

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Estabilización de suelos de la avenida 2 del caserío de
Pueblo Libre Nuevo, adicionando 3% y 5% de la ceniza de
schinus molle de horno artesanal, Distrito de Pueblo Libre –
Huaylas – Ancash.**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil

Autor

Ramirez Jara Israel Edu

Asesor

Rogelio Castañeda Gamboa

Caraz – Perú

2018

Título:

**“ESTABILIZACIÓN DE SUELO DE LA AVENIDA 2
DEL CASERÍO DE PUEBLO LIBRE NUEVO,
ADICIONANDO 3% y 5% DE LA CENIZA DE SCHINUS
MOLLE DE HORNO ARTESANAL, DISTRITO DE
PUEBLO LIBRE – HUAYLAS – ANCASH “**

PALABRA CLAVE**PALABRA CLAVE**

Tema	Estabilización de Suelos
Especialidad	Pavimentos

KEY WORDS

Topic	Soil stabilization
Especialización	floors

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE PREGRADO

PROGRAMA	LINEA DE INVESTIGACION	OBJETIVO	OCDE			Sub – líneas o Campos de Investigación
			Área	Sub área	Disciplina	
INGENIERIA CIVIL	Transporte	Innovar en el diseño de infraestructura del transporte procurando una mejor calidad del producto y/o servicio, seguridad y sostenibilidad.	2. Ingeniería y tecnología	2.1. Ingeniería civil	.ingeniería del transporte	Planeamiento y Desarrollo de Infraestructura Vial.

Resumen

El País adolece aun con más del 60% de Infraestructura Vial inadecuada, y en este contexto se presentan innumerables suelos con características mecánicas inapropiadas para la construcción de avenidas por lo cual era necesario el empleo de materiales de préstamo, para sustituir a aquellos suelos deficientes, lo que implica mayores costos en su construcción por el transporte de estos materiales de mejor calidad

El presente estudio se realizó para mejorar la resistencia del afirmado de bajo CBR usando uso de la ceniza de Schinus Molle materia, que fue utilizado en beneficio de la ingeniería y de la población en la estabilización de avenidas rurales y locales. Debido que dentro sus componentes se han encontrado residuos puzolánicos en este material, con lo cual se demostraremos que el material es utilizable en mejorar la resistencia del afirmado de bajo CBR en avenidas del Distrito de Pueblo Libre la provincia de Huaylas. De ser así, tendremos materia prima para mejorar la resistencia de la base de la avenida, el cual beneficiaría mucho a la población, utilizando adición de schinus molles en porcentaje adecuados según resultados de laboratorios de suelos

ABSTRACT

The country suffers even with more than 60% of adequate road infrastructure, and in this context there are innumerable soils with mechanical characteristics inappropriate for the construction of avenues, which is why it is necessary to use loan materials, to replace those deficient soils, Which involves higher costs in its construction by the transport of these materials of better quality

The present study consists of improving the resistance of low CBR asserted ash using Schinus Molle ash from Craft Furnace material, can be used for the benefit of engineering and population in the stabilization of rural and local avenues. Because its components have been found pozzolanic residues in this material, which will demonstrate if material is usable in improving the resistance of the low CBR asserted in avenues in the province of Huaylas. If so, we will have raw material to improve the resistance of the base of the avenue, which would greatly benefit the population, using addition of schinus molles in percentage suitable according to results of soil laboratories

Índice general

Contenido	pagina
Título	i
Palabra clave – key words – línea de investigación	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Índice	v
I. Introducción	01
II. Metodología	19
III. Resultados	23
IV. Análisis y Discusión	36
V. Conclusiones	39
VI. Recomendaciones	40
VII. Agradecimiento	41
VII). Referencia Bibliográfico	42
IX. Anexos y Apéndice	44

Lista de Tablas

Contenido	página
Tabla N° 01: Variable Dependiente	17
Tabla N° 02: Variable Independiente	17
Tabla N° 03: Diseño en Bloque Completo al Azar	20
Tabla N° 04: Técnicas e Instrumentos de Investigación	21
Tabla N° 05: Ensayos de laboratorio según NTP.	26
Tabla N° 06: Ensayos de laboratorio según NTP.	29
Tabla N° 07: CBR Avenida Pueblo Libre	29
Tabla N° 08: CBR Avenida Pueblo Libre con adición de 3% de shinus molle	31
Tabla N° 09: Grafica informativa de la Avenida Pueblo Libre	31
Tabla N° 10: Cuadro de Vías de Acceso a Canteras	33
Tabla N° 11: Normas Técnicas Peruanas de Investigación de campo, Ensayos De Laboratorio Requisitos de los materiales y Pruebas de Control.	43

Lista de gráficos

Contenido	página
Grafico N°01: Resultado del CBR de la Avenida Pueblo Libre	36
Grafico N°02: Resultado del CBR Mezcla optima del Afirmado Adicionado el 3% de CSM al 90 %	36
Grafico N°03: Resultado del CBR Adicionando el 3% y 5 % de Ceniza de Schinus Molle	37
Grafico N°04: Curvas del CBR Afirmado de la Avenida Pueblo Libre Adicionando el 3 y 5 % y 0% de la Ceniza de Shinus Molle y 0.	37

Lista de figuras.

Contenido	página
Figura N° 01: Tamaño Del Grano de los Tipos de Suelos	07
Figura N° 02: EL método cuadrado	24
Figura N° 03: EL método cuadrado (tabla n°2.5)	24
Figura N° 04: Requerimiento del Agregado fino de base Granular	30
Figura N° 05: Valor Relativo de Soporte, CBR	30
Figura N° 06: Requerimiento del agregado grueso de base granular	30

I. Introducción

Hueso – Nicaragua (2009). En su investigación “Estabilización de suelos con cal en caminos de baja intensidad vehicular en el salvador” nos indica que:

La construcción de vías es bastante elevada y de igual manera el mantenimiento de las existentes, debido al rápido deterioro que sufren a causa de diferentes factores, principalmente climatológicos. El empedrado fraguado y balastrado de calles es comúnmente utilizado en vías de baja intensidad o caminos rurales, sin obtener resultados satisfactorios, debido a que cada año el invierno causa deterioros progresivos tanto en la superficie como en la estructura del mismo. Puede ayudar a resolver este problema la aplicación de cal siempre y cuando el suelo del lugar presente cierta plasticidad.

Concluye.

- El muestreo de campo y la reducción de muestra para cada ensayo en particular, fueron realizados conforme a su norma respectiva.
- Esta investigación sobre la estabilización con cal, sobre el comportamiento de los suelos y este agente estabilizador (cal), técnica con muy poca divulgación y poco implementada en El Salvador.
- La adición de cal disminuye la plasticidad del suelo, reduciendo de igual manera su cohesión, y la resistencia en los primeros días de curado; razón por lo cual, la resistencia a compresión a temprana edad en probetas elaboradas con suelo natural son superiores que las de mezcla suelo-cal.
- La adición de cal disminuye considerablemente la plasticidad de los suelos, para este suelo en particular con el porcentaje óptimo de cal (determinado bajo la norma ASTM D 6276), se reduce esta propiedad a cero (0), provocando además un considerable cambio en su granulometría y de igual manera en su clasificación, pasando de un suelo arcilloso (CL) a ser un suelo limoso (ML).
- La ganancia de resistencia a la compresión en suelos estabilizados con cal, depende de diversos factores como el buen diseño de la mezcla suelo-cal, tipo de cal implementada, mineralogía del suelo y proceso constructivo de la capa suelo

cal, de ahí la importancia de establecer un plan de control de calidad que asegure la correcta ejecución de todas las etapas antes mencionadas.

- La ganancia de resistencia a compresión simple confinada de probetas elaboradas con la energía de compactación AASHTO T 180 y AASHTO T 99 para 3 días con curado estándar, fue entre 20 y 30%, a los 7 días entre 40 y 50%, y a los 28 días entre 60 y 70%, de la resistencia obtenida a los 90 días.

Gutiérrez- Perú (2010). En su investigación de “Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (bischofita) frente al cloruro de calcio” nos presenta los siguientes resultados:

El mejoramiento de los suelos ha atendido a diversos requerimientos, tales como la resistencia al esfuerzo cortante, la deformabilidad o compresibilidad, la estabilidad volumétrica ante la presencia de agua, entre otros; buscando en todos los casos, un buen comportamiento esfuerzo deformación de los suelos y de la estructura que se coloque sobre ellos, a lo largo de su vida útil. En los terrenos arcillosos, particularmente en climas áridos o semiáridos, es altamente probable encontrar problemas relacionados con las inestabilidades volumétricas ante la ganancia o pérdida de agua.

Concluye.

1. El Cloruro de magnesio hexahidratado es una sal muy Higroscópica (H.R.= 32%) por lo cual funcionaria muy bien en regiones con climas secos
2. El cloruro de calcio con su H.R.=42% se adecua mejor a las condiciones climáticas del Perú.
3. Para el cloruro de magnesio se necesitan altas cantidades para tener altas concentraciones (28%) que a comparación del cloruro de calcio no sucede así.

Impacto social

Los proyectos de estabilización para las carreteras de bajo volumen de tránsito son “bienes públicos” que tienen diversos efectos –costos y beneficios- para distintos agentes sociales. Los beneficios de la estabilización pueden resumirse en:

- Incrementar y desarrollar nuevas actividades productivas. - Incorporar áreas a las actividades turísticas. Disminuir los costos de transporte. Consolidar la soberanía nacional.
- Fomentar la integración regional. Los beneficiarios de los proyectos de estabilizadas son: - Los habitantes de los pueblos por donde pasa la avenida.

Impacto ambiental

De los estudios realizados y de las experiencias efectuadas se puede determinar que la Bischofita: - Aplicada en una obra vial tiene un mediano impacto ambiental sobre el suelo. - Tiene impacto ambiental sobre los recursos hídricos si la solución es derramada directamente sobre ellos. - Es controlable con una adecuada aplicación. - Aplicada no tiene impacto ambiental sobre la calidad del aire polvo levantado desde la avenida estabilizada.

Debe ser transportado con una hoja de seguridad. La Bischofita actúa como un supresor de polvo liberado en las avenidas a nivel de Afirmado.

Conclusiones

1. Se ha demostrado técnica, económica y ambientalmente que el Cloruro de Magnesio Hexahidratado tiene grandes desventajas frente al Cloruro de Calcio.
2. Con los grandes Salares los cuales se producen Cloruro de Calcio ubicados en Huacho y Lima se pueden estabilizar a un bajo costo las Carreteras de BVT de la Costa Norte, Centro y Sur del Perú.
3. Para las Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito es conveniente privilegiar la creación de carreteras más económicas que sería con el Cloruro de Calcio, el cual presenta mejores aspectos técnicos, económicos y ambientales.

4. El Cloruro de Calcio se puede utilizar como primera alternativa para la estabilización y habilitación de caminos temporales, ya que cumplen con las expectativas de economía y duración en zonas de la Sierra Peruana.

Choque - Perú (2012). En su investigación de; evaluación de aditivos químicos en la eficiencia de la conservación de superficies de rodadura en carreteras no pavimentadas, nos indica que las carreteras no pavimentadas se deterioran más rápido con respecto a una vía pavimentada. Las partículas finas al aglutinarse con los agregados gruesos expuestos al medio ambiente pierden humedad; y con la acción física externa del tránsito vehicular genera disgregamiento superficial, convirtiéndose así en polvo particulado y posteriormente aparecen fallas superficiales como baches, ondulaciones, etc. Para poder conservar dichas superficies y que no experimenten un deterioro acelerado en el tiempo, se propuso aplicar dos aditivos químicos (Cloruro de Calcio y producto en base a enzimas) como alternativas de solución. Se aplicaron éstos aditivos in situ de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, al tipo de suelo y de dos variables determinantes para su aplicación respectiva: El Índice de plasticidad y el porcentaje de finos que pasan la malla N°200. La construcción de estos sectores de prueba estuvo sujeta a las mismas condiciones de clima, mismas condiciones geométricas de tráfico vehicular y del mismo tipo de suelo (aporte de material de cantera). Luego de hacer el monitoreo después de aplicado, estos productos se compararán y proyectarán su desempeño en el tiempo por medio de dos indicadores: El Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y el Índice de Condición en Vía No Pavimentada (ICVNP). Con los resultados obtenidos se pretende incentivar las posteriores investigaciones de la gran gamma de aditivos químicos que existen en el medio y bajo condiciones determinadas poder proponer su utilización en la conservación superficial de la carpeta de rodadura en una vía no pavimentada.

Concluye

- El sector patrón (sector sin aditivo) ha tenido un mejor comportamiento
 - El costo de la recurrencia, en el sector sin aditivo, en la intervención cuando el deterioro superficial llega a un IRI de 8 (necesidad de intervención cuando

necesita mantenimiento), es mucho menor en el tiempo con respecto a los sectores tratados. El tiempo de recurrencia es mayor en el sector sin aditivo. En lo que respecta al deterioro superficial en el tiempo que fue aplicado.

- Todos los sectores tuvieron buen comportamiento en los primeros 40 días. Después de los 80 días comenzaron a tener un deterioro más acelerado (baches y mayor rugosidad) debido a que se intensificaron las precipitaciones llegando a un acumulado de 80 mm. Aproximadamente.
- Los sectores en donde se aplicaron los aditivos después de 117 días de aplicación, presentaron mayor variación del IRI con respecto al tramo patrón. En el sector B (cloruro de calcio) aumento 107% y en el sector C (enzimático) aumento en un 62% con respecto al sector A (sin aditivo) que presentó variación de un 45%.
- El sector tratado con cloruro de calcio, presenta el mayor deterioro en lo que respecta a la rugosidad. Su variación es del 107% con respecto al IRI inicial del sector patrón sin aditivo (IRI patrón
- El sector con aplicación de cloruro de calcio, debido a las lluvias, presentó lavado de finos y formación de franjas de barro. (=4.50)
- Los dos sectores tratados con cloruro de calcio y producto enzimático presentaron la formación de baches después de los 80 días de aplicados.
- El sector con cloruro de calcio presentó un deterioro más acelerado por la formación de baches de severidad moderada inicialmente.

Justificación de la Investigación:

Cuando un suelo presenta resistencia suficiente para no sufrir deformaciones ni desgastes inadmisibles por la acción de uso de los agentes atmosféricos y conserva además esta condición bajo los efectos climatológicos normales en la localidad, se dice que el suelo es estable. El suelo natural en ciertas condiciones cuenta con la composición granulométrica y la plasticidad así como el grado de humedad necesario para que, una vez compactado presente las propias propiedades mecánicas que lo hacen idóneo como firme para camino.

La zona de la sierra se caracteriza por que no existen canteras de material granular adecuado que puedan ser usados en las diversas capas de la estructura de pavimento,

debiéndose encontrar alternativas como la estabilización, que permita mejorar la capacidad de soporte de los suelos. Una de las alternativas corresponde al empleo de materiales como la ceniza schinus molle. Encontrándose en gran cantidad hidróxido de cal que sirve como fuente de estabilización.

El suelo se obtuvo del Distrito de Pueblo Libre, provincia de Huaylas Km 132 de la carretera recolectándose 150 Kg de material arcilloso

Problema

En el Distrito de Pueblo Libre Provincia de Huaylas siempre las avenidas y colectores se han visto afectado por su propia formación con respecto a la zona y tipo de estudio de las avenidas, por tal motivo he visto conveniente desarrollar un trabajo para tratar de solucionar los problemas que existen en dichas avenidas que muchas veces son afirmados y en algunos casos trochas en mal estado, por el cual a través de nuestro estudio demostraremos que la planta de Shinus Molle propio de la zona puede servir como fuente de estabilización para base de carreteras (Avenidas) .

Satisfactorio para el uso en bases y sub base en carreteras y no pavimentos y pavimentadas.

El afirmado utilizado para esta investigación es el afirmado de la zona de pueblo libre.

Con los puntos planteados se formula la siguiente pregunta:

¿Cuál es el CBR de base con afirmado de baja capacidad de soporte adicionando en un 3% 5% de ceniza de Schinus Molle?

Definición de Suelo

En el sentido general de ingeniería, suelo se define como el agregado no cementado de granos minerales y materia orgánica descompuesta (partículas sólidas) junto con el líquido y gas que ocupan los espacios vacíos entre las partículas sólidas. Se trata de un conjunto de partículas con organización definida y propiedades que varían “vectorialmente”, en la dirección vertical generalmente sus propiedades cambian muchas más rápidamente que la horizontal (Juárez, 2010).

Origen.

El suelo es producido por intemperismo, es decir por la fractura y rompimiento de varios tipos de rocas en piezas más pequeñas mediante procesos mecánicos y químicos. Algunos suelos permanecen donde se forman y cubren la superficie rocosa de la que se derivan y se llaman suelos residuales. En contraste, algunos productos intemperados son transportados. Según el agente de transporte, se subdividen en tres categorías principales:

Aluviales o fluviales: depositados por agua en movimiento Glaciales: depositados por acción glacial

Eólicos: depositados por acción del viento

En adición a los suelos transportados y residuales, las turbas se derivan de la descomposición de materiales orgánicos encontrados en áreas de poca altura donde el nivel freático está cerca o arriba de la superficie del terreno. Esta presencia de agua ayuda el crecimiento de flora acuática, que luego una vez descompuestas forman la turba (Braja, 1999).

Tipo de Suelos

Los suelos en general son llamados gravas, arena, limo o arcilla, dependiendo del tamaño predominante de las partículas. Las gravas y arenas se encuentran dentro de los suelos denominados suelos granulares, mientras que los limos y arcillas se denominan suelos cohesivos. A continuación se muestra los límites de tamaño de suelo separados desarrollados por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), el departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), la Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales y del Transporte (AASHTO) (USDA 1998).

