



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Estabilización de la subrasante del suelo del Centro Poblado San Ignacio con ceniza de concha de abanico, con fines de pavimentación, distrito de Guadalupito – La Libertad, 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Br. Estrada Espinoza, Dante Josué (ORCID: 0000-0002-9257-4989)

Br. Ventura Ruiz, Paul Jude (ORCID: 0000-0003-0735-1674)

ASESORES:

Mgr. Solar Jara, Miguel Ángel (ORCID: 0000-0002-8661-418X)

Mgr. Muñoz Arana, José Pepe (ORCID: 0000-0002-9488-9650)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

CHIMBOTE – PERÚ

2019

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido un orgullo y el privilegio de ser sus hijos, son los mejores padres.

A nuestros hermanos por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo moral, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

Los autores

Agradecimiento

Queremos expresar mi gratitud a Dios quien con su bendición llena siempre mi vida y por ser mi guía en todo este transcurso, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A nuestros padres por ser mi pilar fundamental y habernos apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

De manera especial agradecer a nuestro tutor de tesis, por guiarnos y habernos brindado apoyo en la elaboración de este trabajo para la titulación.

Los autores

Página del jurado

Declaratoria de autenticidad

Declaratoria de Autenticidad

Nosotros ESTRADA ESPINOZA, DANTE JOSUÉ con DNI N° 75182319 y VENTURA RUIZ, PAUL JUDE con DNI N° 72911210 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaráramos también bajo juramento que todos los datos e información que presenta la tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual nos sometemos algo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Chimbote, Diciembre del 2019



Estrada Espinoza, Dante Estrada

DNI: 75182319



Ventura Ruiz, Paul Jude

DNI: 72911210

ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
ÍNDICE.....	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO.....	9
2.1. Tipo y diseño de la investigación	9
2.2. Operacionalización de variables.....	9
2.2.1. Variable.....	9
2.2.2. Operacionalización de variable	10
2.3.2. Muestra	11
2.3.3. Unidad de análisis	11
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	11
2.4.1. Técnicas.....	11
2.4.2. Instrumentos	12
2.4.3. Validez y confiabilidad	12
2.5. Procedimiento.....	12
2.6. Método de análisis de datos.....	13
2.7. Aspectos éticos.....	14
III. RESULTADOS	15
3.1. Primer Objetivo Específico:.....	15
3.2. Segundo Objetivo Específico:	17
IV. DISCUSIÓN	25
V. CONCLUSIONES	27
REFERENCIAS	29
ANEXOS	33

Resumen

La presente Tesis de investigación titulada: “Estabilización de la subrasante del centro poblado San Ignacio con ceniza de concha de abanico, con fines de pavimentación, Distrito de Guadalupe – La Libertad, 2019, estudia el comportamiento que resulta de la adición de la ceniza de concha de abanico con un suelo gravoso, con la finalidad de poder lograr la estabilización.

La ceniza de concha de abanico es un componente que proviene de la trituración mediante un mortero de la concha de abanico, para luego ser calcinada. La disposición de los residuos de concha de abanico en los botaderos, genera un problema ambiental.

Se realizaron estudios de suelos, para poder encontrar el tipo de terreno de la muestra, luego se hizo la mezcla suelo – ceniza, para evaluar su comportamiento geotécnico.

Luego de analizar los resultados obtenidos, pudimos comprobar que la mezcla de ceniza de concha de abanico con el suelo gravoso en estudio, presenta un mejor comportamiento que el suelo natural.

La investigación concluye que, mediante la ceniza de concha de abanico, funciona como un material estabilizador de suelos; esta técnica es viable y económica para su posible utilización.

Palabras clave: Estabilización, subrasante, ceniza de concha de abanico.

Abstract

The present research thesis entitled: "Stabilization of the subgrade of the San Ignacio population center with fan shell ash, for paving purposes, District of Guadalupe - La Libertad, 2019, studies the behavior resulting from the addition of fan shell ash with a burdensome soil, in order to achieve stabilization.

The fan shell ash is a component that comes from the crushing by means of a mortar of the fan shell, to be calcined later. The disposal of fan shell waste in landfills generates an environmental problem.

Soil studies were carried out in order to find the type of soil in the sample, then the soil-ash mixture was made to evaluate its geotechnical behaviour.

After analyzing the results obtained, we were able to verify that the mixture of fan shell ash with the gravelly soil in study, presents a better behavior than the natural soil.

The research concludes that, by means of fan shell ash, it functions as a soil stabilizing material; this technique is viable and economical for its possible use.

Keywords: Stabilization. subgrade, fan shell ash

I. INTRODUCCIÓN

La durabilidad a largo plazo de cualquiera que sea el proyecto en ejecución, depende de muchos factores, una de ellas es el tema del terreno o suelo, en la cual muchas veces se realiza mejoras para poder realizar buenos procesos constructivos y por ende ejecutar proyecto en óptimas condiciones que respalde su tiempo de vida útil.

En los suelos podemos encontrar distintos tipos de composiciones, las cuales también de clasifican como suelos estables e inestables, y estos suelen crear algunos problemas significativos para las estructuras y vías de pavimentación a futuros.

Las vías tienen mucha importancia en el desarrollo de la humanidad, ya que juegan un papel importantísimo, todo lo que realizamos a diario como por ejemplo ir al mercado, llevar a los niños a la escuela, ir al trabajo, etc. todo esto se realizado mediante las vías de pavimentación, entonces podemos decir que gracias a las vías son las que manejan el desarrollo tanto económico como social; así como el bienestar al que estamos acostumbrados a los que vivimos en sociedad; dependemos de la infraestructuras de transportes, calles, avenidas, autopistas, estacionamiento, veredas, etc. todo esto son vías de comunicación.

Las importancias de las vías también radican en el crecimiento de los países, de manera que el Foro Económico Internacional (WEF) emite anualmente un reporte de competitividad global; según reporte del año (2018 – 2019), indica que el Perú fue catalogado como el país número 63 de 140 países evaluados (Global Competitiveness Report, 2019); lo que confirman las debilidades estructurales de la economía peruana, también podemos decir mediante este reporte, que el Perú ocupa el puesto 85 en Infraestructura, la que considera la calidad, la extensión dentro de toda la infraestructura de transporte, considerada como vías, ferrocarriles, etc. Estos valores reflejan la brecha entre el régimen y el pueblo, donde el régimen necesita incrementar la calidad de vida de una manera rápida sobre la sociedad.

Perú tiene una característica muy particular en el tema geográfico, ya que tiene una gran densidad de pueblos, las que se encuentran muy conectadas entre sí; unas de las principales causales son la informalidad habitacional, donde los asentamientos humanos

crecen de manera improvisada y sin orden alguno; y estos carecen de servicios públicos, saneamiento, viviendas y vías de pavimentación.

En el año 2017, la región de La Libertad tenía solo el 22% de sus carreteras pavimentadas, la gestión actual tiene un compromiso con la población de construir vías para unir a la ciudad con los centros poblados.

Uno de los principales problemas en la cual se tienen para la ejecución de vías de pavimentación, es el tipo de suelo que podemos encontrar; cuando se encuentra un suelo no favorable para la realización de la pavimentación, entonces tenemos que buscar alguna alternativa de solución, esto viene a llamarse la estabilización de los suelos.

En el Distrito de Guadalupito, los moradores adolecen de servicios básicos, viviendas y recolección de residuos sólidos; y sobre todo carecen de pavimentación, que faciliten el acceso de vehículos para dar una mejora a la vida del pueblo y gran apoyo en la agricultura.

San Ignacio es uno de los centros poblados del Distrito de Guadalupito, actualmente cuenta con poco más de 13 años de creación; este lugar posee un suelo no adecuado para una posible pavimentación, tiene una pésima condición en su naturaleza y escasa capacidad de resistencia. Así una alternativa de solución en esta situación, se empleará opciones de estabilización; en este proyecto se utilizará la ceniza de concha de abanico como agregado para lograr estatalizar el suelo.

Los desechos pueden ser empleado nuevamente para distintos fines; uno de estos puede ser en la parte de la construcción de vías de comunicación, pues su uso ya ha sido examinado por diferentes investigadores. Yamada Mikio (2002) estudió el beneficio de concha de ostras triturada como elemento para subrasante en la mejora de vías de comunicación que hay en Japón, la investigación manifestó que tanto el CBR como las deflexiones del pavimento obtenido llegaron a ser adecuadas a los requisitos del tráfico (Farfán, 2015, p.10).

Para Owolabi, T.A, Wasiu j., Fatile M.R and Koroye (2015) Department of Civil Engineering Afe Babalola University con su investigación titulada “Performance Evaluation Of Snail Shell Powder As Partial Replacement For Unsuitable Soils”. El cual

tuvo como objetivo analizar la evaluación del desempeño del polvo de caracol como reemplazo parcial del suelo inapropiado recolectado en el campo deportivo de ABUAD. El análisis del tamaño de partícula muestra que el porcentaje que pasa número 200BS es de 61,88% para la muestra de suelo. Cuando se añadió 40% de polvo de cáscara de caracol a la muestra, el porcentaje de paso del número 200BS tamiz se redujo a 31,25% para la muestra de suelo estabilizado. Límite de Alterberg. Los resultados arrojan que la muestra de suelo que poseían un límite de líquido de 42,9%, un límite de plástico de 31,0%, un índice de plasticidad de 11,9% y límite de encogimiento del 23,6% que hacen que la muestra de suelo tenga un potencial para hincharse o contraerse. La muestra estabilizada, un límite de líquido del 22,8%, un límite plástico de 15,2% del índice de plasticidad del 7,6% y un límite de encogimiento del 11,0%. Lo natural del contenido de humedad de la muestra trabajada es del 17,3% y luego se reduce al 5,4% cuando se agrega polvo de caracol a la muestra de suelo. La gravedad específica del suelo es 2,83%, que se reduce a 2,60% después de que se le agregó la cáscara de caracol en polvo. El valor de CBR empapado para la muestra de suelo es del 24% mientras que la muestra estabilizada es del 45%. La máxima densidad seca (MDD) para la muestra de suelo es de 1,53Mg / m³. Mientras que el contenido óptimo de humedad (OMC) es del 20,76%. El suelo estabilizado muestra un MDD de 1.97Mg / m³ Y OMC del 17,5%. La resistencia compresiva no confinada que para la muestra de suelo es 31.27Kpa, que muestra que el suelo es débil. Cuando se añadió 40% de polvo de cáscara de caracol que aumenta a 89,18Kpa. Por lo consiguiente, la muestra de suelo puede clasificarse como material A-7 (suelo arcilloso) mientras que el suelo estabilizado puede ser clasificado como material A-2 (arcilla y arcilla limosa o arcillosa) que es adecuado para el material sub-grado.

Para Farfán, P. (2015) en la tesis titulada: “Uso de concha de abanico triturada para mejoramiento de subrasante arenosas”, de la Universidad de Piura. Expone que tiene como objetivo la evaluación al adicionar concha de abanico en partículas como un producto de estabilizador mecánico de suelos por cambio de granulometría. Se empleó concha de abanico y suelo areno-limoso, provenientes de la provincia de Sechura.

El proyecto concluye que las conchas de abanicos trituradas tienen una dureza semejante a la de los productos pétreos del mercado y que su utilización se obtiene un CBR adecuado al terreno, obteniendo un valor máximo de CBR 121% con un 45% de concha

triturada. Finalizando de que si es posible emplear conchas de abanico triturado como un posible estabilizador de suelos arenosos.

Tras el método cuantitativo experimental, con la concha triturada entre 9.53 y 0.85 milímetros, se hicieron 4 mezclas por combinación que cumplieran con el uso granulométrico de la norma ASTM D-1241 y se evaluaron las propiedades físicas y mecánicas. Todos los procesos se llevaron a cabo en el Laboratorio de la Universidad de Piura (LEMC) siguiendo las Normas Técnicas Peruanas.

Para Reyes, A. (2018) en la tesis titulada: “Estabilización de suelos de la subrasante con ceniza de concha de abanico al 35 % en el asentamiento humano los constructores” de la Universidad San Pedro, tiene como finalidad lograr determinar el CBR con la adición de concha de abanico al 35%, la cual analizo dos variables: La estabilización de suelos, realizando estudios como el esfuerzo del índice de plasticidad, CBR y Proctor Modificado y para la segunda variable que es la adición de ceniza de concha de abanico 35% utilizo dicho material al porcentaje de 35% del peso de este.

Lo mencionado estuvo como referencia a los trabajos previos, que sirven para tener conocimiento de algunos de los resultados o métodos empleados para la estabilización de suelos.

A continuación, es necesario tener ciertos conceptos y nociones sobre el desarrollo de los objetivos de este trabajo.

Uno de los conceptos básicos a saber es lo que se tiene por definición al suelo, que es una delgada capa sobre la corteza terrestre de material que proviene de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas de los residuos de las actividades de los seres vivos que sobre ella se asientan (Crespo, 1980, p.20).

Dentro de los suelos existen diversos tipos entre ellos tenemos a los suelos granulares, dentro de estos se encuentra las gravas que son la almacenarían de cristales de rocas que miden (2 mm de espesor), las cuales son trasladadas por las aguas, las gravas tienden a tener un desperfecto, estas también se establecen de una gran expansión, pero regularmente con menor o mayor proporción de cantos rodados, arenas, arcillas, limos (Duque, 2016, p.13); el otro viene a ser la arena que conceptualmente se llama al material

de granos finos procedente de las rocas, este inicia de la existencia análoga de la arena a las gravas, ambas se encuentran en el mismo embalse, las proporciones grandes de arcilla y grava engloba frecuentemente en los ríos. (González, 2014, p.34).

El siguiente tipo son los suelos cohesivos que dentro de ellos tenemos a los limos que son porciones de granos finos, los cuales varían entre los 0.0039 mm a 0.0625mm, así siendo inorgánico el limo como está produciendo en canteras y el limo orgánico que se ubican en los ríos, su color del limo está entre gris claro a gris oscuro y la porosidad del limo orgánico es terriblemente baja y su compresibilidad es muy elevada (González, 2014, p.34).

Finalmente tenemos a las arcillas que son un conjunto de minerales definidos, como caolinita, illita y montmorillonita, donde cooperan estructuras octaédricas y tetraédricas, esta como el humus posee cualidades coloidales, estas también, en el sentido mineralógico, son cristales microscópicos cuyos átomos están dispuestos en planos (González, 2014, p.34).

Otro concepto base a saber es la determinación de las propiedades de los suelos que son conocidas como las principales características mecánicas - químicas del suelo, así como su clasificación, compete entonces elaborar métodos científicos estandarizados que concedan caracterizarlos en función a dichas propiedades.

Así, tenemos los ensayos que definen las principales propiedades de los suelos que tenemos como primero al análisis granulométrico, con el cual se examina la distribución de las partículas del terreno según su diámetro, el presente procedimiento brinda (mediante el tamizado) la separación de las moléculas según cada número de malla, culminando este ensayo, se consigue los pesos retenidos en los tamices se procede a calcular el porcentaje por cada tamiz (MTC, 2013).

Continuando tenemos como segundo ensayo los límites de atterberg que comprende tanto el límite líquido como el límite plástico, con el primero se decreta el porcentaje de agua en el que el 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, la plasticidad de un suelo se somete, no de las partículas gruesas que contiene, sino únicamente de sus porciones finas, pero el análisis granulométrico no permite apreciar

esta característica, ya que este proceso consiste en fijar los límites correspondientes a los tres estados en los cuales puede presentarse un suelo: líquido, plástico o sólido y estos límites, llamados límites de Atterberg, son: el límite de liquidez (LL), el límite de plasticidad (LP) y el límite de retracción (LR) (MTC, 2013).

Pasamos al tercer ensayo, proctor modificado, este permite descifrar el óptimo contenido de humedad en el cual se adquiere la máxima densidad del suelo, la humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, manifestada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas (MTC, 2013).

Y, por último; tenemos el ensayo de CBR que calcula la resistencia o capacidad de carga de la superficie. Valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la impregnación de una fuerza dentro de una masa de suelo (MTC, 2013).

Este ensayo permitirá conocer la estabilización suelos de la subrasante, por lo tanto, daremos a conocer lo que significa la estabilización de suelos, que es el mejoramiento de las propiedades físicas de un terreno natural mediante métodos mecánicos y añadiendo algunos elementos químicos, naturales o sintéticos (MTC, 2013).

La estabilización de una superficie se puede realizar de manera física, química o mecánica, para poder ver qué tipo de estabilización se va a utilizar, debemos de definir el modelo de superficie existente y el uso que se le va a dar al suelo en que se desea estabilizar.

La estabilización con concha de abanico son utilidad que se sacan en gran cantidad en la costa peruana, frecuentemente en el norte. Estas clases son moluscos filtradores de dos valvas, cuya composición es carbonato de calcio. Se puede visualizar en valvas que tienen aspectos totalmente peculiares, tanto en tamaño, como en la forma de su caparazón, textura, espesor y dureza. Estas peculiaridades podrían resultar granulometrías distintas aun empleando el mismo método de trituración.

Por otro lado, la subrasante es importante también ya que es la parte en donde vamos a realizar esta tesis así que se dará a continuación una breve definición, es la superficie acabada de la pavimentación a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se asienta la estructura del pavimento o afirmado. Esta es la estrato superior del

terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que sostendrá la estructura del pavimento, y está compuesta por suelos seleccionados de particularidades aceptables y compactados por capas para componer un cuerpo duradero en óptimo estado, de tal forma que no se vea dañada por la carga de diseño que deriva del tránsito, tenemos que su capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, constituyen las variables básicas para el diseño de la estructura del pavimento, que se colocará encima, en la etapa constructiva, los últimos 0.30 m de suelo debajo del nivel superior de la subrasante, deberán ser compactados al 95% de la máxima densidad seca obtenida del ensayo Proctor Modificado. (MTC, 2013).

Las propiedades más importantes que se deben mejorar con la estabilización son la resistencia, que vendría a ser el alza de esta, potencia la estabilidad y la capacidad de carga; la estabilidad de volumen, que proporciona el control del proceso de hinchamiento - colapso ocasionado por los cambios de humedad; la durabilidad, que daría una gran durabilidad acrecienta la resistencia a la erosión, replica de manera más eficaz a los cambios climáticos y al uso del tráfico; la permeabilidad, que sería la reducción de la permeabilidad y por lo tanto de la circulación de agua, mejora la estabilidad (Echevarría, 2016, p.11).

Para poder desarrollar de una mejor manera este proyecto se optó por realizar el ensayo de ATD en la concha de abanico ya que se desea medir la diferencia de temperatura entre la muestra y una referencia cuando sometemos aquella a un ciclo térmico en atmósfera controlada. Es una técnica cualitativa que permite detectar si la muestra experimenta procesos endotérmicos o exotérmicos y la temperatura a la que tiene lugar los cambios energéticos en la muestra. Para ello, hemos considerado la composición de la ceniza de Thais Chocolate (concha de caracol) que se obtiene según la tesis de investigación de Reyes (2018), que empleo de la siguiente manera: quemado o calcinado, esta se realizó en una mufla de capacidad hasta 1200°C en la Universidad San Pedro, este proceso fue realizado durante 3 horas a una temperatura estable de 870°C, como manda nuestros ensayos de ATD; luego lo llevo a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos para realizarse el examen de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X (Cuadro N° 3).

Todo este proyecto a llevarse a cabo trae consigo una problemática así que nos ponemos a preguntar, ¿será factible la estabilización del suelo de la subrasante mediante la adición de ceniza de concha de abanico, con fines de pavimentación, en el centro poblado San Ignacio, Distrito de Guadalupito – La Libertad, 2019?

Ahora bien, con la problemática expuesta anteriormente, se puede justificar la investigación porque al tener una posible solución adecuada utilizando las conchas de abanicos, como un componente de importancia para realizar una capa de cenizas de concha de abanico, con la intención de estabilizar la subrasante del suelo en el Distrito de Guadalupito, ya que es un elemento que se encuentra en la zona; es porque se ha optado la utilización de esta para contribuir a reducir el consumo de energía, contaminación ambiental, y los costos de producción de aditivos estabilizantes industriales; ya que es lo primordial para la investigación.

Con lo anterior, se tiene como objetivo general determinar si es posible la estabilización el suelo de la subrasante con cenizas de concha de abanico, en el centro poblado San Ignacio en el Distrito de Guadalupito, La Libertad, 2019, y para poder alcanzar dicho objetivo, se debe cumplir con identificar las propiedades térmicas y químicas realizando el ensayo de análisis térmica diferencial “ATD” y Espectroscopia de fluorescencia de rayos X de la concha de abanico; y por ultimo evaluar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, las cuales son los ensayos realizando del suelo de la muestra patrón y la muestra con adición de ceniza de concha de abanico.

Como hipótesis tenemos que, adicionando cenizas de concha de abanico se estabilizará el suelo de la sub rasante en el centro poblado San Ignacio en el Distrito de Guadalupito – La Libertad, 2019.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de la investigación

La investigación presente es experimental que tiene un diseño cuasi experimental. En la investigación se indaga para encontrar la semejanza de dos variables: la ceniza de concha de abanico y la estabilización de la subrasante del suelo en el centro poblado San Ignacio en el Distrito de Guadalupe – La Libertad, la investigación se realizará agregándole una variable que no se presenta en la subrasante (ceniza de concha de abanico). A continuación, los diagramas.

Grupo Patrón:



Mi: Centro poblado San Ignacio en el Distrito de Guadalupe – La Libertad, 2019.

Ti: Muestra del terreno.

Ei: Ensayos en laboratorio.

Oi: Resultados

Grupo Experimental:



Mi: Centro poblado San Ignacio en el Distrito de Guadalupe – La Libertad, 2019.

Xi: Ceniza de concha de abanico.

Yi: Estabilización de la subrasante del suelo.

Oi: Resultados.

2.2. Operacionalización de variables

2.2.1. Variable

Variable Independiente (VI): Ceniza de concha de abanico.

Variable dependiente (VD): Estabilización de la subrasante del suelo del centro poblado San Ignacio en el Distrito de Guadalupe – La Libertad, 2019.

2.2.2. Operacionalización de variable

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Sub – Dimensión	Indicadores	Escala de Medición	
VARIABLE INDEPENDIENTE: Ceniza de concha de abanico	Pertenece a la familia Pectinidae (moluscos bivalvos, vinculados con las almejas y las ostras) Este molusco, reconocido generalmente como Viera, se identifica por frezar durante un año entero en los interiores del mar peruano. (PromPerú, 2018)	Es la adición de la concha de abanico	Estabilización	Concha de abanico	Ensayos de ATD	Razón	
					Espectroscopia de fluorescencia de rayos x	Razón	
VARIABLE DEPENDIENTE: Estabilización de la subrasante del suelo	La estabilización de tierras o suelos, reside en dar una firmeza al terreno consolidándolo y asegurar la permanencia de su compactación.	Es el esfuerzo del índice de Plasticidad, CBR y Proctor Modificado			Subrasante	Análisis granulométrico	Razón
						Límite de Atteberg	Razón
			Proctor Modificado			Razón	
			CBR			Razón	

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

La población se determina como un grupo finito o infinito de elementos con particularidades similares para los cuales serán extensivos resultados para la investigación. Esta queda establecida por la dificultad y por los propósitos del estudio. (Arias, 2012, p.81)

Para este estudio se opta por emplear la concha de abanico en el terreno del centro poblado San Ignacio, distrito de Guadalupe-La Libertad. En el que se va a desarrollar y mejorar su estabilización.

2.3.2. Muestra

La muestra es una parte de los elementos o subconjunto de una población que se selecciona para el estudio de esa característica o condición. (Carillo, 2015, p.8)

Estabilización del suelo, están conformados por las vías no pavimentadas. Se obtuvo muestra que corresponderá a 06 calicatas de 1.50 m. de largo x 1.00 m. de ancho y con una profundidad de 1.20 m. y 1.50 m. cada 1.5 km de las cuales se obtuvo unos 20 kg. muestra patrón, basándose en el "MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO" admitida según R.D. N° 084-2005-MTC/14 del 16.11.2005.

