

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA - HUACARIZ 2021”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR

Bach. MARIN ABANTO NEYRI KELVIN

ASESOR:

Ing. SIFUENTES INOSTROZA LUCIO MARCIAL

CAJAMARCA - PERÚ

2023

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y permitirme cumplir uno de mis grandes sueños de culminar esta hermosa carrera.

Al ing. Lucio Marcial Sifuentes Inostroza por su apoyo, que fue fundamental para hacer posible esta investigación.

A la Universidad Nacional de Cajamarca y a mis docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, quienes me inculcaron el conocimiento.

Finalmente, a las personas que colaboraron a lo largo del desarrollo de este trabajo.

DEDICATORIA

A mis queridos padres Benjamín y Julia, que fueron el pilar fundamental para lograr este objetivo.

A mi pareja Sarita por su apoyo y comprensión durante mi carrera profesional.

A mis tesoros Liam, Khaleesi y Sofia, quienes son la razón y motivo para salir adelante.

A mis hermanas Maydee y Jhanait por su apoyo incondicional en el desarrollo de esta investigación.

A mi abuelita Estefa por su cariño y apoyo incondicional durante mi niñez y juventud.

A mi tío Roger Abanto Vásquez por su apoyo incondicional.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema	1
1.3. Hipótesis.....	1
1.4. Justificación de la Investigación	2
1.5. Alcances o delimitación de la Investigación	2
1.5.1. Alcances.....	2
1.5.2. Delimitación.....	2
1.6. Objetivos	2
1.6.1. Objetivo General.....	2
1.6.2. Objetivos Específicos:	2
1.7. Contenido	3
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes Teóricos.	4
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	4
2.1.2. Antecedentes Nacionales	4
2.1.3. Antecedentes Locales.....	4
2.2. Bases Teóricas.....	4
2.2.1. Definición de Suelo.....	4
2.2.2. Granulometría del Suelo.	5

2.2.3.	Clasificación de suelos.....	6
2.2.4.	Naturaleza de los Suelos Arcillosos.....	10
2.2.5.	Subrasante	15
2.2.6.	Generalidades de las Estabilizaciones	16
2.2.7.	Cloruro de Sodio (NaCl).....	18
2.2.8.	Ensayos de Laboratorio.....	22
2.2.9.	Definición de Términos Básicos	26
CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS		28
3.1.	Ubicación	28
3.1.1.	Ubicación de la Investigación.....	28
3.1.2.	Época de la Investigación	28
3.2.	Metodología de la Investigación	28
3.2.1.	Tipo, nivel, diseño y método de investigación	28
3.2.2.	Población de Estudio.....	29
3.2.3.	Muestra	29
3.2.4.	Unidad de Análisis.....	29
3.3.	Procedimiento.....	31
3.4.	Tratamiento, Análisis de datos y Presentación de Resultados	32
3.4.1.	Tratamiento y Análisis de Datos.....	32
3.4.2.	Presentación de Resultados.....	33
CAPITULO IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS		39
4.1.	Discusión de los resultados	39
4.2.	Descripción de los Perfiles Estratigráficos.....	39
4.3.	Contrastación de Hipótesis.....	39
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		40
5.1.	CONCLUSIONES	40
5.2.	RECOMENDACIONES	40

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	41
ANEXOS	42
ANEXOS N° 01: Panel fotográfico.....	42
ANEXOS N° 02: Ficha técnica del cloruro de sodio	49
ANEXOS N° 03: Certificados de Laboratorio	51
ANEXOS N° 04: Resultados de Ensayos de Laboratorio	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de un suelo según el tamaño de sus partículas	5
Tabla 2: Condición del suelo de subrasante según su índice de grupo.....	7
Tabla 3: Sistema de clasificación AASHTO	7
Tabla 4: Símbolos para fines de identificación de suelos en el Sistema Unificado.....	8
Tabla 5: Sistema Unificado de Clasificación de suelos	9
Tabla 6: Correlación entre los sistemas de clasificación AASHTO y SUCS	10
Tabla 7: Correlaciones empíricas para determinar el índice de compresión C_c	14
Tabla 8: Compresibilidad de un suelo en función de su índice de compresión C_c	14
Tabla 9: Categorías de la subrasante en su índice CBR	15
Tabla 10: Características típicas de la sal (Cloruro de Sodio).....	19
Tabla 11: Características de suelos según índices de plasticidad	24
Tabla 12: Número mínimo de puntos de investigación de acuerdo al tipo de vía	30
Tabla 13: Coordenadas UTM de las calicatas realizadas	30
Tabla 14: Ensayos realizados en la investigación.....	31
Tabla 15: Resultados de ensayo Contenido de humedad.....	33
Tabla 16: Resultados de ensayo análisis granulométrico por lavado	33
Tabla 17: Resultado de ensayo límites de Atterberg	33
Tabla 18: Resultados de ensayo de Proctor Modificado.....	35
Tabla 19: Resultados de ensayo CBR.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Minerales que constituyen la arcilla de acuerdo a su arreglo reticular	11
Figura 2: Identificación de minerales comunes de arcilla en la carta de plasticidad	13
Figura 3: Aplicación de cloruro de sodio en grano	21
Figura 4: Aplicación de cloruro de sodio al suelo en salmuera	22
Figura 5: Ubicación referencial de la carretera de estudio	28
Figura 6: Comparación de resultados de límite líquido del suelo con la dosificación de NaCl ..	34
Figura 7: Comparación de resultados de límite plástico del suelo con la dosificación de NaCl .	35
Figura 8: Comparación de resultados del índice de plasticidad del suelo con NaCl	35
Figura 9: Comparación de resultados de la densidad máxima seca del suelo con NaCl.....	36
Figura 10: Comparación de resultados del óptimo contenido de humedad del suelo con NaCl .	37
Figura 11: Comparación de resultados CBR a 0.1” del suelo con la dosificación de NaCl.....	38
Figura 12: Extracción de material de calicata C01 para la elaboración de tesis.....	42
Figura 13: Extracción de material de calicata C02 para la elaboración de tesis.....	42
Figura 14: Extracción de material de calicata C03 para la elaboración de tesis.....	43
Figura 15: Ensayo de contenido de humedad	43
Figura 16: Ensayo de Análisis Granulométrico.....	44
Figura 17: Cuarteo de material	44
Figura 18: Ensayo Proctor Modificado	45
Figura 19: Ensayo Proctor Modificado en presencia del asesor Ing. Lucio Sifuentes Inostroza.	45
Figura 20: Ensayo CBR.....	46
Figura 21: Ensayo de Hinchamiento	46
Figura 22: Ensayo de Carga-Penetración en el ensayo CBR.....	47
Figura 23: Muestra de suelo después de la prueba de carga-penetración.....	47
Figura 24: Adición de cloruro de sodio a la muestra patrón	48
Figura 25: Ensayo de Carga-Penetración de la muestra de suelo al 5% de cloruro de sodio	48

RESUMEN

La presente tesis analiza la influencia del cloruro de sodio en la estabilización de suelos arcillosos para uso como subrasante mejorada del pavimento de la carretera Cajamarca – Huacariz. La vía presenta diferentes fallas, debido a la presencia de suelos finos, los que a su vez presentan una baja capacidad de soporte, por consecuencia brindan una inadecuada transitabilidad, por lo que se realizó la excavación de 3 calicatas en el tramo de la carretera utilizando la norma técnica , dicho material con el que se trabajó los ensayos de laboratorio como: contenido de humedad, granulometría, límite líquido, límite plástico, Proctor y California bearing ratio(CBR), obteniéndose como resultados la pérdida de humedad al incrementar cloruro de sodio el límite líquido disminuye en promedio del 4%, límite plástico disminuye en promedio del 1% e índice de plasticidad disminuye en promedio del 3%, además se determinó que aumentando cloruro de sodio en un 12%, aumenta su CBR de 3.48% a 6.55%.

Palabras Clave: Estabilización de suelos, suelo arcilloso, capacidad de soporte, índice CBR.

ABSTRACT

This thesis analyzes the influence of sodium chloride in the stabilization of clayey soils for use as a subgrade to improve the pavement of the Cajamarca - Huacariz highway. The road presents different faults, due to the presence of fine soils, which in turn have a low support capacity, consequently providing inadequate passability, the excavation of 3 test pits was carried out in the section of the road using the technical standard , said material with which the laboratory tests were worked such as: moisture content, granulometry, liquid limit, plastic limit, Proctor and California bearing ratio (CBR), obtaining as results the loss of humidity when increasing sodium chloride the liquid limit it decreases an average of 4%, the plastic limit decreases an average of 1% and the plasticity index decreases an average of 3%, in addition it was determined that increasing sodium chloride by 12% increases its CBR from 3.48% to 6.55%.

Keywords: *Soil stabilization, clay soil, support capacity, CBR index.*

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

A nivel mundial, nacional y local las arcillas expansivas son excesivamente peligrosas en todas las obras de ingeniería como edificaciones, puentes, estabilidad de taludes, centrales hidroeléctricas, presa y pavimentos; debido a las deformaciones y asentamientos diferenciales causando pérdidas económicas considerables. En la naturaleza, por las condiciones climáticas las arcillas expansivas sufren cambios importantes de contenido de agua: en época de lluvias el estrato superior se satura y en época de estiaje se produce el fenómeno de desecación y esta capa superficial se comporta como un suelo parcialmente saturado (Camarena, Ordoñez, & Guichard, 2014).

En la Ciudad de Cajamarca existen peligros ante fenómenos geológicos en el cual ha identificado cuatro niveles de peligro considerando en la zona de muy alto peligro a los suelos, compuestos principalmente por arcillas plásticas y arcillas limosas, con contenidos de humedad relativamente altos, debido a la presencia de nivel freático alto. Presenta en su mayoría suelos expansivos en grandes proporciones. Debido a las características del suelo presenta alta intensidad sísmica (INDECI, 2005).

La carretera en estudio Cajamarca - Huacariz es entre Av. Industrial - Av. San Martín y Jr. Huacariz, donde la vía es una Trocha Carrozable, que presenta desprendimientos debido a la pérdida de agregado, baches, generado por los agentes atmosféricos, ocasionando dificultades, pérdida de tiempo e inseguridad para los vehículos que recorren esta vía diariamente.

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera influye el cloruro de sodio en la estabilización de suelos arcillosos para uso como subrasante mejorada del pavimento de la carretera Cajamarca – Huacariz 2021 entre Av. Industrial - Av. San Martín y Jr. Huacariz?

1.3. Hipótesis

La aplicación de cloruro de sodio en suelos arcillosos de la carretera Cajamarca – Huacariz 2021 entre Av. Industrial - Av. San Martín y Jr. Huacariz aumenta el índice California Bearing Ratio (CBR).

1.4. Justificación de la Investigación

La presente tesis se realizó con la finalidad de aplicar un aditivo químico para mejorar la capacidad portante (CBR) del suelo.

La estabilización con aditivos químicos es poco utilizada en Cajamarca para el tema de estabilización de subrasantes debido a la falta de conocimiento sobre los beneficios que estos ofrecen y, también, porque se cree que son productos de costo elevado para el mejoramiento de una vía respecto a un diseño típico de base, sub base y carpeta asfáltica o rígido. Con la implementación de este método de estabilización se obtienen como principales beneficios el elevar el CBR de la subrasante de la vía, ahorro en costo de materiales y transporte.

1.5. Alcances o delimitación de la Investigación

1.5.1. Alcances

Los resultados obtenidos con esta investigación, solo se aplican a suelos arcillosos presentes en la subrasante de la carretera Cajamarca – Huacariz entre Av. Industrial - Av. San Martín y Jr. Huacariz o a suelos similares que se encuentren en otros proyectos viales, así como también a estudiantes y docentes de la carrera de ingeniería civil, entre otras.

1.5.2. Delimitación

La presente investigación se desarrolló en la carretera Cajamarca – Huacariz ubicada en la zona sur - oeste de la ciudad de Cajamarca, entre Av. Industrial - Av. San Martín y Jr. Huacariz.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Analizar la influencia de la adición de cloruro de sodio en la estabilización de suelos arcillosos para uso como subrasante mejorada del pavimento de la carretera Cajamarca – Huacariz 2021.

1.6.2. Objetivos Específicos:

- Realizar los ensayos de suelos e identificar las propiedades físicas y mecánicas.
- Determinar la influencia del aditivo en la capacidad de soporte del suelo arcilloso como material de subrasante.

- Realizar un análisis comparativo de las propiedades físico-mecánicas del suelo natural y el suelo con diferentes adiciones de cloruro de sodio.

1.7. Contenido

Capítulo I. Introducción: Este capítulo abarca el planteamiento del problema, identificación de variables y planteo de la hipótesis general, justificación, alcance y objetivos de la investigación.

Capítulo II. Marco Teórico: Este capítulo aborda una revisión del tema de interés partiendo de antecedentes internacionales, nacionales y locales de la investigación, dando a conocer los resultados más importantes que se lograron, posteriormente se recaudan bases teóricas necesarias sobre las cuales se fundamenta la presente investigación. Por último, las definiciones de términos básicos; necesarios para que el lector tenga una mayor comprensión del desarrollo del contenido.

Capítulo III. Materiales y Métodos: Este capítulo da a conocer la ubicación geográfica y época de la investigación, además se describe el procedimiento seguido para el desarrollo de la misma, tratamiento, análisis de los datos y presentación de resultados.

Capítulo IV. Análisis y discusión de Resultados: Este capítulo describe los resultados más importantes obtenidos a través de la investigación y discusión de los resultados obtenidos acorde a los objetivos planteados.

Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones: Este capítulo presenta las conclusiones más importantes obtenidas en la investigación, de acuerdo a cada objetivo planteado; así mismo se plantean recomendaciones para las futuras líneas de investigación afines al tema.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Teóricos.

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Según **Roldán (2010)**, es su tesis “Estabilización de suelos con cloruro de sodio (NaCl) para bases y sub bases” concluye que el porcentaje de resistencia a la compresión baja al adicionar NaCl. Sin embargo, para los materiales arena limosa y arena caliza aumenta al adicionar NaCl en porcentajes no mayores al 2%, por tal motivo para el material arena limosa y arena caliza el porcentaje máximo aceptable no debe superar en 2% del peso del material.

Según **Gutiérrez (2010)**, En su tesis titulada “Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas de cloruro de magnesio (bischofita) frente a cloruro de calcio”, menciona que al final el estudio se comprobó el aumento de la máxima densidad seca conforme se le iba aumentando el porcentaje de aditivo (3%, 4% y 5%) además menciona que no se pudo comprobar el aumento significativo del CBR.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

En la investigación de **Gutiérrez (2010)**, determinó el incremento de la densidad seca del suelo al proporcionar cloruro de sodio en 3%, 4% y 5%, realizó los ensayos de suelos como contenido de humedad, plasticidad, Proctor y CBR. Los resultados obtenidos se demostraron que existe aumento de la máxima densidad seca conforme se le iba aumentando el porcentaje de aditivo (3%, 4% y 5%).

2.1.3. Antecedentes Locales

Según **Chávez (2018)**, En su tesis titulada “Influencia del aditivo cloruro de sodio como estabilizante de la subrasante de la carretera tramo cruce el Porongo – Aeropuerto - Cajamarca”, al final del estudio se comprobó el aumento del CBR en un 0.385% al adicionar un 2% de cloruro de sodio.

2.2. Bases Teóricas.

2.2.1. Definición de Suelo.

Técnicamente, el suelo es una mezcla de partículas de roca o mineral, agua y aire. Es sobre la base de estos constituyentes que las propiedades de suelo difieren de una zona a otra. Además, los diferentes tipos de suelos se comportan de forma diferente en los trabajos de construcción. El tipo de suelo para una obra de construcción tiene una enorme influencia en el diseño y los costos de la edificación que se construirá. Así, el análisis del suelo ayuda en la determinación de si será requerido trabajo adicional, para preparar el sitio de construcción (Osorcio, 2015).

El suelo está formado por tres fases: líquida, sólida y gaseosa. En la mayor parte de los suelos, la fase sólida la forman partículas minerales que constituyen el esqueleto estructural en el que está absorbido el humus o las partículas orgánicas. Entre las partículas de la fase sólida existen espacios porosos los cuales son llenados con la fase líquida y gaseosa (Cruz, 2009).

En ingeniería civil todas las obras se apoyan sobre el suelo de una u otra forma, y muchas de ellas, utilizan la tierra como elemento de construcción para terraplenes, diques y rellenos en general; por lo que, en consecuencia, su estabilidad y comportamiento funcional y estético estarán determinados (Nicholson, 2015).

2.2.2. Granulometría del Suelo.

Según el MTC (2014), la finalidad del análisis granulométrico de un suelo es determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función del tamaño de sus partículas, a partir de los cuales se definen los términos grava, arena y material fino (limo y arcilla).

Tabla 1: Clasificación de un suelo según el tamaño de sus partículas

Tipo de material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm - 4.75 mm
Arena	Arena gruesa	4.75 mm - 2.00 mm
	Arena media	2.00 mm - 0.425 mm
	Arena fina	0.425 mm - 0.075 mm
Material fino	Limo	0.075 mm - 0.005 mm
	Arcilla	menor a 0.005 mm

Fuente: Tomado del MTC 2014:31.

2.2.3. Clasificación de suelos

(Braja, 2010), los suelos con propiedades similares se clasifican en grupos y subgrupos basados en su comportamiento ingenieril. Los sistemas de clasificación proporcionan un lenguaje común para expresar en forma concisa las características generales del suelo, que son infinitamente variadas sin una descripción detallada.

2.2.3.1. Clasificación AASHTO

La AASHTO en su designación M 145 – 91 (especificación estándar para clasificación de suelos y mezclas de agregados para propósitos de construcción de carreteras), describe un procedimiento para la clasificación del suelo dentro de siete grupos, basados en la distribución del tamaño de partículas, límite líquido e índice de plasticidad. La evaluación del suelo dentro de cada grupo es hecha por medio del “índice de grupo” el cual es un valor calculado de una fórmula empírica.

El grupo de clasificación, incluyendo el índice de grupo deben ser utilizados para evaluar la calidad relativa del material que constituye el suelo para uso en estructuras de trabajos con tierra, terraplenes, subrasantes, subbases y bases.

a) Índice de grupo

El índice de grupo es calculado a partir de la siguiente ecuación empírica

$$IG = (F - 35)[0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F - 15)(IP - 10) \quad (1)$$

Donde:

IG=Índice de grupo

F=Porcentaje que pasa el tamiz 75 μ m (Nº 200), expresado como un número entero.

Este porcentaje está basado solo en el material que pasa el tamiz 75 mm (3”).

