deberá ser cemento asfáltico de penetración 60- 70.

Áridos: deberán tener la granulometría especificada a continuación:

Tabla. 1 Granulometria de los áridos empleados en la carpeta asfáltica

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	A	B	C
2" (50,8mm)	100	-----	-----
1 1/2" (38.1mm)	90 - 100	100	-----
1" (25.4mm)		90 - 100	100
3/4" (19.0mm)	56 - 80		90 - 100
1/2" (12.5mm)	-----	56 - 80	
3/8" (9.5mm)	-----		56 - 80
N°4" (4.75mm)	23 - 53	29 - 59	35 - 65
N°8" (2.36mm)	15 - 41	19 - 45	23 - 49
N°50" (0.30mm)	4 - 16	5 - 17	5 - 19
N°200" (0.075mm)	0 - 6	1 - 7	2 - 8

Fuente: Norma técnica de edificaciones CE. 010 Pavimentos Urbanos

Un punto inicial para el diseño es escoger el porcentaje de asfalto para el promedio de los límites de vacíos de aire, el cual es 4%.

Tabla 2: Mínimo porcentaje de vacíos de agregado mineral (VMA)

Máximo tamaño de partícula nominal	Porcentaje mínimo (VMA)			
		Porcentaje diseño vacíos de aire		
mm	in	3.0	4.0	5.0
1.18	N° 16	21.5	22.5	23.5
2.36	N° 8	19.0	20.0	21.0
4.75	N° 6	16.0	17.0	18.0
9.5	3/8	14.0	15.0	16.0
12.5	1/2	13.0	14.0	15.0
19	3/4	12.0	13.0	14.0
25	1.0	11.0	12.0	13.0
37.5	1.5	10.0	11.0	12.0

Fuente: Norma técnica de edificaciones CE. 010 Pavimentos Urbanos

b) **Base.** La base es una capa (o capas) de muy alta estabilidad y densidad. Su principal propósito es el de distribuir o "repartir" los esfuerzos creados por las cargas rodantes que actúan sobre la superficie de rodamiento para que los esfuerzos transmitidos a la sub-rasante no sean tan grandes que den por resultado una excesiva deformación o desplazamiento de la capa de cimentación.

Esta capa tiene por finalidad, la de absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos y, además, repartir uniformemente. Estos esfuerzos a la sub-base y por medio de esta al terreno de fundación.

El valor cementante en una base es indispensable para proporcionar una sustentación adecuada a las carpetas asfálticas delgadas. En caso contrario, cuando las bases se construyen con materiales inertes y se comienza a transitar por la carretera, los vehículos provocan deformaciones transversales.

En el caso de la granulometría, no es estrictamente necesario que los granos tengan una forma semejante a la que marcan las fronteras de las zonas, siendo de mayor importancia que el material tenga un VRS (valor relativo de soporte) y una plasticidad mínima; además se recomienda no compactar materiales en las bases que tengan una humedad igual o mayor que su límite plástico.

El material granular que se emplea en la base, debe llenar los siguientes requisitos:

- ❖ Ser resistente a los cambios de humedad y temperatura.
- ❖ No presentar cambios de volumen que sean perjudiciales.
- ❖ El porcentaje de desgaste, según el ensayo de "Los Ángeles" debe ser inferior a 50.
- ❖ La fracción del material que pase el tamiz No.40, ha de tener un Límite Líquido del 25%, y un Índice de Plasticidad inferior a 6.
- ❖ El C.B.R. de diseño debe ser superior al 50%. Por lo general la Capa base se emplea piedra triturada o chancada, grava o mezclas estabilizadas.

Granulometrías de las clases de bases:

- 1) **Base Clase 1:** Son bases constituidas por agregados gruesos y finos, triturados en un 100%.

Tabla 3 Base tipo A y B según granulometrías

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada	
	Tipo A	Tipo B
2" (50,8mm)	100	-----
1 1/2" (38.1mm)	70-100	100
1" (25.4mm)	55-85	70-100
3/4" (19.0mm)	50-80	60-90
3/8" (9.5mm)	35-60	45-75
N°4" (4.75mm)	25-50	30-60
N°10" (2.00mm)	20-40	20-50
N°40" (0.425mm)	10-25	10-25
N°200" (0.075mm)	2-12	2-12

Fuente: Norma técnica de edificaciones CE. 010 Pavimentos Urbanos

- 2) **Base Clase 2:** Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso.

Tabla 4: Base Clase 2 según granulometría

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
1" (25.4mm)	100
3/4" (19.0mm)	70-100
3/8" (9.5mm)	50-80
N°4" (4.75mm)	35-65
N°10" (2.00mm)	25-50
N°40" (0.425mm)	15-30
N°200" (0.075mm)	3-15

Fuente: Norma técnica de edificaciones CE. 010 Pavimentos Urbanos

- 3) **Base Clase 3:** Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava triturada, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 25% en peso.

Tabla 5 Base clase 3 según granulometrías

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
3/8" (9.5mm)	100
N°4" (4.75mm)	45-80
N°10" (2.00mm)	30-60
N°40" (0.425mm)	20-35

Fuente: Norma técnica de edificaciones CE. 010 Pavimentos Urbanos

- 4) **Base Clase 4:** Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas

Tabla 6 Base clase 4 según granulometrías

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
2" (50,8mm)	100
1" (25.4mm)	55-85
N°4" (4.75mm)	25-50
N°200" (0.075mm)	2-12

Fuente: Norma técnica de edificaciones CE. 010 Pavimentos Urbanos

- c) **SUB-BASE.** Realmente se trata de una base de menor calidad ya que al estar más alejada de las cargas del tráfico, estas le llegan más atenuadas.

En muchos casos se ha atribuido también a la sub-base una función drenante, en particular cuando las capas inferiores son poco permeables.

Sin embargo esto no debe ser considerado como general en algunos casos el que la sub-base sea muy permeable puede ser perjudicial para la estructura, por su capacidad de almacenar mucha agua.

Características de la sub-base

Principales características que debe tener la sub-base:

- ❖ Controlar o eliminar en lo posible, los cambios de volumen de elasticidad y plasticidad perjudicial es que pudiera tener el material de la sub- rasante.
- ❖ Controlar la ascensión capilar del agua proveniente de las capas frías cercanas o de otras fuentes, protegiendo así el pavimento contra los hinchamientos que se producen en épocas de helada. Este hinchamiento es causado por el congelamiento del agua capilar, fenómeno que se observa especialmente en suelos limosos, donde la ascensión del agua capilar es grande.
- ❖ El material de la sub- base debe ser seleccionado y tener mayor capacidad de soporte que el terreno de fundación compactado. Este material puede ser arena, grava, escoria de altos hornos o residuos de material de cantera. Si la función principal de la sub- base es deservir de capa de drenaje, el material a emplearse debe ser granular, y la cantidad de material fino (limo y arcilla) que pase el tamiz N°. 200 no será mayor del 8%

Granulometría de la sub-base

- ❖ **Sub-base Clase1:** Son sub.-bases construidas con agregados obtenidos por trituración de roca o grava.
- ❖ **Sub-base Clase 2:** Son sub.-bases construidas con agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas.
- ❖ **Sub-base Clase 3:** Son sub-bases construidas con agregados naturales y procesados.

Tabla 7: Clases de Sub-bases según Granulometrías

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2mm)	-----	-----	100
2" (50,8mm)	-----	100	-----
1 1/2" (38.1mm)	100	70-100	-----
Nº4" (4.75mm)	30-70	30-70	30-70
Nº40" (0.425mm)	10-35	15-40	-----
Nº200" (0.075mm)	0-15	0-20	0-20

Fuente: sección 303 de las EG – 2000 del MTC¹

d) Sub-rasante. La sub-rasante o también llamado terreno de fundición es la capa de cimentación, la estructura que debe soportar finalmente todas las cargas que corren sobre el pavimento.

En algunos casos, esta capa estará formada solo por la superficie natural del terreno o sino de la parte superior de un relleno debidamente compactado.

En otros casos más usuales, será el terreno el que se compacte una vez que se ha cortado el necesario o la capa superior en donde ha requerido terraplén.

En el concepto fundamental de la acción de los pavimentos Flexibles, el espesor combinado de la sub-base (si se usa), de la base y de la superficie de rodamiento debe ser lo suficientemente grande para que se reduzcan los esfuerzos que concurren en la sub-rasante a valores que no sean tan grandes como para que produzcan una distorsión o desplazamiento excesivos de la capa de suelo de la sub-rasante.

Frecuentemente, las deficiencias en la construcción debidas a problemas de la sub-rasante no se detectan por encontrar se "ocultas" en el pavimento final; sin embargo pueden aparecer en el pavimento después de la exposición al tráfico y al medio ambiente.

¹ Norma técnica de edificaciones CE. 010 Pavimentos Urbanos pp 10

Principales características que debe tener una sub-rasante:

- ❖ Si el terreno de fundación es pésimo, debe desecharse el material que lo compone siempre que sea posible, y sustituirse este por un suelo de mejor calidad.
- ❖ Si el terreno de fundación es malo, habrá que colocar una sub base de material seleccionado antes de colocar la base.
- ❖ Si el terreno de fundación es regular o bueno, podría prescindirse de la sub – base.

1.2.2. Estabilización de suelos blandos.

En la construcción de vías terrestres se presentan frecuentemente problemas de deformabilidad en zonas arcillosas, o bien en zonas arenosas, donde se produce el fenómeno de licuación, las cuales se pueden estabilizar por medio de Geomallas. En este caso, las Geomallas Biaxiales tienen la función de distribuir, en un área mayor, las cargas transmitidas por los vehículos, aumentando la capacidad de carga de los suelos de base, reduciendo las deformaciones sobre la superficie de rodamiento, otorgando mayor vida útil a las estructuras de pavimento y ahorros en futuras rehabilitaciones.

Si se piensa construir una vía sobre un suelo blando saturado, pueden aparecer problemas ocasionados por el tráfico durante o después de la construcción.

El suelo de base se puede mezclar con el suelo blando o se pueden presentar movimientos horizontales y verticales de la base, produciendo fallas profundas y grietas en la superficie.

Esto se puede evitar, incrementando la capacidad de carga del suelo de cimentación y limitando los movimientos del suelo de base. Existen varias técnicas para incrementar la capacidad de carga de los suelos blandos, una de estas es reforzar la base, de tal forma, que la masa de suelo pueda resistir mayores niveles de esfuerzo cortante y la transmisión de estos esfuerzos al suelo blando sea reducida.

La construcción usualmente incluye excavación de material blando, colocando las Geomallas y relleno con material granular a la profundidad requerida. Las Geomallas refuerzan la base de la vía y limitan los movimientos horizontales y verticales del suelo. De esta forma, las Geomallas mejoran considerablemente la capacidad de carga de la base para un mismo espesor o reducen espesores para una misma capacidad de carga.¹

1.2.3. Geomallas:

a) Módulo de estabilidad de la abertura.

La investigación indica fuertemente que esta propiedad captura eficazmente la interacción compleja del módulo de tracción inicial, la rigidez, el confinamiento y la estabilidad. Las geomallas con mayor estabilidad de abertura tienen mejor desempeño.

b) Forma de las costillas.

Las costillas cuadradas o rectangulares proporcionan mejor interacción con el suelo y la subbase. Los productos con costillas cuadradas y rectangulares tienen mejor desempeño que los que tienen costillas redondeadas.

¹ Geosistemas pavco de mexichem pp 6

c) Espesor de las costillas.

Las costillas más gruesas proporcionan mejor interacción con el suelo y la base. Los productos con costillas más gruesas tienen mejor desempeño que los que tienen costillas más angostas.

d) Tamaño de las aberturas.

Las aberturas de las geomallas deben ser lo suficientemente grandes como para permitir que los agregados y el suelo penetren a través de ellas, pero lo suficientemente pequeñas como para proporcionar una trabazón eficaz. La investigación indica que una abertura de entre 0.9 y 1.5 pulgadas tiene el mejor desempeño con la mayor parte de las combinaciones de agregados y suelo de las bases para carreteras.

e) Eficiencia de las uniones.

La investigación indica que las uniones de las geomallas deben ser lo suficientemente fuerte como para confinar las partículas de la base eficazmente. Las geomallas con mayor eficiencia de unión tienen mejor desempeño.

1.2.4. Geomallas biaxiales para el refuerzo de capas granulares

Las Geomallas Biaxiales son estructuras bidimensionales fabricadas de polipropileno, químicamente inertes y con características uniformes y homogéneas, producidas mediante un proceso de extrusión y luego estiradas longitudinal y transversalmente.

Este proceso único produce una estructura de una sola pieza con distribución uniforme de espacios rectangulares, de alta resistencia a la tensión en ambas direcciones y un alto módulo de elasticidad. Este tipo de

Geomalla se compone de elementos y nudos rígidos en los cuales el material granular es confinado por trabazón.

Esta trabazón de agregados optimiza la distribución de esfuerzos sobre la sub-rasante (reduciendo las deformaciones sobre ésta) y restringe el desplazamiento lateral de los agregados de la base o sub-base, aumentando y mejorando su confinamiento y resistencia.

La abertura de la malla permite una alta adherencia entre las diferentes capas granulares de la estructura del pavimento. La Geomalla, adicionalmente, aumenta la resistencia a la tensión de las capas de base, tanto en vías no pavimentadas como en estructuras de pavimentos flexibles y rígidos, por lo tanto, son ideales para el refuerzo de suelos.²

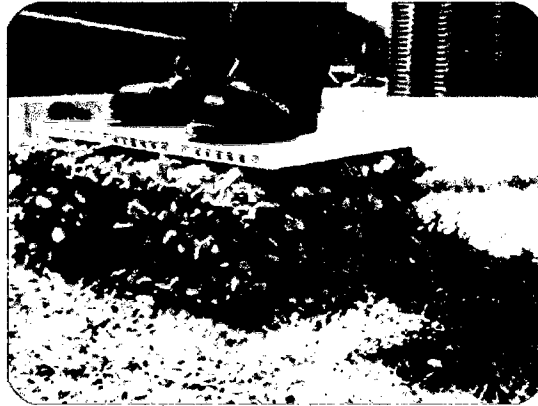
Fig. 1 Descripción y funcionamiento granular sin refuerzo



Fuente: Geosistemas pavco de mexichem pp 4

² Geosistemas pavco de mexichem pp 4

Fig. 2 Descripción y funcionamiento granular reforzados con geomallas



Fuente: Geosistemas pavco de mexichem pp 4

1.2.5. Diseño para mejorar la sub-rasante

Las sub-rasantes débiles representan un problema común en la construcción de pavimentos. Ya que la sub-rasante es el cimiento del pavimento, su fallo conduce al deterioro rápido de la estructura del pavimento. Tradicionalmente, las sub-rasantes débiles o pobres han sido removidas para ser reemplazadas con relleno importado o han sido estabilizadas químicamente.

Ambas opciones son caras y consumen mucho tiempo, especialmente en comparación con la solución Spectra.

El sistema Spectra mejora el desempeño de las sub-rasantes existentes distribuyendo las cargas sobre una superficie más amplia, lo cual reduce el bombeo y el fallo de esfuerzo cortante, al mismo tiempo que aprovecha al máximo la capacidad de carga de las sub-rasantes.

Cuando hay que sobre excavar o rellenar, las geomallas Tensar pueden reducir o aun eliminar la necesidad de sobre excavar, remover suelos débiles o contaminados e importar rellenos selectos caros. Los resultados son una construcción más rápida y menores costos.

Cuando se considera la estabilización con cal o cemento, las geomallas Tensar pueden brindar una alternativa. Se puede lograr el soporte sin el tiempo, el costo y los peligros ambientales que entrañan los métodos de estabilización química, y sin impedir el drenaje interno.

Cuando se requieren secciones de relleno profundas, las geomallas Tensar pueden reducir el espesor de la capa de relleno en hasta el 50%, logrando la distribución de carga necesaria al mismo tiempo.

Como resultado se reducen los costos de relleno selecto y se completa el trabajo más rápidamente.

Cuando se construyen caminos pavimentados o no pavimentados, playas de estacionamiento, aeropuertos, pistas de rodaje, líneas ferroviarias o aun cimientos, el mejoramiento de la sub-rasante con geomallas Tensar produce un trabajo más económico, ahorra materiales y abrevia el tiempo de construcción.

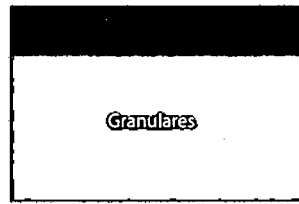
En cualquier suelo débil, las geomallas Tensar distribuyen las cargas impuestas, mejoran la capacidad de carga, reducen el ahuellamiento y brindan una alternativa a los costosos métodos convencionales.³

1.2.6. Ventajas al emplear geomallas biaxiales en estructuras de pavimentos.

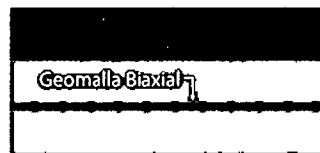
- ❖ Aumentar la vida útil de la estructura inicial.
- ❖ Disminuir espesores de granulares al reemplazar parte de estos por el aporte que genera la Geomalla.
- ❖ Disminución del impacto ambiental cuando se disminuye el espesor de granulares ya que éste es un recurso natural no renovable.⁴

³ http://www.tecnex-sa.com/Productos/Geogrillas/br_spec.pdf

Fig. 3: Comparaciones de espesores granulares entre el método tradicional y el método con geomalla



Diseño estructura de pavimento inicial



Disminución de espesores al incluir un esfuerzo con Geomalla
Fuente: Geosistemas Pavco De Mexichem

1.2.7. Mecanismos de refuerzo de las geomallas.

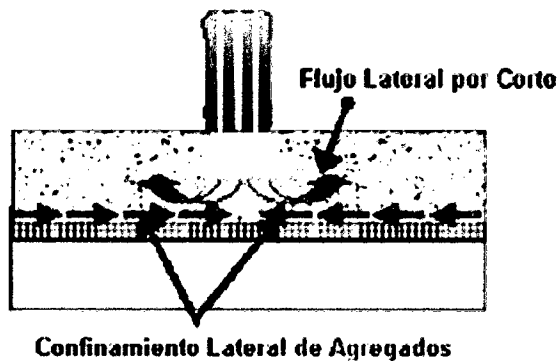
A través de diversas investigaciones (Giroud y Noiray, 1981; Giroud et al. 1985; Berg et al, 2000), se ha encontrado que los tres mecanismos principales de refuerzo proporcionados por una geomalla biaxial son:

a. Confinamiento lateral de la base o subbase.

Obtenido a través de la fricción y entrabe entre la geomalla y el agregado. Ya que los módulos de los materiales granulares son dependientes del estado de esfuerzos, al aumentar el confinamiento lateral, aumenta el módulo de la capa granular sobre la geomalla. (Figura 4).

⁴ Geosistemas pavco de mexichem pp 5

Figura 4. Mecanismo de Confinamiento Lateral

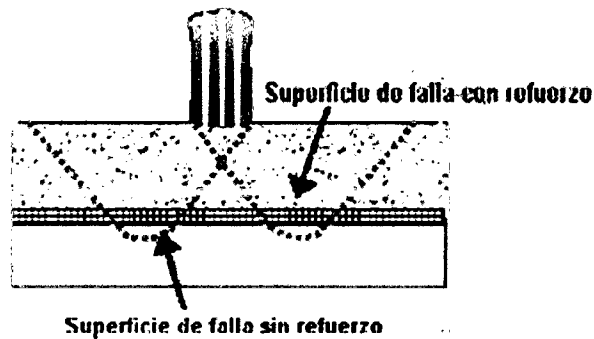


Fuente: U.S. Army Corps of Engineers, 2003

b. Mejoramiento de la capacidad portante.

Se logra desplazando la superficie de falla del sistema de la subrasante blanda hacia la capa granular de mucha más resistencia (Figura 5). Este mecanismo tiende a tener mayor validez en vías sin pavimentar o cuando el estado de esfuerzos sobre la subrasante es alto.

Figura 5. Mecanismo de Mejoramiento de Capacidad Portante



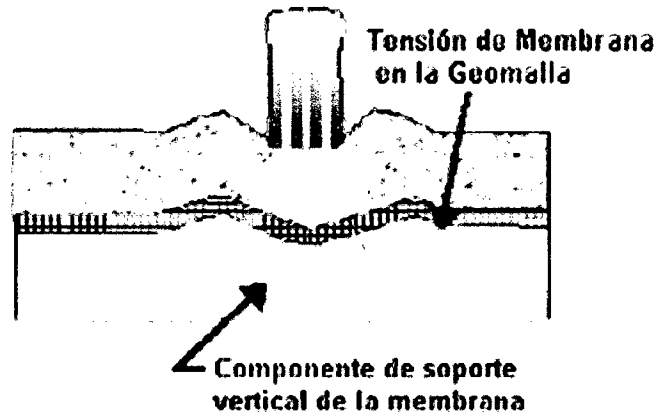
Fuente: U.S. Army Corps of Engineers, 2003

c. Membrana tensionada.

Este efecto se origina en la propiedad por la cual un material flexible elongado, al adoptar una forma curva por efecto de la carga, el esfuerzo normal sobre su cara cóncava es mayor que el esfuerzo sobre la cara convexa, lo cual se traduce en que bajo la aplicación de carga el esfuerzo vertical transmitido por la geomalla hacia la sub-rasante es menor que el

esfuerzo vertical transmitido hacia la geomalla (Figura 6). Sin embargo, este mecanismo sólo ocurre a niveles de deformación demasiados altos como los que ocurren en vías sin pavimentar después de un número de repeticiones de carga elevado.

Figura 6. Efecto de membrana tensionada



Fuente: U.S. Army Corps of Engineers, 2003

De acuerdo con lo anterior, el mecanismo de refuerzo de mayor importancia para las vías pavimentadas en concreto asfáltico es el confinamiento lateral, mediante el cual se alcanzarían cuatro potenciales beneficios:⁵

1) Restricción del desplazamiento lateral de los agregados de la base o sub-base.

La colocación de una o varias capas de geomalla dentro o en el fondo de la capa de base permite la interacción por cortante entre el agregado y la geomalla, a medida que la base trata de desplazarse lateralmente. La carga por cortante es transmitida desde el agregado de la capa granular hacia la geomalla y la coloca en tensión. La relativamente alta rigidez de la geomalla actúa para retardar el desarrollo de la deformación por tensión en el material adyacente a esta. Una deformación lateral más pequeña de la

⁵ Refuerzo_vias_Geomallas_Biaxiales Coextruida Geosistemas pavco

base o subbase se traduce en menor deformación vertical de la superficie de la vía.⁶

2) Aumento del confinamiento y de la resistencia de la base o sub-base en la vecindad del refuerzo.

Se espera un incremento en la rigidez de la capa granular cuando se desarrolla una adecuada interacción entre esta y la geomalla. Un aumento en el módulo de la base resultaría también en menores deformaciones verticales dinámicas recuperables de la superficie de la vía, implicando una reducción en la fatiga del concreto asfáltico.

3) Mejoramiento de la distribución de esfuerzos sobre la sub-rasante.

En sistemas estratificados, cuando existe un material menos rígido por debajo de la base o sub-base, un aumento en el módulo de la capa de base o sub-base resulta en una distribución de los esfuerzos verticales más amplia sobre la sub-rasante. En términos generales, el esfuerzo vertical en la sub-base o sub-rasante directamente por debajo de la geomalla y de la carga aplicada debe disminuir a medida que aumenta la rigidez de la base. Esto se refleja en una deformación superficial menor y más uniforme.

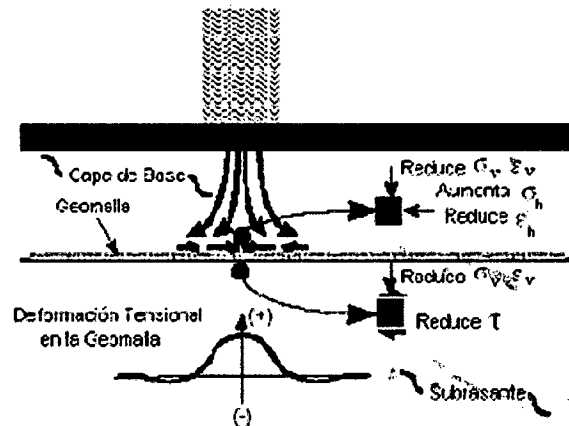
4) Reducción del esfuerzo y deformación por corte sobre la sub-rasante.

La disminución de la deformación por corte transmitida desde la base o sub-base hacia la sub-rasante a medida que el cortante de la base transmite las cargas tensionales hacia el refuerzo, sumado a los menores esfuerzos verticales genera un estado de esfuerzos menos severo que

⁶ TENAX, TDS006: Design Of Flexible Road Pavements With Tenax Geogrids

lleva a una menor deformación vertical de la sub-rasante. Estos beneficios se pueden resumir gráficamente en la Figura 7.⁷

Figura 7. Beneficios Debidos al Confinamiento Lateral Proporcionado por una Geomalla Biaxial en un Pavimento Flexible



Fuente: Berg et al., 2000

Los anteriores beneficios han sido medidos mediante pruebas de placa de carga de laboratorio para secciones de pavimento flexible reforzadas con geomallas biaxiales Tensar BX1100 y BX1200 y con geotextiles Amoco 2006, debidamente instrumentadas para llegar a tales conclusiones (Perkins, 1999a). En el caso de pavimentos rígidos, debido a que el nivel de esfuerzos que llega a la sub-rasante es menor, la geomalla a este nivel permite la conformación de una plataforma que proporcione un apoyo uniforme y homogéneo a la losa de concreto hidráulico. A partir de investigaciones como la citada arriba y otras previas (ej. Webster, 1992), Tensar ha desarrollado su metodología para el refuerzo de bases granulares en pavimentos flexibles, basándose en el concepto de TBR, para lo cual se requiere que la geomalla esté a una profundidad óptima entre 25 y 35 cm de la superficie de rodadura. Adicionalmente en la actualidad se desarrollan investigaciones patrocinadas por el Departamento

⁷ TENAX, TDS006: Design Of Flexible Road Pavements With Tenax Geogrids

de Transporte de los Estados Unidos y la FHWA con el fin desarrollar métodos mecánicos – empíricos que permitan un enfoque más racional en el diseño de pavimentos reforzados con geomallas (Perkins 2001 a y b). Mientras estos métodos se desarrollan, se cuenta con la norma AASHTO PP46-01, la cual forma parte de las normas provisionales publicadas en el interim de abril de 2001; en ella se propone una serie de estrategias para regular el diseño de pavimentos con geosintéticos, tal como se describe en el numeral siguiente.⁸

1.2.8. La norma AASHTO PP46-01 y otras consideraciones

El objetivo de esta norma es proporcionar una guía de procedimientos a los diseñadores de pavimentos reforzados con geosintéticos, específicamente enfocada al refuerzo de bases granulares en pavimentos flexibles, pero cuya filosofía, en opinión del autor del presente artículo, es aplicable también al mejoramiento de sub-rasantes. Uno de los aspectos de la norma que se consideran de mayor relevancia es el reconocer que los beneficios brindados por un geosintético a un pavimento reforzado no son derivados teóricamente y que dada la naturaleza empírica de estas aplicaciones, el valor agregado de un geosintético debe ser demostrado mediante estudios de campo que permitan cuantificarlo. Si no se puede hacer un estudio específico para un diseño en particular, la norma permite usar información de proyectos con condiciones similares al que se vaya a diseñar. Así mismo, se reconoce que los beneficios proporcionados por un geosintético no pueden ser trasladados a otros. En el caso de las geomallas, esto es evidente dada la gran variabilidad en las propiedades

⁸ Refuerzo_vias_Geomallas_Biaxiales Coextruida Geosistemas pavco

físicas y mecánicas de los productos comercialmente disponibles. Entre las propiedades que se consideran de mayor incidencia en el comportamiento de una geomalla en su aplicación en el mejoramiento de sub-rasantes blandas se tiene:

- Módulos secantes al 2% y 5%
- Resistencia en las juntas
- Eficiencia en las juntas
- Estabilidad secante o módulo de estabilidad de la abertura: Investigaciones indican que este parámetro captura la interacción del módulo de tensión inicial, la rigidez, el confinamiento y la estabilidad. A mayor módulo de estabilidad de la abertura mejor desempeño de la geomalla dentro del sistema.
- Forma de las costillas
- Espesor de las costillas
- Tamaño de las aberturas
- Resistencia al daño durante la instalación Como se puede ver, toda esta cantidad de parámetros hace difícil el desarrollo de criterios de diseño generalizados, lo cual justifica la realización de las pruebas de campo de las que se hablará abajo. ⁹

1.2.9. Pruebas de campo para medir el aporte de las geomallas.

1. Reporte de uso de geomallas tensor para el mejoramiento del módulo de reacción de sub-rasante.

Este reporte fue preparado por el Dr. Steve Perkins de la Universidad Estatal de Montana inmediatamente después de terminar su trabajo

⁹ AASHTO (1993). Guide for Design of Pavement Structures

“Pavimentos Flexibles Reforzados con Geosintéticos”, realizado conjuntamente entre la Universidad de Montana y la FHWA. Se escogió complementar este trabajo con un ensayo de Mejoramiento de Sub-rasante relativamente simple (uno de los cuales podría aplicarse a pavimentos rígidos). El reporte demuestra a escala natural, que para una sub-rasante relativamente blanda, **la inclusión de Geomallas Tensar incrementan el Módulo de Reacción de Sub-rasante ('k') aproximadamente de 50 a 100%.**

Específicamente, este informe muestra que una capa de geomalla Tensar BX1200 debajo de 6” de agregado de Base incrementan el Módulo de Reacción de Sub-rasante de 148 pci a 217 pci (46.3% de incremento). Bajo 12” de agregado de Base el incremento fue de 270 pci a 517 pci (91.8% de incremento). La sub-rasante para ambos ensayos fue arcilla. El CBR de diseño fue de 1.5% ('k'=75 pci). El agregado de Base fue una grava de río triturada bien graduada.