Nombre de la organización	Tamaño del grano (mm)			
	Grava	Arena	Limo	Arcilla
Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT)	> 2	2 a 0.06	0.06 a 0.002	< 0.002
Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA)	> 2	2 a 0.05	0.05 a 0.002	< 0.002
Asociación Americana de Funcionarios del Transporte y Carreteras Estatales (AASHTO)	76.2 a 2	2 a 0.075	0.075 a 0.002	< 0.002
Sistema unificado de clasificación de suelos (U.S. Army Corps of Engineers; U.S. Bureau of Reclamation; American Society for Testing and Materials)	76.2 a 4.75	4.75 a 0.075	Finos (es decir, limos y arcillas) < 0.075	

Figura N° 01: Tamaño Del Grano de los Tipos de Suelos.
Fuente: AASHTO

Gravas

Son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas y que tienen más de dos milímetros de diámetro. Dado el origen, cuando son acarreadas por las aguas las gravas sufren desgaste en sus aristas y son, por lo tanto, redondeadas. Las gravas ocupan grandes extensiones, pero casi siempre con mayor o menor proporción de cantos rodados, arenas, limos y arcillas (**Roldan, 2009**).

Arenas

La arena es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial.

El origen y la existencia de las arenas es análoga a la de las gravas: las dos suelen encontrarse juntas en el mismo depósito. La arena de río contiene muy a menudo proporciones relativamente grandes de grava y arcilla (**Roldan, 2009**).

Limos

Los limos son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, pudiendo ser limo inorgánico como el producido en canteras, o limo orgánico como el que suele encontrarse en los ríos, siendo en este último caso de características plásticas (**Roldan, 2009**).

Los limos sueltos y saturados son completamente inadecuados para soportar cargas por medio de zapatas. Su color varía desde gris claro a muy oscuro. La permeabilidad de los limos orgánicos es muy baja y su compresibilidad muy alta.

Los limos, de no encontrarse en estado denso, a menudo son considerados como suelos pobres para cimentar (Roldan, 2009).

Arcillas

Se da el nombre de arcilla a las partículas sólidas cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua. Químicamente es un silicato de alúmina hidratado, aunque en no pocas ocasiones contiene también silicatos de hierro o de magnesio hidratados (Roldan, 2009).

Las partículas de arcilla llevan una carga neta negativa sobre la superficie, resultado de una sustitución isomorfa y de una ruptura en la continuidad de la estructura en sus bordes. Cargas negativas mayores se derivan de superficies específicas mayores. Algunos lugares cargados positivamente ocurren también en los bordes de las partículas.

Características del Suelo

La falta de resistencia ocurre con mayor frecuencia en los suelos orgánicos. La influencia de la materia orgánica suele tratarse en forma equivocada, pues se recurre a la compactación como una forma de estabilización mecánica para incrementar la resistencia del suelo en algunos casos. Sin embargo, puede obtenerse el resultado requerido mediante la compactación, solo por un corto tiempo, ya que el efecto de degradación de la materia orgánica provocará nuevamente la pérdida de resistencia del suelo en cuestión.

El empleo de mayores intensidades de compactación tampoco favorecerá para obtener valores de resistencia mayores y duraderos. Algunos de los procedimientos más utilizados para elevar la resistencia del suelo son:

La compactación. La vibro flotación. La precarga.

El drenaje.

Estabilización mecánica con mezcla de otros suelos.

Estabilización química son cemento, cal, o aditivos líquidos que funcionan como cementantes.

Determinación de las Propiedades de los Suelos

Conocidas las principales características físico-químicas de los suelos, así como su clasificación, corresponde entonces desarrollar procedimientos científicos estandarizados que permitan caracterizarlos en función a dichas propiedades.

Así, tenemos los ensayos que definen las principales propiedades de los suelos:

Análisis granulométrico: Con el cual se evalúa la distribución de las partículas del suelo según su diámetro.

Límites de Atterberg: Abarca tanto el límite líquido como el límite plástico, con el primero se determina el porcentaje de agua en el que un suelo pasa del estado semilíquido al plástico, y con el segundo se determina el porcentaje de agua en el que un suelo pasa del estado plástico al semiseco.

Proctor modificado: Permite determinar el óptimo contenido de humedad en el cual se obtiene la máxima densidad del suelo.

CBR: Evalúa la resistencia o capacidad de carga del suelo.

Estabilización de Suelos.

Cuando un suelo presenta resistencia suficiente para no sufrir deformaciones ni desgastes inadmisibles por la acción del uso o de los agentes atmosféricos y conserva además esta condición bajo los efectos climatológicos normales en la localidad, se dice que el suelo es estable. El suelo natural posee a veces la composición granulométrica y la plasticidad así como el grado de humedad necesario para que, una vez apisonado, presente las características mecánicas que lo hacen utilizable como firme de un camino. Los métodos empleados en la antigüedad para utilizar los suelos en la construcción eran empíricos y, como las demás actividades artesanas, se transmitían de generación en generación. Los conocimientos en la actualidad sobre este campo se basan principalmente en estudios sistemáticos con fundamento científico corroborado mediante la experimentación. En general puede decirse que todos los suelos pueden ser estabilizados, pero si la estabilización ha de lograrse por aportaciones de otros suelos o por medios de otros elementos (por ejemplo cemento, cal, cloruro de sodio) el costo de la operación puede resultar demasiado alto si el suelo que se trata de corregir no posee determinadas condiciones. Entre las

aplicaciones de un suelo modificado o estabilizado se encuentran la mejora de los suelos granulares susceptibles a las heladas y el tratamiento de los suelos limosos y/o arcillosos para reducir los cambios de volumen. Estabilización de Suelos.- Llamamos estabilización de un suelo al proceso mediante el cual se someten los suelos naturales a cierta manipulación o tratamiento de modo que podamos aprovechar sus mejores cualidades, obteniéndose un firme estable, capaz de soportar los efectos del tránsito y las condiciones de clima más severas. Se dice que es la corrección de una deficiencia para darle una mayor resistencia al terreno o bien, disminuir su plasticidad. Las tres formas de lograrlo son las siguientes:

La estabilización de un suelo es el proceso mediante el cual, se someten los suelos naturales a cierta manipulación o tratamiento de modo que podamos aprovechar sus mejores cualidades, obteniéndose una capa de asiento suelo estable y durable, capaz de soportar los efectos del tránsito y las condiciones del clima más severas y por ende asegure geotécnicamente el comportamiento de la explanada.

La estabilización del suelo también es la corrección de una deficiencia para darle una mayor resistencia al terreno o bien, disminuir su índice de plasticidad. Las tres formas de lograrlo son: estabilización física, estabilización química y estabilización mecánica.

Para el proceso de estabilización del suelo existente dos opciones de ejecución, mezcla en central o planta móviles y mezclas in situ.

Se define un suelo estabilizado “in situ” a la mezcla homogénea y uniforme de un suelo con cal o con cemento, y eventualmente agua, en la propia traza de la carretera, al cual convenientemente compactada, tiene por objeto disminuir la susceptibilidad al agua del suelo o aumentar su resistencia, para su uso en la formación de explanadas

Las propiedades más importantes que se deben mejorar con la estabilización son:

- Resistencia: El incremento de resistencia aumenta la estabilidad y la capacidad de carga.
- Estabilidad del volumen: Proporciona el control de los procesos de hinchamiento-colapso causados por los cambios de humedad.

- Durabilidad: Una mayor durabilidad aumenta la resistencia a la erosión, responde de manera más eficaz a los cambios climáticos y al uso del tráfico.
- Permeabilidad: La reducción de la permeabilidad y por lo tanto de la circulación de agua, mejora la estabilidad

Estabilización Mecánica

La estabilización mecánica es una técnica de mejora basada en la mezcla de diversos materiales con propiedades complementarias, de forma que se obtenga un nuevo material de mayor calidad y que cumpla las exigencias requeridas. Las propiedades a mejorar mediante este tratamiento, son generalmente la plasticidad y/o granulometría; la plasticidad afecta a la susceptibilidad del material al agua y su capacidad drenante; la granulometría incide en la resistencia, trabajabilidad y compacidad final de la capa de suelo.

El suelo se deforma bajo la acción de las cargas directas, o a las transmitidas por las capas del firme de alta calidad, si no tiene la debida resistencia; esta debe tener valores que no descendan en ninguna circunstancia de los que exigen las cargas que ha de soportar. Es sabido que, especialmente en ciertos tipos de suelo, su resistencia varía ampliamente al cambiar la proporción del agua que contiene. Con la estabilización se pretende, en primer término lograr, que dentro de unas condiciones normales, el agua que el suelo pueda contener solamente varíe entre límites muy pequeños; Se tendrá así una resistencia conocida y estable. Para ello se añaden y mezclan con el suelo diferentes productos hidrófobos, que transmiten esta propiedad al suelo, estabilizando sus características.

Así sucede con los suelos predominantemente arcillosos y con los limosos, capaces de absorber y retener por absorción proporciones elevadas de agua; cuando están secos se disgregan y presentan una apreciable resistencia; pero cuando tienen una cierta cantidad de agua se hacen plásticos y deformables llegando incluso a fluidificarse; el cemento, los productos bituminosos y las diferentes clases de resinas y plásticos que se emplean en la estabilización, limitan la cantidad de agua que el suelo pueda contener, estabilizándolo.

Los suelos cohesivos y suelos del tipo granular, que solamente tienen resistencia con una cierta cantidad de agua, que varía entre límites muy próximos, presentan cohesión aparente; si se quiere que tengan una cierta resistencia cuando estén secos, hay que mezclarlos con productos capaces de aglomerarlos, función que pueden cumplir los productos cohesivos; el material estabilizador tiene una doble función, dar al conjunto una determinada rigidez y mantener esta característica evitando que la posible absorción de agua exceda los límites convenientes; pero si la composición granulométrica del suelo granular no es adecuada, la proporción precisa del producto estabilizado resulta muy alta y puede resultar antieconómica; por ello, en muchos casos es corriente corregir el suelo, añadiendo al material granular, si económicamente es posible, el suelo cohesivo necesario y al conjunto, el producto preciso para cumplir la misión de darle la debida resistencia y mantener la debida proporción de humedad.

Análogamente un suelo excesivamente plástico puede ser económicamente conveniente corregirlo añadiéndole una determinada proporción de material granular, previamente al empleo del producto estabilizador. La estabilización exige el cumplimiento de un aserie de condiciones comunes, que son las siguientes:

- El suelo estabilizado deberá tener la resistencia precisa para soportar las cargas a que ha de estar sometido, bien sean transmitidas por las capas superiores del pavimento o las directas del tráfico, cuando constituya la capa de rodadura, esta resistencia mínima habrá de lograrse en las condiciones extremas, de humedad y acción del hielo, que se han de prever, según las características meteorológicas y de drenaje.
- El cumplimiento de la condición anterior obligará a corregir el suelo natural, bien por la aportación de otros apropiados o por la adición de cemento, ceniza, cal u otros productos naturales o químicos. La conveniencia del empleo de uno u otros, es cuestión económica.

Estabilización Química

La inestabilidad de los suelos es uno de los principales problemas que presentan las carreteras no pavimentadas; para corregir este problema se usan variadas técnicas de estabilización de suelos; una de las formas de estabilización de suelos, es aquella que se realiza utilizando productos químicos no tóxicos que dotan a estos suelos (avenidas) un mejor comportamiento en servicio; para tal efecto existe en el mercado un variado grupos de empresas dedicadas a la producción de productos químicos estabilizadores, los cuales a su vez buscan promocionar las bondades de sus respectivos productos y el menor costo en el que se incurriría si se optara por usar dichos productos.

Cuando las empresas productoras y comercializadoras de productos químicos estabilizadores comparan las ventajas de usar un aditivo químico, cloruro de sodio (sal) frente al cloruro de magnesio (Bischofita) o al cloruro de calcio, suelen destacar las ventajas de la bischofita pero por lo general referenciándola incidentemente con el cloruro de sodio y con menos incidencia frente al cloruro de calcio. Basado en este hecho es que se planteó la presente tesis titulada “Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (bischofita) frente al cloruro de calcio”, la cual tiene por objetivo determinar que el cloruro de magnesio es la opción que ofrece mayores ventajas técnicas, económicas y ambientales frente al cloruro de calcio y consecuentemente frente a los demás aditivos (sales) con los cuales suele compararse.

La presente investigación es importante porque permite conocer las ventajas técnicas, económicas y ambientales de los productos químicos estabilizadores, estableciendo líneas de acción a seguir al momento de optar por una u otra alternativa de estabilización de una avenida no pavimentada ubicada en la sierra peruana.

La estabilización química es un método basado en la mezcla del suelo natural con agentes químicos de manera que se produzca el mejoramiento deseado acorde a las necesidades de la estructura (carretera).

Algunas de estas mezclas así como efectos se. Los agentes más utilizados son el cemento Portland, los ligantes asfálticos, y la cal. Es necesario en este punto definir algunos de los términos usados comúnmente en el campo de la estabilización de los suelos.

- Cemento – stabilized soil (suelo estabilizado con cemento), es una mezcla de agua, suelo y cantidades medidas de cemento Portland, mezclado a fondo y compactado a una alta densidad, seguido de un proceso de curado durante un período determinado, durante el cual se protege de la pérdida de humedad.
- Soil cement (Suelo cementado), es un material endurecido obtenido mediante la compactación mecánica de un mezcla de suelo finamente triturado, agua, y una cantidad de cemento Portland que hará a la mezcla cumplir con ciertos requisitos de durabilidad.
- Cement – modified Soil (Suelo – cemento modificado), es una mezcla semiendurecida o sin endurecer que contiene agua, cemento Portland, y suelo finamente triturado. Esta mezcla contiene menos cemento que la mezcla de suelo cementado (soil cement).
- Plastic soil cement (suelo cementado plástico), es un material endurecido que se obtiene al mezclar suelo finamente triturado, cemento Portland, y una cantidad de agua, de tal manera que en el momento de la mezcla y la colocación, se obtiene una consistencia similar a la de un mortero.
- Soil – lime (suelo con cal), es una mezcla de cal, agua, y suelo de grano fino. Si el suelo contiene sílice y alúmina, ocurre una reacción puzolánica, resultando la formación de un material tipo cementante. Los minerales de arcilla, cuarzo, feldespato son todas las posibles fuentes de sílice y alúmina en suelos típicos de grano fino.

De requerirse mejoras en el comportamiento estructura, debe emplearse aditivos en suelos que contengan más del 25% de finos cohesivos, estos aditivos también deben ser controladores de polvo, en esto caso que el estabilizador sea liquido soluble en agua de debe tener en cuenta la evaporización, observando la perdida de humedad en el suelo, su solidificación y el aumento de la cohesión y resistencia.

Molle

El Schinus Molle es una especie arbórea de hojas perennes pertenecientes a la Familia Anacardiacea, originaria del sur del Brasil, Uruguay y Perú, Durante mucho tiempo, a una especie similar que se distribuye desde Perú hasta el noroeste de la Argentina y Chile, estando asilvestrada en México, se la El término molle recuerda a un antiguo nombre genérico para esta planta, utilizado por Tournefort, y deriva del nombre quechua mulli, no del latín molle ("flojo").

- Mejorar la resistencia del suelo
- Mejorar la capacidad de soporte (CBR)
- Mejorar la impermeabilización

Características

Son árboles de tamaño pequeño a mediano, que alcanzan un tamaño de hasta 15 m metros de alto y 30 cm de diámetro, ramas colgantes, corteza exterior café o gris, muy áspera, exfoliante en placas largas, tricomas erectos o curvados, hasta 0.1 mm de largo, blanquecinos; plantas dioicas. Hojas alternas, siempre verdes o deciduas, imparipinnadas paripinnadas, 9–28 cm de largo, 11–39-folioladas; folíolos opuestos a alternos, estrechamente lanceolados, 1.3–5.1 cm de largo y 0.2–0.5 cm de ancho, ápice agudo, obtuso o redondeado.

Información Nutricional

La planta de schinus molle contiene fibra, vitamina C, vitamina B1 (Tiamina), vitamina B6; es bajo en grasa, no contiene colesterol y es muy bajo en calorías. En cuanto al potasio, el molle aporta el 10% del requerimiento diario del organismo;

también aportan pequeñas cantidades de flúor, cobre, zinc, manganeso y yodo, lo que significa un buen aporte de minerales

Clasificación

De amplios y variados usos, esta hermosa especie contiene propiedades medicinales, entre otras, la preparación de bálsamos anti reumáticos; propiedades alimenticias, algunos usan la semilla de manera semejante a la pimienta, luego de un proceso de deshidratado y tostado; y como fertilizantes, las hojas secas que caen en grandes cantidades al pie del árbol se convierten en compost natural muy rico para abonar las plantas de los jardines.

Consumo y Usos

Se trata de una planta ampliamente utilizada por la medicina tradicional. A su corteza y resina se le han atribuido propiedades tónicas, antiespasmódicas y cicatrizantes y la resina es usada para aliviar las caries. Los frutos frescos en infusión se toman contra la retención de orina. Las hojas hervidas y los baños con el agua de las hojas en decocción, sirven como analgésico, cicatrizante y anti inflamatorio de uso externo, y las hojas secas expuestas al sol se usan como cataplasma para aliviar el reumatismo y la ciática.

En medicina folclórica las hojas y las flores se utilizan como cataplasmas calientes contra el reumatismo y otros dolores musculares. Las hojas en infusión junto con hojas de eucalipto, y en inhalaciones, son usadas para el alivio de afecciones bronquiales. Su resina encuentra parecidas aplicaciones que la almáciga.

Propiedades del Molle

Los antiguos peruanos hacían una bebida alcohólica llamada chicha de Molle a partir de la fermentación de los frutos de esta planta. La preparación la hacían restregando los frutos maduros, suavemente, entre las manos en agua caliente, hasta que el agua tuviera sabor dulce, procurando no disolver el amargo de estos; este líquido era filtrado en un lienzo, y dejado fermentar durante 3 - 4 días.

En el caso del Molle en Chile, con el líquido resultante de restregar los frutos entre las manos, en agua caliente, hasta que ésta tuviera sabor dulce, y después de

bien filtrado en un lienzo, preparaban por simple evaporación hasta que el residuo tuviera la consistencia de jarabe espeso, una miel de la que gustaron mucho; de manera similar a la preparación de la chicha del Molle, llevando más lejos la fermentación, preparaban un vinagre.

Una descripción algo distinta es aportada en Perú y se dice que con la cubierta dulce de las semillas se prepara chicha y la leche del Molle, que es una chicha no fermentada que adelgaza sin debilitar.

Operacionalización de variables:

Tabla N° 01: Variable Dependiente:

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR
Capacidad de Carga del Terreno	Es la resistencia admisible del suelo considerando factores de seguridad apropiados al análisis que se efectúa.	Es la resistencia máxima que puede soportar una probeta de una carga 210kg; y que considera los siguientes aspectos	Kg/cm ² .