LL=Límite líquido

IP=Índice de plasticidad

El MTC (2014), establece categorías del suelo para subrasante en función del valor de su índice de grupo de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 2: Condición del suelo de subrasante según su índice de grupo

Índice de grupo	Suelo de subrasante
IG mayor que 9	Inadecuado
IG esta entre 4 a 9	Insuficiente
IG esta entre 2 a 4	Regular
IG esta entre 1 a 2	Bueno
IG esta entre 0 a 1	Muy Bueno

Fuente: Tomado del MTC 2014:33

Tabla 3: Sistema de clasificación AASHTO

Clasificación General	Materiales granulares (35% o menos que pasa el tamiz No. 200)							Materiales de limo y arcilla (Más del 35% que pasa el tamiz No. 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 *
de grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Análisis por tamices, porcentaje que pasa:											
2.00 mm (No. 10)	50 máx	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0.425 mm (No. 40)	30 máx	50 máx	51 mín	–	–	–	–	–	–	–	–
75 µm (No. 200)	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín
Características de la fracción que pasa el tamiz 0.425 mm (No. 40):											
Límite líquido	–	–	–	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
Índice de plasticidad	6 máx.	–	NP	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Tipos usuales de materiales constitutivos significativos	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación general como subrasante	Excelente a bueno							Regular a malo			

* IP del subgrupo A – 7 – 5 es menor o igual que LL menos 30; IP del subgrupo A – 7 – 6 es mayor que LL menos 30.

Fuente: Tomado de la norma AASHTO M 145 – 91:2.

2.2.3.2. Clasificación SUCS (Sistema unificado de clasificación de suelos)

Este sistema fue presentado por Arthur Casagrande como una modificación y adaptación más general a su sistema de clasificación propuesto en 1942 para aeropuertos.

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) es un sistema de clasificación de suelos usado en ingeniería y geología para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se representa mediante un símbolo con dos letras. Cada letra es descrita debajo (con la excepción de Pt). Para clasificar el suelo hay que realizar previamente una granulometría del suelo mediante tamizado u otros. También se le denomina clasificación modificada de Casagrande (Crespo, 2004).

En el Sistema Unificado se utilizan los siguientes símbolos para fines de identificación.

Tabla 4: Símbolos para fines de identificación de suelos en el Sistema Unificado

Símbolo	Descripción
G	Grava
S	Arena
M	Limo
C	Arcilla
O	Limos orgánicos y arcilla
H	Alta plasticidad
L	Baja plasticidad
W	Bien graduado
P	Mal graduado
Pt	Turba y suelos altamente orgánicos

Fuente: Tomado de Das 2012:19.

Este sistema divide los suelos primero en dos grandes grupos: granos gruesos y granos finos.

2.2.3.2.1. Clasificación para suelos gruesos

Los primeros tienen más del 50% de granos mayores que el tamiz N°200 (0.075 mm). Se representan por el símbolo G si más de la mitad, en peso, de las partículas gruesas son retenidas en tamiz N° 4 (4.75 mm), y por el símbolo S si más de la mitad pasa por tamiz N° 4 (4.75 mm). A la G o a la S se les agrega una segunda letra que describe la gradación: W, buena gradación con poco o ningún fino; P, gradación pobre, uniforme o discontinua con poco o ningún fino; M, que contiene limo o limo y arena; C, que contiene arcilla o arena y arcilla (NTP 339.134, 1999).

Tabla 5: Sistema Unificado de Clasificación de suelos

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO	
SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GW Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	<p>Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5% - >GW,GP,SW,SP. >12% - >GM,GC,SM,SC. 5 al 12% ->casos límite que requieren usar doble símbolo.</p> <p>Cu=$D_{60}/D_{10}>4$ Cc=$(D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3</p> <p>No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.</p> <p>Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP <4. Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.</p> <p>Límites de Atterberg sobre la línea A con IP >7.</p> <p>Cu=$D_{60}/D_{10}>6$ Cc=$(D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3</p> <p>Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.</p> <p>Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP <4. Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan</p>	
			GP Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GM Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		
			GC Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.		
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas limpias (pocos o sin finos)	SW Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		
			SP Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		
			SC Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.		
		Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50			ML Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad.
		Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50			CL Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.
SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200		OL Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.	<p>G= Grava, S=Arena, O=Suelo Organico, P=Turba M=Limo, C= Arcilla, W= Bien Graduada, P=Mal Graduada, L=Baja Compresibilidad, H=Alta Compresibilidad</p> <p>CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S)</p>		
		MH Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.			
		CH Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.			
		OH Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.			
Suelos muy orgánicos		PT Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.			

Fuente: NTP 339.134, 1999

Los sistemas de clasificación de suelos AASHTO y SUCS, se pueden correlacionar de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 6: Correlación entre los sistemas de clasificación AASHTO y SUCS

Sistema de clasificación AASHTO (AASHTO M 145)	Sistema de clasificación SUCS (ASTM D 2487)
A – 1 – a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A – 1 – b	GM, GP, SM, SP
A – 2	GM, GC, SM, SC
A – 3	SP
A – 4	CL, ML
A – 5	ML, MH, CH
A – 6	CL, CH
A – 7	OH, MH, CH

Fuente: Tomado del MTC 2014:33.

2.2.4. Naturaleza de los Suelos Arcillosos

Las arcillas son partículas sólidas con diámetro menor de 0.005 mm y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua (Crespo 2004).

Según Juárez y Rico (2005) sostienen que, los agentes de descomposición química forman un producto final como la arcilla, partiendo de numerosos minerales, principalmente silicatos que se encuentran en las rocas ígneas y metamórficas. A diferencia de los suelos gruesos, el comportamiento mecánico de las arcillas se ve decisivamente influido por su estructura en general y constitución mineralógica en particular.

Según Kraemer *et al.* (2004), los suelos cohesivos, como las arcillas, presentan una gran superficie específica debido al pequeño tamaño de sus partículas, inferior a 0.063 mm. Poseen, en consecuencia, una gran capacidad de absorber agua, lo que se traduce en variaciones de volumen producidas por la variación de la humedad. Los suelos cohesivos se hinchan y se contraen, pudiendo presentar una pérdida de capacidad resistente.

2.2.4.1 Minerales que constituyen las arcillas

Juárez y Rico (2005), señalan que las arcillas están constituidas básicamente por silicatos de aluminio hidratados, presentando, además, en algunas ocasiones, silicatos de magnesio, hierro u otros metales, también hidratados. Estos minerales tienen, casi siempre, una estructura cristalina definida, cuyos átomos se disponen en láminas: la silícica y la alumínica.

Los minerales de arcilla, según Crespo (2004), en función de su arreglo reticular, se pueden clasificar en tres grupos básicos que son:

- a) El **caolínítico**, que procede de la carbonatación de la ortoclasa (feldespato potásico). Las arcillas caoliníticas, están formadas por una lámina silícica y una lámina alumínica superpuestas de manera indefinida y con una unión tal entre sus retículas que no permiten la penetración de moléculas de agua entre ellas, pues producen una capa electrónicamente neutral, lo que induce desde luego, a que estas arcillas sean bastante estables en presencia del agua.
- b) El **montmorilonítico**, al cual pertenecen las bentonitas, se forman por la superposición indefinida de una lámina alumínica entre dos láminas silícicas, pero con una unión débil entre sus retículas, lo que hace que el agua pueda penetrar en su estructura con facilidad. Estas arcillas sufren fuerte expansión en contacto con agua, lo que provoca su inestabilidad.
- c) El **ilítico**, producto de la hidratación de las micas y presentan un arreglo reticular similar al de las montmoriloníticas, pero con tendencia a formar grumos por la presencia de potasio, lo que reduce el área expuesta al agua, razón por la cual no son tan expansivas como las arcillas montmoriloníticas.

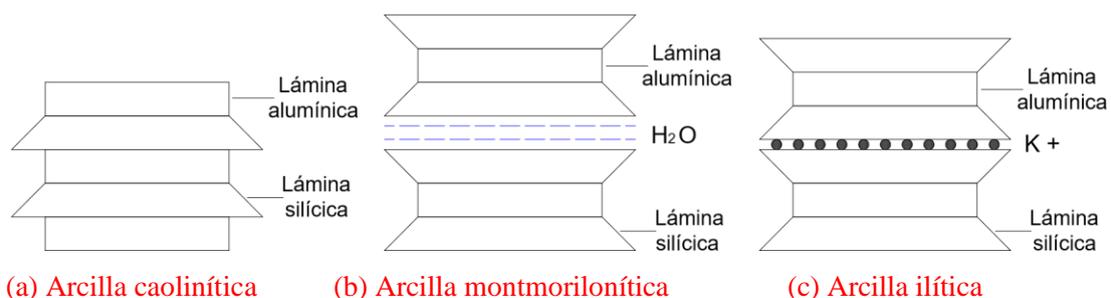


Figura 1: Minerales que constituyen la arcilla de acuerdo a su arreglo reticular

Fuente: Tomado de Crespo 2004:24.

Añade, además, que las arcillas, ya sean caoliníticas, montmoriloníticas o ilíticas, son plásticas, se contraen al secarse, presentan marcada cohesión según su humedad, son compresibles y al aplicárseles una carga en su superficie se comprimen lentamente.

2.2.4.2 Identificación de los minerales de la arcilla

Holtz et al. (2011) sostienen que, debido al pequeño tamaño de los minerales de arcilla, su identificación por las técnicas mineralógicas ópticas usuales utilizadas en geología no es posible; por lo tanto, se deben emplear otros medios. Los materiales con patrones regulares o repetitivos de estructura de cristal difractan los rayos X. Diferentes minerales con diferentes estructuras cristalinas tendrán diferentes patrones de difracción de rayos X, estos patrones se usan para identificar los minerales en primera instancia. Sin embargo, surgen problemas con los suelos que son mezclas de minerales arcillosos, suelos que contienen compuestos orgánicos y otros constituyentes minerales que no son de arcilla, y suelos con minerales de capas mixtas. Por lo general, un análisis cuantitativo detallado es imposible, todo lo que uno puede saber es qué minerales están presentes y aproximadamente cuánto de cada uno.

Asimismo, señalan que otra técnica utilizada a veces para identificar minerales arcillosos es el análisis térmico diferencial (DTA). Una muestra del suelo desconocido junto con una sustancia de control inerte se calienta en un horno eléctrico a una velocidad constante de varios cientos de grados, y se mide la diferencia de temperatura entre la muestra y la sustancia inerte. Debido a que las pérdidas de agua y los cambios de fase ocurren a ciertas temperaturas únicas para minerales arcillosos específicos, el registro de estos cambios puede compararse con los de minerales conocidos. En un proceso similar llamado análisis gravimétrico térmico (TGA) se mide la pérdida de masa de la muestra que ocurre durante el calentamiento.

Por último, indican un enfoque simple, sugerido por Arthur Casagrande, que también puede dar un alcance aproximado de la composición mineralógica de un suelo arcilloso, al menos desde el punto de vista de la ingeniería, como los análisis más sofisticados de difracción de rayos X y DTA – TGA, es el que se muestra en la siguiente figura:

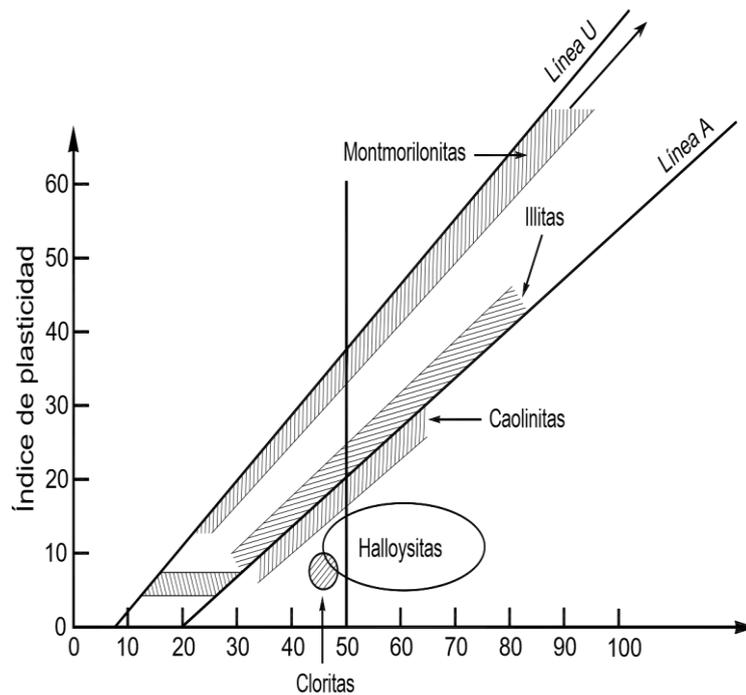


Figura 2: Identificación de minerales comunes de arcilla en la carta de plasticidad

Fuente: Holtz *et al.* 2011: 132 (Desarrollado por A. Casagrande 1948).

Las pruebas de límite plástico y límite líquido generalmente se llevan a cabo en la fracción de suelo que pasa el tamiz N° 40 (0.425 mm).

Ameratunga *et al.* (2016) considera que esta fracción puede contener arcillas, limos y algunas arenas finas. Dos arcillas que tienen el mismo índice de plasticidad pueden tener un comportamiento bastante diferente dependiendo de sus características mineralógicas y su contenido de arcilla.

2.2.4.3 Comprensibilidad de las arcillas

Para Fratelli (1993), la comprensibilidad de los suelos es una característica propia que los distingue de la roca dura y de otros cuerpos sólidos, y consiste en poder variar substancialmente su estructura interna, volviéndose más compactos, con una reducción de su volumen. Si se comprime una masa húmeda de arcilla, la humedad y el aire pueden ser expelidos, lo que genera una reducción de volumen que no se recupera inmediatamente cuando se elimina la carga.

Crespo (2004) resalta que la comprensibilidad de las arcillas, es un valor que se emplea bastante en el cálculo de asentamientos de estructuras para suelos normalmente consolidados.

El índice de compresión (C_c) es un indicador de la comprensibilidad de un suelo, el cual se lo puede obtener mediante correlaciones empíricas de acuerdo al estado de la muestra de arcilla.

Tabla 7: Correlaciones empíricas para determinar el índice de compresión C_c

Correlación	Comentario
$C_c = 0.009(LL - 10)$	Arcilla inalterada de sensibilidad menor que 4. Confiabilidad $\pm 30\%$
$C_c = 0.007(LL - 10)$	Arcilla remoldeada
$C_c = 0.01(LL - 13)$	Todas las arcillas

Fuente: Tomado de Ameratunga *et al.* 2016:55.

La compresibilidad de los suelos arcillosos puede clasificarse de baja, media o alta según la siguiente tabla:

Tabla 8: Compresibilidad de un suelo en función de su índice de compresión C_c

índice de compresión (C_c)	Compresibilidad
0 a 0.19	Baja
0.20 a 0.39	Media
0.40 a más	Alta

Fuente: Tomado de Crespo 2004:84

2.2.4.4 Suelos arcillosos expansivos

Según Montejó (2002), son aquellos suelos que muestran un cambio volumétrico importante cuando experimentan cambios de humedad; estos suelos generan problemas en estructuras como los pavimentos, lo que amerita su precisa identificación y tratamiento.

Crespo (2004), agrega que cuando dichas arcillas se humedecen sufren fuerte expansión, y cuando se secan se contraen considerablemente. Indica, además, que las arcillas expansivas se caracterizan a menudo por su alto límite líquido y un alto índice de plasticidad como consecuencia de un alto contenido de minerales activos.

Das (2012) considera que, en general, las arcillas expansivas tienen un límite líquido e índice de plasticidad mayores que 40 y 15, respectivamente. Además, señala que la profundidad en un suelo hasta la cual pueden ocurrir cambios periódicos de humedad suele referirse como zona activa.

2.2.5. Subrasante

Según Menéndez (2013), la subrasante es el soporte natural, preparado y compactado, en la cual se puede construir un pavimento. La función de la subrasante es dar un apoyo razonablemente uniforme, sin cambios bruscos en el valor de la capacidad de soporte, se debe tener mucho cuidado con la expansión de suelos. “Las propiedades importantes para analizar en la subrasante son las propiedades físicas (granulometría, límites de consistencia, densidad, contenido de agua), propiedades de rigidez (módulo resiliente y CBR), propiedades hidráulicas (permeabilidad).

Se consideran como materiales aptos para la coronación de la subrasante suelos con CBR igual o mayor de 6%.

Según el MTC (2014), una vez definido el valor del índice CBR de diseño para cada sector con características homogéneas, se determinará a que categoría de subrasante pertenece el referido sector o subtramo.

Tabla 9: Categorías de la subrasante en su índice *CBR*

CATEGORIAS DE LA SUBRASANTE	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	De CBR ≥ 30%

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013.

Para poder asignar la categoría de la subrasante indicada en la tabla anterior, los suelos de la explanación, debajo del nivel superior de la subrasante, deberán tener un espesor mínimo de 0.60 m del material correspondiente a la categoría asignada, caso contrario se asignará a la categoría inmediata de calidad inferior.

El MTC (2014) también recomienda que debe quedar encima del nivel freático como mínimo a 0.60 m cuando se trate de una subrasante excelente – muy buena (CBR ≥ 20%); a 0.80 m cuando se trate de una subrasante buena – regular (6% ≤ CBR < 20%); a 1.00 m cuando se trate de una subrasante pobre (3% ≤ CBR < 6%); a 1.20 m cuando se trate de una subrasante

inadecuada ($\text{CBR} < 3\%$). En caso necesario, se colocarán subdrenes o capas anticontaminantes o drenantes o se elevará la rasante hasta el nivel necesario.

Los parámetros determinantes en la respuesta de la Subrasante. El comportamiento de una subrasante generalmente depende de tres características básicas, las cuales se hallan interrelacionadas entre sí, siendo éstas las siguientes. (Ramón, 2013 pág. 7).

a) La capacidad soporte: La subrasante debe tener la capacidad de soportar las cargas transmitidas por la estructura del pavimento y en función del tipo de suelo, del grado de compactación y de su contenido de humedad. El propósito del pavimento es proporcionar una superficie confortable al tránsito de vehículos. Consecuentemente, es necesario que la subrasante sea capaz de soportar un número grande de repeticiones de carga sin presentar deformaciones. (Ramón, 2013 pág. 7).

b) Contenido de humedad: El contenido de humedad es afectado principalmente por las condiciones de drenaje, elevación del nivel freático, infiltración etc. Una subrasante con un elevado contenido de humedad sufrirá deformaciones prematuras ante el paso de las cargas de sollicitación de los vehículos. (Ramón, 2013 pág. 7).

c) Contracción y/o expansión: Algunos suelos se contraen o se expanden, dependiendo de su grado de plasticidad y su contenido de humedad. Cualquier pavimento construido sobre estos suelos, si no se adoptan las medidas pertinentes, tenderán a deformarse y/o deteriorarse prematuramente.

Para evitar que las deflexiones admisibles en la subrasante excedan los límites establecidos, debe cumplirse que la presión transmitida por la carga se mantenga por debajo del valor de la carga máxima transmitida al suelo, para lo cual deberá tomarse en cuenta el tránsito de diseño a través del número de repeticiones de carga, las deflexiones máximas esperadas y el CBR del material con el que se ejecutará el mejoramiento (Ramón, 2013).

2.2.6. Generalidades de las Estabilizaciones

Estabilizar un suelo natural consiste en mejorar sus características físicas y/o mecánicas, tales como la resistencia al esfuerzo cortante, la deformabilidad o compresibilidad, la estabilidad volumétrica ante la presencia de agua, entre otros, buscando en todos los casos un buen comportamiento esfuerzo deformación de los suelos y de la estructura que se coloque sobre ellos, a lo largo de su vida útil (Brazzini, 2011).