2.3.3. Unidad de análisis

Las vías no pavimentadas del centro poblado San Ignacio, distrito de Guadalupe-La Libertad, se realizó 03 calicatas por cada 1.5 km.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas

Se expresa como conjunto de normas y operaciones para el manejo de los instrumentos que auxilian al individuo en la aplicación de los métodos. (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018, p.120)

Estas técnicas a aplicar son:

Observación: Consiste en prestar atención a los sucesos con el objeto de registrarlos para posteriormente someterlos a un procedimiento de análisis. Para el caso en estudio, la toma de datos se llevará a cabo en un laboratorio, efectuando los procedimientos establecidos en la normativa aplicable y registrando lo que se observe como resultado de esos procesos.

2.4.2. Instrumentos

Ficha técnica: Instrumento para la recopilación de información por medio de la contemplación, que concede detallar las características al llegar a ser determinadas en un periodo real.

Protocolo: Reside en la elaboración de procedimientos estandarizados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.

2.4.3. Validez y confiabilidad

La validez es el grado en que un método o técnica sirve para cuantificar con eficacia lo que supone que está midiendo. Se apunta a que el resultado logrado a través de la aplicación del instrumento, señala medir lo que verdaderamente se desea medir con él. (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018, p.124)

Se empleó el ASTM (American Society of Testing and Materials), que pertenecen al RNE, en lo que se refiere a suelos y carreteras, la cual están verificadas por especialistas en la línea.

2.5. Procedimiento

-Investigar el posible beneficio de la concha de abanico para lograr la estabilización de los suelos.

-Recopilación y análisis de información sobre estudios relacionados.

-Recopilación de datos de la concha de abanico.

-Revisión de la información recolectada.

-Se determina la cantidad de CBR para saber la cantidad de concha de abanico y material del suelo se utilizarán.

-Determinación de las propiedades del material del suelo con los estudios de granulometría, límite líquido y plástico, máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y CBR.

-Dosificar la concha de abanico con los porcentajes seleccionados.

-Obtención de las propiedades del suelo con las dosificaciones agregadas en los ensayos antes mencionados.

-Tabulación de datos de acuerdo a lo experimentado y obtenido.

-Por último, se analiza estadísticamente, se interpreta y se realizan las conclusiones y recomendaciones.

2.6. Método de análisis de datos

En el presente trabajo de investigación se aplicó los métodos estadísticos, descriptivos e inferenciales.

Método descriptivo en este método están la recolección de datos de donde se generan tablas estadísticas de distribución de frecuencias que contienen en este caso una variable, también se realizó gráficos para mejor entendimiento.

Procedimientos, investigar el posible beneficio de la concha de abanico para lograr la estabilización de los suelos; recopilación y análisis de información sobre estudios relacionados; recopilación de datos de la concha de abanico; revisión de la información recolectada; se determina la cantidad de CBR para saber la cantidad de concha de abanico y material del suelo se utilizarán; determinación de las propiedades del material del suelo con los estudios de granulometría, límite líquido y plástico, máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y CBR; dosificar la concha de abanico con los porcentajes seleccionados; obtención de las propiedades del suelo con las dosificaciones agregadas en los ensayos antes mencionados; tabulación de datos de acuerdo a lo experimentado y obtenido; por último, se analiza estadísticamente, se interpreta y se realizan las conclusiones y recomendaciones.

2.7. Aspectos éticos

Se tiene por consideración en esta investigación, ya que la idea es poder analizar aspectos éticos del proyecto, la cual resumimos los datos que fueron reales, sin que puedan ser manipulados, se ha recolectado antecedentes, datos, información, libros y tesis referentes al proyecto, que han sido debidamente citados y con la asesoría adecuada.

III. RESULTADOS

3.1. Primer Objetivo Específico:

Identificar las propiedades térmicas y químicas realizando el Ensayo de Análisis Térmica Diferencial “ATD” y Espectroscopia de Fluorescencia de Rayos X de la concha de abanico.

Para el desarrollo del primer objetivo específico, se aplicó el Ensayo de Análisis Térmico Diferencial (ATD) y Análisis Termogravimétrico (TG); todo esto teniendo como muestra a la concha de abanico. A continuación, se logra observar un resumen de los valores obtenidos por los ensayos de la concha de abanico.

Muestra: Concha de abanico (1 gr)

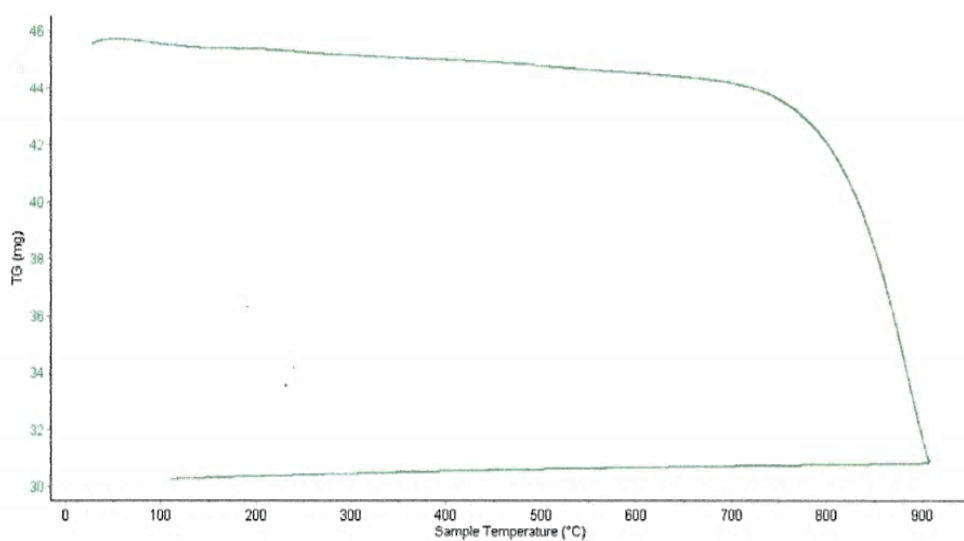
N° de muestra: 01

Código de muestra: CA-43S

Masa de muestra analizada: 46.2 mg.

Procedencia: Santa

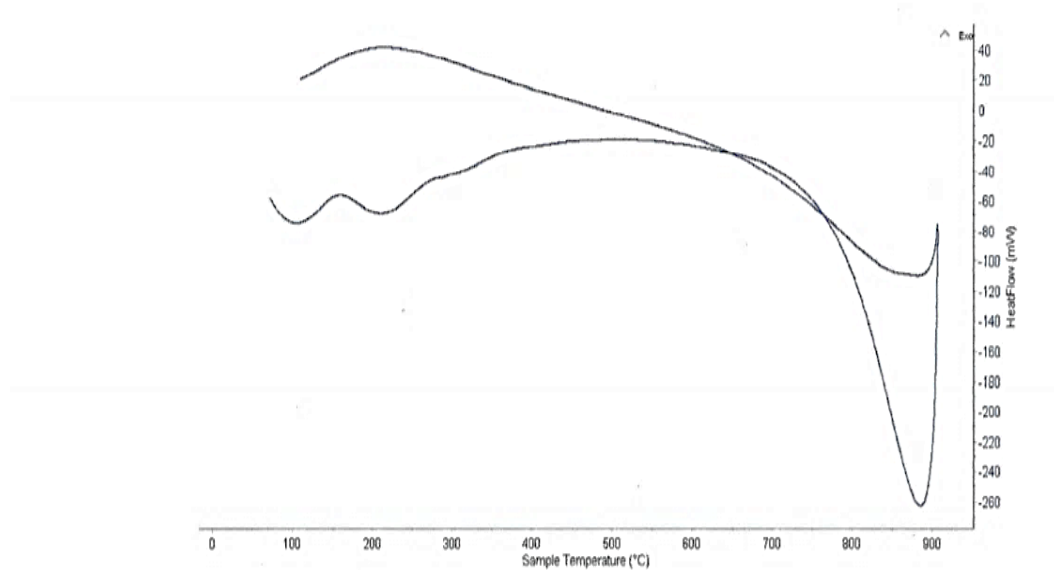
Figura N° 01: Curva de pérdida de masa – Análisis Termo Gravimétrico de la concha de abanico.



Fuente: Laboratorio de Polímeros – Escuela de Ingeniería de Materiales – UNT (2019)

En la figura N° 01, mediante este ensayo se muestra una buena estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 700°C, temperatura en la cual marca el inicio para la descomposición acelerada y la pérdida de material hasta caer bruscamente hasta la temperatura de ensayo máxima, y se evidencia una pérdida total de aproximadamente 34% de su masa inicial, que fue de 46.2 mg.

Figura N° 02: Curva Calorimétrica (ATD)



Fuente: Laboratorio de Polímeros – Escuela de Ingeniería de Materiales – UNT (2019)

En la figura N° 02, mediante este ensayo se puede mostrar dos ligeras bandas endotérmicas, la primera a 110, y la otra a 210°C y posteriormente se muestra un intenso pico de absorción térmica a 890°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características en el material.

Luego se continuo con el ensayo de Análisis de Fluorescencia de Rayos X (FRXDE) todo esto teniendo como muestra a la concha de abanico. A continuación, se logra observar un resumen de los valores obtenidos por los ensayos de la concha de abanico.

Tabla N°01: Análisis de Fluorescencia de Rayos X (FRXDE)

ANÁLISIS	RESULTADO (%)	METODO UTILIZADO
Calcio, Ca	96.068	Fluorescencia de Rayos X
Silicio, Si	0.595	
Estroncio, Sr	0.486	
Azufre, S	0.347	
Potasio, K	0.297	
Hierro, Fe	0.162	
Fosforo, P	0.024	
Circonio, Zr	0.021	

Fuente: Laboratorio LABICER – Escuela de Ingeniería Química y Textil - UNI (2019)

En la tabla N° 01, 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 puedan formar en el proceso de calcinación y luego se normalizan para dar un total de 100%. Debe recalcar que la técnica da directamente la concentración de los elementos químicos. Estos resultados se utilizan luego para determinar la concentración de los óxidos.

3.2.Segundo Objetivo Específico:

Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, las cuales son los ensayos realizando del suelo de la muestra patrón y la muestra con adición de ceniza de concha de abanico.

Se comenzó con la excavación de las calicatas.

Tabla N°02: Ubicación de las calicatas

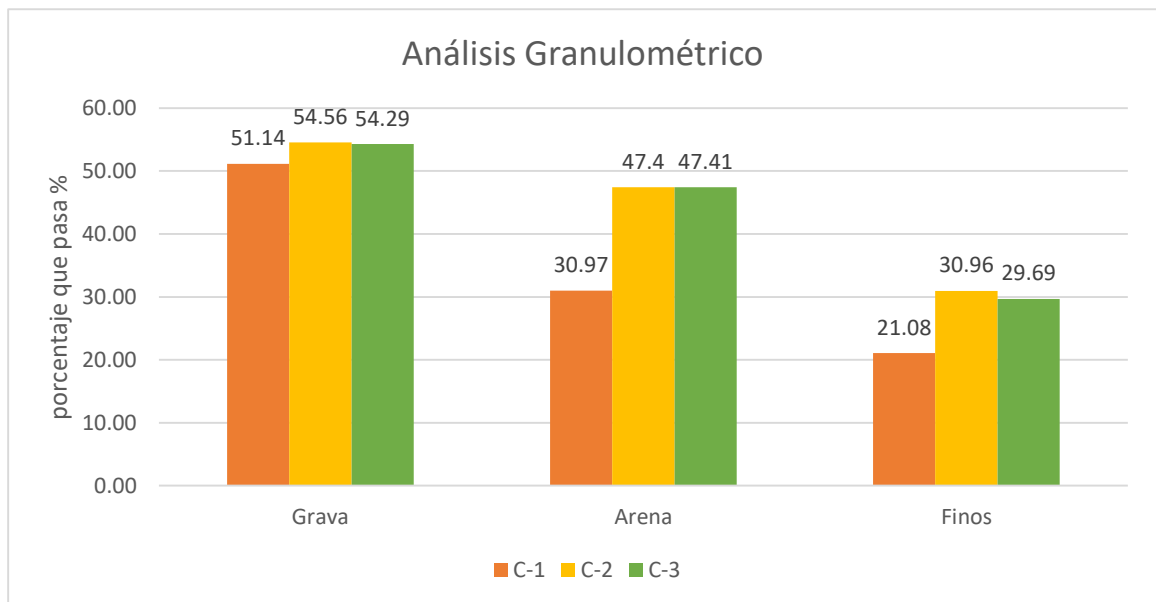
CALICATA	LATTUD	LONGITUD	PROFUNDIDAD
C-01	8°57'42.3"S	78°37'51.9"W	1.50 m.
C-02	8°57'45.7"S	78°37'55.6"W	1.50 m.
C-03	8°57'42.5"S	78°37'58.6"W	1.50 m.

Fuente: Elaboración propia.

Muestra Patrón:

El ensayo de granulometría se realiza primero tamizando la muestra y se rige bajo la norma del ASTM - 6913, se tiene de objetivo poder determinar cuantitativamente la repartición de las dimensiones de partículas que componen el suelo. Y después se especifica una forma de poder determinar la proporción de suelo que pasan por los tamices. De esta manera se halla una solución para poder determinar la cantidad de material que pasa por los tamices N° 3” hasta N° 200. Los resultados obtenidos de la Granulometría del Centro Poblado San Ignacio – Distrito de Guadalupe, en la zona de estudio, se detallará a través de los siguientes gráficos.

Gráfico N°01



Interpretación: En este gráfico, se aprecia que el suelo contiene mayor cantidad de gravas, mientras que en los finos es el de menor cantidad de porcentaje, debido a esto se determinó que es un suelo gravoso – limoso.

Gráfico N° 02

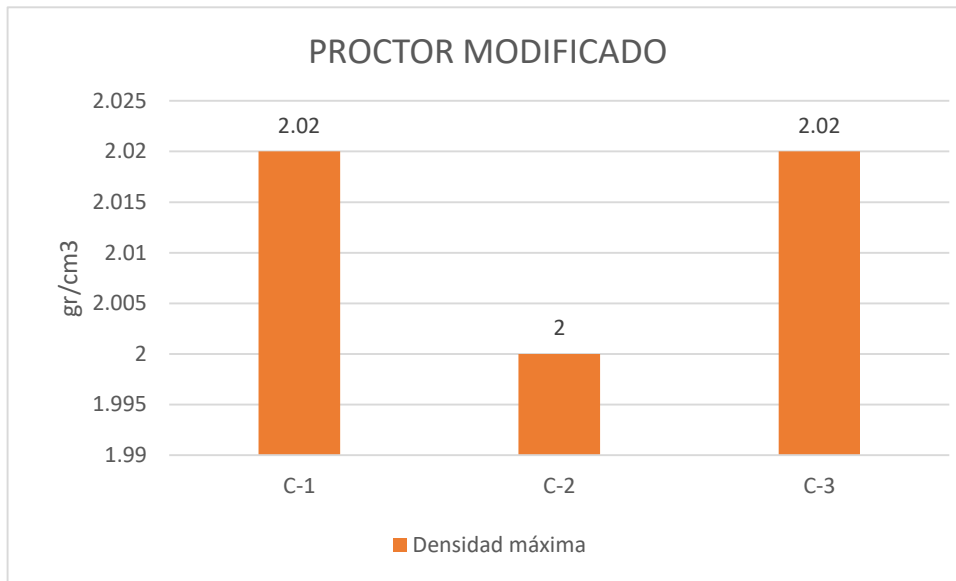
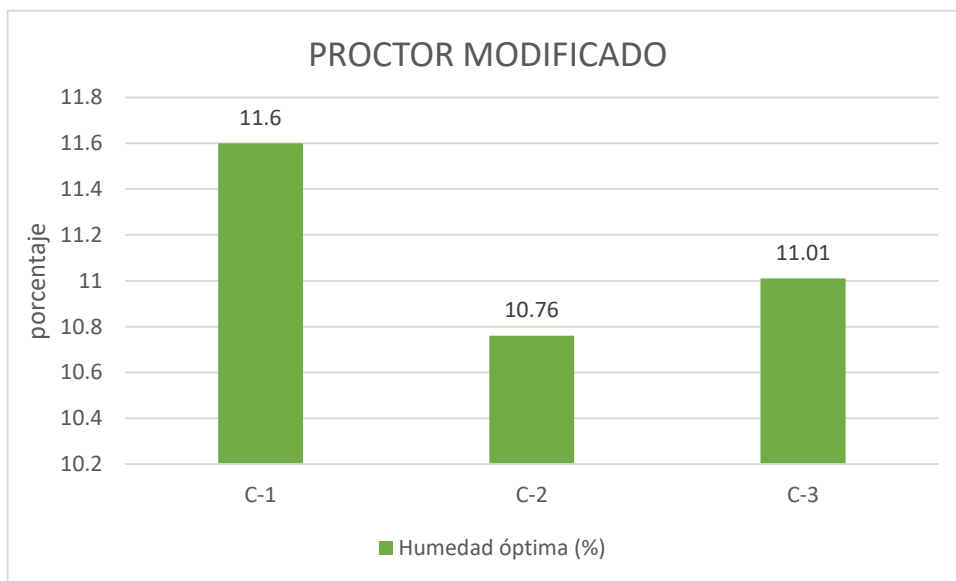
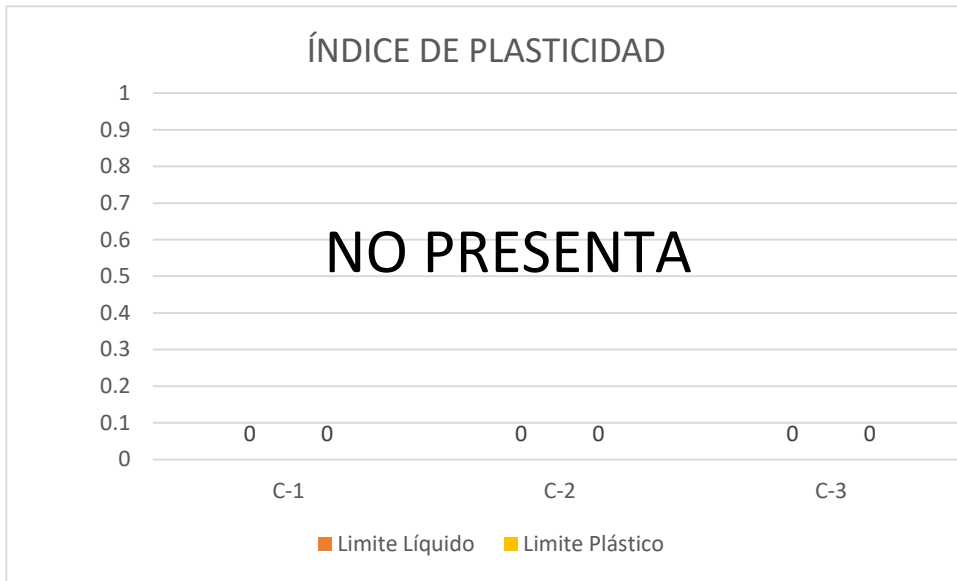


Gráfico N° 03



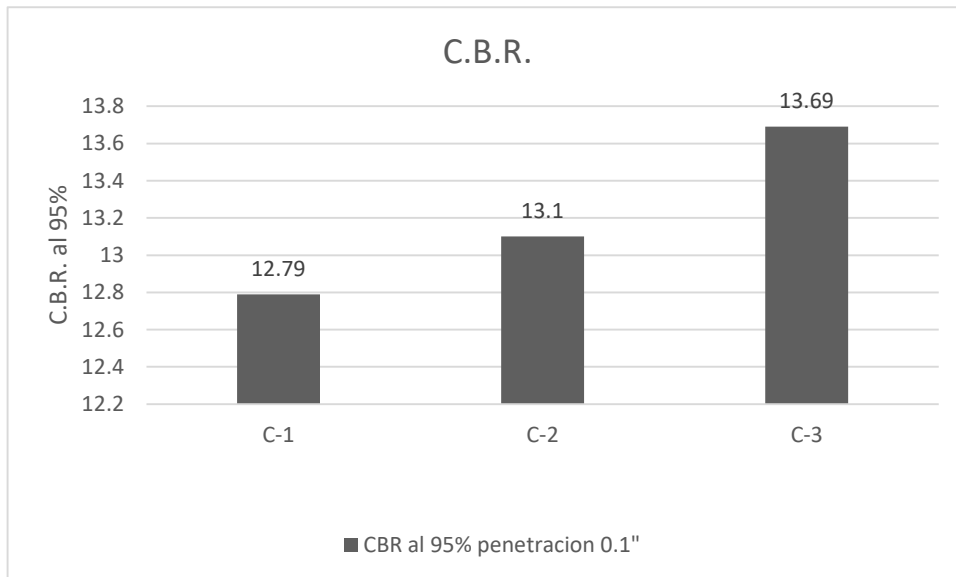
Interpretación: En estos gráficos, se representa la densidad máxima y la humedad óptima que llegan a un máximo valor de 2.02 gr/cm³ y 11.6% respectivamente.

Grafico N° 04



Interpretación: En este gráfico, se representa el índice de plasticidad, el cual para nuestro terreno extraído no presentó una plasticidad al realizar ensayo de límite de Atterberg.

Grafico N° 05



Interpretación: En este gráfico se representa la capacidad de resistencia que se obtuvo al realizar el ensayo en laboratorio, se muestra el C.B.R. al 95% con penetración 0.1” obteniendo los porcentajes de 12.79%, 13.1% y 13.69% para las 3 calicatas respectivamente.

A continuación, se detalló los resultados en el siguiente cuadro de resumen.

Tabla N°03: Clasificación de los Suelos – Ensayo de CBR

CALICATA	C-01	C-02	C-03
MUESTRA	01	01	01
PROFUNDIDAD	1.50 m.	1.50 m.	1.50 m.
GRAVAS (%)	51.14	54.56	54.29
ARENAS (%)	30.97	47.40	47.41
FINOS (%)	21.08	30.96	29.69
L.LIQUIDO (%)	N.P.	N.P.	N.P.
L. PLASTICO (%)	N.P.	N.P.	N.P.
I. PLASTICIDAD (%)	N.P.	N.P.	N.P.
HUMEDAD (%)	11.6	10.76	11.01
CLASIFICACION SUCS	GM	GM	GM
CLASIFICACION AASHTO	A-1-b (0)	A-1-b (0)	A-1-b (0)
TERRENO DE FUNDACIÓN	EXCELENTE A BUENO	EXCELENTE A BUENO	EXCELENTE A BUENO
MUESTRA	01	01	01
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3)	2.02	2.00	2.02
100% M.D.S. 01'' (%)	22.50	22.80	22.70
95% M.D.S. 01'' (%)	12.79	13.10	13.69

Fuente: Laboratorios INGETOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C. (2019).

