

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO PARA
CARRETERAS NO PAVIMENTADAS INCORPORANDO
PET EN 2%, 4% Y 6%”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autora:

Bach. Rosario Del Pilar Bustamante Sánchez

Asesor:

Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo

Cajamarca - Perú

2021



DEDICATORIA

A MIS PADRES

Por el apoyo único, incondicional que tienen los papás, de querer siempre vernos salir adelante; siempre guiándonos y aconsejándonos para el bienestar de uno.

A MI HIJA

Fernanda, la personita que es mi motor y fuerza para continuar y siempre pensar en positivo.

AGRADECIMIENTO

A DIOS

Por la vida, que es un regalo; por la salud y por ser mi guía.

A MIS PADRES

Siempre agradecidos por la educación, crianza que me han logrado dar.

ING. ORLANDO

Por el apoyo y motivación para culminar la carrera.

ING. LIZBETH

Por el apoyo brindado para terminar la tesis.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO III. RESULTADOS	25
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	33
REFERENCIAS	36
PROTOCOLOS DE ENSAYOS.....	38
PANEL FOTOGRÁFICO	70
ANEXOS	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tamaño de partículas de suelo.....	12
Tabla 2. Descripción de tipos de plásticos reciclables.....	13
Tabla 3. Muestras de CBR ensayadas.....	16
Tabla 4. Granulometría de PET	25
Tabla 5. Análisis granulométrico de la muestra natural	25
Tabla 6. Límites de Atterberg.....	26
Tabla 7. Clasificación de suelos según AASHTO	28
Tabla 8. Clasificación de suelos según SUCS	29
Tabla 9. Densidad máxima seca y humedad óptima.....	30
Tabla 10. Resultado de CBR al 100%	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Protocolo para contenido de humedad	18
Figura 2. Protocolo de análisis granulométrico	19
Figura 3. Protocolo para límites de atterberg	20
Figura 4. Protocolo para proctor modificado.....	21
Figura 5. Protocolo para CBR – hoja 1	22
Figura 6. Protocolo para CBR - hoja 2.....	23
Figura 7. Curva granulométrica de la muestra natural	26
Figura 8. Diagrama de fluidez.....	27
Figura 9. Representación de la densidad máxima seca.....	30
Figura 10. Comparación de Proctor.....	30
Figura 11. Representación del contenido de humedad óptimo	31
Figura 12. Representación de CBR al 100%	32

RESUMEN

Los suelos con CBR menores a 6% requieren una estabilización o un reemplazo por un material o préstamo; este tipo de suelos suelen ser; arcillas, limos y orgánicos. La presente investigación tiene como propósito de determinar cómo influye la adición de PET en 2%, 4% y 6% en la estabilización de un suelo arcilloso para carreteras no pavimentadas. La investigación es un tipo de investigación aplicada y de método experimental. La muestra a estudiar se lo extrajo de 01 calicata ubicada en Jr. Guadalupe cuadra 1 del centro poblado Tartar Chico del Distrito Baños del Inca de la provincia de Cajamarca. La muestra fue ingresada al laboratorio KAOLYN INGENIEROS S.A.C. para realizar los ensayos de contenido de humedad, análisis granulométrico, límites de atterberg, proctor para la muestra natural y proctor para la incorporación de 2%, 4% y 6% y ensayos de CBR para la muestra patrón y con la incorporación de 2%, 4% y 6%. De acuerdo a los ensayos realizados se obtuvo que, con la incorporación de 2% de PET, el CBR incrementó en 3.58% del CBR de la muestra patrón, con la incorporación de 4% y 6% el CBR disminuye. Por lo tanto, se concluye que la hipótesis no cumple, ya que con la adición de PET el CBR no incrementó en 15% sino solo en 3.58% con el 2% de PET de 2mm a 12.7 mm.

Palabras claves: suelo arcilloso. Estabilización, PET y CBR

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, se estima que más de 900 millones de personas de sectores rurales carecen de un acceso adecuado al sistema de transporte formal siendo el aislamiento físico uno de los factores que explican el grado de pobreza. Es importante establecer que la existencia de una conexión entre dos puntos no resulta suficiente para lograr un desarrollo sostenible y con equidad. Se necesita también de medidas físicas y operacionales que posibiliten la existencia de un transporte en condiciones mínimas de periodicidad, calidad y seguridad. En ese sentido es primordial tener en cuenta que los desplazamientos que se producen en el ámbito rural, tanto de personas como de bienes, se ven fuertemente influenciados tanto por la existencia de vías (terrestres, acuáticas y aéreas) como por que estas sean transitables en toda época del año (CEPAL, 2020).

Es usual que el ingeniero encuentre no convenientes en algún sentido los suelos que ha de usar para un determinado fin en un lugar específico. Este hecho abre la posibilidad más razonable; que es la de modificar las propiedades del material existente para hacerlo cumplir mejores especificaciones. Esta alternativa da parte a las técnicas de estabilización de suelos (Montejo, et al., 2018).

Hay varios tipos de estabilización, siendo la más usual combinar suelo natural con material de préstamo. Esto supone la explotación de canteras para adquirir los agregados necesarios, lo que ha generado un aumento en la demanda de agregados a nivel mundial. Ante esta situación, desde el año 2000 empezaron investigaciones, que plantean el uso de residuos de diversos productos como material de agregado que sustituya a los convencionales, buscando alcanzar así un desarrollo sostenible. (Quezada, 2017)

La región de Piura ha sufrido un gran incremento poblacional, lo que ha creado la necesidad de construir más carreteras, en las cuales, el suelo donde se proyectan construir,

muchas veces no cumple con las exigencias que se necesitan, por lo que se realiza al suelo un mejoramiento mediante estabilización. (Quezada, 2017)

Según, Ramos (2014) en la tesis: “Mejoramiento de subrasantes de baja capacidad portante mediante el uso de polímeros reciclados en carreteras, Paucará Huancavelica 2014”, tiene como objetivo mejorar la subrasante de baja capacidad portante mediante el uso de polímeros reciclado obtenido de las botellas descartables PET (Tereftalato de Polietileno) en carreteras, el tipo de metodología es experimental - cuantitativo, se tomó como muestra la subrasante de la carretera no pavimentada Paucará – Paccho Molinos en el distrito de Paucará – Acobamba -Huancavelica. Se realizó 4 calicatas y 22 ensayos de CBR, las cuales presenta un material arcilloso de plasticidad media obteniendo un CBR menor al 6%. En sus resultados obtenidos concluyó que para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante se debe usar una cantidad de polímero reciclado de 1.5% con respecto del peso seco del suelo y considerando una geometría rectangular con dimensiones entre 5 y 10mm. El CBR con la presencia de los polímeros incrementó en 26%.

Según, Cuipal (2018) en su tesis denominada “Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso con uso de polímero sintético en la carretera Chachapoyas – Huancas, Amazonas, 2018”, que tiene como objetivo analizar el efecto que causa la incorporación de polímero sintético en la estabilización de la subrasante de suelo arcilloso, la muestra que se analizó para la subrasante fue tomada de la carretera Chachapoyas – Huancas comprendiendo una longitud de 8.3 Km, considerando el tramo más crítico correspondiendo entre el km 4+450 hasta el km 4+900, se realizó las excavaciones de 03 calicatas teniendo una profundidad de 1.50 m y un ancho de 0.80 m. El porcentaje de PET que se usó fue de 3%, 6% y 9% para cada muestra de suelo. Luego de realizar los ensayos se obtuvo una arcilla de plasticidad media para la C-01 y C-02 de acuerdo a la clasificación SUC es un OH y AASTHO (A-7-6), y para la C-03 se obtuvo una arcilla de baja plasticidad a media y una clasificación SUCS

(CL) y clasificación AASHTO (A-6), se obtuvo un CBR de la muestra natural de la C-01 de 3.8%, C-02 un CBR de 4.7% y la C-03 un CBR de 4.4%, las cuales son menores al 6%, al adicionar 3% de PET aumenta el CBR en un 0.3% hasta 0.6% del CBR natural, al incorporar 6% y 9% disminuye su CBR con respecto al CBR natural en un 3.7% hasta 1.8%. Se concluyó que al incorporar 3% PET, incrementa la resistencia del suelo de 0.3 hasta 0.6% del CBR natural, sin embargo, a más adición de PET disminuye la capacidad de soporte.

En Cajamarca, existen los siguientes estudios de estabilización de suelos:

Según (Estrada & Pintado, 2019) en la tesis denominada “Capacidad portante (CBR) del suelo del sector 9 de Cajamarca, incorporando 2%, 4% y 6% de cal hidratada, 4%, 6% y 8% de cemento portland tipo I y 4%, 8% y 12% de cloruro de sodio”, tiene como objetivo determinar la capacidad portante (CBR) del suelo del sector 9 de Cajamarca, incorporando (2%, 4% y 6%) de cal hidratada, (4%, 6% y 8%) de cemento portland tipo I y (4%, 8% y 12%) de cloruro de sodio; el tipo de investigación es aplicada – cuasi experimental; se realizó la excavación de 01 calicata, se extrajo 10 muestras: 01 muestra se realizó ensayos como muestra patrón, a 03 muestras se le incorporó cal hidratada al 2%, 4% y 6% , a 03 muestras se le adicionó cemento portland tipo I al 4%, 6% y 8% y a 03 muestras se le adicionó cloruro de sodio al 4%, 8% y 12%. Al realizar los ensayos de granulometría y límites de Atterberg se obtuvo según la clasificación SUCS una arcilla de baja a media plasticidad (CL) y según AASHTO un suelo arcilloso A-6 (7), un CBR de la muestra natural de 4.60%, con la incorporación de cal de 2%, 4% y 6% se obtuvo un CBR de 9.05%, 11.15% y 10.50%, con la adición de cloruro de sodio se obtuvo CBR de 4.80%, 5.10% y 5.10% y con la incorporación de cemento portland tipo I en 4%, 6% y 8% tienen un CBR de 7.00%, 7.70% y 7.70%. De acuerdo a los resultados se concluyó que el CBR incrementó el doble con la adición de 4% y 6% de cal hidratada, con la adición de cloruro de sodio de 8% y 12% incrementó el CBR en 10% y con la incorporación de cemento portland de 6% y 8% el CBR

incrementó hasta en un 50%. Por lo tanto, se afirma que, de los tres estabilizantes usados cal hidratada, cemento portland tipo I y cloruro de sodio, la cal hidratada es mas efectiva, la cual incrementó el CBR patrón logrando que se duplique su resistencia.

Según (Fernández, 2017) en la tesis nombrada “Efecto del aditivo terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca”, tiene como objetivo determinar efecto del aditivo terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante en la zona sur este de expansión de la ciudad de Cajamarca – Huacariz. El tipo de investigación es inductiva, experimental y descriptiva. Se realizó 07 calicatas, luego de los ensayos realizados de acuerdo a las normas ASTM y NTP se obtuvo como resultados una clasificación de suelos de acuerdo a AASHTO arcillas de media a alta plasticidad A-6 (10) a A-7-6 (14), los resultados de los CBR para la muestra natural son: C-1 (5.60%), C-2 (6.51%), C-3 (6.70%), C-4 (6.20%), C-5 (5.90%), C-6 (5.90%), C-7 (5.70%). Con la incorporación del aditivo terrazyme en 10 ml, 20 ml, 30ml, 40ml y 60ml, en la C-01 incrementó el CBR en 105% con la incorporación de 10 ml y 40 ml de terrazyme y al adicionar 30 ml aumentó la resistencia a 113%; en la C-02 incrementó el CBR en 103% con la adición de 30 ml de terrazyme, con el resto de proporciones disminuyó su resistencia; en la C-03 con la incorporación de 30 ml de terrazyme se obtuvo un CBR la cual disminuyó a un 99%, en la C-04 con la adición de 30 ml de terrazyme se obtuvo una disminución de CBR a un 98%, con el resto de dosificaciones el CBR es menor de 98%; en la C-05 con la incorporación de 30 ml se incrementó el CBR natural a un 112%; en la C-06 con la adición de 30 ml se incrementó su CBR a un 115% y en la C-07 con la incorporación de 30 ml de terrazyme se obtuvo incremento de CBR a 119%; Con los resultados obtenidos se concluyó que con la incorporación de 30 ml de aditivo terrazyme logró una estabilización de suelos arcillosos de la subrasante en la zona de Huacariz, incrementando el CBR en un 19%.

El suelo es considerado como agregados naturales de partículas minerales granulares y cohesivas disgregables por medios mecánicos de poca energía o por agitación de agua. (CE.020 Estabilización de suelos y taludes).

El tamaño de las partículas de suelo, se definen los siguientes términos según (MTC, 2008):

Tabla 1.
Tamaño de partículas de suelo

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








Nota: extraído de (MTC, 2008)

Los suelos arcillosos presentan una baja capacidad portante es por ello que para ser usado se requiere una estabilización; la estabilización es considerado como un proceso físico o químico, a través el cual se mejora las condiciones mecánicas de un suelo. (CE.020 Estabilización de suelos y taludes).

Para la presente investigación se quiere utilizar el plástico reciclable como un estabilizante. Se puede decir que todo plástico es reciclable, siendo el primer paso la división por tipo de resina. A continuación se nombra a 7 categorías distintas: PET, PEAD, PVC, PEBD, PP, PS, y la séptima última categoría denominada “otros” (CAIRPLAS, 2018).

Tabla 2.

Descripción de tipos de plásticos reciclables

Símbolo	Tipos
	PET Tereftalato de polietileno (PET). Se usa para botellas de bebidas, bolsas para hervir y bandejas para comidas calentadas en microondas. Es ligero, resistente y reciclable. Luego del reciclado, el PET se usa en muebles, alfombras, fibras textiles, piezas de automóvil y reciclado convenientemente en nuevos envases de alimentos.
	PEAD Polietileno de alta densidad (HDPE). Se utiliza en envases de lavandina, detergentes y cosméticos, bidones, baldes y cajones de plásticos. Igualmente, se puede ver en envases de leche, zumos, yogurt, agua, y bolsas de basura. Se recicla de diferentes maneras, produciendo cañerías, botellas de detergentes y limpiadores, muebles de jardín, botes de aceite, etc.
	PVC Cloruro de polivinilo (PVC). Se elaboran botellas para aceite de cocina, productos de limpieza y en la construcción: ventanas, tubos de drenaje, perfiles, forro para cables, etc. También es muy resistente una vez reciclado, puede ser usado para paneles, tarimas, tapetes, etc.
	PEBD Polietileno de baja densidad (LDPE). Utilizado para bolsas para vegetales en supermercados, bolsas para pan, envolturas de alimentos, silos bolsa. Este plástico fuerte, flexible y transparente se puede hallar en bolsas muy diversas, mangueras, etc. Tras su reciclado se puede usar de nuevo en contenedores y papeleras, sobres, paneles, tuberías o baldosas.
	PP Polipropileno (PP). Se elaboran envases para yogurt, botellas para champú, potes, muebles de jardín y recipientes para margarina. Por su elevado punto de fusión se logra adquirir envases capaces de contener líquidos y alimentos calientes. Se suele usar en la elaboración de envases médicos, yogures, pajitas, envases de ketchup, tapas, algunos contenedores de cocina, autopartes, cajones, etc. Una vez reciclado se puede usar en señalizaciones luminosas, cables de batería, escobas, cepillos, rastrillos, baldes, palets, bandejas, etc.
	PS Poliestireno (PS). Espuma plástica usada para tazas, envase para comidas rápidas, hueveras y bandejas. Su bajo punto de fusión hace dable que pueda derretirse en contacto con el calor. Una vez reciclado, se logra obtener varios productos entre ellos, material para edificación, aislantes, etc.
	Otros. Todas las demás resinas de plástico o mezclas no señaladas anteriormente. Pertenecen a una gran variedad de plásticos. Se elaboran materiales a prueba de balas, DVD, anteojos de sol, MP3 y PC, etc.

Nota: extraído de (CAIRPLAS, 2018)

EL tipo de plástico a utilizar como estabilizante son las botellas de plástico también llamada como PET (tereftalato de polietileno); es por ello que la presente tesis plantea la estabilización de un suelo arcilloso incorporando PET en 2%, 4% y 6%.

Luego de lo antes explicado se formula la siguiente pregunta: ¿Cómo influye la incorporación del PET en 2%, 4% y 6% en la estabilización de suelos arcillosos para carreteras no pavimentadas?; respondiendo a la pregunta formulada el objetivo principal fue

determinar la influencia de la adición de PET en 2%, 4% y 6% en la estabilización de un suelo arcilloso para carreteras no pavimentadas y como objetivos específicos fue determinar la clasificación del suelo de acuerdo al sistema Unificado de clasificación de Suelos (SUCS) y Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO); realizar ensayos de contenido de humedad, granulometría, Proctor modificado y CBR a un suelo arcilloso patrón; realizar Proctor y CBR a suelo arcilloso adicionando PET al 2%, 4% y 6%. Respondiendo a la pregunta de investigación proponemos como hipótesis que, la adición de PET en 2%, 4% y 6% influye en la estabilización de suelos arcillosos mejorando sus propiedades físicas mecánicas en un 15%.

CAPÍTULO II. MÉTODO

Al plantear la pregunta ¿Cómo influye la incorporación del PET en 2%, 4% y 6% en la estabilización de suelos arcillosos para carreteras no pavimentadas?; primero, se extrajo la muestra de la excavación de 01 calicata ubicada en el Jr. Guadalupe cuadra 1 del centro poblado Tartar Chico – Distrito Baños del Inca, Provincia de Cajamarca; se ingresó la muestra al laboratorio KAOLYN INGENIEROS S.A.C. y se realizaron los siguientes ensayos: contenido de humedad, análisis granulométrico, límites de Atterberg, proctor y CBR para la muestra natural, proctor y CBR para cada muestra incorporando 2%, 4% y 6% de PET. El PET que se utilizó fue picado de botellas obtenidas de una recicladora ubicada en calle S/N ubicada aproximadamente por entre Av. La paz y Av. Mariscal Cáceres del puente los chilcos a 50 metros.

De acuerdo al propósito de la investigación, problemas y objetivos planteados, esta investigación se considera un tipo de investigación aplicada, Según (Lozada, 2014) la investigación aplicada busca la generación de conocimiento con la aplicación directa a los problemas de la humanidad o el sector productivo. Y de acuerdo al diseño de estudio es un método de investigación experimental, según (Tam, Vera, & Oliveros, 2008) en este método el investigador ha manipulado la variable independiente, por lo cual que se tiene el mayor control y evidencia de la causa –efecto.

La población seleccionada para la presente investigación es un suelo arcilloso del centro poblado Tartar Chico del Distrito Baños del Inca de la ciudad de Cajamarca y la muestra fue seleccionada a criterio y conveniencia del autor fue extraída de una calicata realizada en Jr. Guadalupe cuadra 1 del centro poblado Tartar Chico (ver plano de ubicación de la calicata – anexo); en el punto de la calicata se estuvo ejecutando un proyecto de instalación de alcantarillado, y se observó la excavación, logrando visualizar un material

marrón rojizo; se tomó la muestra y se realizó los ensayos respectivos de clasificación de suelos obteniendo un tipo de suelo arcilloso,

De la muestra obtenida de la calicata se realizaron los siguientes ensayos de CBR:

Tabla 3.

Muestras de CBR ensayadas

CBR	Número de ensayos
CBR patrón	3
CBR patrón + 2% de PET	3
CBR patrón + 4% de PET	3
CBR patrón + 6% de PET	3

Nota: elaboración propia

La técnica de recolección de datos es la observación visual. Se realizó una visita de campo en el Jr. Guadalupe cuadra 1, y se procedió a realizar una calicata de 0.80x0.80x1.50m, luego se procedió a trasladar la muestra al laboratorio para los estudios requeridos para el desarrollo de la investigación. Los instrumentos que se utilizaron en campo fueron bolsas, palana, pico y wincha; y los instrumentos que se utilizaron en el laboratorio fueron equipos para realizar el estudio de suelos, normas técnicas peruanas, normas ASTM y MTC. Se utilizaron las siguientes normas para realizar los ensayos:

- Contenido de Humedad (NTP 339.127 Y ASTM 2216)
- Análisis Granulométrico (NTP 339.128 Y ASTM 422)
- Clasificación SUCS (NTP 339.134 Y ASTM 2487)
- Índice de plasticidad (NTP 339.129 ASTM 4318)
- Índice plástico (NTP 339.129 Y ASTM 4318)
- Proctor Modificado (NTP 339.141 Y ASTM 1557)
- CBR (NTP 339.145 Y ASTM 1883)

Y para el procesamiento de datos se usó una computadora, equipo de protección personal.

El método de análisis de datos se hará mediante mediciones y procedimientos de los ensayos que se realicen en el laboratorio, estos datos serán relacionados de acuerdo al manual de diseño de carreteras no pavimentadas del MTC. El método es comparativo, este método consiste en la comparación de muestras con suelo en estado natural y con la adición de PET (picado de botellas recicladas), para el mejoramiento del suelo arcilloso del Jr. Guadalupe, centro poblado Tartar Chico, Distrito Baños del Inca. Los instrumentos que se utilizaron fueron los formatos de análisis de datos de los ensayos realizados en el laboratorio. Los formatos utilizados son los siguientes: formato para contenido de humedad, granulometría, límites de Atterberg, proctor y CBR.

El procedimiento de recolección de datos es la siguiente: se realizó la localización y ubicación de la muestra, se extrajo la muestra de la calicata y fueron colocadas en bolsas para que conserve su humedad natural, luego fue llevado al laboratorio de mecánica de suelos KAOLYN INGENIEROS S.A.C. para realizar los ensayos requeridos para la presente investigación, para luego pasar al procedimiento de análisis de datos, se procedió a procesar los datos tomados para cada uno de los ensayos determinando el porcentaje de humedad, límite líquido, límite plástico y granulometría determinando el tipo de suelo siguiendo los protocolos del laboratorio; luego se procedió a procesar los datos de proctor y CBR para la muestra natural y para la muestra incorporando PET al 2%, 4% y 6%; luego se guardó en una carpeta. En los resultados se realizó el análisis de la clasificación de suelos que se obtuvo, la densidad máxima seca de la muestra natural, la densidad máxima seca de cada muestra al incorporar 2%, 4% y 6% de PET y el CBR de la muestra patrón y con incorporación de PET de 2%, 4% y 6%.

A continuación, se presenta los protocolos del laboratorio KAOLYN INGENIEROS

S.A.C, que se han utilizado en la presente investigación:

Figura 1.

Protocolo para contenido de humedad


		KAOLYN INGENIEROS S.A.C Jr.PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA Teléfono: 970909446		
Título: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4643 / D 2216		Código de control Nro. F2-10-OC		
Nro de revisión: 1		Formato-Fecha de revisión de formato:		Página 1 de 1
Tesis:		Fecha muestreo:		Capa :
Descripción:		Curva No.		
Condiciones de Secado: 60°C / 110°C <input checked="" type="checkbox"/>		Método : <input type="checkbox"/> Homo (O) <input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Microonda (M)
Muestra No.				
Ubicación	E =	N =	C =	
Profundidad				
Muestra o ensayo	1	2	3	4
RECIPIENTE No				
Pr + Ph	A			
Pr + Ps	B			
Pr	C			
P. AGUA	D = A - B			
Ps	E = B - C			
% DE HUMEDAD (D/E) * 100				Promedio =
CLASIFICACIÓN SUCS				
OBSERVACIONES: <u>CONTENIDO DE HUMEDAD DE TODA LA MUESTRA.</u>				
OBSERVACIONES:				
PR= PESO DEL RECIPIENTE PH= PESO HUMEDO PS= PESO SECO				
RESPONSABLE DEL ENSAYO		RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.		ASESOR
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ		ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN		ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO

Figura 2.