La estabilización de suelos consiste en mejorar un suelo existente adicionando un material. Las ventajas directas que obtenemos de la estabilización son, entre otras, las siguientes: aprovechar suelos de baja calidad, evitando su extracción y transporte a vertedero; reducir la sensibilidad al agua de los suelos, aumentando su resistencia a la erosión, a la helada y otros agentes climáticos; permitir la circulación por terrenos impracticables y obtener una plataforma estable de apoyo del firme de infraestructuras lineales que colabore estructuralmente con el mismo. Los procedimientos más utilizados son la estabilización con cal y la estabilización con cemento, aunque también se utilizan otros aditivos, destacando los procesos de estabilización con ligantes hidrocarbonados y la estabilización con cloruros (Yepes, 2015).

La necesidad de estabilizar suelos puede deberse a algunos u varios de estos requerimientos:

- Disminuir asentamientos de estructuras.
- Disminuir el potencial de expansión y contracción de los suelos.
- Aumentar la resistencia de los suelos Facilitar el trabajo de construcción
- Reducir la permeabilidad de ciertos suelos Escasez de materiales de construcción.
- Disminuir el potencial de daños causados durante el congelamiento y descongelamiento progresivo de suelos.
- Mejorar las propiedades del suelo temporalmente (solamente durante la etapa de construcción (Nolasco, 2015).

Por otro lado, no debe pensarse en el uso de la estabilización solamente como una medida correctiva sino también como medida preventiva o de seguridad contra condiciones adversas que se desarrollen durante la construcción o durante la vida de la estructura (Solano & Niño, 2010).

2.2.6.1 Métodos de estabilización de suelos

En la actualidad existen innumerables métodos de estabilización, los que se en esta lista son formas de estabilización más conocidas, sin olvidar que hay muchas otras formas más específicas que aquí no se mencionan.

- Estabilización mecánica
- Estabilización por medio químico, generalmente logrado por la adición de agentes estabilizantes específicos como el cemento, las sales, la cal, el asfalto u otros
- Estabilización térmica, por medio de calor o calcinación
- Estabilización electroquímica.

De las anteriores se dará una pequeña descripción de los métodos más utilizados: estabilización mecánica, estabilización química (Hinrichsen, 2012).

2.2.6.1.1 Estabilización Mecánica

La estabilización mecánica pretende mejorar las propiedades del suelo. Consiste mejorar la trabazón mecánica por acciones de compactación, estática o dinámica. El método incluye también la adición de roca triturada o el tamizado para remover las partículas de cierto tamaño que son perjudiciales para fines ingenieriles. Este tipo de estabilización se lleva a cabo por compactación, vibración y uso de explosivos (Rodríguez, 2008).

2.2.6.1.2 Estabilización Química

Es la aplicación de un agente estabilizador químico que tiene como objetivo estabilizar el suelo al mezclarse con este. Estabilización química, que se refiere al cambio de las propiedades del suelo por efectos físico-químicos de superficie mediante la adición de cal, cemento, asfalto, cloruro de sodio, permeabilizantes entre otros. Un ejemplo claro es en el desarrollo de un proyecto de vía; estas adiciones químicas se la aplican principalmente a bases, sub-bases y terraplén para proveerle una estabilización garantizada a la vía. El agente estabilizador utilizado será el debidamente escogido y nombrado en el proyecto (Duarte, 1015).

Entre los agentes químicos más utilizados se encuentran el cemento Portland, asfalto, cloruro de sodio, cenizas volantes, cloruro de calcio y desperdicios de fábricas de papel; estos materiales se usan para modificar la plasticidad, controlar el cambio de volumen y mejorar la resistencia (Rodríguez, 2008).

2.2.7. Cloruro de Sodio (NaCl)

El cloruro de sodio está formado por cristales, fácilmente solubles en agua, los cuales tienen la propiedad de atraer y mantener el agua líquida o en vapor, y se pueden obtener en el mercado tamaños grandes de cristales o polvo fino y de diferente tamaño de pureza, esta característica hace que el cloruro de sodio pueda servir como enlace entre las partículas (Gárnica, 2002).

El cloruro de sodio (NaCl) se obtiene por tres métodos diferentes, el primero mediante la utilización de los rayos solares, que consiste en colocar agua salada (agua de mar) en lugares donde la energía del sol evapora el agua y el resultado son residuos de sal. El segundo método consiste en la extracción de minas de sal que existen en el país y el tercero mediante la

utilización de hornos industrializados que evaporan el agua del océano y recopilan los residuos que son convertidos en sal (Reyes, 2004).

Algunos autores manifiestan que la adición de sales al material granular y a las arcillas crea disminución en su contracción volumétrica, que sumado a la formación de microcapas de sal y la reducción de la variación de la humedad, mantienen más unidas las partículas, siendo éstas menos susceptibles a la abrasión del tráfico y al desgaste (Pérez, 2002).

La estabilización con sal, tiene múltiples aplicaciones y no solo en caminos donde pueden estabilizarse carpetas de rodado, bases, sub – bases, suelos naturales o subrasantes, sino también pistas de aterrizaje en aeródromos, playa de estacionamiento, en centros de consumo, supermercados, colegios, multicanchas, patio de recreación, estadios y otras áreas como bodegas a la intemperie y patios industriales, veredas entre otros. Es en resumen adaptable a otros usos en una gran variedad. Sobre las superficies estabilizadas con sal se puede imprimir, ejecutar doble tratamiento, asfaltar u hormigonar sin otra limitación de las propias de los productos a utilizar. En la estabilización con sal como cualquier otro procedimiento, la calidad del trabajo terminado dependerá de los materiales que se usen y de que el constructor se ciña a una buena técnica de construcción y a las recomendaciones generales entregadas por el proveedor (Nolasco, 2015).

Tabla 10: Características típicas de la sal (Cloruro de Sodio)

Características	Limites
Cloruro de sodio, %	98.00-99.70
Humedad, %	2.00-3.60
Materia Insoluble, %	0.007-0.175
Ion Calcio, %	0.035-0.910
Ion Magnesio, %	0.002-0.074
Ion Sulfato, %	0.125-0.355
Tamiz 4.75 mm (N°4)	20-55%
Tamiz 1.18 mm (N°16)	50-70%
% Pasa Tamiz 1.18 mm (N°16)	13% máx.

Fuente: MTC, 2013

2.2.7.1 Estabilización con cloruro de sodio (NaCl)

El cloruro de sodio (NaCl) se presenta en forma de cristales fácilmente solubles en agua, los cuales son higroscópicos y fáciles de conseguir. Al agregar sal a los suelos se considera que se reduce el punto de evaporación del agua, debido al incremento en la tensión superficial. Sin

embargo, cuando la superficie expuesta es menor que la evaporación, ésta se empieza a secar y el cloruro de sodio se cristaliza en la superficie y en los vacíos, lo que puede ayudar a formar una barrera que impedirá posteriores evaporaciones. La adición de cloruro de sodio en una arcilla produce decremento en la contracción volumétrica, la formación de costra superficial y la reducción de la variación en la humedad; además, mantienen unidas las partículas no arcillosas y que se encuentran en la superficie, se desprenden con menor facilidad cuando sufren los ataques abrasivos del tránsito (Roldan, 2010).

Al agregar la sal se considera que se reduce la evaporación del agua debido al incremento en la tensión superficial. Sin embargo, cuando la aportación de agua a la superficie expuesta es menor que la evaporación, la superficie se empieza a secar y el cloruro de sodio se cristaliza en la superficie y en los vacíos, lo que puede ayudar a formar una barrera que impedirá posteriores evaporaciones. La sal es un estabilizante natural que modifica la estructura del material pétreo mejorando sus propiedades físicas, lo que contribuye a aumentar la resistencia a los esfuerzos de tracción y compresión, y por lo tanto a la disminución de la permeabilidad. Su uso es para todo tipo de suelo, pero su eficacia decrece ante la presencia de material orgánico. Es sabido que el cloruro de sodio es bastante soluble en agua lo cual le permite una fácil y rápida distribución de él dentro de la masa de suelo; así, la sal disuelta es llevada a través de los huecos del suelo, los que va ocupando. Durante el periodo de fraguado, la mezcla suelo-sal va perdiendo humedad. Esta pérdida de agua permite la cristalización del cloruro de sodio dentro de los vacíos del suelo que llena en calidad de sólido. Esto debe producir un aumento en la densidad del suelo (Gutiérrez, 2010).

2.2.7.2 Formas de aplicar el cloruro de sodio a los suelos

La estabilización con cloruro de sodio mejora algunas propiedades de los suelos. De igual forma que otros métodos de estabilización, el cloruro de sodio necesita de un método adecuado para mezclarse con el suelo a estabilizar, con el fin de reducir riesgos en la salud de los trabajadores in situ, y obtener una mezcla de suelo-cloruro de sodio que produzca mejores resultados (Rico, 2008).

Al igual que en la mayoría de las estabilizaciones, el cloruro de sodio puede aplicarse directamente al suelo a tratar y encontrar una relación en porcentaje que permita estabilizar adecuadamente el suelo.

Las formas de aplicación del cloruro de sodio son:

En grano. Este método de aplicación no es 100% eficaz, ya que al homogenizar el suelo con el cloruro de sodio quedan porciones de suelo, en las cuales tiene un menor porcentaje de NaCl con respecto a otros. Sin el ensayo en laboratorio es fácil la homogenización con métodos prácticos, haciendo que la mezcla suelo cloruro de sodio sea la correcta, de esta manera el cloruro de sodio estará presente en toda la muestra de suelo (Roldan, 2010).



Figura 3: Aplicación de cloruro de sodio en grano
Fuente: Roldan, 2010

En salmuera. El emplear este método de dilución en agua se crea salmuera, la cual es aplicada al suelo controladamente. La salmuera llena los espacios entre las partículas de suelo y establece un método eficiente al mismo tiempo que se agrega la humedad óptima al suelo. Sin embargo, al crear salmuera se corre el riesgo de afectar la maquinaria empleada para su realización, ya que la sal es un agente oxidante (Roldan, 2010).



Figura 4: Aplicación de cloruro de sodio al suelo en salmuera
Fuente: Roldan, 2010

2.2.8. Ensayos de Laboratorio

2.2.8.1. Contenido de Humedad

El contenido de humedad o la humedad de un suelo es la relación, referida como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, pág. 49).

Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente formula (NTP 339.127, 1999).

$$w = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del suelo seco al horno}} * 100 = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_{cs} - M_c} \quad (2)$$

En donde:

w: Es el contenido de humedad, en porcentaje.

M_{cws} : Es el peso del contenedor más el suelo húmedo.

M_{cs} : Es el peso del contenedor más el suelo secado en horno.

M_c : Es el peso del contenedor.

M_w : Es el peso del agua.

M_s : Es el peso de las partículas sólidas.

2.2.8.2. Análisis granulométrico mediante tamizado por Lavado

Este método fija el modo de obtener mediante el tamizado la distribución de las partículas por tamaño en cada malla, en una muestra sirve para determinar su clasificación y según esto su uso más adecuado. (NTP 339.128, 1999).

Al finalizar este ensayo obtenido los pesos retenidos en los tamices se proceden a calcular el porcentaje por cada tamiz como sigue:

$$w = \%retenido = \frac{W_{tamiz}}{W_1} \times 100 \quad (3)$$

En donde:

W_{tamiz} : Peso retenido en cada tamiz

W_1 : Peso de la muestra secada al horno

2.2.8.3. Límites de Atterberg

La plasticidad de un suelo depende, no de los elementos gruesos que contiene, sino únicamente de sus elementos finos. El análisis granulométrico no permite apreciar esta característica, habiendo de recurrir al método al método descrito por el sueco Atterberg. Este método consiste en definir los límites correspondientes a los tres estados en los cuales puede presentarse un suelo: líquido, plástico o sólido. Estos límites, llamados límites de Atterberg, son: el límite de liquidez (LL), el límite de plasticidad (LP) y el índice de plasticidad (IP). Para respetar las notaciones internacionales más empleadas, LL, LP y IP (NTP 339.129, 1999).

El Límite Líquido

Juárez y Rico (2005), el objetivo es determinar el contenido de agua de un suelo, por lo cual se emplea la copa de Casagrande, el cual es una copa de bronce, en la cual se coloca una pasta de suelo hasta una cierta altura y se hace que la copa caiga periódicamente hasta golpear la base.

El Límite Plástico:

Juárez y Rico (2005), indica que es el contenido de agua, expresado en porcentaje respecto al peso del suelo seco, donde el suelo cambia de estado plástico a semisólido. Experimentalmente

el límite de plasticidad es la humedad que permite amasar el suelo sin deshacerlo en moldes de 3 mm de diámetro.

Además del LL y del LP, una característica muy interesante es el índice de plasticidad IP que se define como la diferencia LL y LP.

$$IP = LL - LP \quad (4)$$

En dónde

IP: índice de plasticidad

LL: límite líquido

LP: límite Plástico.

El índice de plasticidad permite clasificar bastante bien un suelo. Un IP grande corresponde a un suelo muy arcilloso; por el contrario, un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso; por lo contrario, un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso (Sanz, 1995).

Tabla 11: Características de suelos según índices de plasticidad

ÍNDICE DE PLASTICIDAD	CARACTERÍSTICAS
IP > 20	Suelos muy arcillosos
20 > IP > 10	Suelos arcillosos
10 > IP > 4	Suelos pocos arcillosos
IP = 0	Suelos exentos de arcillas

Fuente: Sanz, 1995

2.2.8.4. Ensayo de compactación Proctor modificado

Se entiende por compactación a todo proceso que aumenta el peso volumétrico de un suelo. En general es conveniente compactar un suelo para incrementar su resistencia al esfuerzo cortante, reducir su compresibilidad y hacerlo más impermeable (NTP 339.141, 1999).

$$D_s = \frac{D_H}{\left(1 + \frac{W\%}{100}\right)} \quad (5)$$

En dónde:

D_s : Densidad seca.

D_H : Densidad húmeda.

W%: Contenido de humedad.

El Proctor Estándar y Proctor Modificado se determinan la relación de densidad y humedad de un suelo en particular, aplicando un esfuerzo a través de una energía específica de compactación mediante la caída de un pisón cilíndrico de una altura de 12” y 18”, dentro de un molde cilindro de 4” y 6” de diámetro (Sanz, 1995).

2.2.8.5. California Bearing Ratio (CBR)

La finalidad de este ensayo es determinar la capacidad de soporte (CBR, California Bearing Ratio) de suelos y agregados compactados en laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variables. El ensayo se desarrolló por parte de la División de Carreteras de California, como una forma de clasificación y evaluación de la capacidad de un suelo para ser utilizado como sub-base o material de base en construcciones de carreteras y aeropuertos. El ensayo mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, logrando obtener un porcentaje de la relación de soporte. El porcentaje CBR (o simplemente CBR), está definido como la fuerza requerida para que un pistón normalizado penetre a una profundidad establecida, una muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad dadas con respecto a la fuerza necesaria para que el pistón penetre a esa misma profundidad y con igual velocidad, una probeta con una muestra estándar de material triturado. (Canales, 2008).

$$CBR = \frac{\text{Carga unitaria del ensayo}}{\text{Carga unitaria patron}} \times 100 \quad (6)$$

El hecho de sumergir la muestra se debe a que, si podemos prever la hipotética situación de acumulación de humedad en el suelo y de haberlo sugerido, lo penetramos con un pistón el cual va conectado a un pequeño “plotter” que nos genera una gráfica donde se nos representa

la carga respecto a profundidad a la que ha penetrado el pistón dentro muestra (NTP 339.175, 1999).

2.2.9. Definición de Términos Básicos

Arcilla: Las arcillas son principalmente partículas submicroscópicas en forma de escamas de mica, minerales arcillosos y otros minerales, las arcillas se definen como partículas menores a 0.002 mm. En algunos casos, las partículas de tamaño entre 0.002 y 0.005 mm también se denominan arcillas (Braja, 2001).

Estabilización química de suelos: La estabilización química de suelos es una tecnología que se basa en la aplicación de un producto químico, genéricamente denominado estabilizador químico, el cual se debe mezclar íntima y homogéneamente con el suelo a tratar y curar de acuerdo a especificaciones técnicas propias del producto (MTC, 2004).

Cloruro de sodio: La sal es un estabilizante natural que modifica la estructura del material pétreo mejorando sus propiedades físicas, lo que contribuye a aumentar la resistencia a los esfuerzos de tracción y compresión, y por lo tanto a la disminución de la permeabilidad. Su uso es para todo tipo de suelo, pero su eficacia decrece ante la presencia de material orgánico (Hinrichsen, 2012).

Contenido de Humedad: La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas (NTP 339.127, 1999).

Análisis granulométrico: Los Análisis Granulométricos se realizarán mediante ensayos en el laboratorio con tamices de diferente enumeración, dependiendo de la separación de los cuadros de la maya. Los granos que pasen o se queden en el tamiz tienen sus características ya determinadas (NTP 339.128, 1999).

Granulometría: Se denomina granulometría, a la medición y graduación que se lleva a cabo de los granos de una formación sedimentaria, de los materiales sedimentarios, así como de los suelos, con fines de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas, y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica (Mingarro & Ordoñez, 1990).

Límites de Atterberg: Definen los contenidos de agua característicos para los que una arcilla, determinada, triturada, alcanza diferentes estados de consistencia relativa (Graux, 1985).

Plasticidad: La plasticidad es atribuible al contenido de partículas escamosas de tamaño coloidal presentes en los suelos. Las partículas escamosas además son responsables de la alta compresibilidad y la baja permeabilidad de los suelos (Braja, 2001).

Proctor modificado: El método está basado en la determinación de las densidades secas de varias probetas, compactadas en idénticas condiciones, pero con contenidos de humedad diferentes. Para cada contenido de humedad se alcanza una determinada densidad, de manera que estos pares de valores, representados en coordenadas cartesianas, definen la relación buscada (NTP 339.141, 1999).

California Bearing Ratio (CBR): Valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo (NTP 339.175, 1999).

CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

3.1.1. Ubicación de la Investigación

País : Perú
Departamento : Cajamarca
Provincia : Cajamarca
Distrito : Cajamarca

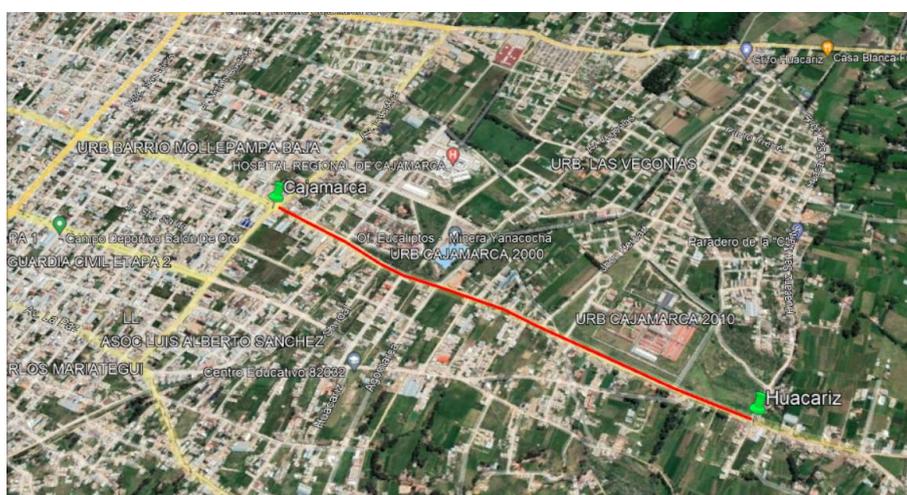


Figura 5: Ubicación referencial de la carretera de estudio

fuelle: google earth

3.1.2. Época de la Investigación

La investigación se está realizando en la carretera Cajamarca -Huacariz, durante el periodo de noviembre del 2021 a abril del 2022.