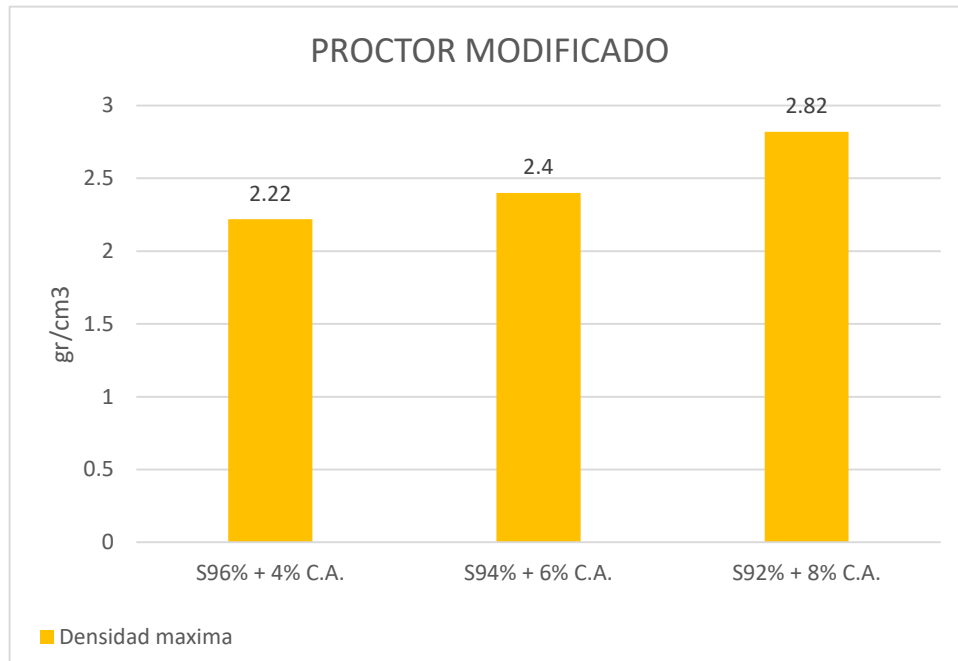
En la tabla N° 03, muestra los resultados del porcentaje de las muestras obtenidas en campo, donde se han excavado 03 calicatas, como podemos decir que luego de los ensayos realizado en el laboratorio, nos encontramos que predominan el mismo tipo de terreno; por ellos según la clasificación SUCS, para la C-01 (M-1), C-02 (M-1), C-03 (M-1). GM (Grava limosa) arena un 30.06%.

De la tabla, se podría decir que el CBR promedio es de 22.67 % al 100% (0.1'') y 13.19% al 95% (0.1''), por lo consiguiente, es un terreno excelente a bueno.

Muestra Patrón + Ceniza de concha de abanico:

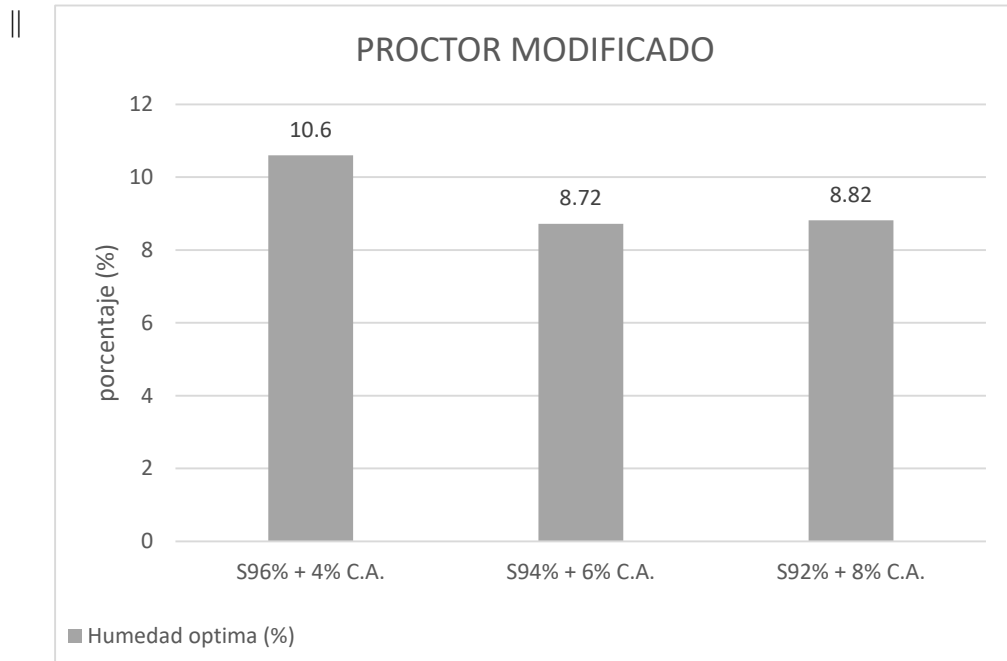
Los ensayos a realizarse con la adición de ceniza de concha de abanico son el Proctor Modificado (ASTM D 1557) y la Relación de Soporte de California (C.B.R). Los resultados obtenidos del Centro Poblado San Ignacio – Distrito de Guadalupito, en la zona de estudio, sé detalló en los siguientes gráficos.

Grafico N° 06



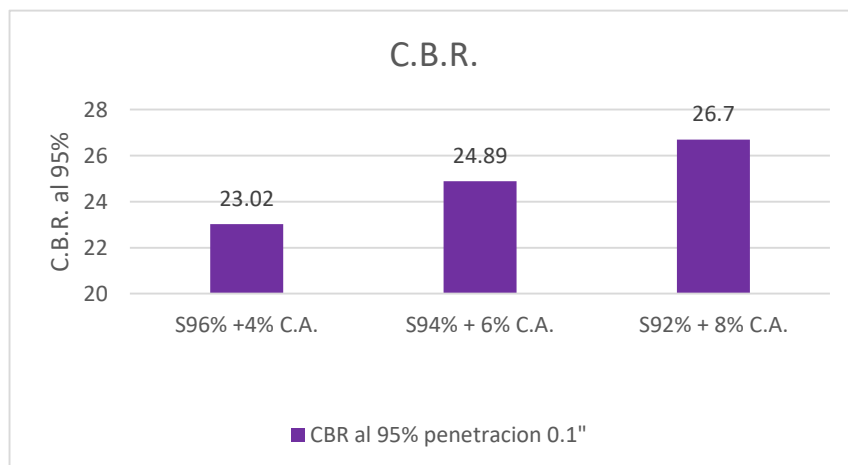
Interpretación: Este gráfico representa la densidad máxima pero en este caso añadiéndole los porcentajes propuestos de ceniza de concha de abanico, obteniendo así, que al 86% (del 100%) de muestra extraída se le adicionó 4% de concha de abanico tuvo como resultado 2.22 gr/cm³, a la siguiente muestra de 84% se le adicionó 6% teniendo como resultado 2.4 gr/cm³ y a la muestra de 82% se le adicionó 8% teniendo como resultado 2.82 gr/cm³, comparando con la muestra patrón se puede concretar que la densidad máxima aumenta al añadir más porcentaje de las cenizas de concha de abanico.

Grafico N° 07



Interpretación: Este gráfico representa la humedad óptima, pero en este caso añadiéndole los porcentajes propuestos de ceniza de concha de abanico, obteniendo así, que a la 96% (del 100%) muestra extraída se le adicionó 4% de concha de abanico teniendo como resultado 10.6% a siguiente muestra de 94% se le adicionó 6% teniendo como resultado 8.72% y a la muestra de 92% se le adicionó 8% teniendo como resultado 8.82%, comparando con la muestra patrón se puede concretar que la humedad óptima disminuye al añadir más porcentaje de las cenizas de concha de abanico, debido al aumento de densidad máxima seca.

Grafico N° 08



Interpretación: En este gráfico se representa la capacidad de resistencia al 95% (0.1”), pero en este caso adicionándole los porcentajes propuestos de concha de abanico, por lo tanto, tenemos que a la muestra patrón de 96% (del 100%) se le adicionó 4% de concha de abanico teniendo como resultado 23.02%, para la siguiente muestra de 94% se le adicionó 6% teniendo como resultado 24.89% y para la última muestra de 92% se le adicionó 8% teniendo como resultado 26.7%, determinando así que las cenizas de concha de abanico hace que aumente de manera progresiva el C.B.R. del suelo.

IV. DISCUSIÓN

Para Owolabi, T.A, Wasiu j., Fatile M.R y Koroye (2015) con su investigación titulada “Performance Evaluation Of Snail Shell Powder As Partial Replacement For Unsuitable Soils” indicó como resultado que cuando se añadió 40% de polvo de cáscara de caracol a la muestra, el porcentaje de paso del número 200BS tamiz se redujo a 31,25% para la muestra de suelo estabilizado; sustentando como resultado que la muestra de suelo que poseían un límite de líquido de 42,9%, un límite de plástico de 31,0%, un índice de plasticidad de 11,9% y límite de encogimiento del 23,6% que hacen que la muestra de suelo tenga un potencial para hincharse o contraerse. La muestra estabilizada, un límite de líquido del 22,8%, un límite plástico de 15,2% del índice de plasticidad del 7,6% y un límite de encogimiento del 11,0%. Lo natural del contenido de humedad de la muestra trabajada es del 17,3% y luego se reduce al 5,4% cuando se agrega polvo de caracol a la muestra de suelo. El valor de CBR empapado para la muestra de suelo es del 24% mientras que la muestra estabilizada es del 45%. La máxima densidad seca (MDD) para la muestra de suelo es de 1,53Mg / m³. Mientras que el contenido óptimo de humedad (OMC) es del 20,76%. El suelo estabilizado muestra un MDD de 1.97Mg / m³ Y OMC del 17,5%. Por lo tanto, la conclusión que brindó el autor con respecto a sus resultados de CBR concordó con los resultados obtenidos en la presente investigación, lo cual indicaron lo siguiente, el CBR de la muestra patrón tuvo como resultado 14.55% y al estabilizarlo con un porcentaje de 8% se elevó al 20 %. Es por ello que se concilio con los autores Owolabi, T.A., Waisu J., Fatile M.R. y Korove con respecto a los resultados de las propiedades físicas de suelos, en este caso el CBR, que al incrementar el porcentaje de concha de abanico o cualquier otro tipo de molusco que en gran parte de su composición contenga calcio incrementará el porcentaje mejorando sus propiedades físicas del suelo.

Además, Para Farfán, P. (2015) en la tesis titulada: “Uso de concha de abanico triturada para mejoramiento de subrasante arenosas” indico como resultado del proyecto que las conchas de abanicos trituradas tienen una dureza semejante a la de los productos pétreos del mercado y que su utilización se obtiene un CBR adecuado al terreno, obteniendo un valor máximo de CBR 121% con un 45% de concha triturada. Para un rango de trituración entre 9.53 y 0.85 milímetros, el uso de un 45%

de concha de abanico puede aumentar drásticamente el valor de CBR, mejorando una subrasante arenosa con CBR de 51% a valores que superan el 100%. Finalizando de que si es posible emplear conchas de abanico triturado como un posible estabilizador de suelos arenosos. Por lo tanto, la conclusión que brindo el autor con respecto a mis resultados fue de una adición al 4%, 6% y 8% de ceniza de concha de abanico aumentando en un 12% aproximadamente en el CBR de mi muestra. Es por ello que se concilio con el autor Farfan con respecto a los resultados obtenidos de la propiedad física de suelos, en este caso el CBR, que al incrementar más porcentaje de adición de concha de abanico en ceniza o triturada aumenta el porcentaje mejorando así el CBR.

En la tesis titulada “Estabilización de suelos de la subrasante con ceniza de concha de abanico al 35 % en el asentamiento humano los constructores” del autor Reyes, A. (2018), que tiene como finalidad lograr determinar el CBR con la adición de concha de abanico al 35%, la cual analizo dos variables: La estabilización de suelos, realizando estudios como el esfuerzo del índice de plasticidad, CBR y Proctor Modificado y para la segunda variable que es la adición de ceniza de concha de abanico 35% utilizo dicho material al porcentaje de 35% del peso de este. obtuvo como resultados con respecto al Proctor Modificado del suelo patrón tuvo un 12.8% de humedad optima y al adicionar 35% de ceniza de concha de abanico disminuyo a 5% de su humedad optima, La tesis, en una de sus conclusiones nos da a saber que a las propiedades físicas del suelo como es en este caso el Proctor Modificado al añadirle más porcentaje de concha de abanico, esto ayudara a que la humedad optima disminuya en grandes proporciones. Por consiguiente, los resultados del Proctor Modificado de la presente investigación indico que el suelo de la muestra patrón obtuvo una humedad optima de 11.26% y adicionando 4%, 6% y 8% tuvo como resultado 8.55%, 8.20 y 7.90% respectivamente. Por lo consiguiente, dado los resultados obtenidos con esta presente investigación y comparando con los resultados del autor mencionado, se concordó que efectivamente la humedad optima disminuye con la adición de la ceniza de concha de abanico.

V. CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos por la curva de pérdida de masa – análisis termogravimétrico, que a los 700°C pierde 34% de su masa inicial que fue de 46.2 mg., y por la curva calorimétrica que mostró dos ligeras bandas endotérmicas, la primera a 110, y la otra a 210°C que posteriormente se mostró un intenso pico de absorción térmica a 890°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características en la materia; gracias a esto se logró identificar las propiedades mecánicas y térmicas del análisis térmico diferencial “ATD”.
Y para la Espectroscopia de fluorescencia de rayos X de la concha de abanico, se tuvo como conclusión que está compuesta en su gran totalidad de 96% de calcio (Ca).
2. Los ensayos realizados al suelo de la muestra patrón arrojó que el tipo de suelo que se encontró es de grava – limosa mediante SUCCS y según AASHTO es de A-1-b con denominación de “Excelente a Bueno”, su contenido de humedad fue de 13.50%, no presenta límites líquidos ni plásticos, densidad máxima seca de 2.02 gr/cm³, humedad óptima de 11.60% y valor CBR de 14.55%; y la muestra con adición de ceniza de concha de abanico adicionándole 4%, 6% y 8% al Proctor Modificado se obtuvo las densidades máximas secas de 2.22, 2.04 y 2.82 y gr/cm³ respectivamente, con respecto a los valores de CBR se obtuvo para la muestra adicionándole 4%, 6% y 8% los resultados de 23.02%, 24.89% y 26.07% respectivamente; por lo consiguiente todos estos resultados permitieron evaluar las propiedades físicas y mecánicas del suelo.
3. De acuerdo a los ensayos realizados anteriormente, se concluye que, adicionando las cenizas de concha de abanico al suelo gravoso – limoso, se obtuvo mejoras en el incremento de la capacidad de resistencia (CBR) del suelo, logrando así, estabilizar la subrasante del suelo del centro poblado San Ignacio.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a futuros tesisistas que antes de realizar cualquier tipo ensayo en laboratorio, es necesario solicitar los certificados de la calibración de los equipos a utilizar.
2. Se recomienda a la Municipalidad distrital de Guadalupe tener en cuenta este proyecto de tesis para un futuro mejoramiento de terreno con fines de pavimentación para el centro poblado de san Ignacio.
3. Se recomienda a futuros investigadores profundizar los estudios sobre la utilización de ceniza de concha de abanico en los proyectos de pavimentación, ensayando con otros tipos de suelos.

REFERENCIAS

1. AASHTO. Guide for design of pavement structures 1993. Washington, D.C. American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993. 624pp.
2. ALTAMIRANO, José y DIAZ, Axell. Estabilización de suelos cohesivos por media de cal en las vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí – Rivas. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Rivas: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 2015. 113 pp.
3. AMERATUNGA Jay. Correlations of Soil and Rock Properties in Geotechnical Engineering. Springer: USA, 2015. 228pp.
4. ARIAS, Fidias. Proyecto a la investigación, introducción a la metodología científica. Caracas. 2012.
ISBN: 980-07-8529-9
5. BAUZA, J. El tratamiento de los suelos arcillosos con cal comportamiento mecánico y evolución a largo plazo antes cambios de humedad. Tesis (grado de doctor). Sevilla: Universidad de Sevilla, 2015. 375 pp.
6. BENITO, J. Apuntes de Métodos de Análisis Térmicos. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid. 2014.
7. BRAJA, B. Fundamentos de Ingeniera Geotécnica. México: Thomson Learning. 2001. 143 pp.
8. BRAJA, M. Das. Geotechnical Engineering. Cengage Learning: USA, 2017. 800 pp.
ISBN: 1305635183
9. CARREÑO Velasco, Solly y MURCIA Buitrago, Lud. Obtención de acetato de celulosa a partir de residuos celulósicos postconsumo. Tesis (Química). Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Escuela de Quimica, 2005. 108pp.
10. CARILLO, Ana. Población y Muestra. Mexico: Universidad Autonoma del estado de Mexico. 2015.
11. CRESPO Villalaz, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. 5.ª ed. México: Limusa, 2004. 650 pp.
ISBN: 9681864891

12. ESPINOZA, Feliz José. Fundamentos Básicos y Guía en la Construcción de Carretera. Impresora Conadex: Republica Dominicana, 2016. 370pp.
13. FARFAN, P. Uso de concha de abanico triturada para mejoramiento de subrasante arenosas. Tesis (para optar el título profesional de ingeniero civil). Piura: Univerisidad de Piura, 2015.
14. Fluorescencia de rayos X (XRF). Malvern Panalytical. 2019.
Disponible en <https://www.malvernpanalytical.com/es/products/technology/x-ray-fluorescence>
15. GOBINATH, R [et al.]. Banana Fibre-Reinforcement of a Soil Stabilized with Sodium Silicate by [en línea]. 4 de marzo de 2019 [Fecha de consulta: 25 de junio de 2019]. Disponible en <https://doi.org/10.007/s12633-019-00124-6ISSN1876-9918>
16. GUITIERREZ, C.A. Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (Bichiofita) frente al cloruro de calcio. Lima: Universidad Ricardo Palma, 2010, 39 pp.
17. GONZÁLEZ, Guerra Francisco. Estabilización Mecánica de Suelos Cohesivos a través de la Utilización de Cal - Ceniza Volante. Tesis (para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2014. 117 pp.
18. GREGORY, Paul. Soil stabilization methods and materials. Tesis (ingeniería minera y geotecnia) Suecia: Universidad de Tecnología de Luleå. División de Ingeniería Minera y Geotécnica. 2012. 3 pp.
19. HABIBA, Afrin. Revista: International Journal of transportation engineering and technology [en línea]. Vol.3, July 27, 2017. [fecha de consulta :1 de julio de 2019]. Disponible en <http://www.sciencepublishinggroup.com/j/ijtet>
20. HACHI, José y RODRIGUEZ, Juan. Estudio de factibilidad para reciclar envases plásticos de polietileno tereftalato (PET), en la ciudad de Guayaquil. Tesis (para optar el título profesional de ingeniero industrial) Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana, 2014. 237 pp.
21. Hans-Georg, Kempfert y Berhane, Gebreselassie. Excavations and Foundations in Soft Soils. Germany. Springer, 2016. 120 pp.
ISBN: 10540328947

22. JAIN Hemant. SSC-JE Conventional 2019: Civil Engineering. Infinity Educations: USA, 2018. 270pp.
- ISBN: 10540328947
23. MANUAL de ensayo de materiales Lima: Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2016.91pp.
24. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). NP, R.D. N°10- MTC: de Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – sección suelos. Lima: INN, 2016. 302 pp.
25. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de ensayo de materiales. Lima. 2016. 67 pp.
26. MWAIKAMBO, Leonard. Revista African journal of science and technology (ajst) [en línea]. Vol.7. · January 2006.[fecha de consulta:1 de julio de 2019].Disponible en https://www.researchgate.net/publication/284760719_Review_of_the_history_properties_and_application_of_plant_fibres
- ISSN: 1607-9949
27. ORTEGA, Graciela. Composición y clasificación de los suelos [en línea]. color abc:7 de octubre de 2014. [fecha de consulta:18 de junio de 2019]. Disponible en: <https://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/escolar/composicion-y-clasificacion-de-los-suelos-1293271.html>
28. OWALABI, T., WASIU, J. y FATILE, M.R. Performance Evaluation of snail shell powder as partial replacement for unsuitable. Ado Ekiti: Afe Babalola University. 2015. 155 pp..
29. REYES, O.J. Uso de cloruro de sodio en bases granulares. Santiago de Cuba: Ediciones obras. 2004. 46 pp.
30. RICO, Alfonso. La ingeniería de los suelos en las vías terrestres carreteras, ferrocarriles y aeropistas. Limusa: México, 2005. 460 pp.
31. RIVASPLATA, D. Estabilización de subrasantes y afirmados en caminos rurales empleando agua de mar en el cp. Tangay. Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa. 2011. 15 pp.
32. ROLDAN DE PAZ, Jairo. Estabilizacion de suelos con cloruro de sodio (NaCl) para bases y sub bases. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. 2009, 64 pp.

- ISBN: 968-1800-540
33. RUANO, Denis. Estabilizacion de suelos cohesivos por medios de arenas volcánicas y cal viva. Tesis (para optar el título profesional de ingeniero civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2012. 158 pp.
 34. SANCHEZ, Hugo, REYES, Romero y MEJIA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnología y humanística. Lima: Universidad Ricardo Palma. 2018. 146 pp.
ISBN: 978-612-47351-4-1
 35. SIVAKUGAN, Nagaratnam. Introduction to Geotechnical Engineering. Cengage Learning: USA 2015. 448 pp.
 36. SMITH, Ian. Smith's Elements of Soil Mechanics. John Wiley & Sons: USA, 2013. 552 pp.
ISBN: 1118658337
 37. SOBHAN, Khaled. Principles of Geotechnical Engineering. Cengage Learning: USA, 2016. 784 pp.
ISBN: 1305970934
 38. TULADHAR, Rabin. Civil Engineering Materials. Cengage Learning: USA, 2017. 512 pp.
ISBN: 9781337291699
 39. VERRUIJT, Arnold. An Introduction to Soil Mechanic. Springer; USA, 2017. 420pp.
 40. ZANS, Llano, Juan José. Mecánica de suelos. Eyrolles: Barcelona, 1975. 223 pp.
ISBN: 847146165X

ANEXOS

ANEXO N°1.
Matriz de consistencia

TÍTULO:

“Estabilización de la subrasante del suelo del centro poblado San Ignacio con ceniza de concha de abanico, con fines de pavimentación, Distrito de Guadalupe – La Libertad, 2019”.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

En el centro poblado de San Ignacio en el Distrito de Guadalupe, los moradores carecen servicios de agua potable, recojo de basura, seguridad ciudadana. El acceso a la zona es mediante movilidad particular, esto debido a que no existe pavimentos en la zona, que faciliten el acceso, las calles no están pavimentadas, y el suelo predominante es arcilloso. Los moradores de la zona hacen uso de taxis colectivos, en horarios con mayor concurrencia 08:00 a.m. a 11:00 a.m., 5:00 p.m. a 11:00 p.m., fuera de esos horarios el transporte es escaso para llegar a la zona. La falta de transporte público, hace que los moradores tengan que pagar elevados costos para acceder a sus viviendas.