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 02: Variable Independiente:

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR
Ceniza de Schinus Molle	Adición de CSM en la mezcla óptima del afirmado de la avenida pueblo libre	Porcentaje 0%, 3% y 5%

Fuente: Elaboración Propia

La Hipótesis se plantea como: Mediante la incorporación de material fino proveniente de las cenizas de Schinus Molle al 3%, y 5% del peso seco de un afirmado de bajo CBR, mejoraría la capacidad de soporte del afirmado base.

El Objetivo General del presente estudio es estabilizar el suelo de la avenida 2 con adición de ceniza de Schinus Molle en afirmados con bajo CBR, para aumentar la capacidad de soporte y como objetivos específicos tenemos:

- Obtener la ceniza de Schinus Molle activado térmica y mecánicamente.

- Determinar la capacidad de soporte de la mezcla optima de un afirmado de bajo CBR
- Obtener el CBR de la mezcla optima con adición de CSM al 3%, y 5% del peso seco
- Comparar los resultados de los CBR obtenidos

II. Metodología

Tipo y diseño de Investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada y explicativa, porque los resultados obtenidos sirven para la solución de problemas relacionados al mejoramiento de la resistencia específicamente para avenidas, explicando cómo se comporta la resistencia cuando se sustituye un porcentaje de adición de ceniza de Schinus Molle previamente actividad. evaluando las propiedades físico – mecánica del suelo con o sin adición de ceniza de Schinus Molle se empleó la técnica de observación, siendo su instrumento de investigación la guía de observación la cual se apoyó a su vez en los ensayos, la estabilización del suelo arcilloso en el cual se ha adicionado polvo proveniente de la ceniza de Schinus Molle al 3%, y 5% del peso, se hizo la medición de: “Granulometría”, “Límite líquido”, “Límite plástico”, “Proctor modificado”, “Índice de California o CBR”, empleando para ello:

- Formatos estandarizados de ensayos para agregados de cantera o suelos.
- Guía de observación resumen para los respectivos ensayos.

Enfoque de investigación.

Cuantitativo, porque se estudia las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando sus valores respuesta en los instrumentos de recolección de datos (guías de observación).

La hipótesis planteada se comprobó por medios matemáticos y estadísticos y constituye la base alrededor de la cual se diseña todo el experimento.

Diseño de investigación

Es un diseño experimental porque es un proceso en el cual estudiaremos el diseño de agregado para avenidas en comparación con el nuevo diseño elaborado con el remplazo o adición de un porcentaje ceniza de Schinus Molle activada, el estudio en su mayor parte se concentró en las pruebas realizadas en el laboratorio de suelos, donde el investigador estuvo en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en los objetivos. Siendo su diseño de investigación el diseño simple al azar con 4 repeticiones, teniendo el siguiente esquema:

Tabla N° 03: Diseño en Bloque Completo al Azar

DIAS DE CURADO	RESISTENCIA DE LOS AFIRMADO CON SUSTITUCION DE CENIZA DE SCHINUS MOLLE		
	0%	3%	5%
4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Fuente: Elaboración Propia

Población y Muestra

La Población:

La población estuvo constituida por el afirmado del Distrito de Pueblo Libre – Huaylas.

La Muestra:

La muestra estuvo constituida por el afirmado en las siguientes probetas:

- 6 probetas sin adición de ceniza de Schinus Molle.
- 6 probetas con adición 3% CTE.
- 6 probetas con adición 5% CTE.

La planta de Schinus Molle que se considera en el trabajo ha sido de la zona de la Provincia de Huaylas – Pueblo Libre del cual se recolectó el material necesario para ser llevados al laboratorio y ser quemado en horno.

Para realizar los ensayos respectivos del presente estudio, se utilizó 50 kilos afirmados por calicata realizada, es decir 150 kilos de suelo arcilloso, ya que se hizo dos repeticiones de los tratamientos. Respecto al material fino proveniente de la ceniza de Schinus Molle, se utilizó 1 kilo por repetición; finalmente para todo el proyecto fue necesario 8 kilos.

Técnicas e Instrumentos de Investigación

Tabla N° 04: Técnicas e Instrumentos de Investigación

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Observación	Guía de observación Resumen. Fichas técnicas del laboratorio de los ensayos a realizar.

Fuente: Elaboración Propia

Se aplicó como técnica la observación ya que la percepción del material debe ser registrada en forma cuidadosa y experta. Todo lo observado se debe poner por escrito lo antes posible, cuando no se pudo tomar notas en el mismo momento. Para esto se utilizó como instrumento una guía de observación resumen, la que nos permitió elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión (ver anexo 1 y 2).

Procesamiento y Análisis de Datos

Para el presente proyecto de investigación el procesamiento de datos se realizó posterior a los ensayos respectivos apoyados en una hoja de cálculo Excel y con el SPSS .

Para realizar el análisis de los datos se tuvo en cuenta:

- Pruebas de Proctor modificado para hallar grado de fineza
- Pruebas de CBR para hallar capacidad portante del afirmado en estudio

Proceso y Análisis de los Datos

Acarreo de la Planta del Molle

Después del corte del tallo se procede a botar del campo de cosecha todo, para luego ser quemado en forma directa sin control alguno, afectando directamente al medio ambiente.

Pre Quemado del Tallo del Schinus Molle

Se después del corte del tallo, se procede a la preparación del horno artesanal que este fuera de impurezas, y limpieza interiormente, se van cortando los tallos por pedazos.

Calcinación en Hornos

Esta técnica ha sido utilizada en plantas piloto e industriales en la India, Pakistán y Nepal. Los hornos tienen paredes de ladrillos los cuales se disponen alternadamente de tal manera que se permita el acceso del aire hacia el interior. La chimenea se extiende hasta la base del horno y está elaborada con una malla fina de alambre que permite que el aire fluya y evita el ingreso de ceniza. Asimismo, las paredes interiores están revestidas con una malla de alambre con la finalidad de retener la cáscara, la cual se carga por la cubierta del horno y se descarga por la base. Esta técnica de calcinación produce una ceniza de color blanco gris, altamente activa de naturaleza amorfa y con presencia minoritaria de cuarzo cristalino.

Análisis de Fluorescencia de Rayos X

La espectrometría de rayos X es un método de análisis elemental cualitativo y cuantitativo no destructivo, basado en la medición de longitudes de ondas o energía de rayos X, emitidas por la muestra después de ser bombardeada por una radiación primaria.

Análisis Químico por Fluorescencia de Rayos X (frx)

La ceniza en polvo (0,5000 g) se funde con 6,0000 g tetraborato de litio (Spectromelt A1000), para destruir su composición de partículas y mineralógica, a 1200°C durante 11 minutos en una máquina de fusión (PERL X3 - Philipps). El fundido resultante se somete a una colada en forma de perla de vidrio que posteriormente se introduce en el espectrómetro de FRX (SRS 3000 Bruker). En la perla se miden las intensidades de

fluorescencia de los rayos x de los elementos requeridos y se analiza la composición química de las cenizas en relación a unas gráficas o ecuaciones de calibrado determinadas previamente y aplicando correcciones para los efectos interelementales. Las ecuaciones de calibrado y las correcciones interelementales se establecen a partir de perlas elaboradas con materiales de referencia certificados.

III. Resultados

Estudios de mecánica de suelos

Objetivo

El objetivo del estudio de mecánica de suelos es poder determinar las propiedades físicas mecánicas de los suelos y la capacidad de soportar cargas el terreno de fundación, mediante los ensayos o pruebas extraídas de campo y analizadas en laboratorio. Con estos valores se tendrá un dato importante para el diseño de la mezcla óptima del afirmado para base de avenidas.

El estudio se ha desarrollo para diseño de afirmado para avenida de bajo CBR.

Este estudio se desarrolló con la finalidad de establecer las características físico-mecánicas de los suelos de fundación existentes para el diseño óptimo de la mezcla para mejorar la capacidad de soporte (resistencia) del afirmado, se requiera su mejoramiento.

Estudio de suelo

Evaluación para diseño de afirmado

Como tarea principal se evaluó los trabajos de calidad de afirmado de la avenida 2 de Pueblo Libre de la provincia de Huaylas cuyos resultados obtenidos (análisis granulométrico, índice de plasticidad y CBR por el laboratorio mecánica de suelos nos permitió evaluar y diseñar con mezclas utilizando el método del cuadrado y así aproximar a los parámetros del material de afirmados, la calidad del material afirmado

debe ser empleados como datos importantes en la metodología del diseño. la información de origen de los parámetros de diseño se encuentra documentada técnicamente en los anexos correspondientes,

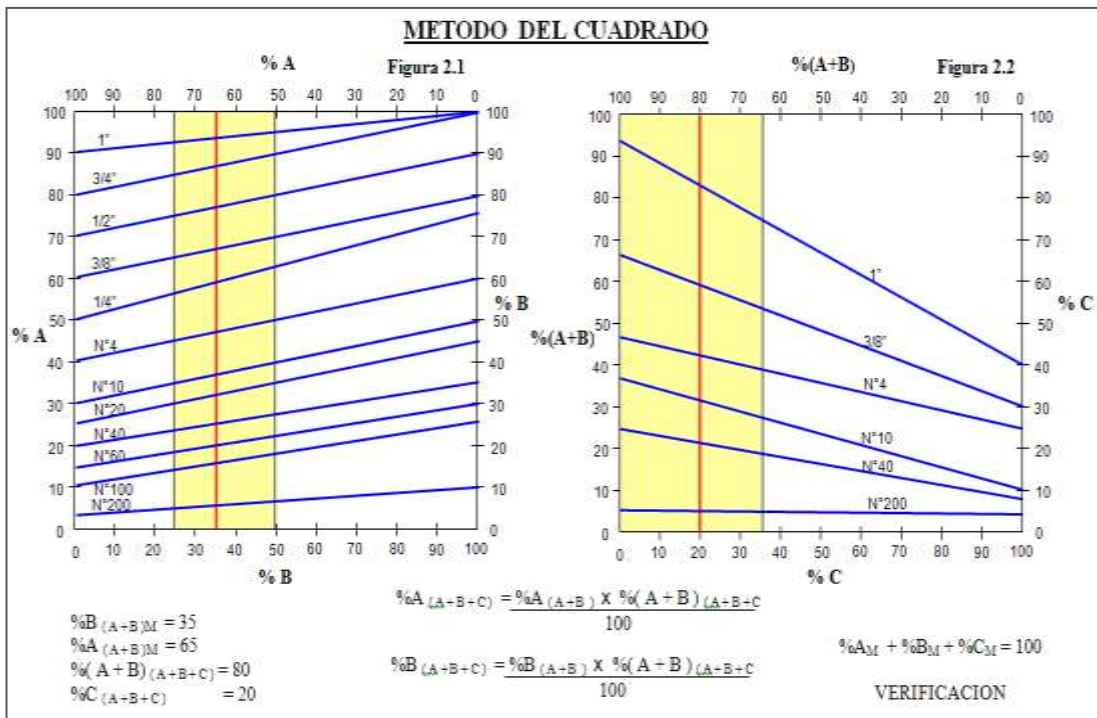


Figura N° 02: EL método cuadrado

Fuente: <http://www.ingenierocivilinfo.com/2010/8/>

METODO DEL CUADRADO. Tabla N° 2.5													
MALLA	A	B	C	ESPECIF.	0.65 x A	0.35 x B	(A+B)	0.80 (A+B)	%C _M 0.20C _M	%A _M 0.65x0.8(A+B)	%B _M 0.35x0.8(A+B)	%A _M + %B _M +%C _M	OBS.
2"	100		100	100	65.00	35.00	100.00	80.00	20.00	52	28	100	OK
1"	90		40	75-95	58.50	35.00	93.50	74.80	8.00	48.65	26.18	82.8	OK
3/4"	80	100	38		52.00	35.00	87.00	69.60	7.60	45.24	24.36	77.2	
1/2"	70	90	35		45.50	31.50	77.00	61.60	7.00	40.04	21.56	68.6	
3/8"	60	80	30	40-75	39.00	28.00	67.00	53.60	6.00	34.84	18.76	59.6	OK
1/4"	50	75	27		32.50	26.25	58.75	47.00	5.40	30.55	16.43	52.4	
N° 4	40	60	25	30-60	26.00	21.00	47.00	37.60	5.00	24.44	13.16	42.6	OK
N° 10	30	50	10	20-45	19.50	17.50	37.00	29.60	2.00	19.24	10.36	31.6	OK
N° 20	25	45	9		16.25	15.75	32.00	25.60	1.80	16.64	8.96	27.4	
N° 40	20	35	8	15-30	13.00	12.25	25.25	20.20	1.60	13.13	7.07	21.8	OK
N° 60	15	30	7		9.75	10.50	20.25	16.20	1.40	10.53	5.67	17.6	
N° 100	10	25	5		6.50	8.75	15.25	12.20	1.00	7.93	4.27	13.2	
N° 200	3	10	4	5 a 15	1.95	3.50	5.45	4.36	0.80	2.83	1.53	5.16	OK

Figura N° 03: EL método cuadrado (tabla n°2.5)

Fuente: <http://www.ingenierocivilinfo.com/2010/09/>

Metodología Aplicada

La metodología seguida para la ejecución del estudio, comprendió básicamente del agregado del afirmado de la avenida 2 del distrito de Pueblo Libre una investigación de campo mediante la exploración a cielo abierto, con la obtención de las muestras representativas en cantidades suficientes, las que fueron sometidas a los ensayos de laboratorio y finalmente con los datos obtenidos en ambas fases se realizaron las labores de gabinete, para consignar luego en forma gráfica y escrita los resultados del estudio. Las tres etapas o fases descritas líneas arriba (campo, laboratorio y gabinete) son secuenciales e igualmente importantes.

Evaluación del Afirmado

Los trabajos relacionados al diseño para carretera, utilizando afirmados de bajo CBR, consistieron en contar con los valores de las propiedades físicas mecánicas de los materiales que se ubicaron en la avenida 2 del Distrito de Pueblo Libre el cual presenta un bajo CBR. Dicha evaluación permitió proporcionar información con la objetividad necesaria para efectuar un diseño racional y coherente a los

requerimientos de afirmado para base de avenidas sin pavimentar, se tomaron muestra de puntos específicos para el análisis y estudios en laboratorio, para fines del presente estudio se han considerado solamente por ser la mayoría homogéneas.

Exploración en Campo

Con el objeto de determinar las características físico-mecánicas de los materiales del terreno de fundación se llevaron muestra de puntos específico de la avenida 2 del Distrito de Pueblo Libre, en los lugares donde se observó cierta homogeneidad en los suelos, tomándose muestras entre 50 y 80 kg para la ejecución de los ensayos en laboratorio. Las muestras de suelos fueron clasificadas y seleccionadas siguiendo el procedimiento descrito en ASTM D- 422

Se tomaron muestras representativas para determinar la capacidad de soporte mediante el ensayo de california bearing ratio (CBR), así como ensayos de clasificación y otros que permitan predecir el comportamiento de los agregados de las condiciones de humedad y densidad a esperarse en el diseño. Se tomaron muestras representativas de los diferentes puntos de las avenidas, en cantidad suficiente para efectos de realizar los ensayos de granulometría, humedad natural y constantes físicas para determinar la clasificación unificada SUCS y AASHTO.

Ensayo de Laboratorio

Los ensayos de laboratorio que se efectuaron a las muestras obtenidas del campo están referidos a las Normas ASTM o en su equivalencia las Normas Técnicas Peruanas (NTP), según los requerimientos del estudio de las canteras y que permitan resumirse de la siguiente manera.

Tabla N° 05: Ensayos de laboratorio según NTP.

Análisis granulométrico por tamizado	(A S T M D - 4 2 2) o (N T P 4 0 0 . 0 1 2)
Material pasante la malla N°200	(ASTM D-1148) o (NTP 339.132)
Límites de consistencia	(NTP 339.129)

Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad	(ASTM D-423)
Clasificación SUCS	(NTP 339.134)
Clasificación AASHTO	(NTP 339.135)
Contenido de humedad	(ASTM D-2216) o (NTP 339.127)
Próctor modificado	(NTP 339.141)
California Bearing Ratio	ASTM D- 1883) o (NTP 339.145)
Relación Densidad – Humedad	(ASTM D-1557)

Fuente: Elaboración Propia

Labores de Gabinete

En base a la información obtenida durante los trabajos de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio, se efectuó la clasificación de suelos de los materiales empleándose los sistemas SUCS y AASHTO, con la finalidad de análisis y correlación de acuerdo a sus características de estudio con fines de diseño para carretera utilizando afirmado de bajo CBR litológicas, lo cual se consigna también en el perfil estratigráfico.

Resultados de los Ensayos

Los resultados obtenidos de las observaciones de campo así como de los ensayos de laboratorio efectuados en los suelos analizados son presentados en el anexo. específicamente corresponden a los certificados de los resultados de los ensayos de laboratorio emitidos por el laboratorio de mecánica de suelos de la universidad san pedro, con la información obtenida así como de los resultados de los ensayos de laboratorio se ha efectuado un resumen de la estratigrafía y de la agregados más representativa de las muestras “resultados de ensayos de laboratorio”, presentan los resultados de los ensayos de laboratorio, efectuados a las muestras obtenidas en el campo. En estos cuadros se muestran, la identificación, el contenido de humedad, el límite líquido, el límite plástico, el índice de plasticidad y la clasificación empleando el método SUCS.

Análisis de los Resultados

El afirmado se ha dividido entre otros factores, han dependido de la ubicación y de su composición física, de la tendencia de participación de los suelos homogéneos. Este tramo es el siguiente

- Avenida 2 Distrito Pueblo Libre – zona norte

Característica de las Avenidas.

En tal sentido el perfil estratigráfico elaborado en base al análisis de las avenidas refleja básicamente la composición actual de cada uno de sus componentes, por lo que serán éstos los que se van a trabajar para el diseño óptimo de la mezcla que cumpla con lo mínimo de las normas.

Granulometría

la granulométrica, la medición y graduación que se lleva a cabo de los granos de una formación sedimentaria, de los materiales sedimentarios, así como de los suelos, con fines de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas, y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica.

Método de determinación granulometría

El método de determinación granulométrico más sencillo es hacer pasar las partículas por una serie de mallas de distintos anchos de entramado (a modo de coladores) que actúen como filtros de los granos que se llama comúnmente columna de tamices.