Protocolo de análisis granulométrico

Tamaño Tamiz		Peso Reten. Acumulado	% Retenido	% Pasa	Especif. Nivel I	Cantidad de suelo que pasa el tamiz No. 4 (Compactación AASHTO):	
8"						[1-(contenido de humedad (-No.4)/100*(6000g ó 13.231 lb))*(-No. 4)]*(-2")]	
6"						Cantidad de suelo entre los tamices 3/4 y Nº4 (Compactación AASHTO):	
4"						1.01*(6000 ó 13.231 lb)*[(-2")-(-No.4)]*(-2")	
3"						Condiciones de Secado y Lavado del suelo Retenido en la malla Nº 4	
2"						Secado a 110°C sin lavar.	
1 1/2"							
1"						Peso suelo Húmedo que pasa (g)	_____
3/4"						Peso suelo seco que pasa (g)	_____
1/2"						Peso suelo seco retenido (g)	_____
3/8"						Peso suelo seco total (g)	_____
1/4"						OVER=	CLASIFICACIÓN SUCS: Cu= -
No. 4						GRAVA=	Cc= -
No. 8						ARENA=	CLASIFICACIÓN AASHTO: COLOR:
No. 10						FINOS=	
No. 16						DESCRIPCIÓN:	
No. 20						Contenido de humedad de la fracción de Suelo que pasa la malla Nº 4	% de suelo seco que pasa la malla No. 200
No. 30						No. Tara	
No. 40						Peso Húmedo + Tara	Peso Seco + Tara
No. 50						Peso Seco + Tara	P. Seco Lavado + Tara
No. 60						Peso de Tara	Peso de Tara
No. 100						Peso del Agua	Suelo Seco (-No. 200) g
No. 140						Peso Seco	Suelo Seco (+No. 200) g
No. 200						Cont. de humedad %	Suelo Seco (-No. 200) %
Platillo							

% PASA	Tamaño en mm																				
	152.4	101.6	76.2	50.8	37.5	25.4	19.0	12.7	9.5	4.75	2.36	2.0	1.18	0.85	0.6	0.425	0.3	0.25	0.15	0.106	0.075
	GRAVA				ARENA GRUESA				ARENA MEDIA				ARENA FINA								
100																					
90																					
80																					
70																					
60																					
50																					
40																					
30																					
20																					
10																					
0																					
	6"	4"	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No.10	No.16	No.20	No.30	No.40	No.50	No.60	No.100	No.140	No.200

OBSERVACIONES: MUESTRA INTEGRAL AL 100% PARA EL ENSAYO.
Las muestras fueron ingresadas por el solicitante.

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	ASESOR
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ	ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN	ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO

Figura 3.

Protocolo para límites de atterberg


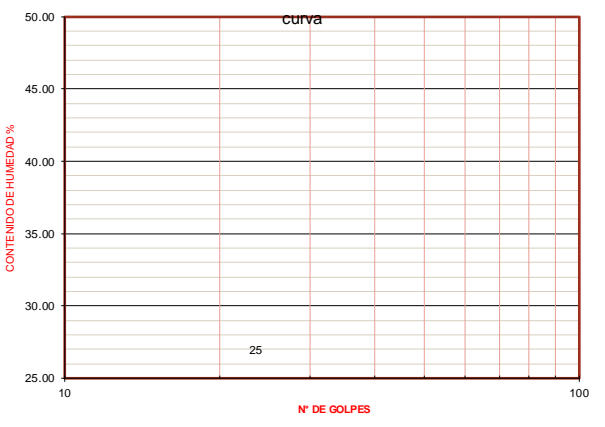
		KAOLYN INGENIEROS S.A.C Jr.PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA Teléfono: 970909446																									
Título: LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318		Código de control Nro. F1-10-OC																									
Nro de revisión:		Formato-Fecha de revisión de formato:																									
		Página 1 de 1																									
Tesis:		Fecha muestreo:																									
Ubicación:		Capa (m)																									
Descripción:		Curva No.																									
Muestra No.:																											
LÍMITES DE CONSISTENCIA																											
LÍMITE LÍQUIDO																											
Muestra o ensayo	1	2	3																								
No DE GOLPES	15	24	34																								
RECIPIENTE No																											
Pr + Ph																											
Pr + Ps																											
P. AGUA																											
Pr																											
Ps																											
% DE HUMEDAD																											
LÍMITE PLÁSTICO																											
RECIPIENTE No	A110	A118																									
Pr + Ph																											
Pr + Ps																											
P. AGUA																											
Pr																											
Ps			Promedio=																								
% DE HUMEDAD																											
		HUMEDAD NATURAL %: _____ LÍMITE LÍQUIDO %: _____ LÍMITE PLÁSTICO %: _____ ÍNDICE DE PLASTICIDAD %: _____																									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>No. Golpes</th> <th>Factor K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>0.974</td></tr> <tr><td>21</td><td>0.979</td></tr> <tr><td>22</td><td>0.985</td></tr> <tr><td>23</td><td>0.990</td></tr> <tr><td>24</td><td>0.995</td></tr> <tr><td>25</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>26</td><td>1.005</td></tr> <tr><td>27</td><td>1.009</td></tr> <tr><td>28</td><td>1.014</td></tr> <tr><td>29</td><td>1.018</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.022</td></tr> </tbody> </table>		No. Golpes	Factor K	20	0.974	21	0.979	22	0.985	23	0.990	24	0.995	25	1.000	26	1.005	27	1.009	28	1.014	29	1.018	30	1.022
No. Golpes	Factor K																										
20	0.974																										
21	0.979																										
22	0.985																										
23	0.990																										
24	0.995																										
25	1.000																										
26	1.005																										
27	1.009																										
28	1.014																										
29	1.018																										
30	1.022																										
OBSERVACIONES: Las muestras fueron ingresadas por el solicitante.																											
PR= PESO DEL RECIPIENTE		TEMPERATURA DE SECADO																									
PH= PESO HUMEDO		PREPARACION DE LA MUESTRA 60° C AMBIENTE																									
PS= PESO SECO		CONTENIDO DE HUMEDAD 60° C 110° C																									
AGUA USADA		DESTILADA OTRA																									
POTABLE																											
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	ASESOR																									
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ	ING. RICARDO JAVIER OCAS BONÓN	ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO																									

Figura 4.

Protocolo para proctor modificado


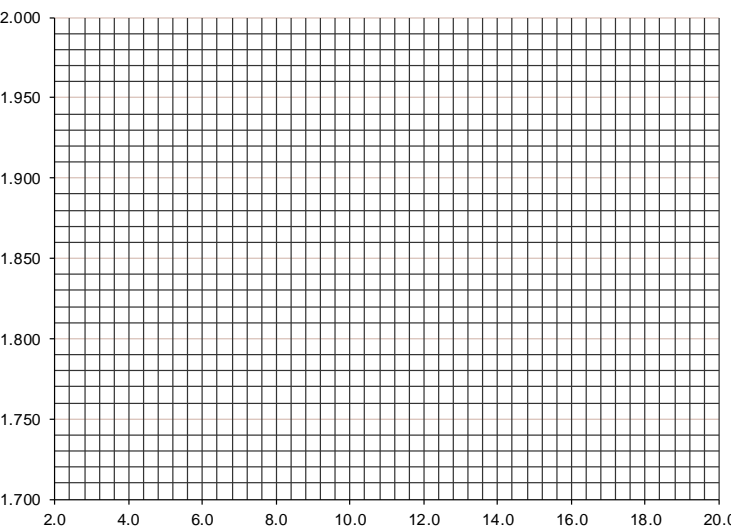
		KAOLYN INGENIEROS S.A.C								
		Jr. PARÁISO N° 120- CAJAMARCA Teléfono: 970909446								
Título:		RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Próctor)		Código de control:						
		ASTM D 698 / 1557		F4A-10-OC						
Nro de revisión:		Fecha de revisión:		Página 1 de 1						
Tesis:		Fecha de muestreo:								
Descripción:		Capa = -								
Muestra No.:		Curva No. = -								
DETERMINACIÓN	1	2	3	4	5					
Agua Agregada										
Peso Molde + material húmedo										
Peso del molde (g).										
Peso de material húmedo (g).										
Volumen del molde (cm3).										
Densidad húmeda (g/cm3).										
Cápsula + material húmedo (g).										
Cápsula + material seco (g).										
Peso del agua (g).										
Número de cápsula										
Peso de la cápsula (g).										
Peso de suelo seco (g).										
Contenido de agua (%).										
Densidad seca (g/cm3).										
Tipo molde	4"	6" diámetro	Volumen Molde	T° Secado	Peso molde					
Metodo	A	B	C	0.00 CC	60°C/110°C X	0.0 g				
Clasificación SUCS:	0			ASTM	X	698/1557				
			<table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <tr><td style="text-align: center;">DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm3)</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">HUMEDAD ÓPTIMA %</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> </table>			DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm3)	HUMEDAD ÓPTIMA %			
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm3)										
HUMEDAD ÓPTIMA %										
OBSERVACIONES: 0										
RESPONSABLE DEL ENSAYO		RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.		ASESOR						
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ		ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN		ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO						

Figura 5.

Protocolo para CBR – hoja 1



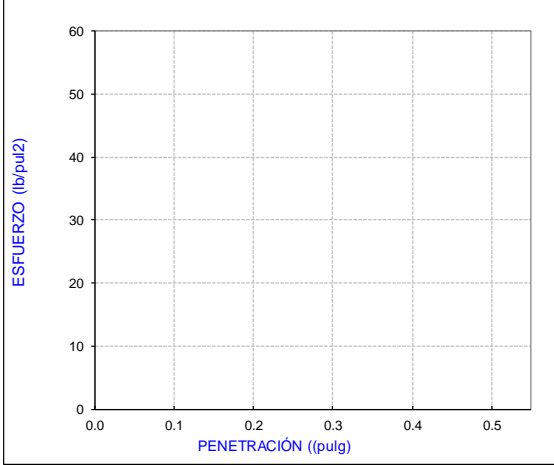
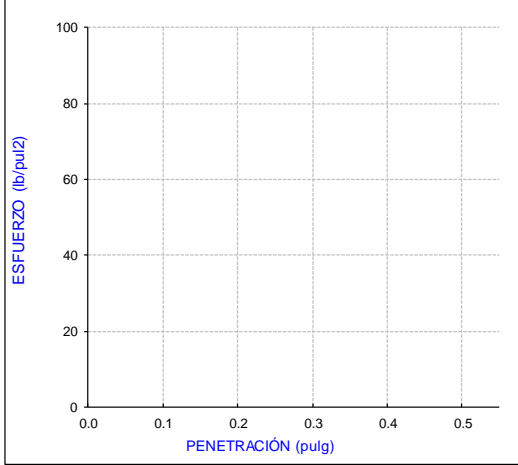
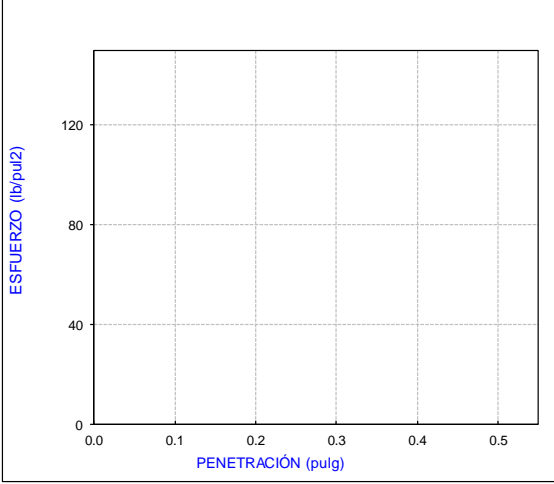
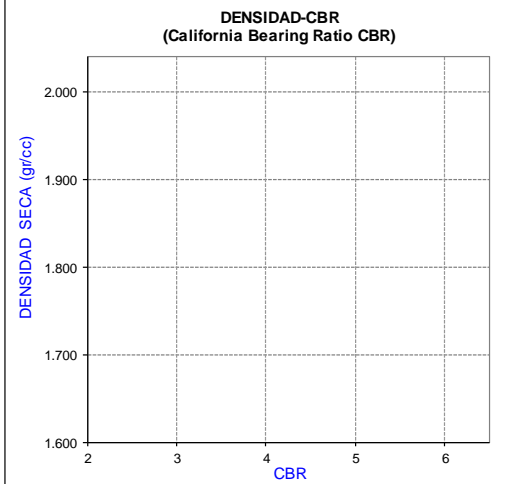
		KAOLYN INGENIEROS S.A.C					
		Jr.PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA Teléfono: 970909446					
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS KAOLYN INGENIEROS							
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)				ASTM D1883			
TESIS :							
DESCRIPCIÓN		COD. MUEST.:					
SOLICITANTE		SUCS:					
UBICACIÓN							
FECHA MUESTREO:							
COMPACTACIÓN C B R							
MOLDE							
Altura Molde mm.							
N° Capas	5		5		5		
N° Golp x Capa	12		25		56		
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	
P. Húm.+ Molde							
Peso Molde (gr)							
Peso Húmedo (gr)							
Vol. Molde (cc)							
Densidad H.(gr/cc)							
Número de Tara							
P.Húmedo + Tara							
Peso Seco + Tara							
Peso Agua (gr)							
Peso Tara (gr)							
P. Muestra Seca							
Cont. Humedad							
Cont.Hum.Prom.							
DENSIDAD SECA							
ENSAYO DE HINCHAMIENTO							
TIEMPO ACUMULADO		NÚMERO DE MOLDE		NÚMERO DE MOLDE		NÚMERO DE MOLDE	
(Hs)	(Días)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)
			(%)		(%)		(%)
0	0						
24	1						
48	2						
72	3						
96	4						
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN							
PENETRACIÓN		0		0		0	
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
			kg/cm2		kg/cm2		kg/cm2
			lb/pul2		lb/pul2		lb/pul2
0.00	0.000						
0.64	0.025						
1.27	0.050						
1.91	0.075						
2.54	0.100						
5.08	0.200						
7.62	0.300						
10.16	0.400						
12.70	0.500						
OBSERVACIONES: _____							
RESPONSABLE DEL ENSAYO			RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.		ASESOR		
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ			ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN		ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO		

Figura 6.

Protocolo para CBR - hoja 2

		KAOLYN INGENIEROS S.A.C Jr.PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA Teléfono: 970909446							
									
	<p style="text-align: center;">DENSIDAD-CBR (California Bearing Ratio CBR)</p> 								
PENETRACIÓN Densidad 0.1 (*) CBR(0.1) MOLDE 3 MOLDE 2 MOLDE 1									
Densidad Máxima Seca Humedad Óptima									
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;">C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.</td> <td style="padding: 2px;">0.1" =</td> <td style="width: 40px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.</td> <td style="padding: 2px;">0.1" =</td> <td></td> </tr> </table>		C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	0.1" =		C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	0.1" =			
C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	0.1" =								
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	0.1" =								
OBSERVACIONES: _____									
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	ASESOR							
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ	ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN	ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO							

Los aspectos éticos que se tuvieron en cuenta fueron: se citaron todas las fuentes que han sido utilizadas en esta tesis; todos los resultados serán presentados sin alterar datos; se consideró la política anti plagio que se debe de tener en este tipo de investigaciones.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Se presentará los resultados de todo el proceso de los ensayos de laboratorio que se realizaron de la muestra extraída de la calicata.

Tabla 4.

Granulometría de PET

Tamiz	Abertura	% que pasa
(1/2pulg)	12,70 mm	88.9
(3/8 pulg)	9,52 mm	38.3
(1/4 pulg)	6.35 mm	29.6
(N°4)	4,75 mm	11.0
(N°10)	2,00 mm	0.30

Al realizar la granulometría del plástico reciclable picado de acuerdo a la tabla 4 se obtuvo que los tamaños del PET comprenden desde ½ pulgada (12.70mm) hasta el tamiz N16 (2 mm).

Al realizar el ensayo de contenido de humedad de la muestra natural se obtuvo una humedad de 21.6%; esto significa el suelo a estudiar va a necesitar ser secado o cambiar el suelo por otro mejorado.

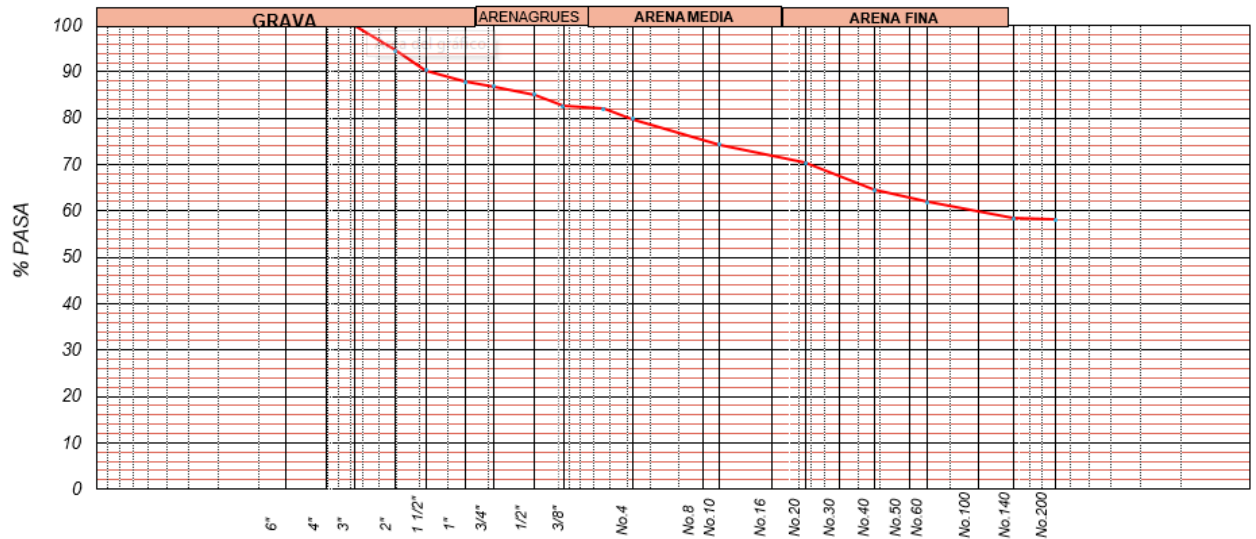
Tabla 5.

Análisis granulométrico de la muestra natural

Tamiz	Abertura	% que pasa
(2 pulg)	50,0 mm	94.5
(1 ½” pulg)	37,5 mm	90.4
(1 pulg)	25,0 mm	87.8
(3/4 pulg)	19,0 mm	86.9
(3/8 pulg)	9,5 mm	82.6
(N°4)	4,75 mm	79.9
(N°10)	2,00 mm	74.3
(N°20)	850 µm	70.4
(N°40)	425 µm	64.6
(N 60)	250 µm	61.9
(N°140)	106 µm	58.4
(N°200)	75 µm	58.1

Figura 7.

Curva granulométrica de la muestra natural



Realizando el tamizado de la muestra natural según la tabla 5 y la figura 7 donde muestra la curva granulométrica entre el porcentaje que pasa por cada tamiz; se determinó que el espécimen comprende desde el tamiz de 2" hasta el tamiz N°200; el porcentaje pasante la N°200 es de 58.1, por lo tanto, el suelo de subrasante es considerado un suelo de finos.

Tabla 6.

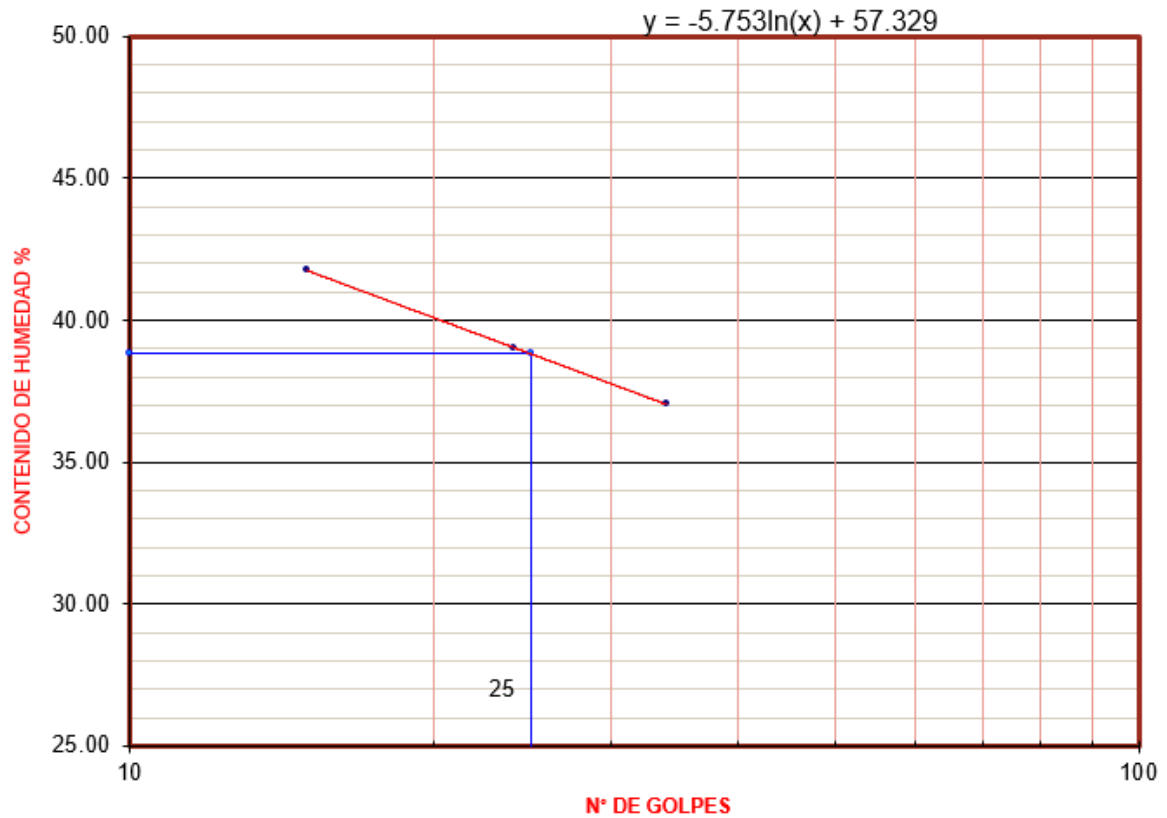
Límites de Atterberg

Límites de Atterberg	
Límite líquido	38.8%
Límite plástico	24.3%
Índice de plasticidad	14.5%

Los ensayos de límites de Atterberg se realizaron a la muestra natural, de acuerdo a los resultados de la tabla 6 presentando un límite líquido de 38.8%, límite plástico 23.3 obteniendo un índice de plasticidad de 14.5%, la cual indica que el suelo presenta una plasticidad baja a media con características de un suelo arcilloso.

Figura 8.

Diagrama de fluidez



La figura 8 indica el diagrama de fluidez, la cual indica que para los 25 golpes la muestra alcanza su límite líquido de 38.8%.

Tabla 7.

Clasificación de suelos según AASHTO

Clasificación General	Suelos Granulares ($\leq 35\%$ pasa 0,08 mm)							Suelos Finos ($> 35\%$ Bajo 0,08 mm)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
Sub-grupo	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6*	A-2-7*				A-7-5**	A-7-6**
2 mm	≤ 50											
0,5 mm	≤ 30	≤ 50	≥ 51									
0,08 mm	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35				≥ 36				
W _L				≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	
IP				≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≥ 11	≥ 11	
Descripción	Gravas y Arenas		Arena Fina	Gravas y Arenas Limosas Arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos		
** A-7-5: $IP \leq (W_L - 30)$							** A-7-6: $IP > (W_L - 30)$					
Si el suelo es NP _ $IG = 0$; Si $IG < 0$ _ $IG = 0$												

Con los resultados de análisis granulométrico; las partículas de la muestra pasante el tamiz N°200 es mayor del 36%, presentando un límite líquido de 38.8% y un índice de plasticidad de 14.5% por consiguiente de acuerdo a la tabla 7, es considerado un suelo arcilloso perteneciente al grupo A-6.