En aquellos suelos que no cumplen con los requisitos necesarios para un diseño de pavimento, por su mala calidad en su naturaleza y escasa capacidad de soporte. Para corregir este asunto se emplean opciones de estabilización para mejorar las características del material, evitando costos elevados en la obra.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DIMENSIONES	INDICADORES	JUSTIFICACION
<p>¿Será factible la estabilización del suelo de la subrasante mediante la adición de ceniza de concha de abanico, con fines de pavimentación, en el centro poblado San Ignacio, Distrito de Guadalupe – La Libertad, 2019?</p>	<p>General: -Determinar si es posible la estabilización el suelo de la subrasante con cenizas de concha de abanico, en el centro poblado San Ignacio en el Distrito de Guadalupe, La Libertad, 2019.</p>	<p>La adición de ceniza de concha de abanico, con fines de pavimentación, será factible poder estabilizar la subrasante del suelo en el centro poblado San Ignacio, Distrito de Guadalupe – La Libertad, 2019.</p>	<p>Temperatura de calcinación</p>	<p>ATD</p>	<p>Este trabajo se justifica en dar a conocer la estabilización de suelos sustituyendo una parte del suelo por ceniza de concha de abanico la finalidad de determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo.</p>
	<p>Específicos: -Identificar las propiedades mecánicas y térmicas realizando el ensayo de análisis térmica diferencial “ATD” y Espectroscopia de fluorescencia de rayos X de la concha de abanico. -Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, las cuales son los ensayos realizando del suelo de la muestra patrón y la muestra con adición de ceniza de concha de abanico.</p>		<p>Componentes químicos</p>	<p>FRX</p>	<p>En la actualidad existe trabajos de estabilización de suelos con cenizas de concha de abanico, ya que sería posible la realización del proyecto sea favorable.</p>
<p>Propiedades físicas</p>	<p>Clasificación de suelos Densidad máxima Humedad optima</p>				
<p>Propiedades mecánicas</p>	<p>CBR (Capacidad portante)</p>				

ANEXO N°2.
Ensayos realizados



INFORME TÉCNICO N° 1723 – 19 – LABICER

1. DATOS DEL SOLICITANTE
- 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : ESTRADA ESPINOZA DANTE JOSUE
 VENTURA RUIZ PAUL JUDE
- 1.2 DNI : 75162319
 72911210
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
- 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 26 / 09 / 2019
- 2.2 FECHA DE ENSAYO : 01 / 10 / 2019
- 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 03 / 10 / 2019
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X EN
 MUESTRA DE CONCHAS DE ABANICO
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE
- 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CONCHA DE ABANICO
- 4.2 TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DEL SUELO
 DEL CENTRO POBLADO SAN IGNACIO CON CENIZA
 DE CONCHAS DE ABANICO CON FINES DE
 PAVIMENTACIÓN, DISTRITO DE GUADALUPTO – LA
 LIBERTAD, 2019"
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 20.0°C; Humedad relativa: 65%
7. EQUIPOS UTILIZADOS : ANALIZADOR DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X
 OLYMPUS, VANTA M.
8. RESULTADOS
- 8.1 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL

ANÁLISIS	RESULTADO ⁽¹⁾ (%)	MÉTODO UTILIZADO
Calcio, Ca	98.068	Fluorescencia de Rayos X
Silicio, Si	0.595	
Estroncio, Sr	0.488	
Azufre, S	0.347	
Potasio, K	0.297	
Hierro, Fe	0.162	
Fósforo, P	0.024	
Circonio, Zr	0.021	

⁽¹⁾ Resultados del análisis elemental por fluorescencia de rayos X del Magnesio al Uranio, balanceado al 100%.



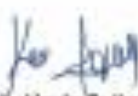
8.2 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO EN ÓXIDOS

ANÁLISIS	RESULTADO ⁽¹⁾ (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de calcio, CaO	96.527	Fluorescencia de Rayos X
Óxido de potasio, K ₂ O	1.640	
Óxido de silicio, SiO ₂	0.972	
Óxido de estroncio, SrO	0.396	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	0.295	
Óxido de azufre, SO ₃	0.064	
Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	0.073	
Óxido de circonio, ZrO ₂	0.022	

⁽¹⁾ Balance de resultados de óxidos calculados del análisis elemental.

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.


Bach. Kevin Sulica
Analista
LABICER - UNI



M.Sc. Dilia Acha de la Cruz
Responsable de Análisis
Jefa de Laboratorio
CCP 202

El Laboratorio no es responsable del material ni de la procedencia de la muestra.

ANEXO

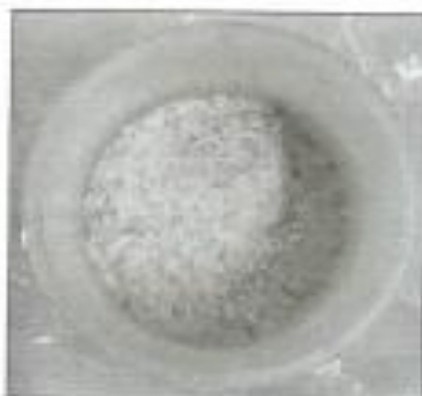


FIGURA 1. Fotografía de la muestra de concha de abanico.



FIGURA 2. Fotografía del equipo de fluorescencia de rayos X.



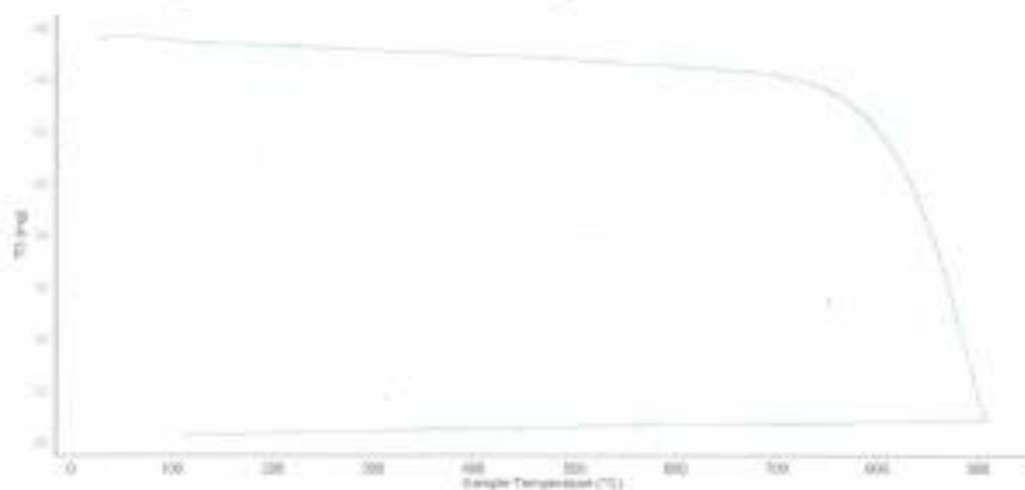


Trujillo, 25 de Setiembre del 2019

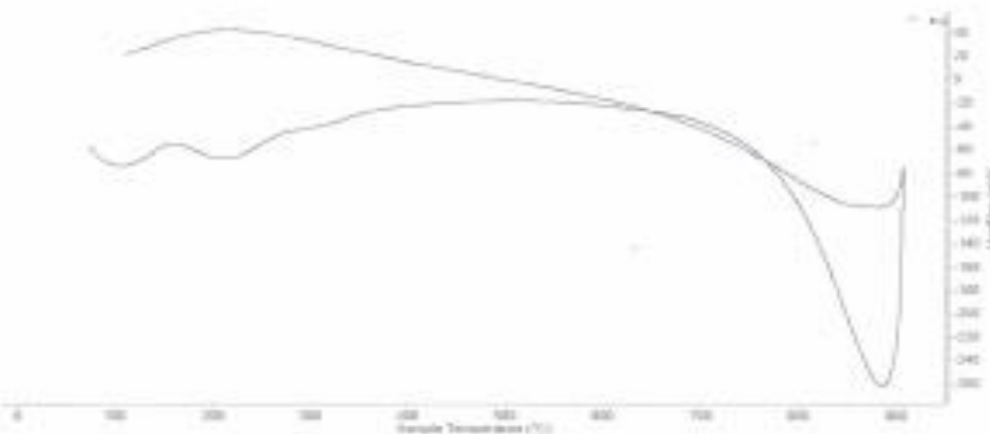
INFORME N° 46 - SET -19

4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termogravimétrico.



II- Curva Calorimétrica ATD





Trujillo, 25 de Setiembre del 2019

INFORME N° 46 - SET -19

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una buena estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 700°C, temperatura en la cual marca el inicio para la descomposición acelerada y la pérdida de material hasta caer bruscamente hasta la temperatura de ensayo máxima, y se evidencia una pérdida total de aproximadamente 34% de su masa inicial.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar dos ligeras bandas endotérmicas, la primera a 110, y la otra a 210 ° C y posteriormente se muestra un intenso pico de absorción térmica a 890°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características en el material.

Trujillo, 25 de setiembre del 2019


Ing. Daisy Mercedes Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT



ANÁLISIS DE LABORATORIO

SOLICITADO POR : ESTRADA ESPINOZA DANTE
VENTURA RUIZ PAUL

ASUNTO : CALCINACIÓN DE MUESTRAS

FECHA DE RECEPCIÓN : 08.10.19

FECHA DE ENTREGA : 10.10.19

Descripción	Proceso	Temperatura (°C)	Tiempo Horas	Peso inicial (gr.)	Peso final (gr.)
Concha de abanico	calcinación	900°C	4	2300	1750

Chimbote, Octubre 10 del 2019


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Las Huacachucas - Chimbote
Mg. Miguel Solís Jara
JEFE



ANÁLISIS DE LABORATORIO

SOLICITADO POR : ESTRADA ESPINOZA DANTE
VENTURA RUIZ PAUL

ASUNTO : CALCINACIÓN DE MUESTRAS

FECHA DE RECEPCIÓN : 08.10.19

FECHA DE ENTREGA : 10.10.19

Descripción	Proceso	Temperatura (°C)	Tiempo	Peso inicial (gr.)	Peso final (gr.)
Concha de abanico	calcinación	900°C	4 hrs.	2400	1680

Chimbote, Octubre 10 del 2019


 UNIVERSIDAD San Pedro
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Miguel Solar Jara



INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinario, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

PROYECTO :ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DEL SUELO DEL CENTRO POBLADO SAN IGNACIO CON CENIZA DE CONCHA DE ABANICO, CON FINES DE PAVIMENTACIÓN, DISTRITO DE GUADALUPITO, LA LIBERTAD, 2019.

UBICACIÓN :DISTRITO DE GUADALUPITO – PROVINCIA DE VIRU – REGION LA LIBERTAD

SOLICITA :ESTRADA ESPINOZA DANTE – VENTURA RUIZ PAUL JUDE

FECHA :SEPTIEMBRE 2019

LUGAR :CALICATA C-01

MUESTRA :TERRENO NATURAL (PATRÓN)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	2661.39					
Peso Inicial Seco, [gr]	2100.60					
Tamices		Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	Especificaciones
Ø	(mm)	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	
5"	127.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	
4"	101.60	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	
3"	76.20	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	
2"	50.80	894.40	33.60%	33.60%	66.40%	
1 1/2"	38.10	113.70	4.27%	37.87%	62.13%	
1"	25.40	263.20	9.89%	47.76%	52.24%	
3/4"	19.050	0.00	0.00%	47.76%	52.24%	
1/2"	12.700	23.70	0.89%	48.65%	51.35%	
3/8"	9.525	2.50	0.09%	48.74%	51.26%	
1/4"	6.350	0.00	0.00%	48.74%	51.26%	
Nº 4	4.760	3.10	0.12%	48.86%	51.14%	
Nº 8	2.380	0.00	0.00%	48.86%	51.14%	
Nº 10	2.000	5.59	0.22%	49.08%	50.92%	
Nº 16	1.190	0.00	0.00%	49.08%	50.92%	
Nº 20	0.840	6.70	0.25%	49.33%	50.67%	
Nº 30	0.590	0.00	0.00%	49.33%	50.67%	
Nº 40	0.426	524.30	19.70%	69.03%	30.97%	
Nº 50	0.297	0.00	0.00%	69.03%	30.97%	
Nº 60	0.250	0.00	0.00%	69.03%	30.97%	
Nº 80	0.177	0.00	0.00%	69.03%	30.97%	
Nº 100	0.149	228.60	8.59%	77.62%	22.38%	
Nº 200	0.074	34.50	1.30%	78.92%	21.08%	
Fondo	0.01	561.10	21.08%	100.00%	0.00%	
PESO INICIAL		2661.39				

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	51.14 %
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	21.08 %
D60:	35.365 mm
D30:	0.174 mm
D10 (diámetro efectivo):	0.040 mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

POL RAIM AGUILAR OLGUIN
 ING. CIVIL - CIP. Nº 81029
 CONSULTOR - REG. C4009



INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

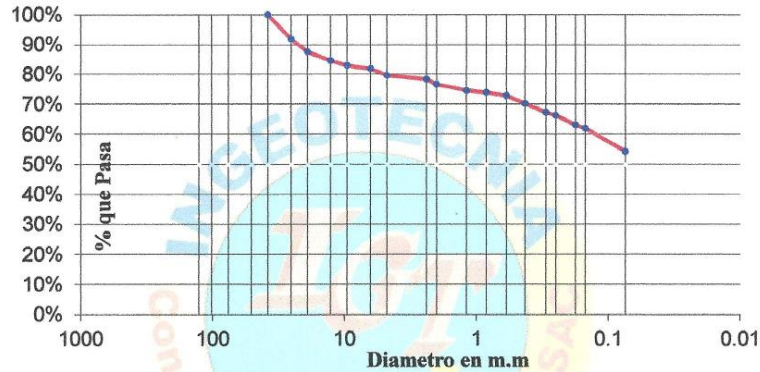
Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

SISTEMA	CLASIFICACION	DESCRIPCION
SUCS	GM	GRAVA LIMOSA
AASHTO	A1-b(0)	FRAGMENTOS DE ARENA Y PIEDRA

Gráfico de Análisis Granulométrico por Tamizado



2. LIMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG (ASTM - D4318)

LIMITE LIQUIDO: ASTM D-4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
NUMERO DE GOLPES	15	26	35

LIMITE PLASTICO: ASTM D-4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
% PROMEDIO			

POL RAIN AGUILAR OLGUIN
 ING. CIVIL - CIP. N° 81029
 CONSULTOR - REG. C4009

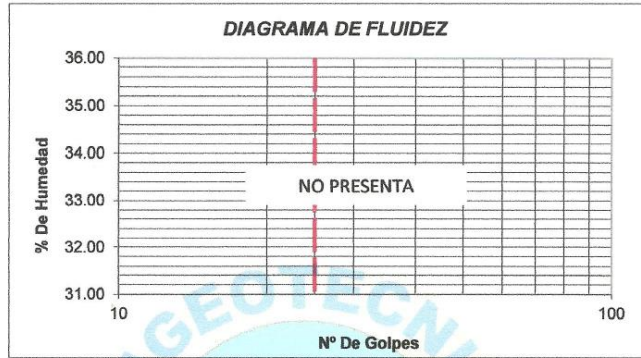


INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

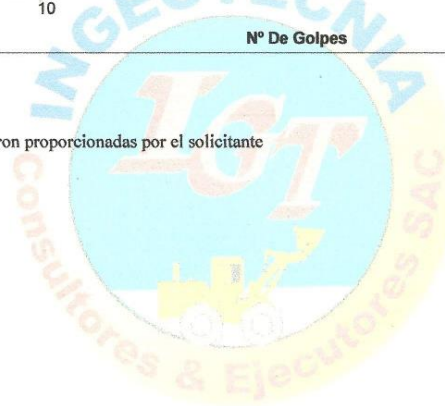
R.U.C. 20445586537

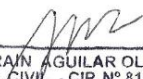
Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad



OBSERVACIÓN:

Los datos y muestras fueron proporcionadas por el solicitante




POL RAIM AGUILAR OLGUIN
ING. CIVIL - CIP N° 81029
CONSULTOR - REG. C4009



INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

PROYECTO :ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DEL SUELO DEL CENTRO POBLADO SAN IGNACIO CON CENIZA DE CONCHA DE ABANICO, CON FINES DE PAVIMENTACIÓN, DISTRITO DE GUADALUPITO, LA LIBERTAD, 2019.
UBICACIÓN :DISTRITO DE GUADALUPITO – PROVINCIA DE VIRU – REGION LA LIBERTAD
SOLICITA :ESTRADA ESPINOZA DANTE – VENTURA RUIZ PAUL JUDE
FECHA :SEPTIEMBRE 2019
LUGAR :CALICATA C-01
MUESTRA :TERRENO NATURAL (PATRÓN)

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

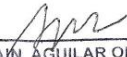
1. ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM-D1557)

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°	1		2		3		4	
PESO DEL TARRO (grs)	27.42	27.42	27.99	27.99	27.55	27.55	26.42	26.42
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	214.36	214.36	195.03	195.03	221.42	221.42	200.91	200.91
PESO DEL TARRO+MUESTRA SECA (grs)	206.02	206.02	183.05	183.05	201.92	201.92	180.15	180.15
PESO DEL AGUA (grs)	8.34	8.34	11.98	11.98	19.50	19.50	20.76	20.76
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	178.6	178.6	155.1	155.1	174.4	174.4	153.7	153.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	4.67	4.67	7.73	7.73	11.18	11.18	13.50	13.50
% PROMEDIO	4.67		7.73		11.18		13.50	

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.67	6.50	11.18	13.50
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	10926	11293	12073	11921
PESO DEL MOLDE (grs)	4870	4870	4870	4870
PESO DEL SUELO (grs)	6056	6423	7203	7051
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.890	2.000	2.250	2.200
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.806	1.878	2.024	1.938
			Densidad Máxima (grs/cm3)	2.02
			Humedad Optima%	11.60


POL RAYN AGUILAR OLGUIN
ING. CIVIL - CIP. N° 81029
CONSULTOR - REG. C4009

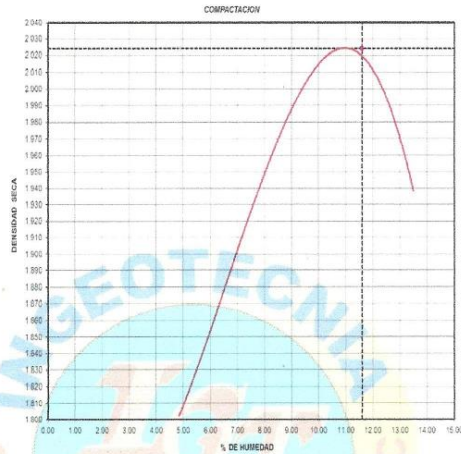


INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad



2. ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

COMPACTACIÓN

Molde N°	01		02		03	
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
N° de golpes por capa	56		25		12	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000		6000		6000	
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8799	8904	9450	9623	9062	9370
Peso del molde (gramos)	4104	4104	4830	4830	4888	4888
Peso del suelo húmedo (grs.)	4695	4800	4620	4793	4174	4482
Volumen del molde (cc)	2102	2213	2158	2280	2113	2256
Densidad húmeda (grs./cm3)	2.23	2.17	2.14	2.10	1.98	1.99
Densidad seca (grs./cm3)	2.02	1.94	1.94	1.84	1.79	1.70
Tarro N°	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	252.89	226.45	216.15	276.71	212.75	243.32
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	231.63	205.38	198.17	245.82	195.03	212.32
Peso del agua (grs.)	21.26	21.07	17.98	30.89	17.72	31.00
Peso del tarro (grs.)	27.49	26.36	27.99	27.03	27.47	26.38
Peso del suelo seco (grs.)	204.14	179.02	170.18	218.79	167.56	185.94
% de humedad	10.41	11.77	10.57	14.12	10.58	16.67

POL RAIM AGUILAR OLGUIN
 ING. CIVIL - CIP. N° 81029
 CONSULTOR - REG. C4009



INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN		
		DIAL	mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%			
	0	1	0.00	0	2	0.00	0	3	0.00	0			
	24	18	0.43	3.70	20	0.46	0.46	23	0.58	0.50			
	48	20	0.48	4.20	22	0.51	0.51	27	0.69	5.90			
	72	25	0.61	5.30	28	0.66	0.66	31	0.79	6.80			

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°01- N° de Golpes			MOLDE N°02- N° de Golpes			MOLDE N°03- N° de Golpes		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN	
		Libras.	Libras./pulg ²		Libras.	Libras./pulg ²		Libras.	Libras./pulg ²
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	13	38	13	24	63	21	37	97	32
0.050	27	72	24	52	133	44	75	190	63
0.075	40	104	35	75	191	64	112	282	94
0.100	52	133	44	99	249	83	145	363	121
0.150	72	183	61	134	336	112	199	497	166
0.200	89	225	75	163	408	136	247	616	205
0.250	103	259	86	187	467	156	286	711	237
0.300	113	284	95	206	513	171	315	783	261
0.400	125	313	104	226	563	188	352	874	291
0.50	130	326	109	235	586	195	365	907	302

POL RAIM AGUILAR OLGUIN
 ING. CIVIL - CIP. N° 81029
 CONSULTOR - REG. C4009



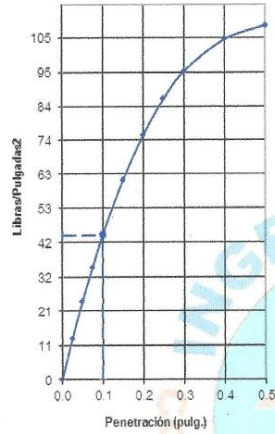
INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

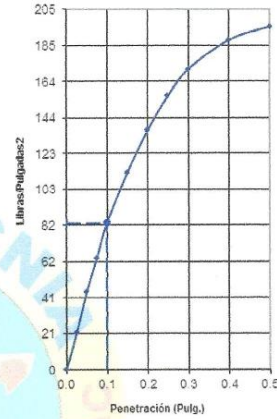
R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
 Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
 Suministro de Maguinería, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

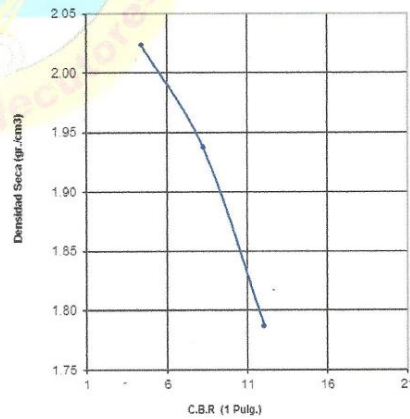
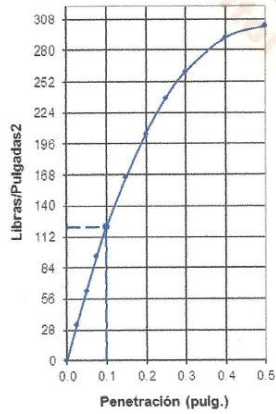
12 Golpes-C.B.R. 1"4:44% - & 1.71 gr/cm³



25 Golpes-C.B.R. 1"8:31% - & 1.8 gr/cm³



56 Golpes-C.B.R. 1"12:1% - & 1.91 gr/cm³



C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.1":	22.50
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.1":	12.79

[Signature]
 POL RAIN AGUILAR OLGUIN
 ING. CIVIL - CIP. N° 81029
 CONSULTOR - REG. C4009



INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

PROYECTO :ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DEL SUELO DEL CENTRO POBLADO SAN IGNACIO CON CENIZA DE CONCHA DE ABANICO, CON FINES DE PAVIMENTACIÓN, DISTRITO DE GUADALUPITO, LA LIBERTAD, 2019.