Para su realización se utiliza una serie de tamices con diferentes diámetros que son ensamblados en una columna. En la parte superior, donde se encuentra el tamiz de mayor diámetro, se agrega el material original (suelo o sedimento mezclado) y la columna de tamices se somete a vibración y movimientos rotatorios intensos, tomando por separado los pesos de material retenido en cada uno de ellos y que, en su suma, deben corresponder al peso total del material que inicialmente se colocó en la columna de tamices (Conservación de la Masa).

Proctor Modificado

Actualmente existen muchos métodos para reproducir, al menos teóricamente, en laboratorio las condiciones dadas de compactación en terreno. Históricamente, el primer método, respecto a la técnica que se utiliza actualmente, es el debido al proctor y que es conocido como prueba proctor estándar. El más empleado, actualmente, es el denominado prueba proctor modificado en el que se aplica mayor energía de compactación que el estándar siendo el que está más de acuerdo con las solicitaciones que las modernas estructuras imponen al suelo. También para algunas condiciones se utiliza el que se conoce como proctor de 56 golpes.

Capacidad del Soporte (CBR)

De acuerdo a las características de los agregados descritos anteriormente, se efectuó la toma selectiva de muestras para ejecutar los ensayos de C.B.R. (norma ASTM D-1883) con la finalidad de establecer su capacidad relativa de soporte, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla N° 06: Ensayos de laboratorio según NTP.

SECTOR	MUESTRA	TIPO DE SUELOS			CBR (%)	
		SUCS	AASHTO	95% MDS	100% MDS	
CHIMBOTE	AFIRMADO PUEBLO LIBRE	GW-GM	A-1-a(0)	57.20	80.10	

Fuente: Elaboración Propia

Mejoramiento del Diseño

En la zona del proyecto se han encontrado avenidas de malas características de capacidad de soporte CBR para la carretera ó inferiores a los de diseño, por lo que deberán mejorarlo previo a la colocación de la estructura del pavimento. Estos

agregados deben reemplazarse con otros de mejores características físico-mecánicas, para el cual se deberá de diseñar una mezcla con los resultados obtenido en el laboratorio de la Universidad San Pedro, mezcla que cumpla con las normas y los requisitos para uso de afirmado para base de avenida general.

Resultados relevantes (CBR) de laboratorio de mecánica de suelo de la universidad san pedro avenida pueblo libre.

Relación de soporte CBR	
100% MDS	95% MDS
80.10%	57.20%

Tabla N° 07: CBR Avenida Pueblo Libre

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar que la máxima densidad seca es de 80.10% de la avenida de pueblo libre, el material de base granular deberá de cumplir con los valores relativos de soporte (CBR) NTP-339-145- 1999, para vías locales y colectoras mínimo 80% y vías arteriales y expresas mínimo 100%, según los resultado de laboratorio de la Universidad San Pedro, el afirmado se puede usar para vías locales y colectores no en forma directa si no mediante un tratamiento para cumplir con las normas de pavimentos rurales.

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		< 3000 msnmm	> 3000 msnmm
Índice Plástico	NTP 339.129:1999	4% máximo	2% máximo
Equivalente de arena	NTP 339.146:2000	35% mínimo	45% mínimo
Sales solubles	NTP 339.152:2002	0,5% máximo	
Índice de durabilidad	MTC E214-2000	35% mínimo	

Figura N° 04: Requerimiento del Agregado fino de base Granular
Fuente: Norma Técnica Peruana

Vías locales colectoras	Minimo 80%
Vías arteriales y Expresas	Minimo 100%

Figura N° 05: Valor Relativo de Soporte, CBR
Fuente: NTP 339.145:1999

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		Altitud	
		< 3000 msnmm	≥ 3000 msnmm
Partículas con una cara fracturada	MTC E210-2000	80% mínimo	
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E210-2000	40% mínimo	50% mínimo
Abrasión Los Ángeles	NTP 400.019:2002	40% máximo	
Sales Solubles	NTP339.152:2002	0,5% máximo	
Pérdida con Sulfato de Sodio	NTP 400.016:1999	---	12% máximo
Pérdida con Sulfato de Magnesio	NTP 400.016:1999	---	18% máximo

Figura N° 06: Requerimiento del agregado grueso de base granular
Fuente: NTP

CBR de Mezcla de afirmado de avenida de pueblo libre 3% ceniza de Schinus molle

Tabla N°	Relación de soporte CBR		08: CBR
Avenida			Pueblo Libre
con			adición de 3%
de shinus	100% MDS	95%MDS	molle
	80.10%	57.20%	

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar que la máxima densidad seca es de 96.30% de la mezcla de afirmado de la avenida de pueblo libre cumple con los valores relativos de soporte (CBR) NTP-339-145- 1999, para vías locales y colectoras mínimo 80% y vías arteriales y expresas mínimo 100%, según los resultados de laboratorio de la Universidad San Pedro, el afirmado se puede usar para vías locales y colectores en forma directa mediante un tratamiento para cumplir con las normas técnica CE 010 de pavimentos urbano.

Grafica de Información de Trabajo de Investigación

Tabla N° 09: Grafica informativa de la Avenida Pueblo Libre

AVENIDA	CBR				
	OPTIMO HUEME DAD	DENSIDAD GR/CM3 MX	EXPANCIÓN	CBR /MDS	
				100%	95%
PUEBLO LIBRE	7.00	2.205	S/E	80.1	37.2

Fuente: Elaboración Propia

Estudio de Avenida Generalidades

Con la finalidad de ubicar volúmenes disponibles de materiales con características geotécnicas adecuadas en relación con el uso a dar, la facilidad de acceso, los procedimientos de explotación y la distancia de transporte, se efectuó el reconocimiento y estudio de los diversos tipos de materiales existentes en la avenida de pueblo libre. La calidad de los materiales para usos diversos, ha sido verificada mediante los siguientes ensayos estándar.

- Análisis granulométrico por tamizado (NTP 400.012)
- Material pasante la malla N° 200 (NTP 339.132)
- Límites de consistencia (NTP 339.129) O
- Límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad
- Clasificación SUCS (NTP 339.134)
- Clasificación AASHTO (NTP 339.135)

- Contenido de humedad (NTP 339.127)
- Próctor modificado (NTP 339.141)
- Equivalente de arena (NTP 339.146)
- Abrasión (NTP 400.020)
- California Bearing Ratio (CBR) (NTP 339.145)

Trabajos de Campo

La calidad de los materiales para usos diversos han sido verificado en la misma zona, se ha visitado la zona que comprende el estudio, se tomó en la zona norte del distrito de pueblo libre , en la carretera hacia caraz Para llegar a la zona se cuenta con la mayor parte una carretera afirmada en algunos tramos con trocha relativamente en buen estado regular a nivel de troza en mal estado, para llegar al distrito de pueblo libre existe un control de parte de la comunidad que hacen cobro de peaje para hacer el ingreso a la z **Muestras.**

Se han tomado muestra del sector del Distrito de Pueblo Libre, se hicieron varios puntos de muestra y se tomó un aproximado de 150 kg para el recogo y su estudio posterior.

Descripción del Afirmado

El afirmado presente en su composición materiales que son parte de su formación que comprende gravas bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos, gravas limosas, mezclas de grava-arena y limo de un color claro y cuenta con una potencia de uso continuo por un tiempo referencial de 10 años.

Vías de acceso a la Avenida Pueblo Libre

Se encuentra ubicado en el valle del Callejón de Huaylas que abarca desde la laguna Cono cocha hasta el Cañón del Pato; es la capital de la Provincia de Huaylas en la Región de Ancash - Perú, ubicada a al margen derecho del río Santa, siendo la segunda ciudad más importante del valle luego de Huaraz, que es la capital de la

región. Se ubica a 12 Kms. al norte de la ciudad de Yungay y a 67 Kms. de la ciudad de Huaraz.

El clima templado cálido es favorable todo el año, registrándose la temperaturas entre los 16° y 25° grados centígrados. Las que se encuentran en condiciones mínimas de transitabilidad, en el recorrido para casa uno de los sectores están indicado en el cuadro respectivo.

Tabla N° 10: Cuadro de Vías de Acceso a Canteras

Tramos	Condiciones de Vías de Acceso	distancia km	tiempo hora
Chimbote – Pueblo Libre	Afirmado - Trocha	120	5

Fuente: Elaboración Propia

Material Afirmado

El material a usarse varía según la región y las fuentes locales de agregados, cerro o de río, también se diferencia si se utilizará como una capa superficial o capa inferior, porque de ello depende el tamaño máximo de los agregados y el porcentaje de material fino o arcilla, cuyo contenido es una característica obligatoria en la avenida afirmada. El afirmado es una mezcla de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla. Si no existe una buena combinación de estos tres tamaños, el afirmado será pobre. El afirmado requiere de un porcentaje de piedra para soportar las cargas. Asimismo necesita un porcentaje de arena clasificada, según tamaño, para llenar los vacíos entre las piedras y dar estabilidad a la capa y, obligatoriamente un porcentaje de finos plásticos para cohesionar los materiales de la capa de afirmado.

Hay dos principales aplicaciones en el uso de afirmados:

- Su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas o su uso como capa inferior granular o como colchón anticontaminante.

Como superficie de rodadura, un afirmado sin suficientes finos está expuesto a perderse porque es inestable.

- En construcción de carreteras, se requiere un porcentaje limitado pero suficiente de materiales finos y plásticos que cumplan la función de aglutinar para estabilizar la mezcla de gravas. Un buen afirmado para capa inferior, tendrá mayor tamaño máximo de piedras que en el caso de la capa de superficie y muy poco porcentaje de arcillas y de materiales finos en general. La razón de ello es que la capa inferior debe tener buena resistencia para soportar las cargas del tránsito y, además, debe tener la Materiales para Afirmado.

Fuente de Materiales

Es difícil encontrar depósitos naturales de material que tengan una gradación ideal, donde el material sin procesar se pueda utilizar directamente por lo que generalmente será necesario zarandear el material para obtener la granulometría especificada. En general, los materiales serán agregados naturales procedentes de excedentes de excavaciones o canteras o podrán provenir de la trituración de rocas y gravas o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias. Una cantera es una explotación minera, generalmente a cielo abierto, en la que se obtienen rocas industriales, o materiales para el afirmado de las avenidas.

Las canteras son evaluadas y seleccionadas teniendo en cuenta su calidad y cantidad (potencia), así como por su menor distancia a la obra. Las prospecciones o registros de los yacimientos de los cuales existen restos visibles que se realizarán en las canteras se efectúan en base a calicatas de las cuales se obtienen muestras necesarias para los análisis y ensayos de laboratorio; luego, el informe geotécnico de afirmado o fuentes de materiales, debe incluir, al menos, la siguiente información:

- Ubicación y potencia de la zona de estudio.
- Condiciones de explotación tales como nivel freático, accesos, pendientes, taludes, etc.

- Características principales de los materiales que puedan obtenerse para definir su aptitud como agregada para rellenos, afirmada, carpetas asfálticas, gravas, concreto, etc.
- Rendimientos por tipo de uso, limitaciones o condicionantes constructivas que puedan restringir su uso (por ejemplo, condiciones de humedad, sobre tamaño, etc.).
- Propiedad y disponibilidad de uso fuente de materiales.
Según el Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, los criterios más importantes a fin de seleccionar la superficie de rodadura para una carretera afirmada, establecen que a mayor tránsito pesado, se justificará utilizar afirmados de mayor rendimiento y que el alto costo de la construcción debe impulsar el uso de materiales locales para abaratar la obra, lo que en muchos casos podrá justificar el uso de afirmados estabilizados.

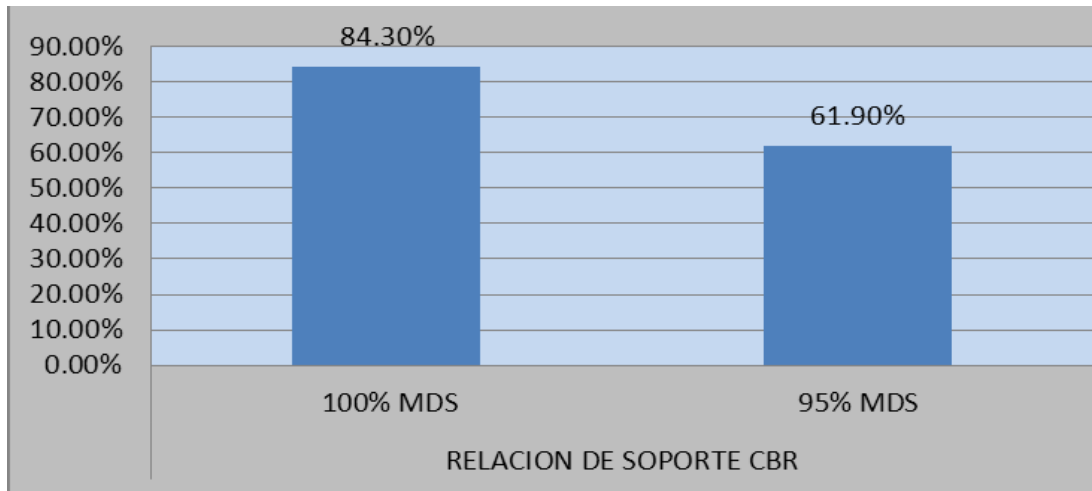
Terreno a Cielo Abierto

Método más usado en nuestro entorno ya que comienza con la limpieza de la zona donde se realizaran los trabajos es decir se eliminaran materias que son distintas al material a extraer de la cantera tales como residuos orgánicos e inorgánicos esto con la finalidad de no alterar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos a extraer para la posterior evaluación de los ensayos en laboratorio.

IV. Análisis y Discusión

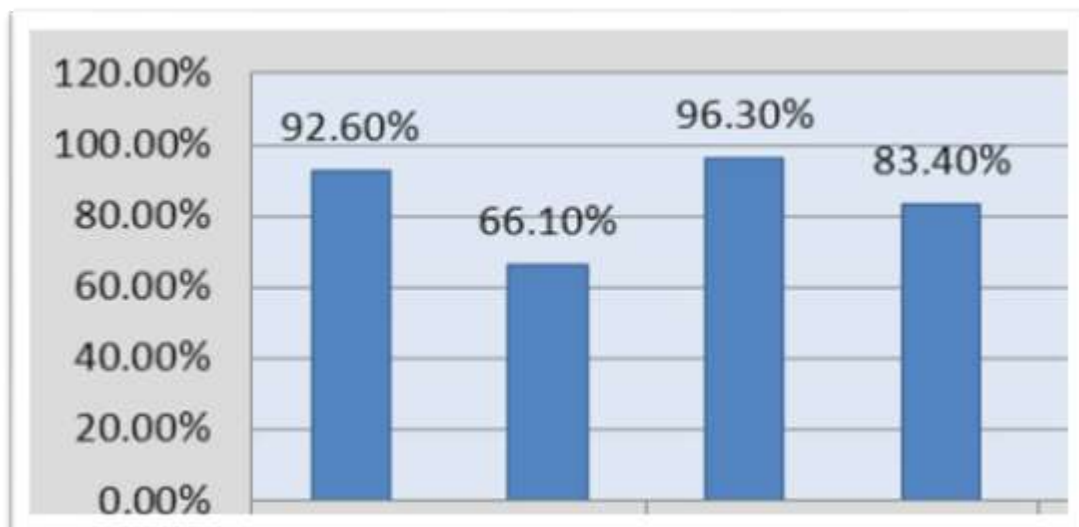
Análisis

Grafico N°01: Resultado del CBR Mezcla optima del Afirmado Adicionado el 3% de CSM al 90 %



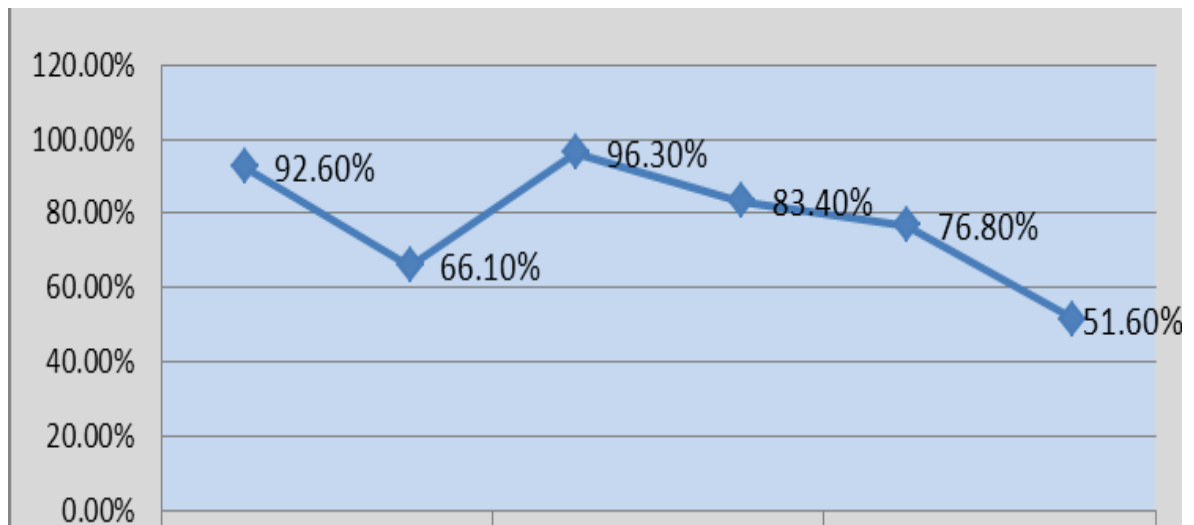
Fuente: Elaboración Propia

Grafico N°02: Resultado del CBR Adicionando el 3% y 5 % de Ceniza de Schinus Molle



Fuente: Elaboración Propia

Grafico N°04: Curvas del CBR Afirmado de la Avenida Pueblo Libre Adicionando el 3 y 5 % y 0% de la Ceniza de Shinus Molle y 0.



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede mostrar en los gráficos, se puede apreciar el comportamiento de cada uno de los afirmados de cada cantera, que la aplicación de adición de CSM mayor al 5%, se puede apreciar que la adición no cumple con el objetivo, la adición menor al 5% si cumple con el objetivo de mejorar la resistencia del afirmado para uso en base de avenida.