3.2. Metodología de la Investigación

3.2.1. Tipo, nivel, diseño y método de investigación

Tipo de investigación: Aplicada, porque se preocupó por la aplicación del conocimiento científico producto de la investigación ya existente, donde se utilizó cloruro de sodio para conocer, modificar, los problemas de un suelo arcilloso a nivel de la subrasante, asimismo la información obtenida a través de esta investigación deberá ser también aplicable en cualquier lugar y por tanto ofrece oportunidades significativas para su difusión.

Nivel de investigación: El nivel de Investigación fue explicativo. Porque se buscó las causas y efectos de las variables en estudio, explicó porque ocurre un fenómeno de la estabilización y en qué circunstancias ocurre.

Diseño de la investigación: El diseño de la investigación será experimental. Porque la investigación se apoyará en las observaciones de fenómenos provocados y manipulados en laboratorio de mecánica de suelos.

Método de investigación: El método de la investigación será el científico, donde aplicaremos un procedimiento que permitirá de unas afirmaciones en calidad de hipótesis y se buscare objetar o falsear tales hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con los hechos.

3.2.2. Población de Estudio

Suelos arcillosos que conforman la subrasante de la carretera Cajamarca - Huacariz entre Av. Industrial - Av. San Martín y Jr. Huacariz.

3.2.3. Muestra

Se consideró un muestreo no probabilístico del suelo arcilloso por criterio técnico o juicio debido a que la muestra se seleccionó a base del conocimiento y juicio del investigador. La elección se basará de acuerdo al criterio profesional, basándose en el Manual de Carreteras. Sección Suelos y Pavimentos (MTC, 2013).

3.2.4. Unidad de Análisis

Influencia del aditivo cloruro de sodio en el CBR de un suelo arcilloso.

- a) **Técnicas:**
- **Excavación de calicatas y muestreo de suelo**

El número de calicatas que se realizó fue determinado de acuerdo a la Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos.

Tabla 12: Número mínimo de puntos de investigación de acuerdo al tipo de vía

Tipo de Vía	Número mínimo de puntos de investigación	Área(m ²)
Expresas	1 cada	2000
Arteriales	1 cada	2400
Colectoras	1 cada	3000
Locales	1 cada	3600

Fuente: Tomado del MVCS 2010: 8.

Se menciona que debe realizarse un mínimo de tres puntos de investigación, con una profundidad mínima de 1.50 m por debajo de la cota de rasante final de la vía en estudio.

De acuerdo con la definición de los tipos de vías urbanas, la avenida San Martín que conecta Cajamarca con Huacariz se clasificó como una vía colectoras. Teniendo un ancho medio de 10 m, y una longitud aproximada de 1017 m, presenta un área aproximada de 10170 m². De acuerdo a la Tabla 12 y al área de vía estimada, se obtuvo tres puntos de investigación, que viene a ser el mínimo número de puntos. Por ello, para el caso de este trabajo, se realizó tres puntos de investigación, en forma de calicatas, con una profundidad de 1.50 m.

En la siguiente tabla se muestra la profundidad y coordenadas tomadas de cada calicata, dichas coordenadas se obtuvieron mediante uso de navegador GPS.

Tabla 13: Coordenadas UTM de las calicatas realizadas

Calicata	Profundidad(m)	Coordenadas UTM	
		ESTE	NORTE
C1	1.50	777300	9204774
C2	1.50	777364	9204666
C3	1.50	777511	92044006

La obtención de las muestras de suelo en campo, se realizó de acuerdo a la Norma MTC E 101 (muestreo de suelos y rocas) y a su equivalente ASTM D 420 (guía estándar para la caracterización del sitio para el diseño de ingeniería y propósitos de construcción).

- **Ensayos de laboratorio**

Los ensayos de mecánica de suelos que se realizó para esta investigación se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 14: Ensayos realizados en la investigación

Ensayo	Norma Técnica
Contenido de Humedad	NTP 339.127(ASTM D 2216)
Análisis Granulométrico	NTP 339.128(ASTM D 422)
Límites de Atterberg	NTP 339.129(ASTM D 4318)
Clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)	NTP 339.134(ASTM D 2487)
Ensayo de Compactación Proctor Modificado	NTP 339.141(ASTM D 1557)
Ensayo de CBR (California Bearing Ratio)	NTP 339.145(ASTM D 1883)

Fuente: Comité Técnico de Normalización Peruana INACAL (Instituto Nacional de Calidad).

b) Instrumentos de recolección de datos

Equipos necesarios que se empleó para realizar cada ensayo en el laboratorio de mecánica de suelos, concretos y pavimentos de GUERSAN INGENIERIOS SRL. Las características, dimensiones y material de fabricación de los equipos utilizados se especifican detalladamente en cada Norma Técnica correspondiente al tipo de ensayo que se referencia en la Tabla 14.

3.3.Procedimiento

ETAPA I: Obtención de las muestras de suelo

Se reconoció el lugar donde se ubica la carretera Cajamarca- Huacariz.

- Luego, se determinó el número de calicatas necesarias a realizar en el área de estudio.
- Se obtuvo las coordenadas UTM de cada calicata.
- Se realizó la excavación de las calicatas hasta una profundidad mínima de 1.50 m.
- Seguidamente, se describió e identificó in situ las calicatas, de acuerdo a la Norma ASTM D 2488 (Práctica estándar para la descripción e identificación de suelos mediante procedimientos visuales – manuales), registrándose las principales características del suelo como: espesor de estrato, color, olor, consistencia, humedad, etc.
- Se obtuvo y transportó las muestras representativas de suelo de cada calicata, de acuerdo a la Norma MTC E 104 (conservación y transporte de muestras de suelo). En

el caso de las muestras para el ensayo de contenido de humedad natural, se utilizó bolsas herméticas para evitar la pérdida de humedad, mientras se las transportó al laboratorio.

- Se preparó las muestras de suelo de manera adecuada para la realización de los ensayos de laboratorio necesarios de acuerdo a las Normas MTC E 105 (obtención en laboratorio de muestras representativas – cuarteo) y MTC E 106 (preparación en seco de muestras para el análisis granulométrico y determinación de las constantes del suelo).

ETAPA II: Ensayos de laboratorio

- En primer lugar, se realizó el ensayo de contenido de humedad natural de las muestras de suelo, el cual se llevó a cabo inmediatamente después de transportar las muestras al laboratorio.
- Luego se realizó los ensayos de análisis granulométrico, límite líquido y límite plástico, con la finalidad de poder clasificar las muestras de suelo obtenidas de cada calicata.
- Seguidamente, se procedió a clasificar las muestras de suelo utilizando los sistemas AASHTO (AASHTO M 145 – 91) y SUCS (ASTM D 2487 – 11).
- Asimismo, se realizó los ensayos de límite líquido y límite plástico, para cada porcentaje de 5, 10 y 12% de aditivo estabilizador. El límite líquido y límite plástico sin aditivo se determinó previamente para la clasificación de suelo.
- Para cada muestra de suelo elegida, se realizó el ensayo de Proctor modificado para el suelo sin aditivo estabilizador (0%) y para cada adición de aditivo estabilizador en porcentajes de 5, 10 y 12% del peso seco de la muestra de suelo.
- Una vez que se obtuvo el contenido de humedad óptimo y la densidad seca máxima del ensayo Proctor modificado, se procedió a realizar el ensayo CBR para cada muestra de suelo elegida sin aditivo estabilizador (0%) y para cada porcentaje de 5, 10 y 12% de aditivo estabilizador del peso seco de la muestra de suelo.

3.4. Tratamiento, Análisis de datos y Presentación de Resultados

3.4.1. Tratamiento y Análisis de Datos

El tratamiento para el procesamiento y análisis de datos recolectados obtenidos en los ensayos de suelos, se realiza a través de tablas a partir de las cuales se puede comparar, analizar y discutir los mismos; de acuerdo a los objetivos y a la comprobación de la hipótesis.

3.4.2. Presentación de Resultados

A continuación, se presentan los resultados conseguidos en los diferentes ensayos de las muestras tomadas.

3.4.2.1. Contenido de humedad de la muestra

Tabla 15: Resultados de ensayo Contenido de humedad

N.º Calicata	C-01	C-02	C-03
Descripción	M-1	M-1	M-1
Contenido de Humedad (%)	12.37	14.59	13.68

3.4.2.2. Análisis granulométrico

Tabla 16: Resultados de ensayo análisis granulométrico por lavado

N.º Calicata	C-01	C-02	C-03
Descripción	M-1	M-1	M-1
Análisis por tamices (Porcentaje que pasa)			
Tamiz 2 mm (Nº10)	99.17	97.48	97.72
Tamiz 0.425 mm (Nº40)	95.11	92.59	93.13
Tamiz 0.075 mm (Nº200)	67.69	66.31	68.92
Clasificación			
Índice de grupo (IG)	9	11	10
Clasificación SUCS (ASTM D 2487)	CL	CL	CL
	Arcilla inorgánica con arena	Arcilla inorgánica con arena	Arcilla inorgánica con arena
Clasificación AASHTO (AASHTO M 145)			
	A-6(9)	A-6(11)	A-6(10)

3.4.2.3. Ensayo de límites de Atterberg

Tabla 17: Resultado de ensayo límites de Atterberg

CALICATA 01		Muestra Patrón	Muestra + 5% NaCl	Muestra + 10% NaCl	Muestra + 12% NaCl
Descripción		M-1	M-1	M-1	M-1
Características de la fracción que pasa el	Límite Líquido (%)	35	34	32	30

tamiz 0.425 mm (N°40)	Límite Plástico (%)	19	20	19	19
	Índice de Plasticidad (%)	16	14	13	11

CALICATA 02		Muestra Patrón	Muestra + 5% NaCl	Muestra + 10% NaCl	Muestra + 12% NaCl
Descripción		M-1	M-1	M-1	M-1
Características de la fracción que pasa el tamiz 0.425 mm (N°40)	Límite Líquido (%)	40	38	36	35
	Límite Plástico (%)	20	19	19	20
	Índice de Plasticidad (%)	20	19	17	15

CALICATA 03		Muestra Patrón	Muestra + 5% NaCl	Muestra + 10% NaCl	Muestra + 12% NaCl
Descripción		M-1	M-1	M-1	M-1
Características de la fracción que pasa el tamiz 0.425 mm (N°40)	Límite Líquido (%)	38	36	34	32
	Límite Plástico (%)	21	20	20	19
	Índice de Plasticidad (%)	17	16	14	13

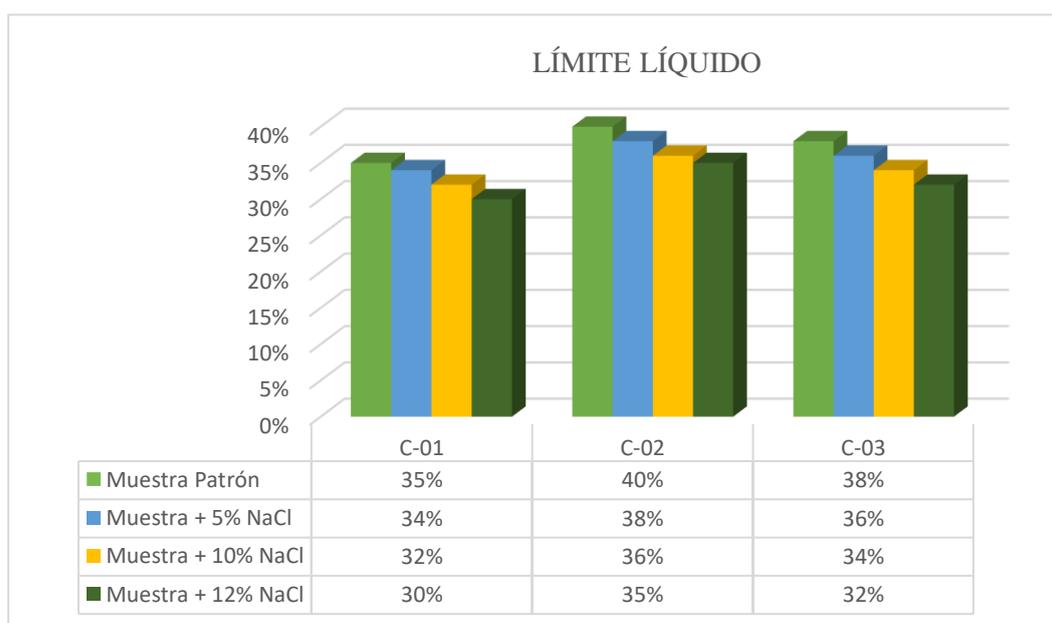


Figura 6: Comparación de resultados de límite líquido del suelo con la dosificación de NaCl

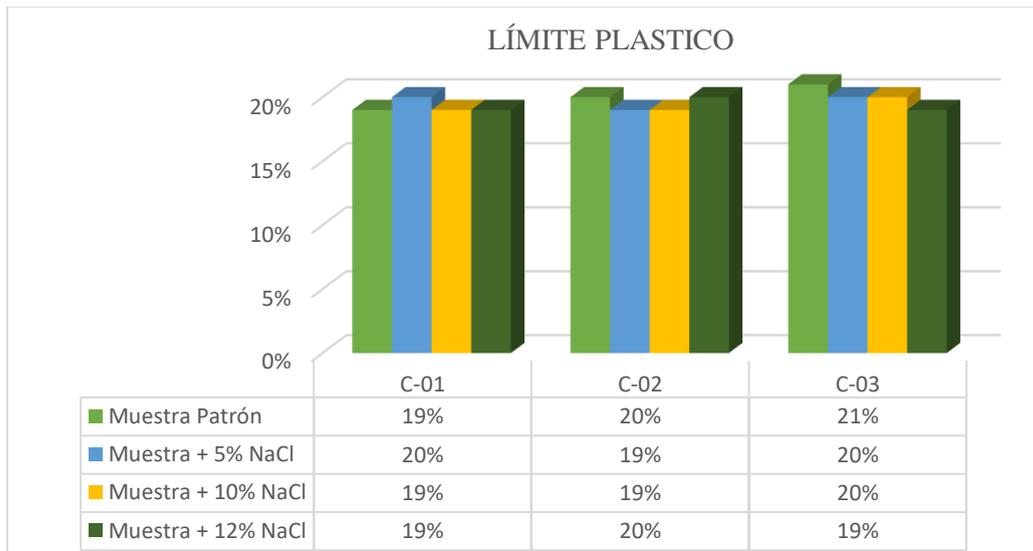


Figura 7: Comparación de resultados de límite plástico del suelo con la dosificación de NaCl

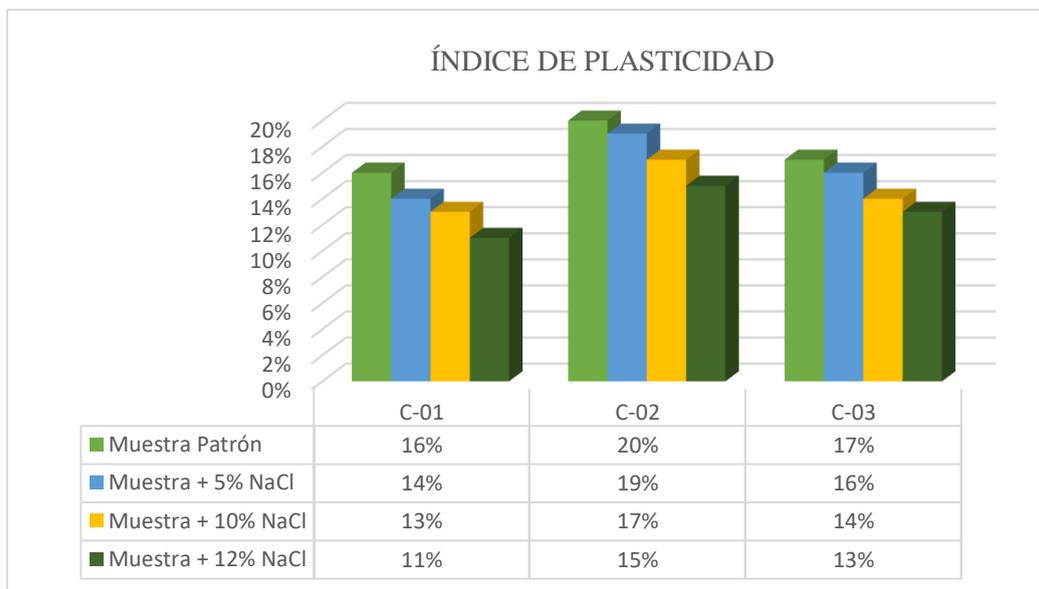


Figura 8: Comparación de resultados del índice de plasticidad del suelo con NaCl

3.4.2.4. Ensayo Proctor modificado

Tabla 18: Resultados de ensayo de Proctor Modificado

CALICATA 01		Muestra Patrón	Muestra + 5% NaCl	Muestra + 10% NaCl	Muestra + 12% NaCl
Descripción		M-1	M-1	M-1	M-1
Proctor Modificado	Densidad Máxima seca(gr/cm³)	1.81	1.821	1.834	1.840
	Humedad Óptima (%)	14.37	14.24	14.08	13.95

CALICATA 02		Muestra Patrón	Muestra + 5% NaCl	Muestra + 10% NaCl	Muestra + 12% NaCl
Descripción		M-1	M-1	M-1	M-1
Proctor Modificado	Densidad Máxima seca(gr/cm ³)	1.869	1.878	1.893	1.901
	Humedad Óptima (%)	12.84	12.70	12.53	12.41

CALICATA 03		Muestra Patrón	Muestra + 5% NaCl	Muestra + 10% NaCl	Muestra + 12% NaCl
Descripción		M-1	M-1	M-1	M-1
Proctor Modificado	Densidad Máxima seca(gr/cm ³)	1.834	1.847	1.863	1.871
	Humedad Óptima (%)	13.53	13.38	13.21	13.09