UBICACIÓN :DISTRITO DE GUADALUPITO – PROVINCIA DE VIRU – REGION LA LIBERTAD

SOLICITA :ESTRADA ESPINOZA DANTE – VENTURA RUIZ PAUL JUDE

FECHA :SETIEMBRE 2019

LUGAR :CALICATA C-02

MUESTRA :TERRENO NATURAL (PATRÓN)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Tamices		Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	Especificaciones
Ø	(mm)	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	
		1812.37				
		1799.55				
5"	127.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	
4"	101.60	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	
3"	76.20	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	
2"	50.80	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	
1 1/2"	38.10	287.84	15.88%	15.88%	84.12%	
1"	25.40	244.45	13.49%	29.37%	70.63%	
3/4"	19.050	131.36	7.25%	36.62%	63.38%	
1/2"	12.700	40.96	2.26%	38.88%	61.12%	
3/8"	9.525	42.72	2.36%	41.23%	58.77%	
1/4"	6.350	45.40	2.51%	43.74%	56.26%	
Nº 4	4.760	30.90	1.70%	45.44%	54.56%	
Nº 8	2.380	0.00	0.00%	45.44%	54.56%	
Nº 10	2.000	62.05	3.42%	48.87%	51.13%	
Nº 16	1.190	21.17	1.17%	50.04%	49.96%	
Nº 20	0.840	0.00	0.00%	50.04%	49.96%	
Nº 30	0.590	31.67	1.75%	51.78%	48.22%	
Nº 40	0.426	14.80	0.82%	52.60%	47.40%	
Nº 50	0.297	25.41	1.40%	54.00%	46.00%	
Nº 60	0.250	0.00	0.00%	54.00%	46.00%	
Nº 80	0.177	0.00	0.00%	54.00%	46.00%	
Nº 100	0.149	159.24	8.79%	62.79%	37.21%	
Nº 200	0.074	113.30	6.25%	69.04%	30.96%	
Fondo	0.01	561.10	30.96%	100.00%	0.00%	
PESO INICIAL		1812.37				

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	54.56 %
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	30.96 %
D60:	11.188 mm
D30:	0.072 mm
D10 (diámetro efectivo):	0.031 mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

POL RAW AGUILAR OLGUIN
 ING. CIVIL - CIP. Nº 81029,
 CONSULTOR - REG. C4009



INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

SISTEMA		CLASIFICACION	DESCRIPCION
SUCS		GM	GRAVA LIMOSA
AASHTO	A1-b(0)	FRAGMENTOS DE ARENA Y PIEDRA	

Gráfico de Análisis Granulométrico por Tamizado



2. LIMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG (ASTM - D4318)

LIMITE LIQUIDO: ASTM D-4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
NUMERO DE GOLPES	15	26	35

LIMITE PLASTICO: ASTM D-4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
% PROMEDIO			

POL RAY AGUILAR OLGUIN
 ING./CIVIL - CIP. N° 81029
 CONSULTOR - REG. C4009

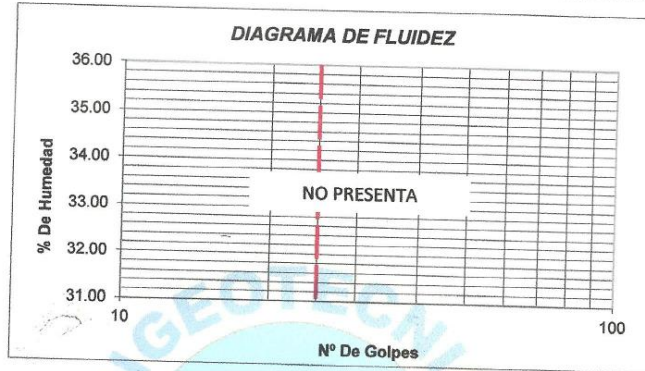


INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

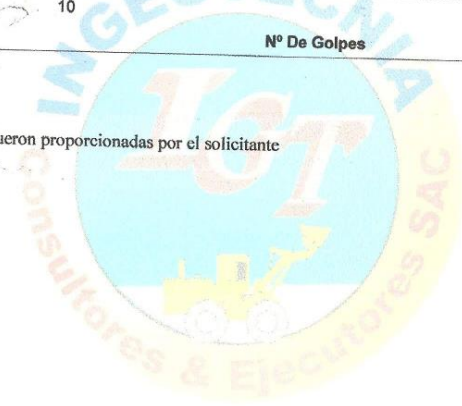
R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinario, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad



OBSERVACIÓN:

Los datos y muestras fueron proporcionadas por el solicitante



MC
POL RAIN AGÜLAR OLGUIN
ING./CIVIL - CIP N° 81029
CONSULTOR - CIP 04009



INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

PROYECTO :ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DEL SUELO DEL CENTRO POBLADO SAN IGNACIO CON CENIZA DE CONCHA DE ABANICO, CON FINES DE PAVIMENTACIÓN, DISTRITO DE GUADALUPITO, LA LIBERTAD, 2019.
UBICACIÓN :DISTRITO DE GUADALUPITO – PROVINCIA DE VIRU – REGION LA LIBERTAD
SOLICITA :ESTRADA ESPINOZA DANTE – VENTURA RUIZ PAUL JUDE
FECHA :SEPTIEMBRE 2019
LUGAR :CALICATA C-02
MUESTRA :TERRENO NATURAL (PATRÓN)

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

3. ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM-D1557)

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°	1		2		3		4	
PESO DEL TARRO (grs)	27.42	27.42	27.99	27.99	27.55	27.55	26.42	26.42
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	214.36	214.36	195.03	195.03	221.42	221.42	200.91	200.91
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	206.02	206.02	183.05	183.05	201.92	201.92	180.15	180.15
PESO DEL AGUA (grs)	8.34	8.34	11.98	11.98	19.50	19.50	20.76	20.76
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	178.6	178.6	155.1	155.1	174.4	174.4	153.7	153.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	4.67	4.67	7.73	7.73	11.18	11.18	13.50	13.50
% PROMEDIO	4.67		7.73		11.18		13.50	

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.85	6.50	11.18	13.50
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	10926	11293	12073	11921
PESO DEL MOLDE (grs)	4870	4870	4870	4870
PESO DEL SUELO (grs)	6056	6423	7203	7051
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.890	2.000	2.250	2.200
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.803	1.878	2.024	1.938
			Densidad Máxima (grs/cm3)	2.02
			Humedad Optima%	10.76


POL RAIM AGUILAR OLGUIN
ING. CIVIL - CIP. N° 81023
CONSULTOR - REG. C4009



INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
 Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
 Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad



4. ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

COMPACTACIÓN

Molde N°	01		02		03	
N° de golpes por capa	56		25		12	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000		6000		6000	
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8799	8904	9450	9623	9062	9370
Peso del molde (gramos)	4104	4104	4830	4830	4888	4888
Peso del suelo húmedo (grs.)	4695	4800	4620	4793	4174	4482
Volumen del molde (cc)	2102	2213	2158	2280	2113	2256
Densidad húmeda (grs./cm3)	2.23	2.17	2.14	2.10	1.98	1.99
Densidad seca (grs./cm3)	2.02	1.94	1.94	1.84	1.79	1.70
Tarro N°	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	252.89	226.45	216.15	276.71	212.75	243.32
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	231.63	205.38	198.17	245.82	195.03	212.32
Peso del agua (grs.)	21.26	21.07	17.98	30.89	17.72	31.00
Peso del tarro (grs.)	27.49	26.36	27.99	27.03	27.47	26.38
Peso del suelo seco (grs.)	204.14	179.02	170.18	218.79	167.56	185.94
% de humedad	10.41	11.77	10.57	14.12	10.58	16.67

Pol Rain Aguilar Olguin
 POL RAIN AGUILAR OLGUIN
 ING. CIVIL - CIP. N° 81029
 CONSULTOR - REG. C4009



INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN		
		DIAL	mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%			
	0	1	0.00	0	2	0.00	0	3	0.00	0			
	24	18	0.43	3.70	20	0.46	0.46	23	0.58	0.50			
	48	20	0.48	4.20	22	0.51	0.51	27	0.69	5.90			
	72	25	0.61	5.30	28	0.66	0.66	31	0.79	6.80			

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03- N° de Golpes		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN	
		Libras.	Libras./pulg ²		Libras.	Libras./pulg ²		Libras.	Libras./pulg ²
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	13	38	13	24	63	21	37	97	32
0.050	27	72	24	52	133	44	75	190	63
0.075	40	104	35	75	191	64	112	282	94
0.100	52	133	44	99	249	83	145	363	121
0.150	72	183	61	134	336	112	199	497	166
0.200	89	225	75	163	408	136	247	616	205
0.250	103	259	86	187	467	156	286	711	237
0.300	113	284	95	206	513	171	315	783	261
0.400	125	313	104	226	563	188	352	874	291
0.50	130	326	109	235	586	195	365	907	302

POL RAIN AGUILAR OLGUIN
 ING./CIVIL - CIP. N° 81029
 CONSULTOR - REG. C4009



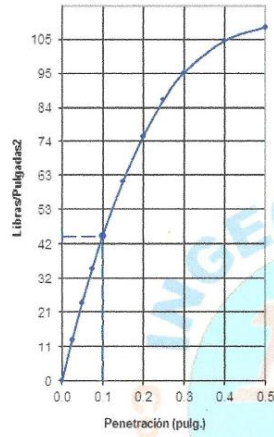
INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

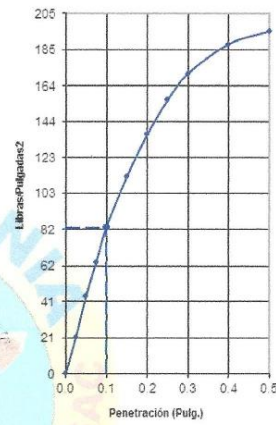
R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
 Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
 Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

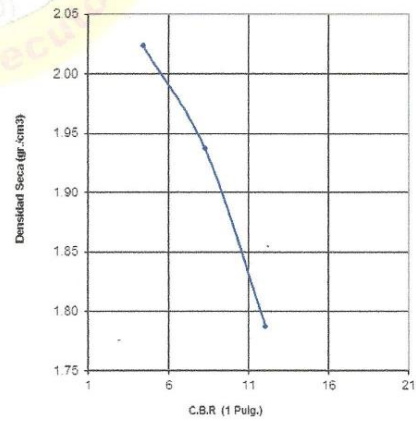
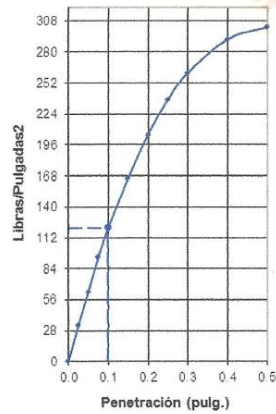
12 Golpes-C.B.R. 1"4:44% - & 1.71 gr/cm³



25 Golpes-C.B.R. 1"8:31% - & 1.8 gr/cm³



56 Golpes-C.B.R. 1"12:1% - & 1.91 gr/cm³



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1":	22.80
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1":	13.10

MR
 POL RAIN AGUILAR OLGUIN
 ING. CIVIL - CIP. N° 81029
 CONSULTOR - REG. C4009



INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

PROYECTO :ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DEL SUELO DEL CENTRO POBLADO SAN IGNACIO CON CENIZA DE CONCHA DE ABANICO, CON FINES DE PAVIMENTACIÓN, DISTRITO DE GUADALUPITO, LA LIBERTAD, 2019.

UBICACIÓN :DISTRITO DE GUADALUPITO – PROVINCIA DE VIRU – REGION LA LIBERTAD

SOLICITA :ESTRADA ESPINOZA DANTE – VENTURA RUIZ PAUL JUDE

FECHA :SEPTIEMBRE 2019

LUGAR :CALICATA C-03

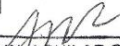
MUESTRA :TERRENO NATURAL (PATRÓN)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Tamices		Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	Especificaciones
Ø	(mm)	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	
		Peso Inicial Seco, [gr]	1889.62			
		Peso Inicial Seco, [gr]	1799.55			
5"	127.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	
4"	101.60	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	
3"	76.20	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	
2"	50.80	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	
1 1/2"	38.10	298.45	15.79%	15.79%	84.21%	
1"	25.40	244.45	12.94%	28.73%	71.27%	
3/4"	19.050	131.36	6.95%	35.68%	64.32%	
1/2"	12.700	40.96	2.17%	37.85%	62.15%	
3/8"	9.525	42.72	2.26%	40.11%	59.89%	
1/4"	6.350	45.40	2.40%	42.51%	57.49%	
Nº 4	4.760	60.44	3.20%	45.71%	54.29%	
Nº 8	2.380	0.00	0.00%	45.71%	54.29%	
Nº 10	2.000	62.05	3.28%	49.00%	51.00%	
Nº 16	1.190	21.17	1.12%	50.12%	49.88%	
Nº 20	0.840	0.00	0.00%	50.12%	49.88%	
Nº 30	0.590	31.67	1.68%	51.79%	48.21%	
Nº 40	0.426	15.10	0.80%	52.59%	47.41%	
Nº 50	0.297	25.41	1.34%	53.94%	46.06%	
Nº 60	0.250	0.00	0.00%	53.94%	46.06%	
Nº 80	0.177	0.00	0.00%	53.94%	46.06%	
Nº 100	0.149	159.24	8.43%	62.36%	37.64%	
Nº 200	0.074	150.10	7.94%	70.31%	29.69%	
Fondo	0.01	561.10	29.69%	100.00%	0.00%	
PESO INICIAL		1889.62				

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	54.29 %
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	29.69 %
D60:	9.681 mm
D30:	0.777 mm
D10 (diámetro efectivo):	0.032 mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	


POL RAIM AGUILAR OLGUIN
 ING. CIVIL - CIP Nº 81029
 CONSULTOR - REG. C4009

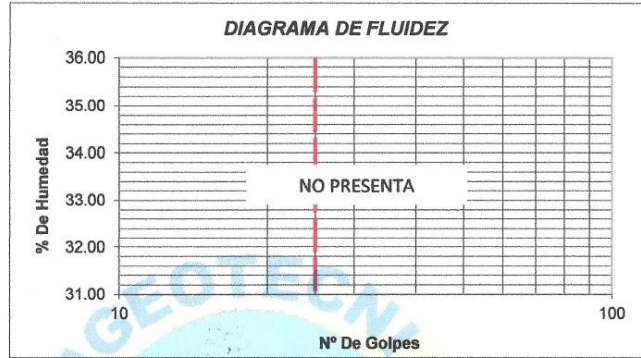


INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad



OBSERVACIÓN:

Los datos y muestras fueron proporcionadas por el solicitante

Pol Rain Aguilar Olguin
POL RAIN AGUILAR OLGUIN
ING. CIVIL - CIP N° 81029
CONSULTOR - REG. C4009



INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

PROYECTO :ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DEL SUELO DEL CENTRO POBLADO SAN IGNACIO CON CENIZA DE CONCHA DE ABANICO, CON FINES DE PAVIMENTACIÓN, DISTRITO DE GUADALUPITO, LA LIBERTAD, 2019.
UBICACIÓN :DISTRITO DE GUADALUPITO – PROVINCIA DE VIRU – REGION LA LIBERTAD
SOLICITA :ESTRADA ESPINOZA DANTE – VENTURA RUIZ PAUL JUDE
FECHA :SETIEMBRE 2019
LUGAR :CALICATA C-03
MUESTRA :TERRENO NATURAL (PATRÓN)

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

3. ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM-D1557)

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°	1		2		3		4	
PESO DEL TARRO (grs)	27.42	27.42	27.99	27.99	27.55	27.55	26.42	26.42
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	214.36	214.36	195.03	195.03	221.42	221.42	200.91	200.91
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	206.02	206.02	183.05	183.05	201.92	201.92	180.15	180.15
PESO DEL AGUA (grs)	8.34	8.34	11.98	11.98	19.50	19.50	20.76	20.76
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	178.6	178.6	155.1	155.1	174.4	174.4	153.7	153.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	4.67	4.67	7.73	7.73	11.18	11.18	13.50	13.50
% PROMEDIO	4.67		7.73		11.18		13.50	

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.85	6.50	11.18	13.50
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	10926	11293	12073	11921
PESO DEL MOLDE (grs)	4870	4870	4870	4870
PESO DEL SUELO (grs)	6056	6423	7203	7051
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.890	2.000	2.250	2.200
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.803	1.878	2.024	1.938
			Densidad Máxima (grs/cm3)	2.02
			Humedad Óptima%	11.01

POL RAIM AGUILAR OLGUIN
 ING. CIVIL - CIP N° 81029
 CONSULTOR - REG. C4009

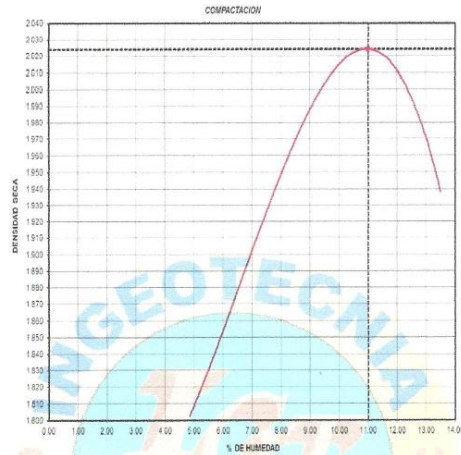


INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad



4. ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

COMPACTACIÓN

Molde N°	01		02		03	
N° de golpes por capa	56		25		12	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000		6000		6000	
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8799	8904	9450	9623	9062	9370
Peso del molde (gramos)	4104	4104	4830	4830	4888	4888
Peso del suelo húmedo (grs.)	4695	4800	4620	4793	4174	4482
Volumen del molde (cc)	2102	2213	2158	2280	2113	2256
Densidad húmeda (grs./cm3)	2.23	2.17	2.14	2.10	1.98	1.99
Densidad seca (grs./cm3)	2.02	1.94	1.94	1.84	1.79	1.70
Tarro N°	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	252.89	226.45	216.15	276.71	212.75	243.32
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	231.63	205.38	198.17	245.82	195.03	212.32
Peso del agua (grs.)	21.26	21.07	17.98	30.89	17.72	31.00
Peso del tarro (grs.)	27.49	26.36	27.99	27.03	27.47	26.38
Peso del suelo seco (grs.)	204.14	179.02	170.18	218.79	167.56	185.94
% de humedad	10.41	11.77	10.57	14.12	10.58	16.67

POL RAIM AGUILAR OLGUIN
 ING. CIVIL - CIP. N° 81029
 CONSULTOR - REG. C4009



INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Cíviles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN		
		DIAL	mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%			
	0	1	0.00	0	2	0.00	0	3	0.00	0			
	24	18	0.43	3.70	20	0.46	0.46	23	0.58	0.50			
	48	20	0.48	4.20	22	0.51	0.51	27	0.69	5.90			
	72	25	0.61	5.30	28	0.66	0.66	31	0.79	6.80			

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03-N° de Golpes		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN	
		Libras.	Libras./pulg ²		Libras.	Libras./pulg ²		Libras.	Libras./pulg ²
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	13	38	13	24	63	21	37	97	32
0.050	27	72	24	52	133	44	75	190	63
0.075	40	104	35	75	191	64	112	282	94
0.100	52	133	44	99	249	83	145	363	121
0.150	72	183	61	134	336	112	199	497	166
0.200	89	225	75	163	408	136	247	616	205
0.250	103	259	86	187	467	156	286	711	237
0.300	113	284	95	206	513	171	315	783	261
0.400	125	313	104	226	563	188	352	874	291
0.50	130	326	109	235	586	195	365	907	302

POL RAIM AGUILAR OLGUIN
 ING./CIVIL - CIP N° 81029
 CONSULTOR - REG. C4009



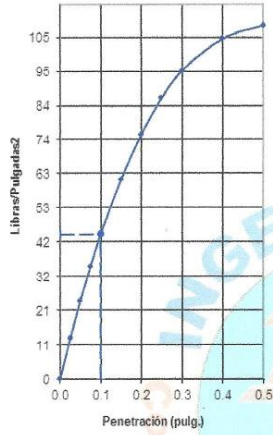
INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

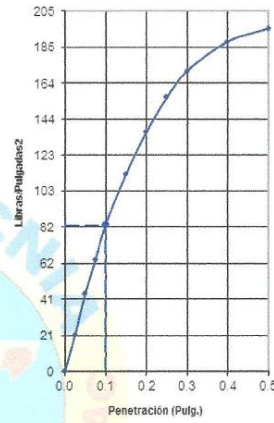
R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
 Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
 Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

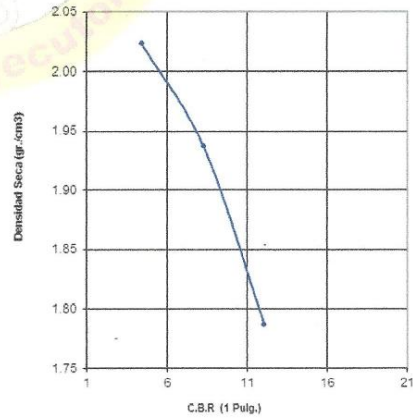
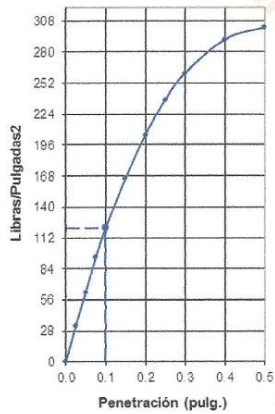
12 Golpes-C.B.R. 1°4:44%-&1.71 gr/cm3



25 Golpes-C.B.R. 1°:8:31%-&1.8 gr/cm3



56 Golpes-C.B.R. 1°12:1%-&1.91 gr/cm3



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1":	22.70
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1":	13.69

Pol Rain Aguilar Olguin
 POL RAIN AGUILAR OLGUIN
 ING. CIVIL - CIP. N° 81029
 CONSULTOR - REG. C4909



INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

PROYECTO :ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DEL SUELO DEL CENTRO POBLADO SAN IGNACIO CON CENIZA DE CONCHA DE ABANICO, CON FINES DE PAVIMENTACIÓN, DISTRITO DE GUADALUPITO, LA LIBERTAD, 2019.
UBICACIÓN :DISTRITO DE GUADALUPITO – PROVINCIA DE VIRU – REGION LA LIBERTAD
SOLICITA :ESTRADA ESPINOZA DANTE – VENTURA RUIZ PAUL JUDE
FECHA :SEPTIEMBRE 2019
LUGAR :
MUESTRA :S86%-CO4%

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

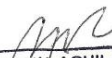
1. ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM-D1557)

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°	1		2		3		4	
PESO DEL TARRO (grs)	27.42	27.42	27.99	27.99	27.55	27.55	26.42	26.42
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	214.36	214.36	195.03	195.03	221.42	221.42	200.91	200.91
PESO DEL TARRO+MUESTRA SECA (grs)	206.02	206.02	183.05	183.05	201.92	201.92	180.15	180.15
PESO DEL AGUA (grs)	8.34	8.34	11.98	11.98	19.50	19.50	20.76	20.76
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	178.6	178.6	155.1	155.1	174.4	174.4	153.7	153.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	4.67	4.67	7.73	7.73	11.18	11.18	13.50	13.50
% PROMEDIO	4.67		7.73		11.18		13.50	

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.85	6.50	11.18	13.50
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	10926	11293	12073	11921
PESO DEL MOLDE (grs)	4870	4870	4870	4870
PESO DEL SUELO (grs)	6056	6423	7203	7051
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.890	2.000	2.250	2.200
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.803	1.878	2.024	1.938
			Densidad Máxima (grs/cm3)	2.22
			Humedad Optima%	10.60


POL RAIN AGUILAR OLGUIN
ING. CIVIL - CIP. N° 81029
CONSULTOR - REG. C4009

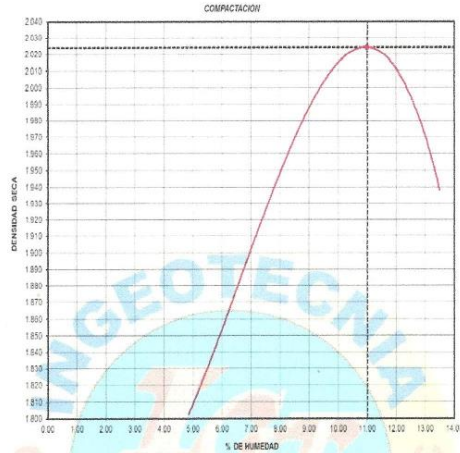


INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad



2. ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

COMPACTACIÓN

Molde N°	01		02		03	
	56		25		12	
N° de golpes por capa	6000		6000		6000	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000		6000		6000	
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8799	8904	9450	9623	9062	9370
Peso del molde (gramos)	4104	4104	4830	4830	4888	4888
Peso del suelo húmedo (grs.)	4695	4800	4620	4793	4174	4482
Volumen del molde (cc)	2102	2213	2158	2280	2113	2256
Densidad húmeda (grs./cm3)	2.23	2.17	2.14	2.10	1.98	1.99
Densidad seca (grs./cm3)	2.02	1.94	1.94	1.84	1.79	1.70
Tarro N°	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	252.89	226.45	216.15	276.71	212.75	243.32
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	231.63	205.38	198.17	245.82	195.03	212.32
Peso del agua (grs.)	21.26	21.07	17.98	30.89	17.72	31.00
Peso del tarro (grs.)	27.49	26.36	27.99	27.03	27.47	26.38
Peso del suelo seco (grs.)	204.14	179.02	170.18	218.79	167.56	185.94
% de humedad	10.41	11.77	10.57	14.12	10.58	16.67