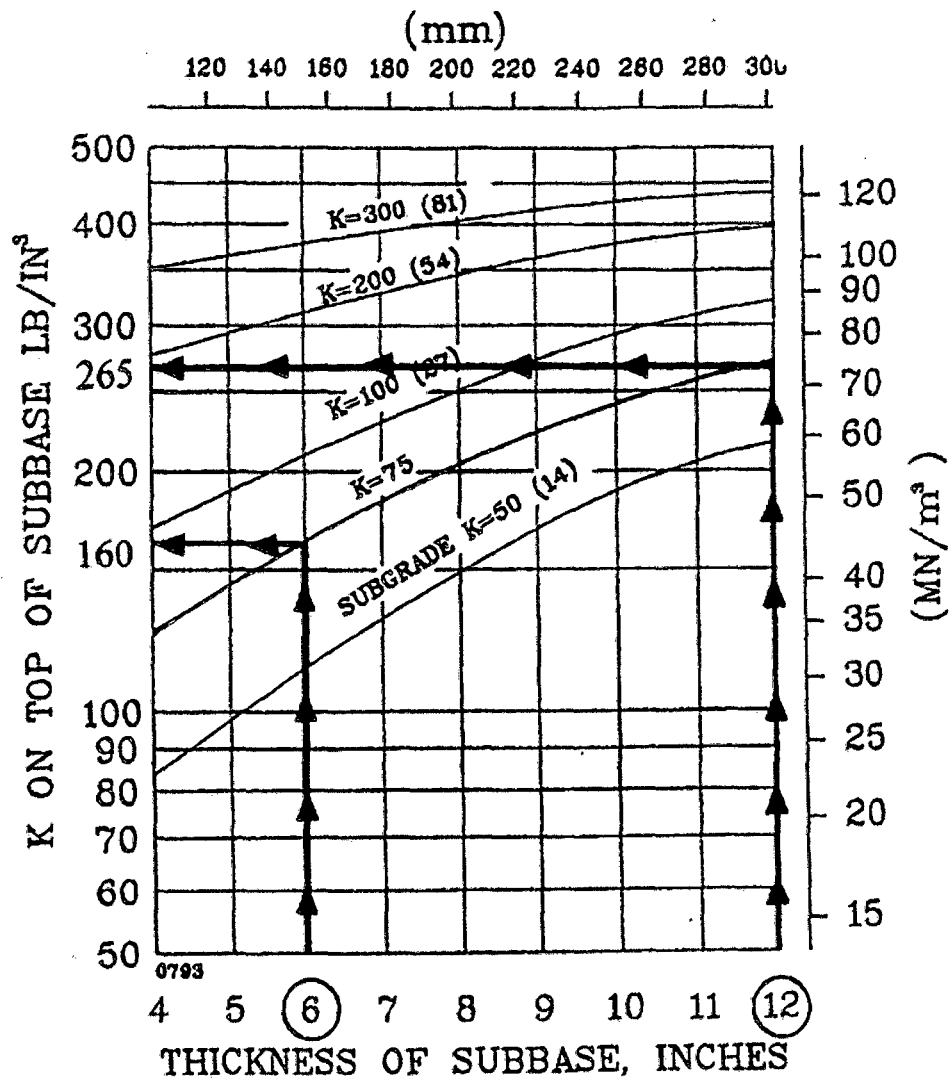
Usando solo Agregado de sub-base (sin geomalla) sobre la Sub-rasante, podría esperarse un 'k' en la parte superior de la sub-base mayor que el 'k' de la sub-rasante sola, esto verificado a través de un ensayo de platos de carga. Este incremento puede ser estimado del siguiente ábaco extraído de FAA Advisory Circular (AC) 150/5320-6D. Para 6” de espesor en una sub-rasante de k=75 pci, el ábaco estima un 'k' en la parte superior de la sub-base de k =160 pci, comparado con el ensayo de Perkins de k =148 pci. Para 12” de espesor, el ábaco estima un 'k' en la parte superior de la sub-base de k = 265 pci, comparado con el ensayo de Perkins de k=270 pci.

Esta aproximación es buena; por tanto, los resultados del ensayo de Perkins son razonables y creíbles.

El espesor equivalente de la estructura del pavimento, geomalla vs. agregado, puede establecerse de este ensayo y del ábaco. Considere el caso de 6" de espesor de sub-base en una sub-rasante de 'k'=75 pci. Perkins determina que una capa de geomalla BX1200 en la interfase resulta en un 'k' en la parte superior de la sub-base = 217 pci. Este mismo 'k' puede ser obtenido aproximadamente en la parte superior de la sub-base usando un espesor mayor de agregado no-reforzado. El ábaco muestra que este espesor es aproximadamente 9".

La eficiencia neta es que, para esta resistencia de sub-rasante y espesor de agregado, la Geomalla Tensar BX1200 reemplaza (9-6=) 3" de agregado.

Figura 8. Estimaciones de incremento para 'K' en base y sub base



Fuente. Tomado de FAA advisory circular (AC) 150/5320-6D

1.2.10. Ensayos de placa de carga. Los ensayos que se describirán en este numeral corresponden a un proyecto de pavimentación de calles urbanas en barrios marginales en Bogotá D.C., Colombia; el proyecto contemplaba una alternativa de mejoramiento de la sub-rasante y previamente a su construcción se decidió verificar el aporte de la geomalla para poder optimizar el diseño del pavimento rígido. Las pruebas se llevaron a cabo en dos localidades diferentes y en cada uno de los sitios se seleccionó un

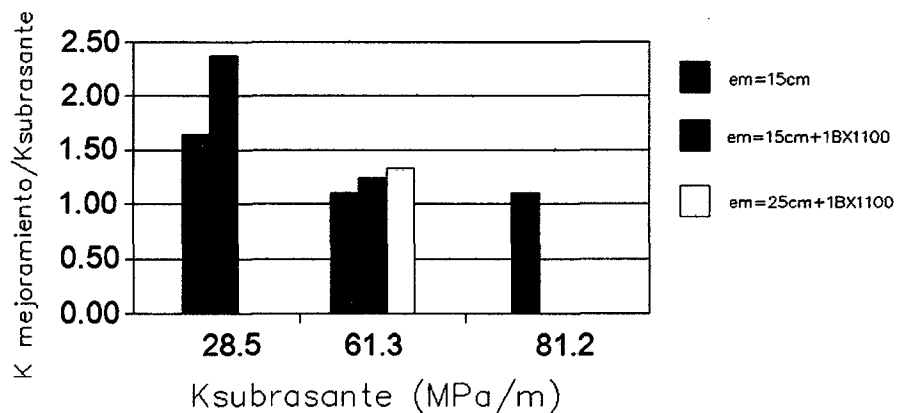
tramo de ensayo de 3 m de ancho y 10 m de longitud, cada uno de los cuales se dividió en dos mitades: una con refuerzo sobre la sub-rasante y la otra sin reforzar. En cada tramo se pretendía realizar ensayos de placa de carga sobre la sub-rasante y sobre diferentes espesores de material granular (con y sin refuerzo). El refuerzo consistió en una capa de geomalla BX1100 colocado sobre un geotextil no tejido de 160 g/m² colocado directamente sobre la sub-rasante.. La sub-rasante en cada caso resultó bastante heterogénea, compuesta por rellenos arcillosos de alta plasticidad (CH) en algunos casos con escombros de construcción. Debido a esta variabilidad se encontró difícil caracterizarlas con un valor de CBR inalterado o con Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP). En su lugar se hizo un ensayo de placa de carga para determinar el módulo de reacción de la sub-rasante para obtener el CBR por medio de correlaciones. El material de mejoramiento usado consistió en una grava arenosa (GP) con algún contenido de material arcilloso (D_{max} = 75 mm, pasa tamiz 200 ≈ 15 %, IP ≈ 9 %) muy usado en la ciudad para realizar reemplazos mejoramientos por excavación y reemplazo. Los resultados de las mediciones realizadas sobre tres rangos de resistencia de la sub-rasante se muestran en la Tabla 8 y en la Figura 9.

Tabla 8. Incremento de K con respecto al módulo de la sub-rasante

Módulo de reacción medido. K (MPa/m)				Sector	Notas
Subrasante	e _m =15cm	e _m =15cm+1Bx1100	e _m =25cm+1Bx1100		
28.5	45.8	67.8		Kennedy	El módulo de reacción para e _m =15cm sin geomalla es teórico
61.3	67.5	71.5	83.6	Bosa	
81.2	90.5			Kennedy	
K subrasante (MPa/m)	$n_K = \frac{K_{\text{mejoramiento}}}{K_{\text{subrasante}}}$			Sector	
	e _m =15cm	e _m =15cm+1Bx1100	e _m =25cm+1Bx1100		
28.5	1.61	2.38		Kennedy	
61.3	1.10	1.17	1.36	Bosa	
81.2	1.11			Kennedy	
K subrasante (MPa/m)	Incremento porcentual de K _{mejoramiento} con relación a K _{subrasante}			Sector	
	e _m =15cm	e _m =15cm+1Bx1100	e _m =25cm+1Bx1100		
28.5	61%	138%		Kennedy	
61.3	10%	17%	36%	Bosa	
81.2	11%			Kennedy	

e_m=espesor de mejoramiento en material granular sobre la subrasante

Figura 9. Variación del Nivel de Mejoramiento con el K de la Subrasante
Variación de de K_{mejoramiento}/K_{subrasante}



Fuente. Expediente Proyecto De Pavimentación De Calles Urbanas En Barrios Marginales en Bogotá D.C

Como se puede apreciar en la Tabla 8, la resistencia de la sub-rasante medida en términos del módulo de reacción varió entre 28.5 y 81.2 MPa/m, encontrándose que entre menor sea la resistencia de la sub-rasante, mayor el aporte proporcionado por la geomalla. Es así como para la sub-rasante más blanda ($K = 28.5$ MPa/m), el incremento en el módulo de reacción medido sobre un espesor de mejoramiento de 15 cm es de 138% con respecto al medido sobre la sub-rasante, comparado con un incremento teórico del 61% que debería obtenerse con un espesor igual de base granular sin refuerzo. Vale la pena aclarar que este último valor no se midió directamente en el campo, por lo que se recurrió a estimaciones de la literatura. El incremento en el módulo de reacción de la capa de 15 cm reforzada, con respecto al K teórico de la capa de 15 cm no reforzada es del 48%. Para la sub-rasante con $K = 61.3$ MPa/m, se encuentra que el incremento en el valor de K es del 17% para un espesor de mejoramiento de 15 cm y de 36% para 25 cm, en ambos casos con refuerzo. Para la capa de 15 cm, el mejoramiento del módulo con refuerzo con respecto al módulo sin refuerzo es del 6%, lo que indica la pérdida de eficiencia del refuerzo al mejorar la resistencia de la sub-rasante. Los datos sobre la sub-rasante blanda se encuentran consistentes con los obtenidos en una investigación llevada a cabo por la Universidad de Montana (Perkins, 1999b) en las que se encontró que para una subrasante arcillosa (CH) con $CBR = 1.5$ ($K \approx 22$ MPa/m), el incremento en el módulo de reacción sobre una capa de base granular de 14 cm de espesor reforzada con geomalla Tensar BX1200, con respecto a una del mismo espesor sin refuerzo fue del 47%, mientras que para capas de 30 cm de espesor, esta relación fue del

92%. Así mismo, el incremento con respecto al K de la subrasante fue del 170% para la capa de 14 cm y de 546% para la capa de 30 cm, en ambos casos reforzada. La diferencia con el caso de Bogotá puede radicar en la calidad del material empleado como mejoramiento. Los anteriores datos pueden ser de gran valor en el diseño de pavimentos rígidos, ya que se pueden lograr reducciones en los espesores de base granular para pavimentos de este tipo construidos sobre suelos blandos. Así mismo, se puede utilizar esta información en el diseño de pavimentos flexibles mediante la conversión de los módulos de reacción del suelo a valores de CBR usando correlaciones de la literatura.

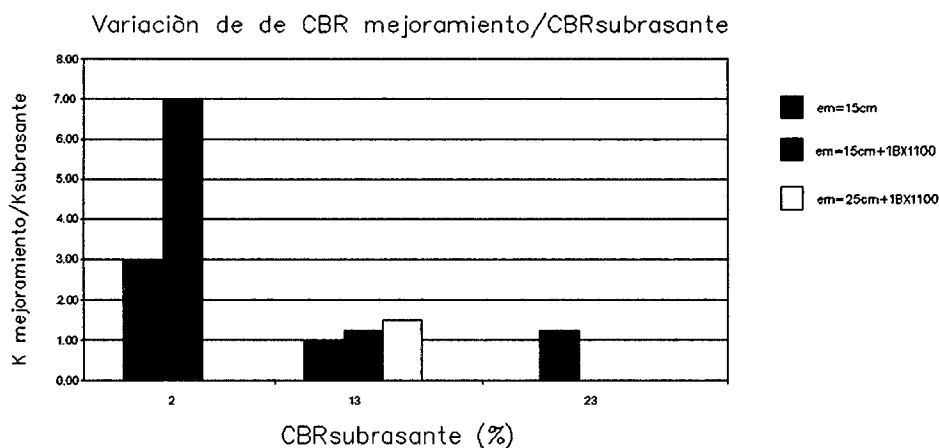
En la Tabla 9 y Figura 10, se presentan los resultados en términos de CBR. Analizando estos datos se encuentra que para la capa reforzada de 15 cm el incremento del CBR con respecto al de la subrasante es del 600%, y del 133% con respecto al de la capa de igual espesor sin refuerzo.

Tabla 9: Incremento del CBR con respecto al de la sub rasante

CBR estimado (%)				Sector	Notas
Subrasante	$e_m=15\text{cm}$	$e_m=15\text{cm}+1\text{Bx}1100$	$e_m=25\text{cm}+1\text{Bx}1100$		
2	6	14		Kennedy	El CBR se obtuvo a partir de correlaciones con el módulo de reacción de la subrasante, K. El módulo de reacción para $e=15\text{cm}$ sin geomalla es teórico
13	14	16	20	Bosa	
23	28			Kennedy	
CBR subrasante	$n_{CBR} = \frac{CBR_{\text{mejoramiento}}}{CBR_{\text{subrasante}}}$			Sector	
	$e_m=15\text{cm}$	$e_m=15\text{cm}+1\text{Bx}1100$	$e_m=25\text{cm}+1\text{Bx}1100$		
	2	3.00	7	Kennedy	
	13	1.08	1.23	Bosa	
23	1.22			Kennedy	
K subrasante (MPa/m)	Incremento porcentual de CBR mejoramiento con relación a CBR subrasante			Sector	
	$e_m=15\text{cm}$	$e_m=15\text{cm}+1\text{Bx}1100$	$e_m=25\text{cm}+1\text{Bx}1100$		
	2	200%	600%	Kennedy	
	13	8%	23%	Bosa	
23	22%			Kennedy	

e_m = Espesor del mejoramiento en material granular sobre la subrasante

Figura 10. Variación del nivel de mejoramiento con el CBR de la subrasante



Fuente. Expediente proyecto de pavimentación de calles urbanas en barrios marginales en Bogotá D.C

1.2.11. Diseño para mejorar la sub-rasante

Las sub-rasantes débiles representan un problema común en la construcción de pavimentos. Ya que la sub-rasante es el cimiento del pavimento, su fallo conduce al deterioro rápido de la estructura del pavimento.

Tradicionalmente, las sub-rasantes débiles o pobres han sido removidas para ser reemplazadas con relleno importado o han sido estabilizadas químicamente.

Ambas opciones son caras y consumen mucho tiempo, especialmente en comparación con la solución Spectra.

El sistema Spectra mejora el desempeño de las sub-rasantes existentes distribuyendo las cargas sobre una superficie más amplia, lo cual reduce el bombeo y el fallo de esfuerzo cortante, al mismo tiempo que aprovecha al máximo la capacidad de carga de las sub-rasantes.

Cuando hay que sobre excavar o rellenar, las geomallas Tensar pueden reducir o aun eliminar la necesidad de sobre excavar, remover suelos débiles o contaminados e importar rellenos selectos caros. Los resultados son una construcción más rápida y menores costos.

Cuando se considera la estabilización con cal o cemento, las geomallas Tensar pueden brindar una alternativa. Se puede lograr el soporte sin el tiempo, el costo y los peligros ambientales que entrañan los métodos de estabilización química, y sin impedir el drenaje interno.

Cuando se requieren secciones de relleno profundas, las geomallas Tensar pueden reducir el espesor de la capa de relleno en hasta el 50%, logrando la distribución de carga necesaria al mismo tiempo.

Como resultado se reducen los costos de relleno selecto y se completa el trabajo más rápidamente.

Cuando se construyen caminos pavimentados o no pavimentados, playas de estacionamiento, aeropuertos, pistas de rodaje, líneas ferroviarias o aun cimientos, el mejoramiento de la subrasante con geomallas Tensar produce un trabajo más económico, ahorra materiales y abrevia el tiempo de construcción.

En cualquier suelo débil, las geomallas Tensar distribuyen las cargas impuestas, mejoran la capacidad de carga, reducen el ahuellamiento y brindan una alternativa a los costosos métodos convencionales.¹⁰

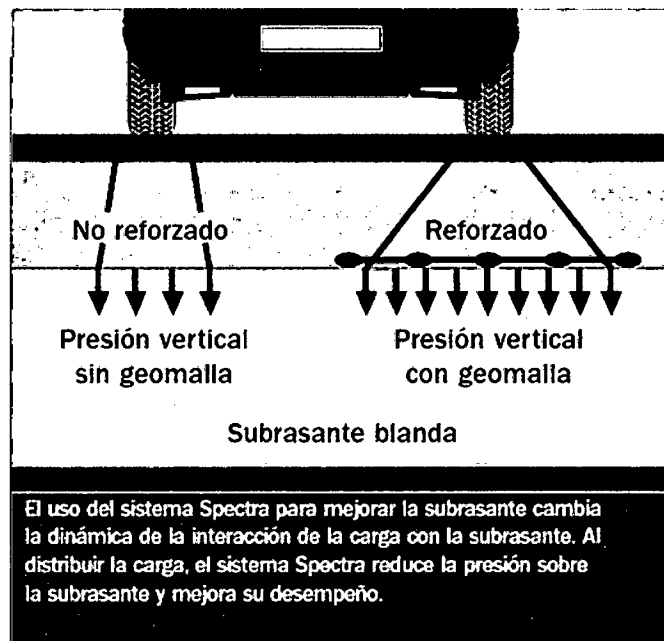


Figura 11 Comportamiento de la geomalla tensar en la sub-rasante

¹⁰ http://www.tecnex-sa.com/Productos/Geogrillas/br_spec.pdf

1.2.12. Diseño para mejorar la Base

Con frecuencia, los sistemas de pavimento fallan prematuramente porque el material de la capa base se esparce lateralmente de los senderos de las ruedas (carga). Esto produce el ahuellamiento y finalmente la rotura de la superficie del pavimento.

Al proporcionar confinamiento, el sistema Spectra permite que la capa base reforzada resista el desplazamiento lateral, mejorando así el desempeño estructural del pavimento.

Este sistema no sólo es fácil de instalar, sino que ahorra tiempo y dinero, reduciendo la sobre excavación, disminuyendo los materiales necesarios para la sección de pavimento y prolongando la vida útil del pavimento.¹¹

Al mismo tiempo que brindan un costo total menor del proyecto, las geomallas TensarBX para reforzar la capa base pueden ayudar a cumplir los calendarios de construcción del pavimento o hasta facilitar su terminación antes de lo programado.

El sistema Spectra para reforzar la capa base también ha triunfado en la prueba más difícil de todas: el desempeño en el mundo real.

Las geomallas TensarBX han sido utilizadas por departamentos viales estatales, entidades de distrito y municipales locales, así como propietarios particulares, demostrando el valor económico y estructural del sistema Spectra una y otra vez.

¹¹ http://www.tecnex-sa.com/Productos/Geogrillas/br_spec.pdf

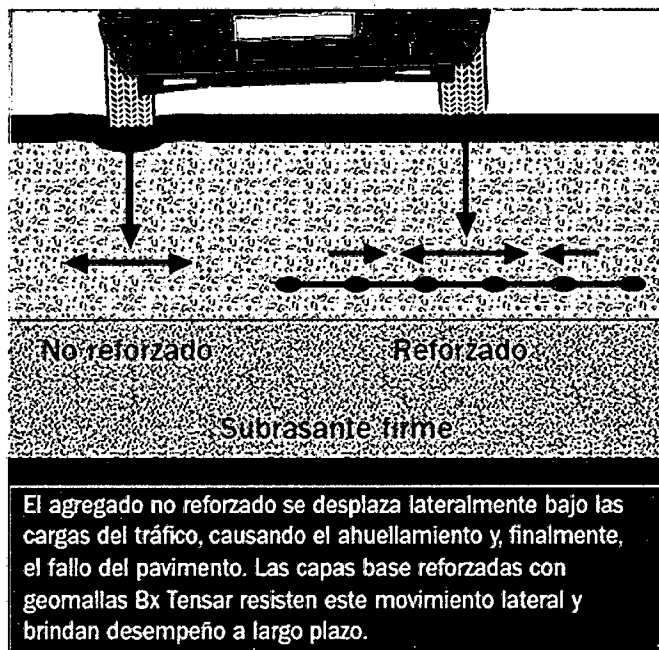


Figura 12 .Comportamiento de la geomalla tensor en la base

1.2.13. Recomendaciones para la especificación del material.

En general, para asegurar un buen comportamiento, las geomallas a utilizar deberán consistir en mallas de estructura regular biaxial, con aberturas geométricas rectangulares (costillas y uniones de cruce) suficientes como para permitir un inter trabado mecánico significativo con el material que será reforzado.

Por otro lado, la geomalla deberá mantener la capacidad de refuerzo y trabazón bajo cargas dinámicas repetidas durante su puesta en servicio y también deberá ser resistente a la degradación producida por los rayos ultravioletas, al daño durante las prácticas normales de construcción y a toda forma de degradación biológica o química que normalmente pueden encontrarse en el material que será reforzado.

1.2.14. Diseño de pavimento.

1.2.14.1. Método AASHTO para pavimentos flexibles

Los modelos matemáticos respectivos también requieren de una calibración para las condiciones locales del área donde se pretenden aplicar.

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_o + 9.36 \log_{10} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10} M_R 8.07$$

Dónde:

SN = Número Estructural requerido

W18 = Número de aplicaciones de carga de 80 KN (8.2 Ton) u ejes equivalentes (ESAL)

ZR = Desviación estándar normal

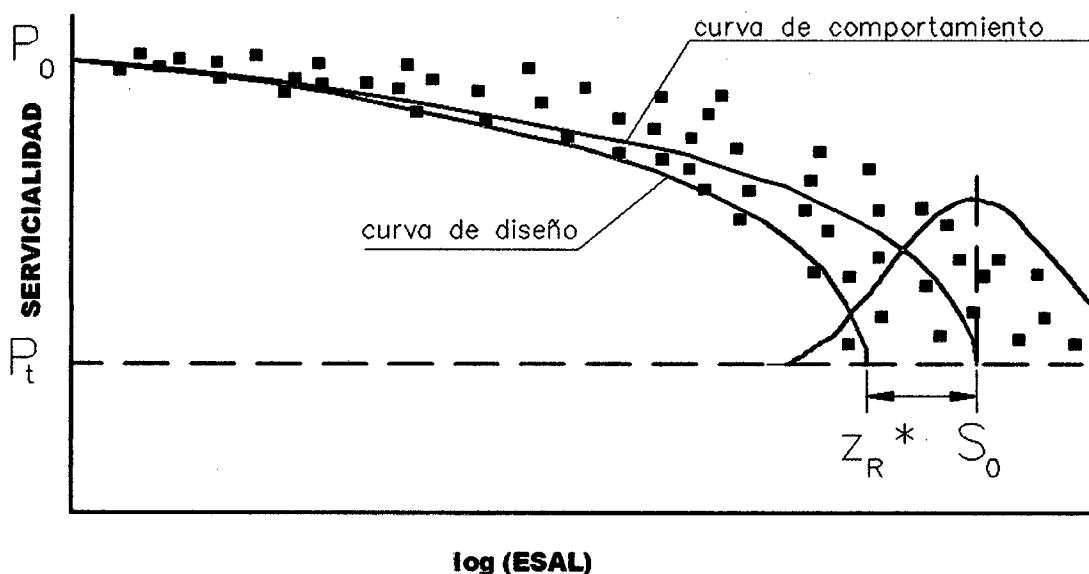
So = Error estándar combinado de la predicción de tránsito y de la predicción de comportamiento u desviación estándar global

ΔPSI = Diferencia entre el índice de servicio inicial (pi) y el final (pf)

MR = Módulo Resiliente (psi)

El modelo de ecuación de diseño está basado en la pérdida del índice de servicialidad (ΔPSI) durante la vida de servicio del pavimento; siendo éste un parámetro que representa las bondades de la superficie de rodadura para circular sobre ella.