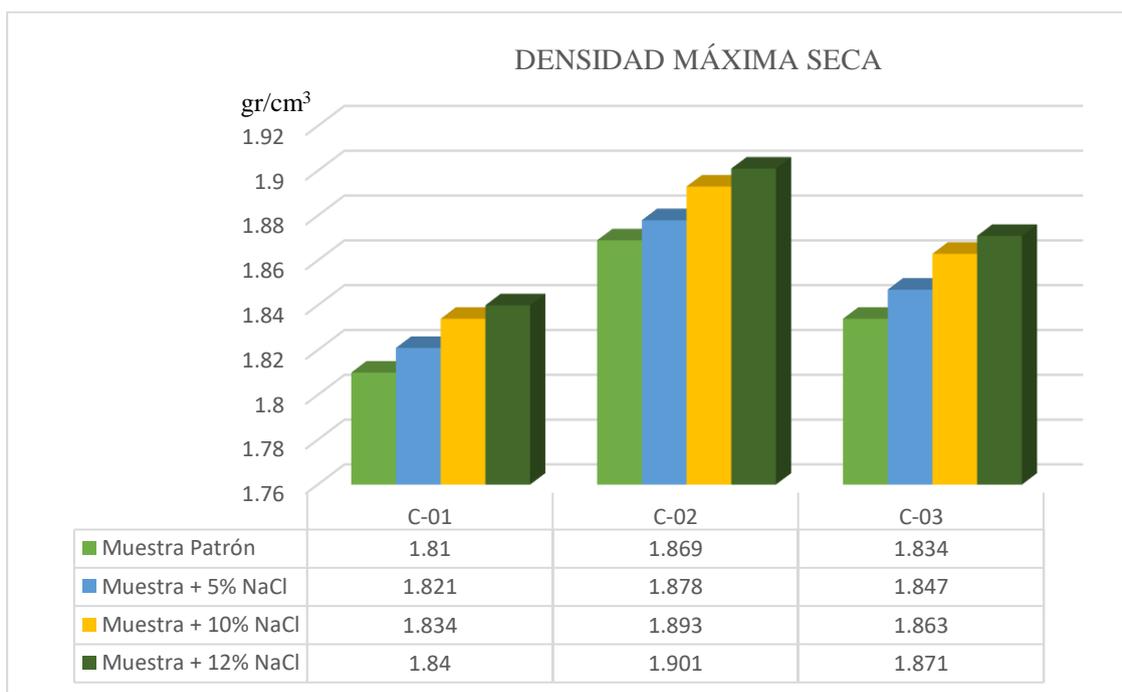


Figura 9: Comparación de resultados de la densidad máxima seca del suelo con NaCl

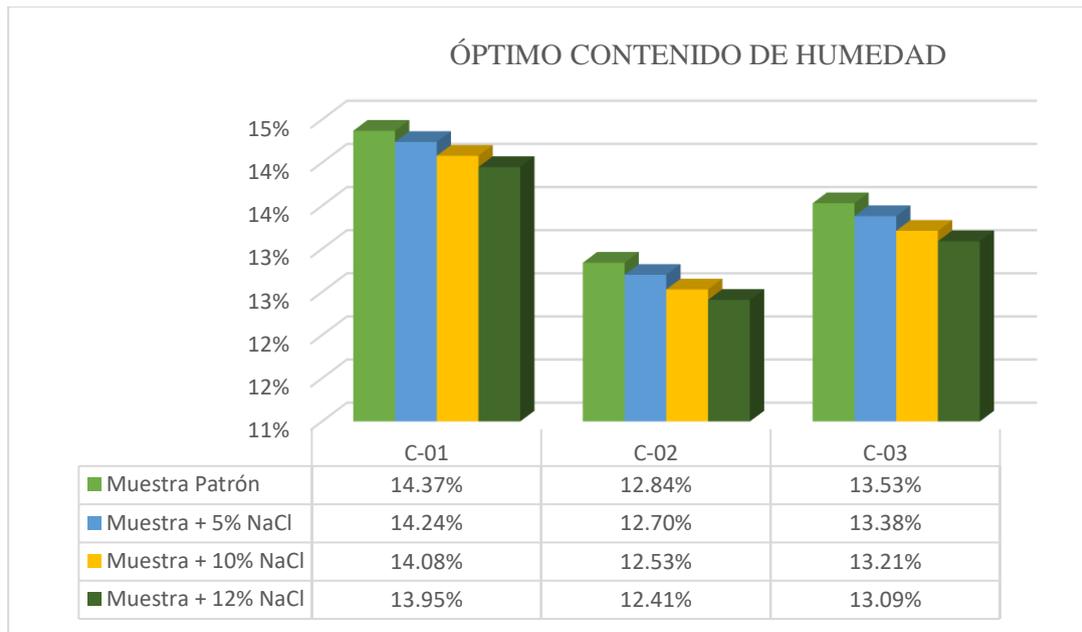


Figura 10: Comparación de resultados del óptimo contenido de humedad del suelo con NaCl

3.4.2.5. Ensayo de CBR (California Bearing Ratio)

Tabla 19: Resultados de ensayo CBR

CALICATA 01		Muestra Patrón	Muestra + 5% NaCl	Muestra + 10% NaCl	Muestra + 12% NaCl
Descripción		M-1	M-1	M-1	M-1
California Bearing Ratio (CBR)	CBR para el 95% de la densidad seca máxima 0.1"(%)	3.48	4.59	5.72	6.55
	CBR para el 100% de la densidad seca máxima 0.1"(%)	8.08	9.43	10.85	11.92
	CBR para el 95% de la densidad seca máxima 0.2"(%)	3.32	4.39	5.42	6.24
	CBR para el 100% de la densidad seca máxima 0.2"(%)	7.38	8.57	9.89	10.86

CALICATA 02		Muestra Patrón	Muestra + 5% NaCl	Muestra + 10% NaCl	Muestra + 12% NaCl
Descripción		M-1	M-1	M-1	M-1
	CBR para el 95% de la densidad seca máxima 0.1"(%)	4.45	5.81	6.92	7.95

California Bearing Ratio (CBR)	CBR para el 100% de la densidad seca máxima 0.1"(%)	8.94	10.28	11.8	12.8
	CBR para el 95% de la densidad seca máxima 0.2"(%)	4.29	6.10	7.25	8.33
	CBR para el 100% de la densidad seca máxima 0.2"(%)	9.05	10.83	12.43	13.49

CALICATA 03		Muestra Patrón	Muestra + 5% NaCl	Muestra + 10% NaCl	Muestra + 12% NaCl
Descripción		M-1	M-1	M-1	M-1
California Bearing Ratio (CBR)	CBR para el 95% de la densidad seca máxima 0.1"(%)	4.03	5.43	6.71	7.80
	CBR para el 100% de la densidad seca máxima 0.1"(%)	8.45	9.71	11.08	12.14
	CBR para el 95% de la densidad seca máxima 0.2"(%)	3.79	5.68	7.05	8.21
	CBR para el 100% de la densidad seca máxima 0.2"(%)	7.68	10.26	11.67	12.79

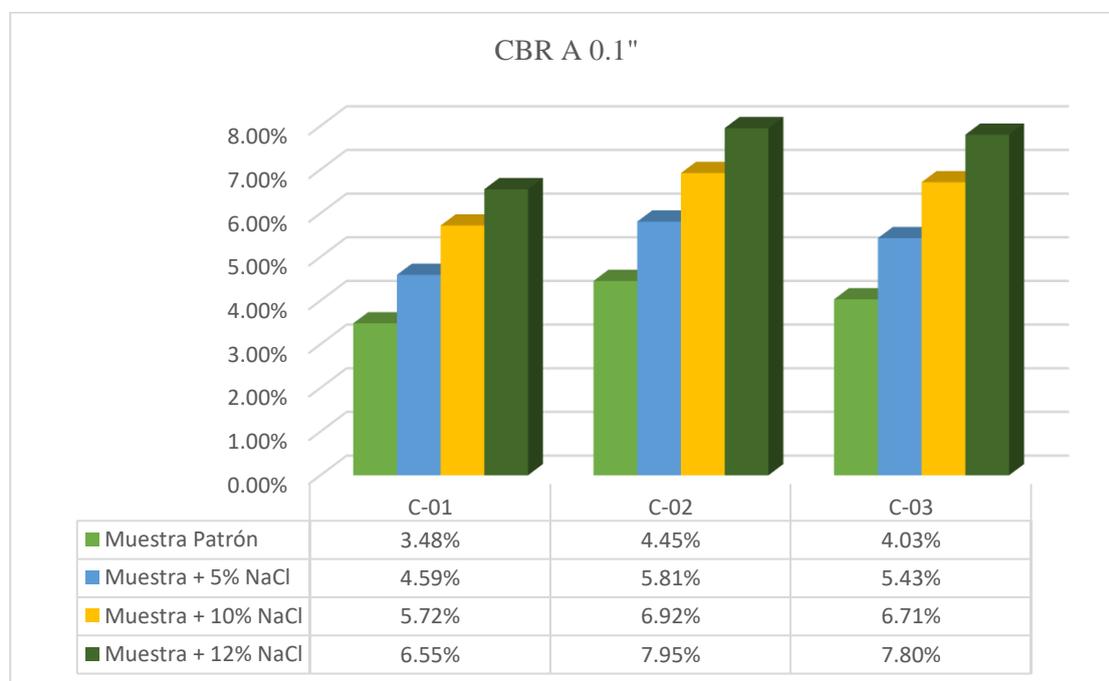


Figura 11: Comparación de resultados CBR a 0.1" del suelo con la dosificación de NaCl

CAPITULO IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Discusión de los resultados

- (A) En la tabla 16 observamos que según la clasificación SUCS el suelo que conforma la subrasante de la calicata 01:CL, en la calicata 02: CL y en la calicata 03: CL. Según la clasificación AASHTO en la calicata 01: A-6(9), en la calicata 02: A-6(11) y en la calicata 03: A-6(10).
- (B) En la tabla 17 observamos que al aumentar cloruro de sodio en 5%,10% y 12% del peso de la muestra el Limite Liquido (LL%) disminuye en promedio de 4%, el Limite Plástico (LP%) disminuye en promedio de 1%, el Índice de Plasticidad disminuye en promedio de 3%.
- (C) En la tabla 19 observamos los resultados obtenidos con la adición de cloruro de sodio en dosificaciones de 5% aumenta el CBR en 1.29%, para un 10% aumenta el CBR en 2.46% y para un 12% de adición de cloruro de sodio aumenta el CBR en 3.45%.

4.2. Descripción de los Perfiles Estratigráficos

La Calicata C-01: Presenta un estrato desde 0.00 m. hasta 1.50 m. de profundidad conformado por arcilla inorgánica de baja plasticidad, de color marrón claro, mezclada con 32.31% de arena fina a gruesa exenta de grava.

La Calicata C-02: Presenta un estrato desde 0.00 m. hasta 1.50 m. de profundidad conformado por arcilla inorgánica de baja plasticidad, de color marrón claro, mezclada con 33.69% de arena fina a gruesa exenta de grava.

La Calicata C-03: Presenta un estrato desde 0.00 m. hasta 1.50 m. de profundidad conformado por arcilla inorgánica de baja plasticidad, de color marrón claro, mezclada con 31.08% de arena fina a gruesa exenta de grava.

4.3. Contrastación de Hipótesis

La adición de cloruro de sodio en un 5%,10% y 12% como aditivo estabilizante en suelos arcillosos de la subrasante de la carretera Cajamarca - Huacariz 2021 entre Av. Industrial - Av. San Martin y Jr. Huacariz, incremento el índice de CBR en 15%, 32.47% y 44.79% respectivamente.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El suelo que conforma la subrasante de la carretera Cajamarca-Huacariz a una profundidad de 1.50 metros se clasifico como A-6(9), A-6(11) y A-6(10) según AASHTO y como CL, CL y CL según SUCS para las muestras de suelo arcilloso de las calicatas C01, C02 y C03 respectivamente.
- Se concluye que al incrementar cloruro de sodio en 5%,10% y 12% respecto al peso de la muestra el Limite Liquido (LL%) disminuye en promedio el 4%, Limite Plástico (LP%) disminuye en promedio el 1% e Índice de Plasticidad disminuye en promedio el 3%.
- El máximo contenido de humedad de la muestra en estado natural se encontró en la calicata C02 con 14.59%. El contenido óptimo de humedad disminuye en promedio 0.29% al adicionar cloruro de sodio en 5%, 10% y 12% respecto al peso de la muestra y la máxima densidad seca aumenta en 0.02 por cada incremento de cloruro de sodio.
- Se realizo la comparación de la influencia al adicionar cloruro de sodio como estabilizante en la subrasante de la carretera Cajamarca-Huacariz, determinándose que para este tipo de suelo al adicionar un 12% de cloruro de sodio, aumenta en 3.45% su CBR.

5.2. RECOMENDACIONES

La presente investigación lleva a las siguientes recomendaciones:

- Realizar futuras investigaciones de un suelo arcilloso adicionando porcentajes mayor al 12% de cloruro de sodio.
- Utilizar otros materiales estabilizantes como: cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cloruro de potasio; para conocer el comportamiento en un suelo arcilloso.
- Realizar estudios con diferentes tipos de suelos utilizando cloruro de sodio para analizar su reacción y así proponer mejoras en la construcción de carreteras.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Juárez Badillo, E; Rico Rodríguez, A. 2005. Mecánica de Suelos I: Fundamentos de la Mecánica de Suelos. 3 ed. Ciudad de México, México, Limusa. t. 1, 644 p.
- Das, BM. 2012. Fundamentos de ingeniería de cimentaciones. 7 ed. león cárdenas, j (trad.). ciudad de México, México, Cengage Learning. 794 p.
- Hinrichsen, N. (2012). Estudio de comportamiento de suelo estabilizado con sal: frente a la acción del agua para distintas mezclas. chile: universidad austral de chile.
- MTC. (2004). Estabilización química de suelos - caracterización del estabilizado y evaluación de propiedades de comportamiento del suelo mejorado. Perú: ministerio de transporte y comunicaciones.
- Sanz, J. (1995). Mecánica de Suelos. Barcelona: editions eyrolles.
- Crespo, C. (2004). Mecánica de Suelos y Cimentaciones. México: Limusa Editores.
- Díaz, G. (2018). Mejoramiento del CBR de un suelo arcilloso. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Guaman, I. (2016). “Estudio del comportamiento de un Suelo Arcilloso Estabilizado por dos Métodos Químicos (cal y cloruro de sodio)”. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2000). Manual de Ensayo de Materiales.
- Ministerio de Transportes y comunicaciones. (2000). MTC E 110-200.Determinación del Límite Líquido de los Suelos. Lima: INDECOPI.
- Ministerio de Transportes y comunicaciones. (2000). MTC E 111-200.Determinacion del Límite Plástico e Índice de plasticidad. Lima: INDECOPI.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2000). MTC E 112-2000.Determinación de los factores de contracción de los suelos. Lima: INDECOPI.

ANEXOS

ANEXOS N° 01: Panel fotográfico



Figura 12: Extracción de material de calicata C01 para la elaboración de tesis



Figura 13: Extracción de material de calicata C02 para la elaboración de tesis



Figura 14: Extracción de material de calicata C03 para la elaboración de tesis



Figura 15: Ensayo de contenido de humedad



Figura 16: Ensayo de Análisis Granulométrico



Figura 17: Cuarteo de material



Figura 18: Ensayo Proctor Modificado



Figura 19: Ensayo Proctor Modificado en presencia del asesor Ing. Lucio Sifuentes Inostroza



Figura 20: Ensayo CBR

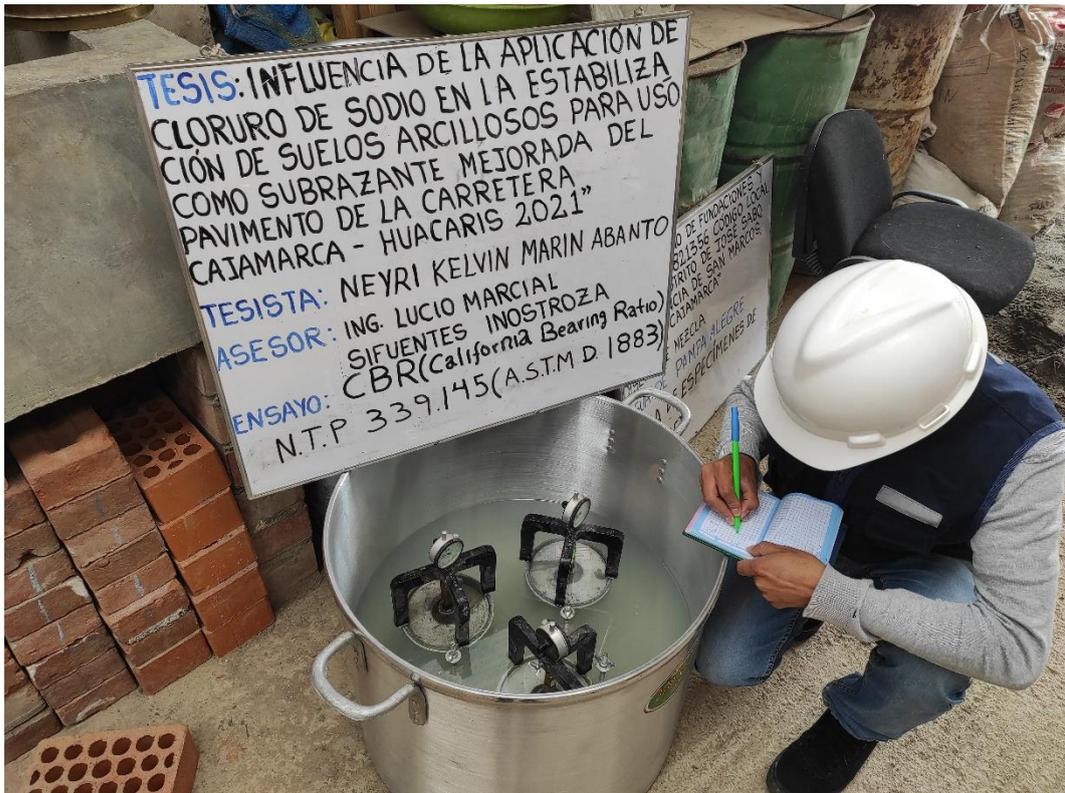


Figura 21: Ensayo de Hinchamiento



Figura 22: Ensayo de Carga-Penetración en el ensayo CBR



Figura 23: Muestra de suelo después de la prueba de carga-penetración



Figura 24: Adición de cloruro de sodio a la muestra patrón



Figura 25: Ensayo de Carga-Penetración de la muestra de suelo al 5% de cloruro de sodio

ANEXOS N° 02: Ficha técnica del cloruro de sodio

ANEXOS N° 03: Certificados de Laboratorio



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00102926

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° 020280-2017/DSD - INDECOPI de fecha 29 de septiembre de 2017, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación GUERSAN INGENIEROS SRL y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo adjunto

Distingue : Servicios científicos y tecnológicos, así como servicios de investigación y diseño en estos ámbitos; servicios de análisis e investigación industriales; diseño y desarrollo de equipos informáticos y de software

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0713930-2017

Titular : GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

País : Perú

Vigencia : 29 de septiembre de 2027

Tomo : 0515

Folio : 140

RAY MELONI GARCIA
Director
Dirección de Signos Distintivos
INDECOPI



Estimado Usuario,

Para cuidar el registro obtenido, le recomendamos tener en cuenta, entre otros aspectos, la siguiente información:

a) Uso de la marca

- ✓ Cualquier persona interesada puede solicitar la **cancelación por falta de uso** del registro otorgado, si han transcurrido tres (03) años durante los cuales **la marca no ha sido utilizada**.
- ✓ Frente a una solicitud de cancelación de registro, **usted deberá demostrar** que viene usando la marca; de lo contrario, el registro será cancelado y perderá el derecho sobre la marca.
- ✓ **El uso** de la marca **debe ser demostrado** de conformidad con lo establecido en el artículo 165 y siguientes de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, Régimen Común Sobre Propiedad Industrial.

b) Actualización de datos del titular

- ✓ En caso exista algún cambio respecto de su domicilio procesal durante el plazo de vigencia del registro otorgado, deberá informarlo a la Dirección de Signos Distintivos.
- ✓ Es importante que informe respecto del cambio de su **domicilio procesal** toda vez que, en caso algún tercero solicitara la cancelación o nulidad del registro otorgado, se le notificará al último domicilio procesal consignado por usted, y esta notificación se tendrá por válida.

c) Renovación del registro

- ✓ La vigencia del registro otorgado es de diez (10) años **renovables**.
- ✓ Si desea renovar su registro, debe hacerlo dentro de los seis (06) meses anteriores o dentro de los seis (06) meses posteriores al vencimiento del registro.
- ✓ Si no solicita la renovación de su registro, éste **caducará** y usted perderá el derecho sobre el mismo.

d) Lemas Comerciales

- ✓ La cancelación, nulidad o caducidad del registro de una marca a la que se vincule un lema comercial, determinará también la cancelación, nulidad o caducidad, respectivamente, del registro del lema comercial, aun cuando no haya vencido el plazo de diez (10) años de vigencia del mismo.