Discusión

- Como la adición planteada por Gutiérrez- Perú (2010). Mejora las condiciones de comportamiento mecánico del suelo al igual que nuestra adición de 3% de ceniza de Schinus Molle Activado
- Como se puede apreciar en los cuadros anteriores para formar una base de un pavimento con el terreno natural muestreado y cumpla las especificaciones del MTC, se requerirá añadirle un 3% de ceniza de Schinus Molle Activado.
- Diseño de la mezcla del afirmado con las adiciones se ha tenido en cuenta los resultados obtenidos en laboratorio de la universidad San Pedro, la avenida de Pueblo Libre presenta mayor límite líquido, límite plástico y plasticidad, elementos que se han tomado en cuenta para conseguir el diseño de mezcla, esenciales para conformar una mezcla al 100%.

V. Conclusiones

- Se concluye que el material experimental ceniza de Schinus Molle Activado presenta componentes químicos como el óxido de sílice y óxido de calcio en porcentajes menores considerados por la norma ASTM 680, para ser considerado material puzolánico.
- Las características de compactación de los suelos, la densidad seca máxima aumenta y la humedad óptima de compactación disminuye con cada incremento de porcentaje de CSM, al aumentar el 5% de adición CSM su CBR disminuye debido a su adherencia y reduciendo la fricción irregular que presentan los suelos
- La elevada cantidad de óxido de potasio en su composición química influyo en la desintegración del material que lo contenga, es decir, la presencia de este álcalis producirá desintegración entre las partículas de suelo.
- El porcentaje de compactación para los materiales arcillosa tienen un aumento con adición de CSM en porcentajes no mayores del 5%, tal y como se muestra en los resultados de CBR que hemos obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelo la Universidad San Pedro.
- La resistencia a la compresión tuvo disminución con el incremento de la CSM mayor al 5%, sin embargo la resistencia muestra un aumento en los afirmados con porcentajes inferior al 5%, por tal motivo, el porcentaje máximo aceptable de CSM para los materiales roca, grava y arena no deben exceder del 5% respecto al peso seco del material.

VI. Recomendaciones

Se considera las siguientes recomendaciones:

- Utilizar el contenido de humedad óptima en lugar de la humedad natural del suelo para determinar el CBR, ya que se logra un CBR más alto.
- El uso del material afirmado con adición del 3% y 5 % la CSM (ceniza SCHINUS MOLLE) en base de pavimentos rurales y colectores. Y también es propicio utilizar en sub bases de pavimentos en general
- Buscar otro elemento de adición de origen orgánico como son (concha de abanico, pajilla de arroz, bagazo de caña y vibra de maguey) que en forma conjunta con la ceniza de Schinus Molle para mejorar el CBR del afirmado al 100% para uso en vías arteriales y expresas.
- Complementar esta investigación como son: la realización de pruebas en campo, y sus efectos a largo plazo, y la estimación de costos que pueden servir de referencia para ver las ventajas de estabilizar el terreno natural mediante el incremento de la cal.
- Investigar la reacción que tendrá la capa asfáltica que este en contacto con la el material con adición de CSM, para saber si afecta de forma negativa la vida útil de asfalto y si causa envejecimiento prematuro a nivel de pavimentación.

VII. Agradecimiento

A Dios, que estuvo espiritualmente en cada momento de sacrificio y esfuerzo por habernos dado la fortaleza, todas las bendiciones y su iluminación en nuestros caminos para el logro de nuestras metas profesionales.

A la Universidad San Pedro por habernos formado y brindado la oportunidad de crecer intelectualmente y a la vez forjarnos como personas de bien.

Universidad San Pedro – Chimbote

A los diferentes profesionales que con su valiosa colaboración enriquecieron este trabajo brindándonos su apoyo para la elaboración del mismo, especialmente a: Ing. Rogelio Castañeda Gamboa.

RAMIREZ JARA ISRAEL EDU

VIII. Referencia Bibliográfica

1. Aiassa, G. & Arrúa, P. (2007). Diseño de mezclas de suelo compactado para la construcción de terraplenes. p. 51-61. Medellín, Colombia.: revista EIA, número 7.
2. Ángel Sampedro Rodríguez. (2005). tratamientos de suelos con cal. planteamiento general, diseño y control de calidad. Madrid-España: asociación nacional de fabricante de cal y derivados de España
3. Blas, W., Avendaño, S. & Prieto, M. (2002). Aprovechamiento de residuos en el procesamiento de la concha de abanico (*Argopecten Purpuratus*) en la Bahía de Paracas. Perú: Primer Congreso nacional de Acuicultura.
4. Gamica Anguas-Paul. (2002). estabilización de suelos con cloruro de sodio (NaCl) para Bases y Sub bases. México: Secretaria de Transporte y Comunicaciones.
5. Juárez E. (2005). Mecánica de Suelos I: fundamentos de la mecánica de suelos. México Limusa.
6. Juan Diego Bauzá Castelló. (2003). estabilización de suelos con cal. Madrid: Ingeniero de Caminos, C canales y Puertos.
7. Pérez, E. (2010). Estabilización de suelos para pavimentos utilizando: arena, limo y arcilla con ceniza de cáscara de arroz y cal. Santa Cruz de la Sierra. Bolivia: instituto de investigaciones tecnológicas (IIT) de la universidad Autónoma Gabriel René Moreno.
8. Reglamento nacional de edificaciones. (2012). Norma CE.020. Estabilización de suelos y taludes. Lima -Perú: Editora Macro E.I.R.L.
9. Thenoux, G. & Carrillo, H. (2002). Estudio para la utilización de cenizas provenientes de la caldera cogeneradora petropower en la estabilización de suelos. Chile: 6° Congreso internacional gestión y desarrollo del mantenimiento vial.

Tabla N° 11: Normas Técnicas Peruanas de Investigación de campo, Ensayos de Laboratorio Requisitos de los materiales y Pruebas de Control.

NORMA	DENOMINACIÓN
NTP 339.126:1998	Métodos para la reducción de las muestras de campo a tamaños de muestras de ensayo.
NTP 339.127:1998	Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
NTP 339.128:1999	Método de ensayo para el análisis granulométrico.
NTP 339.129:1999	Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
NTP 339.131:1999	Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de sólidos de un suelo.
NTP 339.132:1999	Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz 75 μm (N°200)
NTP 339.134:1999	Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (SUCS Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)
NTP 339.135:1999	Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.
NTP 339.139:1999	Determinación del Peso volumétrico de suelos cohesivo.
NTP 339.140:1999	Determinación de los factores de contracción de suelos mediante el método del mercurio
NTP 339.141:1999	Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m ³ (56000 pie-lbf/pie ³))
NTP 339.142:1999	Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía estándar (600 kN-m/m ³ (12400 pie-lbf/pie ³))
NTP 339.144:1999	Métodos de ensayos estándar para densidad in situ del suelo y suelo agregado por medio de métodos nucleares (profundidad superficial)
NTP 339.145:1999	Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.146:2000	Método de prueba estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino
NTP 339.147:2000	Método de ensayo de permeabilidad de suelos granulares (carga constante)

Fuente: NTP

IX. Anexo y Apéndice

Anexo N° 01: Ubicación y Localización

Distrito : Pueblo Libre

Provincia : Huaylas Departamento: Ancash Zona : Sierra

Coordenadas:

E =777431.55m

N= 9015360.42m



PLANO: Ubicación Geográfica y Política

ANEXOS

ANEXO 01
ANALISIS DE FLUORESCENCIA
DE RAYOS X



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°175-LAQ/2018

Análisis de ceniza de *Schinus Molle* por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de *Schinus Molle* a pedido del Sr. **Ramírez Jara, Israel Edu**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Estabilización de Suelos de la Av. Dos del Caserío de Pueblo Libre Nuevo Adicionando el 3% y 5% de la Ceniza de *Schinus Molle* de Horno Artesanal, Distrito de Pueblo Libre,- Huaylas – Ancash.”

La muestra había sido previamente calcinada a 500°C por una hora y está en forma de grano fino de color gris.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 4870 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg ($Z=12$) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos.. Como



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene..

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de *schinus molle*. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico del elemento y la energía del rayo-X..

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

formar en un proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es menor que 100%. Es probable que esta diferencia sea consecuencia de compuestos de Na y Mg que esta técnica no puede detectar y/o a una deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de la ceniza de *schinus molle* en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	6.634	7.394
SiO ₂	2.389	2.663
P ₂ O ₅	0.041	0.046
SO ₂	2.854	3.180
ClO ₂	2.903	3.236
K ₂ O	23.342	26.013
CaO	50.222	55.970
TiO ₂	0.101	0.112
V ₂ O ₅	0.010	0.011
Cr ₂ O ₃	0.004	0.004
MnO	5.390	5.344
Fe ₂ O ₃	0.616	0.687
Ni ₂ O ₃	0.009	0.010
CuO	0.023	0.025
ZnO	0.046	0.051
As ₂ O ₃	0.010	0.011
RbO	0.004	0.005
SrO	0.172	0.192
Y ₂ O ₃	0.003	0.004
ZrO ₂	0.016	0.018
Total	89.730	100.00



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

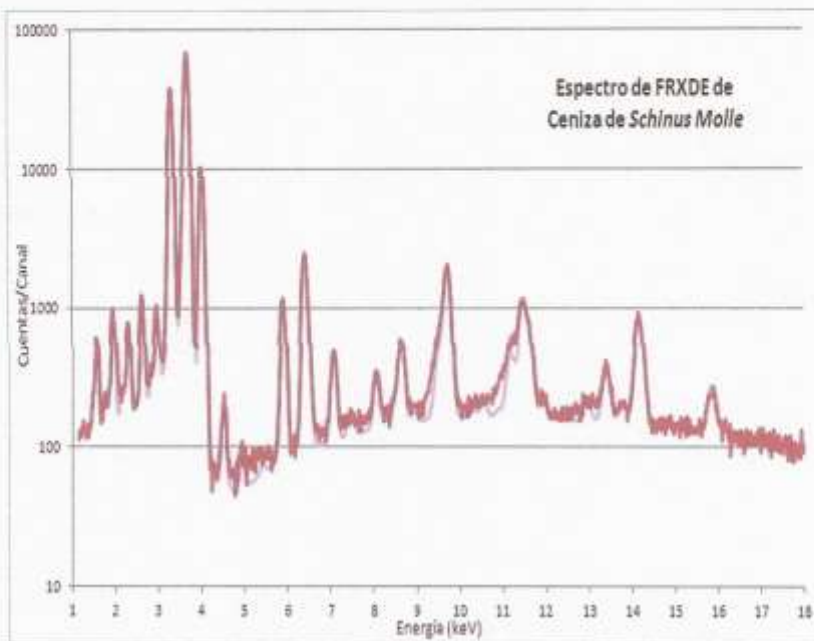


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de ceniza de *schinus molle* en escala semi logaritmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 29 de octubre del 2018

ANEXO 02
ANALISIS GRANULOMETRICO POR
TAMIZADO (ASTM D422)



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

SOLICITA: ISRAEL EDUARDO RAMÍREZ JARA
 TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA AVENIDA 2 DEL CASERIO DEL PUEBLO LIBRE NUEVO ADICIONADO 2% Y 5% DE LA CENIZA DE SORBUS
 UBICACIÓN: MOLLE DE HORNO ARTESANAL, DISTRITO DE PUEBLO LIBRE-HUAYLAS-ANCASH
 FECHA: CARAZ-HUAYLAS-ANCASH
 01/2018

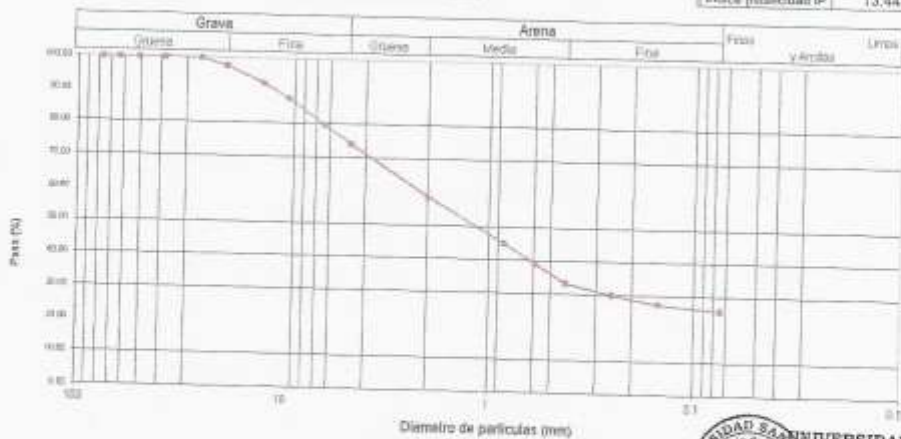
Peso Seco Inicial	1600	gr.
Peso Seco Levado	1186.9	gr.
Peso perdido por lavado	413.1	gr.

CALCATA-1

Tamiz/Abertura	N°	(mm)	Peso Retenido (gr.)	Retenido Partes (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
2 1/2"		76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Materia gruesa Excluyente a Duro como caliche A-2-U Grava y arena gruesa o limosa
2"		50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"		37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"		25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"		19.00	36.5	2.3	2.3	97.7	
1/2"		12.50	80.6	5.0	7.3	92.7	Valor del índice de grupo (IG) = 0
3/8"		9.50	80.5	5.0	12.3	87.7	Clasificación (S.U.C.S.)
1/4"		6.30	126.0	7.9	20.2	79.8	Sueta de partículas gruesas: Sueta de partículas gruesas con finos (sueta sueta)
N° 4		4.75	96.0	6.0	26.6	74.4	Grava artificial con arena GC
N° 10		2.00	249.0	15.6	41.2	58.8	Pasa tamiz N° 4 (%) = 58.8
N° 20		0.850	221.0	13.8	55.0	45.0	Pasa tamiz N° 20 (%) = 26.9
N° 30		0.600	92.0	5.8	60.8	39.2	D60 (mm) = 2.21
N° 40		0.425	93.0	5.8	66.6	33.4	D30 (mm) = 0.249
N° 60		0.250	53.5	3.3	69.9	30.1	D10 (mm) =
N° 100		0.150	40.5	2.5	72.5	27.5	Cu
N° 200		0.075	27.5	1.7	74.2	25.8	Cc
< 200			413.1	25.8	100.0	0.0	
Total			1600.0			100.0	

Límite líquido LL	34.3
Límite plástico LP	20.86
Índice plasticidad IP	13.44

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 E.I.P.



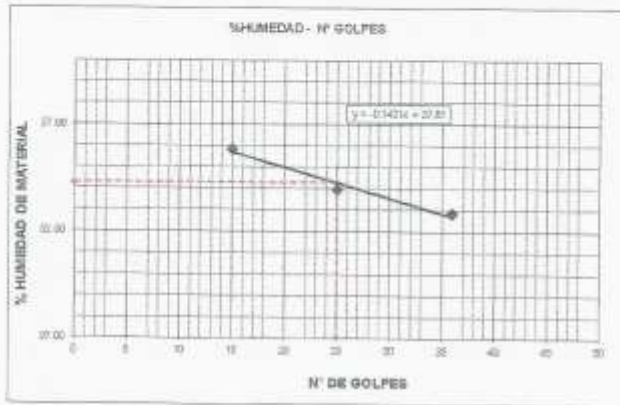
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO (MTC E-110, E-111, ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA ISRAEL EDU RAMIREZ JARA
PROYECTO ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA AVENIDA 2 DEL CASERIO DEL PUEBLO LIBRE NUEVO ADICIONADO
 3% Y 5% DE LA CENIZA DE SCHINUS MOLLE DE HORNO ARTESANAL, DISTRITO DE PUEBLO LIBRE-HUAYLAS-ANCASH.
UBICACIÓN CARAZ-HUAYLAS-ANCASH
MUESTRA TERRENO NATURAL
FECHA 06/12/2018

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	48.80	57.90	48.80	22.09	21.80	22.00
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	41.49	48.90	42.30	21.44	21.04	20.98
PESO DE LA TARA (gr.)	21.09	22.40	22.30	18.30	18.30	18.22
PESO DEL AGUA (gr.)	7.31	8.00	6.80	0.85	0.50	1.02
PESO SUELO SECO (gr.)	20.40	26.50	20.10	3.14	2.74	4.78
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	35.83	33.96	32.84	20.70	20.44	21.45
Nro. DE GOLPES	15	25	36	20.86		



LIMITE LIQUIDO (MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL :	% 34.30
LIMITE PLASTICO (MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP :	% 20.86
INDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-438	
IP :	% 13.44

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Santacruz Reyes
 JEMPC



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

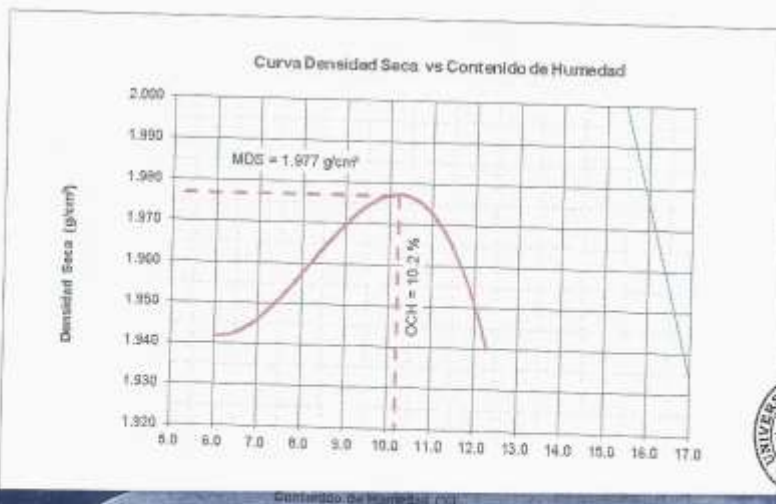
PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : ISRAEL EDU RAMIREZ JARA
 TESIS : ESTABILIZACION DE SUELOS DE LA AVENIDA 2 DEL CASERIO DEL PUEBLO LIBRE NUEVO ADICIONADO
 3% Y 5% DE LA CENIZA DE SCHINUS MOLLE DE HORNO ARTESANAL, DISTRITO DE PUEBLO LIBRE-
 HUAYLAS -ANCASH.
 MATERIAL : TERRENO NATURAL CALICATA-1
 FECHA : 06-12-2018