Tabla 8.

Clasificación de suelos según SUCS

División mayor		Grupos Símbolos	Descripción		
GRAVAS Mas de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla N°04	GRAVAS (Mas de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla N°04)	GRAVAS LIMPIAS (Poco o nada de partículas finas)	GW GP	Gravas bien graduadas, mezclas de arena y grava poco o nada de finos. Gravas mal graduadas, mezclas de gravas y arena con poco o nada de finos.	
		GRAVA VA CON FINO	GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo.	
			GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla.	
		ARENAS (Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla N°04)	ARENA LIMPIA (Poco o nada de partículas finas)	SW	Arenas bien graduadas, arenas con gravas, con poco o nada de finos.
	SP			Arenas mal graduadas, arenas con gravas, con poco o nada de finos.	
	ARENA CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)		SM	Arenas limosas, mezclas de arenas y limo.	
			SC	Arenas arcillosas, mezclas de arenas y arcilla.	
	SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200		LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido menor de 50	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.
				CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.
		OL		Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.	
LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido mayor de 50		MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, limos elásticos.		
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad. Arcillas francas.		
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	OH	Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.			
	Pt	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.			

Nota: extraído de (Villalaz, 1980)

Como más de la mitad del material pasa por la malla N 200 y presenta un límite líquido menor a 50%, De acuerdo a la tabla N 8 clasificación de suelos SUCS; la muestra es un tipo de suelo CL correspondiente a una arcilla de baja plasticidad con grava.

Tabla 9.

Densidad máxima seca y humedad óptima

Muestra	D.M.S.	Optimo contenido de humedad
Muestra patrón	1.95	9.90
Muestra con 2% de PET	1.91	9.95
Muestra con 4% de PET	1.86	11.40
Muestra con 6% de PET	1.80	11.80

Figura 9.

Representación de la densidad máxima seca

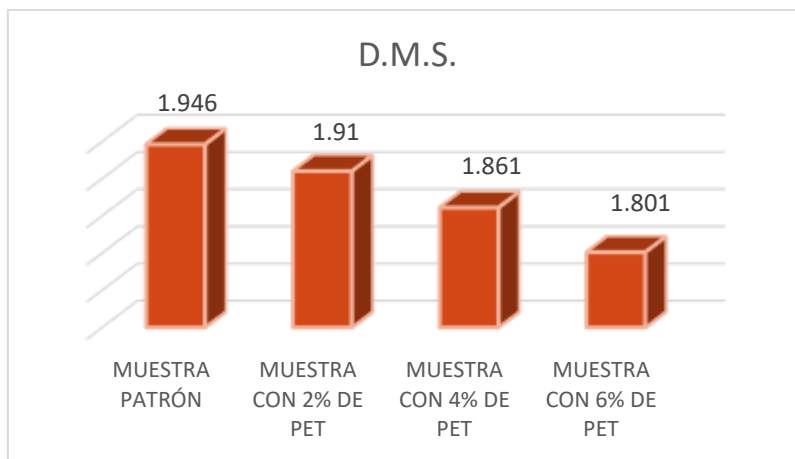
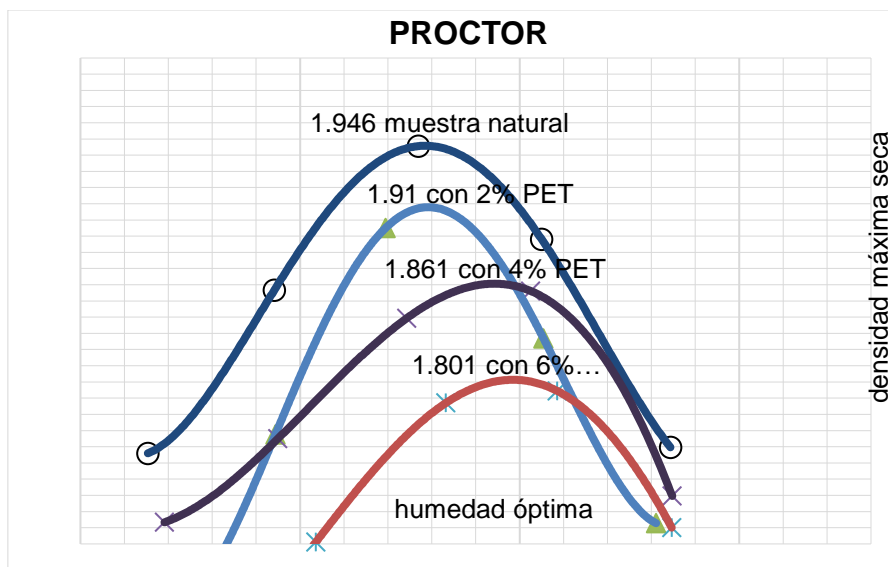


Figura 10.

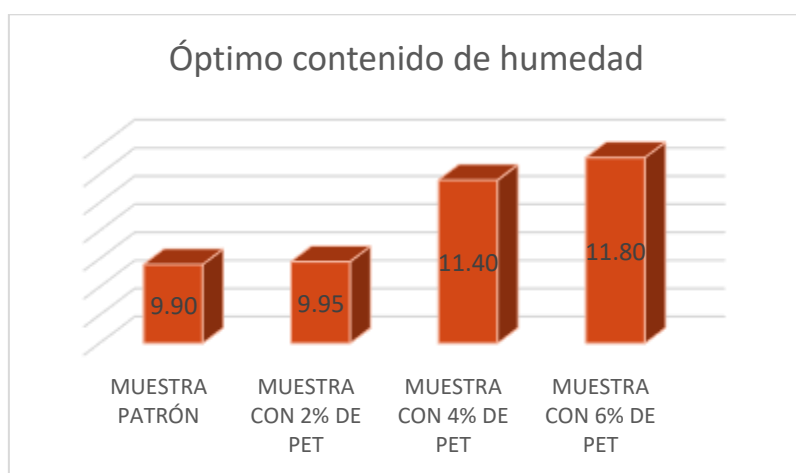
Comparación de Proctor



Según los resultados en la tabla 9 y figura N 9 y figura 10; la densidad máxima de la muestra patrón es de 1.95gr/cm³ y al incorporar PET en 2%, la densidad máxima seca disminuyó a 1.91 gr/cm³, y la muestra patrón con 4% de PET en 4% se obtuvo 1.861 gr/cm³ y con 6% de PET la densidad máxima seca es de 1.80gr/cm³. Esto indica que, al incorporar PET en los porcentajes indicados, este ocupa volumen, la cual reemplaza en cierta cantidad a la muestra patrón, a mayor incorporación de PET menor será densidad máxima seca.

Figura 11.

Representación del contenido de humedad óptimo



Según la figura 10, el contenido óptimo de humedad de la muestra patrón es de 9.9% y al incorporar PET en 2%, 4%, 6% este ha ido incrementando hasta 11.8%.

Según los resultados se obtuvieron los siguientes CBR:

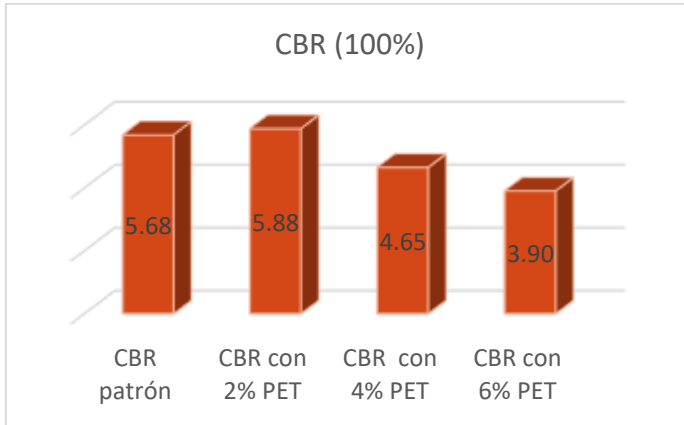
Tabla 10.

Resultado de CBR al 100%

Muestra	CBR (100%)
CBR patrón	5.68
CBR con 2% PET	5.88
CBR con 4% PET	4.65
CBR con 6% PET	3.90

Figura 12.

Representación de CBR al 100%



De acuerdo a la tabla 10 y a la figura 9, el CBR natural de acuerdo a los resultados es de 5.68%; según el manual para carreteras no pavimentadas se considera dentro de la categoría S1 (subrasante pobre), la cual es un material no apto para subrasante, ya que para que sea un material aceptable el CBR tiene que ser igual o mayor a 6%.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En esta investigación, se utilizó PET como estabilizante para un suelo arcilloso, al incorporar 2% de PET incrementó el CBR en 3.58% con respecto al CBR natural; y con las proporciones de 4% y 6% de PET a la muestra natural el CBR disminuyó.

En concordancia a los antecedentes de la investigación realizada según (Ramos, 2014) como estabilizador de suelos usaron PET en 1.5% con respecto al peso seco del suelo; de 5 a 10mm, la cual incrementó su CBR en 26%; al incorporar 3% de PET mejoró sus propiedades de la subrasante de 0.3 hasta 0.6% del CBR natural; mientras que al incorporar 6% y 9% de PET el CBR disminuyó. Al incorporar mayor porcentaje de PET, la densidad máxima seca disminuye.

Cuipal (2018) en su estudio se utilizó PET como aditivo para estabilizar un suelo arcilloso incorporando PET 3%, 6% y 9%. Concluye que al incorporar PET 3% incrementa de 0.3% hasta 0.6% el CBR y con la incorporación de 6% y 9% disminuye el CBR.

Comparando los resultados se puede determinar que la densidad máxima seca de un suelo no es inversamente proporcional a su resistencia; a mayor incorporación de PET disminuye la densidad máxima seca, sin embargo, la resistencia aumenta o disminuye de acuerdo a la incorporación de PET y dimensiones del PET.

Según la investigación de (Estrada & Pintado, 2019) realizó ensayos de estabilización de suelos usando cal hidratada en 2%, 4% y 6%; cloruro de sodio 4%, 8% y 12% y cemento portland con 4%, 6% y 8%, obteniendo como resultados que, con la incorporación de cal hidratada el CBR se duplicó con respecto al CBR natural; con la incorporación de cloruro de sodio el CBR incrementó en 10% y con la adición de cemento portland el cemento incrementó en 50% del CBR patrón.

A comparación con la utilización de PET como aditivo estabilizante, los estabilizadores de cal hidratada ayudan a incrementar hasta el doble al CBR natural y el

cemento portland incrementa el CBR hasta el 50% más que el CBR patrón a diferencia del PET de 5 a 10mm, este llega a estabilizar el suelo incrementando el CBR patrón en un 26%. Se concluye que la cal hidratada es la más efectiva y el PET es menos efectiva como estabilizante para un suelo arcilloso; sin embargo, los tres materiales hacen que haya un incremento del CBR natural.

Según (Fernández, 2017) en su investigación usó el aditivo terrazyme para estabilización de suelos arcillosos concluyendo que; al incorporar 30 ml de terrazyme a la muestra patrón, este incrementó el CBR en 19% del CBR natural. Con el resto de proporciones disminuyó su resistencia.

Las implicancias de la presente investigación son las siguientes: la investigación ha permitido dar a conocer si la utilización del PET de 2mm a 12mm mejora las propiedades físicas y químicas de un suelo arcilloso. Analizar si el PET es un material recomendable a utilizar con estabilizante para una subrasante de un suelo arcilloso. La discusión y conclusiones de esta investigación permite la toma de decisiones para la puesta en marcha la utilización de este material reciclable como estabilizante.

Como limitaciones tenemos lo siguiente: los resultados obtenidos solamente son para un suelo de tipo arcilloso, más no se puede generalizar para otro tipo de suelos. Otro limitante fue no encontrar investigaciones en la ciudad de Cajamarca utilizando PET triturado como estabilizante. Los ensayos no se lograron realizar en la Universidad Privada del Norte, ya que por la aparición de la pandemia Covid – 19 cerraron todas las instituciones educativas.

De acuerdo con las investigaciones se obtiene una mayor resistencia utilizando PET al 1.5% de 5 a 10mm que usar aditivo terrazyme en 30 ml.

Según la investigación de Ramos (2014) la adición de 1.5% de PET de 5 a 10 mm a un suelo arcilloso incrementa su resistencia hasta en un 26% a comparación con los resultados obtenidos en la presente investigación que, al incorporar 2% de PET de 2 a 12.7

mm, solamente incrementa su CBR en un 3.58% del CBR patrón esto indica que a mayor tamaño del PET triturado y mayor porcentaje de adición de PET menor será la resistencia de suelo.

En la presente investigación se determinó la clasificación de suelos según SUCS obteniendo un suelo CL (arcilla de baja plasticidad con grava y según AASHTO presenta un suelo tipo A-6 (suelo arcilloso). Presenta una humedad de 21.6% y un proctor de la muestra natural de 1.95% incorporando 2% de PET tiene una densidad de 1.91%, con 4% de PET tiene una densidad de 1.86 y con 6% de PET presenta una densidad de 1.80%. Obteniendo un CBR natural de 5.68%, incorporando 2% de PET se tiene un CBR de 5.88%, con adición de 4% de PET se tiene un CBR de 4.65% y con adición de 6% de PET se obtiene un CBR DE 3.90%. Concluyendo que, con la incorporación de 2% de PET incrementó el CBR natural en 3.58% aumentando su resistencia de 5.68% a 5.88%, con las demas proporciones el CBR disminuye.

Se concluye que la hipótesis planteada no cumple, ya que la adición de PET en 2%, 4% y 6% no mejora las propiedades físicas y mecánicas en un 15% sino que un hubo incremento del CBR natural en 3.58% con la incorporación de PET de 2% desde 2mm hasta 12.7 mm.

REFERENCIAS

CAIRPLAS. (2018). *CAIRPLAS*.

CE.020 Estabilización de suelos y taludes. (s.f.). Perú.

CEPAL. (2020). Caminos rurales: vías claves para la producción, la conectividad y desarrollo territorial. *Facilitación, comercio y logística en América Latina y El Caribe*(377), 2.

Cuipal, B. (2018). "Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso con uso de polímero sintético en la carretera Chachapoyas - Huancas, Amazonas, 2018".

Estrada, F. J., & Pintado, J. P. (2019). "Capacidad portante (CBR) del suelo del sector 9 de Cajamarca, incorporando 2%, 4% y 6% de cal hidratada, 4%, 6% y 8% de cemento portland tipo I y 4%, 8% y 12% de cloruro de sodio".

Fernández, H. (2017). "Efecto del aditivo terrasyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca".

Juárez, E., & Rico, A. (2005). *Mecánica de Suelos Tomo I Fundamentos de la mecánica de suelos*. México: Limusa.

Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *Universidad Tecnológica Indoamérica*, 35.

Marquéz, D. (2019). "Mejoramiento de la estabilización en la subrasante de suelos arcillosos usando plásticos reciclados PET en en Distrito La Encantada, Provincia de Morropón - Piura 2019".

Montejo, A., Montejó, A., & Montejó, A. (2018). *Estabilización de suelos* (1 ed.). Ediciones de la U.

MTC. (2008). *Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito*. Lima.

MTC. (2016). *Sistema de clasificación de los suelos - anexo N° 1*.

MTC E 107. (2016). *Análisis granulométricos de suelos por tamizado*. Lima.

MTC E 110. (2016). *Determinación del límite líquido de suelos* (1 ed.). Lima.

MTC E 111. (2016). *Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.)*. Lima.

MTC E 115. (2016). *Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor modificado)* (1 ed.). Lima.

MTC E 115. (2016). *Proctor modificado* (1 ed.). Lima.

MTC E 132. (2016). *CBR de suelos (laboratorio)* (1 ed.). Lima.

NTP 339.127. (1998). *SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo*. (1 Edición ed.). Lima.

NTP 339.128. (1999). *SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico* (1 ed.).
Lima.

Quezada, S. (2017). Estudio comparativo de la esabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación. *Repositorio Institucional PIRHUA*.



Ramos, G. (2014). Mejoramiento de baja capacidad portante mediante el uso de polímeros reciclados en carreteras, Paucará Huancavelica 2014. *Universidad Nacional del Centro del Perú*, 103.


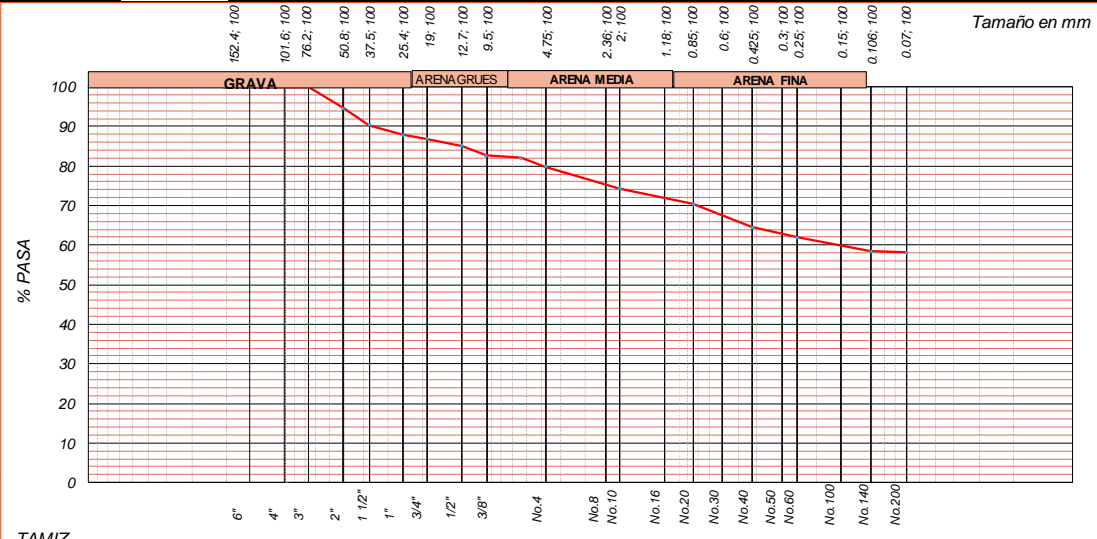



Tam, J., Vera, G., & Oliveros, R. (2008). Tipos, métodos y estrategias de investigación científica. *Escuela de Posgrado*, 149.


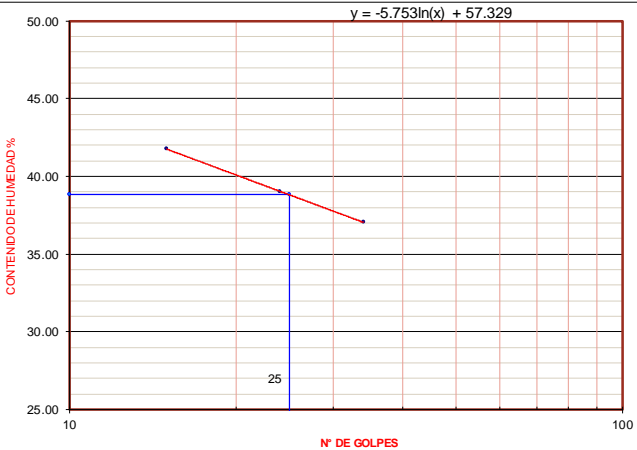



Villalaz, I. C. (1980). *MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES* (QUINTA EDICION ed.). Monterrey: LIMUSA.


PROTOCOLOS DE ENSAYOS

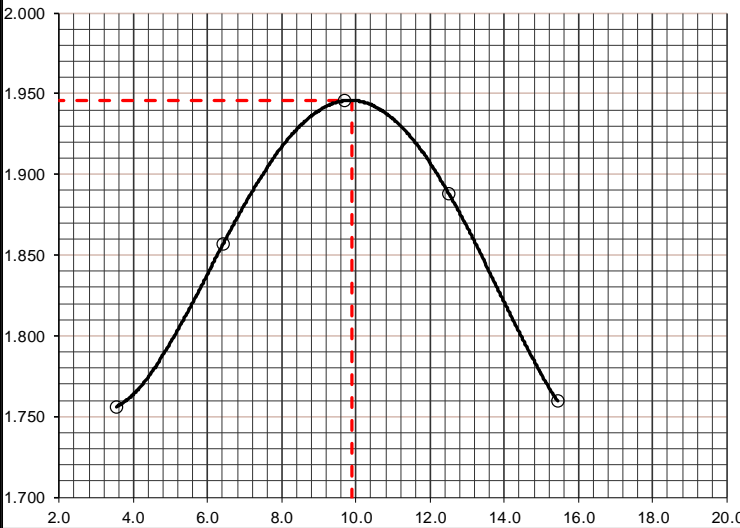
“ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO PARA
CARRETERAS NO PAVIMENTADAS INCORPORANDO PET EN
2%, 4% Y 6%”

Muestra No.		KISAC-345-2021			
Ubicación		E =	N =	C =	
Profundidad					
Muestra o ensayo		1	2	3	4
RECIPIENTE No		J-06	D-01	M-07	
Pr + Ph	A	579.7	555.1	553.7	
Pr + Ps	B	488.1	468.8	463.4	
Pr	C	60.3	78.0	38.7	
P. AGUA	D = A - B	91.6	86.4	90.4	
Ps	E = B - C	427.8	390.7	424.7	
% DE HUMEDAD (D/E) * 100		21.4	22.1	21.3	Promedio = 21.6
CLASIFICACIÓN SUCS		CL			
OBSERVACIONES: CONTENIDO DE HUMEDAD DE TODA LA MUESTRA.					
OBSERVACIONES					
PR= PESO DEL RECIPIENTE PH= PESO HUMEDO PS= PESO SECO					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.		ASESOR	
		 Ricardo J. Ocas Boñón INGENIERO CIVIL CIP: 129863		 LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 90703	
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ		ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN		ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO	