Recuerde que en INDECOPI trabajamos para proteger los derechos de propiedad intelectual de todos nuestros usuarios.



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS

RESOLUCIÓN N° 020280-2017/DSD-INDECOPI

EXPEDIENTE: 713930-2017

SOLICITANTE: GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Lima, 29 de septiembre de 2017

1. ANTECEDENTES:

Con fecha 24 de julio de 2017, GUERSAN INGENIEROS S.R.L., de Perú, solicita el registro de marca de servicio constituida por null, para distinguir servicios de la Clase 42 de la Clasificación Internacional.

2. EXAMEN DE REGISTRABILIDAD:

Realizado el examen de registrabilidad del signo solicitado con relación a los servicios que pretende distinguir, y habiendo tenido a la vista la totalidad de antecedentes fonéticos y figurativos en la clase solicitada, se concluye que cumple con los requisitos previstos en el artículo 134 de la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial, y no se encuentra comprendido en las prohibiciones señaladas en los artículos 135 y 136 del dispositivo legal referido.

La presente Resolución se emite en aplicación de las normas legales antes mencionadas y en uso de las facultades conferidas por los artículos 36, 40 y 41 de la Ley de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI sancionada por Decreto Legislativo N° 1033, concordante con el artículo 4 del Decreto Legislativo N° 1075.

3. DECISIÓN DE LA DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS:

INSCRIBIR en el Registro de Marcas de servicio de la Propiedad Industrial, a favor de GUERSAN INGENIEROS S.R.L., de Perú, la marca de servicio constituida por null que se consignará en el certificado correspondiente; para distinguir servicios científicos y tecnológicos, así como servicios de investigación y diseño en estos ámbitos; servicios de análisis e investigación industriales; diseño y desarrollo de equipos informáticos y de software, de la Clase 42 de la Clasificación Internacional.

El presente registro queda bajo el amparo de ley por el plazo de diez años, contado a partir de la fecha de la presente Resolución.

Regístrese y Comuníquese

CARLOS CAMPOS FRANCO
DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS
INDECOPI

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC027 - T - 2022***Metrología & calibración
Laboratorio de Temperatura*

Página 1 de 6

1. Expediente	220108
2. Solicitante	GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
3. Dirección	Pj. Diego Ferre N° 295 Br. San Martín de Porres, Cajamarca - Cajamarca - CAJAMARCA
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	De 0 °C a 300 °C
Marca	PYS EQUIPOS
Modelo	STHX-2A
Número de Serie	190334
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	CONTROLADOR DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2022-08-03**6. Fecha de Emisión** 2022-08-15**JEFE DE LABORATORIO****Firmado digitalmente por
Angel Perez
Fecha:
2022.08.15
09:26:21 -05'00'****Sello**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC027 - T - 2022*Metrología & calibración*
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 6

7. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI, 2009.

8. Lugar de calibración**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.**

Pj. Diego Ferre N° 295 Br. San Martín de Porres, Cajamarca - Cajamarca - CAJAMARCA

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,5 °C	20,5 °C
Humedad Relativa	59 %	59 %

El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120 min minutos.

El controlador se seteo en 110 °C

10. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
LABORATORIO ACREDITADO PESATEC LT-250-2021	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	0014-TPES-C-2022

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC027 - T - 2022

Metrología & calibración
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 6

12. Resultados de Medición

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T _{prom} (°C)	máx-T _m
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	110,3	108,6	110,4	109,6	111,2	112,7	110,9	110,0	110,5	111,6	110,6	4,1
02	110,0	110,3	108,6	110,2	109,6	111,2	112,7	110,9	110,0	110,8	111,7	110,6	4,1
04	110,0	110,3	108,7	110,3	109,6	111,1	112,6	110,9	110,0	110,8	111,7	110,6	3,9
06	110,0	110,3	108,7	110,3	109,8	111,2	112,7	110,8	110,0	110,9	111,8	110,6	4,0
08	110,0	110,3	108,7	110,3	109,8	111,2	112,6	110,9	110,0	110,8	111,9	110,6	3,9
10	110,0	110,4	108,6	110,4	109,8	111,1	112,6	110,9	110,2	110,8	111,8	110,6	4,0
12	110,0	110,4	108,7	110,4	109,8	111,2	112,6	110,8	110,2	110,8	111,9	110,7	3,9
14	110,0	110,4	108,8	110,3	109,8	111,2	112,6	110,8	110,2	110,8	111,8	110,7	3,8
16	110,0	110,4	108,8	110,4	109,7	111,2	112,6	110,9	110,2	110,9	111,8	110,7	3,8
18	110,0	110,4	108,7	110,3	109,8	111,1	112,7	110,8	110,2	110,9	111,9	110,7	4,0
20	110,0	110,4	108,7	110,3	109,7	111,2	112,7	110,8	110,2	110,9	111,9	110,7	4,0
22	110,0	110,5	108,6	110,3	109,8	111,0	112,7	110,8	110,2	110,9	111,9	110,7	4,1
24	110,0	110,6	108,7	110,2	109,7	111,2	112,7	110,8	110,1	110,8	111,8	110,6	4,0
26	110,0	110,6	108,7	110,3	109,8	111,2	112,8	110,8	110,1	110,9	111,8	110,7	4,1
28	110,0	110,5	108,7	110,3	109,7	111,2	112,8	110,9	110,1	110,9	111,8	110,7	4,1
30	110,0	110,5	108,7	110,6	109,7	111,4	112,8	110,8	110,0	110,9	111,9	110,7	4,1
32	110,0	110,5	108,7	110,4	109,7	111,4	112,7	110,9	110,0	110,9	111,9	110,7	4,0
34	110,0	110,4	108,8	110,3	109,8	111,3	112,7	110,8	110,0	110,8	111,8	110,7	3,9
36	110,0	110,4	108,8	110,3	109,9	111,4	112,8	110,8	110,0	110,9	112,0	110,7	4,0
38	110,0	110,3	108,8	110,3	109,7	111,3	112,9	110,8	110,0	110,9	111,9	110,7	4,1
40	110,0	110,4	108,8	110,3	109,8	111,4	112,9	110,9	110,0	110,9	111,9	110,7	4,1
42	110,0	110,3	108,6	110,4	109,8	111,5	112,9	111,1	110,2	110,9	111,9	110,7	4,3
44	110,0	110,3	108,6	110,3	109,8	111,5	112,7	111,1	110,2	110,8	111,9	110,7	4,1
46	110,0	110,4	108,7	110,3	109,8	111,4	112,7	111,1	110,2	110,8	111,7	110,7	4,0
48	110,0	110,4	108,7	110,3	109,8	111,4	112,9	110,8	110,2	110,8	111,8	110,7	4,2
50	110,0	110,3	108,8	110,3	109,7	111,3	112,9	111,0	110,1	110,8	111,9	110,7	4,1
52	110,0	110,3	108,8	110,4	109,8	111,4	112,9	111,0	110,1	110,8	111,9	110,7	4,1
54	110,0	110,3	108,6	110,3	109,8	111,4	112,9	110,8	110,1	110,8	111,9	110,7	4,3
56	110,0	110,3	108,6	110,3	109,8	111,4	112,9	110,9	110,0	110,8	111,9	110,7	4,3
58	110,0	110,4	108,8	110,3	109,6	111,4	112,8	111,1	110,1	110,9	111,9	110,7	4,0
60	110,0	110,3	108,8	110,4	109,7	111,4	112,8	111,2	110,1	110,9	112,0	110,7	4,0
T.PROM	110,0	110,4	108,7	110,3	109,7	111,3	112,7	110,9	110,1	110,8	111,8	110,7	
T.MAX	110,0	110,6	108,8	110,6	109,9	111,5	112,9	111,2	110,2	110,9	112,0		
T.MIN	110,0	110,3	108,6	110,2	109,6	111,0	112,6	110,8	110,0	110,5	111,6		
DTT	0,0	0,3	0,2	0,4	0,3	0,5	0,3	0,4	0,2	0,4	0,4		



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC027 - T - 2022***Metrología & calibración
Laboratorio de Temperatura*

Página 4 de 6

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	112,9	0,2
Mínima Temperatura Medida	108,6	0,2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,5	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	4,1	0,2
Estabilidad Medida (±)	0,2	0,04
Uniformidad Medida	4,3	0,2

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isothermo : 0,06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

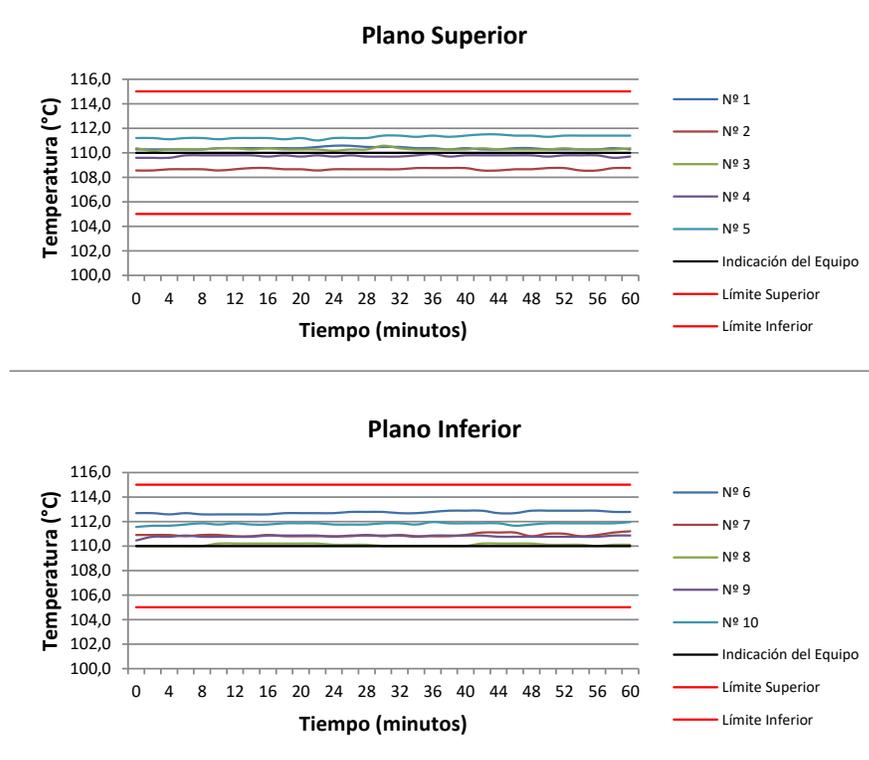
MC027 - T - 2022

Metrología & calibración
 Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 6

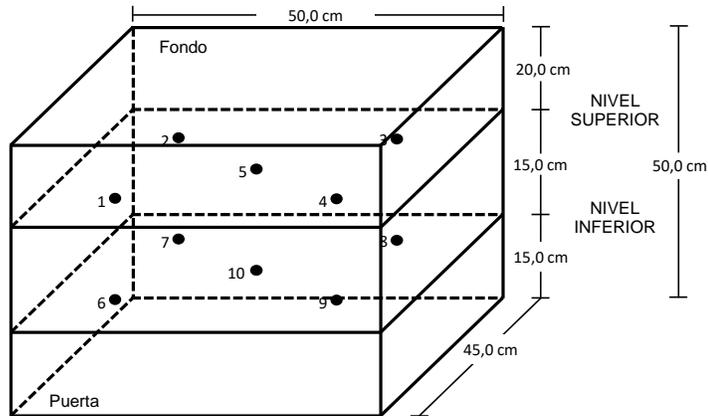
DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO

TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 5 °C



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC027 - T - 2022***Metrología & calibración
Laboratorio de Temperatura*

Página 6 de 6

DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES

Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 9 cm de las paredes laterales y a 7 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

13. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC034 - F - 2022*Metrología & calibración**Laboratorio de Fuerza*

Página 1 de 3

1. Expediente	220108
2. Solicitante	GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
3. Dirección	Pj. Diego Ferre N° 295 Br. San Martín de Porres, Cajamarca - Cajamarca - CAJAMARCA
4. Equipo	PRENSA CBR
Capacidad	5000 kgf
Marca	TECNICAS
Modelo	TCP051
Número de Serie	0167
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	HIWEIGH
Modelo	X8
Número de Serie	18H0902014
Resolución	0,1 kgf
Ubicación	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
5. Fecha de Calibración	2022-08-03
6. Fecha de Emisión	2022-08-15

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

JEFE DE LABORATORIO

**Firmado**
digitalmente por
Angel Perez
Fecha: 2022.08.15
09:15:51 -05'00'

Sello



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC034 - F - 2022***Metrología & calibración**Laboratorio de Fuerza*

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

8. Lugar de calibración

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

Pj. Diego Ferre N° 295 Br. San Martín de Porres, Cajamarca - Cajamarca - CAJAMARCA

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,2 °C	20,2 °C
Humedad Relativa	58 % HR	58 % HR

10. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,2 %	LEDI-PUCP INF-LE 013-22 A

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El equipo trabaja con una celda de carga, Marca: ZEMIC, Modelo: H3-C3-5 OT-6B y Serie: 5 O.T UL168988



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC034 - F - 2022

Metrología & calibración

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

12. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	500	498,6	499,4	499,1	499,1
20	1000	1002,6	1002,4	1002,3	1002,4
30	1500	1503,8	1503,7	1503,6	1503,7
40	2000	2004,8	2004,5	2004,1	2004,5
50	2500	2505,8	2505,8	2505,6	2505,7
60	3000	3006,7	3006,8	3006,1	3006,6
70	3500	3507,9	3507,8	3507,2	3507,6
80	4000	4008,4	4008,8	4007,9	4008,3
90	4500	4509,9	4510,1	4509,5	4509,9
100	5000	5011,4	5011,7	5011,0	5011,4
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
500	0,19	0,16	---	0,02	0,30
1000	-0,24	0,03	---	0,01	0,30
1500	-0,24	0,01	---	0,01	0,30
2000	-0,22	0,03	---	0,01	0,30
2500	-0,23	0,01	---	0,00	0,30
3000	-0,22	0,02	---	0,00	0,30
3500	-0,22	0,02	---	0,00	0,30
4000	-0,21	0,02	---	0,00	0,30
4500	-0,22	0,01	---	0,00	0,30
5000	-0,23	0,01	---	0,00	0,30

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0,00 %
---	--------


13. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC054 - M - 2022*Metrología & calibración*
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	220108
2. Solicitante	GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
3. Dirección	Pj. Diego Ferre N° 295 Br. San Martín de Porres, Cajamarca - Cajamarca - CAJAMARCA
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	600 g
División de escala (d)	0,01 g
Div. de verificación (e)	0,01 g
Clase de exactitud	II
Marca	OHAUS
Modelo	SE602F
Número de Serie	B824537018
Capacidad mínima	0,2 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
5. Fecha de Calibración	2022-08-02
6. Fecha de Emisión	2022-08-15

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

JEFE DE LABORATORIO



Firmado digitalmente por
Angel Perez
Fecha: 2022.08.15
08:48:51 -05'00'

Sello



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC054 - M - 2022*Metrología & calibración*
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

7. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

8. Lugar de calibración

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
Pj. Diego Ferre N° 295 Br. San Martín de Porres, Cajamarca - Cajamarca - CAJAMARCA

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,3 °C	20,4 °C
Humedad Relativa	57 %	58 %

**10. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud F1) DM-INACAL: M-0945-2021	PESAS (Clase de Exactitud M1)	0273-MPES-2022

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MC054 - M - 2022

Metrología & calibración
 Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

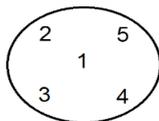
12. Resultados de Medición
INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	20,3 °C	20,4 °C

Medición Nº	Carga L1 = 300,00 g			Carga L2 = 600,00 g		
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	300,00	5,0	0,0	600,00	5,0	0,0
2	300,00	6,0	-1,0	600,00	5,0	0,0
3	300,00	5,0	0,0	600,00	6,0	-1,0
4	300,00	5,0	0,0	600,00	5,0	0,0
5	300,00	5,0	0,0	600,00	6,0	-1,0
6	300,00	6,0	-1,0	600,00	5,0	0,0
7	300,00	5,0	0,0	600,00	6,0	-1,0
8	300,00	5,0	0,0	600,00	5,0	0,0
9	300,00	6,0	-1,0	600,00	6,0	-1,0
10	300,00	6,0	-1,0	600,00	5,0	0,0
	Diferencia Máxima		1,0	Diferencia Máxima		1,0
	Error Máximo Permissible		$\pm 30,0$	Error Máximo Permissible		$\pm 30,0$

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

 Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	20,4 °C	20,4 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		0,10	5,0	0,0		200,00	5,0	0,0	0,0
2		0,10	5,0	0,0		199,99	4,0	-9,0	-9,0
3	0,10 g	0,10	5,0	0,0	200,00	200,00	5,0	0,0	0,0
4		0,10	5,0	0,0		200,01	6,0	9,0	9,0
5		0,10	5,0	0,0		200,00	5,0	0,0	0,0
						Error máximo permisible			$\pm 20,0$

* Valor entre 0 y 10e

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MC054 - M - 2022

Metrología & calibración
 Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	20,4 °C	20,4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,10	0,10	5,0	0,0						
0,20	0,20	5,0	0,0	0,0	0,20	5,0	0,0	0,0	10,0
1,00	1,00	5,0	0,0	0,0	1,00	5,0	0,0	0,0	10,0
10,00	10,00	5,0	0,0	0,0	10,00	6,0	-1,0	-1,0	10,0
50,00	50,00	6,0	-1,0	-1,0	50,00	6,0	-1,0	-1,0	10,0
100,00	100,00	5,0	0,0	0,0	100,00	5,0	0,0	0,0	20,0
200,00	200,00	5,0	0,0	0,0	200,00	5,0	0,0	0,0	20,0
300,00	300,00	5,0	0,0	0,0	300,00	6,0	-1,0	-1,0	30,0
400,00	400,00	6,0	-1,0	-1,0	400,00	6,0	-1,0	-1,0	30,0
500,00	500,00	5,0	0,0	0,0	500,00	6,0	-1,0	-1,0	30,0
600,00	600,00	6,0	-1,0	-1,0	600,00	6,0	-1,0	-1,0	30,0

** error máximo permisible



Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
 l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
 E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
 E_c: Error corregido.