Figura 13 Ejes Equivalente (ESAL) vs. Serviciabilidad ilustrando la tendencia.



Fuente: Guía para pavimentos flexibles de la AASHTO

Tabla 10 Valores de la estándar 51n normal, Z_R , correspondientes a los niveles de confiabilidad, R

Confiabilidad (R%)	Desviación normal estándar (Z_R)
50	0,000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99,9	-3.090
99,99	-3.750

Fuente: Guía para pavimentos flexibles de la AASHTO

Tabla 11 Valores de Nivel de confiabilidad R recomendados

Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad, R, recomendado	
	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 - 99,9	80 - 99,9
Arterias Principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Guía para pavimentos flexibles de la AASHTO

La confiabilidad en el diseño (R) puede ser definida como la probabilidad de que la estructura tenga un comportamiento real igual o mejor que el previsto durante la vida de diseño adoptada.

Cada valor de R está asociado estadísticamente a un valor del coeficiente de STUDENT (ZR). A su vez, ZR determina, en conjunto con el factor "So", un factor de confiabilidad.

A. Desviación ESTANDAR.

Para pavimentos flexibles: Desviación estándar entre 0.30 y 0.50

B. Número estructural indicativo del espesor total requerido de pavimento (SN)¹²

Figura 14 Estructura esquemática de un pavimento flexible



Fuente: Propia

¹² <http://www.imcyc.com/revistacyt/mar10/artportada.htm>

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3 + \dots + a_nD_nm_n$$

a = coeficiente estructural de la capa

D = espesor, en pulgadas, de la capa

m = coeficiente de drenaje de la capa

n = número de capas

C. Coeficientes estructurales

Los materiales usados en cada una de las capas de la estructura de un pavimento flexible, de acuerdo a sus características ingenieriles, tienen un coeficiente estructural "a". Este coeficiente representa la capacidad estructural del material para resistir las cargas solicitantes.

Estos coeficientes están basados en correlaciones obtenidas a partir de la prueba AASHO de 1958-60 y ensayos posteriores que se han extendido a otros materiales y otras condiciones para generalizar la aplicación del método.

TABLA 12 Valores mínimos en pulgadas. Según ESAL para concreto asfáltico y capa base D₂

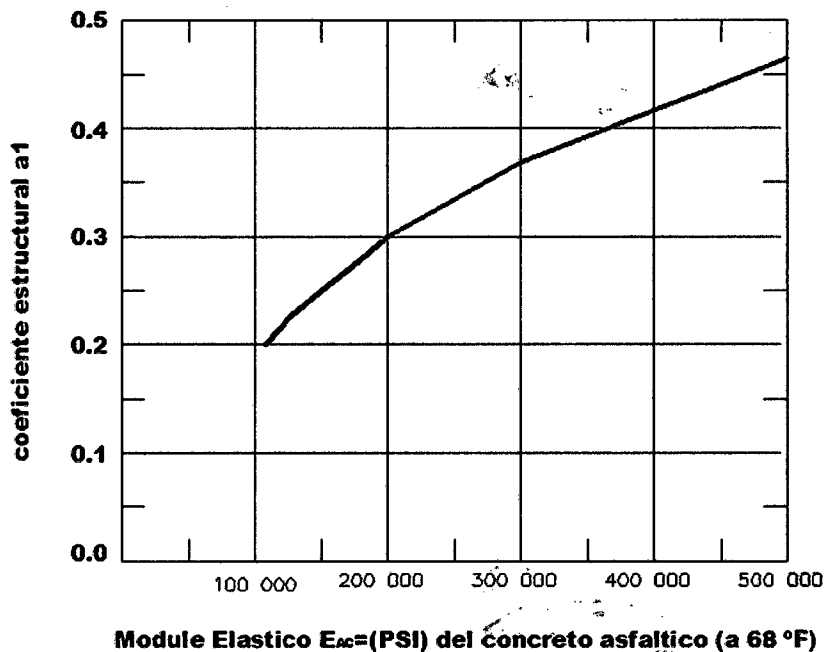
Trafico, ESAL	Concreto asfáltico, D ₁	Capa base, D ₂
50 000-	1,0 (0 tratamiento Superficial)	4
50 001 a 150 000	2,0	4
150 001 a 500 000	2,5	4
500 001 a 2 000 000	3,0	6
2 000 001 a 7 000 000	3,5	6
7 000 000+	4,0	6

Fuente: Guía para pavimentos flexibles de la AASHTO

D. Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica (a₁)

Si se conoce el Módulo de Elasticidad de la mezcla asfáltica en psi o si se conoce la Estabilidad Marshall en libras.

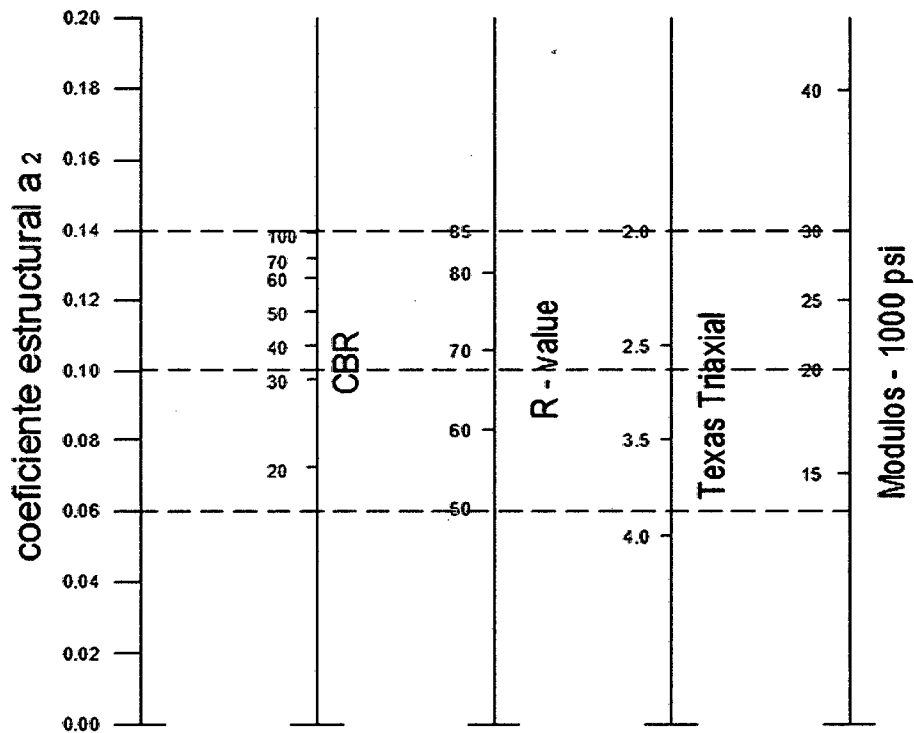
Figura 15 Carta para estimar coeficiente estructural a_1 a partir del módulo elástico (carpeta asfáltica).



Fuente: Guía para pavimentos flexibles de la AASHTO

E. Coeficiente estructural para la capa base (a_2)

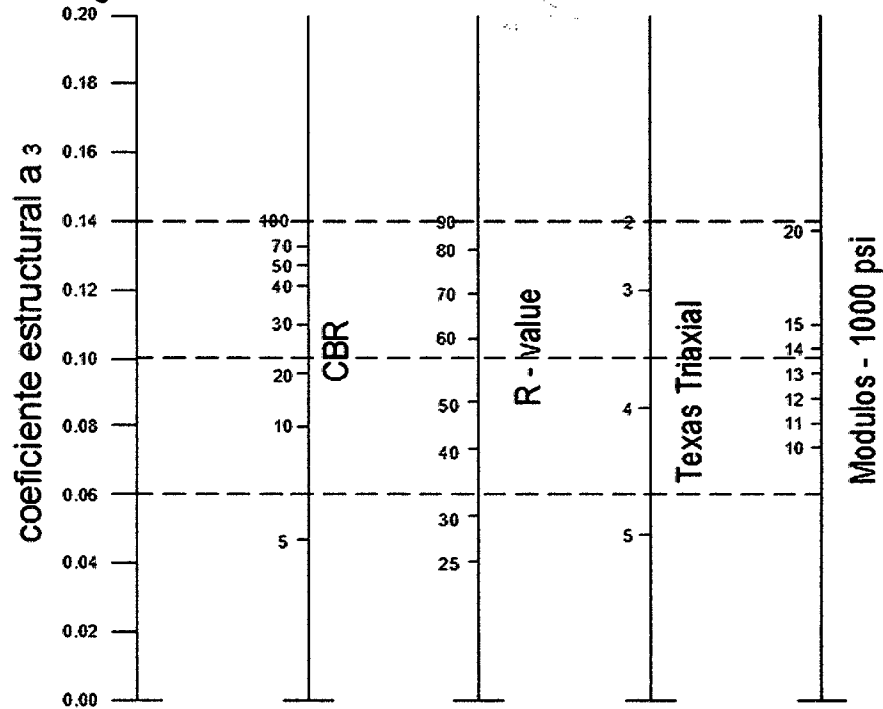
Figura 16 Nomograma para estimar coeficiente estructural a_2 para una base granular.



Fuente: Guía para pavimentos flexibles de la AASHTO

F. Coeficiente estructural para la capa sub-base (a_3)

Figura 17 Nomograma para estimar coeficiente estructural a_3 para una sub-base granular.



Fuente: Guía para pavimentos flexibles de la AASHTO

G. Coeficientes de drenaje (m_i)

Tabla 13 Coeficientes de drenaje m_i recomendados.

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura de pavimento esta expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menos de 1%	1 – 5%	1 – 5%	Más del 25%
Excelente	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 -1,20	1,20
Buena	1,35 – 1,25	1,25 - 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Regular	1,25 – 1,15	1,15 - 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Pobre	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 - 0,60	0,60
Deficiente	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

Fuente: Guía para pavimentos flexibles de la AASHTO

La calidad del drenaje se define en términos del tiempo en que el agua tarda en ser eliminada de las capas granulares (capa base y sub-base):

TABLA 14 Calidad de drenaje de una capa del pavimento.

Calidad de drenaje	Agua eliminada en
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
deficiente	No drena

Fuente: Guía para pavimentos flexibles de la AASHTO

Para calcular el tiempo en que el agua es eliminada será necesario conocer la permeabilidad, k , pendientes, espesores D_2 y D_3 de los materiales a utilizar como capa base y sub-base, respectivamente.

H. Diferencia entre el índice de servicialidad inicial, p_0 , y el índice de servicialidad terminal de diseño, p_t (ΔPSI)

$$\Delta PSI = p_0 - p_t$$

Servicialidad es la condición de un pavimento para proveer un manejo seguro y confortable a los usuarios en un determinado momento. Inicialmente se cuantificó la servicialidad de una carretera pidiendo la opinión de los conductores, estableciendo el índice de servicialidad p de acuerdo a la siguiente calificación:

TABLA 15 Índice de serviciabilidad

Índice de servicialidad, p	Calificación
0 - 1	Muy mala
1 - 2	Mala
2 - 3	Regular
3 - 4	Buena
4 - 5	Muy buena

Fuente: Guía para pavimentos flexibles de la AASHTO

Posteriormente se estableció una combinación matemática de mediciones físicas en los pavimentos, siendo una forma más objetiva de evaluar este índice.

$$p = 5,03 - 1,91 \log[1 + S_v] - 0,01[c_f + P]^{1/2} - 1,38RD^2$$

- S_v = Varianza de las inclinaciones de la rasante existente en sentido longitudinal respecto de la rasante inicial. Mide la rugosidad en sentido longitudinal.
- C_f = Suma de las áreas fisuradas en Ft^2 y las grietas longitudinales y transversales en pie, por cada 1000 Ft^2 de pavimento.
- P = Área bacheada en Ft^2 por cada 1000 Ft^2 de pavimento.
- RD = Profundidad media del ahuellamiento en pulgadas. Mide la rugosidad transversal.
- p_o = 4,2- (4,2 es la máxima calificación lograda en la AASHO Road Test para pavimento flexible).
- p_t = índice más bajo que puede tolerarse antes de realizar una medida de rehabilitación = 2,5+ para carreteras con un volumen de tráfico alto ó 2,0+ para carreteras con un volumen menor.

I. Módulo de resiliencia, en PSI, del material de sub-rasante (MR)

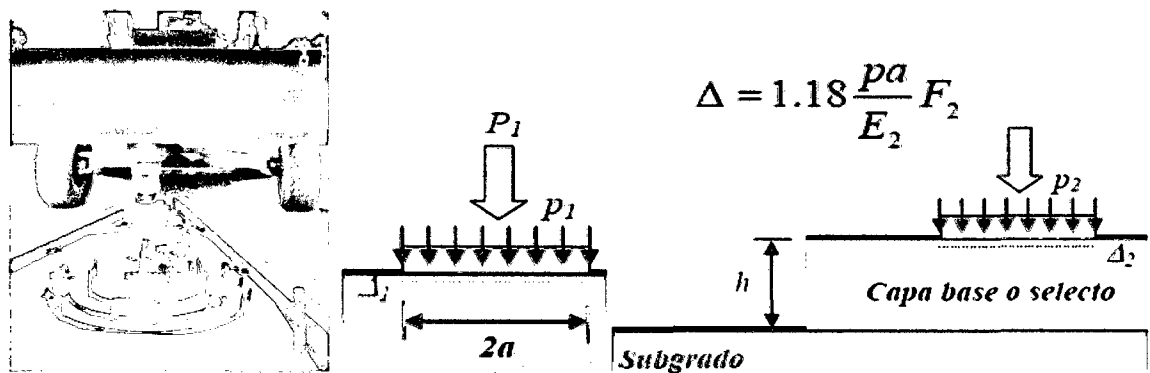
La capacidad del suelo se mide mediante las pruebas de CBR y Módulo de Resiliencia, dependiendo de los equipos disponibles.

Relaciones CBR - módulo de resiliencia:

En nuestro país no existe experiencia ni equipos para determinar el Módulo de Resiliencia. Ante esta carencia se recurre a correlaciones con el CBR.

Se puede utilizar la siguiente correlación entre el CBR de la terracería y el módulo de resiliencia:¹³

Figura 18 Ensayo para hallar Módulo de elasticidad
 $MR \text{ (psi)} = 1500 \text{ CBR}$



FUENTE. Laboratorio integrado.uniandes.edu.co/lab_c_031_equipos.html

¹³ http://laboratoriointegrado.uniandes.edu.co/lab_c_031_equipos.html

J. Cálculos

$$R = 95 \%$$

$$So = 0.35$$

$$W18 = 5 \times 10^6$$

Tabla 16. Datos de los materiales para el diseño de pavimentación Av Salón Vilchez Murga

Material	Mr (Mpa-psi)	Mi
Carpeta asfáltica	2760 (400,000) ^2	-
Base	207 (40,000)	0.80
Subbase	105 (20,000)	0.80
Subrasante	34 (5,000)	-

Fuente: expediente técnico de la Av Salomón Vilchez Murga

De acuerdo a los Módulos de Resiliencia (Mr) se obtienen los números estructurales de diseño (SN), utilizando el ábaco de la figura .17 de la siguiente forma:

Comenzando en el lado izquierdo del ábaco, en donde dice Confiabilidad R (%), se sale con valor de $R = 0.95$

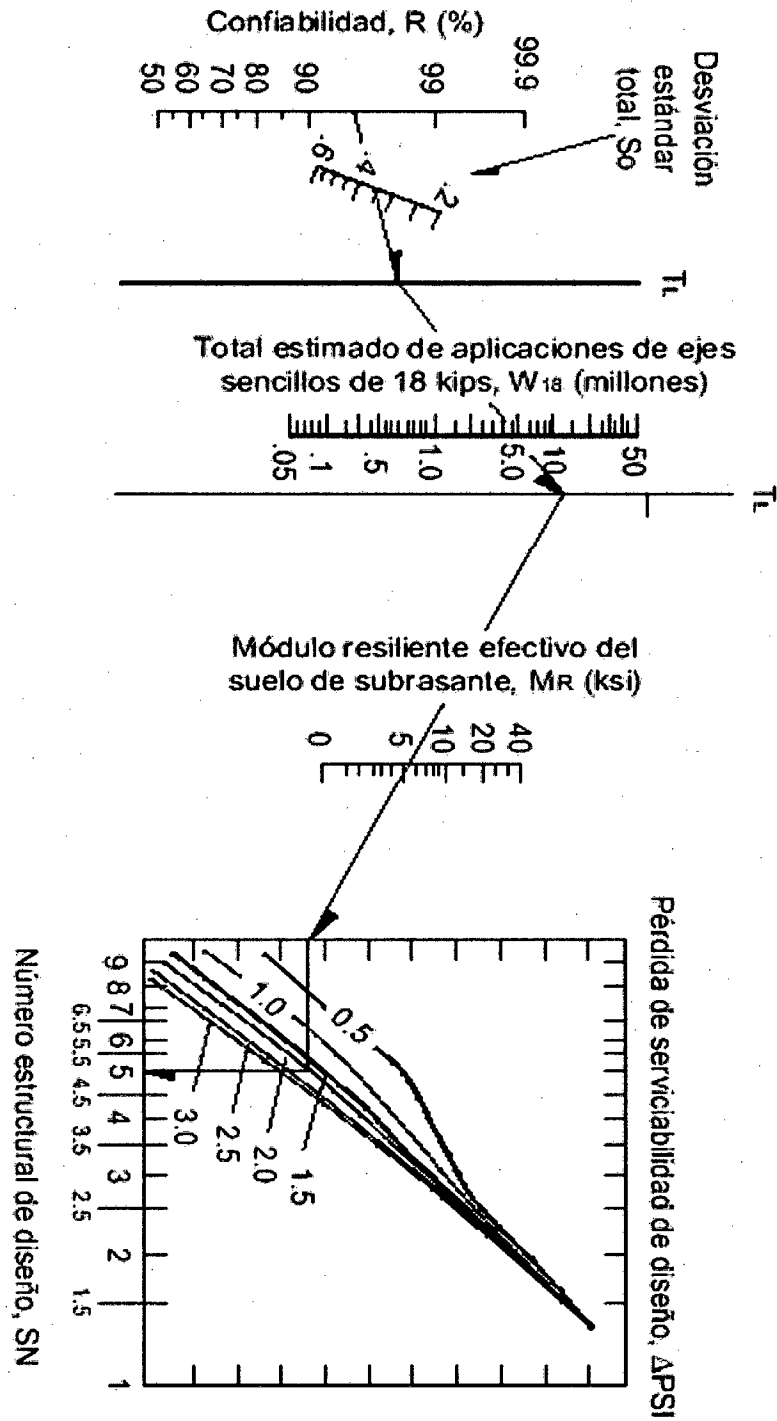
En la siguiente línea inclinada que dice .Desviación Standard So. Se pone el valor de $So = 0.35$ y uniendo este punto con el de $R = 0.95$ del punto anterior, se traza una línea que intercepte la siguiente línea TL en un punto que va a servir de pivote.

En la siguiente línea vertical dice. No. Total de ESAL's aplicados W18 (millones), en esta encontramos el valor de 5×10^6 ESAL's = 5, 000,000 = 5 en el ábaco; entonces uniendo el punto de pivote de la línea anterior con este nuevo punto, se encuentra otro punto pivote en la siguiente línea vertical TL.

En la siguiente línea vertical que dice Módulo Resiliente efectivo de la subrasante (ksi), se encuentra el valor de Mr (Mpa-psi) = 5000 = 5 para la subrasante, se une el último punto pivote encontrado anteriormente y el valor de 5

en esta línea hasta encontrar la primera línea vertical izquierda del cuadro situado a la extrema derecha.

Figura 19 Nomograma Para Número Estructural



De este punto de intersección, se continúa horizontalmente hasta encontrar la línea inclinada que corresponde a un valor de $\Delta\text{PSI} = 2,0$ que es Pérdida de serviciabilidad de diseño, de este punto se baja a la línea inferior del cuadro en donde se encuentra el .Número estructural de diseño SN, que para el caso es 5.0 (para proteger la sub-rasante) que es el Número Estructural requerido para proteger toda la estructura del pavimento.

Para los siguientes valores de $M_r = 20,000 = 20$ el valor de SN2 es 3.60 (para proteger la sub-base granular) y para $M_r = 40,000 = 40$ el valor de SN1 es de 2.08 (para proteger la base triturada).

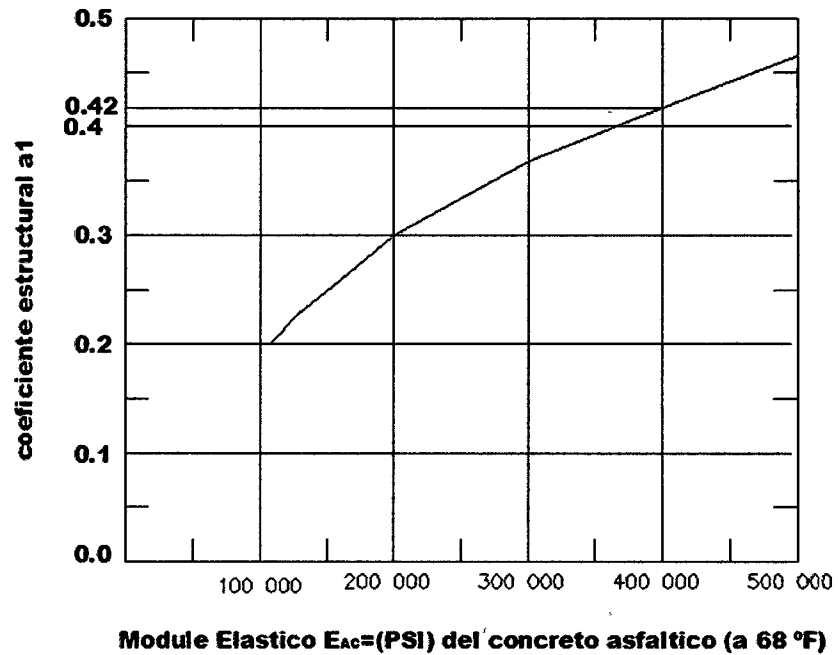
Seguidamente para encontrar los valores de los coeficientes estructurales de capa (a_x), se hace uso de las figuras siguientes en función del módulo elástico del concreto asfáltico y los módulos de resiliencia de la base y la sub-base, para lo cual se procede así:

K. Hallando espesor de a_1

Con el valor del módulo elástico del concreto asfáltico ($M_{pa} = 400,000$), se encuentra el coeficiente estructural de capa a_1 haciendo uso de la figura 18; para el caso, saliendo del valor de 400,000 en la figura hacia arriba a interceptar la línea de pivote y de allí horizontalmente hacia la izquierda para encontrar el valor correspondiente de $a_1 = 0.42$.

Figura 20: Carta para estimar coeficiente estructural a_1 a partir del módulo elástico (carpeta asfáltica) de la Av Salomón Vílchez Murga saliendo del valor de 400,000 hacia arriba a interceptar la línea de pivote y de allí horizontalmente hacia la izquierda para encontrar el valor correspondiente de $a_1 = 0.42$.

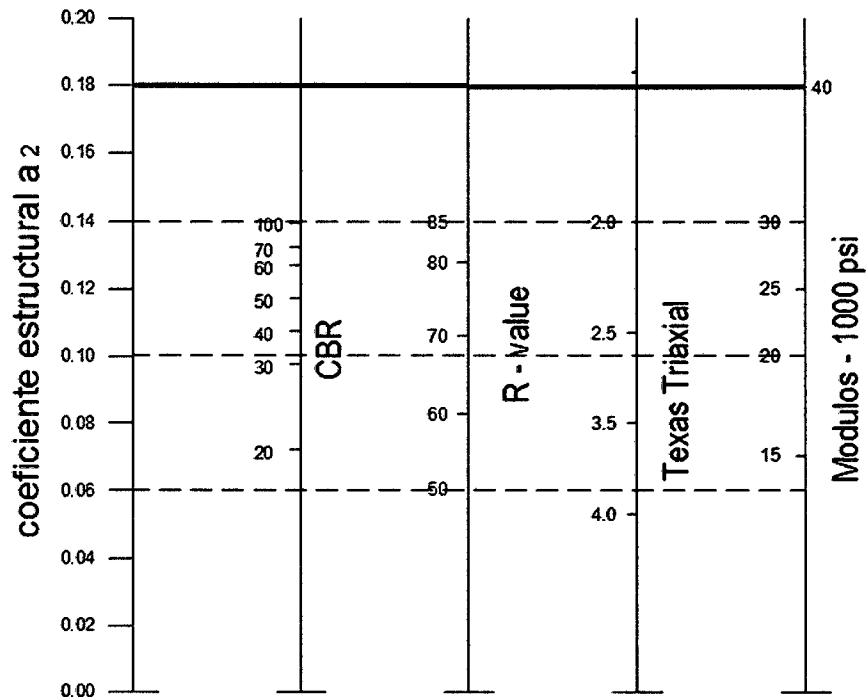
Hallando espesor de a_2



Para encontrar el valor de coeficiente de capa a_2 de las bases trituradas ó granulares, se usa la figura 19 y con el Módulo de resiliencia $M_r = 40,000$ ó 40 (PSI) , en la línea vertical del lado extremo derecho, horizontalmente se traza una línea hasta encontrar la línea vertical del extremo izquierdo, lo cual da un valor de $a_2 = 0.18$

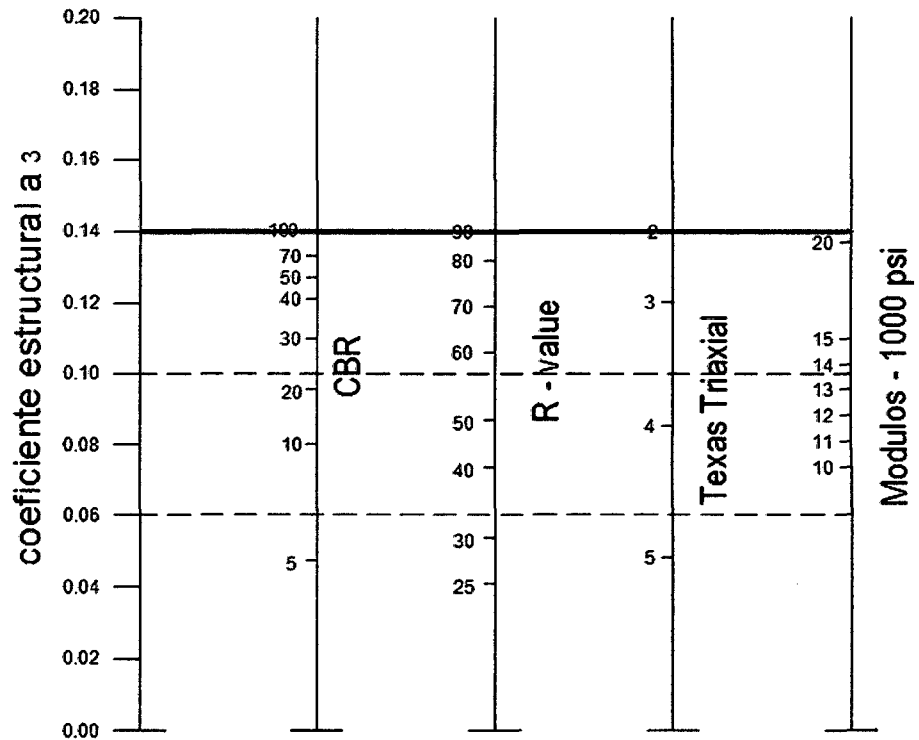
Figura 21. Nomograma para estimar coeficiente estructural a_2 para una base granular de la Av Salomón Vílchez Murga. De 40 (PSI), en la línea vertical del lado extremo derecho, horizontalmente se traza una línea hasta encontrar la línea vertical del extremo izquierdo, lo cual da un valor de $a_2 = 0.18$.