		KAOLYN INGENIEROS S.A.C Jr. PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA Teléfonos: MOV. 970909446 CLARO: 984336450																																																																																																																														
Título: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422 / C136		Código de control Nro. F3C-10-OC																																																																																																																														
Nro de revisión: 1	Formato-Fecha de revisión de formato: Junio 2021	Página 1 de 1																																																																																																																														
Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO PARA CARRETERAS NO PAVIMENTADAS INCORPORANDO PET EN 2% 4% Y 6%" Fecha muestreo: 08-May-21 Muestra No. KISAC-345-2021																																																																																																																																
Ubicación: DISTRITO BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA																																																																																																																																
Descripción: CALICATA N°01 - JR. GUADALUPE CUADRA 1																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tamaño Tamiz</th> <th>Peso Reten. Acumulado</th> <th>% Retenido</th> <th>% Pasa</th> <th>Especific. Nivel 1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8"</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td><td>100</td></tr> <tr><td>6"</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td><td></td></tr> <tr><td>4"</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td><td></td></tr> <tr><td>3"</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td><td></td></tr> <tr><td>2"</td><td>444.0</td><td>5.5</td><td>94.5</td><td></td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>771.0</td><td>9.6</td><td>90.4</td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>982.0</td><td>12.2</td><td>87.8</td><td></td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>1052.1</td><td>13.1</td><td>86.9</td><td></td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>1200.0</td><td>14.9</td><td>85.1</td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>1400.0</td><td>17.4</td><td>82.6</td><td></td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>1450.0</td><td>18.0</td><td>82.0</td><td></td></tr> <tr><td>No. 4</td><td>1620.0</td><td>20.1</td><td>79.9</td><td></td></tr> <tr><td>No. 8</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 10</td><td>28.1</td><td>25.7</td><td>74.3</td><td></td></tr> <tr><td>No. 16</td><td>42.5</td><td>28.5</td><td>71.5</td><td></td></tr> <tr><td>No. 20</td><td>47.8</td><td>29.6</td><td>70.4</td><td></td></tr> <tr><td>No. 30</td><td>68.0</td><td>33.6</td><td>66.4</td><td></td></tr> <tr><td>No. 40</td><td>77.1</td><td>35.4</td><td>64.6</td><td></td></tr> <tr><td>No. 50</td><td>82.5</td><td>36.4</td><td>63.6</td><td></td></tr> <tr><td>No. 60</td><td>90.7</td><td>38.1</td><td>61.9</td><td></td></tr> <tr><td>No. 100</td><td>96.3</td><td>39.2</td><td>60.8</td><td></td></tr> <tr><td>No. 140</td><td>108.4</td><td>41.6</td><td>58.4</td><td></td></tr> <tr><td>No. 200</td><td>110.0</td><td>41.9</td><td>58.1</td><td></td></tr> <tr><td>Platillo</td><td>110.1</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Tamaño Tamiz	Peso Reten. Acumulado	% Retenido	% Pasa	Especific. Nivel 1	8"	0.0	0.0	100.0	100	6"	0.0	0.0	100.0		4"	0.0	0.0	100.0		3"	0.0	0.0	100.0		2"	444.0	5.5	94.5		1 1/2"	771.0	9.6	90.4		1"	982.0	12.2	87.8		3/4"	1052.1	13.1	86.9		1/2"	1200.0	14.9	85.1		3/8"	1400.0	17.4	82.6		1/4"	1450.0	18.0	82.0		No. 4	1620.0	20.1	79.9		No. 8					No. 10	28.1	25.7	74.3		No. 16	42.5	28.5	71.5		No. 20	47.8	29.6	70.4		No. 30	68.0	33.6	66.4		No. 40	77.1	35.4	64.6		No. 50	82.5	36.4	63.6		No. 60	90.7	38.1	61.9		No. 100	96.3	39.2	60.8		No. 140	108.4	41.6	58.4		No. 200	110.0	41.9	58.1		Platillo	110.1				Cantidad de suelo que pasa el tamiz No. 4 (Compactación AASHTO): [1-(contenido de humedad (-No.4)/100)*(6000g ó 13.231 lb)*(-No. 4)*(-2%)] Cantidad de suelo entre los tamices 3/4 y N°4 (Compactación AASHTO): 1.01*(6000 ó 13.231 lb)*[(-2%)-(-No.4)]*(-2%) Condiciones de Secado y Lavado del suelo Retenido en la malla N° 4 Secado a 110°C sin lavar. Peso suelo Húmedo que pasa (g) 8462.0 Peso suelo seco que pasa (g) 6,420.3 Peso suelo seco retenido (g) 1620.0 Peso suelo seco total (g) 8040.3		
Tamaño Tamiz	Peso Reten. Acumulado	% Retenido	% Pasa	Especific. Nivel 1																																																																																																																												
8"	0.0	0.0	100.0	100																																																																																																																												
6"	0.0	0.0	100.0																																																																																																																													
4"	0.0	0.0	100.0																																																																																																																													
3"	0.0	0.0	100.0																																																																																																																													
2"	444.0	5.5	94.5																																																																																																																													
1 1/2"	771.0	9.6	90.4																																																																																																																													
1"	982.0	12.2	87.8																																																																																																																													
3/4"	1052.1	13.1	86.9																																																																																																																													
1/2"	1200.0	14.9	85.1																																																																																																																													
3/8"	1400.0	17.4	82.6																																																																																																																													
1/4"	1450.0	18.0	82.0																																																																																																																													
No. 4	1620.0	20.1	79.9																																																																																																																													
No. 8																																																																																																																																
No. 10	28.1	25.7	74.3																																																																																																																													
No. 16	42.5	28.5	71.5																																																																																																																													
No. 20	47.8	29.6	70.4																																																																																																																													
No. 30	68.0	33.6	66.4																																																																																																																													
No. 40	77.1	35.4	64.6																																																																																																																													
No. 50	82.5	36.4	63.6																																																																																																																													
No. 60	90.7	38.1	61.9																																																																																																																													
No. 100	96.3	39.2	60.8																																																																																																																													
No. 140	108.4	41.6	58.4																																																																																																																													
No. 200	110.0	41.9	58.1																																																																																																																													
Platillo	110.1																																																																																																																															
		OVER= 0.0 % GRAVA= 20.1 % ARENA= 21.8 % FINOS= 58.1 %	CLASIFICACIÓN SUCS: CL CLASIFICACIÓN AASHTO: A-6 COLOR: MARRON																																																																																																																													
DESCRIPCIÓN: Arcilla arenosa de baja plasticidad con grava																																																																																																																																
		Contenido de humedad de la fracción de Suelo que pasa la malla N° 4 No. Tara N-01 Peso Húmedo + Tara 652.8 Peso Seco + Tara 524.6 Peso de Tara 121.0 Peso del Agua 128.2 Peso Seco 403.6 Cont. de humedad % 31.8	% de suelo seco que pasa la malla No. 200 No. Tara N-01 Peso Seco + Tara 524.6 P. Seco Lavado + Tara 231.0 Peso de Tara 121.0 Suelo Seco (-No. 200) g 293.6 Suelo Seco (+No. 200) g 110.0 Suelo Seco (-No. 200) % 58.1																																																																																																																													
																																																																																																																																
OBSERVACIONES: MUESTRA INTEGRAL AL 100% PARA EL ENSAYO. Las muestras fueron ingresadas por el solicitante.																																																																																																																																
RESPONSABLE DEL ENSAYO 		RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.  Ricardo Javier Ocas Bonón INGENIERO CIVIL CIP: 129863																																																																																																																														
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ		ING. RICARDO JAVIER OCAS BONÓN																																																																																																																														
ASESOR  LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL Reg del Colegio de Ingenieros N° 98793																																																																																																																																
ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO																																																																																																																																


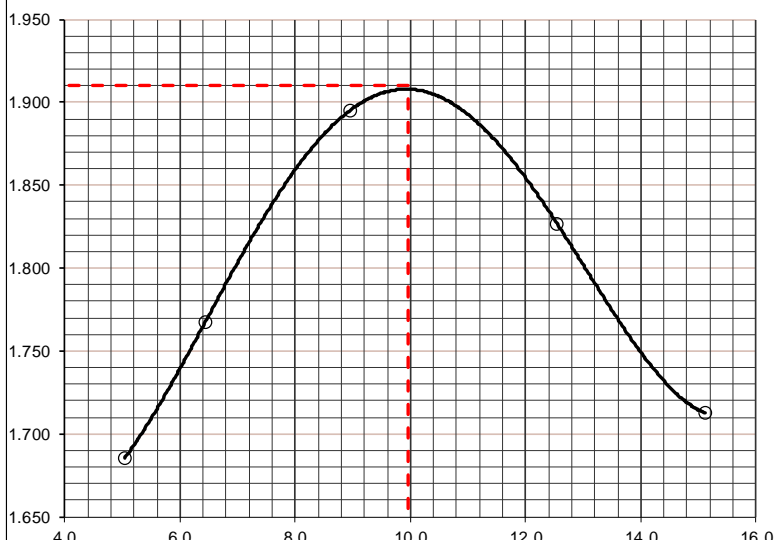



		KAOLYN INGENIEROS S.A.C Jr. PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA Teléfonos: MOV. 970909446 CLARO: 984336450																									
Título: LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318		Código de control Nro. F1-10-OC																									
Nro de revisión: 1		Formato-Fecha de revisión de formato: Junio 2021																									
		Página 1 de 1																									
Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO PARA CARRETERAS NO PAVIMENTADAS INCORPORANDO PET EN 2%, 4% Y 6%"		Fecha muestreo: 08-May-21																									
Ubicación: DISTRITO BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		Capa (m) _____																									
Descripción: CALICATA N°01 - JR. GUADALUPE CUADRA 1		Curva No. _____																									
Muestra No.: KISAC-345-2021																											
LÍMITES DE CONSISTENCIA																											
LÍMITE LÍQUIDO																											
Muestra o ensayo	1	2	3																								
No DE GOLPES	15	24	34																								
RECIPIENTE No	A111	A122	T-24																								
Pr + Ph	47.43	46.44	47.00																								
Pr + Ps	41.65	41.31	41.63																								
P. AGUA	5.78	5.13	5.37																								
Pr	27.81	28.16	27.14																								
Ps	13.84	13.15	14.49																								
% DE HUMEDAD	41.76	39.01	37.06																								
LÍMITE PLÁSTICO																											
RECIPIENTE No	A110	A118																									
Pr + Ph	39.89	34.35																									
Pr + Ps	37.53	33.08																									
P. AGUA	2.36	1.27																									
Pr	27.74	27.89																									
Ps	9.79	5.19	Promedio= 24.3																								
% DE HUMEDAD	24.11	24.47																									
		HUMEDAD NATURAL %: 21.6 LÍMITE LÍQUIDO %: 38.8 LÍMITE PLÁSTICO %: 24.3 ÍNDICE DE PLASTICIDAD %: 14.5																									
OBSERVACIONES: Las muestras fueron ingresadas por el solicitante.		<table border="1"> <thead> <tr> <th>No. Golpes</th> <th>Factor K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>0.974</td></tr> <tr><td>21</td><td>0.979</td></tr> <tr><td>22</td><td>0.985</td></tr> <tr><td>23</td><td>0.990</td></tr> <tr><td>24</td><td>0.995</td></tr> <tr><td>25</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>26</td><td>1.005</td></tr> <tr><td>27</td><td>1.009</td></tr> <tr><td>28</td><td>1.014</td></tr> <tr><td>29</td><td>1.018</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.022</td></tr> </tbody> </table>		No. Golpes	Factor K	20	0.974	21	0.979	22	0.985	23	0.990	24	0.995	25	1.000	26	1.005	27	1.009	28	1.014	29	1.018	30	1.022
No. Golpes	Factor K																										
20	0.974																										
21	0.979																										
22	0.985																										
23	0.990																										
24	0.995																										
25	1.000																										
26	1.005																										
27	1.009																										
28	1.014																										
29	1.018																										
30	1.022																										
PR= PESO DEL RECIPIENTE PH= PESO HUMEDO PS= PESO SECO	TEMPERATURA DE SECADO PREPARACION DE LA MUESTRA CONTENIDO DE HUMEDAD	AGUA USADA DESTILADA OTRA POTABLE																									
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	ASESOR																									
	 Ricardo Javier Ocas Boñón INGENIERO CIVIL CIP: 129863	 LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 98703																									
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ	ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN	ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO																									


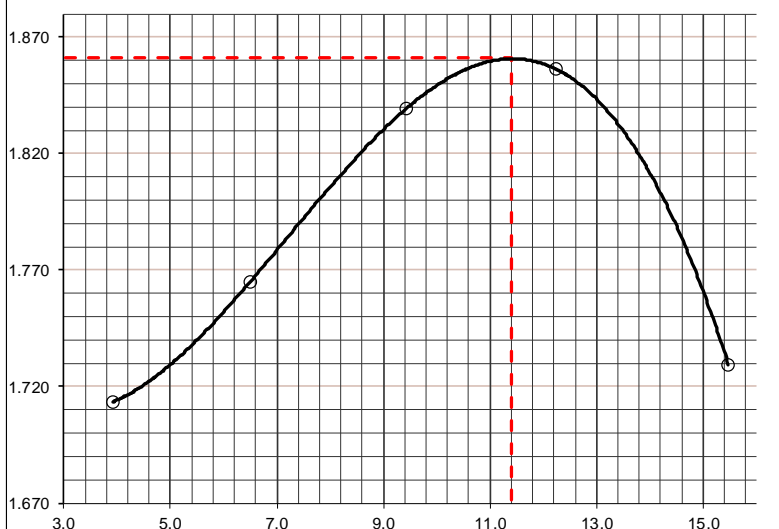



		Jr. PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA Teléfonos: MOV. 970909446 CLARO: 984336450			
Título: RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Próctor) ASTM D 698 / 1557			Código de control: F4A-10-OC		
Nro de revisión: 1		Fecha de revisión: Junio 2021		Página 1 de 1	
Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO PARA CARRETERAS NO PAVIMENTADAS INCORPORANDO PET EN 2%, 4% Y 6%"			Fecha de muestreo: 08-05-21		
Descripción: PROCTOR PATRÓN			Capa = -		
Muestra No.: KISAC-EMS-345-2021			Curva No. = -		
DETERMINACIÓN					
	1	2	3	4	5
Agua Agregada	3%	6%	9%	12%	15%
Peso Molde + material húmedo	10070.0	10403.0	10737.0	10716.0	10520.0
Peso del molde (g).	6234.00	6234.00	6234.00	6234.00	6234.00
Peso de material húmedo (g).	3836.0	4169.0	4503.0	4482.0	4286.0
Volumen del molde (cm ³).	2110.00	2110.00	2110.00	2110.00	2110.00
Densidad húmeda (g/cm ³).	1.818	1.976	2.134	2.124	2.031
Cápsula + material húmedo (g).	476.7	346.7	388.4	418.8	498.6
Cápsula + material seco (g).	463.1	328.0	357.4	380.9	437.1
Peso del agua (g).	13.6	18.7	31.0	37.9	61.5
Número de cápsula	J-01	M-05	M-06	J-05	L-04
Peso de la cápsula (g).	78.0	37.3	37.6	77.6	38.6
Peso de suelo seco (g).	385.1	290.7	319.8	303.3	398.5
Contenido de agua (%).	3.5	6.4	9.7	12.5	15.4
Densidad seca (g/cm ³).	1.756	1.857	1.946	1.888	1.760
Tipo molde	X 4" 6" diámetro		Volumen Molde	T° Secado	Peso molde
Metodo	A	X B	C	2110.00 CC	60°C/110°C X
Clasificación SUCS:	CL		6234.0 g	ASTM	X 698/1557

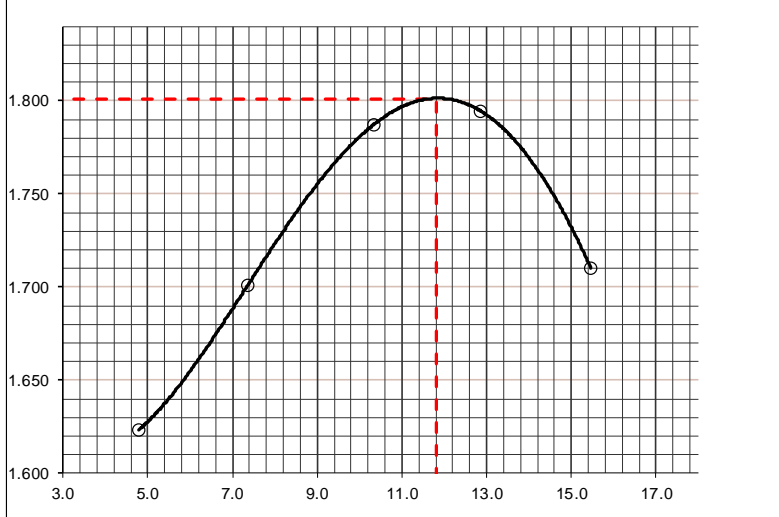



	<p>DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm³) 1.946</p> <p>HUMEDAD ÓPTIMA % 9.9</p>
---	--





OBSERVACIONES: 0

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C	ASESOR
		
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ	ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN	ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO

		KAOLYN INGENIEROS S.A.C Jr.PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA Teléfonos: MOV. 970909446 CLARO: 984336450			
Título: RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Próctor) ASTM D 698 / 1557		Código de control: F4A-10-OC			
Nro de revisión: 3	Fecha de revisión: Junio 2021	Página 1 de 1			
Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO PARA CARRETERAS NO PAVIMENTADAS INCORPORANDO PET EN 2%, 4% Y 6%"		Fecha de muestreo: 08-05-21			
Descripción: PROCTOR CON 02% DE PET		Capa = -			
Muestra No.: KISAC-EMS-345-2021		Curva No.= -			
DETERMINACIÓN	1	2	3	4	5
Agua Agregada	3%	6%	9%	12%	15%
Peso Molde + material húmedo	10151.0	10386.0	10772.0	10754.0	10576.0
Peso del molde (g).	6420.00	6420.00	6420.00	6420.00	6420.00
Peso de material húmedo (g).	3731.0	3966.0	4352.0	4334.0	4156.0
Volumen del molde (cm3).	2108.00	2108.00	2108.00	2108.00	2108.00
Densidad húmeda (g/cm3).	1.770	1.881	2.065	2.056	1.972
Cápsula + material húmedo (g).	466.4	565.4	419.7	437.1	418.3
Cápsula + material seco (g).	445.8	533.5	388.3	393.8	368.3
Peso del agua (g).	20.6	31.9	31.4	43.4	50.0
Número de cápsula	M-02	J-04	J-06	J-02	N-01
Peso de la cápsula (g).	37.4	38.7	37.3	48.1	37.7
Peso de suelo seco (g).	408.4	494.9	351.0	345.7	330.6
Contenido de agua (%).	5.0	6.4	8.9	12.5	15.1
Densidad seca (g/cm3).	1.685	1.768	1.895	1.827	1.713
Tipo molde	X 4" 6" diámetro		Volumen Molde	T° Secado	Peso molde
Método	A	X B	C	2108.00 CC	60°C/110°C X 6420.0 g
Clasificación SUCS :	CL		ASTM	X	698/1557
					
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm3) 1.910					
HUMEDAD ÓPTIMA % 10.0					
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.		ASESOR	
		 Ricardo J. Ocas Boñón INGENIERO CIVIL CIP: 129K63		 LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 98703	
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ		ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN		ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO	

		KAOLYN INGENIEROS S.A.C Jr. PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA Teléfonos: MOV. 970909446 CLARO: 984336450			
Título: RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Próctor) ASTM D 698 / 1557		Código de control: F4A-10-OC			
Nro de revisión: 3	Fecha de revisión: Junio 2021	Página 1 de 1			
Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO PARA CARRETERAS NO PAVIMENTADAS INCORPORANDO PET EN 2%, 4% Y 6%"		Fecha de muestreo: 08-05-21			
Descripción: PROCTOR CON 04% DE PET Muestra No.: KISAC-EMS-345-2021 Solicitado por: ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ Muestreado por: Solicitante		Capa = - Curva No. = -			
DETERMINACIÓN	1	2	3	4	5
Agua Agregada	3%	6%	9%	12%	15%
Peso Molde + material húmedo	10173.0	10382.0	10663.0	10812.0	10630.0
Peso del molde (g).	6420.00	6420.00	6420.00	6420.00	6420.00
Peso de material húmedo (g).	3753.0	3962.0	4243.0	4392.0	4210.0
Volumen del molde (cm3).	2108.00	2108.00	2108.00	2108.00	2108.00
Densidad húmeda (g/cm3).	1.780	1.880	2.013	2.083	1.997
Cápsula + material húmedo (g).	499.7	469.4	462.6	390.7	416.5
Cápsula + material seco (g).	482.4	443.1	426.8	352.2	365.8
Peso del agua (g).	17.3	26.3	35.8	38.5	50.6
Número de cápsula	M-09	M-08	T-01	S-11	J-03
Peso de la cápsula (g).	39.2	37.9	47.0	38.1	38.6
Peso de suelo seco (g).	443.2	405.3	379.8	314.1	327.2
Contenido de agua (%).	3.9	6.5	9.4	12.2	15.5
Densidad seca (g/cm3).	1.713	1.765	1.839	1.856	1.729
Tipo molde	X 4" 6" diámetro	Volumen Molde	T° Secado	Peso molde	
Metodo	A X B C	2108.00 CC	60°C/110°C X	6420.0 g	
Clasificación SUCS: CL		ASTM X 698/1557			
			DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm3) 1.861 HUMEDAD ÓPTIMA % 11.4		
OBSERVACIONES: 0					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C		ASESOR	
					
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ		ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN		ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO	

KAOLYN INGENIEROS S.A.C		
Jr. PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA Teléfonos: MOV. 970909446 CLARO: 984336450		
Título:	RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Próctor) ASTM D 698 / 1557	
Código de control:	F4A-10-OC	
Nro de revisión: 3	Fecha de revisión: Junio 2021	
Página 1 de 1		
<p>Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO PARA CARRETERAS NO PAVIMENTADAS INCORPORANDO PET EN 2%, 4% Y 6%" Fecha de muestreo: 08-05-21</p> <p>Descripción: PROCTOR CON 06% DE PET Capa = - Muestra No.: KISAC-EMS-345-2021 Curva No.= - Solicitado por: ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ Muestreado por: Solicitante</p>		
DETERMINACIÓN	1 2 3 4 5	
Agua Agregada	3% 6% 9% 12% 15%	
Peso Molde + material húmedo	10005.0 10270.0 10576.0 10689.0 10582.0	
Peso del molde (g).	6420.00 6420.00 6420.00 6420.00 6420.00	
Peso de material húmedo (g).	3585.0 3850.0 4156.0 4269.0 4162.0	
Volumen del molde (cm3).	2108.00 2108.00 2108.00 2108.00 2108.00	
Densidad húmeda (g/cm3).	1.701 1.826 1.972 2.025 1.974	
Cápsula + material húmedo (g).	554.9 597.3 516.1 363.4 369.3	
Cápsula + material seco (g).	533.1 561.7 473.5 327.5 325.0	
Peso del agua (g).	21.8 35.6 42.7 35.9 44.3	
Número de cápsula	J-05 J-01 J-06 J-02-2021 A-01-2021	
Peso de la cápsula (g).	77.6 78.0 60.3 48.0 38.4	
Peso de suelo seco (g).	455.6 483.7 413.2 279.5 286.6	
Contenido de agua (%).	4.8 7.4 10.3 12.9 15.5	
Densidad seca (g/cm3).	1.623 1.701 1.787 1.794 1.710	
Tipo molde	X 4" 6" diámetro	
Metodo	A X B C	
Clasificación SUCS: CL	Volumen Molde T° Secado Peso molde	
	2108.00 CC 60°C/110°C X 6420.0 g	
	ASTM X 698/1557	
		
<p>DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm3) 1.801</p> <p>HUMEDAD ÓPTIMA % 11.8</p>		
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	
ASESOR		
		
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ	ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN	ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO

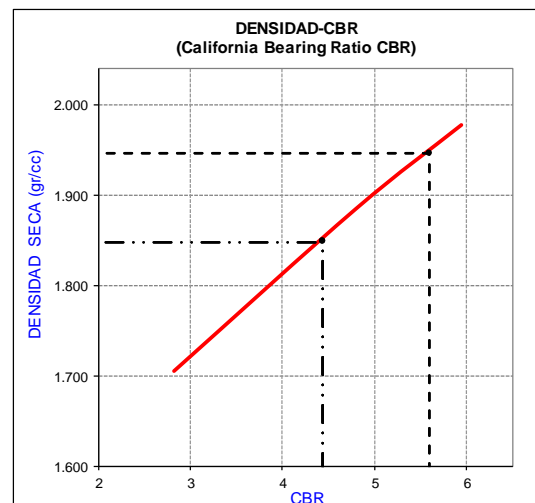
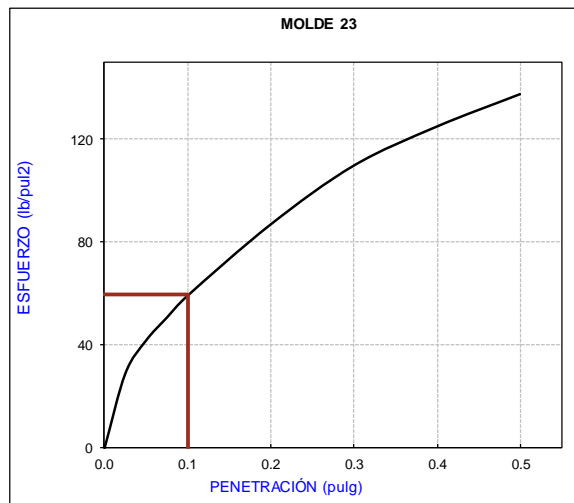
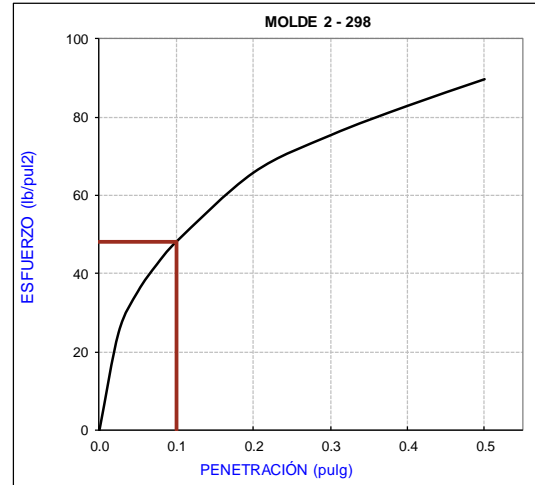
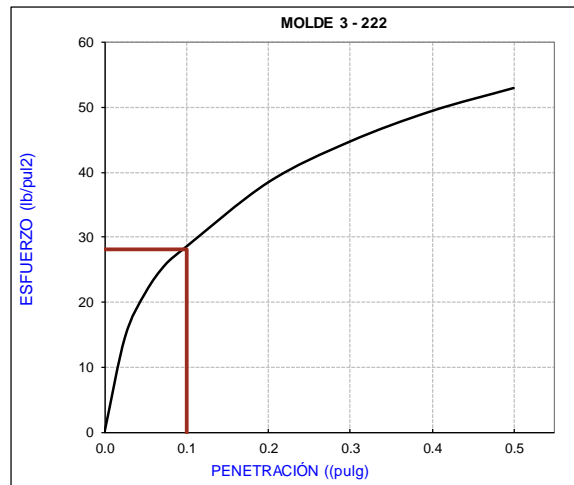
		KAOLYN INGENIEROS S.A.C								
		Jr. PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA Teléfonos: MOV. 970909446 CLARO: 984336450								
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS KAOLYN INGENIEROS										
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)			ASTM							
D1883										
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO PARA CARRETERAS NO PAVIMENTADAS INCORPORANDO PET EN 2%, 4% Y 6%"										
DESCRIPCIÓN		: CBR 1 - PATRÓN		COD. MUEST. : KISAC-EMS-345-2021						
SOLICITANTE		: ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ		SUCS : CL						
UBICACIÓN		: DISTRITO BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA								
FECHA MUESTREO : 8/05/2021										
COMPACTACIÓN C B R										
MOLDE	3-222		2-298		23					
Altura Molde mm.	117		117		117					
N° Capas	5		5		5					
N° Gols x Capa	12		25		56					
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS				
P. Húm. + Molde	12043	12362.28	12559	12876.17	12426	12725.30				
Peso Molde (gr)	8033	8033.00	8075	8075.00	7764	7764.00				
Peso Húmedo (gr)	4010	4329.28	4484	4801.17	4662	4961.30				
Vol. Molde (cc)	2123.00	2123.00	2142.00	2142.00	2135.00	2135.00				
Densidad H.(gr/cc)	1.889	2.04	2.093	2.24	2.184	2.32				
Número de Tara	M-04	M-15	M-05	S-17	M-06	A-01				
P.Húmedo + Tara	325.9	521.46	406.9	434.30	362.1	366.58				
Peso Seco + Tara	298.0	442.38	370.2	371.33	331.6	317.80				
Peso Agua (gr)	27.9	79.08	36.7	62.97	30.5	48.78				
Peso Tara (gr)	37.9	37.80	37.3	37.87	37.6	38.38				
P. Muestra Seca	260.1	404.58	332.9	333.46	294.0	279.42				
Cont. Humedad	10.7%	19.55%	11.0%	18.88%	10.4%	17.46%				
Cont.Hum.Prom.	10.7%	19.55%	11.0%	18.88%	10.4%	17.46%				
DENSIDAD SECA	1.706	1.706	1.885	1.885	1.978	1.978				
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NÚMERO DE MOLDE			NÚMERO DE MOLDE			NÚMERO DE MOLDE		
		LECTURA			LECTURA			LECTURA		
		HINCHAMIENTO			HINCHAMIENTO			HINCHAMIENTO		
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	2.000	2.000	1.72	1.860	1.860	1.60	1.540	1.540	1.32
48	2	2.560	2.560	2.20	2.420	2.420	2.08	2.170	2.170	1.86
72	3	2.600	2.600	2.23	2.530	2.530	2.17	2.430	2.430	2.08
96	4	2.740	2.740	2.35	2.700	2.700	2.32	2.650	2.650	2.27
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		3-222			2-298			23		
		ESFUERZO			ESFUERZO			ESFUERZO		
(mm)	(pulg)	CARGA	kg/cm2	lb/pul2	CARGA	kg/cm2	lb/pul2	CARGA	kg/cm2	lb/pul2
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.64	0.025	20.2	1.03	14.60	34.7	1.77	25.08	40.1	2.04	28.99
1.27	0.050	29.7	1.51	21.47	49.2	2.51	35.57	57.9	2.95	41.85
1.91	0.075	35.8	1.82	25.88	58.9	3.00	42.58	70.2	3.58	50.75
2.54	0.100	39.5	2.01	28.55	66.8	3.40	48.29	82.0	4.18	59.28
5.08	0.200	53.2	2.71	38.46	91.2	4.64	65.93	120.3	6.13	86.96
7.62	0.300	61.9	3.15	44.75	104.4	5.32	75.47	151.9	7.74	109.80
10.16	0.400	68.4	3.48	49.44	114.8	5.85	82.99	172.9	8.81	124.98
12.70	0.500	73.3	3.73	52.99	124.2	6.33	89.78	190.3	9.69	137.56
OBSERVACIONES:										
_____ _____										
RESPONSABLE DEL ENSAYO			RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C				ASESOR			
			 Ricardo Javier Ocas Boñón INGENIERO CIVIL CIP: 129863				 LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 98703			
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ			ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN				ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO			



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

Jr. PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA

Teléfono: 970909446





PENETRACIÓN	Densidad	0.1 (*)	CBR(0.1)
MOLDE 3	1.706	28.20	2.8
MOLDE 2	1.885	48.00	4.8
MOLDE 1	1.978	59.50	6.0

Densidad Máxima Seca 1.946
Humedad Óptima 9.9

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	0.1" =	5.6 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	0.1" =	4.4 %

OBSERVACIONES:




RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	ASESOR
	 Ricardo Javier Ocas Boñón INGENIERO CIVIL CIP: 129863	 LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 98703
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ	ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN	ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO

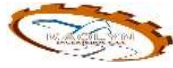
MOLDE		24	15		1	
Altura Molde mm.		117	117		117	
N° Capas		5	5		5	
N° Golp x Capa		12	25		56	
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS
P. Húm.+ Molde	11843	12212.65	12198	12562.88	12589	12904.95
Peso Molde (gr)	7938	7938.00	7810	7810.00	7989	7989.00
Peso Húmedo (gr)	3905	4274.65	4388	4752.88	4600	4915.95
Vol. Molde (cc)	2030.00	2030.00	2120.00	2120.00	2127.00	2127.00
Densidad H.(gr/cc)	1.924	2.11	2.070	2.24	2.163	2.31
Número de Tara	J-04 2021	J-05	J-06	J-04 2021	M-02	M-05
P.Húmedo + Tara	407.1	414.18	422.2	449.67	415.8	427.02
Peso Seco + Tara	371.8	355.62	385.3	381.75	380.8	368.20
Peso Agua (gr)	35.3	58.56	36.9	67.92	35.0	58.82
Peso Tara (gr)	38.7	77.54	37.3	38.68	37.4	37.28
P. Muestra Seca	333.1	278.08	348.0	343.07	343.4	330.92
Cont. Humedad	10.6%	21.06%	10.6%	19.80%	10.2%	17.77%
Cont.Hum.Prom.	10.6%	21.06%	10.6%	19.80%	10.2%	17.77%
DENSIDAD SECA	1.739	1.739	1.871	1.871	1.962	1.962

ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NÚMERO DE MOLDE			NÚMERO DE MOLDE			NÚMERO DE MOLDE		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	2.050	2.050	1.76	2.030	2.030	1.74	1.570	1.570	1.35
48	2	2.590	2.590	2.22	2.450	2.450	2.10	2.190	2.190	1.88
72	3	2.640	2.640	2.26	2.560	2.560	2.20	2.400	2.400	2.06
96	4	2.790	2.790	2.39	2.720	2.720	2.33	2.620	2.620	2.25

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		24			15			1		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.64	0.025	20.3	1.03	14.67	28.4	1.45	20.53	40.9	2.08	29.57
1.27	0.050	29.9	1.52	21.61	48.3	2.46	34.91	60.3	3.07	43.59
1.91	0.075	35.5	1.81	25.66	59.8	3.05	43.23	74.2	3.78	53.64
2.54	0.100	40.4	2.06	29.20	67.2	3.42	48.58	83.7	4.26	60.50
5.08	0.200	55.3	2.82	39.97	91.1	4.64	65.85	124.3	6.33	89.85
7.62	0.300	64.8	3.30	46.84	108.7	5.54	78.58	155.4	7.91	112.33
10.16	0.400	71.2	3.63	51.47	122.4	6.23	88.48	182.2	9.28	131.71
12.70	0.500	73.5	3.74	53.13	134.8	6.87	97.44	203.1	10.34	146.81

OBSERVACIONES:

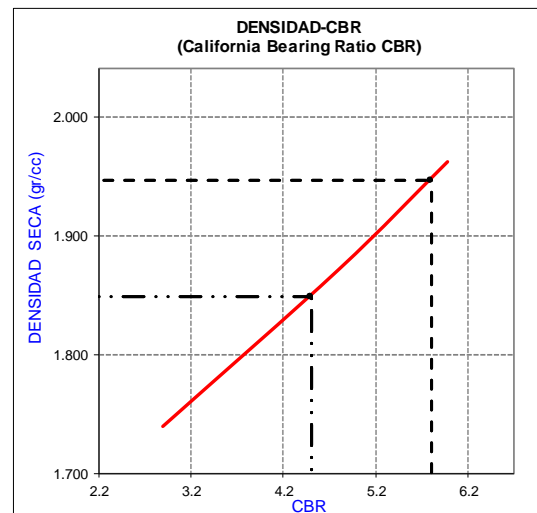
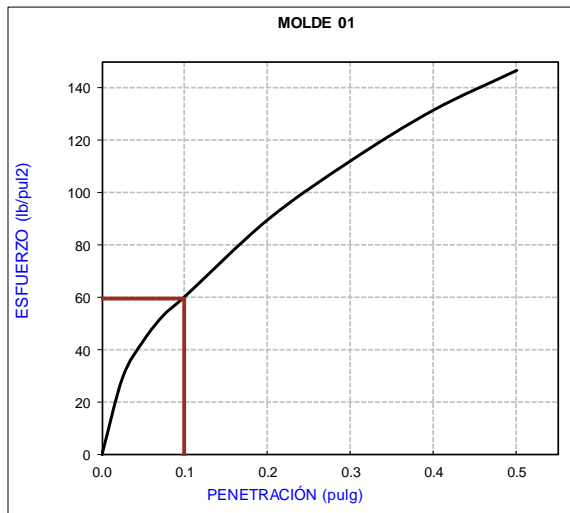
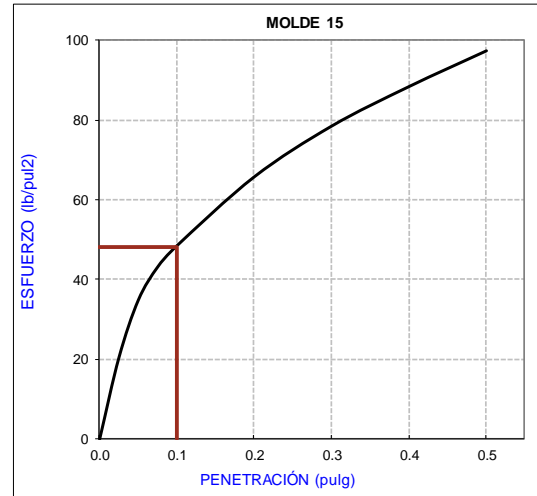
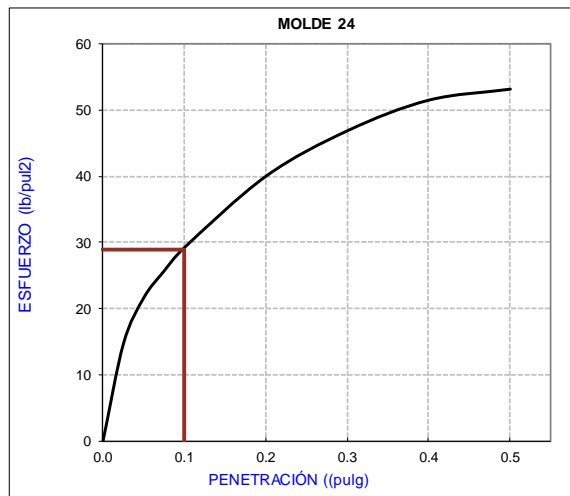
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	ASESOR
	 Ricardo Javier Ocas Boñón INGENIERO CIVIL CIP: 129863	 LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 98793
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ	ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN	ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

Jr. PARAISO N° 120- CAJAMARCA

Teléfonos: MOV. 970909446 CLARO: 984336450



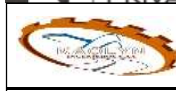



PENETRACIÓN	Densidad	0.1 (*)	CBR(0.1)
MOLDE 3	1.739	29.00	2.9
MOLDE 2	1.871	48.00	4.8
MOLDE 1	1.962	59.80	6.0

Densidad Máxima Seca ▲ 1.946
 Humedad Óptima ▲ 9.9

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	0.1" =	▲	5.8 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	0.1" =	▲	4.5 %

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	ASESOR
		
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ	ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN	ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO

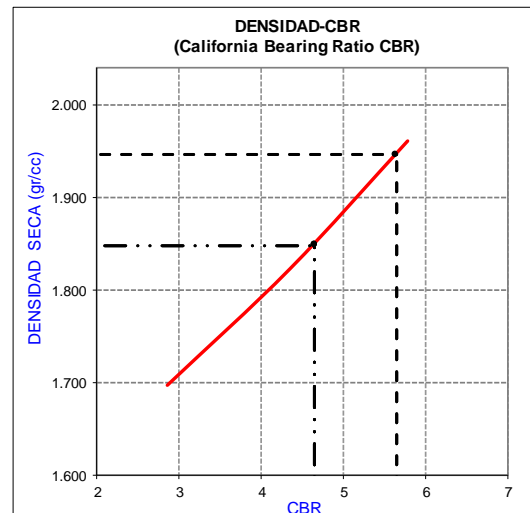
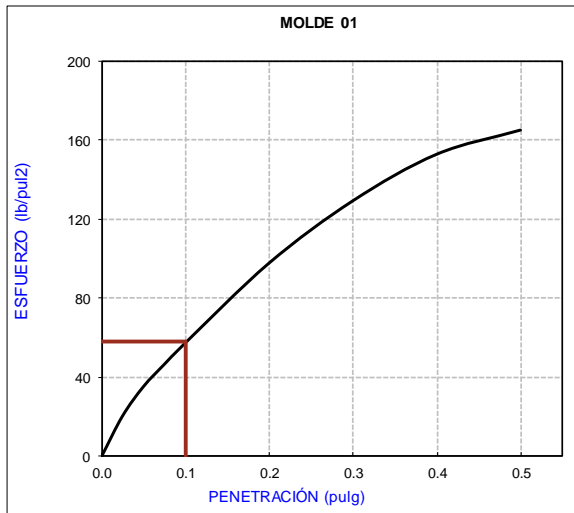
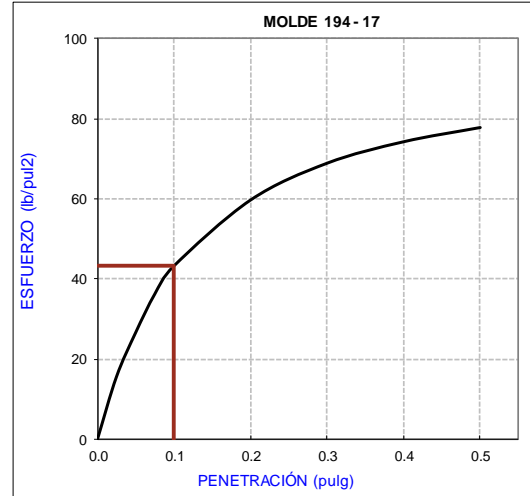
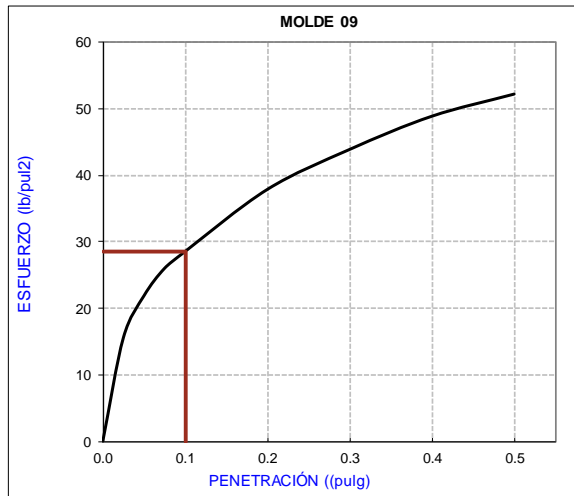
		KAOLYN INGENIEROS S.A.C Jr. PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA Teléfonos: MOV. 970909446 CLARO: 984336450								
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS KAOLYN INGENIEROS										
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)			ASTM							
D1883										
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO PARA CARRETERAS NO PAVIMENTADAS INCORPORANDO PET EN 2%, 4% Y 6%"										
DESCRIPCIÓN : CBR 3 - PATRÓN		MOD. MUEST.: KISAC-EMS-345-2021								
SOLICITANTE : ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ		SUCS: CL								
UBICACIÓN : DISTRITO BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA										
FECHA MUESTREO: 8/05/2021										
COMPACTACION C B R										
MOLDE	9		194-17		26-221					
Altura Molde mm.	117		117		117					
N° Capas	5		5		5					
N°Golp x Capa	12		25		56					
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS				
P. Húm.+ Molde	12388	12822.73	12270	12663.61	12634	12922.81				
Peso Molde (gr)	8386	8386.00	7952	7952.00	8000	8000.00				
Peso Húmedo (gr)	4002	4436.73	4318	4711.61	4634	4922.81				
Vol. Molde (cc)	2129.00	2129.00	2133.00	2133.00	2131.00	2131.00				
Densidad H.(gr/cc)	1.880	2.08	2.024	2.21	2.175	2.31				
Número de Tara	M-01	T-01	M-08	J-03	D-08	R-01				
P.Húmedo + Tara	415.5	454.26	320.1	465.86	239.5	422.51				
Peso Seco + Tara	379.4	378.56	292.0	391.14	219.7	364.35				
Peso Agua (gr)	36.1	75.70	28.1	74.72	19.8	58.16				
Peso Tara (gr)	43.9	46.47	38.1	38.62	38.7	38.12				
P. Muestra Seca	335.4	332.09	253.9	352.52	181.0	326.23				
Cont. Humedad	10.8%	22.80%	11.1%	21.20%	10.9%	17.83%				
Cont.Hum.Prom.	10.8%	22.80%	11.1%	21.20%	10.9%	17.83%				
DENSIDAD SECA	1.697	1.697	1.823	1.823	1.961	1.961				
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NÚMERO DE MOLDE			NÚMERO DE MOLDE			NÚMERO DE MOLDE		
		LECTURA			LECTURA			LECTURA		
		DEFORM.			DEFORM.			DEFORM.		
		(mm)			(mm)			(mm)		
		(%)			(%)			(%)		
(Hs)	(Días)									
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	2.080	2.080	1.78	1.900	1.900	1.63	1.570	1.570	1.35
48	2	2.580	2.580	2.21	2.450	2.450	2.10	2.190	2.190	1.88
72	3	2.640	2.640	2.26	2.540	2.540	2.18	2.410	2.410	2.07
96	4	2.710	2.710	2.32	2.680	2.680	2.30	2.600	2.600	2.23
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		9			194-17			26-221		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.64	0.025	21.5	1.09	15.54	21.7	1.11	15.69	28.3	1.44	20.46
1.27	0.050	30.2	1.54	21.83	36.9	1.88	26.67	48.9	2.49	35.35
1.91	0.075	35.9	1.83	25.95	50.2	2.56	36.29	64.5	3.28	46.63
2.54	0.100	39.4	2.01	28.48	59.9	3.05	43.30	79.4	4.04	57.40
5.08	0.200	52.3	2.66	37.81	82.6	4.21	59.71	135.2	6.89	97.73
7.62	0.300	60.6	3.09	43.81	95.3	4.85	68.89	178.7	9.10	129.18
10.16	0.400	67.5	3.44	48.79	102.7	5.23	74.24	211.2	10.76	152.67
12.70	0.500	72.1	3.67	52.12	107.6	5.48	77.78	228.1	11.62	164.89
OBSERVACIONES:										
RESPONSABLE DEL ENSAYO			RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.				ASESOR			
			 Ricardo Javier Ocas Bonón INGENIERO CIVIL CIP: 129863				 LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL Reg del Colegio de Ingenieros N° 98703			
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ			ING. RICARDO JAVIER OCAS BONÓN				ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO			



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

Jr. PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA

Teléfonos: MOV. 970909446 CLARO: 984336450



PENETRACIÓN	Densidad	0.1 (*)	CBR(0.1)
MOLDE 3	1.697	28.50	2.9
MOLDE 2	1.823	43.50	4.4
MOLDE 1	1.961	57.90	5.8

Densidad Máxima Seca ✔ 1.946
 Humedad Óptima ✔ 9.9

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	0.1" =	5.7 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	0.1" =	4.7 %

OBSERVACIONES: _____




RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	ASESOR
	 Ricardo Javier Ocas Boñón INGENIERO CIVIL CIP: 129863	 LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 08703
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ	ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN	ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO

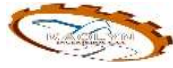
MOLDE		11	14	13		
Altura Molde mm.		117	117	117		
N° Capas		5	5	5		
N°Golp x Capa		12	25	56		
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS
P. Húm.+ Molde	12000	12459.01	12188	12610.40	12611	12932.94
Peso Molde (gr)	7907	7907.00	7855	7855.00	7958	7958.00
Peso Húmedo (gr)	4093	4552.01	4333	4755.40	4653	4974.94
Vol. Molde (cc)	2124.00	2124.00	2154.00	2154.00	2106.00	2106.00
Densidad H.(gr/cc)	1.927	2.14	2.012	2.21	2.209	2.36
Número de Tara	M-15	J-06	J-03	T-02	S-11	R-01
P.Húmedo + Tara	501.9	481.77	365.4	490.86	487.2	414.18
Peso Seco + Tara	458.0	399.12	334.9	412.22	442.4	354.65
Peso Agua (gr)	43.9	82.65	30.6	78.64	44.9	59.53
Peso Tara (gr)	37.8	37.32	38.9	39.19	38.8	38.12
P. Muestra Seca	420.2	361.80	295.9	373.03	403.6	316.53
Cont. Humedad	10.5%	22.84%	10.3%	21.08%	11.1%	18.81%
Cont.Hum.Prom.	10.5%	22.84%	10.3%	21.08%	11.1%	18.81%
DENSIDAD SECA	1.745	1.745	1.823	1.823	1.988	1.988

TIEMPO ACUMULADO	NÚMERO DE MOLDE			NÚMERO DE MOLDE			NÚMERO DE MOLDE			
	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		
		(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)	
(Hs)	(Días)									
0	0	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	
24	1	3.650	3.650	3.13	3.410	3.410	2.92	2.800	3.070	2.63
48	2	3.700	3.700	3.17	3.460	3.460	2.97	2.850	3.120	2.68
72	3	3.720	3.720	3.19	3.500	3.500	3.00	3.230	3.230	2.77
96	4	3.760	3.760	3.22	3.590	3.590	3.08	3.290	3.290	2.82