Metodo Compactación:	"C"	Número de Golpes			
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ³			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	7280	7444	7543	7552	
02 - Peso del Molde (g)	2619.0	2619.0	2619.0	2619.0	
03 - Peso Suelo Humedo (g)	4661.0	4825.0	4924.0	4933.0	
04 - Volumen del Molde (cm ³)	2264.0	2264.0	2264.0	2264.0	
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	2.059	2.131	2.175	2.179	
06 - Tarro N°	01	02	03	04	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	400.0	400.0	400.0	400.0	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	389.0	385.0	382.8	379.0	
09 - Peso del agua (g)	11.0	15.0	17.4	21.0	
10 - Peso del tarro (g)	208.9	208.5	208.4	208.5	
11 - Peso suelo seco (g)	182.1	178.5	174.2	170.5	
12 - Contenido de Humedad (%)	6.0	8.5	10.0	12.3	
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.942	1.964	1.977	1.940	

Contenido Optimo Humedad 10.2 % Densidad Seca Maxima, 1.977 g/cm³



www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Cel. 990579937

Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA: ISRAEL EDU RAMIREZ JARA
 TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA AVENIDA 2 DEL CASERIO DEL PUEBLO LIBRE NUEVO ADICIONADO 3% Y 5%
 DE LA CENIZA DE COHIBOS MOLLE DE HORNO ARTESANAL, DISTRITO DE PUEBLO LIBRE-HUAYLAS-ANCASH
 MATERIAL: TERRIZO NATURAL
 FECHA: 08-12-2018

CAUCATA-1

Características						
Numero de Molde	1		2		3	
Numero de Capas	5		5		5	
Numero de Golpe	56		25		12	
Energía Compactación (kg-cm/cm ²)	27.7		12.2		6.1	
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,360.0		8,667.0		8,290.0	
02 - Peso del molde (g)	4,544.0		4,244.0		4,355.0	
03 - Peso suelo humedo (g)	4,816.0		4,423.0		3,935.0	
04 - Volumen de molde, cm ³	2,210.000		2,141.000		2,012.000	
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	2.179		2.068		1.956	
06 - Tarro N°	0.0		0.0		0.0	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	400.0		400.0		400.0	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	382.2		382.3		381.9	
09 - Peso del agua (g)	17.8		17.7		18.1	
10 - Peso del tarro (g)	208.3		208.4		210.5	
11 - Peso suelo seco (g)	173.0		173.9		171.4	
12 - Contenido de humedad (%)	10.2		10.2		10.6	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.877		1.875		1.769	
Saturación						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01	17-Oct-16	5:00PM	0.05	0.20	0.31	
Dia 02	18-Oct-16	5:00PM	0.22	0.45	0.30	
Dia 03	19-Oct-16	5:00PM	0.45	0.54	0.32	
Dia 04	20-Oct-16	5:00PM	0.66	0.72	0.69	
Expansión, %			14.8	15.8	15.1	
Absorción						
Numero de molde	1		2		3	
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,816.0		4,423.0		3,935.0	
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,491.1		8,791.4		8,403.9	
03 - Peso del molde (g)	4,544.0		4,244.0		4,355.0	
04 - Peso suelo embebido (g)	4,947.1		4,547.4		4,048.9	
05 - Peso del agua absorbida (g)	131.1		124.4		113.9	
06 - Peso del suelo seco (g)	4,368.8		4,014.6		3,558.2	
07 - Absorción de agua (%)	3.0		3.1		3.2	
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial ² 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	11.0	74.7	3.0	40.7	2.0	36.4
1.3	18.0	106.7	6.0	53.4	4.0	44.9
1.9	31.0	159.6	13.0	83.2	8.0	53.4
2.5	42.0	206.38	19.0	104.40	8.0	61.91
3.2	53.0	283.1	26.0	134.1	10.0	70.4
3.8	65.0	304.1	35.0	176.6	12.0	78.9
5.08	78.0	358.4	49.0	236.1	14.0	87.4
7.6	82.0	418.8	61.0	267.1	16.0	95.9
10.16	100.0	452.8	89.0	321.1	18.0	104.4
12.7	110.0	495.3	77.0	355.1	20.0	112.9
Carga [%]	206.38 kgf. [15.2%]		104.4 kgf. [7.7%]		61.91 kgf. [4.8%]	





UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

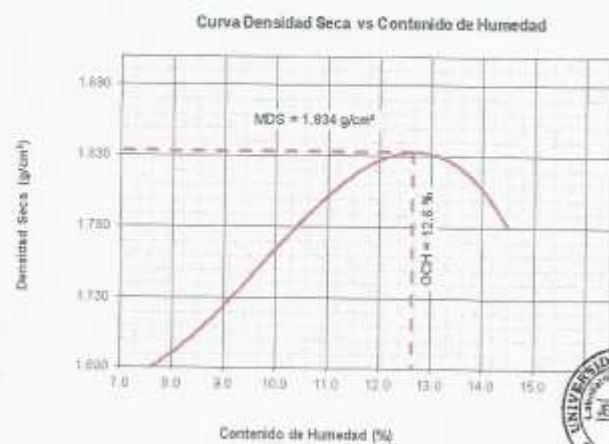
PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA: ISRAEL EDU RAMIREZ, JARA
 TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA AVENIDA 2 DEL CASERIO DEL PUEBLO LIBRE NUEVO ADICIONADO
 3% Y 5% DE LA CENIZA DE RICHIMUS MOLLE DE HORNO ARTESANAL, DISTRITO DE PUEBLO LIBRE-
 HUAYLAS-ANCASH
 MATERIAL: TERRENO NATURAL CALICATA-2
 FECHA: 08-12-2016

Metodo Compactación:	°C	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ²		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3592	3656	3794	3629
02 - Peso del Molde (g)	1985.1	1985.1	1985.1	1985.1
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1606.9	1669.4	1808.9	1843.9
04 - Volumen del Molde (cm ³)	904.3	904.3	904.3	904.3
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.777	1.846	2.000	2.039
06 - Tarro N°	01	01	02	03
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	649.3	636.4	637.4	639.5
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	622.3	603.2	594.2	580.1
09 - Peso del agua (g)	27.0	33.2	43.2	59.4
10 - Peso del tarro (g)	164.6	207.9	201.6	168.1
11 - Peso suelo seco (g)	457.5	395.3	392.6	411.0
12 - Contenido de Humedad (%)	5.9	8.4	11.0	14.5
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.678	1.703	1.802	1.781

Contenido Óptimo Humedad 12.6 % Densidad Seca Máxima, 1.834 g/cm³





**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA: ERNANI RAMIREZ SÁLA
 TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA AVENIDA 2 DEL CASERIO DEL PUEBLO LIBRE NUEVO ADICIONADO 38 Y 39
 DE LA CENSA DE SCHINUS MOLLE DE HORNO ARTESANAL, DISTRITO DE PUEBLO LIBRE HUAYLAS JANCASH.
 MATERIAL: TERREÑO NATURAL
 FECHA: 08-13-2016 CALICATA

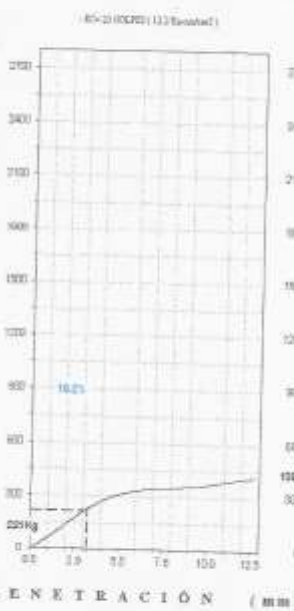
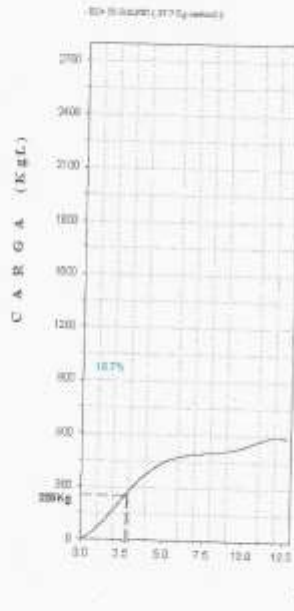
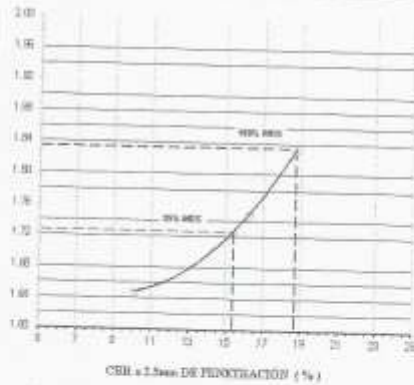
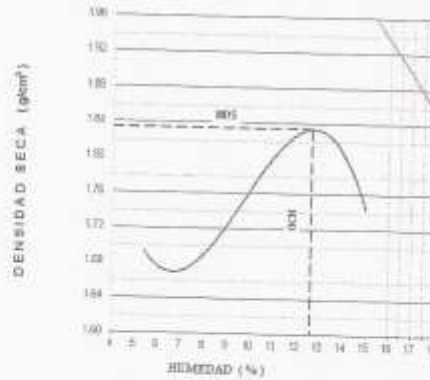
Características						
Numero de Molde	1		2		3	
Numero de Capas	5		5		5	
Numero de Golpe	56		25		12	
Energía Compactación [kg-cm/cm ²]	27.7		12.2		6.1	
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,280.0		8,704.0		8,830.0	
02 - Peso del molde (g)	3,972.5		4,503.0		4,790.0	
03 - Peso suelo humedo (g)	4,307.5		4,201.0		4,040.0	
04 - Volumen de molde, cm ³	2,086.680		2,133.170		2,179.200	
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	2.064		1.969		1.855	
06 - Tarro N°	0.0		0.0		0.0	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	663.6		661.3		657.9	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	612.0		631.9		602.8	
09 - Peso del agua (g)	51.8		48.4		55.0	
10 - Peso del tarro (g)	291.2		240.1		184.8	
11 - Peso suelo seco (g)	410.8		391.8		436.1	
12 - Contenido de humedad (%)	12.6		12.6		12.6	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.834		1.749		1.648	
Saturación						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Día 01	13-Jun-17	5:00PM	0.20	0.70	1.20	
Día 02	14-Jun-17	5:00PM	1.40	1.00	3.53	
Día 03	15-Jun-17	5:00PM	2.00	2.00	3.72	
Día 04	16-Jun-17	5:00PM	2.66	2.70	4.00	
Expansión, %						
Absorción						
Numero de molde						
01 - Peso suelo humedo antes (g)	1		2		3	
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	4,307.5		4,201.0		4,040.0	
03 - Peso del molde (g)	3,972.5		4,503.0		4,790.0	
04 - Peso suelo embebido (g)	4,458.7		4,385.1		4,212.3	
05 - Peso del agua absorbida (g)	149.2		164.1		172.3	
06 - Peso del suelo seco (g)	3,825.6		3,730.6		3,589.4	
07 - Absorción de agua (%)	3.9		4.4		4.8	
Penetración						
Factor Anillo: Carga (kgf.)= Lectura Dial*4 2491345+27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.83	6.0	53.4	3.0	40.7	4.0	44.9
1.3	14.0	87.4	10.0	70.4	9.0	66.2
1.9	30.0	155.4	26.0	146.9	12.0	78.9
2.5	50.0	240.38	36.0	199.39	16.0	95.91
3.2	67.0	312.6	42.0	206.4	31.0	159.6
3.8	77.0	355.1	56.0	265.9	41.0	202.1
5.08	97.0	440.1	67.0	312.6	52.0	248.8
7.6	110.0	495.3	75.0	348.6	67.0	312.9
10.16	120.0	537.8	81.0	372.1	70.0	325.4
12.7	130.0	580.3	80.0	410.3	80.0	367.9
Carga (%)	240.38 kgf [17.7%]		199.39 kgf [13.9%]		95.91 kgf [7%]	





RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1993]

SOLICITA: RIVAL, EDUARDO J. JARA	MÉTODO DE COMPACTACIÓN: (ASTM D-1557)	C
TÍTULO: ESTADÍSTICA DE SUELOS DE LA AVENIDA 3 DE ABRIL CALLE 04	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³):	1.934
PROBLEMA: MEZCLA ASFOCADO 2% Y 5% EN LA ZONA DE ZORRAS VIEJAS	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):	17.8
DE DISEÑO: ARTESANAL, DETALLE DE PUNTA / FUNDACIONES - JACKSON	CIP AL 10% DE LA M.O.S. (%):	35.7
MATERIAL: TIPO NATURAL	CIP AL 5% DE LA M.O.S. (%):	35.4
EXACTA: _____	SET. ACUM. 3H':	30% 30' 0 1/4 0 1/2 1/2 1/2 1/2
FECHA: 18/03/2018	SIEDE:	U --- P --- G ₁ ---
	ASIENTO:	EMEBDO: 1.6m EXPANSION: 1.8%
	ABSORCIÓN:	3.9% HUMEDAD DE PENETRACION: 15.4%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
JEFE

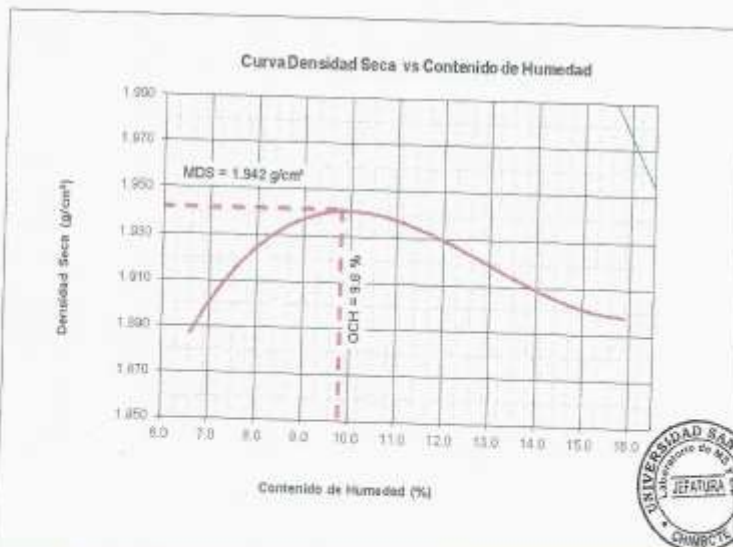


PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL 3%

SÓLICITA : ISRAEL EDU RAMIREZ JARA
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA AVENIDA 2 DEL CASERIO DEL PUEBLO LIBRE NUEVO ADICIONADO
 3% Y 5% DE LA CENIZA DE SCHINUS MOLLE DE HORNO ARTESANAL, DISTRITO DE PUEBLO LIBRE-
 HUAYLAS -ANCASH
 MATERIAL : TERRENO NATURAL CALICATA-1
 FECHA : 05-12-2018

Metodo Compactación:	"C"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ²		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3904	3904	3950	3974
02 - Peso del Molde (g)	1985.1	1985.1	1985.1	1985.1
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1918.9	1918.9	1964.9	1988.9
04 - Volumen del Molde (cm ³)	904.3	904.3	904.3	904.3
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	2.011	2.122	2.173	2.199
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	625.5	635.9	646.8	637.8
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	597.1	598.6	598.2	573.3
09 - Peso del agua (g)	28.4	37.3	48.6	64.5
10 - Peso del tarro (g)	167.6	201.4	240.2	168.8
11 - Peso suelo seco (g)	429.5	397.2	358.0	404.7
12 - Contenido de Humedad (%)	6.6	9.4	13.6	15.9
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.887	1.940	1.913	1.898

Contenido Optimo Humedad **9.8 %** Densidad Seca Maxima **1.942 g/cm³**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jory Montañez Reges
 JEFE



**RELACION DE SOPORTE - CBR
NORMA ASTM D- 1883-EXPERIMENTAL 3%**

SOLICITA : ISRAEL EDU RAMIREZ JARA
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA AVENIDA 2 DEL CASERIO DEL PUEBLO LIBRE NUEVO ADICIONADO 3% Y 5%
 DE LA CENIZA DE SICHINUS MOLLE DE HORNO ARTESANAL, DISTRITO DE PUEBLO LIBRE-HUAYLAS-ANCASH
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 FECHA : 09-12-2018