Hallando espesor de a_3



Para encontrar el valor del coeficiente de capa a_3 en la sub-base, se usa la figura 20 y con el Módulo de resiliencia $M_r = 20,000$ ó 20 (PSI) en la línea vertical del lado extremo derecho, horizontalmente se traza una línea hasta encontrar la línea vertical del extremo izquierdo, lo cual da un valor de $a_3 = 0.14$.

Figura 22. Nomograma para estimar coeficiente estructural a_3 para una sub-base granular de la Av Salomón Vilchez Murga. Con $M_r = 20$ (PSI) en la línea vertical del lado extremo derecho, horizontalmente se traza una línea hasta encontrar la línea vertical del extremo izquierdo, lo cual da un valor de $a_3 = 0.14$.



Se calcula el espesor de capa asfáltica, suponiendo un M_r igual al de la base; así se calcula el SN_1 que debe ser absorbido por el concreto asfáltico es:

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1} = \frac{2.08}{0.42} = 4.95 \cong 5''$$

Entonces el SN_1^* absorbido por el Concreto Asfáltico es:

$$SN_1^* = (a_1)(D_1^*) = (0.42)(5) = 2.1$$

Después se calcula el espesor mínimo de la capa de base

$$D_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 m_2}$$

$$D_2 \geq \frac{3.60 - 2.10}{(0.18)(0.80)} = 10.42'' \cong 11''$$

Entonces el SN_2^* absorbido por la base es:

$$SN_2^* = (a_2)(m_2)(D_2^*)$$

$$SN_2^* = 0.72$$

Después se calcula el espesor de la sub-base es:

$$D_3^* \geq \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 m_3}$$

$$D_2 \geq \frac{5.0 - (2.10 + 0.72)}{(0.10)(0.80)} = 27.25'' \cong 27''$$

Siendo el SN_3^* absorbido por la sub-base es:

$$SN_3^* = (a_3)(m_3)(D_3^*)$$

$$SN_3^* = (0.10)(0.80)(27)$$

$$SN_3^* = 2.16$$

Para verificación tenemos que es la suma de los valores de las fórmulas:

$$SN_1^* + SN_2^* + SN_3^* = 2.1 + 0.72 + 2.16 = 4.98 \geq 5.0$$

Por lo tanto, los espesores de diseño que cumplan con las especificaciones de los materiales son:

Tabla 17. Características de base y sub base por la que debe estar conformado el pavimento.

Estructura	Pulgadas	Centímetros
Capa asfáltica	5.0.	12.7
Base	11.0	27.94
Subbase	27.0.	68.58

Si el resultado de la suma de los números estructurales es menor al número estructural requerido, es necesario revisar los espesores asumidos en el inicio, incrementándolos para obtener un número estructural mayor. Se deben considerar otros factores que pueden modificarse para obtener el número estructural requerido (materiales, drenajes, períodos de diseño, etc.)

A. Método AASHTO para diseño de pavimentos flexibles reforzados con geomallas coextruidas.

La contribución estructural de un geomalla de un sistema de pavimentos flexible puede cuantificarse con el incremento al refuerzo del coeficiente de la capa de la base de la vía. Por lo anterior se presenta la ecuación:

$$SN_1 = a_1^*D + a_2^*LCRD_2^*m_2 + a_3^*D_3^*m_3$$

a_1, a_2 y a_3 = coeficientes de capa representativos de carpeta base y sub-base respectivamente.

D_1, D_2 y D_3 = espesores de la carpeta, base y sub-base respectivamente.

m_1 y m_3 = coeficientes de drenaje de carpeta base y sub-base respectivamente

Donde LCR tiene un valor superior a 1. Este valor es determinado basándose en los resultados de laboratorio y en los ensayos de campo en sistemas de pavimentos flexibles con y sin utilización de las geomallas, como se describe en la siguiente ecuación

$$LCR = \frac{SN_r - SN_u}{a_2 D_2} + 1$$

Donde

SN_r = (Numero estructural de la sección reforzada)

SN_u = (Numero estructural de la sección no reforzada)

Basándose en la ecuación se puede calcular el valor de LCR el cual se obtuvo de los ensayos realizados a la sección típica de la vía. La

contribución estructural de la geomalla de refuerzo es casi constante cuando el valor de CBR de la sub-rasante es superior a 3% mientras que para un valor de 1% en el CBR de la sub-rasante la contribución estructural de la geomalla es significativamente más alta.

La reducción en espesor de la base puede ser evaluada con el uso de una geomalla asumiendo que no existe una capa de sub-base.

$$D_2 = \frac{SN_r - a_1 D_1 m_2}{LCR a_2 m_2}$$

Se puede reducir el espesor de la capa de asfalto mediante la ecuación

$$D_1 = \frac{SN_r - LCR a_2 D_2}{a_1}$$

Usando el siguiente gráfico de diseño es posible calcular el espesor de D_2 de la base en una vía reforzada en pavimentos flexibles. De acuerdo a los valores (D_1 , D_2 , D_3 , a_1 , a_2 , m_2)

De una sección no reforzada es posible determinar el SN (numero estructural) para una sección reforzada considerando que el CBR de la sub-rasante es proporcional al valor del LCR dada la gráfica de diseño.

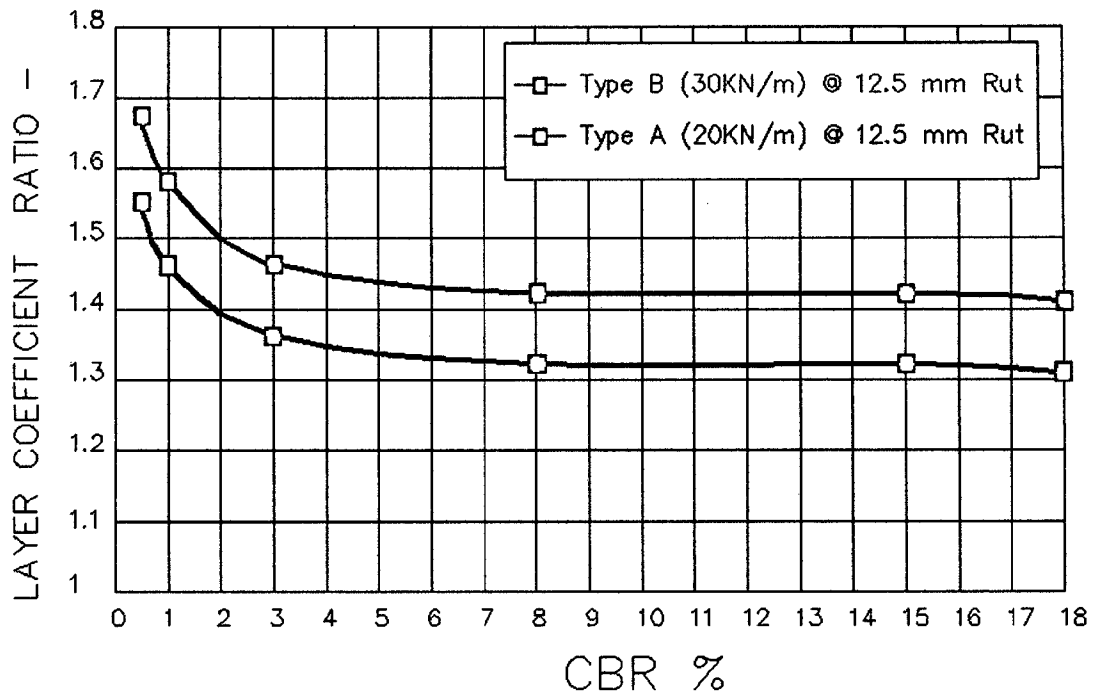


Figura 23 LCR vs CBR de la sub-rasante

A. Calculo del pavimento flexible utilizando geomalla

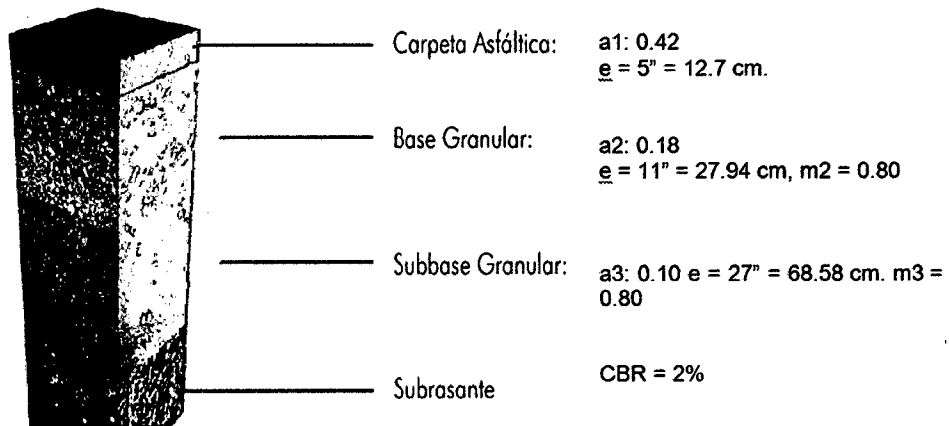


Figura 24. Características del diseño de pavimento Av Salomón Vilchez Murga

B. Espesores de capas de pavimento según diseño

Primero se procede a calcular el número estructural según metodología AASHTO de la estructura.

Utilizando la ecuación del número estructural y con los valores de coeficientes ya obtenidos, se obtiene el número estructural de la estructura original o sin refuerzo. Los espesores de cada capa deben manejarse en pulgadas.

Para nuestro caso.

$$\begin{array}{lll}
 SN_1 = a_1 D_1^* & SN_2^* = a_2 m_2 D_2^* & SN_3^* = a_3 m_3 D_3^* \\
 SN_1 = (0.42)(5.0) & SN_2^* = (0.18)(0.80)(11) & SN_3^* = (0.10)(0.80)(27) \\
 SN_1 = 2.1 & SN_2^* = 1.58 & SN_3^* = 2.16
 \end{array}$$

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$SN = 2.1 + 1.58 + 2.16$$

$$SN = 5.84$$

Luego se calcula la estructura sustituyendo la base granular.

Con el número estructural inicial, se realiza una sustitución de la base granular por sub-base granular, determinando espesores equivalentes obteniendo el mismo valor numérico del número estructural inicial. Este nuevo espesor se denomina D_3' .

$$SN = 5.84$$

$$SN = a_1 D_1 + a_3 D_3' m_3$$

$$5.84 = (0.42)(5) + (0.10)(D_3')(0.80)$$

$$D_3' = \frac{3.74}{(0.10)(0.80)}$$

$$D_3' = 46.75 \text{ pulg}$$

Luego se calcula de nuevo el espesor de la capa de sub-base con refuerzo empleando una Geomalla de 30 KN/m (Tipo B), en este caso aportado por la geomallabi-axial para una sub-rasante con CBR = 2%, se obtiene de la

Figura 23 un valor de LCR o coeficiente de aporte de la geomalla a la capa granular de la estructura de:

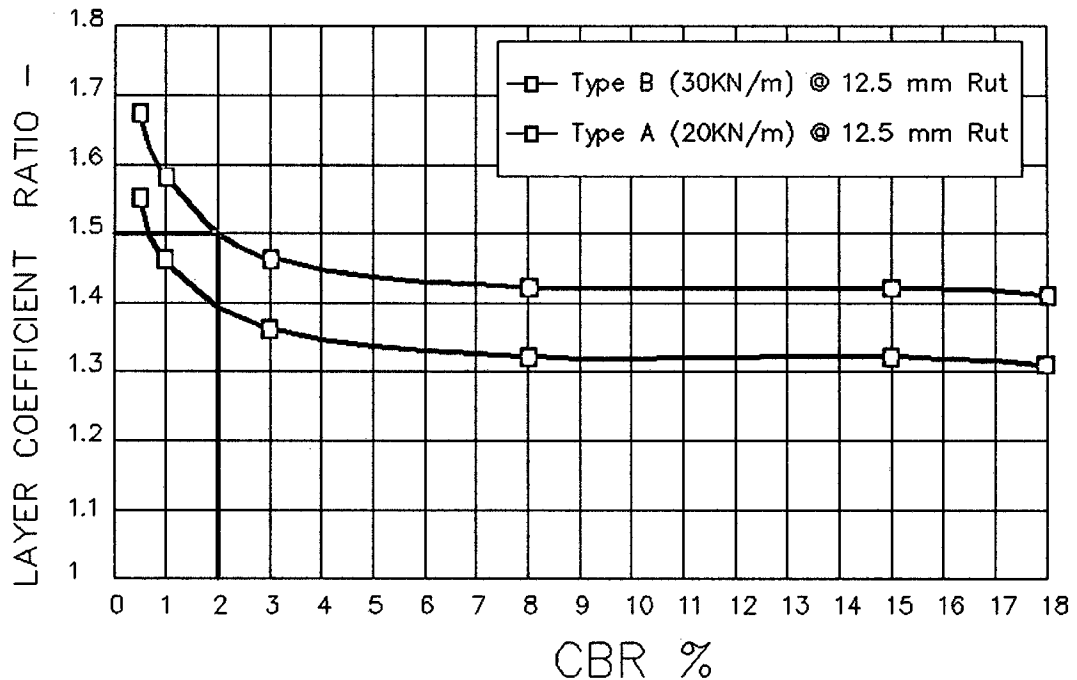


Figura 25. LCR vs CBR de la sub-rasante de la Av Salomón Vilchez Murga
 coeficiente de aporte de la geomalla a la capa granular de la estructura de
 CBR 2% se obtiene 1.5 LCR
 LCR = 1.50

Para incluir el aporte de la geomalla dentro de la estructura de pavimento y obtener una disminución de espesor, se debe mantener constante a través de los cálculos realizados el valor inicial del número estructural.

$$SN_r = SN$$

$$SN_r = 5.84$$

A continuación se realiza el cálculo del nuevo espesor de la capa granular con el refuerzo incluido como parte integral de la estructura según la ecuación del Número Estructural pero utilizando el coeficiente LCR.

$$SN_r = a_1 D_1 + a_3^* LCR^* D_{3r}^* m_3$$

$$D_{3r} = \frac{(SN_r - a_1 D_1)}{a_3^* LCR^* m_3}$$

$$D_{3r} = \frac{5.84 - (0.42)(5)}{(0.10)(1.50)(0.80)}$$

$$D_{3r} = 31.16 \text{ pulg}$$

Una vez hallado el nuevo espesor de la capa granular, por la utilización de la geomalla, se calcula el número estructural de la misma.

$$(a_3)(D_{3r})(m_3) = (0.10)(31.16)(0.80) = 2.49$$

Como la estructura seguirá manteniendo la misma conformación de materiales de base y sub-base, se deben calcular los nuevos espesores de dichas capas en función del número estructural de la capa de sub-base obtenido en el paso anterior y con sus coeficientes de capa respectivos.

$$SN_{gr} = (a_2)(D_{2r})(m_2) + (a_3)(D_{3r})(m_3)$$

$$2.49 = (0.42)(D_{2r})(0.80) + (0.10)(D_{3r})(0.80)$$

Debido a que se tienen dos incógnitas y una sola ecuación, se debe realizar un proceso de iteración para obtener unos espesores de capa razonables para la estructura. Para el espesor de la base granular no se recomienda que este valor se encuentre por debajo de los 15 cm o 6 pulgadas. Para la solución del problema, se deja constante el espesor de la base granular, que para este caso se emplea el espesor mínimo recomendado de 15 cm y se despeja de la ecuación el espesor de la sub-base granular.

Para nuestro caso, escogeremos un espesor de Base asumido:

$$D_{2r} = 20\text{cm}(7.87\text{ pulg} \approx 8\text{ pulg})$$

$$D_{2r} = 8\text{ pulg}$$

$$SN_{gr} = (a_2)(D_{2r})(m_2) + (a_3)(D_{3r})(m_3)$$

$$2.49 = (0.18)(8)(0.80) + (0.10)(D_{3r})(0.80)$$

$$D_{3r} = 16.72\text{ pulg} = 42.48\text{cm}$$

A continuación se verifica el aporte estructural con los nuevos espesores de capa de material granular e inclusión de geomalla.

Para que la estructura sea constructivamente viable, los espesores calculados por lo general son modificados para facilitar su proceso constructivo. Es por eso que se debe verificar que la variación de estos no altere el desempeño de la estructura, por lo que el número estructural de las capas granulares con respecto al número del aporte estructural de la capa reforzada, debe ser en lo posible iguales.

$$(0.18)(7.87)(0.80) + (0.10)(16.72)(0.80) = 2.47 \dots \text{OK!!!!}$$

Análisis de la disminución de espesor debido a la inclusión de la Geomalla biaxial.

Tabla 18. Análisis de disminución de espesores de capas de pavimento

Capa	Espesor de Pavimento Tradicional (cm.)	Espesor de Pavimento con Geomalla (cm.)	Disminución de espesor (%)
Carpeta asfáltica	12.7	12.7	0
Capa de base	27.94	20	28.41
Capa de subbase	68.58	42.48	38.05

Fuente. Propia

CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

2.1. Planteamiento del problema

2.1.1. Selección del problema.

La utilización de productos Geosintéticos en el mundo se ha ido incrementando desde la década del '70 hasta la actualidad como una metodología moderna en el diseño de pavimentos, mejorando así sustancialmente la presencia de suelos blandos constituidos por limos y arcillas de variada plasticidad como parte de la sub-rasante.

En el Perú las rutas de muchas carreteras importantes deben atravesar zonas lluviosas o zonas con ausencia total de materiales granulares de buena calidad para mejoramientos, lo cual dificulta los plazos de construcción e incrementa los costos de obra. Esta situación se ha resuelto desde tiempos históricos mediante la estabilización del suelo de diferentes maneras: Química, mecánica, excavación y reemplazo, entre las más comunes, cuya aplicación genera efectos adversos en el medio ambiente contiguo y muchas veces costos muy altos para la viabilidad económica de las obras.

En la ciudad de Cutervo la no utilización de diseños modernos en pavimentación han traído consigo, paralización de obras de infraestructura por lo elevado de los costos que genera la utilización de materiales tradicionales, la existencia de sub-rasante de mala calidad o simplemente

por la no disponibilidad o lejanía de material granular necesario para lograr un espesor adecuado de relleno sobre la sub-rasante. Este problema es más importante en la ciudad de Cutervo y particularmente en la Av. Salomón Vílchez Murga, debido a que en los suelos de la avenida tenemos la presencia de un suelo de mala calidad en el cual se han intentado diferentes métodos de mejoramiento los cuales han fracasado, el suelo es de color negro que en grandes tramos superan los 8 m de profundidad, con afloramientos de aguas ferrosas, por lo que es necesario mejorar dicho suelo en su capacidad portante con la utilización de técnicas modernas.

La ejecución de la pavimentación de la Av. Salomón Vílchez Murga, requiere un estudio minucioso para el diseño de su pavimento ya que posee un CBR 3% (Suelo De Mala Calidad Portante) siendo menores a este valor en algunos tramos. Sin embargo, los suelos han sido poco o nada analizados respecto a su incidencia real en la ejecución de pavimentos.

Hoy en día, el uso de geosintéticos, entre ellos las geomallas, permite un empleo más eficiente de los recursos de los proyectos, el cual se puede incrementar mediante el conocimiento claro de los mecanismos de trabajo de estos materiales, así como de los beneficios que ellos brindan en una determinada situación. La colocación de una geomalla biaxial polimérica entre las capas estructurales de un camino (pavimentado o no) produce grandes beneficios para el mismo ya que incrementa el módulo del material granular, mejora la capacidad portante del suelo y reduce las tensiones transmitidas a la sub-rasante.

Con los antecedentes aquí expuestos, se plantea el presente proyecto de investigación, el cual se propone determinar una metodología innovadora para diseñar un pavimento utilizando geomallas y de mostrar sus ventajas económicas y de optimización de recursos. Así también hacer una descripción de los elementos que integran un pavimento y un método de diseño.

2.1.2. Formulación del problema.

¿Cuál será el efecto del uso de geomalla frente al diseño tradicional (AASHTO) en la pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga de la ciudad de Cutervo?

2.1.3. Justificación de la investigación.

La carencia de información sobre los geosintéticos, en las obras de construcción de pavimentos, trae consigo presupuestos elevados por los materiales de préstamo utilizados, pavimentaciones con fallas estructurales. Lo anterior conlleva a falta de un diseño que contenga una alternativa inteligente y práctica.

En muchas ocasiones los geosintéticos han sido una solución exitosa pero en algunos casos la falta de conocimiento y de una metodología de diseño que permita definir los requerimientos de estos materiales de acuerdo con las condiciones particulares de cada proyecto, no ha permitido que los beneficios de esta tecnología sean aprovechados en su total magnitud. La aplicación eficaz de geosintéticos, promueve sus capacidades y formula diseños preliminares que permitan definir requerimientos técnicos de acuerdo a cada tipo de obra. Como resultado de este proceso, se presenta a la Ingeniería metodologías de diseño para separación y estabilización de

vías, refuerzo en vías con geotextiles y geomallas, pavimentación y repavimentación, sistemas de sub-drenaje, refuerzo en muros de contención, refuerzo de taludes, refuerzo de terraplenes sobre suelos blandos, etc.

Estas informaciones serán de utilidad en la toma de decisiones, para proyectistas, contratistas, gerentes o administradores de obras, residentes de obra e instituciones de control y supervisión. Finalmente, la investigación podrá servir de modelo para emprender investigaciones en otro tipo de obras y con otras modalidades de ejecución.

La falta de estudios respecto a la utilización de geosintéticos en nuestro medio, que no se esté optimizando su uso, por lo que el presente estudio busca proponer recomendaciones que permitan mejorar los diseños de pavimentos en las obras que se ejecuten en la Ciudad de Cutervo y en especial en la Av Salomón Vilchez Murga.

2.1.4. Limitaciones y restricciones de la investigación.

La investigación se limitará a analizar un diseño tradicional de pavimentos (AASHTO), y un diseño con geomalla Biaxial BX1100. Ambos diseños serán aplicados a un tramo de la AV. Salomón Vilchez Murga entre las progresivas 0+600 y 0+800.

2.2. Objetivos de la investigación

2.2.1. Objetivo general.

Comparar el diseño de pavimento tradicional (AASHTO) y el diseño con geomalla en la pavimentación de la Av. Salomón Vílchez Murga de la ciudad de Cutervo

2.2.2. Objetivos específicos.

- Diseño de pavimento con geomalla.
- Diseño de pavimento con el método tradicional (AASHTO).
- Comparación de los diseños del pavimento de la Av. Salomón Vílchez Murga de la ciudad de Cutervo con uso del diseño con geomalla y el método tradicional.

2.3. Hipótesis.

El uso de geomalla mejora el diseño de pavimento frente al método tradicional (AASHTO) en el diseño del pavimento de la Av. Salomón Vílchez Murga de la ciudad de Cutervo.

Variables

Variable independiente

X = uso de diseño tradicional y diseño con Geomalla

Variable dependiente

Y = espesores de capa (base y sub base)

2.4. Tipos de investigación y análisis

2.4.1. Tipo de investigación.

El presente estudio es descriptivo

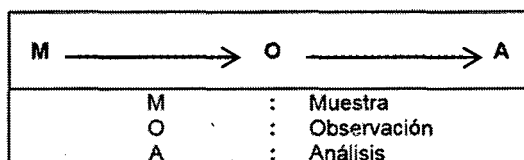
2.4.2. Tipo de análisis

El análisis será del tipo visual y personalizado. El procesamiento de la información será manual.

La metodología a utilizar, para el desarrollo adecuado de la investigación, con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados será:

- ❖ Recopilación o de antecedentes preliminares: en esta etapa se realizara la búsqueda, el ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes y de toda la información necesaria que ayuden a cumplir con los objetivos de la investigación
- ❖ Estudio de la aplicación del programa de diagnóstico y seguimiento de pavimentos flexibles enfocado a las Normas internacionales y normas peruanas para zonas de sub rasantes blandas o de mala calidad

Figura 26. Diseño del análisis de estudio



2.5. Diseño metodológico

2.5.1. El universo de la investigación.

La investigación está enmarcada en el área de pavimentos

2.5.2. Técnicas, instrumentos e informantes o fuentes para obtener los datos.

1. Libreta de campo en la que el investigador anota lo observado.
2. Computadora con sus respectivos medios de almacenaje.
3. Dispositivos como cámara fotográfica.
4. La red virtual (internet)

2.5.3. Población y muestra.

Para el presente estudio se tomó como población las calles de la ciudad de Cutervo y como muestra la Av. Salomón Vilchez Murga desde calle Juan Z. Montenegro hasta calle las Industrias – Cutervo

2.5.4. Forma de tratamiento de los datos.

➤ Investigación histórica documental.

A través de estudiar y revisar gradualmente la construcción de pavimentos y sus procedimientos en la ciudad de Cutervo o Experimentales.

➤ Mediante la aplicación de la bibliografía propuesta, buscando respuestas a las hipótesis planteadas. A continuación y debido a la extensión de la materia en estudio se presenta un resumen sintético del trabajo que se pretende realizar.

CAPÍTULO I. Referido al Marco Teórico, abarcando los Antecedentes y las Bases Teóricas.

CAPÍTULO II. Planteamiento Metodológico. Donde abarcamos el planteamiento del problema, selección del problema, formulación del problema, justificación de la investigación, limitaciones y restricciones de la investigación, objetivos de la investigación, hipótesis, tipos de investigación y análisis, diseño metodológico, el universo de la investigación, técnicas, instrumentos e informantes o fuentes para obtener los datos, población de informantes, forma de tratamiento de los datos, forma de análisis de las informaciones

CAPÍTULO III. Análisis y discusión de resultados. Donde se abarca: el resultado de la investigación, análisis de la información, contrastación de la hipótesis y la interpretación de la información.

CAPÍTULO IV. Conclusiones.

2.5.5. Forma de análisis de las informaciones

Para la elaboración del trabajo de investigación se empleara como fuente de consulta la documentación de las firmas especializadas en la producción de Geomalla Biaxial (PAVCO y TENSAR) las cuales presentan sus características, detalles, trabajos ejecutados (Testimoniales de obra) y ventajas particulares de cada sistema; también se empleará la metodología tradicional de la AASHTO para el diseño de pavimentos. Desarrollaremos un ejemplo aplicativo en tres pasos así:

1. Se calculará el número estructural según metodología AASHTO para la estructura inicial.
2. Cálculo del nuevo espesor de la capa de sub-base con refuerzo empleando una geomalla Biaxial BX1100 y verificación del aporte estructural con los nuevos espesores de capa de material granular e inclusión de geomalla.
3. Análisis de la disminución de espesor debido a la inclusión de la geomalla biaxial.

CAPÍTULO III. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. Resultado de la investigación

3.2. Análisis de la información

3.2.1. Análisis de espesores de materiales

Tabla 19. Características de diseño de pavimento Av Salomón Vílchez Murga.