PENETRACIÓN		11			14			13		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.64	0.025	19.3	0.98	13.95	34.0	1.73	24.58	48.5	2.47	35.06
1.27	0.050	32.6	1.66	23.54	47.6	2.42	34.41	70.4	3.59	50.89
1.91	0.075	42.6	2.17	30.79	56.3	2.87	40.70	84.7	4.31	61.23
2.54	0.100	48.2	2.45	34.84	64.4	3.28	46.55	96.5	4.91	69.76
5.08	0.200	59.8	3.05	43.23	89.8	4.57	64.91	138.7	7.06	100.26
7.62	0.300	66.2	3.37	47.85	102.6	5.23	74.17	155.6	7.92	112.48
10.16	0.400	71.2	3.63	51.47	112.3	5.72	81.18	164.8	8.39	119.13
12.70	0.500	73.8	3.76	53.35	118.4	6.03	85.59	172.5	8.79	124.70

OBSERVACIONES:

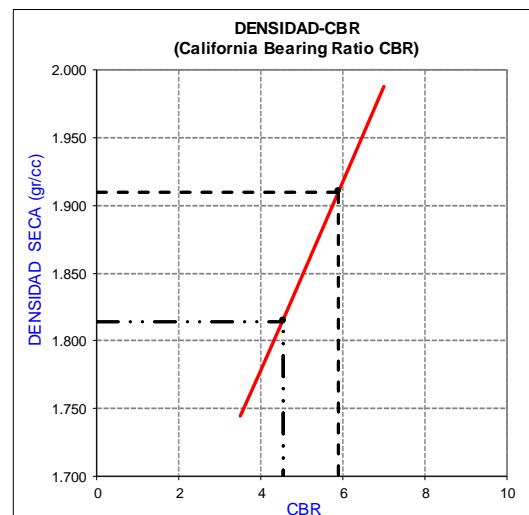
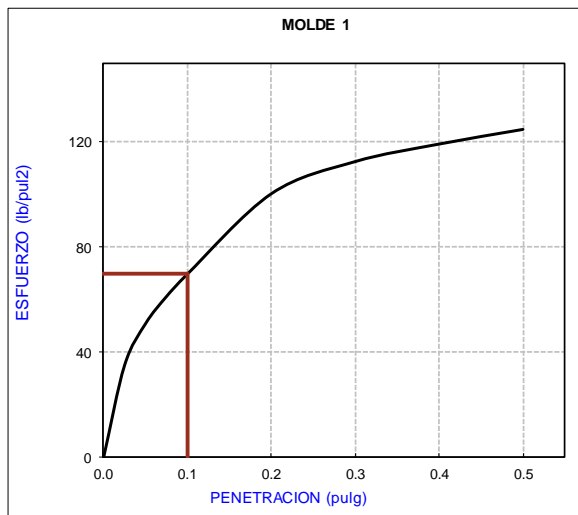
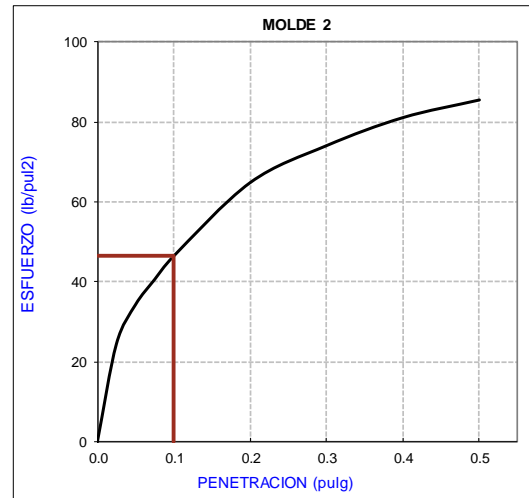
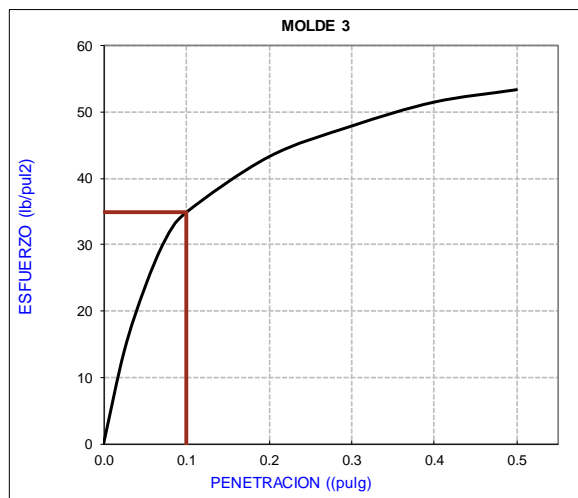
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	ASESOR
	 Ricardo Javier Ocas Boñón INGENIERO CIVIL CIP: 129863	 LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL Reg del Colegio de Ingenieros N° 98703
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ	ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN	ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

Jr.PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA

Teléfonos: MOV. 970909446 CLARO: 984336450







PENETRACIÓN	Densidad	0.1 (*)	CBR(0.1)
MOLDE 3	1.745	35.00	3.5
MOLDE 2	1.823	46.50	4.7
MOLDE 1	1.988	69.90	7.0

Densidad Máxima Seca 1.910
Humedad Optima 10.0

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	0.1" =	5.9 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	0.1" =	4.6 %

OBSERVACIONES: _____

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	ASESOR
	 Ricardo J. Ocas Boñón INGENIERO CIVIL CIP: 129863	 LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL Reg del Colegio de Ingenieros N° 08703
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ	ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN	ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO

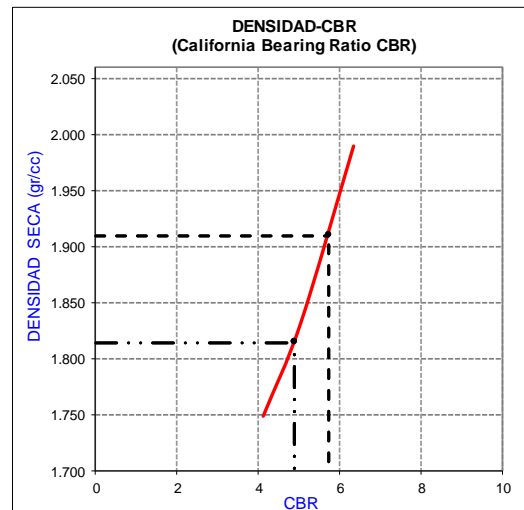
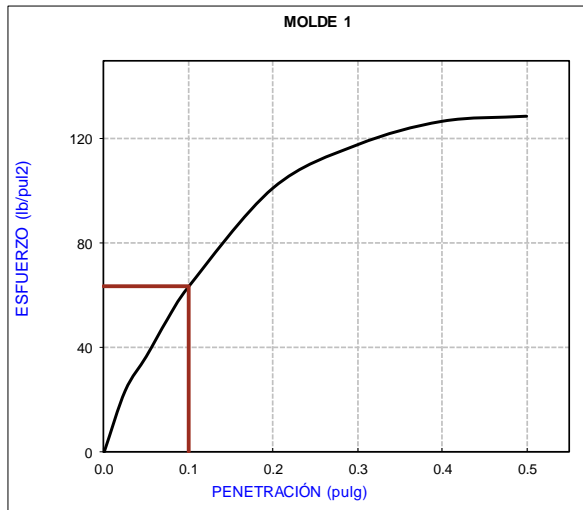
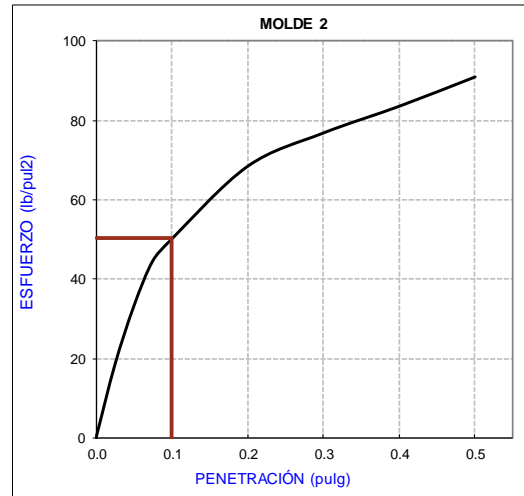
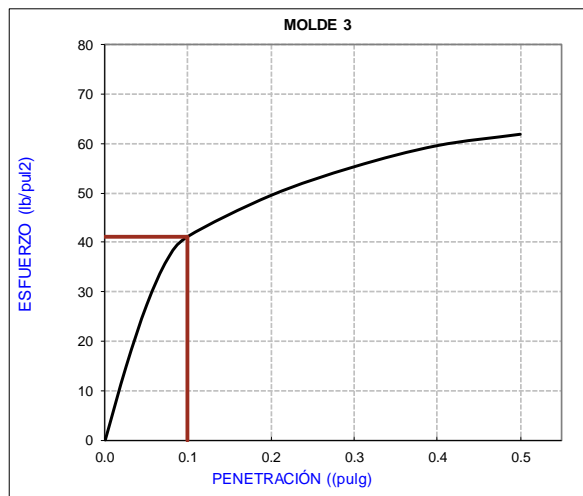
		KAOLYN INGENIEROS S.A.C Jr. PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA Teléfonos: MOV. 970909446 CLARO: 984336450											
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS KAOLYN INGENIEROS													
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)				ASTM D1883									
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO PARA CARRETERAS NO PAVIMENTADAS INCORPORANDO PET EN 2%, 4% Y 6%"													
DESCRIPCIÓN :		CBR 2 - MUESTRA NATURAL CON 2% DE PET		MOD. MUEST.: KISAC-EMS-345-2021									
SOLICITANTE :		ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ		SUCS: CL									
UBICACIÓN :		DISTRITO BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA											
FECHA MUESTREO:		8/05/2021											
COMPACTACION C B R													
MOLDE	25		10-215		06								
Altura Molde mm.	117		117		117								
N° Capas	5		5		5								
N° Golp x Capa	12		25		56								
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS							
P. Húm.+ Molde	12258	12673.44	12343	12733.56	12439	12837.45							
Peso Molde (gr)	8189	8189.00	8042	8042.00	7801	7801.00							
Peso Húmedo (gr)	4069	4484.44	4301	4691.56	4638	5036.45							
Vol. Molde (cc)	2098.00	2098.00	2124.00	2124.00	2098.00	2098.00							
Densidad H.(gr/cc)	1.939	2.14	2.025	2.21	2.211	2.40							
Número de Tara	J-02	J-04	A-01	D-08	J-05	T-02							
P.Húmedo + Tara	492.6	461.30	409.1	281.89	481.2	405.78							
Peso Seco + Tara	448.9	384.46	373.9	240.35	440.6	343.03							
Peso Agua (gr)	43.7	76.84	35.3	41.54	40.6	62.75							
Peso Tara (gr)	48.0	38.68	38.4	38.20	75.5	39.19							
P. Muestra Seca	400.8	345.78	335.5	202.15	365.1	303.84							
Cont. Humedad	10.9%	22.22%	10.5%	20.55%	11.1%	20.65%							
Cont.Hum.Prom.	10.9%	22.22%	10.5%	20.55%	11.1%	20.65%							
DENSIDAD SECA	1.749	1.749	1.832	1.832	1.990	1.990							
ENSAYO DE HINCHAMIENTO													
TIEMPO ACUMULADO		NÚMERO DE MOLDE			NÚMERO DE MOLDE			NÚMERO DE MOLDE					
		LECTURA		HINCHAMIENTO		LECTURA		HINCHAMIENTO		LECTURA		HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	3.690	3.690	3.16	3.470	3.470	2.98	2.790	2.790	2.39	2.790	2.790	2.39
48	2	3.740	3.740	3.21	3.500	3.500	3.00	2.830	2.830	2.43	2.830	2.830	2.43
72	3	3.780	3.780	3.24	3.590	3.590	3.08	3.280	3.280	2.81	3.280	3.280	2.81
96	4	3.810	3.810	3.27	3.680	3.680	3.16	3.340	3.340	2.86	3.340	3.340	2.86
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN		25			10-215			06					
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO				
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2			
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00			
0.64	0.025	20.5	1.04	14.82	25.6	1.30	18.51	32.6	1.66	23.57			
1.27	0.050	37.9	1.93	27.40	46.0	2.34	33.25	50.8	2.59	36.72			
1.91	0.075	50.7	2.58	36.65	61.8	3.15	44.67	70.5	3.59	50.96			
2.54	0.100	57.1	2.91	41.28	69.4	3.53	50.17	87.7	4.47	63.40			
5.08	0.200	68.6	3.49	49.57	94.7	4.82	68.45	140.0	7.13	101.20			
7.62	0.300	76.6	3.90	55.36	106.3	5.41	76.84	162.9	8.30	117.76			
10.16	0.400	82.5	4.20	59.64	115.6	5.89	83.56	175.3	8.93	126.72			
12.70	0.500	85.7	4.36	61.94	125.8	6.41	90.94	178.0	9.07	128.67			
OBSERVACIONES:													
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%; text-align: center;">  </div> <div style="width: 30%; text-align: center;">  <p>Ricardo Javier Ocas Boñón INGENIERO CIVIL CIP: 129863</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: center;">  <p>LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 08703</p> </div> </div>													
RESPONSABLE DEL ENSAYO				RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.				ASESOR					
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ				ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN				ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO					



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

Jr. PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA

Teléfonos: MOV. 970909446 CLARO: 984336450



PENETRACIÓN	Densidad	0.1 (*)	CBR(0.1)
MOLDE 3	1.749	41.20	4.1
MOLDE 2	1.832	50.50	5.1
MOLDE 1	1.990	63.50	6.4

Densidad Máxima Seca ✔ 1.910
 Humedad Óptima ✔ 10.0

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	0.1" =	✔	5.8 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	0.1" =	✔	4.9 %

OBSERVACIONES: _____




RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	ASESOR
	 Ricardo Javier Ocas Boñón INGENIERO CIVIL CIP: 129863	 LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL Reg del Colegio de Ingenieros N° 98703
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ	ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN	ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO

MOLDE		20-12		07-56		100-2021	
Altura Molde mm.		117		117		117	
N° Capas		5		5		5	
N° Golp x Capa		12		25		56	
Cond. Muestra		ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS
P. Húm.+ Molde		11997	12347.37	12220	12653.91	12236	12813.51
Peso Molde (gr)		7926	7926.00	7951	7951.00	7624	7624.00
Peso Húmedo (gr)		4071	4421.37	4269	4702.91	4612	5189.51
Vol. Molde (cc)		2129.00	2129.00	2124.00	2124.00	2098.00	2098.00
Densidad H.(gr/cc)		1.912	2.08	2.010	2.21	2.198	2.47
Número de Tara		T-02	T-01	J-01 2021	S-17	T-01	ES-01
P.Húmedo + Tara		428.8	567.00	550.5	452.10	464.5	456.40
Peso Seco + Tara		391.2	479.50	503.9	376.78	425.4	375.02
Peso Agua (gr)		37.7	87.50	46.6	75.32	39.1	81.38
Peso Tara (gr)		39.2	46.97	78.0	37.87	47.0	38.20
P. Muestra Seca		352.0	432.53	425.9	338.91	378.4	336.82
Cont. Humedad		10.7%	20.23%	10.9%	22.22%	10.3%	24.16%
Cont.Hum.Prom.		10.7%	20.23%	10.9%	22.22%	10.3%	24.16%
DENSIDAD SECA		1.727	1.727	1.812	1.812	1.992	1.992

ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO		NÚMERO DE MOLDE			NÚMERO DE MOLDE			NÚMERO DE MOLDE		
ACUMULADO		HINCHAMIENTO			HINCHAMIENTO			HINCHAMIENTO		
(Hs)	(Días)	LECTURA DEFORM.	(mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	(mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	3.620	3.620	3.10	3.380	3.380	2.90	2.820	2.820	2.42
48	2	3.690	3.690	3.16	3.440	3.440	2.95	2.910	2.910	2.50
72	3	3.760	3.760	3.22	3.480	3.480	2.98	2.960	2.960	2.54
96	4	3.790	3.790	3.25	3.530	3.530	3.03	3.250	3.250	2.79

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		20-12			07-56			100-2021		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.64	0.025	22.3	1.14	16.12	25.7	1.31	18.57	30.8	1.57	22.26
1.27	0.050	35.6	1.81	25.73	45.8	2.33	33.11	55.9	2.85	40.41
1.91	0.075	45.7	2.33	33.04	58.2	2.96	42.07	79.7	4.06	57.61
2.54	0.100	51.4	2.62	37.16	66.1	3.37	47.78	96.4	4.91	69.68
5.08	0.200	65.7	3.35	47.49	88.6	4.51	64.05	135.6	6.91	98.02
7.62	0.300	74.1	3.77	53.56	100.6	5.12	72.72	162.6	8.28	117.54
10.16	0.400	77.6	3.95	56.09	111.2	5.66	80.38	175.6	8.94	126.94
12.70	0.500	80.3	4.09	58.02	120.8	6.15	87.32	181.1	9.22	130.91

OBSERVACIONES:

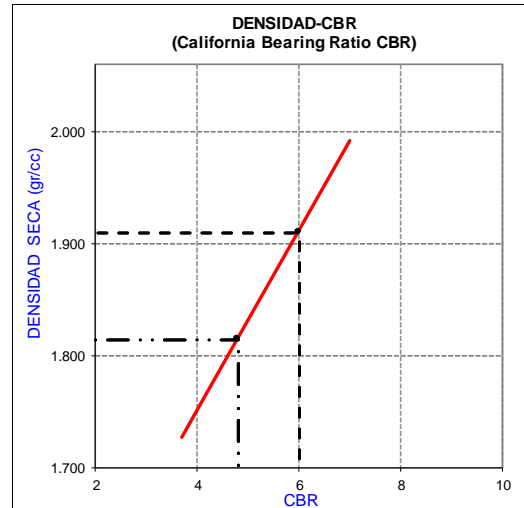
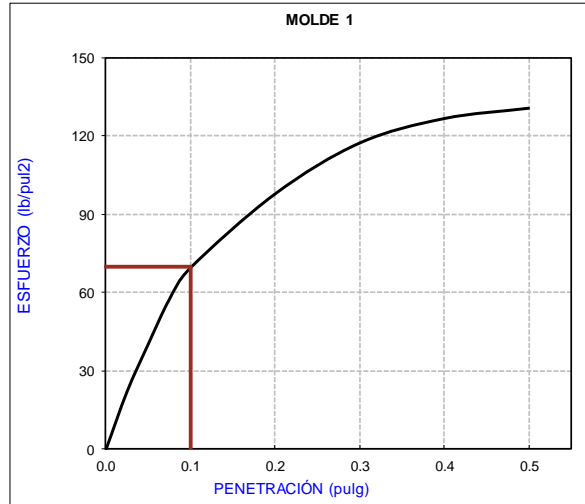
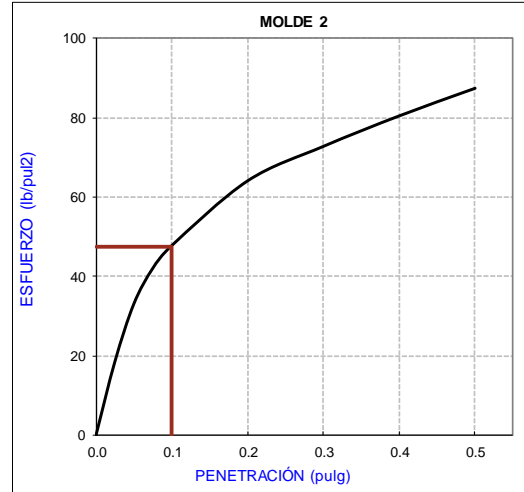
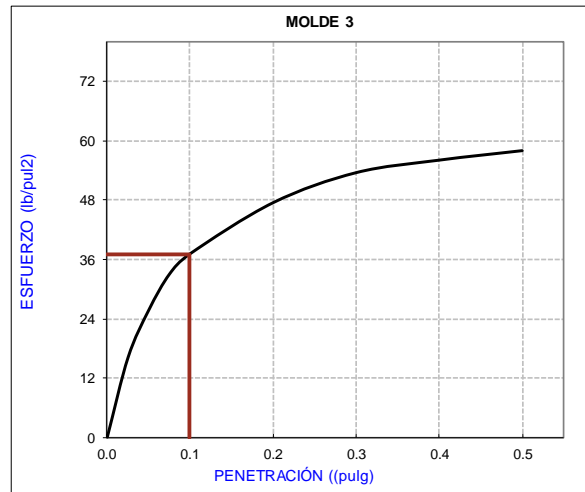
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	ASESOR
	 Ricardo Javier Ocas Boñón INGENIERO CIVIL CIP: 129863	 LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 98703
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ	ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN	ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

Jr. PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA

Teléfonos: MOV. 970909446 CLARO: 984336450



PENETRACIÓN	Densidad	0.1 (*)	CBR(0.1)
MOLDE 3	1.727	37.00	3.7
MOLDE 2	1.812	47.50	4.8
MOLDE 1	1.992	70.10	7.0

Densidad Máxima Seca ✔ 1.910
 Humedad Óptima ✔ 10.0

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	0.1" =	✔	6.0 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	0.1" =	✔	4.8 %

OBSERVACIONES:




RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	ASESOR
	 Ricardo Javier Ocas Bonón INGENIERO CIVIL CIP: 129863	 LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 98703
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ	ING. RICARDO JAVIER OCAS BONÓN	ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO

MOLDE		21 - KISAC 03			04-KISAC 08			18		
Altura Molde mm.		117			117			117		
N° Capas		5			5			5		
N°Golp x Capa		12			25			56		
Cond. Muestra		ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS		ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS		ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	
P. Húm.+ Molde		11719	11983.56		12518	12851.63		12472	12773.93	
Peso Molde (gr)		7775	7775.00		8353	8353.00		7924	7924.00	
Peso Húmedo (gr)		3944	4208.56		4165	4498.63		4548	4849.93	
Vol. Molde (cc)		2119.00	2119.00		2119.00	2119.00		2119.00	2119.00	
Densidad H.(gr/cc)		1.861	1.99		1.966	2.12		2.146	2.29	
Número de Tara		M-01 I	M-01 II		M-02 I	M-15		J-06-2021	S-03-2021	
P.Húmedo + Tara		420.5	474.72		375.9	491.43		389.9	412.59	
Peso Seco + Tara		379.5	403.66		340.0	413.21		350.9	350.56	
Peso Agua (gr)		41.0	71.06		35.9	78.22		39.0	62.03	
Peso Tara (gr)		43.9	43.94		37.4	37.82		37.3	38.92	
P. Muestra Seca		335.6	359.72		302.6	375.39		313.6	311.64	
Cont. Humedad		12.2%	19.75%		11.9%	20.84%		12.4%	19.90%	
Cont.Hum.Prom.		12.2%	19.75%		11.9%	20.84%		12.4%	19.90%	
DENSIDAD SECA		1.658	1.658		1.757	1.757		1.909	1.909	

ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NÚMERO DE MOLDE			NÚMERO DE MOLDE			NÚMERO DE MOLDE		
(Hs)	(Días)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO	
			(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00
24	1	5.260	5.260	4.51	4.560	4.560	3.91	4.180	3.58	3.07
48	2	5.320	5.320	4.56	4.840	4.840	4.15	4.210	3.61	3.10
72	3	5.390	5.390	4.62	4.880	4.880	4.19	4.280	3.67	3.15
96	4	5.460	5.460	4.68	4.950	4.950	4.25	4.320	3.70	3.18