CALICATA-1

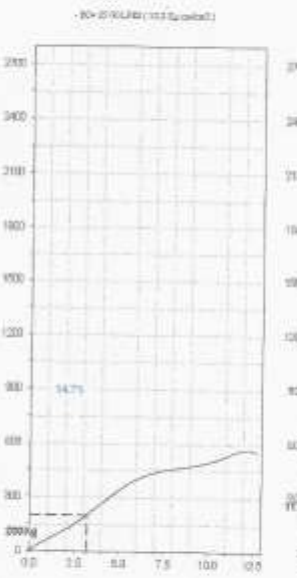
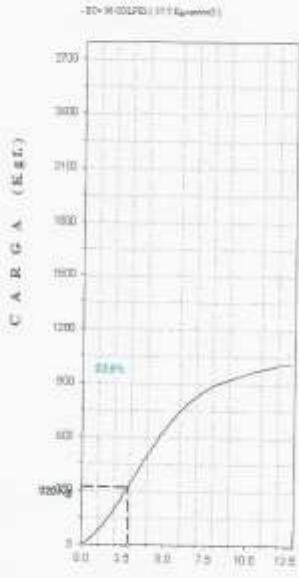
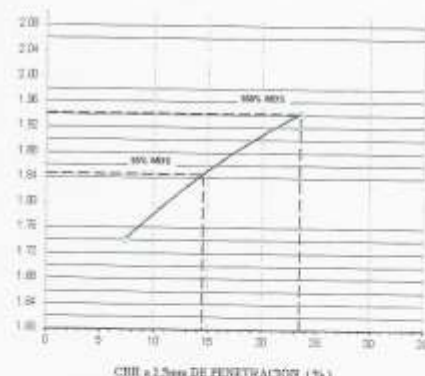
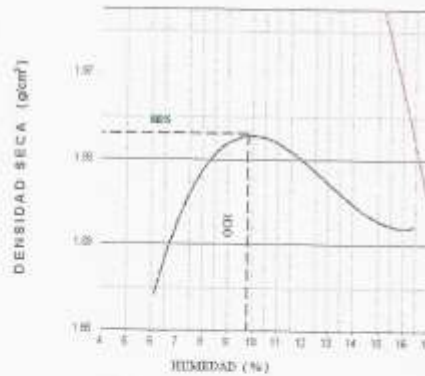
Características						
Numero de Molde			1	2	3	
Numero de Capas			5	5	5	
Numero de Golpe			56	25	12	
Energía Compactación [kg·cm ³ /cm ³]			27.7	12.2	6.1	
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)			8,258.0	8,589.0	8,208.0	
02 - Peso del molde (g)			4,544.0	4,244.0	4,355.0	
03 - Peso suelo humedo (g)			4,714.0	4,345.0	3,851.0	
04 - Volumen de molde, cm ³			2,210,000	2,141,000	2,012,000	
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)			2.133	2.029	1.914	
06 - Tarro N°			0.0	0.0	0.0	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)			618.5	652.0	670.3	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)			579.5	611.8	618.0	
09 - Peso del agua (g)			37.0	40.2	52.3	
10 - Peso del tarro (g)			203.5	202.1	95.5	
11 - Peso suelo seco (g)			376.0	409.7	532.5	
12 - Contenido de humedad (%)			9.8	9.8	9.8	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)			1.842	1.848	1.743	
Saturación						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01	13-Jun-17	5.00PM	1.20	1.56	1.63	
Dia 02	14-Jun-17	5.00PM	1.80	1.75	2.45	
Dia 03	15-Jun-17	5.00PM	1.95	1.99	2.76	
Dia 04	16-Jun-17	5.00PM	2.95	3.67	4.25	
Expansión, %			1.3	1.8	2.1	
Absorción						
Numero de molde			1	2	3	
01 - Peso suelo humedo antes (g)			4,714.0	4,345.0	3,851.0	
02 - Peso suelo embebido + molde (g)			9,438.3	8,810.6	8,423.4	
03 - Peso del molde (g)			4,544.0	4,244.0	4,355.0	
04 - Peso suelo embebido (g)			4,894.3	4,566.6	4,068.4	
05 - Peso del agua absorbida (g)			180.3	221.6	217.4	
06 - Peso del suelo seco (g)			4,291.7	3,956.6	3,506.6	
07 - Absorción de agua (%)			4.2	5.6	6.2	
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4,2491345 + 27,92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	7.0	57.7	6.0	49.2	4.0	44.9
1.3	20.0	112.9	13.0	83.2	8.0	61.9
1.9	38.0	165.4	20.0	112.9	13.0	83.2
2.5	54.0	257.37	26.0	146.80	17.0	100.16
3.2	80.0	367.9	36.0	193.6	22.0	121.4
3.8	118.0	520.8	57.0	270.1	28.0	146.9
5.08	140.0	622.8	73.0	333.9	36.0	180.9
7.6	198.0	873.5	100.0	452.8	48.0	231.9
10.16	218.0	954.2	111.0	499.6	60.0	262.9
12.7	230.0	1005.2	124.0	554.8	74.0	342.4
Carga (%)	257.37 kgf. (18.9%)		146.9 kgf. (10.8%)		100.16 kgf. (7.4%)	





RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]-EXPERIMENTAL 3%

SOLOTA: ARENOSO FIABLE 3%	METODO DE COMPACTACION (ASTM D-1557)	C
TIPO: ESTABILIZACION DE SUELOS DE LA ZONA 3 DEL GRUPO DL	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.942
ARENOSO FIABLE 3% Y 1% DE LA ZONA DE SUELOS MALLE	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.8
DE HONDO ARTESANAL, TIPO DE PISO O LLEVA EN LAS AMARAS	CBR AL 10% DE LA M.D.S. (%)	25.5
MATERIAL: TIPO DE MATERIAL	CBR AL 90% DE LA M.D.S. (%)	14.8
CAUSAS:	RET. AGUA 3% 20% 30% 0 4% 0 10% 0	0
FECHA: 06/04/2018	SUS	0
	LL	0
	PL	0
	GP	0
	EXPANSION	1.3%
	ABSORCION	4.2%
	HUMEDAD DE RETENCION	14.0%



PENETRACION (mm)

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

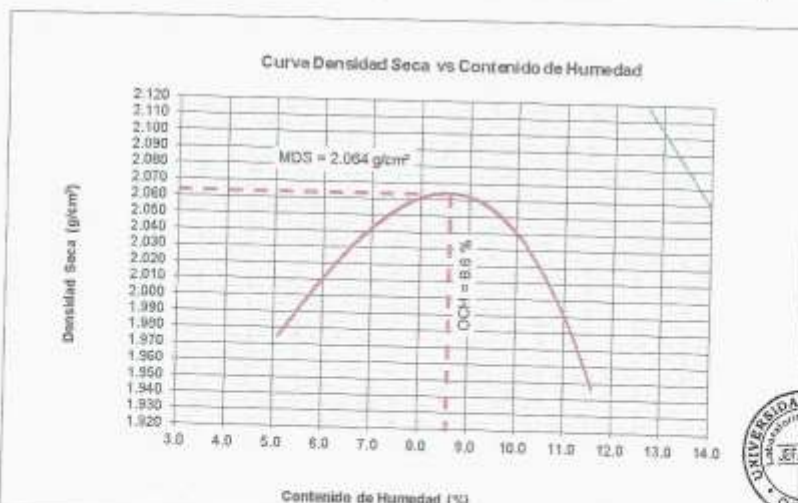
PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL 3%

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : ISRAEL EDU RAMIREZ JARA
 TESIS : ESTABILIZACION DE SUELOS DE LA AVENIDA 2 DEL CASERIO DEL PUEBLO LIBRE NUEVO ADICIONADO
 3% Y 5% DE LA CENIZA DE SCHINUS MOLLE DE HORNO ARTESANAL, DISTRITO DE PUEBLO LIBRE-
 HUAYLAS -ANCASH
 MATERIAL : TERRENO NATURAL CALICATA-2
 FECHA : 06-12-2018

Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm/cm ²			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	7319	7578	7711	7539
02 - Peso del Molde (g)	2619.0	2619.0	2619.0	2619.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	4700.0	4959.0	5092.0	4920.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	2264.0	2264.0	2264.0	2264.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	2.076	2.190	2.249	2.173
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	609.0	609.0	609.0	609.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	589.5	582.5	573.5	567.5
09 - Peso del agua (g)	19.5	26.5	35.5	41.5
10 - Peso del terro (g)	209.0	209.0	209.0	209.0
11 - Peso suelo seco (g)	380.5	373.5	364.5	358.5
12 - Contenido de Humedad (%)	5.1	7.1	9.7	11.6
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.975	2.045	2.050	1.947

Contenido Optimo Humedad 8.6 % Densidad Seca Maxima, 2.064 g/cm³



www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Las Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Cel. 990579937

Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL 3% NORMA ASTM D- 1863

SOLICITA: ISRAEL EDU RAMIREZ JARA
 TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA AVENIDA 2 DEL CASERIO DEL PUEBLO LIBRE NUEVO ADICIONADO 3% Y 5%
 DE LA CENIZA DE SOBRAS NALLAS DE HORNO ARTESANAL, DISTRITO DE PUEBLO LIBRE-HUAYLAS-ANCASH
 MATERIAL: TERRENO NATURAL
 FECHA: 08-12-2018 CALICATA-2

Características						
Numero de Molde			1	2	3	
Numero de Capas			5	5	5	
Numero de Golpe			56	25	12	
Energía Compactación (kg-cm/cm ²)			27.7	12.2	6.1	
Densidad Seca (CBR)						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)			8,499.0	8,783.0	8,395.0	
02 - Peso del molde (g)			4,544.0	4,244.0	4,355.0	
03 - Peso suelo humedo (g)			4,955.0	4,549.0	4,040.0	
04 - Volumen de molde, cm ³			2,210.000	2,141.000	2,012.000	
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)			2.242	2.129	2.008	
06 - Tarro N°			0.0	0.0	0.0	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)			522.9	584.0	577.9	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)			497.1	553.9	548.0	
09 - Peso del agua (g)			25.4	30.1	29.9	
10 - Peso del tarro (g)			202.5	205.5	201.5	
11 - Peso suelo seco (g)			294.6	348.4	346.5	
12 - Contenido de humedad (%)			8.6	8.6	8.8	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)			2.084	1.956	1.848	
Saturación						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01	17-Oct-16	5.00PM	0.05	0.20	0.31	
Dia 02	18-Oct-16	5.00PM	0.22	0.45	0.30	
Dia 03	19-Oct-16	5.00PM	0.45	0.54	0.32	
Dia 04	20-Oct-16	5.00PM	0.68	0.66	0.60	
Expansión, %			12.7	14.5	13.1	
Absorción						
Numero de molde			1	2	3	
01 - Peso suelo humedo antes (g)			4,955.0	4,549.0	4,040.0	
02 - Peso suelo embebido + molde (g)			9,622.2	8,922.8	8,514.0	
03 - Peso del molde (g)			4,544.0	4,244.0	4,355.0	
04 - Peso suelo embebido (g)			5,078.2	4,678.8	4,159.0	
05 - Peso del agua absorbida (g)			123.2	129.8	119.0	
06 - Peso del suelo seco (g)			4,581.7	4,187.2	3,719.1	
07 - Absorción de agua (%)			2.7	3.1	3.2	
Penetración						
Factor Anillo: Carga (kgf.) = Lectura Dial 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	17.0	100.2	13.0	83.2	15.0	70.4
1.3	38.0	193.6	28.0	138.4	15.0	91.7
1.9	57.0	270.1	40.0	197.9	27.0	142.6
2.5	90.0	410.34	55.0	261.62	33.0	168.14
3.2	98.0	435.8	70.0	325.4	50.0	240.4
3.8	111.0	499.0	90.0	410.3	64.0	299.9
5.08	150.0	665.3	110.0	495.3	80.0	367.9
7.6	240.0	1047.7	143.0	635.5	108.0	488.8
10.16	327.0	1417.4	150.0	665.3	118.0	529.3
12.7	360.0	1557.6	160.0	707.8	125.0	559.1
Carga (%)	410.34 kgf. [30.2%]		261.62 kgf. [19.2%]		168.14 kgf. [12.4%]	



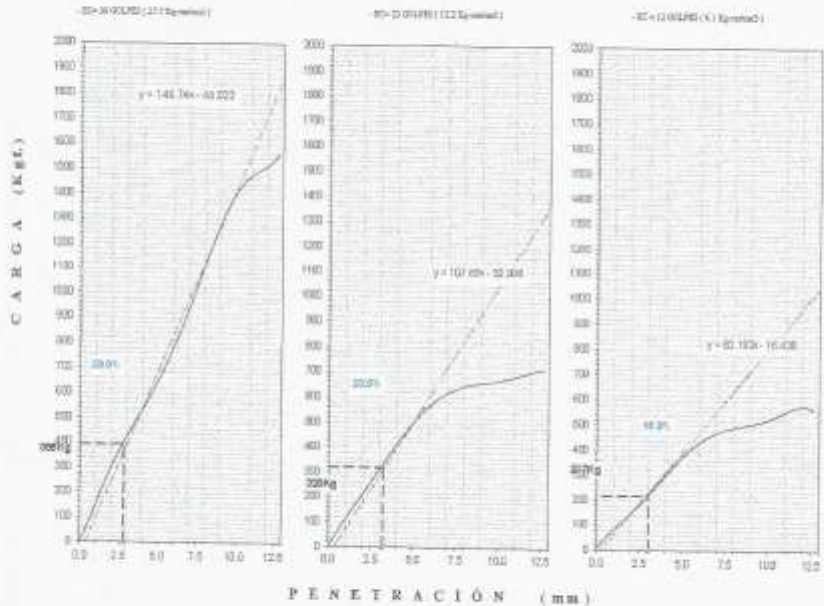
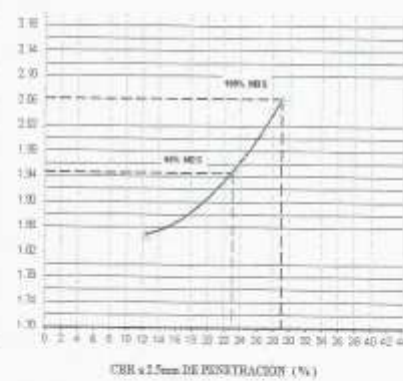
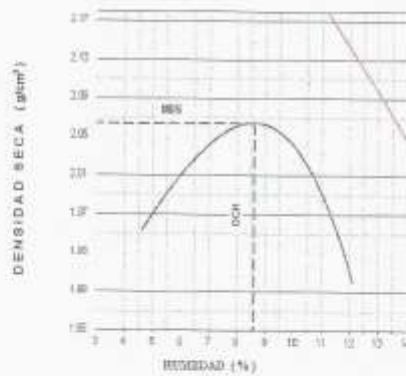


UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]-EXPERIMENTAL 3%

ESCUETA	SEÑAL REGISTRADA 4384	MÉTODO DE COMPACTACIÓN	(ASTM D-1557)	C
TIPO	ESTRATIFICACIÓN DE SUELOS DE LA ZONA C-1 DEL CUERPO DE	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)		1.04
LABORATORIO	INFORMACIÓN DE SUELOS DE LA ZONA C-1 DEL CUERPO DE	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		8.6
DE DONDE SE OBTUVO	ESTACION 2N Y 10 DE LA CARRERA BOMBAY MILIT	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)		20.0
MATERIAL	GRANULADO	CBR AL 80% DE LA M.D.S. (%)		23.0
ORIGEN		EMBRUDO	8045	1276000
FECHA	08/06/2018	ABSORCIÓN	2.7%	HUMEDAD DE PENETRACIÓN
				11.2%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorys Montañez Reyes
Ing. Jorys Montañez Reyes
JEFE



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

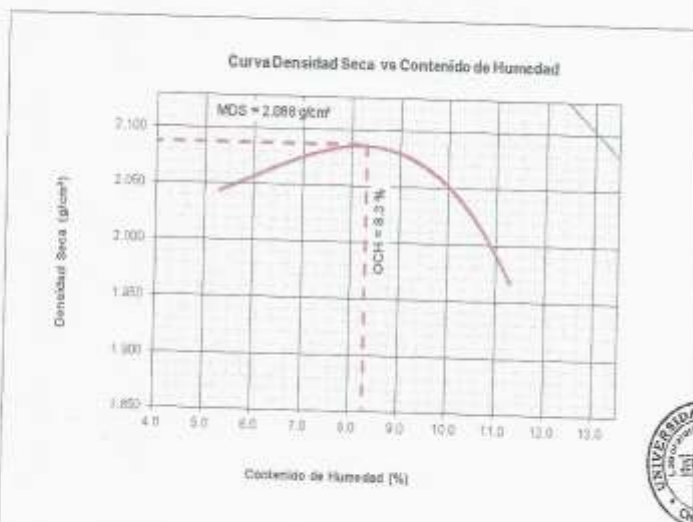
PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL 5%

NORMA ASTM D-1557/ MYC E 115

SOLICITA : ISRAEL EDU RAMIREZ JARA
 TESIS : ESTABILIZACION DE SUELOS DE LA AVENIDA 2 DEL CASERIO DEL PUEBLO LIBRE NUEVO ADICIONADO
 3% Y 5% DE LA CENIZA DE SCHIPIUS MOLLE DE HORNO ARTESANAL, DISTRITO DE PUEBLO LIBRE -
 HUAYLAS -ANCASH.
 MATERIAL : TERRENO NATURAL CALICATA-1
 FECHA : 06-12-2018

Metodo Compactación:	°C	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ²		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	7483	7731	7728	7568
02 - Peso del Molde (g)	2611.0	2611.0	2611.0	2611.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	4872.0	5119.5	5116.5	4956.5
04 - Volumen del Molde (cm ³)	2264.0	2264.0	2264.0	2264.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	2.152	2.261	2.260	2.169
06 - Tarro N°	01	02	03	03
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	854.0	898.0	825.2	890.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	821.5	862.4	587.6	612.0
09 - Peso del agua (g)	32.5	53.6	37.6	68.0
10 - Peso del tarro (g)	210.0	184.5	209.2	212.5
11 - Peso suelo seco (g)	611.5	637.9	379.4	599.5
12 - Contenido de Humedad (%)	5.3	8.4	9.9	11.3
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	2.044	2.086	2.056	1.967

Contenido Optimo Humedad 8.3 % Densidad Seca Maxima 2.088 g/cm³



www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Cel. 990579937

Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL 5% NORMA ASTM D-1883

SOLICITA ISRAEL EDU RAMIREZ JARA
 TESIS ESTABILIZACION DE SUELOS DE LA AVENIDA 2 DEL CASERIO DEL PUEBLO LIBRE NUEVO ADICIONADO 3% Y 5%
 DE LA CINIZA DE SOHNAS MOLLE DE HORNO ARTESANAL, DISTRITO DE PUEBLO LIBRE-HUAYLAS-ANCAASH
 MATERIAL TERRENO NATURAL
 FECHA 08-12-2018 CALICATA-1