R	95 %
So	0.35
W18	5×10^6
CBR	2%

Tabla 20. Características de los materiales para el diseño

Material	Mr (Mpa-psi)	Mi
Carpeta asfáltica	$2760 (400,000) ^2$	-
Base	207 (40,000)	0.80
Subbase	105 (20,000)	0.80
Subrasante	34 (5,000)	-

Tabla 21. Diseño calculado de las estructuras de base y sub base Av Salomón Vílchez Murga. Método Tradicional

Estructura	Pulgadas	Centímetros
Capa asfáltica	5.0.	12.7
Base	11.0	27.94
Sub-base	27.0.	68.58

Tabla 22. Diseño calculado de las estructuras de base y sub base Av Salomón

Vilchez Murga. Método con geomalla

Estructura	Pulgadas	Centímetros
Capa asfáltica	5.0.	12.7
Base	8.16	20
Sub-base	17.34	42.48

Tabla 23. Diseño pavimento tradicional y con inclusión de geomalla Av Salomón

Vilchez Murga.

Capa	Espesor de Pavimento Tradicional (cm.)	Espesor de Pavimento con Geomalla (cm.)	Disminución de espesor (%)
Carpeta asfáltica	12.7	12.7	0
Capa de base	27.94	20	28.41
Capa de subbase	68.58	42.48	38.05

Análisis de disminución de espesores de capas de pavimento

3.3. Contrastación de la hipótesis

3.3.1. Análisis de espesores de capas de base y sub base

Tabla 24. Método Tradicional vs Método Con Geomalla.

Capa	Espesor de Pavimento Tradicional (cm.)	Espesor de Pavimento con Geomalla (cm.)	Disminución de espesor (%)
Carpeta asfáltica	12.7	12.7	0
Capa de base	27.94	20	28.41
Capa de subbase	68.58	42.48	38.05

Análisis de disminución de espesores de capas de pavimento

3.4. Interpretación de la información

- Según la tabla N° 24: Análisis de espesores de capas de base y sub base método tradicional vs método con geomalla, podemos observar que los espesores de capas granulares como son base disminuye notablemente: con el método tradicional tenemos un espesor de 27.94 cm, con la utilización de geomalla en el diseño tenemos un espesor de 20. cm haciendo un porcentaje de un 28.41%. de disminución.
- Según la tabla N° 24: Análisis de espesores de capas de base y sub base método tradicional vs método con geomalla, podemos observar que los espesores de capas granulares como son sub-base disminuye notablemente: con el método tradicional tenemos un espesor de 68.58cm, con la utilización de geomalla en el diseño tenemos un espesor de 42.48cm haciendo un porcentaje de un 38.05%. de disminución.
- El diseño con geomalla es dinámico ya que ahorra materiales y tiempo, reduce el corte de terreno y mejora la capacidad portante de la sub rasante.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Al comparar el diseño de pavimento por el **método tradicional (AASHTO)** y el diseño con geomalla en la pavimentación **de la Av. Salomón Vilchez Murga** de la ciudad de Cutervo, podemos darnos cuenta que se mejoraron notablemente el diseño con ahorro de materiales a nivel de base en un 28.41% y sub base en un 38.05%
- Para el diseño de pavimento con el **método tradicional (AASHTO)**, obtuvimos espesores muy considerables de materiales granulares lo que encarecería el proyecto por la falta de canteras de buena calidad, con dicho método los espesores a considerar: capa de base 27.94 cm, y capa de sub – base de 68.58cm
- Para el diseño de pavimento con geomalla hemos encontrado espesores factibles de materiales granulares lo que resulta un diseño dinámico para al proyecto, con dicho método los espesores a considerar son: de capa de base 20.0 cm, y capa de sub–base de 42.48cm
- Al realizar la comparación de los diseños el diseño con geomalla brinda mejores resultados, en espesores de materiales granulométricos trayendo consigo el ahorro en corte en terreno, baja utilización en horas máquina, un aumento en la productividad y viabilidad del proyecto.

- Al realizar la comparación de los diseños del pavimento de la Av. Salomón Vilchez Murga de la ciudad de Cutervo con uso del diseño con geomalla y el método tradicional, observamos que ambas metodologías se ayudan sólo en el cálculo de materiales pero la más acertada es la que utiliza geomalla ya que disminuye materiales y por ende el costo del proyecto y lo hace factible a su realización.
- El uso de geomalla mejora el diseño de pavimento frente al método tradicional (AASHTO) en el diseño del pavimento de la Av. Salomón Vilchez Murga de la ciudad de Cutervo, en porcentajes considerables tanto en materiales como en precios.

Capa	Espesor de Pavimento Tradicional (cm.)	Espesor de Pavimento con Geomalla (cm.)	Disminución de espesor (%)
Carpeta asfáltica	12.7	12.7	0
Capa de base	27.94	20	28.41
Capa de subbase	68.58	42.48	38.05

- Según lo anterior, las geomallas coextruídas funcionan como material de refuerzo, en este caso su aporte a la estructura generó una reducción en los espesores de material granular.
- Con el diseño de geomalla se impactará menos al medio ambiente ya que no se tendrá que traer materiales de préstamo perjudicando el paisaje de los sitios de cantera.
- La geomalla es duradera por ser un polietileno resistente a la humedad y climas severos.

RECOMENDACIONES.

En la presente investigación se recomienda:

- ❖ Que el diseño, esta sujetos a **condiciones y variables** como, tipo de geosintético, tipo de estructura de pavimento, **espesores de sus capas**, características de material asfáltico, material **de agregado**, tipo de suelo de la sub-base, nivel freático y **condiciones ambientales**
- ❖ Usar sub-base tipo 2 pues su granulometría **es la que** mejor entraba en los orificios de la geomalla bidireccional.
- ❖ Para separación y estabilización en la **interface** Sub-rasante-Sub-base granular, el geotextil tejido debe ser de **buena capacidad** de flujo para evitar presiones de poros indeseables.
- ❖ Para refuerzo de suelos granulares el **geosintético debe** usarse al nivel del mayor esfuerzo.
- ❖ Para lograr el mayor beneficio de los **Geosintéticos** en estructuras de pavimento es importante usarlos con las **características y propiedades** adecuadas, soportadas por un diseño ó como **mínimo** que cumplan con una especificación que garantice su **supervivencia** durante la vida útil proyectada, para caso en particular.
- ❖ La investigación no alcanza a llenar todas las **expectativas**, sin embargo, define el plan de mediciones instrumentales **necesarias** para contribuir con este entendimiento que servirá para adoptar **nuevas metodologías** de mantenimiento más económicas y efectivas para las vías de nuestro país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **AASHTO (1993)**. Guide for Design of Pavement Structures [Guía para el diseño de estructuras pavimentadas] (1993), 589 págs.
- Norma técnica de edificaciones CE. 010 Pavimentos Urbanos
- **PAVCO (2002)**. Geosistemas, Soluciones en Ingeniería. Tercera Edición. Bogotá, Colombia.
- **TENAX, TDS006: Design Of Flexible Road Pavements With Tenax Geogrids.**
- http://www.mexichem.com.mx/Sol_Integrales/Geosinteticos/pdfs/Manual_Diseño_8aEdicion/capitulo_6_Refuerzo_vias_Geomallas_BiaxialesCoextruidas.pdf
- <http://www.imcyc.com/revistacyt/mar10/artportada.htm>
- http://www.tecnex-sa.com/Productos/Geogrillas/br_spec.pdf
- http://laboratoriointegrado.uniandes.edu.co/lab_c_031_equipos.html
- <http://amivtac-jalisco.org/%C2%BFSabias-que----.php>

ANEXOS



Figura 27: Identificación de zonas de mala capacidad portante en la Av Salomón Vilchez Murga progresiva 0+769 se puede observar el hundimiento de la franja de rodadura y el acolchonamiento de terreno que se da por el tránsito pesado que circula por la vía y especialmente por la mala capacidad portante del suelo, y el afloramiento de agua.



Figura 28 material sacado de la excavación de calicata N° 6 en la progresiva 0+769 como se puede observar el color negro y la humedad que posee el suelo es en este tramo donde se presenta la dificultad para mejorar la sub rasante ya que el estudio de suelos dio un CBR de 3%



Figura 29: Excavación a nivel de sub rasante es en esta partida donde se identifica la mala capacidad portante del suelo en su total dimensión en las cuales se tomaron diferentes métodos para estabilizar el suelo desde métodos químicos y sustitución de materiales



Figura 30: Intento por mejorar el suelo de sub rasante con la incorporación de cal no dio buenos resultados la mezcla no se combinaba para formar un conglomerado

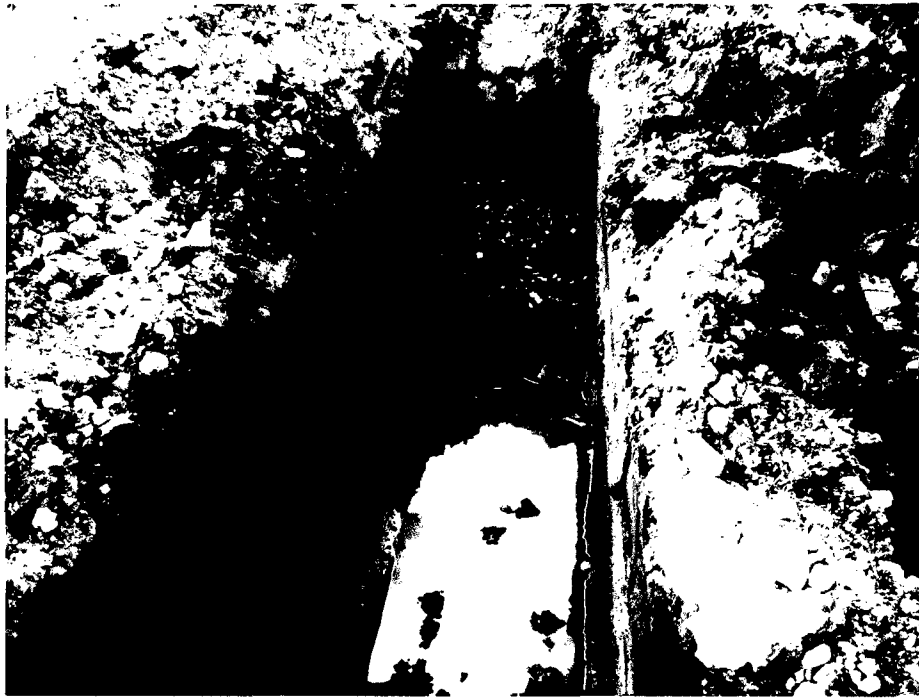



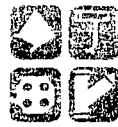
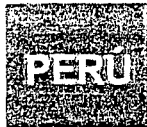
Figura 31 Se observa claramente la capa freática y el tipo de material por el que está conformado el suelo es de color negro y tiene un olor característico a podrido progresiva 0+690 con CBR 3% suelo de baja capacidad portante.



Figura 32: Intento por mejorar la sub rasante Av. Salomón Vilchez Murga de Cutervo, se observa la gran excavación que se hace para luego ser rellenado con material de préstamo, lo cual no dio resultado ya que la capa solida de suelo no se encontraba y produciéndose el fenómeno de acolchonamiento y encarecimiento del proyecto

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO


ANTONIO ODAR CORNEJO
Ingeniero CIVIL
REG. GIP. N° 14888



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO N° 3944-1

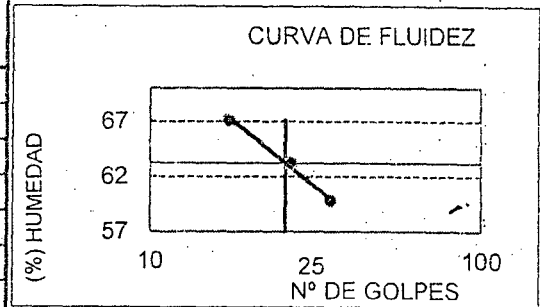
(PÁGINA 01 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO₁ : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO₂ : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Calicata : C-1
 Muestra : M-2
 Profundidad : 1.15 a 1.90 mts

Mallas		% Acumulado	
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa
3"	75.00	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	100.0
3/8"	9.50	0.0	100.0
1/4"	6.30	0.0	100.0
N°4	4.75	0.0	100.0
N°10	2.00	0.2	99.8
N°20	0.850	1.3	98.7
N40	0.425	4.7	95.3
N°50	0.300	8.8	91.2
N°100	0.150	20.0	80.0
N°200	0.075	27.5	72.5



Límite líquido	%	63.2
Límite plástico	%	31.8
Índice de plasticidad	%	31.4
Clasificación SUCS		MH
Clasificación AASHTO		A-7-5 (15)

Denominación :
 Limo de alta plasticidad con arena

OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



[Signature]
Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

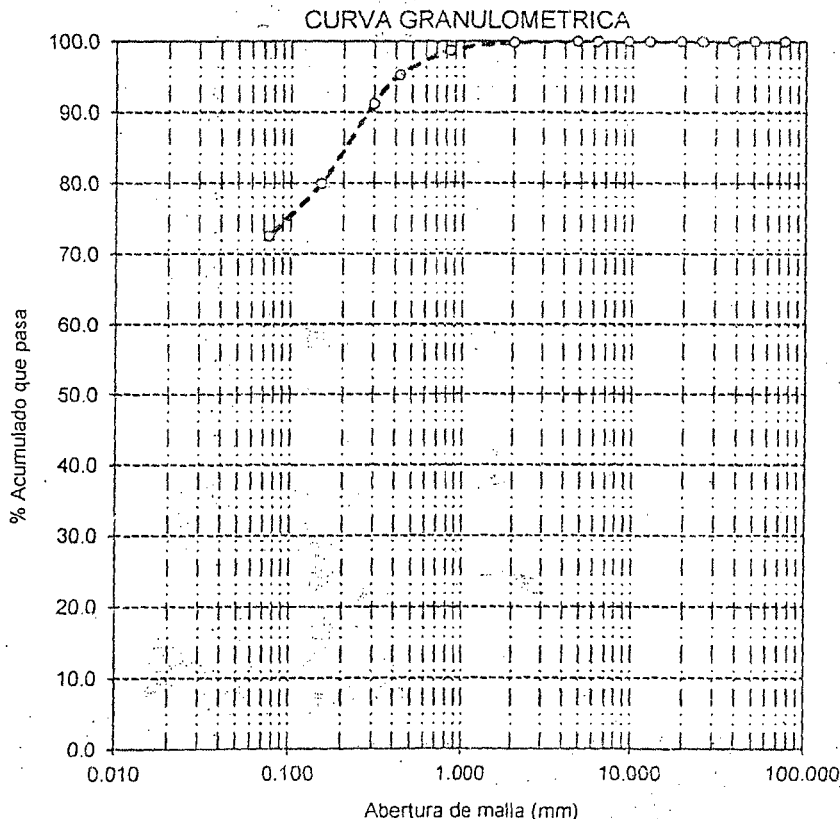
INFORME DE ENSAYO N° 3944-1

(PÁGINA 02 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO1 : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO2 : SUELOS. Método de ensayo para determinar el limite líquido. Limite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

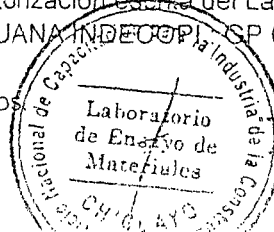
Calicata : C-1
 Muestra : M-2
 Profundidad : 1.15 a 1.90 mts



BSERVACIONES :

Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio,
 lvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI, SP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos
 Visado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO N° 3944-2

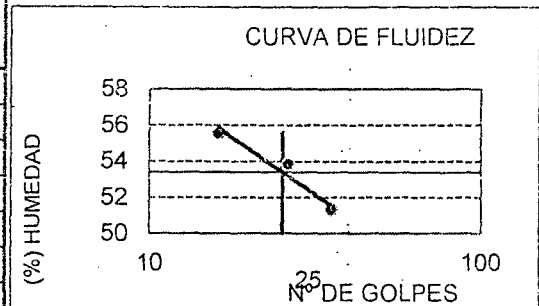
(PÁGINA 01 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
Solicitante : Consorcio Illakan
Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO₁ : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
ENSAYO₂ : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Calicata : C-1
Muestra : M-3
Profundidad : 1.90 a 2.20 mts

Mallas		% Acumulado	
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa
3"	75.00	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	100.0
3/8"	9.50	0.0	100.0
1/4"	6.30	0.0	100.0
N°4	4.75	0.0	100.0
N°10	2.00	0.1	99.9
N°20	0.850	1.4	98.6
N40	0.425	6.6	93.4
N°50	0.300	12.6	87.4
N°100	0.150	26.0	74.0
N°200	0.075	34.6	65.4



Límite líquido	%	53.4
Límite plástico	%	26.4
Índice de plasticidad	%	27.0
Clasificación SUCS		CH
Clasificación AASHTO		A-7-6 [15]
Denominación :		
Arcilla arenosa de alta plasticidad		

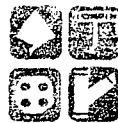
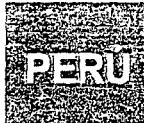
OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
Antonio Odar Cornejo
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 14586
L.E.M. - CHICLAYO



SENCICO
SERVICIO NACIONAL DE CAPACITACIÓN PARA
LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

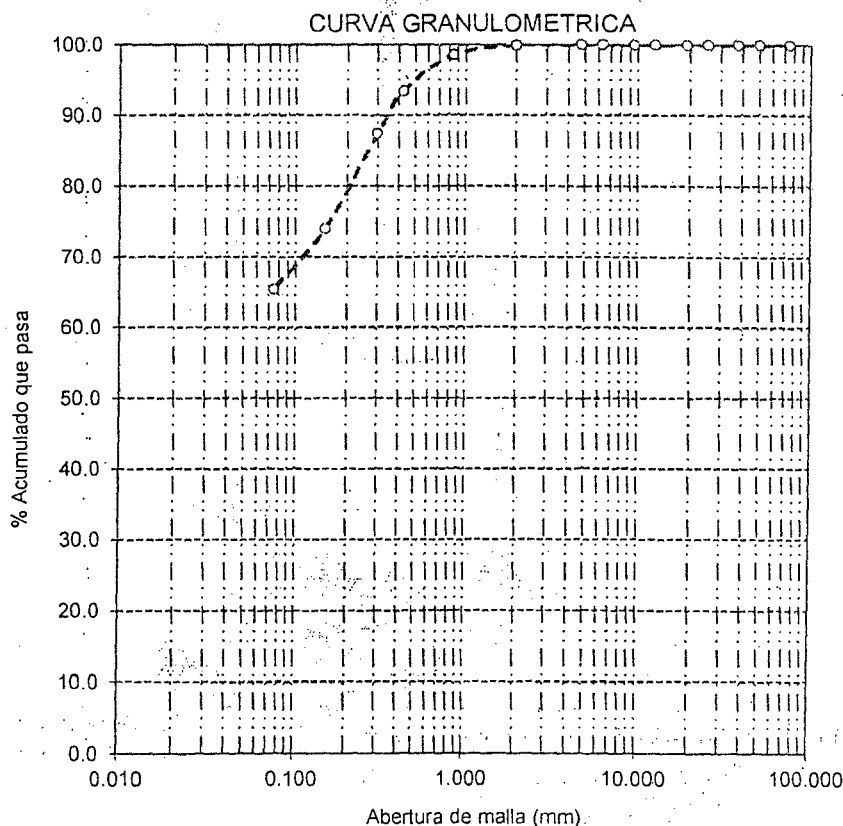
INFORME DE ENSAYO N° 3944-2

(PÁGINA 02 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
Solicitante : Consorcio Illakan
Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO1 : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
ENSAYO2 : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Calicata : C-1
Muestra : M-3
Profundidad : 1.90 a 2.20 mts



OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOP para GR 04:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 14586
L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO Nº 3944-3

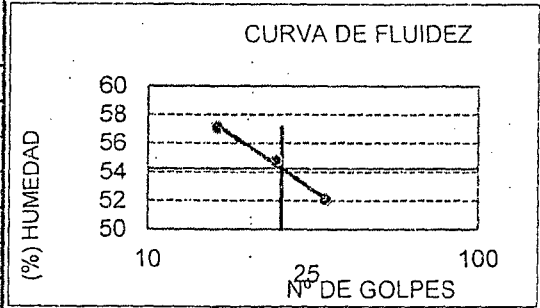
(PÁGINA 01 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Función : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Dirección : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO₁ : SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO₂ : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Calicata : C-2
 Muestra : M-2
 Profundidad : 0.80 - 1.30 mts

Mallas		% Acumulado	
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa
3"	75.00	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	100.0
3/8"	9.50	0.0	100.0
1/4"	6.30	0.0	100.0
Nº4	4.75	0.0	100.0
Nº10	2.00	3.6	96.4
Nº20	0.850	7.4	92.6
N40	0.425	13.9	86.1
Nº50	0.300	19.7	80.3
Nº100	0.150	30.1	69.9
Nº200	0.075	35.8	64.2



Límite líquido	%	54.2
Límite plástico	%	31.8
Índice de plasticidad	%	22.4
Clasificación SUCS		MH
Clasificación AASHTO		A-7-5 [13]
Denominación :		Limo arenoso de alta plasticidad

OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ingº A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



SENCICO
SERVICIO NACIONAL DE CAPACITACIÓN PARA
LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

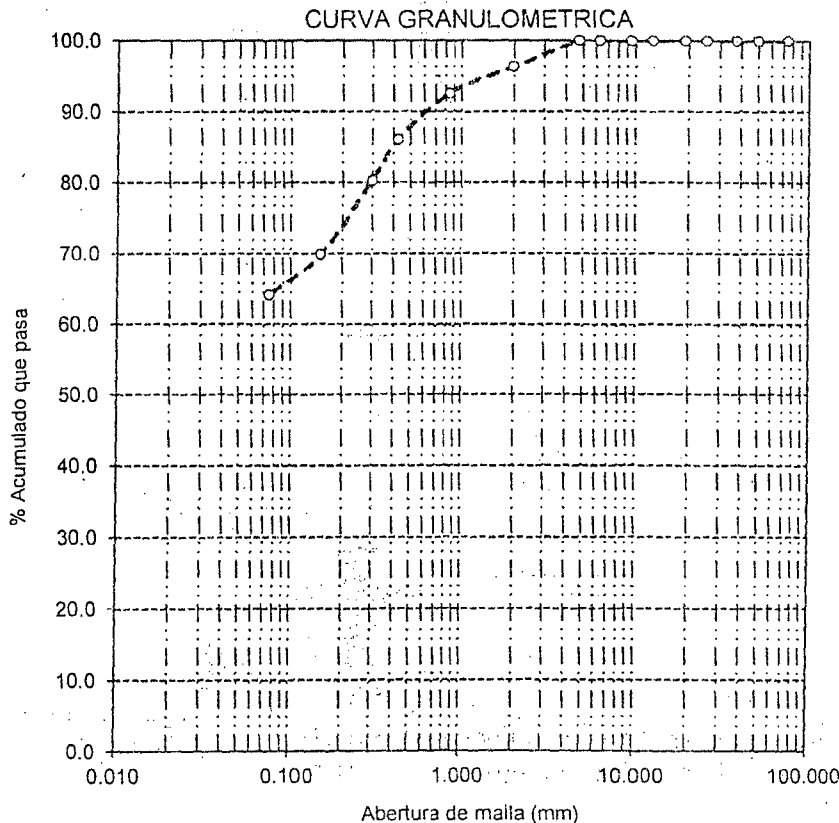
INFORME DE ENSAYO N° 3944-3

(PÁGINA 02 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO1 : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO2 : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318.

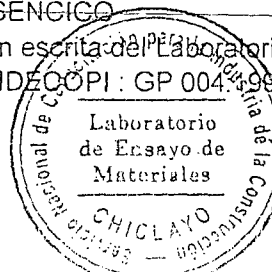
Calicata : C-2
 Muestra : M-2
 Profundidad : 0.80 - 1.30 mts



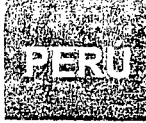
OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004-993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.E.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO Nº 3944-4

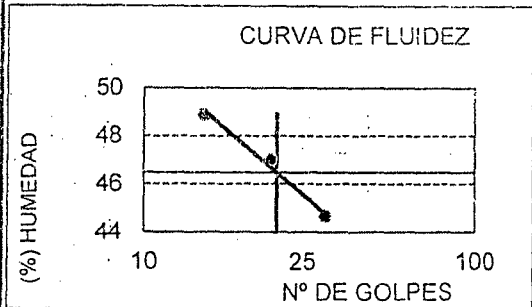
(PÁGINA 01 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO₁ : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO₂ : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Calicata : C-2
 Muestra : M-3
 Profundidad : 1.30 - 1.80 mts

Mallas		% Acumulado	
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa
3"	75.00	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	100.0
3/8"	9.50	0.0	100.0
1/4"	6.30	0.0	100.0
Nº4	4.75	0.0	100.0
Nº10	2.00	1.5	98.5
Nº20	0.850	3.0	97.0
N40	0.425	7.0	93.0
Nº50	0.300	11.8	88.2
Nº100	0.150	23.2	76.8
Nº200	0.075	29.7	70.3



Límite líquido	%	46.5
Límite plástico	%	29.4
Índice de plasticidad	%	17.0
Clasificación SUCS		ML
Clasificación AASHTO		A-7-6 (11)

Denominación :
 Limo de baja plasticidad con arena

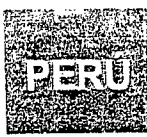
OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ingº A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

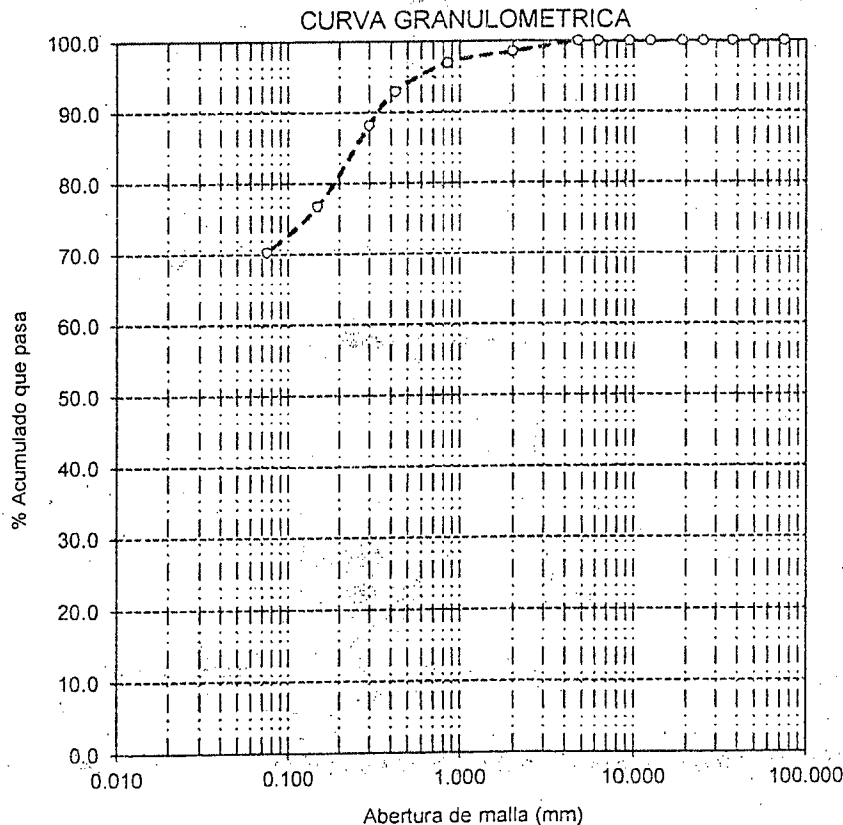
INFORME DE ENSAYO N° 3944-4

(PÁGINA 02 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO1 : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO2 : SUELOS. Método de ensayo para determinar el limite líquido. Limite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