POL RAIM AGUILAR OLGUIN
 ING. CIVIL - CIP. N° 81029
 CONSULTOR - REG. C4009



INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

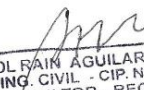
Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN		
		DIAL	mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%			
	0	1	0.00	0	2	0.00	0	3	0.00	0			
	24	18	0.43	3.70	20	0.46	0.46	23	0.58	0.50			
	48	20	0.48	4.20	22	0.51	0.51	27	0.69	5.90			
	72	25	0.61	5.30	28	0.66	0.66	31	0.79	6.80			

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03-N° de Golpes		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN	
		Libras.	Libras./pulg ²		Libras.	Libras./pulg ²		Libras.	Libras./pulg ²
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	13	38	13	24	63	21	37	97	32
0.050	27	72	24	52	133	44	75	190	63
0.075	40	104	35	75	191	64	112	282	94
0.100	52	133	44	99	249	83	145	363	121
0.150	72	183	61	134	336	112	199	497	166
0.200	89	225	75	163	408	136	247	616	205
0.250	103	259	86	187	467	156	286	711	237
0.300	113	284	95	206	513	171	315	783	261
0.400	125	313	104	226	563	188	352	874	291
0.50	130	326	109	235	586	195	365	907	302


POL RAIM AGUILAR OLGUIN
 ING. CIVIL - CIP. N° 81029
 CONSULTOR - REG. C4009



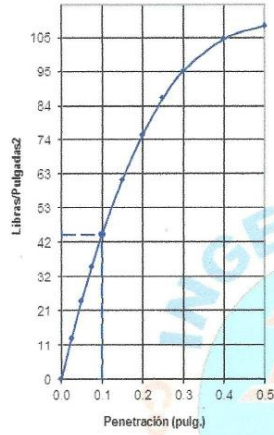
INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

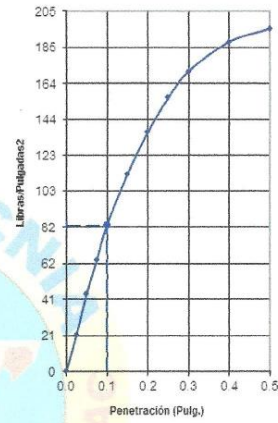
R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
 Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
 Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

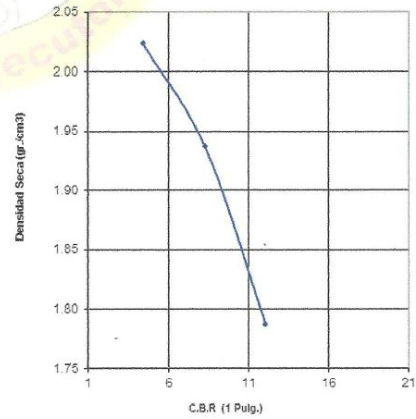
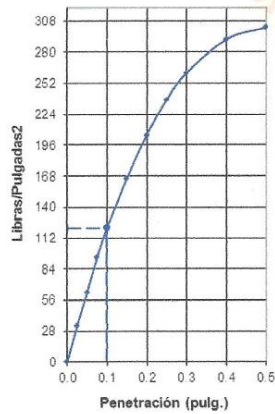
12 Golpes-C.B.R. 1"4:44%-&1.71 gr/cm3



25 Golpes-C.B.R. 1"8:31%-&1.8 gr/cm3



56 Golpes-C.B.R. 1"12:1%-&1.91 gr/cm3



C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.1":	40.50
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.1":	23.02

Pol Rain Aguilar Olguin
 POL RAIN AGUILAR OLGUIN
 ING. CIVIL - CIP. N° 81029
 CONSULTOR - REG. C4009



INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

PROYECTO :ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DEL SUELO DEL CENTRO POBLADO SAN IGNACIO CON CENIZA DE CONCHA DE ABANICO, CON FINES DE PAVIMENTACIÓN, DISTRITO DE GUADALUPITO, LA LIBERTAD, 2019.
UBICACIÓN :DISTRITO DE GUADALUPITO – PROVINCIA DE VIRU – REGION LA LIBERTAD
SOLICITA :ESTRADA ESPINOZA DANTE – VENTURA RUIZ PAUL JUDE
FECHA :SEPTIEMBRE 2019
LUGAR :
MUESTRA :S84%-CO6%

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

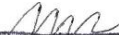
1. ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM-D1557)

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°	1		2		3		4	
PESO DEL TARRO (grs)	27.42	27.42	27.99	27.99	27.55	27.55	26.42	26.42
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	214.36	214.36	195.03	195.03	221.42	221.42	200.91	200.91
PESO DEL TARRO+MUESTRA SECA (grs)	206.02	206.02	183.05	183.05	201.92	201.92	180.15	180.15
PESO DEL AGUA (grs)	8.34	8.34	11.98	11.98	19.50	19.50	20.76	20.76
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	178.6	178.6	155.1	155.1	174.4	174.4	153.7	153.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	4.67	4.67	7.73	7.73	11.18	11.18	13.50	13.50
% PROMEDIO	4.67		7.73		11.18		13.50	

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.85	6.50	11.18	13.50
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	10926	11293	12073	11921
PESO DEL MOLDE (grs)	4870	4870	4870	4870
PESO DEL SUELO (grs)	6056	6423	7203	7051
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.890	2.000	2.250	2.200
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.803	1.878	2.024	1.938
			Densidad Máxima (grs/cm3)	2.04
			Humedad Optima%	8.72


POL RAIM AGUILAR OLGUIN
ING. CIVIL - CIP. N° 81029
CONSULTOR - REG. C4009

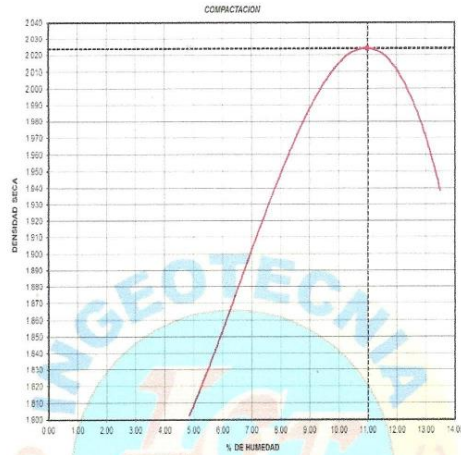


INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad



2. ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

COMPACTACIÓN

Molde N°	01		02		03	
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
N° de golpes por capa	56		25		12	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000		6000		6000	
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8799	8904	9450	9623	9062	9370
Peso del molde (gramos)	4104	4104	4830	4830	4888	4888
Peso del suelo húmedo (grs.)	4695	4800	4620	4793	4174	4482
Volumen del molde (cc)	2102	2213	2158	2280	2113	2256
Densidad húmeda (grs./cm3)	2.23	2.17	2.14	2.10	1.98	1.99
Densidad seca (grs./cm3)	2.02	1.94	1.94	1.84	1.79	1.70
Tarro N°	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	252.89	226.45	216.15	276.71	212.75	243.32
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	231.63	205.38	198.17	245.82	195.03	212.32
Peso del agua (grs.)	21.26	21.07	17.98	30.89	17.72	31.00
Peso del tarro (grs.)	27.49	26.36	27.99	27.03	27.47	26.38
Peso del suelo seco (grs.)	204.14	179.02	170.18	218.79	167.56	185.94
% de humedad	10.41	11.77	10.57	14.12	10.58	16.67

POL RAIM AGUILAR OLGUIN
 ING. CIVIL - CIP. N° 81029
 CONSULTOR - REG. C4009



INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

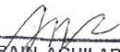
Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN		
		DIAL	mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%			
	0	1	0.00	0	2	0.00	0	3	0.00	0			
	24	18	0.43	3.70	20	0.46	0.46	23	0.58	0.50			
	48	20	0.48	4.20	22	0.51	0.51	27	0.69	5.90			
	72	25	0.61	5.30	28	0.66	0.66	31	0.79	6.80			

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°01- N° de Golpes			MOLDE N°02- N° de Golpes			MOLDE N°03- N° de Golpes		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN	
		Libras.	Libras./pulg ²		Libras.	Libras./pulg ²		Libras.	Libras./pulg ²
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	13	38	13	24	63	21	37	97	32
0.050	27	72	24	52	133	44	75	190	63
0.075	40	104	35	75	191	64	112	282	94
0.100	52	133	44	99	249	83	145	363	121
0.150	72	183	61	134	336	112	199	497	166
0.200	89	225	75	163	408	136	247	616	205
0.250	103	259	86	187	467	156	286	711	237
0.300	113	284	95	206	513	171	315	783	261
0.400	125	313	104	226	563	188	352	874	291
0.50	130	326	109	235	586	195	365	907	302


POL RAIM AGUILAR OLGUIN
 ING. CIVIL - CIP. N° 81029
 CONSULTOR - REG. C4009



INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinario, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

PROYECTO :ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DEL SUELO DEL CENTRO POBLADO SAN IGNACIO CON CENIZA DE CONCHA DE ABANICO, CON FINES DE PAVIMENTACIÓN, DISTRITO DE GUADALUPITO, LA LIBERTAD, 2019.
UBICACIÓN :DISTRITO DE GUADALUPITO - PROVINCIA DE VIRU - REGION LA LIBERTAD
SOLICITA :ESTRADA ESPINOZA DANTE - VENTURA RUIZ PAUL JUDE
FECHA :SEPTIEMBRE 2019
LUGAR :
MUESTRA :S82%-CO8%

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

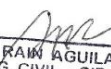
1. ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM-D1557)

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°	1		2		3		4	
PESO DEL TARRO (grs)	27.42	27.42	27.99	27.99	27.55	27.55	26.42	26.42
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	214.36	214.36	195.03	195.03	221.42	221.42	200.91	200.91
PESO DEL TARRO+MUESTRA SECA (grs)	206.02	206.02	183.05	183.05	201.92	201.92	180.15	180.15
PESO DEL AGUA (grs)	8.34	8.34	11.98	11.98	19.50	19.50	20.76	20.76
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	178.6	178.6	155.1	155.1	174.4	174.4	153.7	153.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	4.67	4.67	7.73	7.73	11.18	11.18	13.50	13.50
% PROMEDIO	4.67		7.73		11.18		13.50	

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.85	6.50	11.18	13.50
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	10926	11293	12073	11921
PESO DEL MOLDE (grs)	4870	4870	4870	4870
PESO DEL SUELO (grs)	6056	6423	7203	7051
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.890	2.000	2.250	2.200
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.803	1.878	2.024	1.938
			Densidad Máxima (grs/cm3)	2.82
			Humedad Optima%	8.82


POL RAIM AGUILAR OLGUIN
ING. CIVIL - CIP. N° 81029
CONSULTOR - REG. C4009

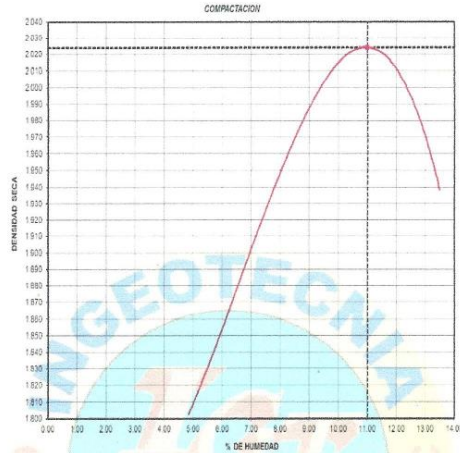


INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad



2. ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

COMPACTACIÓN

Molde N°	01		02		03	
N° de golpes por capa	56		25		12	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000		6000		6000	
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8799	8904	9450	9623	9062	9370
Peso del molde (gramos)	4104	4104	4830	4830	4888	4888
Peso del suelo húmedo (grs.)	4695	4800	4620	4793	4174	4482
Volumen del molde (cc)	2102	2213	2158	2280	2113	2256
Densidad húmeda (grs./cm3)	2.23	2.17	2.14	2.10	1.98	1.99
Densidad seca (grs./cm3)	2.02	1.94	1.94	1.84	1.79	1.70
Tarro N°	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	252.89	226.45	216.15	276.71	212.75	243.32
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	231.63	205.38	198.17	245.82	195.03	212.32
Peso del agua (grs.)	21.26	21.07	17.98	30.89	17.72	31.00
Peso del tarro (grs.)	27.49	26.36	27.99	27.03	27.47	26.38
Peso del suelo seco (grs.)	204.14	179.02	170.18	218.79	167.56	185.94
% de humedad	10.41	11.77	10.57	14.12	10.58	16.67

Amr
POL RAY AGUILAR OLGUIN
ING. CIVIL - CIP. N° 81029
CONSULTOR - REG. C4009



INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

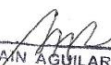
Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN		
		DIAL	mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%			
	0	1	0.00	0	2	0.00	0	3	0.00	0			
	24	18	0.43	3.70	20	0.46	0.46	23	0.58	0.50			
	48	20	0.48	4.20	22	0.51	0.51	27	0.69	5.90			
	72	25	0.61	5.30	28	0.66	0.66	31	0.79	6.80			

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03- N° de Golpes		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN	
		Libras.	Libras./pulg ²		Libras.	Libras./pulg ²		Libras.	Libras./pulg ²
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	13	38	13	24	63	21	37	97	32
0.050	27	72	24	52	133	44	75	190	63
0.075	40	104	35	75	191	64	112	282	94
0.100	52	133	44	99	249	83	145	363	121
0.150	72	183	61	134	336	112	199	497	166
0.200	89	225	75	163	408	136	247	616	205
0.250	103	259	86	187	467	156	286	711	237
0.300	113	284	95	206	513	171	315	783	261
0.400	125	313	104	226	563	188	352	874	291
0.50	130	326	109	235	586	195	365	907	302


POL RAIM AGUILAR OLGUIN
 ING. CIVIL - CIP. N° 81029
 CONSULTOR - REG. C4009



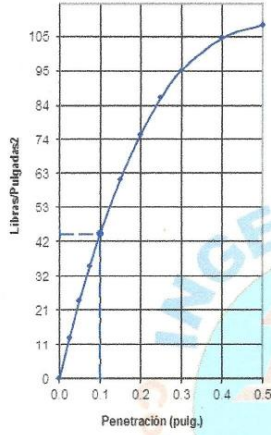
INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

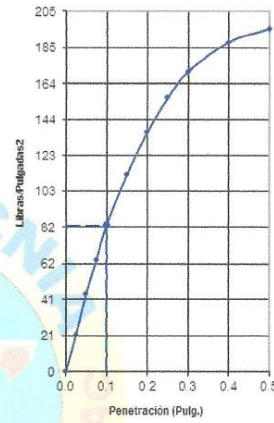
R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
 Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.
 Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

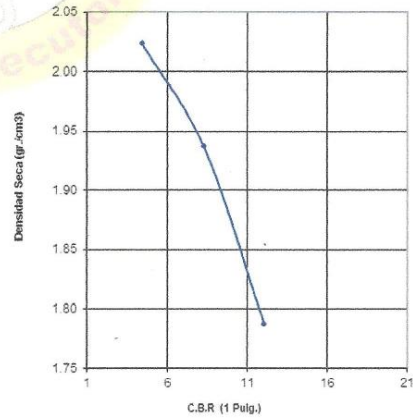
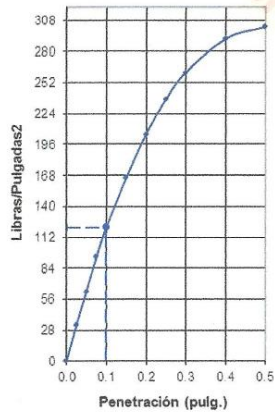
12 Golpes-C.B.R. 1"4:44%-&1.71 gr/cm3



25 Golpes-C.B.R. 1"8:31%-&1.8 gr/cm3



56 Golpes-C.B.R. 1"12:1%-&1.91 gr/cm3



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1":	44.27
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1":	26.07

Amr
 POL RAIN AGUILAR OLGUIN
 ING. CIVIL - CIP. N° 81029
 CONSULTOR - REG. C4009

ANEXO N°3.
Fotografías



Foto 01: Inicio de excavación



Foto 02: Profundidad de calicata



Foto 03: Calicata N°01



Foto 04: Calicata N°02



Foto 05: Excavando las siguientes calicatas



Foto 06: Calicata N°03



Foto 09: Pasando la muestra por los tamices –
Ensayo de Análisis Granulométrico



Foto 10: Pesando la muestra para realizar el
ensayo de Proctor Modificado



Foto 11: Conformando las capas en el molde para realizar los golpes de compactación



Foto 12: Realizando los golpes para la compactación de la muestra



Foto 13: Molde con la muestra compactada



Foto 14: Preparando la muestra para el ensayo de
Límite de Atterberg



Foto 15: Determinando el límite líquido mediante la cuchara de Casagrande



Foto 16: Ensayo de CBR



Foto 17: Lavado de las conchas de abanico



Foto 18: Secado de las conchas de abanico



Foto 19: Ceniza de la concha de abanico



Foto 20: Añadiendo la ceniza de concha de abanico a la muestra

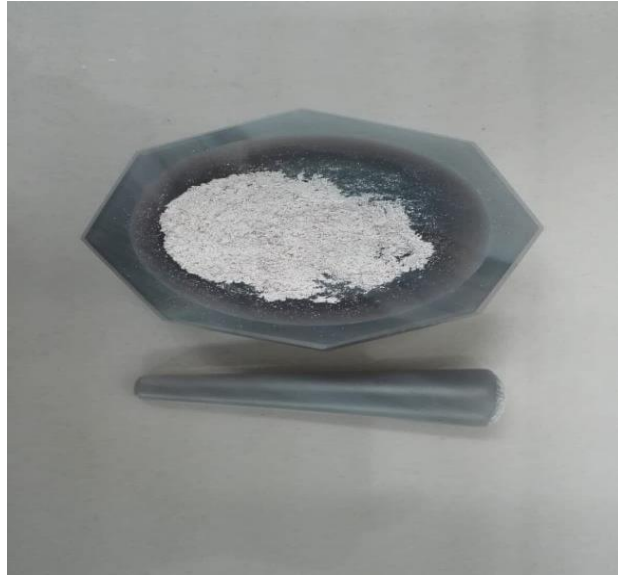


Foto 21: Ensayo de Fluorescencia de Rayos X

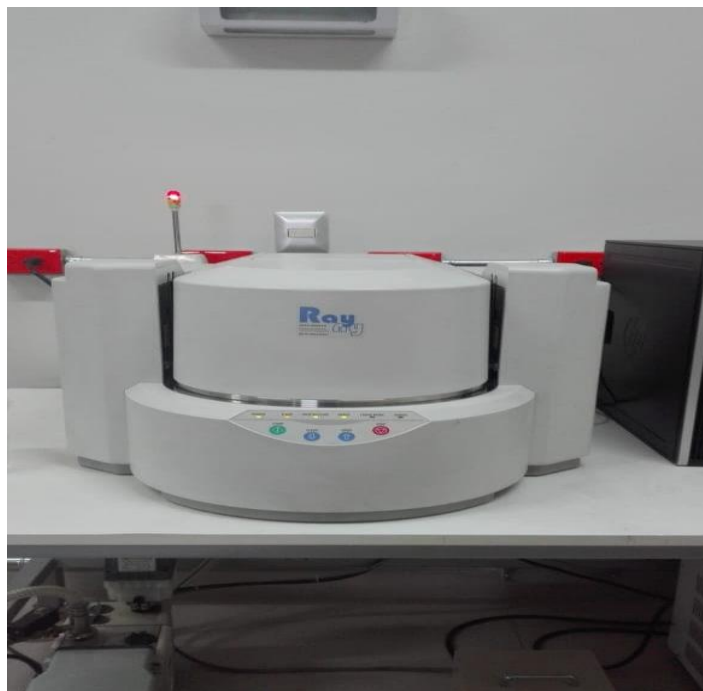


Foto 22: El aparato donde se determina los Rayos X

Anexo N°4.
Norma Técnica E. 050
suelos y cimentaciones

TÍTULO 1	
GENERALIDADES	07
OBJETIVO.....	07
ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	07
OBLIGATORIEDAD DE LOS ESTUDIOS.....	07
ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS (EMS).....	09
ALCANCE DEL EMS.....	09
RESPONSABILIDAD PROFESIONAL POR EL EMS.....	09
RESPONSABILIDAD POR APLICACIÓN DE LA NORMA.....	09
RESPONSABILIDAD DEL SOLICITANTE.....	09
TÍTULO 2	
ESTUDIOS	10
INFORMACIÓN PREVIA.....	10
TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	12
PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN.....	19
INFORME DEL EMS.....	24
TÍTULO 3	
ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN	29
CARGAS A UTILIZAR.....	29
ASENTAMIENTO TOLERABLE.....	29
CAPACIDAD DE CARGA.....	31
FACTOR DE SEGURIDAD FRENTE A UNA FALLA POR CORTE.....	31
PRESIÓN ADMISIBLE.....	31
TÍTULO 4	
CIMENTACIONES SUPERFICIALES	32
DEFINICIÓN.....	32
PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN.....	32
PRESIÓN ADMISIBLE.....	33
CIMENTACIÓN SOBRE RELLENOS.....	33
CARGAS EXCÉNTRICAS.....	34
CARGAS INCLINADAS.....	35

4.2	CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN TALUDES	36
CAPÍTULO 5		
	CIMENTACIONES PROFUNDAS	37
5.1	DEFINICIÓN.....	37
5.2	CIMENTACIÓN POR PILOTES.....	38
5.3	CIMENTACIÓN POR FILARES.....	42
5.4	CAJONES DE CIMENTACIÓN.....	43
CAPÍTULO 6		
	PROBLEMAS ESPECIALES DE CIMENTACIÓN	45
6.1	SUELOS COLAPSABLES.....	45
6.2	ATAQUE QUÍMICO POR SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	47
6.3	SUELOS EXPANSIVOS.....	48
6.4	LICUACIÓN DE SUELOS.....	50
6.5	SOSTENIMIENTO DE EXCAVACIONES.....	51
ANEXO I		
	GLOSARIO	55
ANEXO II		
	NORMA ESPAÑOLA - UNE 103-801-94	
	GEOTÉCNIA - PRUEBA DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA	58

GENERALIDADES

OBJETIVO

El objetivo de esta Norma es establecer los requisitos para la ejecución de Estudios de Mecánica de Suelos (EMS), con fines de cimentación, de edificaciones y otras obras indicadas en esta Norma. Los EMS se ejecutarán con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras y para promover la utilización racional de los recursos.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación de la presente Norma comprende todo el territorio nacional.

Las exigencias de esta Norma se considerarán mínimas.

La presente Norma no toma en cuenta los efectos de los fenómenos de geodinámica externa y no se aplica en los casos que haya presunción de la existencia de ruinas arqueológicas, galerías u oquedades subterráneas de origen natural o artificial. En ambos casos deberán efectuarse estudios específicamente orientados a confirmar y solucionar dichos problemas.

OBLIGATORIEDAD DE LOS ESTUDIOS

1 Casos donde existe obligatoriedad

Es obligatorio efectuar el EMS en los siguientes casos:

- a) Edificaciones en general, que alojan gran cantidad de personas, equipos costosos o peligrosos, tales como: colegios, universidades, hospitales y clínicas, estadios, cárceles, auditorios, templos, salas de espectáculos, museos, centrales telefónicas, estaciones de radio y televisión, estaciones de bomberos, archivos y registros públicos, centrales de generación de electricidad, sub-estaciones eléctricas, silos, tanques de agua y reservorios.
- b) Cualquier edificación no mencionada en a) de uno a tres pisos, que ocupen individual o conjuntamente más de 500 m² de área techada en planta.