Características					
Numero de Molde	1		2		3
Numero de Capas	5		5		5
Numero de Golpe	56		26		12
Energía Compactación [kg-cm/cm ²]	27.7		12.2		6.1
Densidad Seca (CBR)					
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8.766.5		8.441.0		8.790.0
02 - Peso del molde (g)	4.135.0		3.970.5		4.499.5
03 - Peso suelo humedo (g)	4.663.5		4.470.5		4.290.5
04 - Volumen de molde, cm ³	2.063.170		2.066.660		2.133.170
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	2.260		2.142		2.011
06 - Tarro N°	0.0		0.0		0.0
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	731.5		785.2		778.8
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	691.7		738.0		734.8
09 - Peso del agua (g)	39.8		47.2		44.0
10 - Peso del tarro (g)	210.3		187.6		202.8
11 - Peso suelo seco (g)	481.4		570.4		531.8
12 - Contenido de humedad (%)	8.3		8.3		8.3
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	2.066		1.979		1.858
Saturación					
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial
Día 01	13-Jun-17	5.00PM	0.50	0.50	0.70
Día 02	14-Jun-17	5.00PM	0.70	0.70	0.90
Día 03	15-Jun-17	5.00PM	0.90	0.90	1.00
Día 04	16-Jun-17	5.00PM	1.70	1.90	2.40
Expansión, %			0.9		1.1
Absorción					
Numero de molde	1		2		3
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4.663.5		4.470.5		4.290.5
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8.940.6		8.802.0		8.964.4
03 - Peso del molde (g)	4.135.0		3.970.5		4.499.5
04 - Peso suelo embebido (g)	4.805.6		4.831.5		4.464.9
05 - Peso del agua absorbida (g)	142.1		161.0		174.4
06 - Peso del suelo seco (g)	4.307.4		4.128.8		3.962.6
07 - Absorción de agua (%)	3.3		3.9		4.4
Penetración					
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura [kgf.] * 4.2491345 + 27.92018					
Molde	1 [56 Golpes]		2 [26 Golpes]		3 [12 Golpes]
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	10.0	70.4	4.0	44.9	4.0
1.3	26.0	151.1	7.0	57.7	6.0
1.9	89.0	304.1	21.0	117.2	19.0
2.5	110.0	495.32	87.0	312.61	26.0
3.2	183.0	805.5	70.0	325.4	38.0
3.6	244.0	1064.7	127.0	567.6	49.0
5.08	299.0	1298.4	166.0	703.5	63.0
7.6	391.0	1689.3	231.0	1009.5	99.0
10.10	439.0	1889.0	279.0	1196.4	100.0
12.7	499.0	2149.2	321.0	1391.9	120.0
Carga (%)	495.32 kgf. [36.4%]		312.61 kgf. [23%]		134.19 kgf. [9.9%]



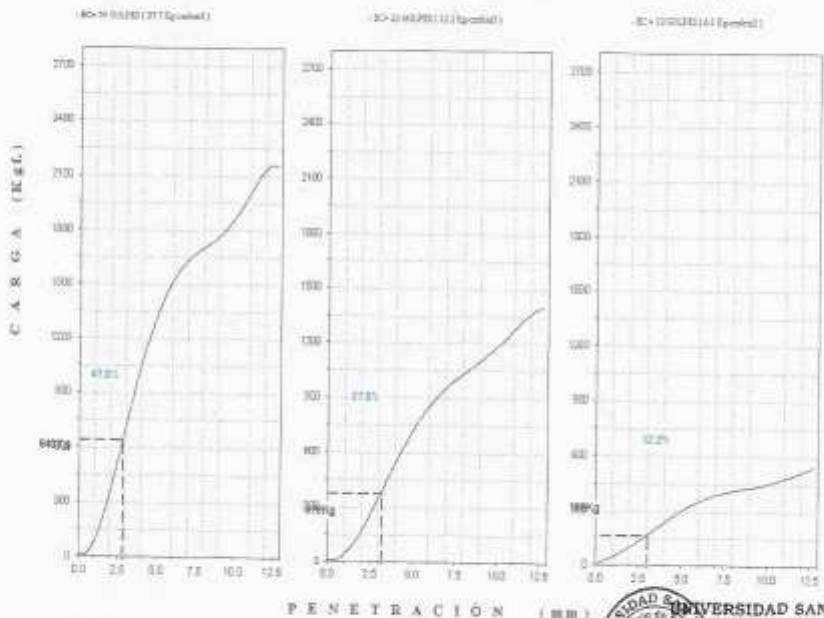
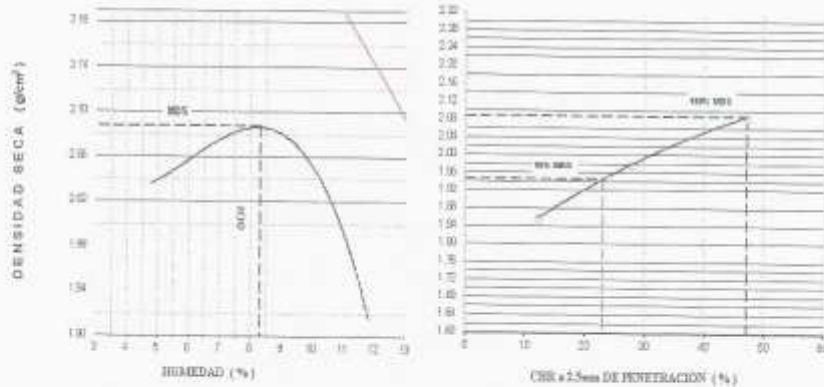


UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]-EXPERIMENTAL 5%

SOLICITA: ENRIE ESPINARREZ AGUIA	MÉTODO DE COMPACTACIÓN: (ASTM D-1557)	C
TIPO DE: DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³):	2.233
PROBLEMA: DISEÑO DE LA CARRETERA DE SOMBAYO	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):	8.2
PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA DE SOMBAYO	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%):	47.2
MATERIAL: TERRENO LOCAL	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%):	23.0
SOLUCIÓN:	RET. ACUM. 3P: 20% 35% 0 0% 0 0% 0	3
FECHA: 05/06/2010	SUCS: LL - - SP - - 0%	-
	ASPHTO: ENMEBICO 1.800 ESPARTON: 0.9 %	-
	ABSORCIÓN: 2.5 % HINCHAZÓN DE PENETRACIÓN: 11.6 %	-



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

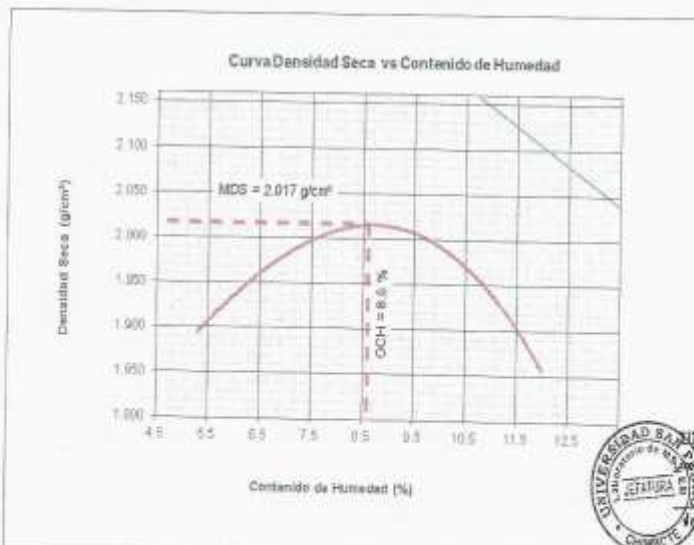
PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL 5%

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA: ISRAEL EDU RAMIREZ, JARA
 TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA AVENIDA 2 DEL CASERIO DEL PUEBLO LIBRE NUEVO ADICIONADO
 3% Y 5% DE LA CENIZA DE GORRINOS MILLE DE HORNO ARTESANAL, DISTRITO DE PUEBLO LIBRE-
 MUAYLAS -ANCASH
 MATERIAL: TERRENO NATURAL CALICATA-2
 FECHA: 05-12-2018

Método Compactación:	°C	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ³		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	7129	7580	7525	7320
02 - Peso del Molde (g)	2611.0	2611.0	2611.0	2611.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	4517.5	4969.0	4914.0	4709.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	2264.0	2264.0	2264.0	2264.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.995	2.188	2.170	2.080
06 - Tarro N°	01	01	02	03
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	847.0	846.5	875.0	639.5
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	812.6	793.5	796.1	589.1
09 - Peso del agua (g)	34.4	53.0	78.9	50.4
10 - Peso del tarro (g)	187.0	188.5	81.5	169.1
11 - Peso suelo seco (g)	645.6	625.0	734.6	420.0
12 - Contenido de Humedad (%)	5.3	8.5	10.7	12.0
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.895	2.015	1.961	1.857

Contenido Optimo Humedad: 8.6 % Densidad Seca Máxima: 2.017 g/cm³



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEP



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL 5%
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA ISRAEL EDU RAMIREZ JARA
 TESIS ESTABILIZACION DE SUELOS DE LA AVENIDA 2 DEL CASERIO DEL PUEBLO LIBRE NUEVO ADICIONADO 5% Y 5%
 DE LA CENIZA DE SCHNUS MOLLE DE HORNO ARTESANAL, DISTRITO DE PUEBLO LIBRE-HUAYLAS-ANCASH.
 MATERIAL TERRENO NATURAL
 FECHA 06-12-2018 CALICATA-2

Características						
Numero de Molde	1		2		3	
Numero de Capas	5		5		5	
Numero de Golpe	56		25		12	
Energia Compactacion (kg-cm ³ /cm ³)	27.7		12.2		6.1	
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,544.0		8,842.0		9,098.5	
02 - Peso del molde (g)	3,972.5		4,503.0		4,790.0	
03 - Peso suelo humedo (g)	4,571.5		4,439.0		4,278.5	
04 - Volumen de molde, cm ³	2,086.680		2,133.170		2,178.200	
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	2.191		2.081		1.964	
06 - Tarro N°	0.0		0.0		0.0	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	792.6		799.0		799.0	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	733.8		742.9		740.3	
09 - Peso del agua (g)	49.8		46.1		49.5	
10 - Peso del tarro (g)	168.4		208.3		162.9	
11 - Peso suelo seco (g)	585.4		534.6		577.4	
12 - Contenido de humedad (%)	8.6		8.6		8.6	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	2.017		1.916		1.809	
Saturación						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01	13-Jun-17	5.00PM	0.30	1.00	1.20	
Dia 02	14-Jun-17	5.00PM	0.80	1.40	1.50	
Dia 03	15-Jun-17	5.00PM	0.90	1.80	1.70	
Dia 04	16-Jun-17	5.00PM	2.06	2.90	3.40	
Expansion, %						
Absorcion						
Numero de molde	1		2		3	
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,571.5		4,439.0		4,278.5	
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,628.2		9,040.1		9,186.7	
03 - Peso del molde (g)	3,972.5		4,503.0		4,790.0	
04 - Peso suelo embebido (g)	4,655.7		4,537.1		4,396.7	
05 - Peso del agua absorbida (g)	84.2		88.1		118.2	
06 - Peso del suelo seco (g)	4,208.3		4,086.6		3,940.7	
07 - Absorcion de agua (%)	2.0		2.4		3.0	
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92019						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	12.0	76.9	9.0	61.9	7.0	57.7
1.3	48.0	223.4	23.0	126.7	14.0	87.4
1.8	78.0	363.6	40.0	197.9	20.0	112.9
2.5	120.0	517.82	60.0	282.87	36.0	138.40
3.2	179.0	788.5	81.0	372.1	33.0	168.1
3.9	230.0	1005.2	108.0	491.1	43.0	210.6
5.08	290.0	1260.2	142.0	631.3	55.0	251.6
7.6	398.0	1719.1	208.0	811.7	72.0	333.9
10.16	470.0	2026.0	249.0	1086.0	79.0	363.6
12.7	560.0	2407.4	294.0	1277.2	90.0	410.3
Carga [%]	537.82 kgf. [39.5%]		282.87 kgf. [20.6%]		138.4 kgf. [10.2%]	



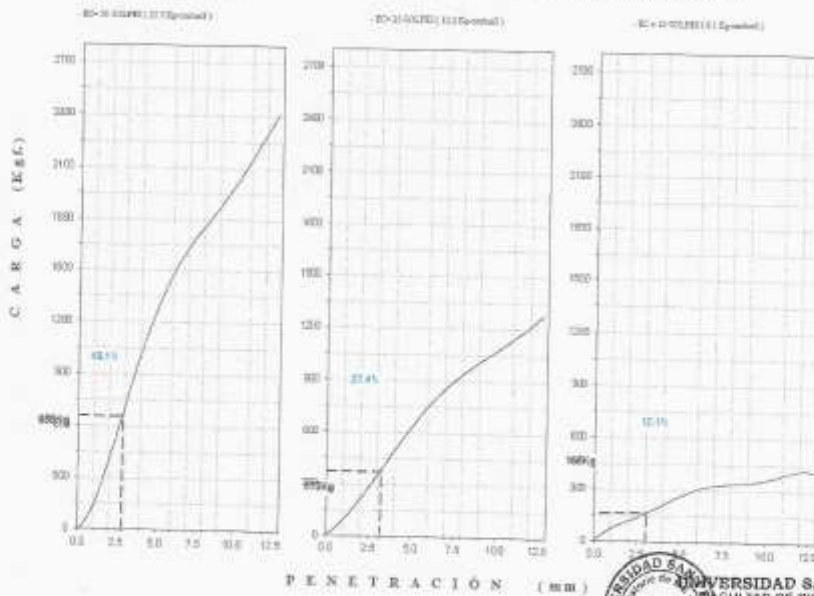
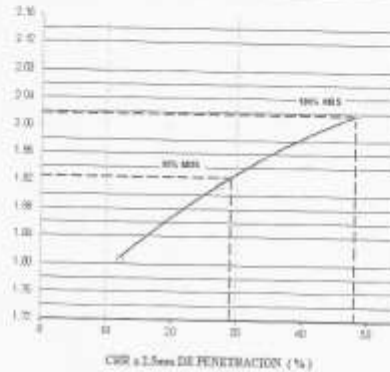
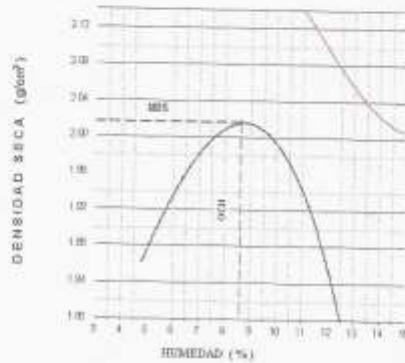


UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

RELACION DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1063]-EXPERIMENTAL 5%

COLICITA: SHELBAHARRIZ AVILA	METODO DE COMPACTACION: (ASTM D-1557)	C
TITULO: ESTIMULACION DE SUELOS EN LA AVENIDA 1700, CASERO DEL	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.017
NUMERO DE ALIQUILADO ALCANZADO: 75 Y 9% DE LA DENSIDAD DE SUELOS SECOS	TIPO DE (TIPO DE) DE HUMEDAD (%)	38
DEPARTAMENTO: OFICINA DE LABORATORIOS MECANICA-AZUAY	TITULO AL 100% DE LA M.D.S. (%)	43.1
MATERIAL: TERRENO NATURAL	TITULO AL 95% DE LA M.D.S. (%)	20.0
GRUPO: 2	RET. ACUM. 24"	25% 30% 5 10% 5 15% 0
FECHA: 18/06/2018	SOCC	1L 1P 1E 1S 1M 1C
	ANILTO	EMBEDO 1.5m DIVISION 1.4%
	ASISTENTE	2.0% HUMEDAD DE FLOTACION 11.1%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Jorge Montañez Reyes
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - C/limbote
Cel. 990579937
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

**PANEL
FOTOGRAFICO**



Foto N° 01: Ubicación de la Calicata



Foto N° 02: Excavación de la Calicata N° 01



Foto N°03: Extracción del Molle



Foto N° 04: Pre calcinación de la Muestra en un Horno Artesanal



Foto N° 05: Retirado de la Muestra del Horno Artesanal



Foto N° 06 : Ubicación de la calicata N° 02



Foto N° 07: Excavación de la calicata N°02



Foto N°08: Preparado de Material



Foto N°09: Pesado del Material



Foto N° 10: Extracción del Material de Investigación



Foto N°11: Preparación del Material de Investigación



Foto N° 12: Activación del Material de Investigación



Foto N° 13: Ensayo de CBR



Foto N° 14: Compactacion



Foto N°15: Vista de la Penetración



Foto N°16: Tamizado por la malla N°200



Foto N° 17: Ensayo de CBR



Foto N° 18: Consistencia de Humedad

COSTO DE SOSTENIMIENTO DE LA PLANTA MOLLE					
	REGION	SIERRA			
	SUPERFICIE	1 HA.			
	TECNOLOGIA	MEDIA			
	DURACION	MESES			
	PERIODO	TODO EL AÑO			
ITEM	ACTIVIDAD	UND DE MEDIDA	CANTIDA	COSTO UNITARIO \$	COSTO TOTAL \$
	COSTOS DIRECTOS				
1.00	LABORES CULTURALES				397.00
	Estiercol (cargio y distribucion)	JR	10.00	6.700	67.00
	Aporque	H/M	1.00	45.000	45.00
	Arreglo de aceq. Y cabeceras	JR	4.00	7.600	30.40
	Abonamiento (mezcla y aplicaci3n)	JR	6.00	6.700	40.20
	Riego (6)	JR	7.00	6.700	46.90
	Deshierbos (2)	JR	25.00	6.700	167.50
2.00	COSECHAS				421.20
	Chapoto y botada	JR	10.00	6.700	67.00
	Aporque	H/M	2.00	45.000	90.00
	Arreglo de aceq. Y cabeceras	JR	6.00	6.700	40.20
	saca de turiones	JR	20.00	6.700	134.00
	reaporque	H/M	2.00	45.000	90.00
3.00	INSUMOS				411.25
	Fertilizante				
	Urea	KG	500.00	0.384	192.13
	Supert. Triple de ca	KG	250.00	0.484	121.07
	Cloruro de potacion	KG	200.00	0.315	62.98
	Estiercol	KG	1,200.00	0.029	35.08
4.00	OTROS				273.66
	flete de insumos	KG	2,150.00	0.002	3.66
	Agua	M3	22,500.00	0.012	270.00
5.00	IMPREVISTOS		1.00	250.00	250.00

Foto N° 15: Costos de Sostenimiento del Molle

ITEM	ACTIVIDAD	UND DE MEDIDA	CANTIDA	COSTO UNITARIO S/.	COSTO TOTAL S/.
1.00	ACARREO				
	Recoleccion	Glb	1.00	80.00	80.00
	Transporte de Planta	kg	150.00	0.25	62.50
2.00	PREQUEMADO				-
	Personal	Glb	1.00	60.00	60.00
	QUEMADO EN HORNO				-
	personal	Glb	1.00	60.00	60.00
	transporte trujillo	Viat.	1.00	60.00	120.00
	laboratorio	Und	1.00	750.00	750.00
3.00	ACTIVACION				-
	Personal	Glb	1.00	120.00	120.00
	Transporte a Lima	Viat.	1.00	120.00	240.00
	Laboratorio	Und	1.00	550.00	550.00
	TOTAL				2,042.50

Foto N° 16: Costos de Activación de la Ceniza
Schinus Molle

PLANO
TOPOGRAFICO