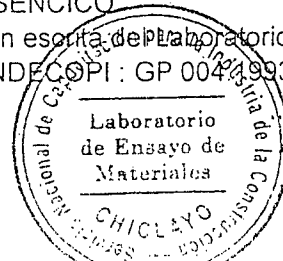
Calicata : C-2
 Muestra : M-3
 Profundidad : 1.30 - 1.80 mts



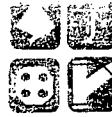
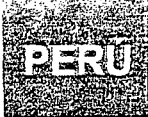
OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004/1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 17586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO N° 3944-5

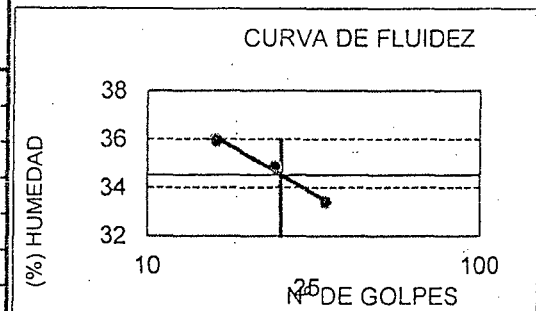
(PÁGINA 01 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO₁ : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO₂ : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Calicata : C-2
 Muestra : M-4
 Profundidad : 1.80 - 2.10 mts

Mallas		% Acumulado	
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa
3"	75.00	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	100.0
3/8"	9.50	0.0	100.0
1/4"	6.30	0.0	100.0
N°4	4.75	0.0	100.0
N°10	2.00	1.3	98.7
N°20	0.850	5.2	94.8
N40	0.425	15.9	84.1
N°50	0.300	27.6	72.4
N°100	0.150	52.2	47.8
N°200	0.075	63.8	36.2



Límite líquido	%	34.5
Límite plástico	%	22.2
Índice de plasticidad	%	12.3
Clasificación SUCS		SC
Clasificación AASHTO		A-6 [1]

Denominación :
 Arena arcillosa

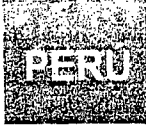
OBSERVACIONES :

) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

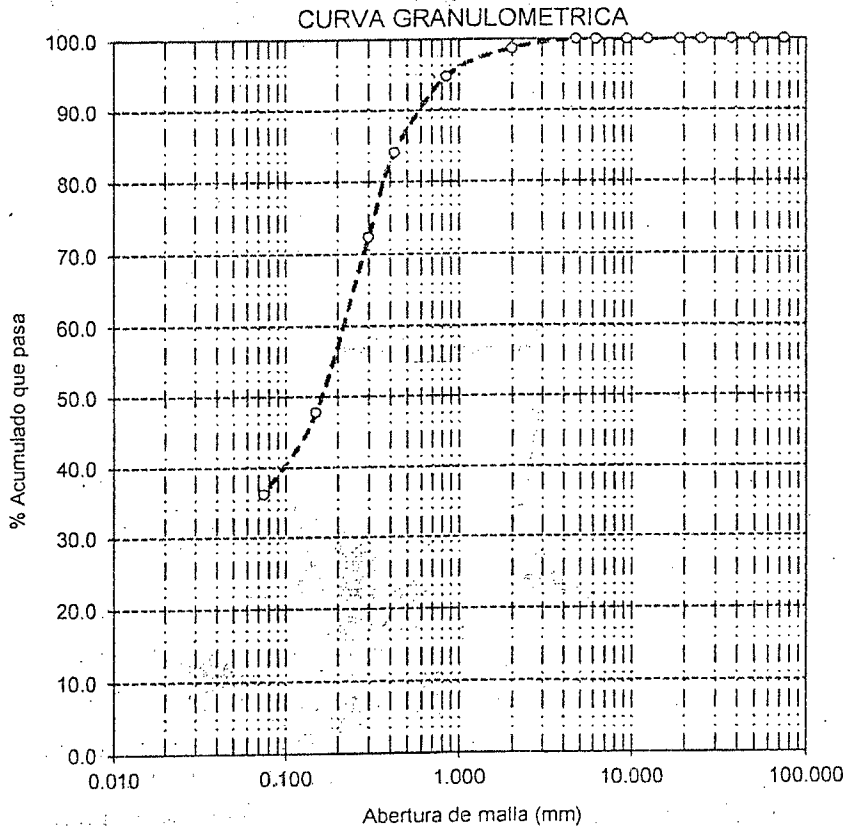
INFORME DE ENSAYO N° 3944-5

(PÁGINA 02 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berrios
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO1 : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO2 : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

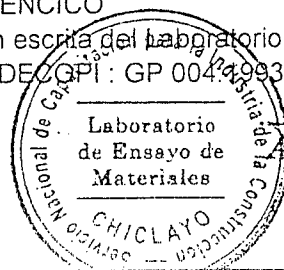
Calicata : C-2
 Muestra : M-4
 Profundidad : 1.80 - 2.10 mts



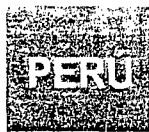
OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004.9993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14536
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO N° 3944-6

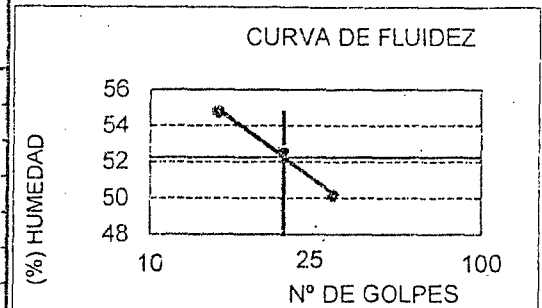
(PÁGINA 01 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO₁ : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO₂ : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Calicata : C-3
 Muestra : M-2
 Profundidad : 0.50 - 1.60 mts

Mallas		% Acumulado	
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa
3"	75.00	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	100.0
3/8"	9.50	0.0	100.0
1/4"	6.30	0.0	100.0
N°4	4.75	0.0	100.0
N°10	2.00	0.5	99.5
N°20	0.850	2.4	97.6
N40	0.425	6.9	93.1
N°50	0.300	10.7	89.3
N°100	0.150	19.3	80.7
N°200	0.075	24.4	75.6



Límite líquido	%	52.2
Límite plástico	%	32.7
Índice de plasticidad	%	19.5
Clasificación SUCS		MH
Clasificación AASHTO		A-7-5 [14]

Denominación :
 Limo de alta plasticidad con arena

OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

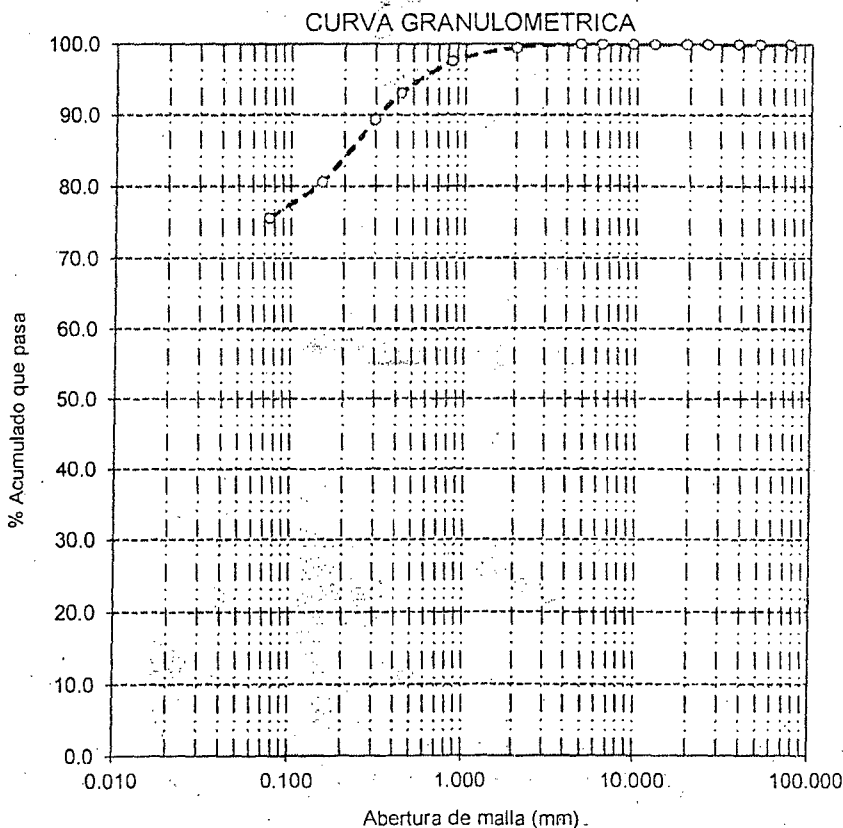
INFORME DE ENSAYO N° 3944-6

(PÁGINA 02 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO1 : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO2 : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

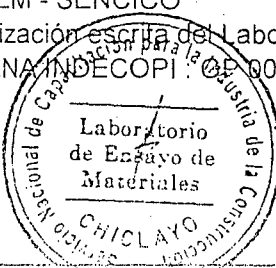
Calicata : C-3
 Muestra : M-2
 Profundidad : 0.50 - 1.60 mts



OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO N° 3944-7

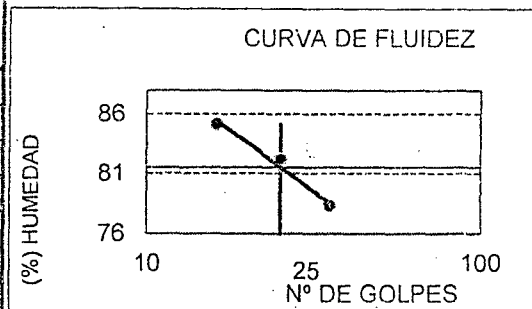
(PÁGINA 01 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO₁ : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO₂ : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Calicata : C-3
 Muestra : M-3
 Profundidad : 1.60 - 2.50 mts

Mallas		% Acumulado	
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa
3"	75.00	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	100.0
3/8"	9.50	0.0	100.0
1/4"	6.30	0.0	100.0
N°4	4.75	0.0	100.0
N°10	2.00	0.1	99.9
N°20	0.850	0.3	99.7
N40	0.425	0.7	99.3
N°50	0.300	1.1	98.9
N°100	0.150	2.3	97.7
N°200	0.075	3.5	96.5



Límite líquido	%	81.5
Límite plástico	%	29.4
Índice de plasticidad	%	52.1
Clasificación SUCS		CH
Clasificación AASHTO		A-7-6 (16)

Denominación :
 Arcilla de alta plasticidad

OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
 Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

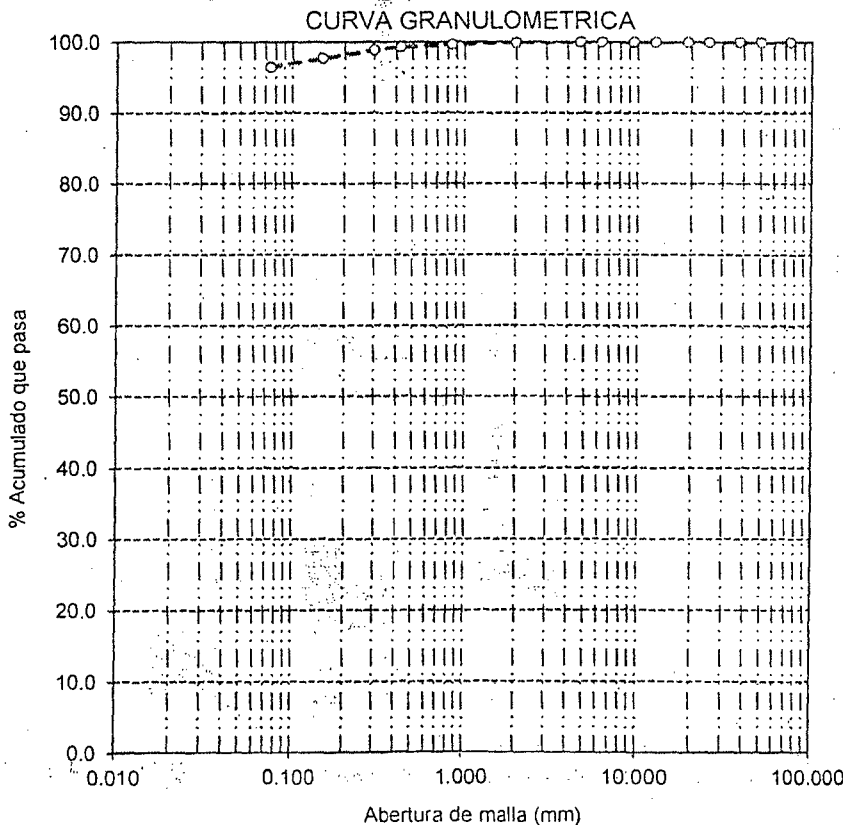
INFORME DE ENSAYO N° 3944-7

(PÁGINA 02 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO1 : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO2 : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

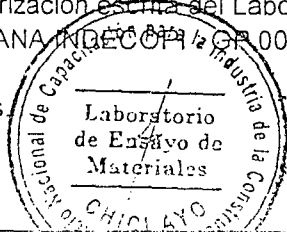
Calicata : C-3
 Muestra : M-3
 Profundidad : 1.60 - 2.50 mts



OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOP/IA/CA 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO N° 3944-8

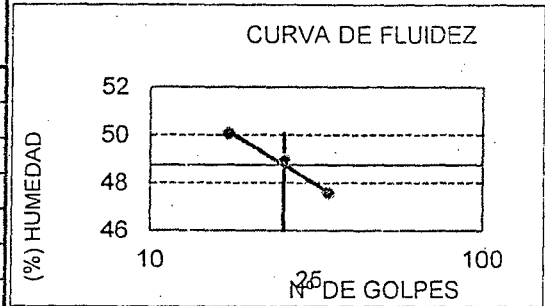
(PÁGINA 01 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO₁ : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO₂ : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Calicata : C-4
 Muestra : M-2
 Profundidad : 0.40 - 1.60 mts

Mallas		% Acumulado	
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa
3"	75.00	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	100.0
3/8"	9.50	0.0	100.0
1/4"	6.30	0.0	100.0
N°4	4.75	0.0	100.0
N°10	2.00	0.6	99.4
N°20	0.850	2.3	97.7
N40	0.425	8.7	91.3
N°50	0.300	15.9	84.1
N°100	0.150	32.9	67.1
N°200	0.075	47.6	52.4



Límite líquido	%	48.7
Límite plástico	%	36.6
Índice de plasticidad	%	12.1
Clasificación SUCS		ML
Clasificación AASHTO		A-7-5 (5)

Denominación :
 Limo arenoso de baja plasticidad

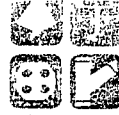
OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



[Signature]
Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

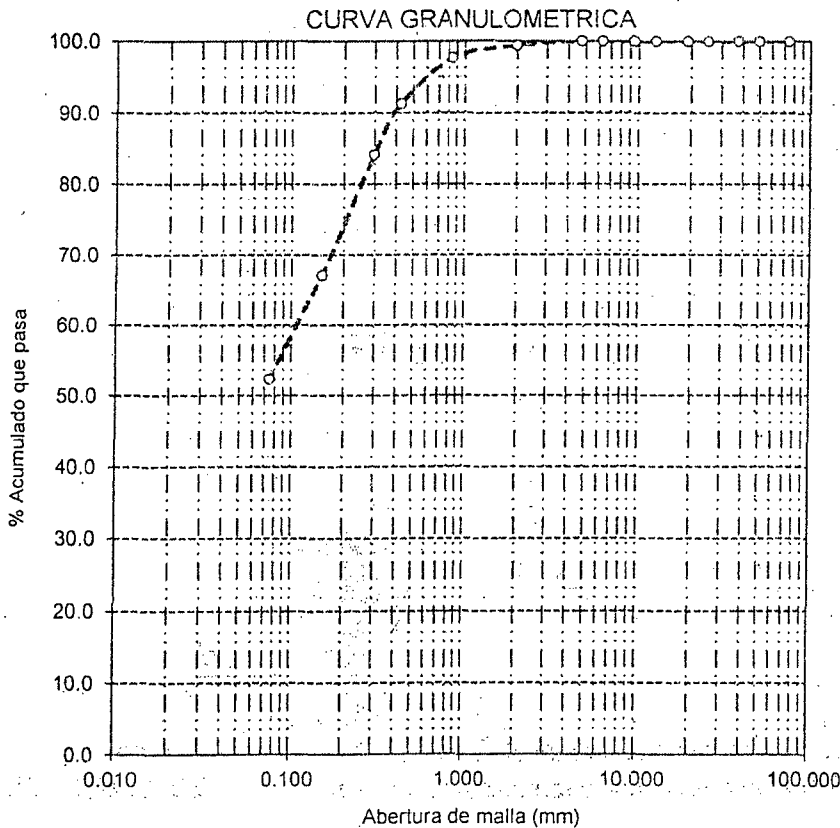
INFORME DE ENSAYO Nº 3944-8

(PÁGINA 02 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO1 : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D-422
 ENSAYO2 : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D-4318

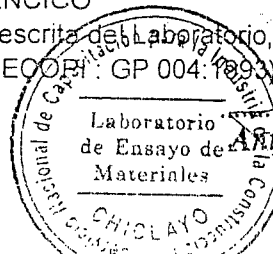
Calicata : C-4
 Muestra : M-2
 Profundidad : 0.40 - 1.60 mts



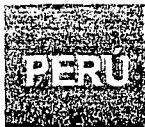
OBSERVACIONES :

) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ingº A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO N° 3944-9

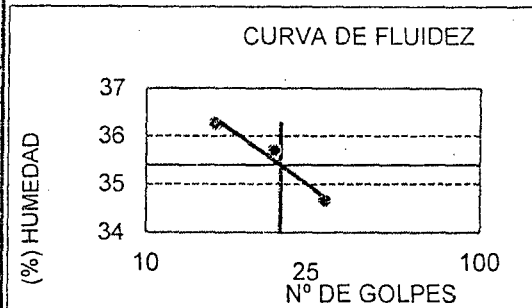
(PÁGINA 01 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berrios
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo.
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO₁ : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO₂ : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Calicata : C-4
 Muestra : M-3
 Profundidad : 1.60 - 2.10 mts

Mallas		% Acumulado	
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa
3"	75.00	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	100.0
3/8"	9.50	0.0	100.0
1/4"	6.30	0.0	100.0
N°4	4.75	0.0	100.0
N°10	2.00	1.5	98.5
N°20	0.850	6.8	93.2
N40	0.425	18.5	81.5
N°50	0.300	28.5	71.5
N°100	0.150	48.7	51.3
N°200	0.075	58.4	41.6



Límite líquido	%	35.4
Límite plástico	%	18.1
Índice de plasticidad	%	17.3
Clasificación SUCS		SC
Clasificación AASHTO		A-6 [3]

Denominación :
 Arena arcillosa

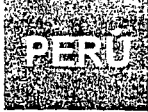
OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

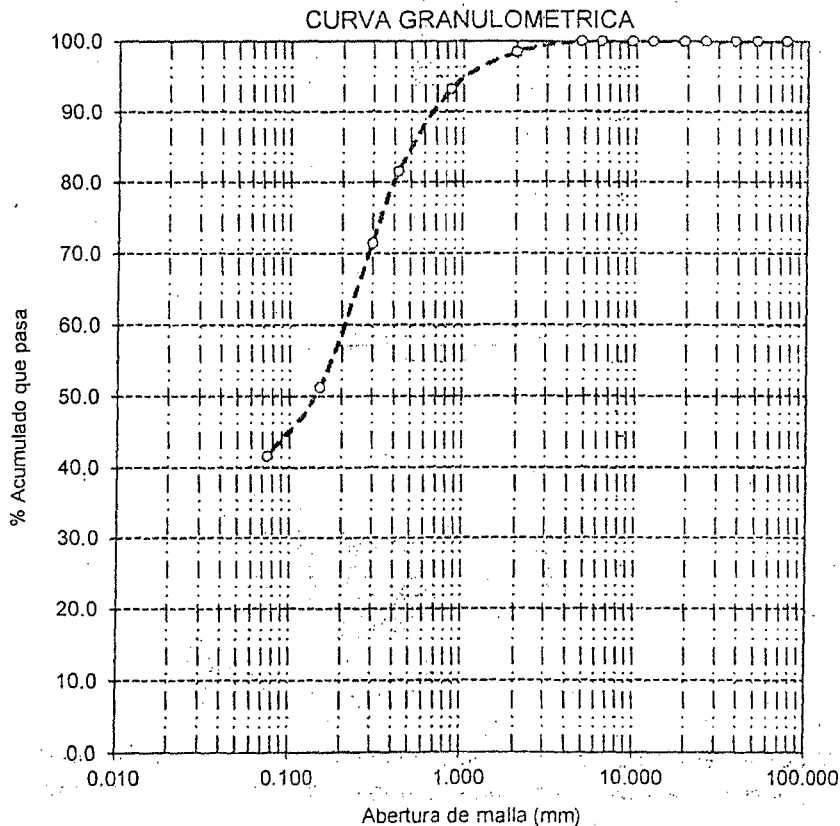
INFORME DE ENSAYO N° 3944-9

(PÁGINA 02 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO1 : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D- 422
 ENSAYO2 : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

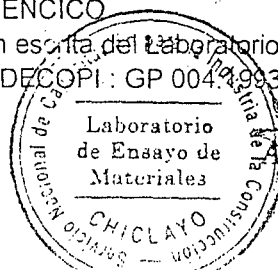
Calicata : C-4
 Muestra : M-3
 Profundidad : 1.60 - 2.10 mts



OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004.0993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO N° 3944-10

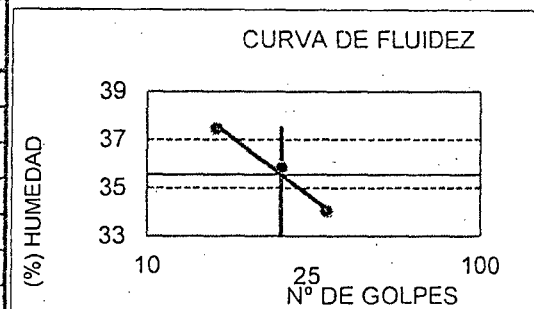
(PÁGINA 01 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO₁ : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO₂ : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Calicata : C-4
 Muestra : M-4
 Profundidad : 2.10 - 2.50 mts

Mallas		% Acumulado	
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa
3"	75.00	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	100.0
3/8"	9.50	0.0	100.0
1/4"	6.30	0.0	100.0
N°4	4.75	0.0	100.0
N°10	2.00	0.2	99.8
N°20	0.850	2.9	97.1
N40	0.425	14.2	85.8
N°50	0.300	26.9	73.1
N°100	0.150	57.1	42.9
N°200	0.075	71.1	28.9



Límite líquido	%	35.5
Límite plástico	%	14.8
Índice de plasticidad	%	20.7
Clasificación SUCS		SC
Clasificación AASHTO		A-2-6 (2)

Denominación :
 Arena arcillosa

OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



[Signature]
A. Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14588
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

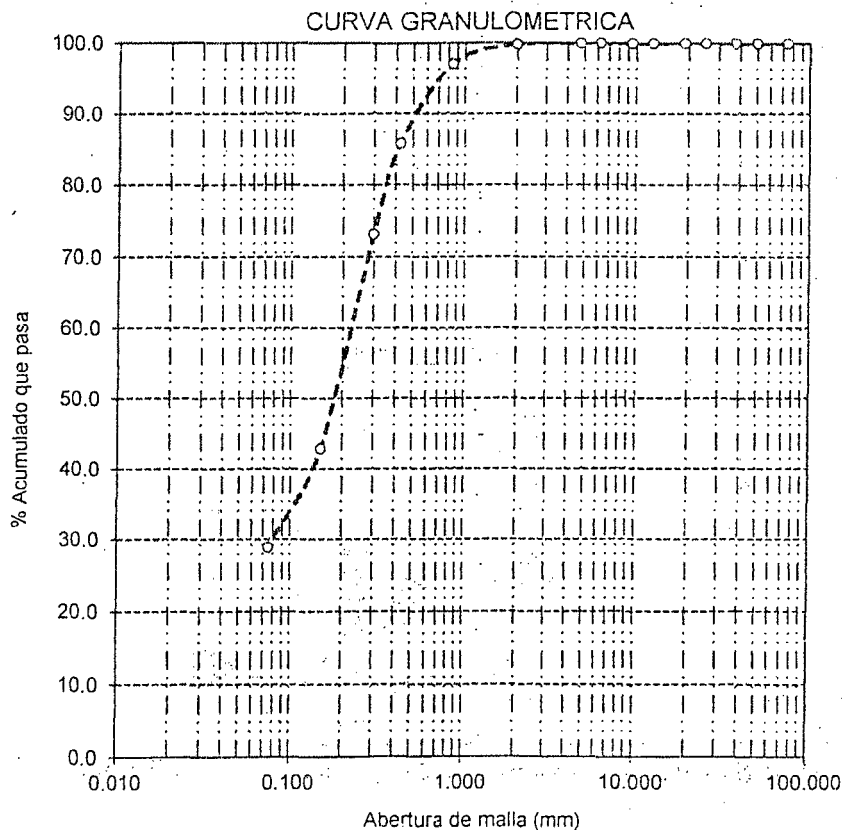
INFORME DE ENSAYO N° 3944-10

(PÁGINA 02 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO1 : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO2 : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Calicata : C-4
 Muestra : M-4
 Profundidad : 2.10 - 2.50 mts



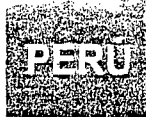
OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004, 1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 19385
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO Nº 3944-11

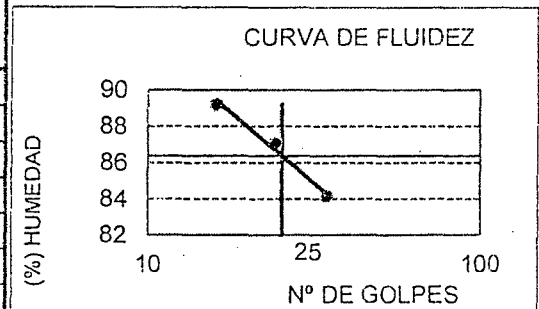
(PÁGINA 01 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berrios
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO₁ : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO₂ : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Calicata : C-5
 Muestra : M-2
 Profundidad : 0.50 - 0.95 mts

Mallas		% Acumulado	
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa
3"	75.00	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	100.0
3/8"	9.50	0.0	100.0
1/4"	6.30	0.0	100.0
Nº4	4.75	0.0	100.0
Nº10	2.00	0.2	99.8
Nº20	0.850	0.7	99.3
N40	0.425	1.7	98.3
Nº50	0.300	2.7	97.3
Nº100	0.150	5.3	94.7
Nº200	0.075	7.0	93.0



Límite líquido	%	86.4
Límite plástico	%	36.9
Índice de plasticidad	%	49.5
Clasificación SUCS		CH
Clasificación AASHTO		A-7-5 (16)

Denominación :
 Arcilla de alta plasticidad

OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ingº A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



SENCICO
SERVICIO NACIONAL DE CAPACITACIÓN PARA
LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

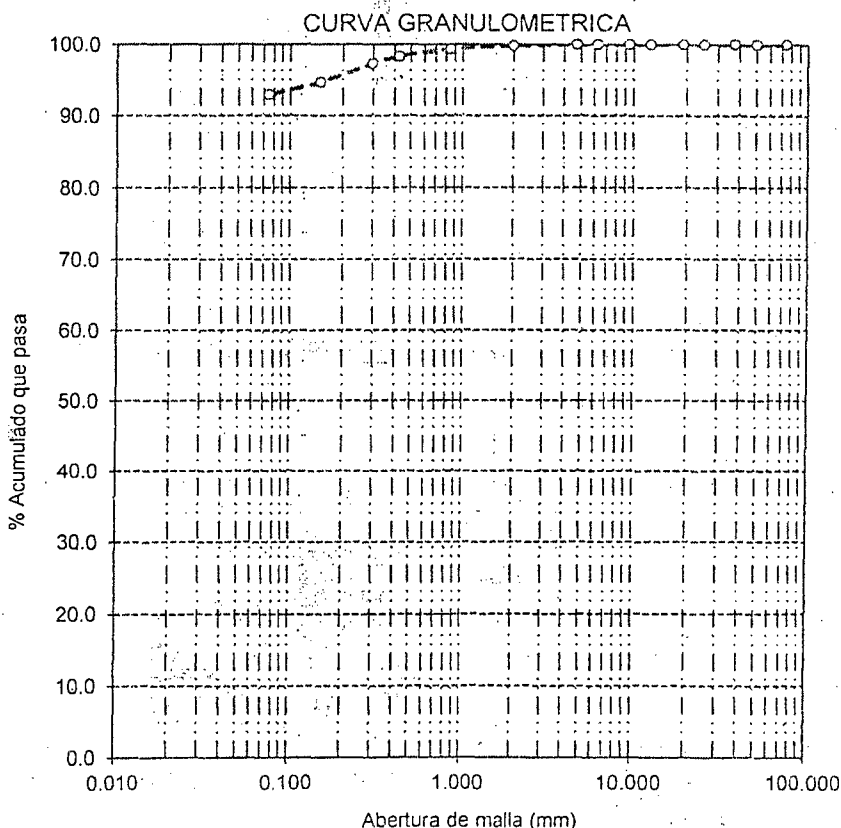
INFORME DE ENSAYO Nº 3944-11

(PÁGINA 02 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
Solicitante : Consorcio Illakan
Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO1 : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
ENSAYO2 : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

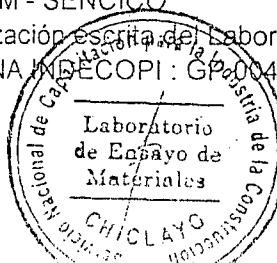
Calicata : C-5
Muestra : M-2
Profundidad : 0.50 - 0.95 mts



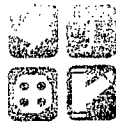
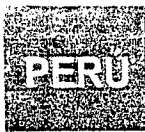
OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPÍ : GP-004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
Revisado por : Ingº A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
Antonio Odar Cornejo
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 14586
L.E.M. - CHICLAYO.