- c) Cualquier edificación no mencionada en a) de cuatro o más pisos de altura, cualquiera que sea su área.
- d) Edificaciones industriales, fábricas, talleres o similares.
- e) Edificaciones especiales cuya falla, además del propio colapso, representa peligros adicionales importantes, tales como reactores atómicos, grandes hornos, depósitos de materiales inflamables, corrosivos o combustibles, paneles de publicidad de grandes dimensiones y otros de similar riesgo.
- f) Cualquier edificación que requiera el uso de pilotes, pilares o plateas de fundación.
- g) Cualquier edificación adyacente a taludes o suelos que puedan poner en peligro su estabilidad.

En los casos en que es obligatorio efectuar un *EMS*, de acuerdo a lo indicado en esta Sección, el informe del *EMS* correspondiente deberá ser firmado por un Profesional Responsable (*PR*)*.

En estos mismos casos deberá incluirse en los planos de cimentación una transcripción literal del "Resumen de las Condiciones de Cimentación" del *EMS* (Ver Sección 2.4.1.a).

1.2 Casos donde no existe obligatoriedad

Sólo en caso de lugares con condiciones de cimentación conocida, debidas a depósitos de suelos uniformes tanto vertical como horizontalmente, sin problemas especiales, con áreas techadas en planta menores que 500 m² y altura menor de cuatro pisos, podrán asumirse valores de la Presión Admisible del Suelo, profundidad de cimentación y cualquier otra consideración concerniente a la Mecánica de Suelos, las mismas que deberán figurar en un recuadro en el plano de cimentación con la firma del *PR* que efectuó la estimación, quedando bajo su responsabilidad la información proporcionada. La estimación efectuada deberá basarse en no menos de 3 puntos de investigación hasta la profundidad mínima "p" indicada en la Sección 2.3.2.c.

El *PR* no podrá delegar a terceros dicha responsabilidad. En caso que la estimación indique la necesidad de usar cimentación especial, profunda o por platea, se deberá efectuar un *EMS*.

ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS (EMS)

Son aquellos que cumplen con la presente Norma, que están basados en el metrado de cargas estimado para la estructura y que cumplen los requisitos para el Programa de Investigación descrito en la Sección 2.3.

ALCANCE DEL EMS

La información del EMS es válida solamente para el área y tipo de obra indicadas en el informe.

Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obra.

RESPONSABILIDAD PROFESIONAL POR EL EMS

Todo EMS deberá ser firmado por el PR, que por lo mismo asume la responsabilidad del contenido y de las conclusiones del informe. El PR no podrá delegar a terceros dicha responsabilidad.

RESPONSABILIDAD POR APLICACIÓN DE LA NORMA

Las entidades encargadas de otorgar la ejecución de las obras y la Licencia de Construcción son las responsables de hacer cumplir esta Norma. Dichas entidades no autorizarán la ejecución de las obras, si el proyecto no cuenta con un EMS, para el área y tipo de obra específico.

RESPONSABILIDAD DEL SOLICITANTE*

Proporcionar la información indicada en la Sección 2.1 y garantizar el libre acceso al terreno para efectuar la investigación del campo.

Anexo N°5.

**Manual para el diseño de caminos
no pavimentados de bajo volumen
de tránsito**

IMDa (total ambos sentidos)	Veh.Pesados (carril de diseño)	5 años (carril de diseño)		10 años (carril de diseño)	
		II° Repeticiones EE 8,2 tn	II° Repeticiones EE 8,2 tn	II° Repeticiones EE 8,2 tn	II° Repeticiones EE 8,2 tn
10	3	13,565	1.36E+04	15,725	1.57E+04
20	6	27,130	2.71E+04	31,451	3.15E+04
30	9	40,695	4.07E+04	47,176	4.72E+04
40	12	56,197	5.62E+04	65,148	6.51E+04
50	15	67,824	6.78E+04	78,627	7.86E+04
60	17	75,576	7.56E+04	87,613	8.76E+04
70	20	96,892	9.69E+04	112,324	1.12E+05
80	23	104,643	1.05E+05	121,310	1.21E+05
90	26	122,084	1.22E+05	141,528	1.42E+05
100	28	131,773	1.32E+05	152,761	1.53E+05
110	31	147,275	1.47E+05	170,733	1.71E+05
120	34	160,840	1.61E+05	186,458	1.86E+05
130	37	172,467	1.72E+05	199,937	2.00E+05
140	40	187,970	1.88E+05	217,909	2.18E+05
150	43	203,473	2.03E+05	235,881	2.36E+05
160	45	209,286	2.09E+05	242,620	2.43E+05
170	48	226,727	2.27E+05	262,838	2.63E+05
180	51	236,416	2.36E+05	274,071	2.74E+05
190	54	253,856	2.54E+05	294,269	2.94E+05
200	56	265,483	2.65E+05	307,768	3.08E+05
250	71	335,245	3.35E+05	388,641	3.89E+05
300	84	399,194	3.99E+05	462,775	4.63E+05
350	99	468,956	4.69E+05	543,648	5.44E+05
400	112	529,029	5.29E+05	613,289	6.13E+05

5.3.2 SUBRASANTE

La subrasante es la capa superficial, de terreno natural. Para construcción de caminos se analizará hasta 0.45 m de espesor, y para rehabilitación los últimos 0.20 m.

Su capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, constituyen las variables básicas para el diseño del afirmado, que se colocará encima.

Se identificarán cinco categorías de subrasante:

S0 : SUBRASANTE MUY POBRE	CBR < 3%
S1 : SUBRASANTE POBRE	CBR = 3% - 5%
S2 : SUBRASANTE REGULAR	CBR = 6 - 10%
S3 : SUBRASANTE BUENA	CBR = 11 - 19%
S4 : SUBRASANTE MUY BUENA	CBR > 20%



Se considerarán como materiales aptos para la coronación de la subrasante suelos con CBR igual o mayor de 6%. En caso de ser menor se procederá a eliminar esa capa de material inadecuado y se colocará un material granular con CBR mayor a 6%; para su estabilización. La profundidad mínima especificada de esta capa figura en el catálogo de estructuras de capas granulares, que se presenta más adelante. Igualmente se estabilizarán las zonas húmedas locales y áreas blandas sobre la subrasante natural se colocará una capa de arena de espesor 20 cm mínimo y sobre ella, se añadirá una capa de espesor mínimo de 0.30m de material grueso rocoso o de piedras grandes.

La superficie de la subrasante debe quedar encima del nivel de la napa freática; como mínimo, a 0.60 m cuando se trate de una subrasante muy buena y buena, a 0.80 m cuando se trate de una subrasante regular, a 1.00 m cuando se trate de una subrasante pobre y a 1.20 m cuando se trate de una subrasante muy pobre. En caso necesario, se colocarán subdrenes, o capas anticontaminantes y/o drenantes o se elevará la rasante hasta el nivel necesario.

Los subdrenes para proteger a la capa del afirmado, se proyectarán cuando la subrasante no esté constituida por material permeable y cuando las capas de rodadura no puedan drenar adecuadamente. Los subdrenes que se proyecten para interceptar filtraciones o para rebajar el nivel freático elevado, pueden utilizarse también para drenar el afirmado.

En zonas sobre los 3,500 msnm se evaluará la acción de las heladas en los suelos, en general la acción de congelamiento está asociada con la profundidad de la napa freática y la susceptibilidad del suelo al congelamiento. Si la profundidad de la napa freática es mayor a la indicada anteriormente (1.20 m) la acción de congelamiento no llegará a la capa superior de la subrasante. En el caso de presentarse en la capa superior de la subrasante (0.30 m – 0.45 m) suelos susceptibles al congelamiento, se reemplazará este suelo en el espesor indicado o se levantará la rasante, con un relleno granular adecuado, hasta el nivel necesario. Son suelos susceptibles al congelamiento, los suelos limosos, igualmente los suelos que contienen más del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm, con excepción de las arenas finas uniformes que aunque contienen hasta el 10% de materiales de tamaño inferior a los 0.02 mm, no son susceptibles al congelamiento. En general, son suelos no susceptibles los que contienen menos del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm.

Para efectos del diseño del afirmado también se definirán sectores homogéneos, a lo largo de cada uno de ellos, donde las características del material de subrasante se identifican como uniforme. Dicha uniformidad se establecerá sobre la base del





Estudio del Suelo y de ser necesario, la realización del muestreo. El proceso de sectorización requiere de análisis y criterio del especialista.

Para la identificación de sectores homogéneos se analizará lo siguiente:

i Reconocimiento:

En esta etapa se efectúa un proceso de inspección visual, se identifican asentamientos, deslizamientos, etc que puedan ser atribuidos a factores geotécnicos y se establece, en primera aproximación, las causas que la motivaron.

El reconocimiento visual de suelos y rocas debe complementarse con la observación de otras características del terreno y que ayudan a definir las propiedades de este, como topografía, geomorfología, vegetación, zonas húmedas o cursos naturales de agua y, sobre todo, los taludes de cortes existentes próximos al tramo.

ii Diagnóstico:

Sí el reconocimiento del terreno permite su clasificación inmediata, pueden realizarse algunas calicatas de comprobación cada 500 m y los ensayos confirmatorios. Caso contrario sí en el terreno se detectara su naturaleza problemática, se deberá establecer un programa de muestreos y ensayos como se indica a continuación.

iii Programa de prospecciones y ensayos a realizar:

Se establecerá una estrategia para efectuar el programa exploratorio, y a partir de ello se ordenará la toma de las muestras necesarias de cada perforación, de manera de poder evaluar aquellas características que siendo determinantes en su comportamiento, resulten de sencilla e indiscutible determinación.

Las propiedades fundamentales a tomar en cuenta son:

- a. **Granulometría:** a partir de la cual se puede estimar, con mayor o menor aproximación, las demás propiedades que pudieran interesar.

El análisis granulométrico de un suelo tiene por finalidad determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño.

De acuerdo al tamaño de las partículas de suelo, se definen los siguientes términos:

Tipo de Material	Tamaño de las partículas
Grava	75 mm – 2 mm
Arena	Arena gruesa: 2 mm – 0.2 mm
	Arena fina: 0.2 mm – 0.05 mm
Limo	0.05 mm – 0.005 mm
Arcilla	Menor a 0.005 mm

El ensayo de granulometría se realiza según la Norma Técnica MTC E 107.

- b. **La Plasticidad** de un suelo depende, no de los elementos gruesos que contiene, sino únicamente de sus elementos finos. El análisis granulométrico no permite apreciar esta característica, por lo que es necesario determinar los Límites de Atterberg.

A través de este método, se definen los límites correspondientes a los tres estados en los cuales puede presentarse un suelo: líquido, plástico o sólido. Estos límites, llamados límites de Atterberg, son: el límite líquido (LL) determinación según Norma MTC E 110, el límite plástico (LP) determinación según Norma MTC E 111 y el límite de contracción (LC) determinación Norma MTC E 112.

Además del LL y del LP, una característica a obtener es el Índice de plasticidad IP que se define como la diferencia entre LL y LP:

IP = LL-LP

El índice de plasticidad permite clasificar bastante bien un suelo. Un IP grande corresponde a un suelo muy arcilloso; por el contrario, un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso. Sobre todo esto se puede dar la clasificación siguiente:

Índice de Plasticidad	Característica
IP > 20	suelos muy arcillosos
20 > IP > 10	suelos arcillosos
10 > IP > 4	suelos poco arcillosos
IP = 0	suelos exentos de arcilla

Se debe tener en cuenta que, en un suelo el contenido de arcilla, es el elemento más peligroso de una carretera, debido sobre todo a su gran sensibilidad al agua.

- c. **Equivalente de Arena:** es un ensayo que da resultados parecidos a los obtenidos mediante la determinación de los límites de Atterberg, aunque menos preciso. Tiene la ventaja de ser muy rápido y fácil de efectuar según la Norma MTC E 114.

El valor de EA da la plasticidad del suelo:

Equivalente de Arena	Característica
sí EA > 40	el suelo no es plástico, es de arena
sí 40 > EA > 20	el suelo es poco plástico y no heladizo
sí EA < 20	el suelo es plástico y arcilloso

- d. **Índice de Grupo:** es un índice adoptado por AASHTO de uso corriente para clasificar suelos, está basado en gran parte en los límites de Atterberg. El índice de grupo de un suelo se define mediante la formula:

$$IG = 0,2(a) + 0,005(ac) + 0,01(bd)$$

Donde:

- a = F-35 (F = Fracción del porcentaje que pasa el tamiz N° 200 -74 micras). Expresado por un número entero positivo comprendido entre 1 y 40;
- b = F-15 (F = Fracción del porcentaje que pasa el tamiz N° 200 -74 micras). Expresado por un número entero positivo comprendido entre 1 y 40;
- c = LL - 40 (LL = límite líquido). Expresado por un número entero comprendido entre 0 y 20;
- d = IP-10 (IP = índice plástico). Expresado por un número entero comprendido entre 0 y 20 o más;

El Índice de Grupo es un valor entero positivo, comprendido entre 0 y 20 o más. Cuando el IG calculado es negativo, se reporta como cero. Un índice cero significa un suelo muy bueno y un índice igual o mayor a 20, un suelo no utilizable para caminos.

Si el suelo de subrasante tiene:

Indice de Grupo	Suelo de Subrasante
IG > 9	Muy Pobre
IG está entre 4 a 9	Pobre
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 – 2	Bueno
IG está entre 0 – 1	Muy Bueno

- e. **Humedad Natural:** Otra característica importante de los suelos es su humedad natural; puesto que la resistencia de los suelos de subrasante, en especial de los finos, se encuentra directamente asociada con las condiciones de humedad y densidad que estos suelos presenten. Se determinará mediante la Norma MTC E 108.

La determinación de la humedad natural permitirá comparar con la humedad óptima que se obtendrá en los ensayos Proctor para obtener el CBR del suelo. Si la humedad natural resulta igual o inferior a la humedad óptima, el especialista propondrá la compactación normal del suelo y el aporte de la cantidad conveniente de agua. Si la humedad natural es superior a la humedad óptima y según la saturación del suelo, se propondrá, aumentar la energía de compactación, airear el suelo, o reemplazar el material saturado.

- f. **Clasificación de los suelos:** Determinadas las características de los suelos, según los acápites anteriores, se podrá estimar con suficiente aproximación el comportamiento de los suelos, especialmente con el conocimiento de la granulometría, plasticidad e índice de grupo; y, luego clasificar los suelos.

La clasificación de los suelos se efectuará bajo el sistema mostrado en el cuadro 5.3.2.1. Esta clasificación permite predecir el comportamiento aproximado de los suelos, que contribuirá a delimitar los sectores homogéneos desde el punto de vista geotécnico.

A continuación se presenta una correlación de los dos sistemas de clasificación más difundido, AASHTO y ASTM:

Clasificación de Suelos AASHTO	Clasificación de Suelos ASTM
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: US Army Corps of Engineers

- g. **Ensayos CBR:** una vez que se haya clasificado los suelos por el sistema AASHTO, para caminos con tránsito mayor a 100 vehículos por día, se elaborará un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo, a partir del cual se determinará los suelos que controlarán el diseño y se establecerá el programa de ensayos y/o correlaciones para establecer el CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, referido al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de carga de 2.54mm.

Dada la variabilidad que presentan los suelos (aún dentro de un mismo grupo de suelos y en un sector homogéneo), así como los resultados de los ensayos de CBR (valor soporte del suelo), se efectuará un mínimo de 6 ensayos de CBR por sector homogéneo del suelo, con el fin de aplicar un criterio estadístico para la selección de un valor único de soporte del suelo. En caso de que en un determinado sector se presente una gran heterogeneidad en los suelos de subrasante, que no permite definir uno como predominante, el diseño se basará en el suelo más débil que se encuentre.

El valor del CBR de diseño por sector homogéneo, se determinará según lo siguiente:

- Si el sector homogéneo presenta para el periodo de diseño, un Número de Repeticiones de EE 8.2 ton., menor de 1×10^5 : el CBR de diseño será aquel que represente al percentil 60% de los valores de CBR.
 - Si el sector homogéneo presenta un Número de Repeticiones de EE 8.2 ton., entre 1×10^5 y 1×10^6 : el CBR de diseño será aquel que represente al percentil 75% de los valores de CBR.
- iv. Una vez definido el valor del CBR de diseño, para cada sector de características homogéneas, se clasificará a que categoría de subrasante pertenece el sector o subtramo.



En resumen:

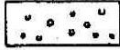









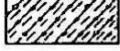


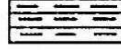

1. Deberá identificarse los tramos homogéneos, con una longitud mínima de 1500m, clasificar el material de subrasante y definir el CBR de diseño. En los puntos críticos si los hubiera, se efectuarán trabajos especiales necesarios para definir su solución.
2. Se deberá determinar el volumen de Ejes Equivalentes (EE) que deberá soportar el afirmado, durante le periodo de diseño escogido.
3. Se escogerá el diseño del afirmado, entre las alternativas del catálogo adjunto, que corresponda a una solución que, en razón de los materiales y la tecnología disponibles, signifique un menor costo de construcción.



CUADRO 5.3.2.1 : CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS – METODO AASHTO

Clasificación general	Suelos granubosos 35% máximo que pasa por tamiz de 0,08 mm							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0,08 mm				
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7	
	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de: 2 mm 0,5 mm 0,08 mm	máx. 50 máx. 30 máx. 15	máx. 50 máx. 25	min. 50 máx. 10	máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	min. 35	min. 35	min. 35	min. 35	min. 35
Límites Atterberg límite de liquidez índice de plasticidad	máx. 6	máx. 6		máx. 40 máx. 10	min. 40 máx. 10	máx. 40 min. 10	min. 40 min. 10	máx. 40 máx. 10	máx. 40 máx. 10	máx. 40 min. 10	min. 40 min. 10 IP<LL-30	min. 40 min. 10 IP<LL-30
Índice de grupo	0	0	0	0	0	máx. 4	máx. 4	máx. 8	máx. 12	máx. 16	máx. 20	máx. 20
Tipo de material	Piedras, gravas y arena		Arena Fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillos		
Estimación general del suelo como subrasante	De excedente a bueno						De pasable a malo					

CUADRO 5.3.2.2 : SIGNOS CONVENCIONALES PARA PERFIL DE CALICATAS

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

Anexo N°6.
Manual de Carreteras
MTC- 2014



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



MANUAL DE CARRETERAS

SUELOS GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS

R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14





CAPÍTULO IX

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS





ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en los suelos de sub rasante inadecuado o pobre, en este caso son conocidas como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros productos diversos. En cambio cuando se estabiliza una subbase granular o base granular, para obtener un material de mejor calidad se denomina como subbase o base granular tratada (con cemento o con cal o con asfalto, etc).

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

El manual ilustra diferentes metodologías de estabilización como: mejoramiento por sustitución de suelos de la sub rasante, estabilización mecánica de suelos, mejoramiento por combinación de suelos, suelos estabilizados con cal, cemento, escorias, emulsión asfáltica, estabilización química del suelo, estabilización con geosintéticos (geotextiles, geomallas u otros). Sin embargo, debe destacarse la significación que adquiere contar con ensayos de laboratorio, que demuestren la aptitud y tramos construidos que ratifiquen el buen resultado. Además, se debe garantizar que tanto la construcción como la conservación vial, puedan realizarse en forma simple, económica y con el equipamiento disponible.

9.1 Criterios geotécnicos para establecer la estabilización de suelos

- 1) Se considerarán como materiales aptos para las capas de la sub rasante suelos con $CBR \geq 6\%$. En caso de ser menor (sub rasante pobre o sub rasante inadecuada), o se presenten zonas húmedas locales o áreas blandas, será materia de un Estudio Especial para la estabilización, mejoramiento o reemplazo, donde el Ingeniero Responsable analizará diversas alternativas de estabilización o de solución, como: Estabilización mecánica, Reemplazo del suelo de cimentación, Estabilización con productos o aditivos que mejoran las propiedades del suelo, Estabilización con geosintéticos (geotextiles, geomallas u otros), Pedraplenes, Capas de arena, Elevar la rasante o cambiar el trazo vial si las alternativas analizadas resultan ser demasiado costosas y complejas.
- 2) Cuando la capa de sub rasante sea arcillosa o limosa y, al humedecerse, partículas de estos materiales puedan penetrar en las capas granulares del pavimento contaminándolas, deberá proyectarse una capa de material anticontaminante de 10 cm. de espesor como mínimo o un geotextil, según lo justifique el Ingeniero Responsable.





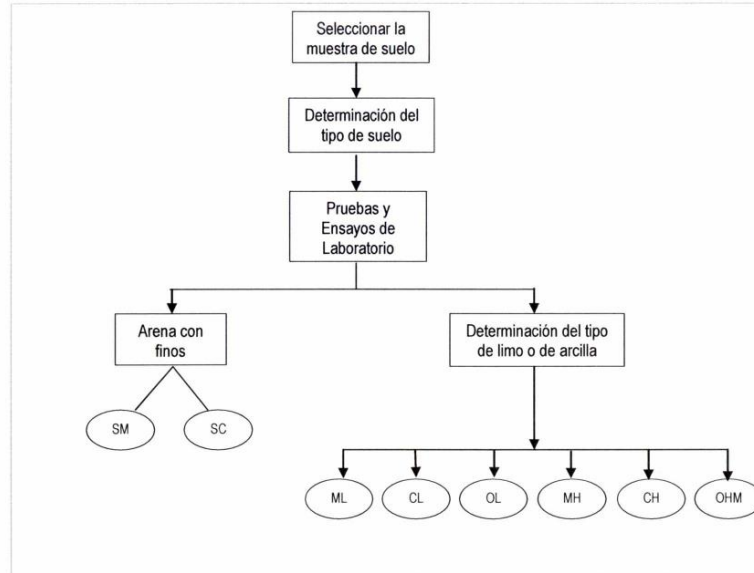
- 3) La superficie de la sub rasante debe quedar encima del nivel de la napa freática como mínimo a 0.60 m cuando se trate de una sub rasante extraordinaria y muy buena; a 0.80 m cuando se trate de una sub rasante buena y regular; a 1.00 m cuando se trate de una sub rasante pobre y, a 1.20 m cuando se trate de una sub rasante inadecuada. En caso necesario, se colocarán subdrenes o capas anticontaminantes y/o drenantes o se elevará la rasante hasta el nivel necesario.
- 4) En zonas sobre los 4,000 msnm, se evaluará la acción de las heladas en los suelos. En general, la acción de congelamiento está asociada con la profundidad de la napa freática y la susceptibilidad del suelo al congelamiento. Si la profundidad de la napa freática es mayor a la indicada anteriormente (1.20 m), la acción de congelamiento no llegará a la capa superior de la sub rasante. En el caso de presentarse en la capa superior de la sub rasante (últimos 0.60 m) suelos susceptibles al congelamiento, se reemplazará este suelo en el espesor comprometido o se levantará la rasante con un relleno granular adecuado, hasta el nivel necesario. Son suelos susceptibles al congelamiento, los suelos limosos. Igualmente los suelos que contienen más del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm, con excepción de las arenas finas uniformes que aunque contienen hasta el 10% de materiales de tamaño inferior a los 0.02mm, no son susceptibles al congelamiento. En general, son suelos no susceptibles los que contienen menos del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm.

La curva granulométrica de la fracción de tamaño menor que el tamiz de 0.074 mm (Nº 200) se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios (según Norma MTC E 109).

- 5) Para establecer un tipo de estabilización de suelos es necesario determinar el tipo de suelo existente. Los suelos que predominantemente se encuentran en este ámbito son: los limos, las arcillas, o las arenas limosas o arcillosas.