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		21 - KISAC 03			04-KISAC 08			18			
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2	
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	
0.64	0.025	9.7	0.49	7.01	14.2	0.72	10.26	20.8	1.06	15.04	
1.27	0.050	16.8	0.86	12.14	26.6	1.35	19.23	38.9	1.98	28.12	
1.91	0.075	22.6	1.15	16.34	36.7	1.87	26.53	55.5	2.83	40.12	
2.54	0.100	28.1	1.43	20.31	45.8	2.33	33.11	68.7	3.50	49.66	
5.08	0.200	46.4	2.36	33.54	81.2	4.14	58.70	105.2	5.36	76.05	
7.62	0.300	57.1	2.91	41.28	100.1	5.10	72.36	128.9	6.56	93.18	
10.16	0.400	64.1	3.26	46.34	108.3	5.52	78.29	148.9	7.58	107.64	
12.70	0.500	68.2	3.47	49.30	112.8	5.74	81.54	165.5	8.43	119.63	

OBSERVACIONES:

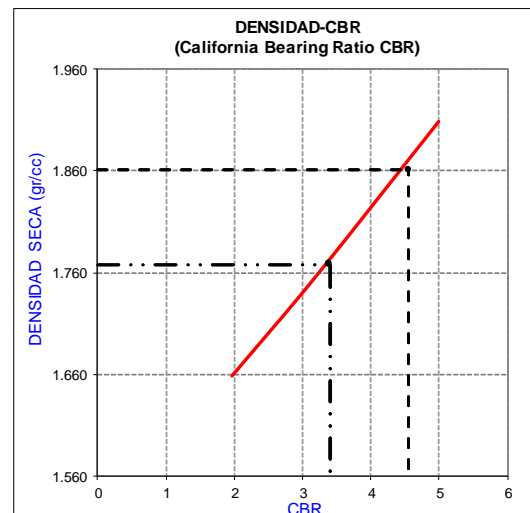
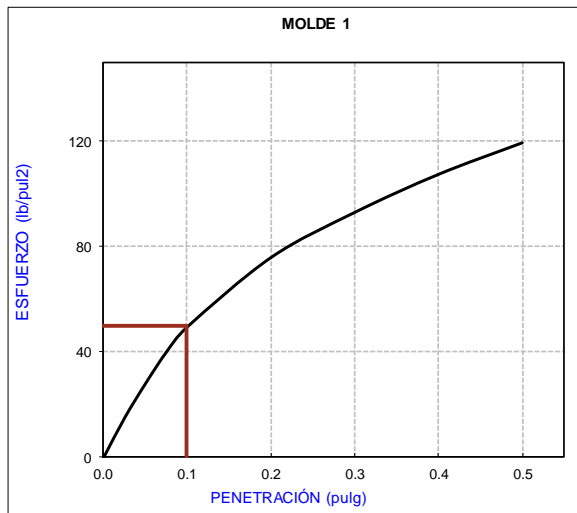
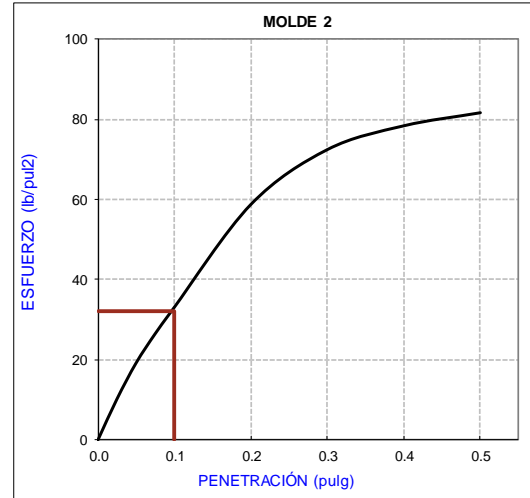
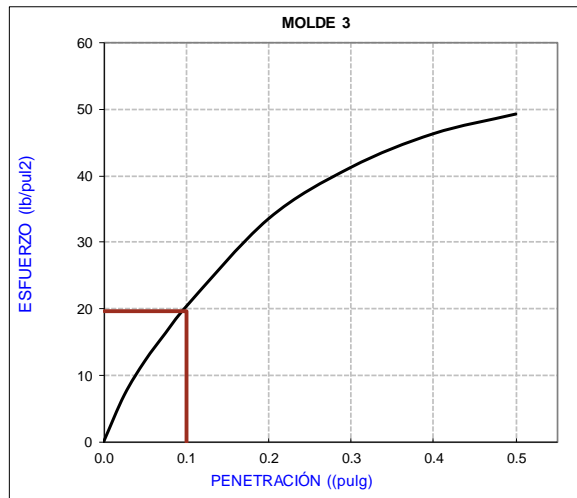
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	ASESOR
	 Ricardo Javier Ocas Boñón INGENIERO CIVIL CIP: 129K63	 LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL Reg del Colegio de Ingenieros N° 98703
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ	ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN	ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

Jr. PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA

Teléfonos: MOV. 970909446 CLARO: 984336450



	PENETRACIÓN	Densidad	0.1 (*)	CBR(0.1)	
1.7	MOLDE 3	1.658	19.60	2.0	
1.85	MOLDE 2	1.757	32.00	3.2	
	MOLDE 1	1.909	50.00	5.0	1.8
		Densidad Máxima Seca		1.861	
		Humedad Óptima		11.4	

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	0.1" =	4.6 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	0.1" =	3.4 %





OBSERVACIONES: _____

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	ASESOR
	 Ricardo Javier Ocas Boñón INGENIERO CIVIL CIP: 129863	 LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL Reg del Colegio de Ingenieros N° 98703

ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ

ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN

ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO

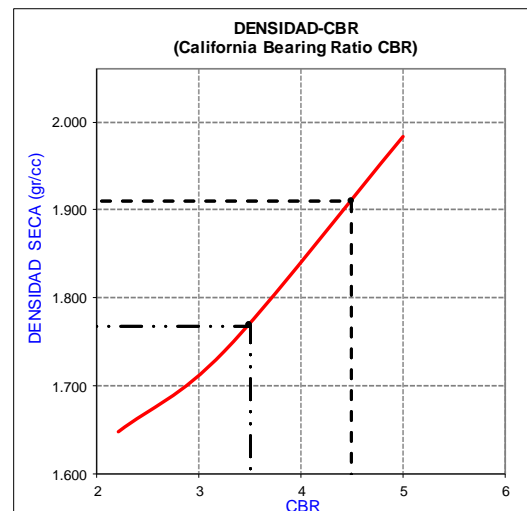
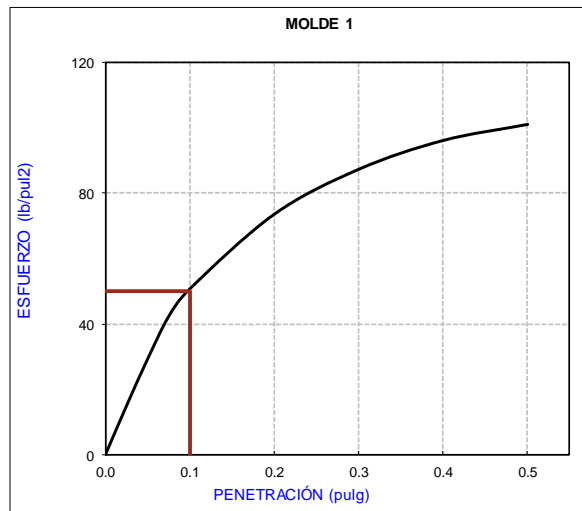
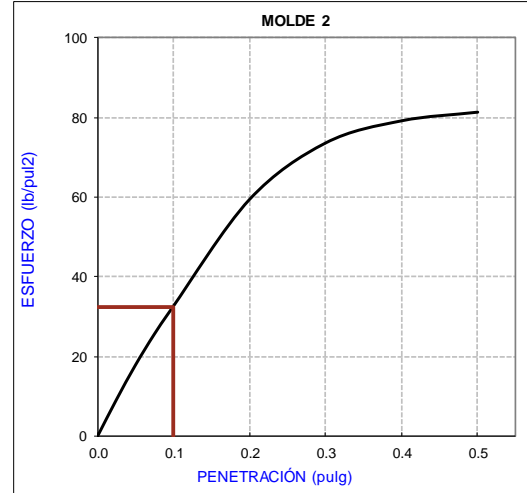
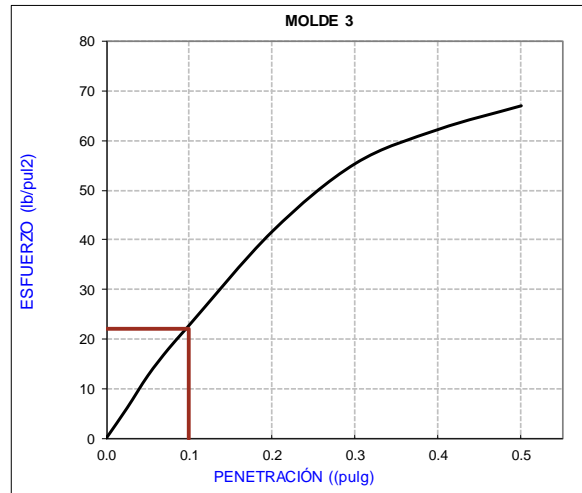
		KAOLYN INGENIEROS S.A.C Jr. PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA Teléfonos: MOV. 970909446 CLARO: 984336450								
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS KAOLYN INGENIEROS										
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)			ASTM							
D1883										
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO PARA CARRETERAS NO PAVIMENTADAS INCORPORANDO PET EN 2%, 4% Y 6%"										
DESCRIPCIÓN :		CBR 2 - MUESTRA NATURAL CON 4% DE PET		MOD. MUEST. : KISAC-EMS-345-2021						
SOLICITANTE :		ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ		SUCS : CL						
UBICACIÓN :		DISTRITO BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA								
FECHA MUESTREO :		8/05/2021								
COMPACTACIÓN C B R										
MOLDE	22 - KISAC 01		16		27-75					
Altura Molde mm.	117		117		117					
N° Capas	5		5		5					
N° Golp x Capa	12		25		56					
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS				
P. Húm.+ Molde	12365	12725.24	12544	12957.84	12590	12910.33				
Peso Molde (gr)	8451	8451.00	8416	8416.00	7899	7899.00				
Peso Húmedo (gr)	3914	4274.24	4128	4541.84	4691	5011.33				
Vol. Molde (cc)	2126.00	2126.00	2126.00	2126.00	2112.00	2112.00				
Densidad H.(gr/cc)	1.841	2.01	1.942	2.14	2.221	2.37				
Número de Tara	M-06	J-05 2021	R-1	M-05	P-01	A-01				
P.Húmedo + Tara	435.4	432.00	416.8	435.00	542.3	413.10				
Peso Seco + Tara	393.6	367.91	377.4	361.00	490.7	351.57				
Peso Agua (gr)	41.8	64.09	39.5	74.00	51.6	61.53				
Peso Tara (gr)	37.6	76.86	38.1	36.82	60.4	38.41				
P. Muestra Seca	356.0	291.05	339.2	324.18	430.3	313.16				
Cont. Humedad	11.7%	22.02%	11.6%	22.83%	12.0%	19.65%				
Cont.Hum.Prom.	11.7%	22.02%	11.6%	22.83%	12.0%	19.65%				
DENSIDAD SECA	1.648	1.648	1.739	1.739	1.983	1.983				
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NÚMERO DE MOLDE			NÚMERO DE MOLDE			NÚMERO DE MOLDE		
(Hs)	(Días)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO	
			(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	5.290	5.290	4.54	4.450	4.450	3.82	4.170	4.170	3.58
48	2	5.350	5.350	4.59	4.680	4.680	4.01	4.260	4.260	3.65
72	3	5.380	5.380	4.61	4.910	4.910	4.21	4.320	4.320	3.70
96	4	5.400	5.400	4.63	4.980	4.980	4.27	4.360	4.360	3.74
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		22 - KISAC 01			16			27-75		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.64	0.025	8.4	0.43	6.07	12.8	0.65	9.25	20.7	1.05	14.96
1.27	0.050	17.4	0.89	12.58	24.8	1.26	17.93	40.5	2.06	29.28
1.91	0.075	24.9	1.27	18.00	35.6	1.81	25.73	58.6	2.98	42.36
2.54	0.100	31.5	1.60	22.77	45.3	2.31	32.75	70.3	3.58	50.82
5.08	0.200	57.6	2.93	41.64	82.3	4.19	59.49	101.9	5.19	73.66
7.62	0.300	76.5	3.90	55.30	101.9	5.19	73.66	120.9	6.16	87.39
10.16	0.400	86.0	4.38	62.17	109.6	5.58	79.23	133.1	6.78	96.21
12.70	0.500	92.6	4.72	66.94	112.6	5.73	81.40	139.9	7.13	101.13
OBSERVACIONES:										
_____ _____ _____										
RESPONSABLE DEL ENSAYO			RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.				ASESOR			
										
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ			ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN				ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO			



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

Jr.PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA

Teléfonos: MOV. 970909446 CLARO: 984336450



PENETRACIÓN	Densidad	0.1 (*)	CBR(0.1)
MOLDE 3	1.648	22.10	2.2
MOLDE 2	1.739	32.50	3.3
MOLDE 1	1.983	50.00	5.0

Densidad Máxima Seca 1.861
Humedad Óptima 11.4

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	0.1" =	4.5 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	0.1" =	3.5 %

OBSERVACIONES: _____




RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	ASESOR
		
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ	ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN	ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO

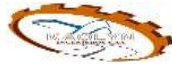
MOLDE		CHARO 03			CHARO 02			CHARO 01		
Altura Molde mm.		117			117			117		
N° Capas		5			5			5		
N° Golp x Capa		12			25			56		
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS
P. Húm.+ Molde	11748	12134.36	11826	12170.54	12435	12783.99				
Peso Molde (gr)	7926	7926.00	7638	7638.00	7720	7720.00				
Peso Húmedo (gr)	3822	4208.36	4188	4532.54	4715	5063.99				
Vol. Molde (cc)	2129.00	2129.00	2129.00	2129.00	2154.00	2154.00				
Densidad H.(gr/cc)	1.795	1.98	1.967	2.13	2.189	2.35				
Número de Tara	T-02	J-06	J-01 2021	M-02 I	T-01	M-06				
P.Húmedo + Tara	375.9	429.69	475.1	449.59	505.8	418.71				
Peso Seco + Tara	340.3	356.03	431.7	376.69	457.7	355.28				
Peso Agua (gr)	35.6	73.66	43.3	72.90	48.1	63.43				
Peso Tara (gr)	39.2	37.30	78.0	37.41	47.0	37.64				
P. Muestra Seca	301.2	318.73	353.7	339.28	410.7	317.64				
Cont. Humedad	11.8%	23.11%	12.3%	21.49%	11.7%	19.97%				
Cont.Hum.Prom.	11.8%	23.11%	12.3%	21.49%	11.7%	19.97%				
DENSIDAD SECA	1.606	1.606	1.752	1.752	1.960	1.960				

TIEMPO ACUMULADO	NÚMERO DE MOLDE					NÚMERO DE MOLDE					NÚMERO DE MOLDE				
	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO				LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO				LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO			
		(Hs)	(Días)	(mm)	(%)		(mm)	(%)	(mm)	(%)		(mm)	(%)		
0	0	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
24	1	5.230	5.230	4.49	4.49	4.490	4.490	3.85	3.85	4.200	4.200	3.60	3.60	3.60	3.60
48	2	5.370	5.370	4.61	4.61	4.730	4.730	4.06	4.06	4.250	4.250	3.64	3.64	3.64	3.64
72	3	5.420	5.420	4.65	4.65	4.870	4.870	4.18	4.18	4.310	4.310	3.70	3.70	3.70	3.70
96	4	5.480	5.480	4.70	4.70	4.920	4.920	4.22	4.22	4.350	4.350	3.73	3.73	3.73	3.73

PENETRACIÓN		CHARO 03				CHARO 02				CHARO 01			
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2			
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.64	0.025	9.6	0.49	6.94	16.2	0.83	11.71	22.4	1.14	16.19			
1.27	0.050	16.9	0.86	12.22	28.6	1.46	20.67	40.9	2.08	29.57			
1.91	0.075	23.4	1.19	16.92	39.5	2.01	28.55	58.8	2.99	42.50			
2.54	0.100	28.2	1.44	20.38	48.6	2.48	35.13	72.7	3.70	52.55			
5.08	0.200	43.7	2.23	31.59	74.1	3.77	53.56	120.3	6.13	86.96			
7.62	0.300	54.5	2.78	39.40	88.6	4.51	64.05	150.6	7.67	108.86			
10.16	0.400	59.6	3.04	43.08	96.4	4.91	69.68	170.2	8.67	123.03			
12.70	0.500	62.5	3.18	45.18	100.5	5.12	72.65	184.1	9.38	133.08			

OBSERVACIONES:

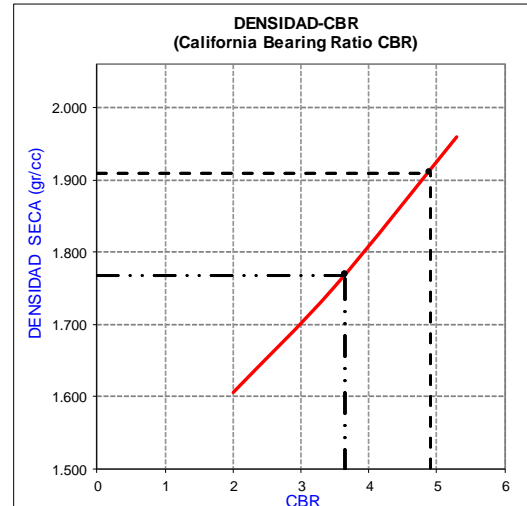
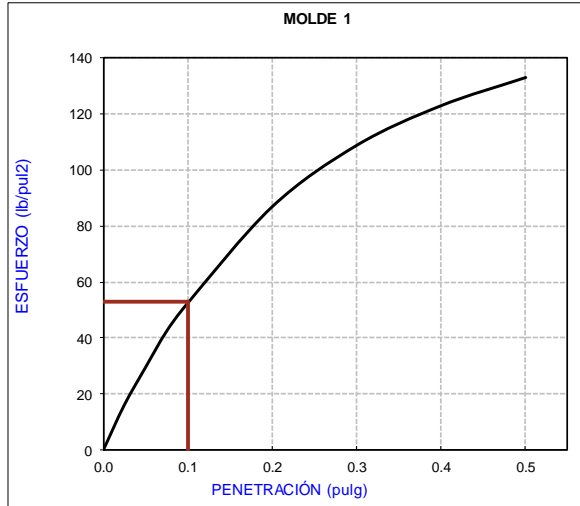
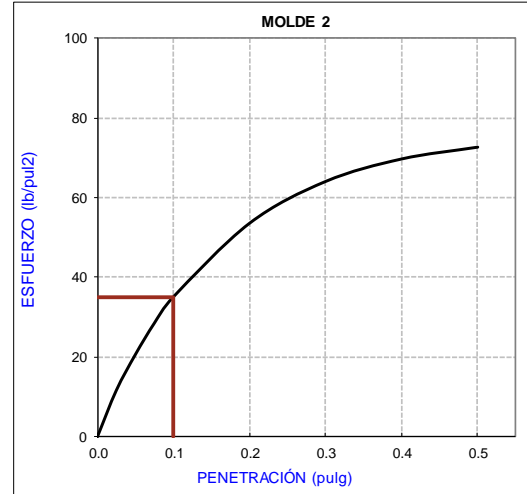
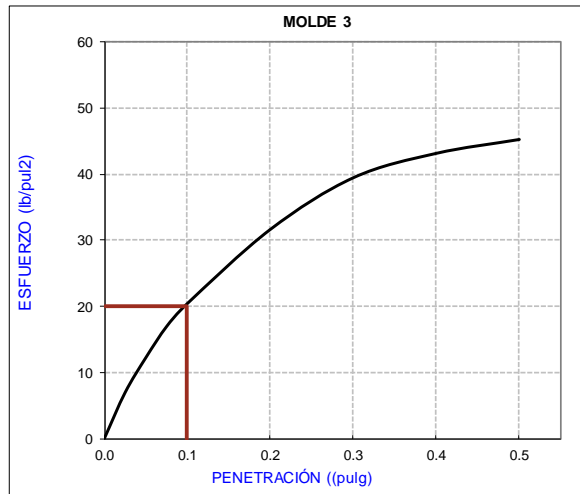
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	ASESOR
	 Ricardo Javier Ocas Boñón INGENIERO CIVIL CIP: 129863	 LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 98703
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ	ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN	ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

Jr. PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA

Teléfonos: MOV. 970909446 CLARO: 984336450



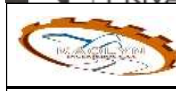



PENETRACIÓN	Densidad	0.1 (*)	CBR(0.1)
MOLDE 3	1.606	20.00	2.0
MOLDE 2	1.752	35.00	3.5
MOLDE 1	1.960	53.00	5.3

Densidad Máxima Seca 1.861
Humedad Óptima 11.4

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	0.1" =	4.9 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	0.1" =	3.7 %

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	ASESOR
	 Ricardo Javier Ocas Boñón INGENIERO CIVIL CIP: 129863	 LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 98793
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ	ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN	ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO

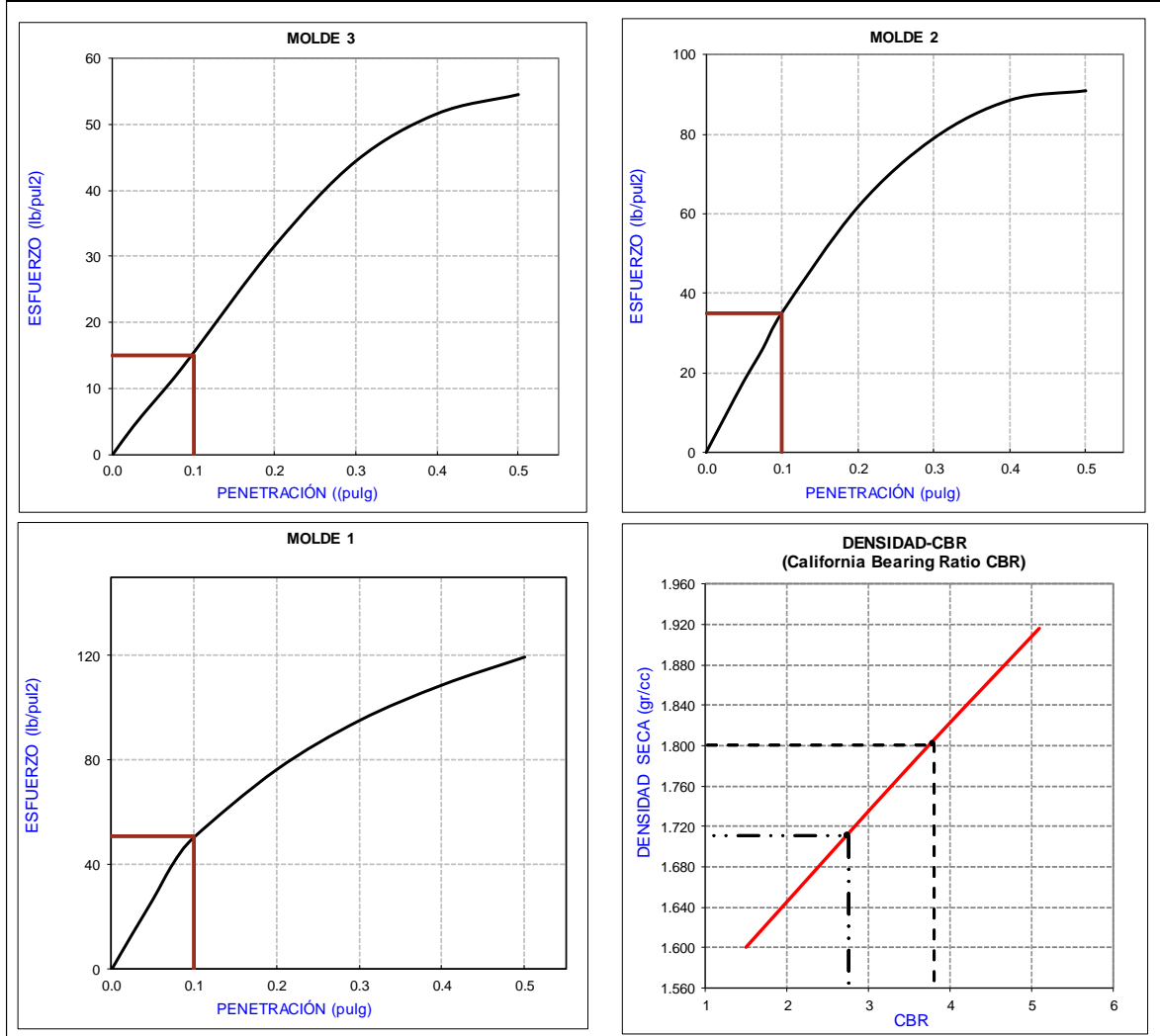
		KAOLYN INGENIEROS S.A.C Jr. PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA Teléfonos: MOV. 970909446 CLARO: 984336450								
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS KAOLYN INGENIEROS										
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)			ASTM							
D1883										
TEISIS : "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO PARA CARRETERAS NO PAVIMENTADAS INCORPORANDO PET EN 2%, 4% Y 6%"										
DESCRIPCIÓN :		CBR1 - MUESTRA NATURAL CON 6% DE PET		OD. MUEST.: KISAC-EMS-345-2021						
SOLICITANTE :		ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ		SUCS: CL						
UBICACIÓN :		DISTRITO BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA								
FECHA MUESTREO:		8/05/2021								
COMPACTACIÓN C B R										
MOLDE	298-02		194-17		24-04					
Altura Molde mm.	117		117		117					
N° Capas	5		5		5					
N°Golp x Capa	12		25		56					
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS				
P. Húm.+ Molde	11922	12328.90	12225	12506.45	12302	12628.96				
Peso Molde (gr)	8075	8075.00	7952	7952.00	7938	7938.00				
Peso Húmedo (gr)	3847	4253.90	4273	4554.45	4364	4690.96				
Vol. Molde (cc)	2142.00	2142.00	2133.00	2133.00	2030.00	2030.00				
Densidad H.(gr/cc)	1.796	1.99	2.003	2.14	2.150	2.31				
Número de Tara	M-01 I	A-01 2021	J-05	S-17	J-03-2021	M-05 III				
P.Húmedo + Tara	404.2	519.45	491.6	384.94	401.3	418.62				
Peso Seco + Tara	365.1	426.21	445.3	327.12	362.0	353.48				
Peso Agua (gr)	39.1	93.24	46.3	57.82	39.3	65.14				
Peso Tara (gr)	43.9	38.41	76.9	37.87	38.9	36.82				
P. Muestra Seca	321.2	387.80	368.4	289.25	323.1	316.66				
Cont. Humedad	12.2%	24.04%	12.6%	19.99%	12.2%	20.57%				
Cont.Hum.Prom.	12.2%	24.04%	12.6%	19.99%	12.2%	20.57%				
DENSIDAD SECA	1.601	1.601	1.780	1.780	1.917	1.917				
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NÚMERO DE MOLDE			NÚMERO DE MOLDE			NÚMERO DE MOLDE		
		LECTURA			LECTURA			LECTURA		
		DEFORM.			DEFORM.			DEFORM.		
		HINCHAMIENTO			HINCHAMIENTO			HINCHAMIENTO		
		(mm)			(mm)			(mm)		
		(%)			(%)			(%)		
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	7.270	7.270	6.23	5.150	5.150	4.42	4.710	4.710	4.04
48	2	7.360	7.360	6.31	5.210	5.210	4.47	4.840	4.840	4.15
72	3	7.450	7.450	6.39	5.360	5.360	4.60	4.890	4.890	4.19
96	4	7.520	7.520	6.45	5.440	5.440	4.67	4.940	4.940	4.24
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		298-02			194-17			24-04		
		ESFUERZO			ESFUERZO			ESFUERZO		
		CARGA			CARGA			CARGA		
		kg/cm2			kg/cm2			kg/cm2		
		lb/pul2			lb/pul2			lb/pul2		
(mm)	(pulg)	CARGA	kg/cm2	lb/pul2	CARGA	kg/cm2	lb/pul2	CARGA	kg/cm2	lb/pul2
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.64	0.025	5.8	0.30	4.19	12.5	0.64	9.04	18.8	0.96	13.59
1.27	0.050	10.9	0.56	7.88	24.9	1.27	18.00	37.1	1.89	26.82
1.91	0.075	15.9	0.81	11.49	36.2	1.84	26.17	56.5	2.88	40.84
2.54	0.100	21.4	1.09	15.47	48.6	2.48	35.13	70.1	3.57	50.67
5.08	0.200	43.8	2.23	31.66	85.3	4.34	61.66	105.9	5.39	76.55
7.62	0.300	61.5	3.13	44.46	109.2	5.56	78.94	131.8	6.71	95.27
10.16	0.400	71.4	3.64	51.61	122.4	6.23	88.48	150.6	7.67	108.86
12.70	0.500	75.4	3.84	54.50	125.7	6.40	90.86	165.4	8.42	119.56
OBSERVACIONES:										
_____ _____ _____										
RESPONSABLE DEL ENSAYO			RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.				ASESOR			
			 Ricardo Javier Ocas Boñón INGENIERO CIVIL CIP: 129863				 LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 98793			
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ			ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN				ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO			



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

Jr. PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA

Teléfonos: MOV. 970909446 CLARO: 984336450







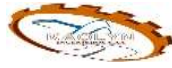
PENETRACIÓN	Densidad	0.1 (*)	CBR(0.1)
MOLDE 3	1.601	15.00	1.5
MOLDE 2	1.780	35.00	3.5
MOLDE 1	1.917	51.00	5.1
Densidad Máxima Seca			1.801
Humedad Optima			11.8

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	0.1" =	3.8 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	0.1" =	2.8 %

OBSERVACIONES: _____

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	ASESOR
	 <p style="font-size: small;">Ricardo J. Ocas Boñón INGENIERO CIVIL CIP: 129863</p>	 <p style="font-size: x-small;">LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 98793</p>
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ	ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN	ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO

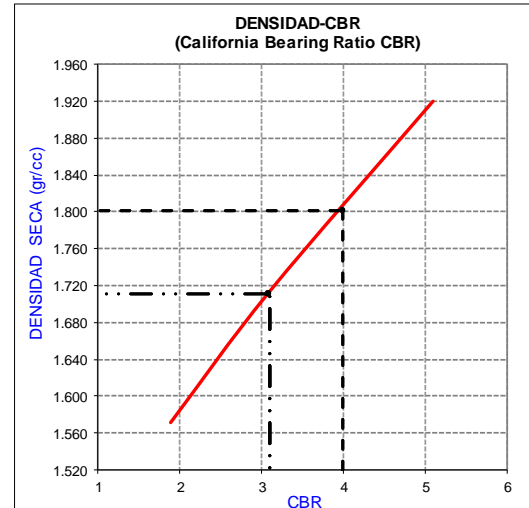
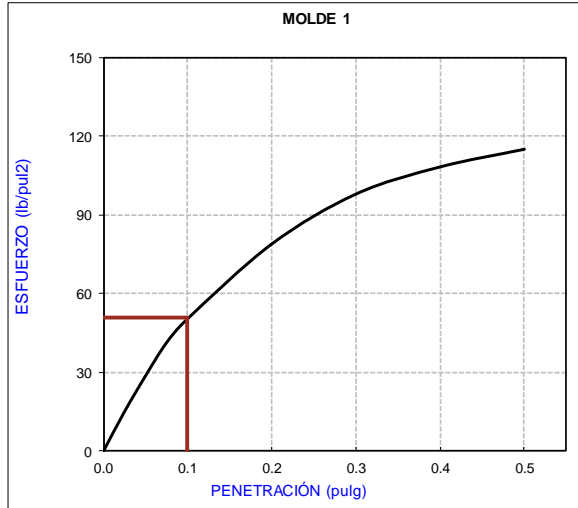
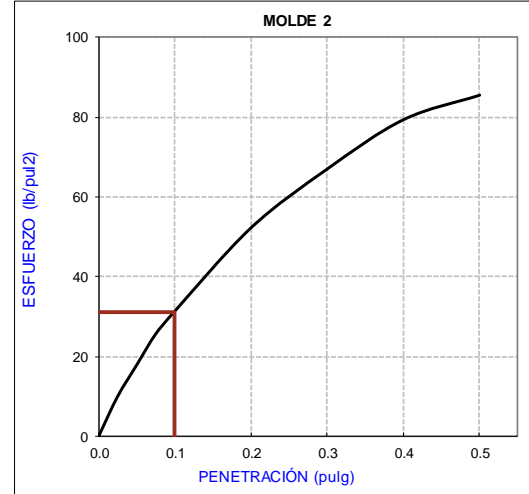
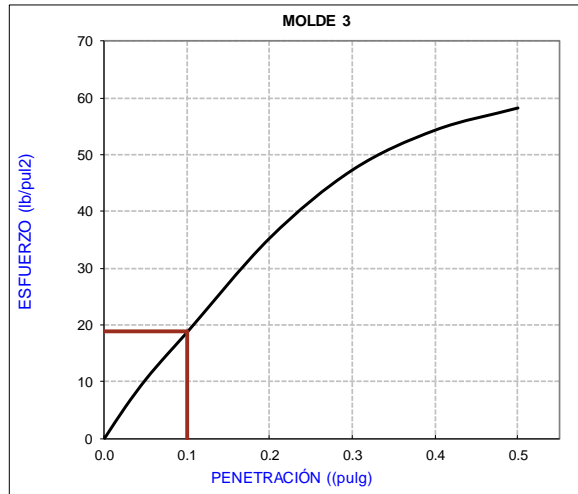
		KAOLYN INGENIEROS S.A.C Jr. PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA Teléfonos: MOV. 970909446 CLARO: 984336450											
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS KAOLYN INGENIEROS													
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)			ASTM										
D1883													
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO PARA CARRETERAS NO PAVIMENTADAS INCORPORANDO PET EN 2%, 4% Y 6%"													
DESCRIPCIÓN :		CBR 2- MUESTRA NATURAL CON 6 % DE PET		MOD. MUEST. : KISAC-EMS-345-2021									
SOLICITANTE :		ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ		SUCS : CL									
UBICACIÓN :		DISTRITO BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA											
FECHA MUESTREO :		8/05/2021											
COMPACTACION C B R													
MOLDE	14		01		15								
Altura Molde mm.	117		117		117								
N° Capas	5		5		5								
N°Golg x Capa	12		25		56								
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS							
P. Húm.+ Molde	11655	11934.22	12080	12362.18	12399	12722.21							
Peso Molde (gr)	7855	7855.00	7989	7989.00	7810	7810.00							
Peso Húmedo (gr)	3800	4079.22	4091	4373.18	4589	4912.21							
Vol. Molde (cc)	2154.00	2154.00	2127.00	2127.00	2120.00	2120.00							
Densidad H.(gr/cc)	1.764	1.89	1.923	2.06	2.165	2.32							
Número de Tara	T-01	M-06 II	M-05	M-02 II	T-02	J-06-2021							
P.Húmedo + Tara	471.0	425.41	425.6	384.94	485.8	392.63							
Peso Seco + Tara	424.3	359.35	383.3	327.12	435.3	331.69							
Peso Agua (gr)	46.7	66.06	42.3	57.82	50.5	60.94							
Peso Tara (gr)	43.9	37.64	36.8	37.41	39.2	37.30							
P. Muestra Seca	380.4	321.71	346.5	289.71	396.1	294.39							
Cont. Humedad	12.3%	20.53%	12.2%	19.96%	12.8%	20.70%							
Cont.Hum.Prom.	12.3%	20.53%	12.2%	19.96%	12.8%	20.70%							
DENSIDAD SECA	1.571	1.571	1.714	1.714	1.920	1.920							
ENSAYO DE HINCHAMIENTO													
TIEMPO ACUMULADO		NÚMERO DE MOLDE			NÚMERO DE MOLDE			NÚMERO DE MOLDE					
		LECTURA		HINCHAMIENTO		LECTURA		HINCHAMIENTO		LECTURA		HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	7.310	7.310	6.27	5.110	5.110	4.38	4.670	4.670	4.01	4.670	4.670	4.01
48	2	7.390	7.390	6.34	5.190	5.190	4.45	4.780	4.780	4.10	4.780	4.780	4.10
72	3	7.440	7.440	6.38	5.310	5.310	4.55	4.900	4.900	4.20	4.900	4.900	4.20
96	4	7.550	7.550	6.48	5.380	5.380	4.61	4.960	4.960	4.25	4.960	4.960	4.25
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN		14			01			15					
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO				
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2			
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00			
0.64	0.025	7.6	0.39	5.49	13.9	0.71	10.05	20.8	1.06	15.04			
1.27	0.050	14.4	0.73	10.41	24.8	1.26	17.93	39.7	2.02	28.70			
1.91	0.075	20.3	1.03	14.67	35.6	1.81	25.73	57.2	2.91	41.35			
2.54	0.100	25.9	1.32	18.72	43.5	2.22	31.44	69.8	3.55	50.46			
5.08	0.200	48.9	2.49	35.35	72.4	3.69	52.34	109.2	5.56	78.94			
7.62	0.300	65.5	3.34	47.35	92.8	4.73	67.08	135.5	6.90	97.95			
10.16	0.400	75.2	3.83	54.36	109.9	5.60	79.44	149.8	7.63	108.29			
12.70	0.500	80.6	4.10	58.26	118.4	6.03	85.59	159.1	8.10	115.01			
OBSERVACIONES:													
RESPONSABLE DEL ENSAYO				RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.				ASESOR					
				 Ricardo Javier Ocas Bonón INGENIERO CIVIL CIP: 129863				 LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 98793					
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ				ING. RICARDO JAVIER OCAS BONÓN				ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO					



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

Jr. PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA

Teléfonos: MOV. 970909446 CLARO: 984336450



PENETRACIÓN	Densidad	0.1 (*)	CBR(0.1)
MOLDE 3	1.571	18.80	1.9
MOLDE 2	1.714	31.00	3.1
MOLDE 1	1.920	51.00	5.1

Densidad Máxima Seca 1.801
Humedad Óptima 11.8

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	0.1" =	4.0 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	0.1" =	3.1 %

OBSERVACIONES:




RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	ASESOR
		
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ	ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN	ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO

MOLDE		222-03		11		23	
Altura Molde mm.		117		117		117	
Nº Capas		5		5		5	
Nº Golp x Capa		12		25		56	
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	
P. Húm.+ Molde	11686	12200.13	11923	12257.80	12375	12713.33	
Peso Molde (gr)	8033	8033.00	7907	7907.00	7764	7764.00	
Peso Húmedo (gr)	3653	4167.13	4016	4350.80	4611	4949.33	
Vol. Molde (cc)	2123.00	2123.00	2124.00	2124.00	2135.00	2135.00	
Densidad H.(gr/cc)	1.721	1.96	1.891	2.05	2.160	2.32	
Número de Tara	M-15	T-02	A-01	J-04-2021	J-06	R-01	
P.Húmedo + Tara	413.4	434.61	411.1	424.19	429.9	405.47	
Peso Seco + Tara	372.9	348.46	370.7	356.08	386.7	342.70	
Peso Agua (gr)	40.5	86.15	40.4	68.11	43.2	62.77	
Peso Tara (gr)	37.8	39.18	34.8	37.32	37.3	38.12	
P. Muestra Seca	335.1	309.28	335.9	318.76	349.4	304.58	
Cont. Humedad	12.1%	27.86%	12.0%	21.37%	12.4%	20.61%	
Cont.Hum.Prom.	12.1%	27.86%	12.0%	21.37%	12.4%	20.61%	
DENSIDAD SECA	1.535	1.535	1.688	1.688	1.922	1.922	

ENSAYO DE HINCHAMIENTO											
TIEMPO		NÚMERO DE MOLDE			NÚMERO DE MOLDE			NÚMERO DE MOLDE			
ACUMULADO		LECTURA		HINCHAMIENTO		LECTURA		HINCHAMIENTO		LECTURA	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000
24	1	7.240	7.240	6.21	5.190	5.190	4.45	4.820	4.820	4.13	4.820
48	2	7.310	7.310	6.27	5.330	5.330	4.57	4.910	4.910	4.21	4.910
72	3	7.370	7.370	6.32	5.420	5.420	4.65	4.970	4.970	4.26	4.970
96	4	7.440	7.440	6.38	5.500	5.500	4.72	5.040	5.040	4.32	5.040

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		222-03			11			23		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.64	0.025	4.8	0.24	3.47	12.4	0.63	8.96	20.9	1.06	15.11
1.27	0.050	9.6	0.49	6.94	22.5	1.15	16.26	38.6	1.97	27.90
1.91	0.075	14.1	0.72	10.19	31.4	1.60	22.70	54.5	2.78	39.40
2.54	0.100	17.7	0.90	12.79	38.9	1.98	28.12	67.2	3.42	48.58
5.08	0.200	31.9	1.62	23.06	65.9	3.36	47.64	103.4	5.27	74.74
7.62	0.300	41.9	2.13	30.29	83.9	4.27	60.65	127.1	6.47	91.88
10.16	0.400	49.6	2.53	35.85	96.3	4.90	69.61	143.9	7.33	104.02
12.70	0.500	55.6	2.83	40.19	104.2	5.31	75.32	158.7	8.08	114.72

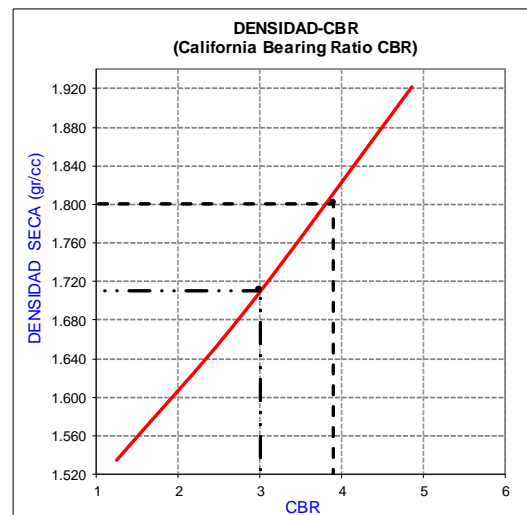
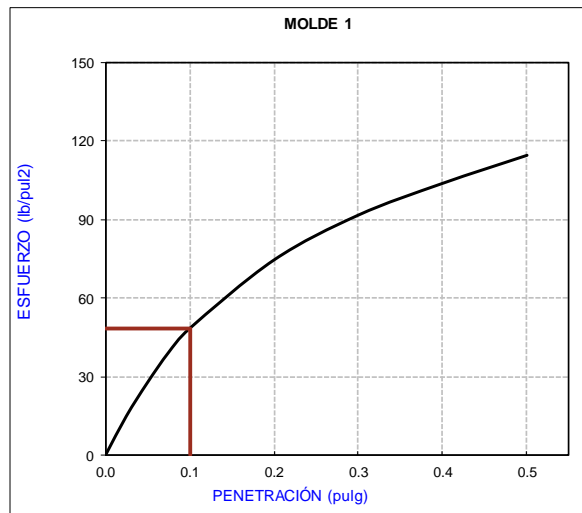
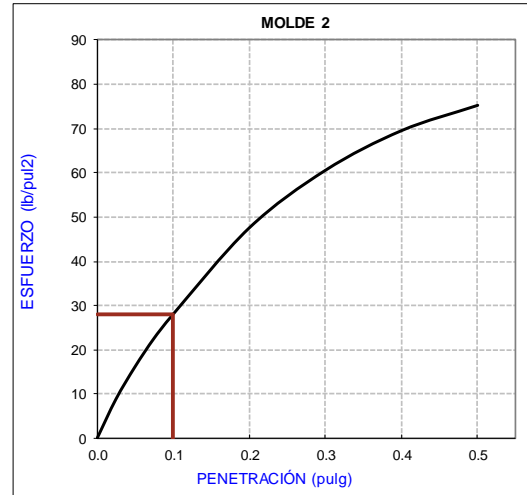
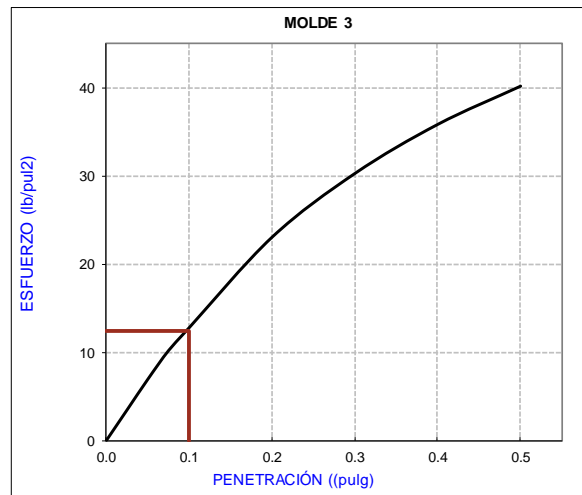
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	ASESOR
	 Ricardo Javier Ocas Boñón INGENIERO CIVIL CIP: 129863	 LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 98703
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ	ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN	ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO

KAOLYN INGENIEROS S.A.C

Jr. PARAÍSO N° 120- CAJAMARCA

Teléfonos: MOV. 970909446 CLARO: 984336450



PENETRACIÓN	Densidad	0.1 (*)	CBR(0.1)
MOLDE 3	1.535	12.50	1.3
MOLDE 2	1.688	28.00	2.8
MOLDE 1	1.922	48.56	4.9

Densidad Máxima Seca ✔ 1.801
 Humedad Óptima ✔ 11.8

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	0.1" =	3.9 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	0.1" =	3.0 %

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	ASESOR
	 Ricardo Javier Ocas Boñón INGENIERO CIVIL CIP: 129863	 LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 68703
ROSARIO DEL PILAR BUSTAMANTE SÁNCHEZ	ING. RICARDO JAVIER OCAS BOÑÓN	ING. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO

PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Calicata para la extracción de la muestra.



Fotografía 2. Secado de la muestra en el laboratorio.



Fotografía 3. Tamizando la muestra – granulometría



Fotografía 4. Lavado por el tamiz N 200 – granulometría finos.



Fotografía 5. Realizando límite líquido – Límites de Atterberg



Fotografía 6. Realizando límite plástico– Límites de Atterberg



Fotografía 7. Tamizando el PET picado con el Ing. supervisor del laboratorio



Fotografía 8. Realizando la mezcla para el Proctor con 6% de PET



Fotografía 9. Realizando la mezcla para el Proctor con 6% de PET



Fotografía 10. Realizando la mezcla para el Proctor con 6% de PET



Fotografía 11. Moldes sumergidos en agua, realizando la medición de hinchamiento con el deformímetro.



Fotografía 12. Secado de ensayos después de estar sumergidos en agua.



Fotografía. Realizando ensayo de penetración del molde.

ANEXOS

ANEXO 1 PLANO DE UBICACIÓN





PERU

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00089931

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 018207-2015/DSD - INDECOPI de fecha 18 de Setiembre de 2015, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo	:	La denominación KAOLYN INGENIEROS S.A.C. y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo adjunto.
Distingue	:	Calibración, control de calidad, ensayo de materiales, estudio de proyectos técnicos, servicio de mecánica de suelos y concreto (laboratorio científico), levantamiento topográficos, materiales (ensayos de abrasión, permeabilidad, concreto), prueba de materiales, topografías (levantamientos rurales y urbanos)
Clase	:	42 de la Clasificación Internacional.
Solicitud	:	0623441-2015.
Titular	:	KAOLIN INGENIEROS S.A.C.
País	:	Perú
Vigencia	:	18 de Setiembre de 2025
Tomo	:	450
Folio	:	131


RAY MELONI GARCIA
Director
Dirección de Signos Distintivos
INDECOPI