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO N° 3944-12

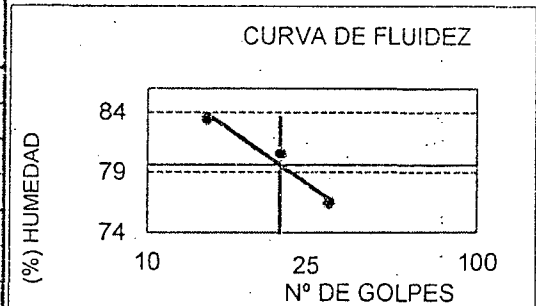
(PÁGINA 01 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO₁ : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO₂ : SUELOS. Método de ensayo para determinar el limite líquido. Limite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Calicata : C-5
 Muestra : M-3
 Profundidad : 0.95 - 1.55 mts

Mallas		% Acumulado	
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa
3"	75.00	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	100.0
3/8"	9.50	0.0	100.0
1/4"	6.30	0.0	100.0
N°4	4.75	0.0	100.0
N°10	2.00	1.6	98.4
N°20	0.850	2.6	97.4
N40	0.425	3.7	96.3
N°50	0.300	4.5	95.5
N°100	0.150	6.4	93.6
N°200	0.075	8.0	92.0



Límite líquido	%	79.6
Límite plástico	%	29.4
Índice de plasticidad	%	50.2
Clasificación SUCS		CH
Clasificación AASHTO		A-7-6 (16)

Denominación :
 Arcilla de alta plasticidad

OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

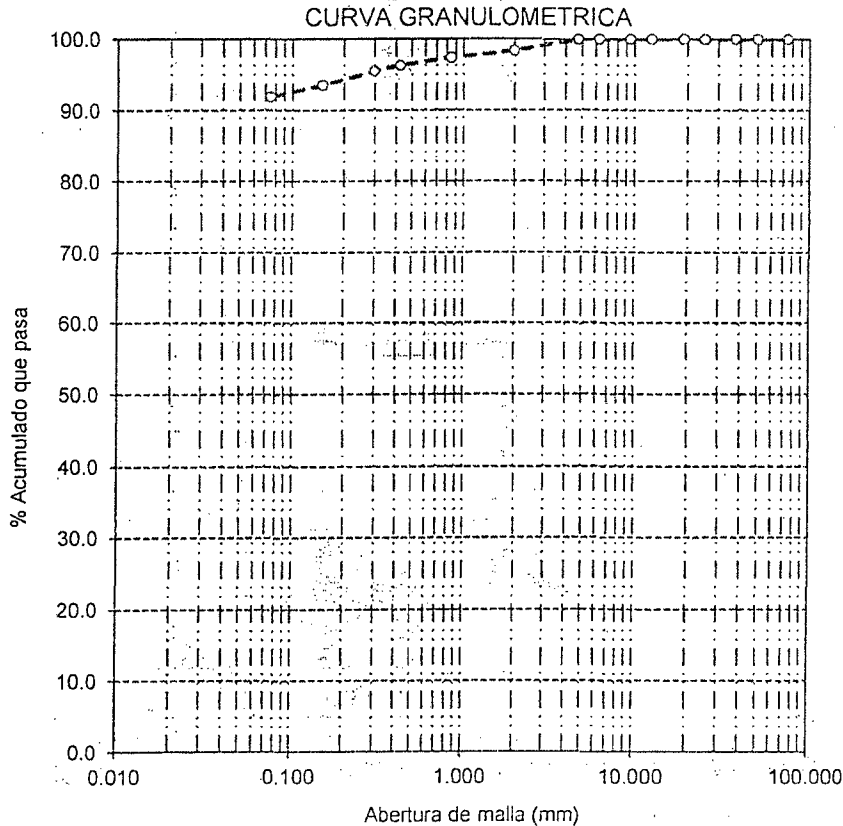
INFORME DE ENSAYO N° 3944-12

(PÁGINA 02 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berrios
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO1 : SUELOS Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO2 : SUELOS Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

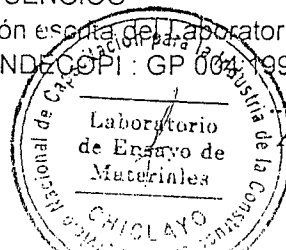
Calicata : C-5
 Muestra : M-3
 Profundidad : 0.95 - 1.55 mts



OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004-1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO N° 3944-13

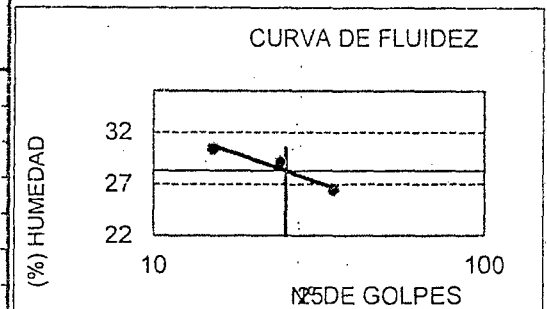
(PÁGINA 01 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO₁ : SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO₂ : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico; e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Calicata : C-5
 Muestra : M-4
 Profundidad : 1.55 - 1.80 mts

Mallas		% Acumulado	
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa
3"	75.00	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	100.0
3/8"	9.50	0.0	100.0
1/4"	6.30	0.0	100.0
N°4	4.75	0.0	100.0
N°10	2.00	0.5	99.5
N°20	0.850	2.9	97.1
N40	0.425	15.5	84.5
N°50	0.300	27.7	72.3
N°100	0.150	52.0	48.0
N°200	0.075	70.4	29.6



Límite líquido	%	28.3
Límite plástico	%	12.9
Índice de plasticidad	%	15.4
Clasificación SUCS		SC
Clasificación AASHTO		A-2-6 (1)

Denominación :

Arena arcillosa

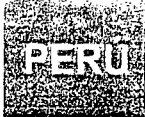
OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

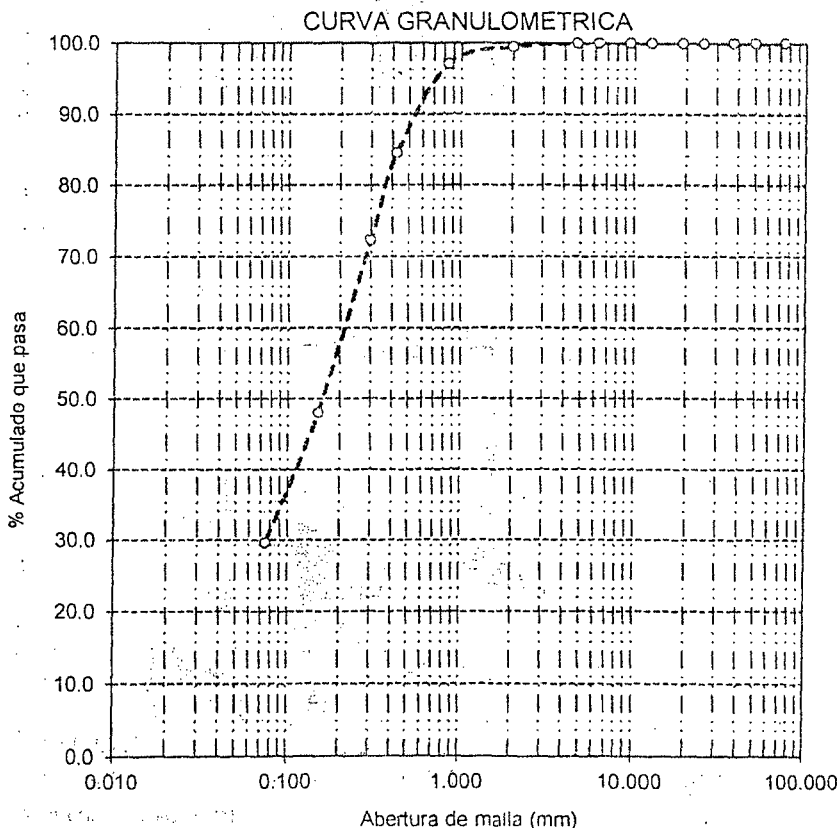
INFORME DE ENSAYO N° 3944-13

(PÁGINA 02 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO1 : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO2 : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

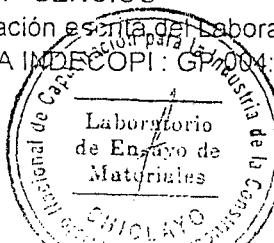
Calicata : C-5
 Muestra : M-4
 Profundidad : 1.55 - 1.80 mts



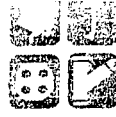
OBSERVACIONES:

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO N° 3944-14

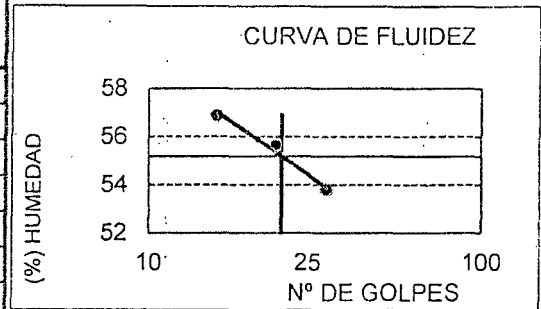
(PÁGINA 01 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berrios
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO₁ : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO₂ : SUELOS. Método de ensayo para determinar el limite líquido. Limite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Calicata : C-6
 Muestra : M-2
 Profundidad : 0.30 - 3.00 mts

Mallas		% Acumulado	
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa
3"	75.00	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	100.0
3/8"	9.50	0.0	100.0
1/4"	6.30	0.0	100.0
N°4	4.75	0.0	100.0
N°10	2.00	0.1	99.9
N°20	0.850	0.5	99.5
N40	0.425	1.6	98.4
N°50	0.300	3.5	96.5
N°100	0.150	10.4	89.6
N°200	0.075	20.6	79.4



Límite líquido	%	55.2
Límite plástico	%	30.0
Índice de plasticidad	%	25.2
Clasificación SUCS		MH
Clasificación AASHTO		A-7-5 (17)

Denominación :
 Limo de alta plasticidad con arena

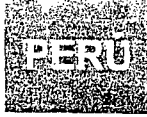
OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 1453E
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

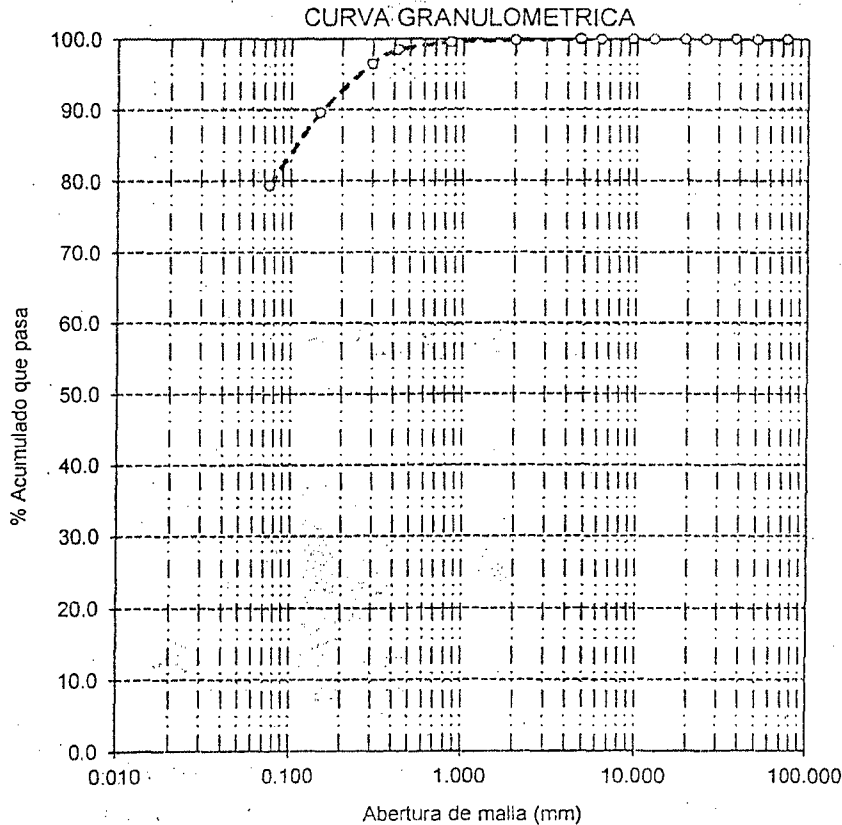
INFORME DE ENSAYO N° 3944-14

(PÁGINA 02 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berrios
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO1 : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO2 : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

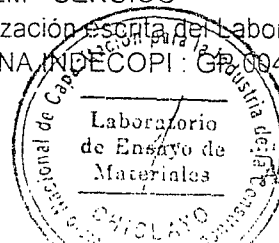
Calicata : C-6
 Muestra : M-2
 Profundidad : 0.30 - 3.00 mts



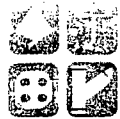
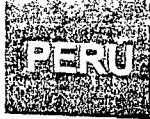
OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP.004.1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



[Signature]
Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO Nº 3944-15

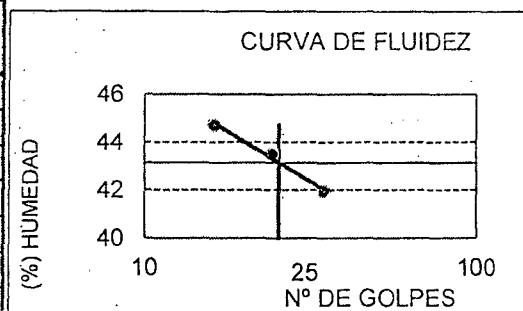
(PÁGINA 01 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO₁ : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422
 ENSAYO₂ : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Calicata : C-7
 Muestra : M-2
 Profundidad : 0.60 - 2.70 mts

Mallas		% Acumulado	
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa
3"	75.00	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	100.0
3/8"	9.50	0.0	100.0
1/4"	6.30	0.0	100.0
Nº4	4.75	0.0	100.0
Nº10	2.00	0.7	99.3
Nº20	0.850	3.3	96.7
N40	0.425	8.5	91.5
Nº50	0.300	15.1	84.9
Nº100	0.150	31.7	68.3
Nº200	0.075	46.4	53.6



Límite líquido	%	43.1
Límite plástico	%	27.6
Índice de plasticidad	%	15.5
Clasificación SUCS		ML
Clasificación AASHTO		A-7-6 [6]

Denominación :
 Limo arenoso de baja plasticidad

OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ingº A. Odar Cornejo.



A. Odar Cornejo
Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

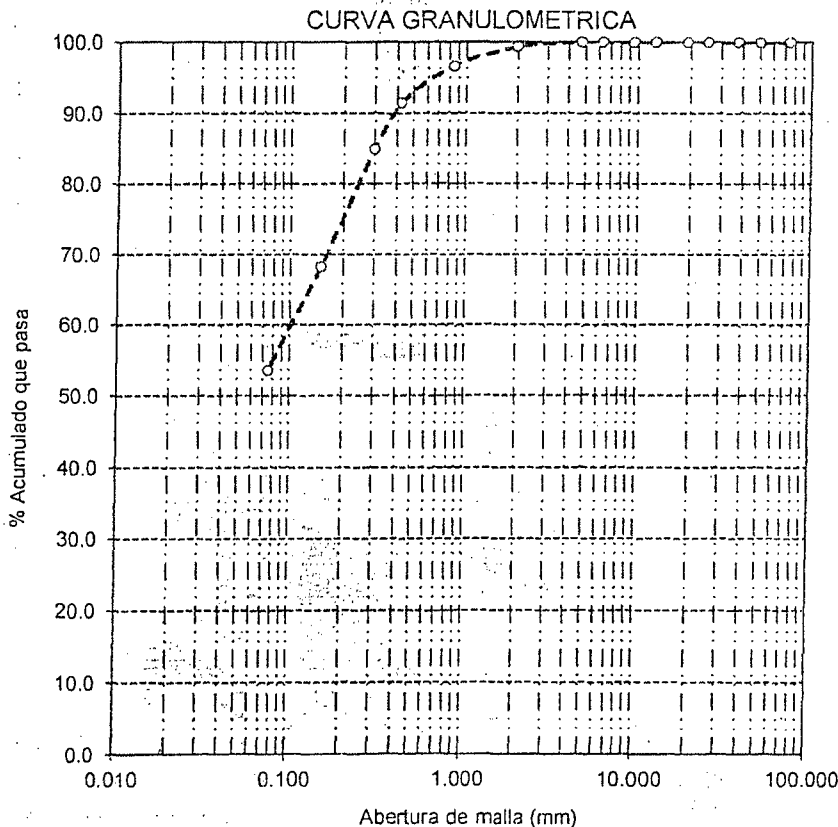
INFORME DE ENSAYO N° 3944-15

(PÁGINA 02 de 02)

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO1 : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.128 ASTM - D - 422
 ENSAYO2 : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

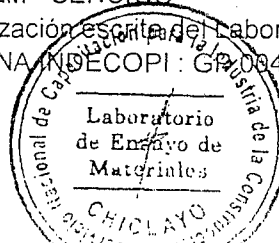
Calicata : C-7
 Muestra : M-2
 Profundidad : 0.60 - 2.70 mts



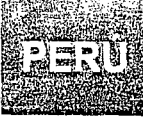
OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM - SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP.004.1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CHICLAYO

INFORME DE ENSAYO N° 3944-16

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. Ed.

REFERENCIA : N.T.P. 339.127 - 1998 / ASTM D-2216

Calicata	: C-1
Muestra	: M-2
Profundidad	: 1.15 - 1.90 mts
Contenido de humedad	% 29.6

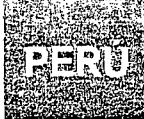
OBSERVACIONES :

- 1) Muestreo e identificación realizado por el LEM
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Ch.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



[Signature]
 Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CHICLAYO

INFORME DE ENSAYO N° 3944-17

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. Ed.

REFERENCIA : N.T.P. 339.127 - 1998 / ASTM D-2216

Calicata	: C-1
Muestra	: M-3
Profundidad	: 1.90 - 2.20 mts
Contenido de humedad	% 26.9

OBSERVACIONES :

- 1) Muestreo e identificación realizado por el LEM
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Ch.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo



Antonio Odar Cornejo
Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CHICLAYO

INFORME DE ENSAYO N° 3944-18

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. Ed.

REFERENCIA : N.T.P. 339.127 - 1998 / ASTM D-2216

<u>Calicata</u>	: C-2
<u>Muestra</u>	: M-2
<u>Profundidad</u>	: 0.80 - 1.30 mts

Contenido de humedad	%	32.4
----------------------	---	------

OBSERVACIONES :

- 1) Muestreo e identificación realizado por el LEM
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Ch.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo



Antonio Odar Cornejo
 Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CHICLAYO

INFORME DE ENSAYO N° 3944-19

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca:
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. Ed.

REFERENCIA : N.T.P. 339.127 - 1998 / ASTM D-2216

<u>Calicata</u>	: C-2
<u>Muestra</u>	: M-3
<u>Profundidad</u>	: 1.30 - 1.80 mts
<u>Contenido de humedad</u>	% 32.4

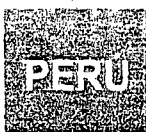
OBSERVACIONES :

- 1) Muestreo e identificación realizado por el LEM
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Ch.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo



[Signature]
Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



SENCICO
SERVICIO NACIONAL DE CAPACITACIÓN PARA
LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CHICLAYO

INFORME DE ENSAYO Nº 3944-20

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente Nº : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la
 Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un
 suelo. 1a. Ed.

REFERENCIA : N.T.P. 339.127 - 1998 / ASTM D-2216

Calicata	: C-2
Muestra	: M-4
Profundidad	: 1.80 - 2.10 mts
Contenido de humedad	% 28.3

OBSERVACIONES :

- 1) Muestreo e identificación realizado por el LEM
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Ch.
 Revisado por : Ingº A. Odar Cornejo



Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CHICLAYO

INFORME DE ENSAYO N° 3944-21

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. Ed.

REFERENCIA : N.T.P. 339.127 - 1998 / ASTM D-2216

Calicata	: C-3
Muestra	: M-2
Profundidad	: 0.50 - 1.60 mts
Contenido de humedad	% 34.9

OBSERVACIONES :

- 1) Muestreo e identificación realizado por el LEM
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Ch.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



[Signature]
Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CHICLAYO

INFORME DE ENSAYO N° 3944-22

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. Ed.

REFERENCIA : N.T.P. 339.127 - 1998 / ASTM D-2216

Calicata	: C-3
Muestra	: M-3
Profundidad	: 1.60 - 2.50 mts
Contenido de humedad	% 48.5

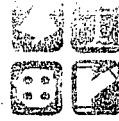
OBSERVACIONES :

- 1) Muestreo e identificación realizado por el LEM
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Ch.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
 Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CHICLAYO

INFORME DE ENSAYO N° 3944-23

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. Ed.

REFERENCIA : N.T.P. 339.127 - 1998 / ASTM D-2216

Calicata	: C-4
Muestra	: M-2
Profundidad	: 0.40 - 1.60 mts
Contenido de humedad	% 54.0

OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el LEM

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Ch.

Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo



Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CHICLAYO

INFORME DE ENSAYO N° 3944-24

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. Ed.

REFERENCIA : N.T.P. 339.127 - 1998 / ASTM D-2216

Calicata	: C-4
Muestra	: M-3
Profundidad	: 1.60 - 2.10 mts
Contenido de humedad	% 22.0

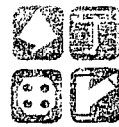
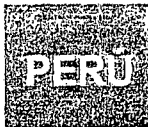
OBSERVACIONES :

- 1) Muestreo e identificación realizado por el LEM
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Ch.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
 Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 17586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CHICLAYO

INFORME DE ENSAYO N° 3944-25

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
Solicitante : Consorcio Illakan
Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la
Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un
suelo. 1a. Ed.

REFERENCIA : N.T.P. 339.127 - 1998 / ASTM D-2216

<u>Calicata</u>	: C-4
<u>Muestra</u>	: M-4
<u>Profundidad</u>	: 2.10 - 2.50 mts
Contenido de humedad	% 22.1

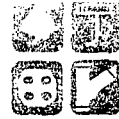
OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el LEM
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Ch.
Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
Antonio Odar Cornejo
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 14536
L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CHICLAYO

INFORME DE ENSAYO N° 3944-26

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. Ed.

REFERENCIA : N.T.P. 339.127 - 1998 / ASTM D-2216

Calicata	: C-5
Muestra	: M-2
Profundidad	: 0.50 - 0.95 mts
Contenido de humedad	% 40.1

OBSERVACIONES :

- 1) Muestreo e identificación realizado por el LEM
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Ch.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



[Signature]
Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CHICLAYO

INFORME DE ENSAYO Nº 3944-27

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente Nº : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. Ed.

REFERENCIA : N.T.P. 339.127 - 1998 / ASTM D-2216

<u>Calicata</u>	: C-5
<u>Muestra</u>	: M-3
<u>Profundidad</u>	: 0.95 - 1.55 mts
Contenido de humedad	% 45.0

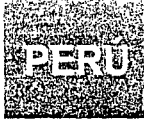
OBSERVACIONES :

- 1) Muestreo e identificación realizado por el LEM
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Ch.
 Revisado por : Ingº A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
 ANTONIO ODAR CORNEJO
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CHICLAYO

INFORME DE ENSAYO N° 3944-28

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. Ed.

REFERENCIA : N.T.P. 339.127 - 1998 / ASTM D-2216

<u>Calicata</u>	: C-5
<u>Muestra</u>	: M-4
<u>Profundidad</u>	: 1.55 - 1.80 mts
Contenido de humedad	% 20.4

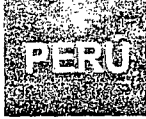
OBSERVACIONES :

- 1) Muestreo e identificación realizado por el LEM
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Ch.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
 Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CHICLAYO

INFORME DE ENSAYO Nº 3944-29

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente Nº : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. Ed.

REFERENCIA : N.T.P. 339.127 - 1998 / ASTM D-2216

Calicata	: C-6
Muestra	: M-2
Profundidad	: 0.30 - 3.00 mts
Contenido de humedad	% 39.7

OBSERVACIONES :

- 1) Muestreo e identificación realizado por el LEM
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Ch.
 Revisado por : Ingº A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CHICLAYO

INFORME DE ENSAYO N° 3944-30

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. Ed.

REFERENCIA : N.T.P. 339.127 - 1998 / ASTM D-2216

<u>Calicata</u>	: C-7	
<u>Muestra</u>	: M-2	
<u>Profundidad</u>	: 0.60 - 2.70 mts	
Contenido de humedad		41.0

OBSERVACIONES :

- 1) Muestreo e identificación realizado por el LEM
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Ch.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
 Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO N° 3944-31

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

REFERENCIA : NTP 339.152 / USBR E - 8

<u>Calicata</u> : C-1		
<u>Muestra</u> : M-2		
<u>Profundidad</u> : 1.15 - 1.90 mts		
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	0
Constituyentes de sales solubles totales	%	0.00

OBSERVACIONES :

- 1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM SENCICO
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Ch.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO N° 3944-32

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Saionón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012.