Figura 9.1
Proceso para la Identificación del Tipo del suelo



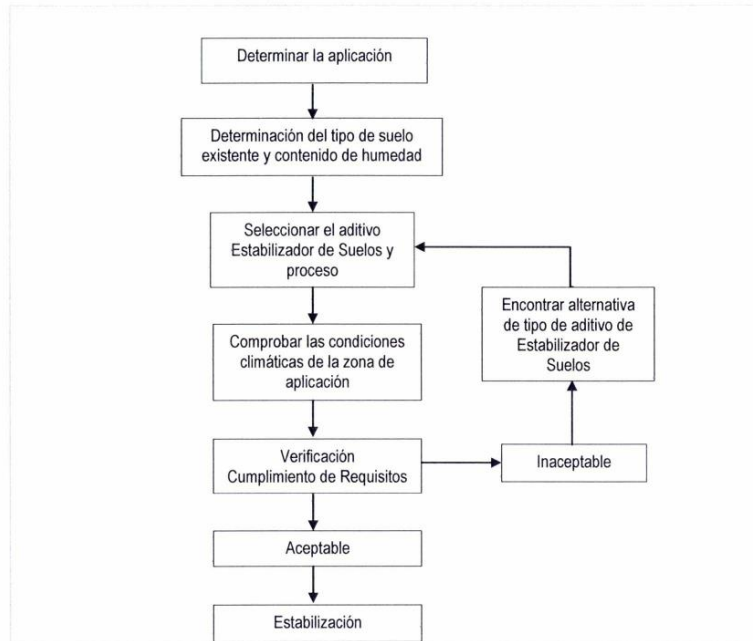
- 6) Los factores que se considerarán al seleccionar el método más conveniente de estabilización son:
- Tipo de suelo a estabilizar
 - Uso propuesto del suelo estabilizado
 - Tipo de aditivo estabilizador de suelos
 - Experiencia en el tipo de estabilización que se aplicará
 - Disponibilidad del tipo de aditivo estabilizador
 - Disponibilidad del equipo adecuado
 - Costos comparativos

El siguiente diagrama sintetiza un procedimiento para determinar el método apropiado de estabilización:





Figura 9.2
Proceso de selección del Tipo de Estabilización



7) A continuación se presentan dos guías referenciales para la selección del tipo de estabilizador, que satisface las restricciones y observaciones de cada tipo de suelo.





Cuadro 9.1
Guía Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador

Área	Clase de suelo	Tipo de Estabilizador Recomendado	Restricción en LL & IP del suelo	Restricción en el porcentaje que pasa la malla 200	Observaciones
1 A	SW o SP	(1) Asfalto			
		(2) Cemento Portland			
		(3) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 B	SW - SM o SP - SM o SW - SC o SP - PC	(1) Asfalto	IP no excede de 10		
		(2) Cemento Portland	IP no excede de 30		
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 C	SM o SC o SM-SC	(1) Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	
		(2) Cemento Portland	(b)		
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 A	GW o GP	(1) Asfalto			Solamente material bien graduado.
		(2) Cemento Portland			El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 B	GW - GM o GP - GM o GW - GC o GP-GC	(1) Asfalto	IP no excede de 10		Solamente material bien graduado.
		(2) Cemento Portland	IP no excede de 30		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 C	GM o GC o GM - GC	(1) Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	Solamente material bien graduado.
		(2) Cemento Portland	(b)		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Ceniza	IP no excede de 25		
3	CH o CL o MH o ML o OH o OL o ML-CL	(1) Cemento Portland	LL no menor de 40 IP no menor de 20		Suelos orgánicos y fuertemente ácidos contenidos en esta área no son susceptibles a la estabilización por métodos ordinarios
		(2) Cal	IP no menor de 12		
IP = Índice Plástico (b) $IP = 20 + (50 - \text{porcentaje que pasa la Malla N° 200}) / 4$			Sin restricción u observación No es necesario aditivo estabilizador	Fuente: US Army Corps of Engineers	





Cuadro 9.2
Guía Complementaria Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador

Tipo de Estabilizador Recomendado	Normas Técnicas	Suelo ⁽¹⁾	Dosificación ⁽²⁾	Curado (Apertura Al Tránsito) ⁽³⁾	Observaciones
Cemento	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C150 AASHTO M85	A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7 LL > 40% IP ≥ 18% CMO ⁽²⁾ < 1.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca ⁽⁴⁾ - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO ₄ Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	2 - 12%	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
Emulsión	ASTM D2397 o AASHTO M208	A-1, A-2 y A3 Pasante malla N° 200 ≤ 10% IP ≤ 8% Equiv. Arena ≥ 40% CMO (2) < 1.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.6% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca ⁽⁴⁾ - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO ₄ Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	4 - 8%	Mínimo 24 horas	Cantidad de aplicación a ser definida de acuerdo a resultados del ensayo Marshall modificado o Illinois
Cal	EG-CBT-2008 Sección 3078 AASHTO M216 ASTM C977	A-2-6, A-2-7, A-6 y A-7 10% ≤ IP ≤ 50% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50%	2 - 8%	Mínimo 72 horas	Para IP > 50%, se puede aplicar cal en dos etapas Diseño de mezcla de acuerdo a la Norma ASTM D 6276
Cloruro de Calcio	ASTM D98 ASTM D345 ASTM E449 MTC E 1109	A-1, A-2, y A-3 IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50%	1 a 3% en peso del suelo seco	24 horas	
Cloruro de Sodio	EG-CBT-2008 Sección 309B ASTM E534 MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 8% ≤ IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m ³	07 días	La cantidad de sal depende de los resultados (dosificación) y tramo de prueba
Cloruro de Magnesio	MTC E 1109	A-1, A-2 y A-3 IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% pH mínimo 5 Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m ³	48 horas	La cantidad de sal depende de los resultados de laboratorio (dosificación) y tramo de prueba
Enzimas	EG-CBT-2008 Sección 308B MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 6% ≤ IP ≤ 15% 4.5 < pH < 8.5 CMO ⁽²⁾ No debe contener Abrasión < 50% % < N° 200: 10 - 35%	1L / 30-33 m ³	De acuerdo a Especificaciones del fabricante	
Aceites sulfonados		Aplicable en suelos con partículas finas limosas o arcillosas, con LL bajo, arcillas y limos muy plásticos CMO ⁽²⁾ < 1.0% Abrasión < 50%		De acuerdo a Especificaciones del fabricante	

Fuente: Estudios Especiales del MTC





- (1) Espesor de tratamiento por capas de 6 a 8"
Tamaño máximo: 2", debe carecer de restos vegetales
Los suelos naturales, materiales de bancos de préstamo o mezcla de ambos que sean objeto de estabilización, deben estar definidos en el Expediente Técnico del Proyecto
- (2) CMO: Contenido de materia orgánica
- (3) Los diseños o dosificaciones deben indicar: fórmula de trabajo, tipo de suelo, cantidad de estabilizador, volumen de agua, valor de CBR o resistencia a compresión simple o resultados de ensayos Marshall modificado o Illinois, según corresponda al tipo de estabilizador aplicado
- (4) Para altitudes mayores a 3000 msnm
- (5) Después de finalizado el proceso de compactación

9.2 Estabilización mecánica de suelos

Con la Estabilización Mecánica de Suelos se pretende mejorar el material del suelo existente, sin cambiar la estructura y composición básica del mismo. Como herramienta para lograr este tipo de estabilización se utiliza la compactación, con la cual se reduce el volumen de vacíos presentes en el suelo.

9.3 Estabilización por combinación de suelos

La estabilización por combinación de suelos considera la combinación o mezcla de los materiales del suelo existente con materiales de préstamo.

El suelo existente se disgregará o escarificará, en una profundidad de quince centímetros (15 cm) y luego se colocará el material de préstamo o de aporte. Los materiales disgregados y los de aporte se humedecerán o airearán hasta alcanzar la humedad apropiada de compactación y previa eliminación de partículas mayores de setenta y cinco milímetros (75 mm), si las hubiere. Luego se procederá a un mezclado de ambos suelos, se conformará y compactará cumpliendo las exigencias de densidad y espesores hasta el nivel de sub rasante fijado en el proyecto.

El suelo de aporte para el mejoramiento se aplicará en los sitios indicados en los documentos del proyecto, en cantidad tal, que se garantice que la mezcla con el suelo existente cumpla las exigencias de la [Sección 207](#) del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, vigente.

9.4 Estabilización por sustitución de los suelos

Cuando se prevea la construcción de la sub rasante mejorada solamente con material adicionado, pueden presentarse dos situaciones, sea que la capa se construya directamente sobre el suelo natural existente o que éste deba ser excavado previamente y reemplazado por el material de adición.

En el primer caso, el suelo existente se deberá escarificar, conformar y compactar a la densidad especificada para cuerpos de terraplén, en una profundidad de quince centímetros (15 cm). Una vez se considere que el suelo de soporte esté debidamente preparado, autorizará la colocación de los materiales, en espesores que garanticen la obtención del nivel de sub rasante y densidad exigidos, empleando el equipo de compactación adecuado. Dichos materiales se humedecerán o airearán, según sea necesario, para alcanzar la humedad más apropiada de compactación, procediéndose luego a su densificación.





En el segundo caso, el mejoramiento con material totalmente adicionado implica la remoción total del suelo natural existente, de acuerdo al espesor de reemplazo. Una vez alcanzado el nivel de excavación indicado, conformado y compactado el suelo, se procederá a la colocación y compactación en capas de los materiales, hasta alcanzar las cotas exigidas.

9.4.1 Procedimiento para determinar el espesor de reemplazo en función al valor soporte o resistencia del suelo

Este procedimiento de cálculo para determinar en sectores localizados, el espesor de material a reemplazar se aplicará solo en casos de sub rasantes pobres, con suelos de plasticidad media, no expansivos y con valores soporte entre $CBR \geq 3\%$ y $CBR < 6\%$, calculándose según lo siguiente:

- a) Se calculará el número estructural SN del pavimento para 20 años, el material a emplear tendrá un $CBR \geq 10\%$ e IP menor a 10, o en todo caso será similar. Cuando en los sectores adyacentes al sector de sustitución de suelos presentan un $CBR > 10\%$, para el cálculo del SN se utilizará el mayor valor de CBR de diseño, que representa el material de reemplazo, este número estructural SN calculado se denominará SNm (mejorado), luego se calculará el SN del pavimento para el CBR del material de sub rasante existente (menor a 6%), que se denominará SNe (existente).

- b) Se realizará la diferencia algebraica de números estructurales

$$\Delta SN = SNe - SNm$$

- c) Habiéndose escogido el material de reemplazo ($CBR \geq 10\%$) a colocar (según SNm calculado), se obtendrán los valores correspondientes de coeficiente estructural (ai) y coeficiente de drenaje (mi), luego de obtener dichos valores se procederá a obtener el espesor E, aplicando la siguiente ecuación:

$$E = \frac{\Delta SN}{ai \times mi}$$

Siendo:

- E : Espesor de reemplazo en cm.
- ai : Coeficiente estructural del material a colocar / cm
- mi : Coeficiente de drenaje del material a colocar.

- d) Espesores recomendados de material a reemplazar.





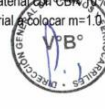
Cuadro 9.3 Espesores Recomendados para Estabilización por Sustitución de Suelos

3% ≤ CBR ≤ 6%

Tráfico		Espesor de Reemplazo con Material CBR>10% (cm)
0	25 000	25.0
25 001	75 000	30.0
75 001	150 000	30.0
150 001	300 000	35.0
300 001	500 000	40.0
500 001	750 000	40.0
750 001	1 000 000	45.0
1 000 001	1 500 000	55.0
1 500 001	3 000 000	55.0
3 000 001	5 000 000	60.0
5 000 001	7 500 000	60.0
7 500 001	10 000 000	65.0
10 000 001	12 500 000	65.0
12 000 001	15 000 000	65.0
15 000 001	20 000 000	70.0
20 000 001	25 000 000	75.0
25 000 001	30 000 000	75.0

Notas:

1. Coeficiente estructural del material con CBR 10% a=0.021
2. Coeficiente drenaje del material a colocar m=1.0





9.5 Suelos estabilizados con cal

El suelo-cal se obtiene por mezcla íntima de suelo, cal y agua. La cal que se utiliza es óxido cálcico (cal anhidra o cal viva), obtenido por calcinación de materiales calizos, o hidróxido cálcico (cal hidratada o cal apagada). Estas cales se llaman también aéreas por la propiedad que tienen de endurecerse en el aire, una vez mezcladas con agua, por acción del anhídrido carbónico.

La experiencia demuestra que los productos de la hidratación del cemento pueden ser reproducidos combinando dos o más componentes primarios de este producto como: CaO , SiO_2 , Al_2O_3 y Fe_2O_3 en las proporciones adecuadas y en presencia de agua.

Como la mayoría de los suelos contienen sílice y aluminio silicatos, la incorporación de cal anhidra (CaO) o de cal hidratada (Ca(OH)_2) y agua en cantidad apropiada se puede obtener la composición deseada.

La Cal que se use para la construcción de Suelo-Cal puede ser Cal viva o hidratada y debe satisfacer los requisitos establecidos en la **Sección 301.B** deL Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, vigente; la Especificación AASHTO M-216 o ASTM C-977.

Al mezclar el suelo con la cal, se produce una reacción rápida de floculación e intercambio iónico, seguida de otra muy lenta de tipo puzolánico, con formación de nuevos productos químicos. La sílice y alúmina de las partículas del suelo se combinan con la cal en presencia de agua para formar silicatos y aluminatos cálcicos insolubles.

Uno de los efectos más importantes de la cal en el suelo, es el de cambiar apreciablemente su plasticidad. Por ejemplo suelos de plasticidad $\text{IP} < 15$, aumentan tanto el LL como el LP, y también muy ligeramente su IP; en cambio, en los suelos de plasticidad con $\text{IP} > 15$) disminuye el IP.

También aumenta la humedad óptima de compactación, lo que permite la densificación de suelos de elevada humedad natural, que de otro modo no permitirían la construcción de la capa de rodadura sobre ellos.

Los suelos más apropiados para estabilizar con cal son los de granulometría fina de cierta plasticidad.

En cortes e incluso en terraplenes, donde se evidencien suelos arcillosos, resulta conveniente mejorar el suelo con un pequeño porcentaje de cal para proteger la explanación y formar una plataforma para la construcción de la capa de rodadura.

Al mezclar el suelo con cal éste se vuelve más friable y granular. Al aumentar su límite plástico y humedad óptima de compactación permite su puesta en obra con mayor facilidad.

Es frecuente que la mezcla se realice en dos fases, con un período intermedio de reacción de 1 - 2 días. La aplicación más usual de las estabilizaciones con cal es en sub rasantes y como capa de rodadura, en zonas de suelos arcillosos y/o con canteras de materiales granulares lejanos.





La National Lime Association resume las propiedades que se obtienen después de una estabilización o mejoramiento con cal, en lo siguiente:

- i) Reducción del índice de plasticidad, debido a una reducción del límite líquido y a un incremento del límite plástico.
- ii) Reducción considerable del ligante natural del suelo por aglomeración de partículas.
- iii) Obtención de un material más trabajable y fiable como producto de la reducción del contenido de agua en los suelos (rotura fácil de grumos).
- iv) La cal ayuda a secar los suelos húmedos lo que acelera su compactación.
- v) Reducción importante del potencial de contracción y del potencial de hinchamiento.
- vi) Incremento de la resistencia a la comprensión simple de la mezcla posterior al tiempo de curado alcanzando en algunos casos hasta un 40% de incremento.
- vii) Incremento de la capacidad portante del suelo (CBR).
- viii) Incremento de la resistencia a la tracción del suelo.
- ix) Formación de barreras impermeables que impiden la penetración de aguas de lluvia o el ascenso capilar de aguas subterráneas.

La experiencia americana ha demostrado que una estabilización con cal tiene excelentes resultados, en los siguientes casos:

- a) Materiales compuestos por mezclas de grava y arcilla para su uso como capa granular superficial con una incorporación de 2 a 4% de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en peso.
- b) Suelos altamente arcillosos para usarlos como capa granular superficial (5 a 10% de cal en peso) o como capa inferior (1 a 3% de cal en peso).

Debe tenerse en cuenta, el problema del posible fisuramiento de estas estabilizaciones o de bases tratadas con cal, debido a una falta o descuido en el curado que hace perder humedad a la capa estabilizada, en el periodo previo a la colocación de la siguiente capa. Este proceso se agrava cuando la carretera se ubica en zonas calurosas; razón por la cual es fundamental considerar el curado de estas capas estabilizadas o tratadas con cal.

9.6 Suelos estabilizados con cemento

El material llamado suelo-cemento se obtiene por la mezcla íntima de un suelo suficientemente disgregado con cemento, agua y otras eventuales adiciones, seguida de una compactación y un curado adecuados. De esta forma, el material suelto se convierte en otro endurecido, mucho más resistente. A diferencia del concreto, sin embargo, los granos de los suelos no están envueltos en pasta de cemento endurecido, sino que están puntualmente unidos entre sí. Por ello, el suelo-cemento tiene una resistencia inferior y un módulo de elasticidad más bajo que el concreto.

El contenido óptimo de agua se determina por el ensayo proctor como en la compactación de suelos.

Las propiedades del suelo-cemento dependen de:





- Tipo y cantidad de suelo, cemento y agua.
- Ejecución.
- Edad de la mezcla compactada y tipo de curado.

Los suelos más adecuados para estabilizar con cemento son los granulares tipos A-1, A-2 y A-3, con finos de plasticidad baja o media ($LL < 40$, $IP < 18$).

La resistencia del suelo-cemento aumenta con el contenido de cemento y la edad de la mezcla. Al añadir cemento a un suelo y antes de iniciarse el fraguado, su IP disminuye, su LL varía ligeramente y su densidad máxima y humedad-óptima aumentan o disminuyen ligeramente, según el tipo de suelo.

La dosificación de cemento para Suelo Cemento puede fijarse aproximadamente en función del tipo de suelo, según lo siguiente:

Cuadro 9.4
Rango de Cemento Requerido en Estabilización Suelo Cemento

Clasificación de suelos AASHTO	Rango usual de cemento requerido Porcentaje del peso de los suelos
A - 1 - a	3 - 5
A - 1 - b	5 - 8
A - 2	5 - 9
A - 3	7 - 11
A - 4	7 - 12
A - 5	8 - 13
A - 6	9 - 15
A - 7	10 - 16

Fuente: Federal Highway Administration (FHWA)

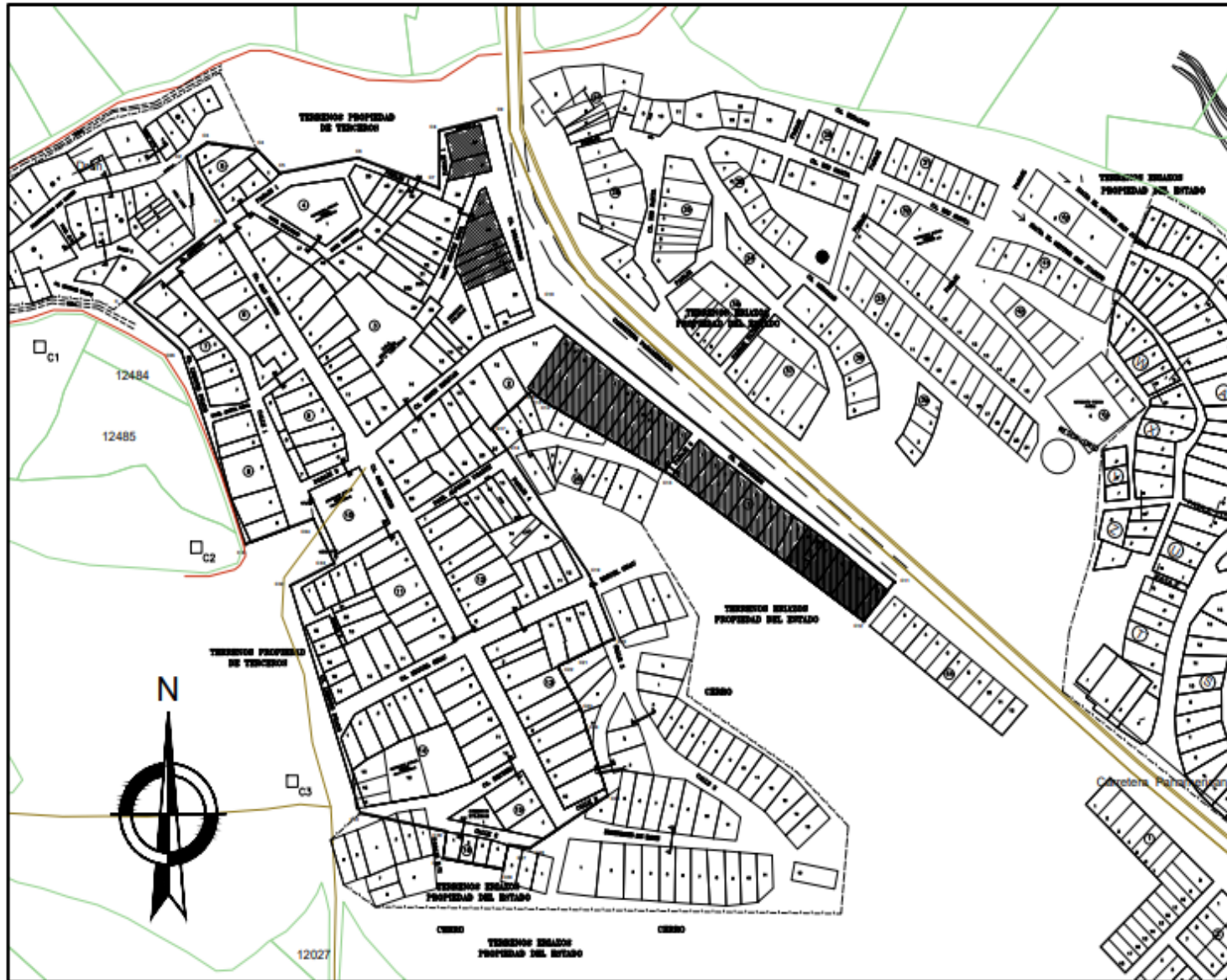
Es conveniente que la compactación se inicie cuando la humedad in situ sea la prescrita y en todo caso, en menos de una hora a partir del mezclado, y se debe terminar entre 2 y 4 horas, según las condiciones atmosféricas. A nivel de sub rasante, se exige un grado de compactación mínimo 95% según AASHTO T180 en la capa de afirmado el mínimo es de 100%.

Debe tenerse en cuenta, el problema del posible fisuramiento de estas estabilizaciones o de bases tratadas con cemento, debido a una falta o descuido en el curado que hace perder humedad a la capa estabilizada, en el periodo previo a la colocación de la siguiente capa. Este proceso se agrava cuando la carretera se ubica en zonas calurosas; razón por la cual es fundamental considerar el curado de estas capas estabilizadas o tratadas con cemento.

9.7 Suelos estabilizados con escoria

Hoy en día las escorias de acería o de otros hornos de fundición se emplean en muchas partes del mundo, en la fabricación del cemento, como agregados en la fabricación de hormigón, como material de base y subbase en los pavimentos, en la estabilización de sub rasantes, en la carpeta asfáltica formando parte del ligante bituminoso; en la agricultura también se ha encontrado aplicación, así como en el tratamiento de aguas residuales. Al emplearse este subproducto en construcción de infraestructura vial se evita

Anexo N°7.
Plano de Ubicación



PLANO DE UBICACION
ESCALA 1:7,000

LEYENDA

- ⊕ BMS
- Calcatas

		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
		TÍTULO: "TERMINOS DE LA UBICACION DEL CENTRO ESCOLAR SAN IGNACIO CON UNIDAD DE COMIDA Y ARANCO, CON PLAN DE MANEJO Y MAESTRANZA, DISTRITO DE GUADALUPE - ALBERTAL 2017"	
INSTITUCION: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE GUADALUPE		PLANO DE UBICACION	
AUTOR: MSTR. JOSE PEDRO MUÑOZ ARANA		ASESOR: ENGR. ESPINOZA DANTE VENTURA RUIZ PAUL JUDE	
DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTO DE INVESTIGACION	CARRERA: INGENIERIA	SEMESTRE: 2016	LAMIN #1 A-01
EQUIPO: LA LIBERTAD	PROYECTO: GUADALUPE	LOCALIDAD: SAN IGNACIO	