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

REFERENCIA : NTP 339.152 / USBR E - 8

<u>Calicata</u> : C-2		
<u>Muestra</u> : M-3		
<u>Profundidad</u> : 1.30 - 1.80 mts		
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	1200
Constituyentes de sales solubles totales	%	0.12

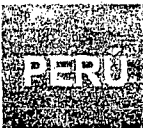
OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM SENCICO
 El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Ch.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO N° 3944-33

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

REFERENCIA : NTP 339.152 / USBR E - 8

<u>Calicata</u> : C-3		
<u>Muestra</u> : M-2		
<u>Profundidad</u> : 0.50 - 1.60 mts		
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	1200
Constituyentes de sales solubles totales	%	0.12

OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Ch.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



[Signature]
Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO N° 3944-34

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

REFERENCIA : NTP 339.152 / USBR E - 8

<u>Calicata</u> : C-4		
<u>Muestra</u> : M-2		
<u>Profundidad</u> : 0.40 - 1.60 mts		
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	3200
Constituyentes de sales solubles totales	%	0.32

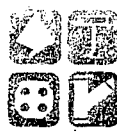
OBSERVACIONES :

- 1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM SENCICO
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Ch.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



[Signature]
 Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO N° 3944-35

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

REFERENCIA : NTP 339.152 / USBR E - 8

<u>Calicata</u> : C-5		
<u>Muestra</u> : M-3		
<u>Profundidad</u> : 0.95 - 1.55 mts		
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	4000
Constituyentes de sales solubles totales	%	0.40

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM SENCICO
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Ch.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
 Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO N° 3944-36

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berrios
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

REFERENCIA : NTP 339.152 / USBR E - 8

<u>Calicata</u> : C-6		
<u>Muestra</u> : M-2		
<u>Profundidad</u> : 0.30 - 3.00 mts		
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	3200
Constituyentes de sales solubles totales	%	0.32

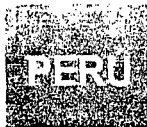
OBSERVACIONES :

- 1) Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM SENCICO
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Ch.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
 Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO N° 3944-37

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berrios
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Junio del 2012

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

REFERENCIA : NTP 339.152 / USBR E - 8

<u>Calicata</u> : C-7		
<u>Muestra</u> : M-2		
<u>Profundidad</u> : 0.60 - 2.70 mts		
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	2400
Constituyentes de sales solubles totales	%	0.24

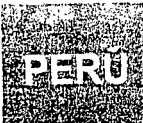
OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el personal Tec. LEM SENCICO
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Ch.
 Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 17586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo.

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berrios
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Lugar : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.

Fecha de excavación : 13/06/2012 Calicata : C - 1
 Fecha de muestreo : 13/06/2012 Nivel freático : No Presenta

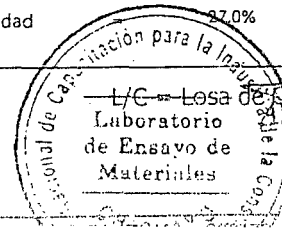
REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad (m)	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.0	A C I E L O	M-1			Relleno sin Compactar
0.1					
0.2					
0.3					
0.4					
0.5					
0.6					
0.7					
0.8					
0.9					
1.0					
1.1					
1.2	A B I E R T O	M-2		MH A-7-5 (15)	Limo de alta plasticidad con arena de color marrón
1.3					
1.4					
1.5					
1.6					
1.7					
1.8					
1.9					
2.0	M-3	/ / / / /	CH A-7-6 (15)	Arcilla arenosa de alta plasticidad de color beige	
2.1					
2.2					

Observaciones:

M = Muestra

C = Calicata



L/C - Losa de concreto
 Laboratorio de Ensayo de Materiales
 Ing. Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



SENCICO
SERVICIO NACIONAL DE CAPACITACIÓN PARA
LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo.

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berrios
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la
 Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Lugar : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de excavación : 13/06/2012 Calicata : C - 2
 Fecha de muestreo : 13/06/2012 Nivel freático : No Presenta

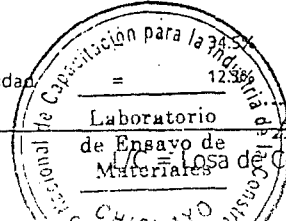
REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad	Tipo de	Muestra	Símbolo	Clasificación	Descripción visual (IN-SITU)
0.0 (m)	Excavación	Nº		SUCS	
0.1	A C I E L O A B I E R T O	M-1			Relleno sin Compactar
0.2					
0.3					
0.4					
0.5					
0.6					
0.7					
0.8					
0.9	M-2			MH A-7-5 (13)	Limo arenoso de alta plasticidad de color amarillento verdusco presencia de piedras
1.0					Limite Liquido = 54.2%
1.1					Índice de Plasticidad = 22.4%
1.2					Contenido de Humedad = 32.4%
1.3					
1.4	M-3			ML A-7-6 (11)	Limo de baja plasticidad con arena color verdusco
1.5					Limite Liquido = 46.5%
1.6					Índice de Plasticidad = 17.0%
1.7					Contenido de Humedad = 32.4%
1.8					Sales Solubles Totales = 0.12%
1.9	M-4	\	\	SC A-6 (1)	Arena arcillosa color negro
2.0					Limite Liquido = 12.3%
2.1					Índice de Plasticidad =

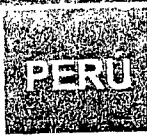
Observaciones:

M = Muestra

C = Calicata



Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14526
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo.

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berrios
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Lugar : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.

Fecha de excavación : 13/06/2012. Calicata : C - 3
 Fecha de muestreo : 13/06/2012. Nivel freático : No Presenta

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

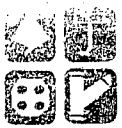
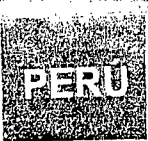
Profundidad	(m)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.0			M-1			Relleno sin compactar, capa de afirmado
0.1						
0.2						
0.3						
0.4						
0.5		A C I E L O A B I E R T O	M-2		MH A-7-5 (14)	Limo de alta plasticidad con arena, de color marrón Limite Líquido = 52.2% Índice de Plasticidad = 19.5% Contenido de Humedad = 34.9% Sales Solubles Totales = 0.12%
0.6						
0.7						
0.8						
0.9						
1.0						
1.1						
1.2						
1.3						
1.4						
1.5						
1.6			M-3	//	CH A-7-6 (16)	Arcilla de alta plasticidad, de color amarillo Limite Líquido = 81.5% Índice de Plasticidad = 52.1% Contenido de Humedad = 48.5%
1.7						
1.8						
1.9						
2.0						
2.1						
2.2						
2.3						
2.4						
2.5						
2.6						Filtración
2.7						Piedra de 8" a más

Observaciones:

M = Muestra

C = Calicata

Antonio Odar Carnejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO
 Laboratorio de Ensayo de Materiales de Concreto



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo.

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Lugar : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de excavación : 13/06/2012 Calicata : C - 4
 Fecha de muestreo : 13/06/2012 Nivel freático : No Presenta

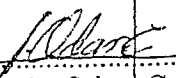
REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad	Tipo de	Muestra	Símbolo	Clasificación	Descripción visual (IN-SITU)	
0.0 (m)	Excavación	Nº		SUCS		
0.1	A C I E L O A B I E R T O	M-1	T		Relleno sin compactar, afirmado de color amarillo piedras de diámetro de 2" a 3"	
0.2						
0.3						
0.4						
0.5		M-2	V	V	ML A-7-5 (5)	Limo arenoso de baja plasticidad de color amarillento verduzco
0.6						Limite Liquido = 48.7%
0.7						Índice de Plasticidad = 12.1%
0.8						Contenido de Humedad = 54.0%
0.9						Sales Solubles.Totales = 0.32%
1.0						
1.1						
1.2						
1.3						
1.4						
1.5						
1.6		M-3	D	D	SC A-6 (3)	Arena arcillosa color verduzco
1.7						Limite Liquido = 35.4%
1.8						Índice de Plasticidad = 17.3%
1.9						Contenido de Humedad = 22.0%
2.0						
2.1		M-4	D	D	SC A-2-6 (2)	Arena arcillosa, color amarillenta
2.2						Limite Liquido = 35.5%
2.3						Índice de Plasticidad = 20.7%
2.4						Contenido de Humedad = 22.1%
2.5						

Observaciones:

M = Muestra

C = Calicata


Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO
 Laboratorio de Ensayo de Materiales
 L.C. Losa de Concreto



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo.

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Lugar : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de excavación : 13/06/2012 Calicata : C - 5
 Fecha de muestreo : 13/06/2012 Nivel freático : No Presenta

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

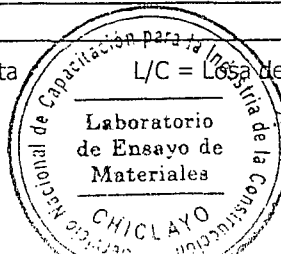
Profundidad	Tipo de	Muestra	Símbolo	Clasificación	Descripción visual (IN-SITU)
0.0 (m)	Excavación	Nº		SUCS	
0.1	A	M-1			Relleno sin Compactar, afirmado de color amarillento Piedras de diámetro 2 a 3"
0.2					
0.3					
0.4					
0.5					
0.6	C I E L O	M-2		CH A-7-5 (16)	Arcilla de alta plasticidad de color amarillento verdusco Limite Liquido = 86.4% Índice de Plasticidad = 49.5% Contenido de Humedad = 40.1%
0.7					
0.8					
0.9					
1.0	A B I E R T O	M-3		CH A-7-6 (16)	Arcilla de alta plasticidad de color amarillento Limite Liquido = 79.6% Índice de Plasticidad = 50.2% Contenido de Humedad = 45.0% Sales Solubles Totales = 0.40%
1.1					
1.2					
1.3					
1.4					
1.5	M-4			SC A-2-6 (1)	Arena Arcillosa de color negro Limite Liquido = 28.3% Índice de Plasticidad = 15.4%
1.6					
1.7					
1.8					Filtración

Observaciones:

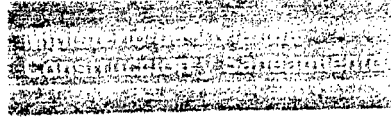
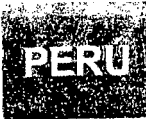
M = Muestra

C = Calicata

L/C = Losa de Concreto



Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo.

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berrios
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Lugar : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de excavación : 13/06/2012 Calicata : C - 6
 Fecha de muestreo : 13/06/2012 Nivel freático : No Presenta

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad	Tipo de	Muestra	Símbolo	Clasificación	Descripción visual (IN-SITU)
0.0 (m)	Excavación	Nº		SUCS	
0.1		M-1			Afirmado sin compactar de color amarillento piedras de diámetro de 2" a 3"
0.2					
0.3					
0.4	A C I E L O A B I E R T O	M-2		MH A-7-5 (17)	Límo de alta plasticidad con arena, de color negro ligeramente putrefacto Limite Liquido = 55.2% Índice de Plasticidad = 25.2% Contenido de Humedad = 39.7% Sales Solubles Totales = 0.32%
0.5					
0.6					
0.7					
0.8					
0.9					
1.0					
1.1					
1.2					
1.3					
1.4					
1.5					
1.6					
1.7					
1.8					
1.9					
2.0					
2.1					
2.2					
2.3					
2.4					
2.5					
2.6					
2.7					
2.8					
2.9					
3.0					



Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO

Observaciones:

M = Muestra

C = Calicata

L/C = Losa de Concreto



SENCICO
SERVICIO NACIONAL DE CAPACITACIÓN PARA
LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo.

Expediente : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Proyecto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la
 Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Lugar : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de excavación : 13/06/2012 **Calicata : C - 7**
 Fecha de muestreo : 13/06/2012 **Nivel freático : No Presenta**

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (m)	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.1		M-1			Afirmado sin compactar de color amarillento pedras de diámetro de 2" a 3"
0.2					
0.3					
0.4					
0.5					
0.6					
0.7	A C I E L O A B I E R T O	M-2		ML A-7-6 (6)	Limo arenoso de baja plasticidad, de color negro ligeramente putrefacto Limite Líquido = 43.1% Índice de Plasticidad = 15.5% Contenido de Humedad = 41.0% Sales Solubles Totales = 0.24%
0.8					
0.9					
1.0					
1.1					
1.2					
1.3					
1.4					
1.5					
1.6					
1.7					
1.8					
1.9					
2.0					
2.1					
2.2					
2.3					
2.4					
2.5					
2.6					
2.7					



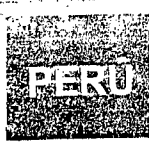
[Signature]
Antonio Odar Cornejo
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 14586
L.E.M. - CHICLAYO

Observaciones:

M = Muestra

C = Calicata

L/C = Losa de Concreto



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO N° 3944-38

(Pág. 01 de 02)

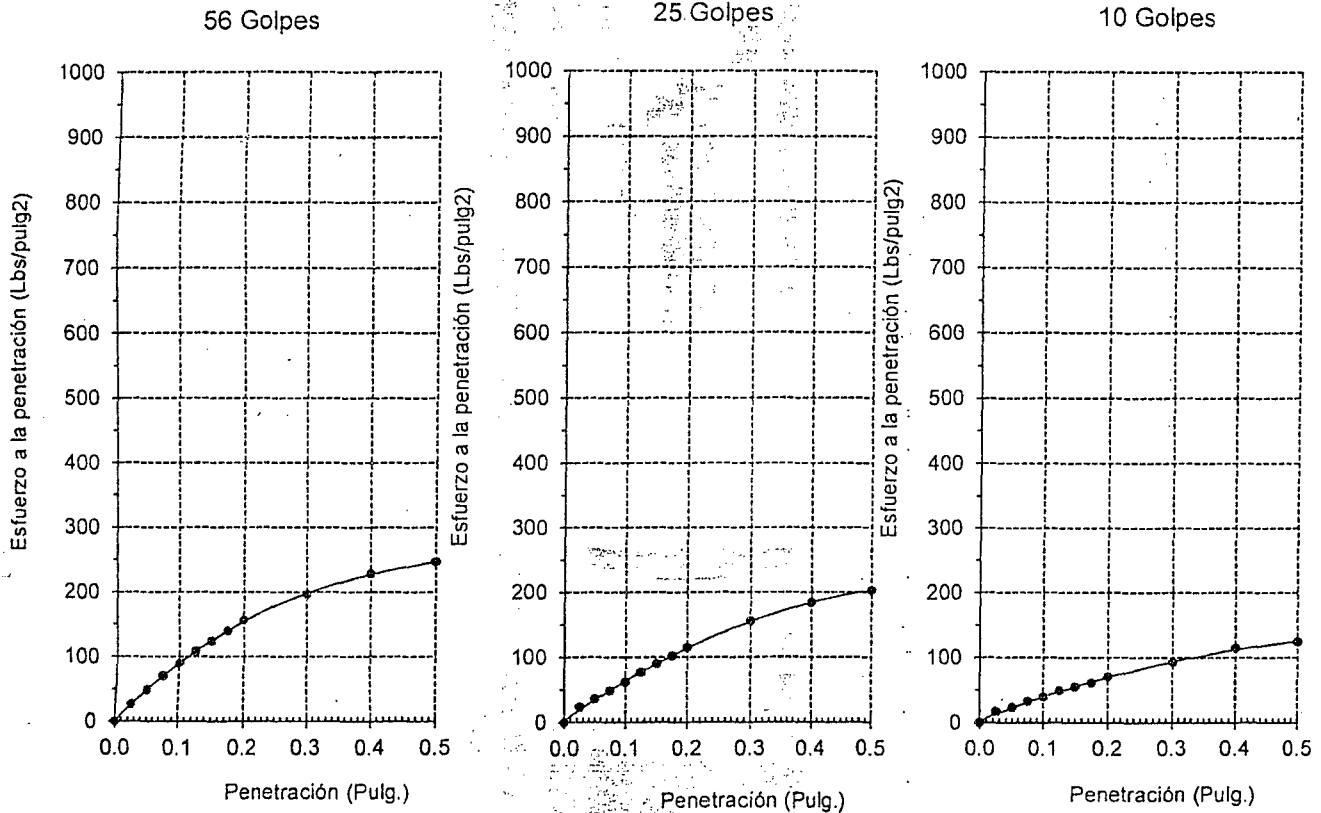
Expediente N° : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berríos
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 28 de Junio del 2012

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra : Calicata : C-2
 Profundidad : 1.80 mts.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



OBSERVACIONES :

El muestreo e identificación realizado por el Solicitante.
 El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos

Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



[Signature]
Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO N° 3944-38

(Pág. 02 de 02)

Expediente N° : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Atención : Ing. Miguel A. Silva Berrios
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 28 de Junio del 2012

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra : Calicata : C-2
 Profundidad : 1.80 mts.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.571 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	26.70 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	8.9	1.579	1.2	0.1"	100	8.4
02	25	6.0	1.513	1.2	0.1"	95	4.1
03	10	3.6	1.488	0.8	0.2"	100	9.9
					0.2"	95	5.0

Diagrama de Proctor

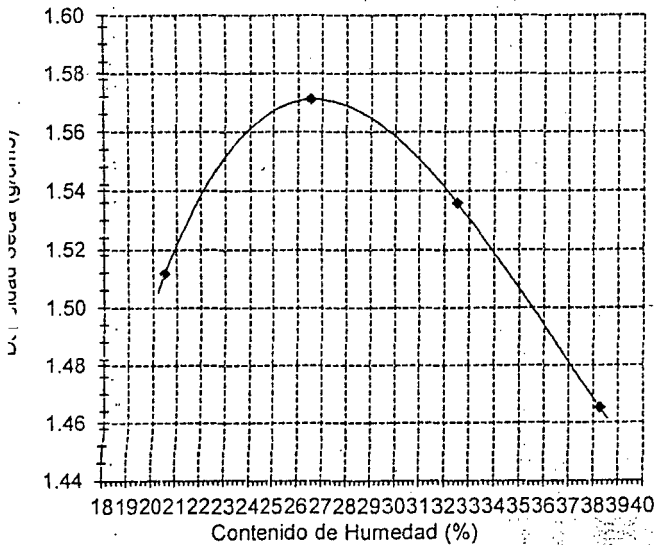
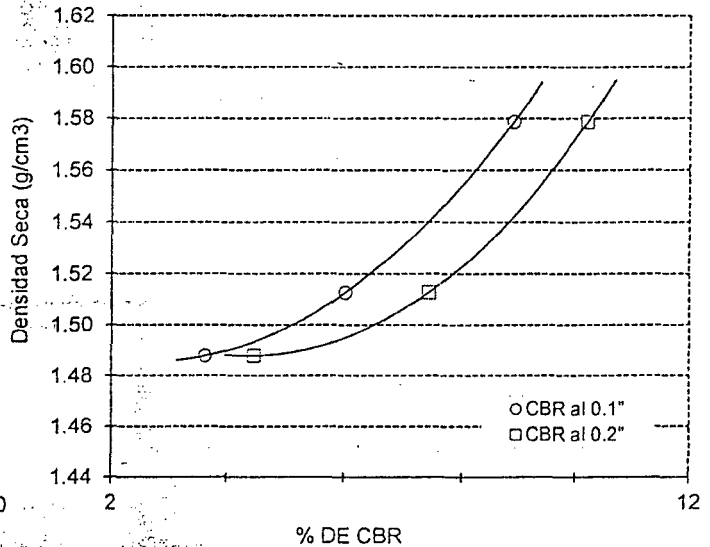


Diagrama de CBR vs Densidad



OBSERVACIONES :

Muestreo e identificación realizado por el Solicitante.

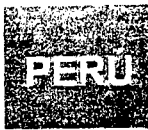
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos

Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14526
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO Nº 3944-39

(Pág. 01 de 02)

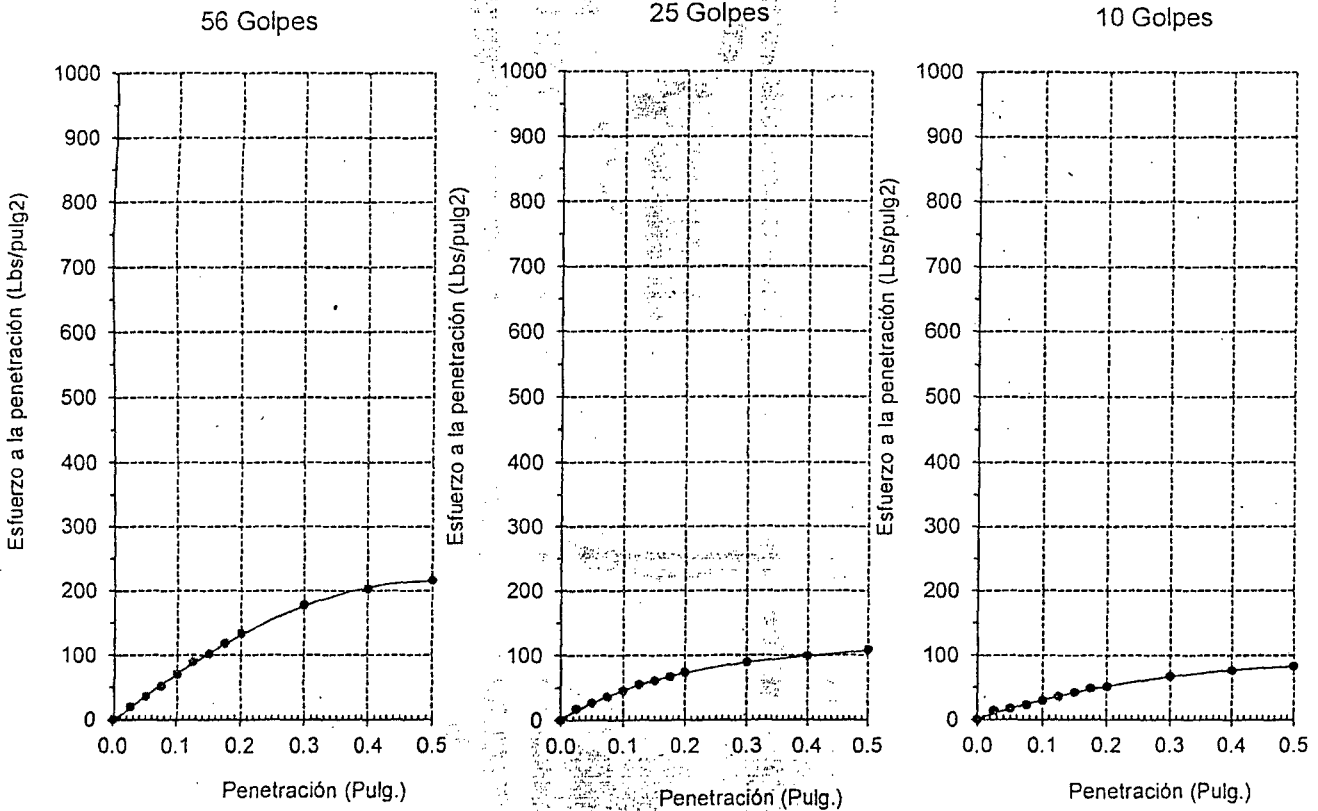
Expediente Nº : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
 Solicitante : Consorcio Illakan
 Ejecución : Ing. Miguel A. Silva Berrios
 Obra : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
 Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 28 de Junio del 2012

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra : Calicata : C-6
 Profundidad : 3.00 mts

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A 56, 25 y 10 golpes.



OBSERVACIONES :

) Muestreo e identificación realizado por el Solicitante.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos

Revisado por : Ingº A. Odar Cornejo.




Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

INFORME DE ENSAYO N° 3944-39

(Pág. 02 de 02)

Expediente N° : 346 - 2012 L.E.M. SENCICO - Chiclayo
Solicitante : Consorcio Illakan
Intención : Ing. Miguel A. Silva Berrios
Objeto : Construcción de Pavimentación de la Av. Salomón Vilchez Murga desde la Calle Juan Z. Montenegro hasta la Calle Las Industrias - Cutervo
Lugar de Ubicación : Dist. Cutervo, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
Fecha de emisión : Chiclayo, 28 de Junio del 2012

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra : Calicata : C-6
 Profundidad : 3.00 mts.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON

Máxima densidad seca	1.704 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	17.08 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	7.2	1.697	2.3	0.1"	100	7.5
02	25	4.4	1.630	3.7	0.1"	95	3.9
03	10	2.9	1.599	3.9	0.2"	100	9.2
					0.2"	95	4.3

Diagrama de Proctor

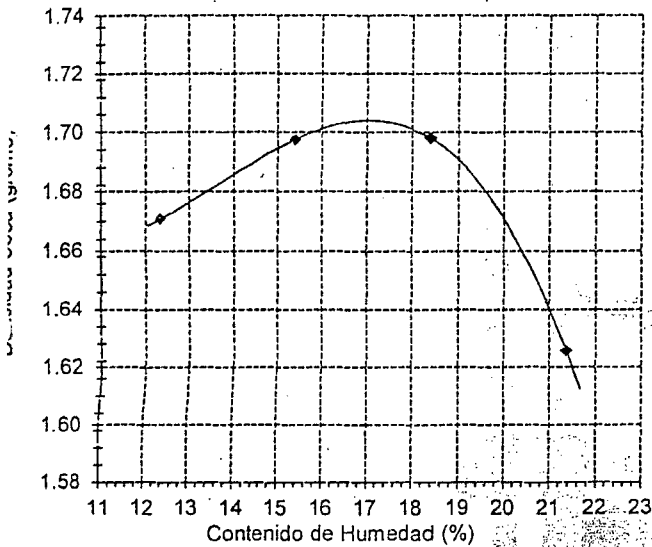
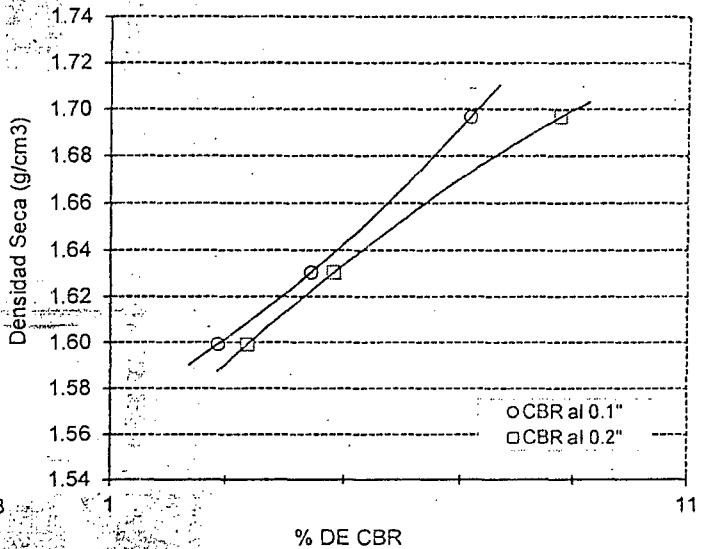


Diagrama de CBR vs Densidad



OBSERVACIONES :

1) Muestreo e identificación realizado por el Solicitante.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Realizado por : Téc. LEM Oscar Gastelo Chirinos

Revisado por : Ing° A. Odar Cornejo.



Antonio Odar Cornejo
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14586
 L.E.M. - CHICLAYO