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0,00000084 R$$

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2x\sqrt{(0,00002 \text{ g}^2 + 0,000000000242 R^2)}$$

13. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC055 - M - 2022***Metrología & calibración
Laboratorio de Masa*

Página 1 de 4

1. Expediente	220108
2. Solicitante	GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
3. Dirección	Pj. Diego Ferre N° 295 Br. San Martín de Porres, Cajamarca - Cajamarca - CAJAMARCA
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	30 000 g
División de escala (d)	1 g
Div. de verificación (e)	10 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	R31P30
Número de Serie	8340410359
Capacidad mínima	20 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
5. Fecha de Calibración	2022-08-02
6. Fecha de Emisión	2022-08-15

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

JEFE DE LABORATORIO



Firmado
digitalmente por
Angel Perez
Fecha: 2022.08.15
08:50:18 -05'00'

Sello



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC055 - M - 2022***Metrología & calibración*
Laboratorio de Masa

Página 2 de 4

7. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

8. Lugar de calibración**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.**

Pj. Diego Ferre N° 295 Br. San Martín de Porres, Cajamarca - Cajamarca - CAJAMARCA

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,6	20,7
Humedad Relativa (%)	58	58

**10. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL M-0945-2021	Pesas (exactitud M1)	0273-MPES-2022
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL LM-C-293-2021	Pesa (exactitud M1)	0164-MPES-C-2022
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL LM-C-301-2021	Pesa (exactitud M1)	0165-MPES-C-2022
PESAS (Clase de exactitud M1) PESATEC PERÚ SAC 0852-MPES-C-2021	Pesa (exactitud M2)	0166-MPES-C-2022

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC055 - M - 2022

Metrología & calibración
Laboratorio de Masa

Página 3 de 4

12. Resultados de Medición
INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	20,6 °C	20,6 °C

Medición Nº	Carga L1 = 15 000,0 g			Carga L2 = 30 000,0 g			
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0	
2	15 000	0,5	0,0	30 000	0,6	-0,1	
3	15 001	0,7	0,8	30 001	0,6	0,9	
4	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0	
5	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0	
6	15 000	0,5	0,0	30 000	0,6	-0,1	
7	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,7	-0,2	
8	15 000	0,5	0,0	30 000	0,7	-0,2	
9	15 001	0,8	0,7	30 001	0,6	0,9	
10	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1	
Diferencia Máxima			0,9	Diferencia Máxima			1,1
Error Máximo Permissible			± 20,0	Error Máximo Permissible			± 30,0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
	1
3	4

 Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	20,7 °C	20,7 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (L)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	10,0 g	10	0,5	0,0	10 000,0 g	10 000	0,5	0,0	0,0
2		10	0,5	0,0		9 999	0,4	-0,9	-0,9
3		10	0,5	0,0		10 000	0,5	0,0	0,0
4		10	0,5	0,0		10 001	0,7	0,8	0,8
5		10	0,5	0,0		10 000	0,6	-0,1	-0,1
Error máximo permisible								± 20,0	

* Valor entre 0 y 10e

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC055 - M - 2022

Metrología & calibración
Laboratorio de Masa

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	20,7 °C	20,7 °C

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE			CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (g)**	
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)		Ec (g)
10,0	10	0,6	-0,1						
20,0	20	0,6	-0,1	0,0	20	0,5	0,0	0,1	10,0
100,0	100	0,6	-0,1	0,0	100	0,5	0,0	0,1	10,0
500,0	500	0,5	0,0	0,1	500	0,5	0,0	0,1	10,0
1 000,0	1 000	0,6	-0,1	0,0	1 000	0,5	0,0	0,1	10,0
5 000,0	5 000	0,5	0,0	0,1	5 000	0,6	-0,1	0,0	10,0
10 000,1	10 000	0,6	-0,1	0,0	10 000	0,6	-0,1	0,0	20,0
15 000,0	15 000	0,5	0,0	0,1	15 000	0,7	-0,2	-0,1	20,0
20 001,3	20 000	0,6	-1,4	-1,3	20 000	0,7	-1,5	-1,4	20,0
25 001,3	25 000	0,5	-1,3	-1,2	25 001	0,6	-0,4	-0,3	30,0
30 001,4	30 001	0,7	-0,5	-0,4	30 001	0,7	-0,5	-0,4	30,0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.



LECTURA CORREGIDA : $R_{CORREGIDA} = R + 2,36 \times 10^{-5} \times R$

INCERTIDUMBRE : $U = 2 \times \sqrt{4,13 \times 10^{-1} g^2 + 1,04 \times 10^{-9} \times R^2}$

13. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC056 - M - 2022*Metrología & calibración*
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	220108
2. Solicitante	GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
3. Dirección	Pj. Diego Ferre N° 295 Br. San Martín de Porres, Cajamarca - Cajamarca - CAJAMARCA
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	5000 g
División de escala (d)	0,1 g
Div. de verificación (e)	0,1 g
Clase de exactitud	II
Marca	ELECTRONIC BALANCE
Modelo	HZ5001A
Número de Serie	8076353
Capacidad mínima	5 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
5. Fecha de Calibración	2022-08-02
6. Fecha de Emisión	2022-08-15

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

JEFE DE LABORATORIO

**Firmado**
digitalmente por
Angel Perez
Fecha: 2022.08.15
08:51:41 -05'00'

Sello



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC056 - M - 2022*Metrología & calibración*
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

7. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

8. Lugar de calibración

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
Pj. Diego Ferre N° 295 Br. San Martín de Porres, Cajamarca - Cajamarca - CAJAMARCA

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,4 °C	22,7 °C
Humedad Relativa	58 %	62 %

**10. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud F1) DM-INACAL: M-0945-2021	PESAS (Clase de Exactitud M1)	0273-MPES-2022

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MC056 - M - 2022

Metrología & calibración
 Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

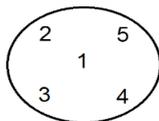
12. Resultados de Medición
INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	20,4 °C	20,4 °C

Medición Nº	Carga L1 = 2 500,0 g			Carga L2 = 5 000,0 g		
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	2 500,0	50,0	0,0	5 000,0	50,0	0,0
2	2 500,0	50,0	0,0	5 000,0	60,0	-10,0
3	2 500,0	50,0	0,0	5 000,0	60,0	-10,0
4	2 500,0	50,0	0,0	5 000,0	60,0	-10,0
5	2 500,0	50,0	0,0	5 000,0	70,0	-20,0
6	2 500,0	60,0	-10,0	5 000,0	60,0	-10,0
7	2 500,0	50,0	0,0	5 000,0	60,0	-10,0
8	2 500,0	50,0	0,0	5 000,0	70,0	-20,0
9	2 500,0	50,0	0,0	5 000,0	60,0	-10,0
10	2 500,0	40,0	10,0	5 000,0	60,0	-10,0
	Diferencia Máxima		20,0	Diferencia Máxima		20,0
	Error Máximo Permisible		± 300,0	Error Máximo Permisible		± 300,0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

 Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	20,4 °C	20,4 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		1,0	50,0	0,0		1 600,0	50,0	0,0	0,0
2		1,0	50,0	0,0		1 599,9	40,0	-90,0	-90,0
3	1,0 g	1,0	50,0	0,0	1 600,0	1 600,0	50,0	0,0	0,0
4		1,0	50,0	0,0		1 600,1	60,0	90,0	90,0
5		1,0	50,0	0,0		1 600,0	50,0	0,0	0,0
						Error máximo permisible			± 200,0

* Valor entre 0 y 10e

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MC056 - M - 2022

Metrología & calibración
 Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	22,7 °C	22,7 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1,0	1,0	50,0	0,0						
2,0	2,0	50,0	0,0	0,0	2,0	50,0	0,0	0,0	100,0
5,0	5,0	50,0	0,0	0,0	5,0	60,0	-10,0	-10,0	100,0
20,0	20,0	60,0	-10,0	-10,0	20,0	50,0	0,0	0,0	100,0
50,0	50,0	50,0	0,0	0,0	50,0	50,0	0,0	0,0	100,0
100,0	100,0	60,0	-10,0	-10,0	100,0	50,0	0,0	0,0	100,0
500,0	500,0	50,0	0,0	0,0	500,0	50,0	0,0	0,0	100,0
1 000,0	1 000,0	50,0	0,0	0,0	1 000,0	60,0	-10,0	-10,0	200,0
2 000,0	2 000,0	60,0	-10,0	-10,0	2 000,0	50,0	0,0	0,0	200,0
4 000,0	4 000,0	50,0	0,0	0,0	4 000,0	50,0	0,0	0,0	300,0
5 000,0	5 000,1	60,0	90,0	90,0	5 000,1	60,0	90,0	90,0	300,0

** error máximo permisible



Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
 l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
 E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
 E_c: Error corregido.

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0,00000368 R$$

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2x\sqrt{(0,00171 \text{ g}^2 + 0,000000000377 R^2)}$$

13. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC062 - M - 2022*Metrología & calibración*
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	220108
2. Solicitante	GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
3. Dirección	Pj. Diego Ferre N° 295 Br. San Martín de Porres, Cajamarca - Cajamarca - CAJAMARCA
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	620 g
División de escala (d)	0,01 g
Div. de verificación (e)	0,01 g
Clase de exactitud	II
Marca	OHAUS
Modelo	SIX622/E
Número de Serie	C048581168
Capacidad mínima	0,2 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
5. Fecha de Calibración	2022-08-03
6. Fecha de Emisión	2022-08-15

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

JEFE DE LABORATORIO



Firmado
digitalmente por
Angel Perez
Fecha: 2022.08.15
08:59:26 -05'00'

Sello



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC062 - M - 2022*Metrología & calibración*
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

7. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

8. Lugar de calibración

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
Pj. Diego Ferre N° 295 Br. San Martín de Porres, Cajamarca - Cajamarca - CAJAMARCA

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,4 °C	20,4 °C
Humedad Relativa	58 %	58 %

**10. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud F1) DM-INACAL: M-0945-2021	PESAS (Clase de Exactitud M1)	0273-MPES-2022

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MC062 - M - 2022

Metrología & calibración
 Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

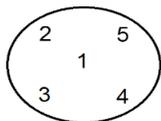
12. Resultados de Medición
INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	20,4 °C	20,4 °C

Medición Nº	Carga L1 = 300,00 g			Carga L2 = 600,00 g		
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	300,00	6,0	-1,0	600,00	6,0	-1,0
2	300,00	6,0	-1,0	600,00	5,0	0,0
3	300,00	5,0	0,0	600,00	6,0	-1,0
4	300,00	5,0	0,0	600,00	5,0	0,0
5	300,00	5,0	0,0	600,00	6,0	-1,0
6	300,00	6,0	-1,0	600,00	5,0	0,0
7	300,00	5,0	0,0	600,00	6,0	-1,0
8	300,00	5,0	0,0	600,00	5,0	0,0
9	300,00	5,0	0,0	600,00	6,0	-1,0
10	300,00	5,0	0,0	600,00	5,0	0,0
	Diferencia Máxima		1,0	Diferencia Máxima		1,0
	Error Máximo Permisible		$\pm 30,0$	Error Máximo Permisible		$\pm 30,0$

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

 Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	20,4 °C	20,4 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		0,10	5,0	0,0		200,00	5,0	0,0	0,0
2		0,10	5,0	0,0		200,01	7,0	8,0	8,0
3	0,10 g	0,10	5,0	0,0	200,00	200,00	5,0	0,0	0,0
4		0,10	5,0	0,0		199,99	4,0	-9,0	-9,0
5		0,10	5,0	0,0		200,00	5,0	0,0	0,0
						Error máximo permisible			$\pm 20,0$

* Valor entre 0 y 10e

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MC062 - M - 2022

Metrología & calibración
 Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	20,4 °C	20,4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)	
0,10	0,10	5,0	0,0						
0,20	0,20	5,0	0,0	0,0	0,20	5,0	0,0	0,0	10,0
1,00	1,00	5,0	0,0	0,0	1,00	5,0	0,0	0,0	10,0
10,00	10,00	5,0	0,0	0,0	10,00	6,0	-1,0	-1,0	10,0
50,00	50,00	6,0	-1,0	-1,0	50,00	6,0	-1,0	-1,0	10,0
100,00	100,00	5,0	0,0	0,0	100,00	5,0	0,0	0,0	20,0
200,00	200,00	5,0	0,0	0,0	200,00	5,0	0,0	0,0	20,0
300,00	300,00	5,0	0,0	0,0	300,00	6,0	-1,0	-1,0	30,0
400,00	400,00	6,0	-1,0	-1,0	400,00	6,0	-1,0	-1,0	30,0
500,00	500,00	5,0	0,0	0,0	500,00	6,0	-1,0	-1,0	30,0
620,00	620,00	6,0	-1,0	-1,0	620,00	6,0	-1,0	-1,0	30,0

** error máximo permisible



Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
 l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
 E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
 E_c: Error corregido.

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0,00000082 R$$

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2x\sqrt{(0,00002 \text{ g}^2 + 0,000000000242 \text{ R}^2)}$$

13. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que esta dentro de las tolerancias prescritas.

ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM D - 4318; NTC - 4630

NOMBRE DEL PRODUCTO: CAZUELA CASAGRANDE SIN CONTADOR.

MARCA DEL PRODUCTO: PYS EQUIPOS.

CODIGO DEL PRODUCTO: PYS104

SERIE DEL PRODUCTO: 150

FECHA: 18/12/2019



Aprobado: Amed Castillo
Control de Calidad

Product Certification

This is to Certify

That the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

PRODUCT ITEM NUMBER: LA-0790

MANUFACTURING SPECIFICATIONS:

BS 410
EN 933-1 933-2

PRODUCT DESCRIPTION: SIEVE COVER, 8 INCH DIA, BRASS, WITH RING

MODEL: LA-0790

SERIE: 276

DATA: 25/07/2019



FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s): which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



FORNEY

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408
Email - sales@forneyonline.com

Product Certification

This is to Certify

That the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: BS 410
EN 933-1 933-2

PRODUCT DESCRIPTION: SIEVE PAN, 8 INCH DIA FULL HEIGHT, BRASS, and EXTENDED RIM

MODEL: LA-0775

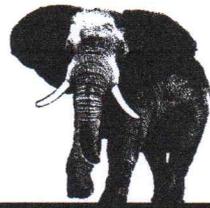
SERIE: 276

DATA: 23/07/2019



FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s): which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



FORNEY

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408
Email - sales@forneyonline.com

CERTIFICADO DE CALIDAD

El producto identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que estar dentro de las tolerancias prescritas.

ESPECIFICACIONES DE FABRICACIÓN:

El Ranurador de Bronce ha sido fabricada, examinada y ensayada en nuestros talleres.

NOMBRE DEL PRODUCTO: RANURADOR DE BRONCE (ACANALADOR METALICO).

MARCA DEL PRODUCTO: PYS EQUIPOS

CODIGO DEL PRODUCTO: PYS226

FECHA: 04/10/2019

Aprobado: Amed Castillo
Control de Calidad

ANEXOS N° 04: Resultados de Ensayos de Laboratorio

CONTENIDO DE HUMEDAD			ASTM D2216 AASHTO T 265		
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	De 0.00m a 1.50m	777300.00	9204774.00

CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE SECADO DE MUESTRA			
TEMPERATURA DE SECADO	110 °C	TIEMPO DE SECADO	16 h

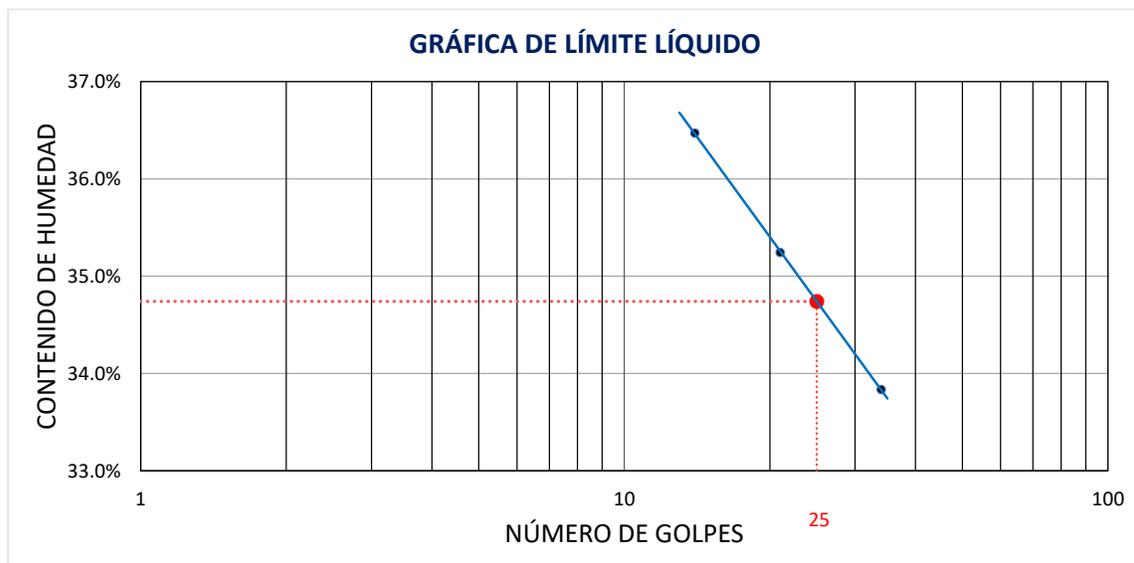
CONTENIDO DE HUMEDAD	
Identificación de Tara	B-43
Masa de tara (g)	725.00
M. Tara + M. Húmeda (g)	10130.00
M. Tara + M. Seca (g)	9095.00
Masa de agua (g)	1035.00
Masa de Muestra Seca (g)	8370.00
W (%)	12.37%

LÍMITES DE ATTERBERG				ASTM D4318 AASHTO T 89	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	De 0.00m a 1.50m	777300.00	9204774.00

CONDICIONES DEL ENSAYO			
MUESTRA A ENSAYAR		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
TEMP. DE SECADO:	60 °C	TEMP. DE SECADO:	110 °C
TIPO DE MATERIAL:	Pasa la malla N° 40	TIEMPO DE SECADO:	16 h
AGUA USADA:	Potable		

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
TARA Nº	1	2	3	TARA Nº	4	5
M tara (g)	11.87	12.31	11.58	M tara (g)	11.41	10.97
Mt+ M.Húmeda (g)	30.73	31.42	30.25	Mt+ M.Húmeda (g)	19.58	18.32
Mt+ M. Seca (g)	25.69	26.44	25.53	Mt+ M. Seca (g)	18.26	17.13
M agua (g)	5.04	4.98	4.72	M agua (g)	1.32	1.19
M M.Seca (g)	13.82	14.13	13.95	M. Muestra Seca (g)	6.85	6.16
W(%)	36.47%	35.24%	33.84%	W(%)	19.27%	19.32%
N.GOLPES	14	21	34	Contenido de Humedad Promedio: 19.29%		

LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
35.00%	19.00%	16.00%

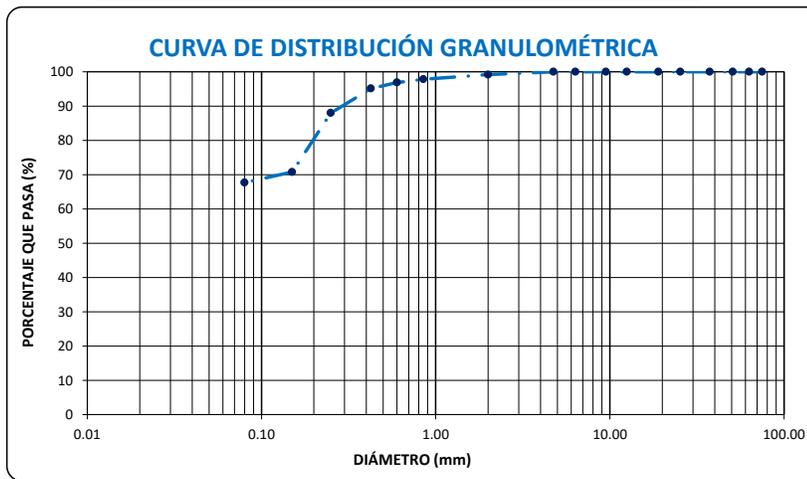


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			ASTM D 422 AASHTO T 88	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"			
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA			
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO		COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE	ESTE NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	De 0.00m a 1.50m	777300.00 9204774.00

CONDICIONES DEL ENSAYO	
TEMPERATURA DE SECADO DE LA MUESTRA:	110 °C
CONDICIONES INICIALES DE LA MUESTRA	
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	200.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	200.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (g)	0.00
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (g)	200.25
CONDICIONES INICIALES FRACCIÓN FINA	
PESO SECO FRACCIÓN FINA (g)	200.00
CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA	0.5000

ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
¼"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
TOTAL	W G =	0.00			

ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
N 10	2.00	1.67	0.84	0.84	99.17
N 20	0.85	2.69	1.35	2.18	97.82
N 30	0.60	1.90	0.95	3.13	96.87
N 40	0.43	3.52	1.76	4.89	95.11
N 60	0.25	14.26	7.13	12.02	87.98
N 100	0.15	34.45	17.23	29.25	70.76
N 200	0.08	6.13	3.07	32.31	67.69
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					

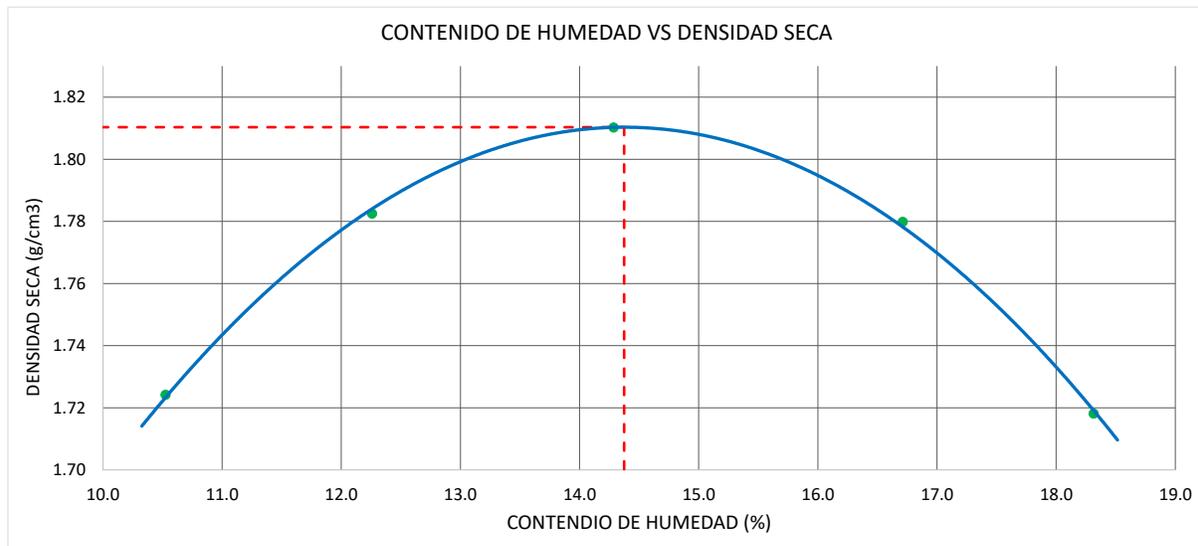


PROPIEDADES DE LA MUESTRA			
PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS			% TOTAL
GRAVA (%):	0.00	100.00	
ARENA GRUESA (%):	4.89		
ARENA FINA (%):	27.4		
FINOS (%):	67.69		
COEFICIENTES			
DÍAMETROS EFECTIVOS			
Cu =	-	D60 =	0.000
Cc =	-	D30 =	0.000
		D10 =	0.000
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / AASHTO T 89			
LÍMITE LÍQUIDO:	35.00%		
LÍMITE PLÁSTICO:	19.00%		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP): 16.00%			
CLASIFICACIÓN			
A.A.S.H.T.O. :	A-6 (9)		

OBSERVACIONES:	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA UTILIZANDO EL METODO S.U.C.S. Y CORRESPONDE A UNA ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR MARRÓN CLARO, MEZCLADA CON 32.31% DE ARENA FINA A GRUESA Y EXENTA DE GRAVA.
----------------	---

PROCTOR MODIFICADO			ASTM D1557	AASHTO T 180	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	De 0.00m a 1.50m	777300.00	9204774.00

MÉTODO DE ENSAYO	"A"	T. ESTUFA (°C) :	110	DIÁMETRO MOLDE (cm) :	10.16
DENSIDAD HÚMEDA					
ENSAYO	1	2	3	4	5
N° de Capas	5	5	5	5	5
N° de Golpes por Capa	25	25	25	25	25
Peso Húmedo+ Molde (g)	3597.00	3687.00	3751.00	3759.00	3717.00
Peso Molde (g)	1798.00	1798.00	1798.00	1798.00	1798.00
Peso Húmedo (g)	1799.00	1889.00	1953.00	1961.00	1919.00
Volumen del Molde (cm³)	944.00	944.00	944.00	944.00	944.00
Densidad Húmeda (g/cm³)	1.906	2.001	2.069	2.077	2.033
CONTENIDO DE HUMEDAD					
ENSAYO	1	2	3	4	5
Peso Húmedo + Tara (g)	193.00	186.00	216.00	223.00	248.00
Peso Seco + Tara (g)	180.00	172.00	196.00	199.00	218.00
Peso Agua (g)	13.00	14.00	20.00	24.00	30.00
Peso Tara (g)	56.50	57.80	56.00	55.40	54.20
Peso Muestra Seca (g)	123.50	114.20	140.00	143.60	163.80
Contenido de Humedad (%)	10.53	12.26	14.29	16.71	18.32
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.724	1.783	1.810	1.780	1.718



DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm³) :	CONT. DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :
1.810	14.37

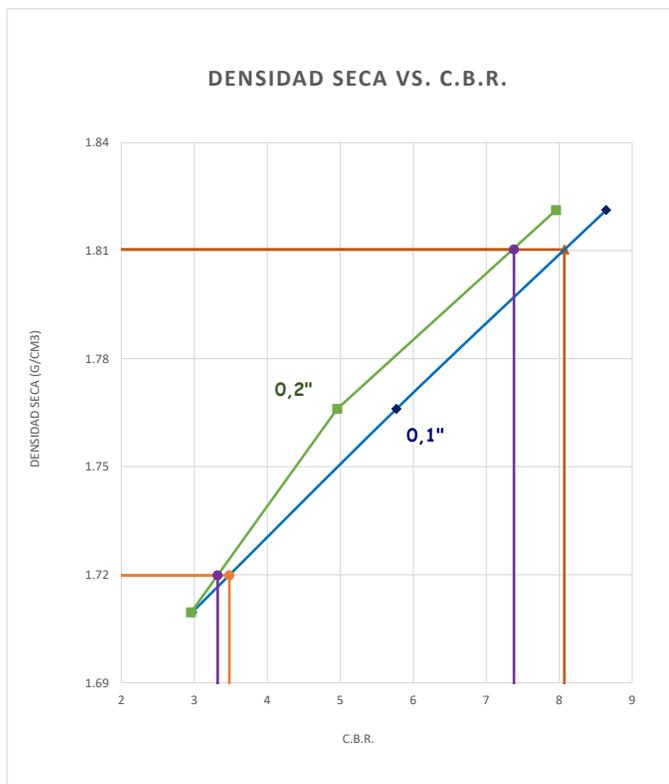
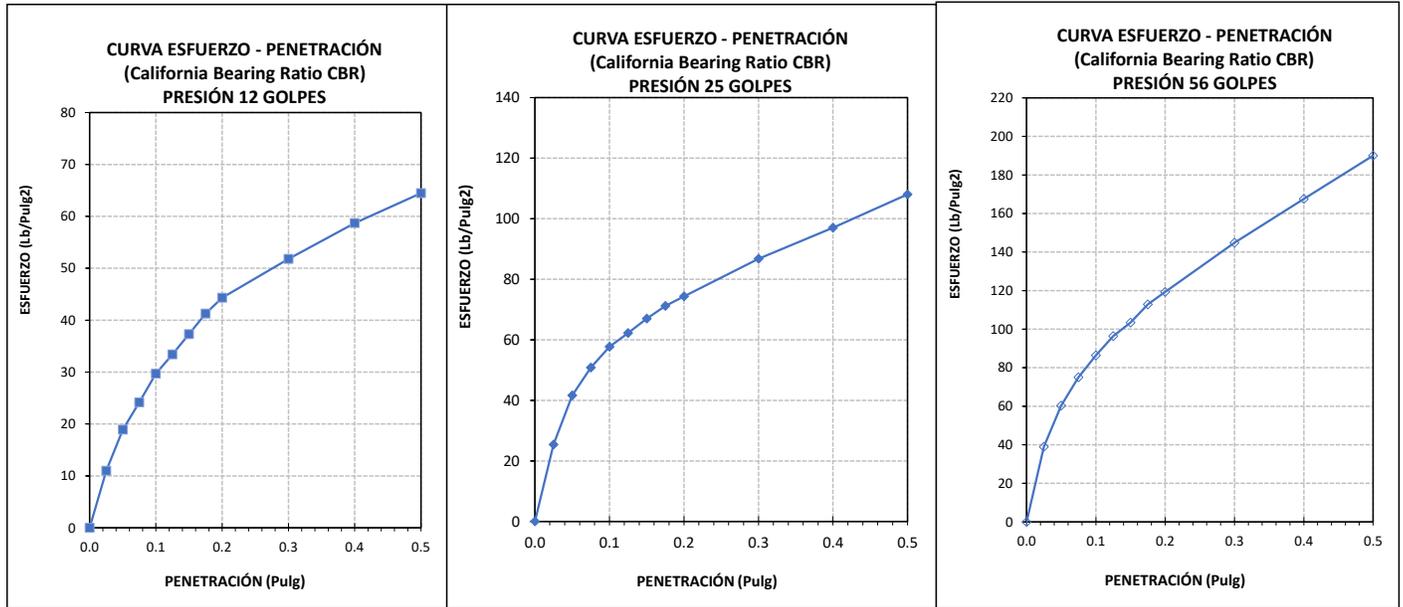
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)				ASTM D 1883 AASHTO T 193	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO				COORDENADAS DE CALICATA C - 01
CALICATA:	C - 01	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE		ESTE NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	De 0.00m a 1.50m		777300.00 9204774.00

COMPACTACIÓN C B R						
N° Golpes por Capa	12		25		56	
Altura Molde (mm)	116.610		117.340		116.460	
N° Capas	5		5		5	
CONDICIÓN DE MUESTRA (ANTES Y DESPUÉS DE SATURAR)	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
Peso Molde + Muestra Húmeda (g)	12351.0	12385.0	12449.0	12494.0	12476.0	12517.0
Peso Molde (g)	8195.0	8195.0	8188.0	8188.0	8080.0	8080.0
Peso de Muestra Húmeda (g)	4156.0	4190.0	4261.0	4306.0	4396.0	4437.0
Volumen del Molde (cm3)	2116.44	2116.44	2112.26	2112.26	2107.82	2107.82
Densidad Húmeda (g/cm3)	1.964	1.980	2.017	2.039	2.086	2.105
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARA N°	1-A	1-B	2-A	2-B	3-A	3-B
Peso Muestra Húmeda + Tara (g)	422.00	483.00	353.00	418.00	348.00	389.00
Peso Seco + Tara (g)	375.00	427.00	316.00	314.00	311.00	333.00
Peso Agua (g)	47.00	56.00	37.00	35.50	37.00	38.10
Peso Tara (g)	58.86	70.40	55.92	82.60	56.06	88.10
Peso Muestra Seca (g)	316.14	356.60	260.08	231.40	254.94	244.90
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)	14.87%	15.70%	14.23%	15.34%	14.51%	15.56%
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.710	1.711	1.766	1.767	1.821	1.822

ENSAYO DE EXPANSIÓN										
TIEMPO ACUMULADO		PRESIÓN 12 GOLPES			PRESIÓN 25 GOLPES			PRESIÓN 56 GOLPES		
		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN	
(Hs)	(Días)		(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	0.105	2.667	2.29	0.089	2.261	1.93	0.081	2.057	1.77
48	2	0.113	2.870	2.46	0.095	2.413	2.06	0.092	2.337	2.01
72	3	0.121	3.073	2.64	0.116	2.946	2.51	0.108	2.743	2.36
96	4	0.130	3.302	2.83	0.123	3.124	2.66	0.112	2.845	2.44

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
DIÁMETRO DEL PISTÓN:		5 cm			ÁREA DEL PISTÓN:				19.635 cm2	
PENETRACIÓN		PRESIÓN 12 GOLPES			PRESIÓN 25 GOLPES			PRESIÓN 56 GOLPES		
		CARGA (kg)	ESFUERZO		CARGA (kg)	ESFUERZO		CARGA (kg)	ESFUERZO	
(mm)	(pulg)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.64	0.025	15.1	0.77	10.99	34.9	1.78	25.39	53.6	2.73	39.00
1.27	0.050	26.0	1.32	18.92	57.2	2.91	41.62	83.0	4.23	60.39
1.91	0.075	33.2	1.69	24.16	69.8	3.55	50.78	103.2	5.26	75.08
2.54	0.100	40.8	2.08	29.68	79.3	4.04	57.70	118.8	6.05	86.43
3.18	0.125	45.9	2.34	33.40	85.5	4.35	62.21	132.5	6.75	96.40
3.81	0.150	51.3	2.61	37.32	92.1	4.69	67.01	142.2	7.24	103.46
4.45	0.175	56.7	2.89	41.25	97.8	4.98	71.16	155.1	7.90	112.85
5.08	0.200	60.9	3.10	44.31	102.2	5.21	74.36	164.0	8.35	119.32
7.62	0.300	71.2	3.63	51.80	119.3	6.08	86.80	199.1	10.14	144.86
10.16	0.400	80.7	4.11	58.71	133.3	6.79	96.98	230.4	11.73	167.63
12.70	0.500	88.6	4.51	64.46	148.5	7.56	108.04	261.2	13.30	190.04

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)				ASTM D 1883 AASHTO T 193	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	De 0.00m a 1.50m	777300.00	9204774.00



DATOS DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO	
DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm3) :	1.810
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :	14.37

(*) Valores Corregidos

N° DE ENSAYO	PRESIÓN APLICADA - 0.1" (Lb/pulg2)	PRESIÓN APLICADA - 0.1" (Kg/cm2)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)
PRESION 12 GOLPES	29.68	2.08	1000	2.97	1.710
PRESION 25 GOLPES	57.70	4.04	1000	5.77	1.766
PRESION 56 GOLPES	86.43	6.05	1000	8.64	1.821

N° DE ENSAYO	PRESIÓN APLICADA - 0.2" (Lb/pulg2)	PRESIÓN APLICADA - 0.2" (Kg/cm2)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)
PRESION 12 GOLPES	44.31	3.10	1500	2.95	1.710
PRESION 25 GOLPES	74.36	5.21	1500	4.96	1.766
PRESION 56 GOLPES	119.32	8.35	1500	7.95	1.821

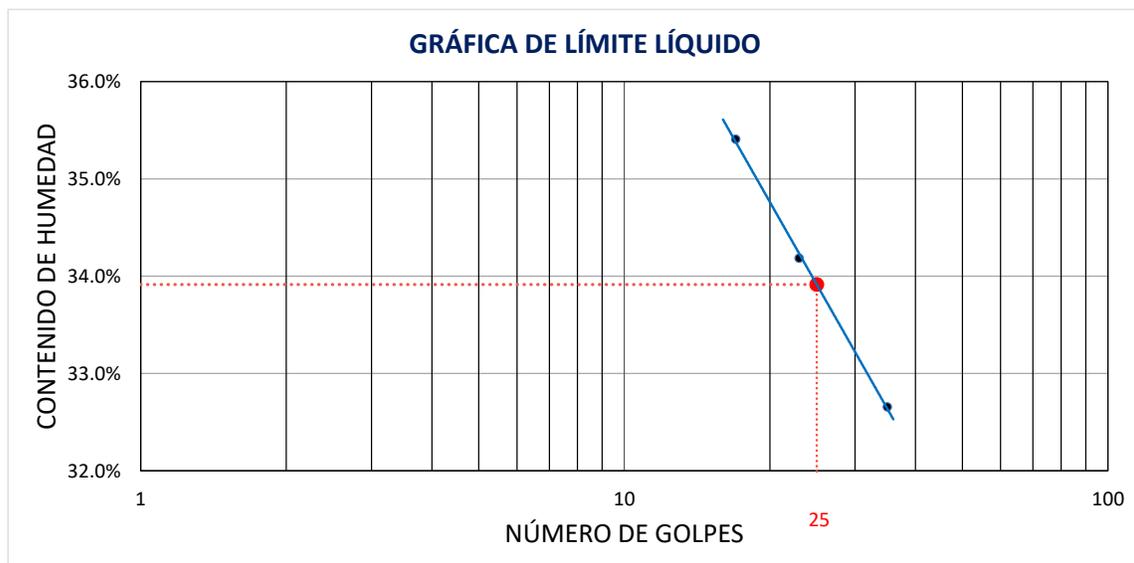
VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.	
C.B.R. PARA EL 95% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA (0,1")=	3.48%
C.B.R. PARA EL 100 % DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA. (0,1")=	8.08%
C.B.R. PARA EL 95% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA (0,2")=	3.32%
C.B.R. PARA EL 100 % DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA. (0,2")=	7.38%

LÍMITES DE ATTERBERG				ASTM D4318 AASHTO T 89	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 5% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777300.00	9204774.00

CONDICIONES DEL ENSAYO			
MUESTRA A ENSAYAR		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
TEMP. DE SECADO:	60 °C	TEMP. DE SECADO:	110 °C
TIPO DE MATERIAL:	Pasa la malla N° 40	TIEMPO DE SECADO:	16 h
AGUA USADA:	Potable		

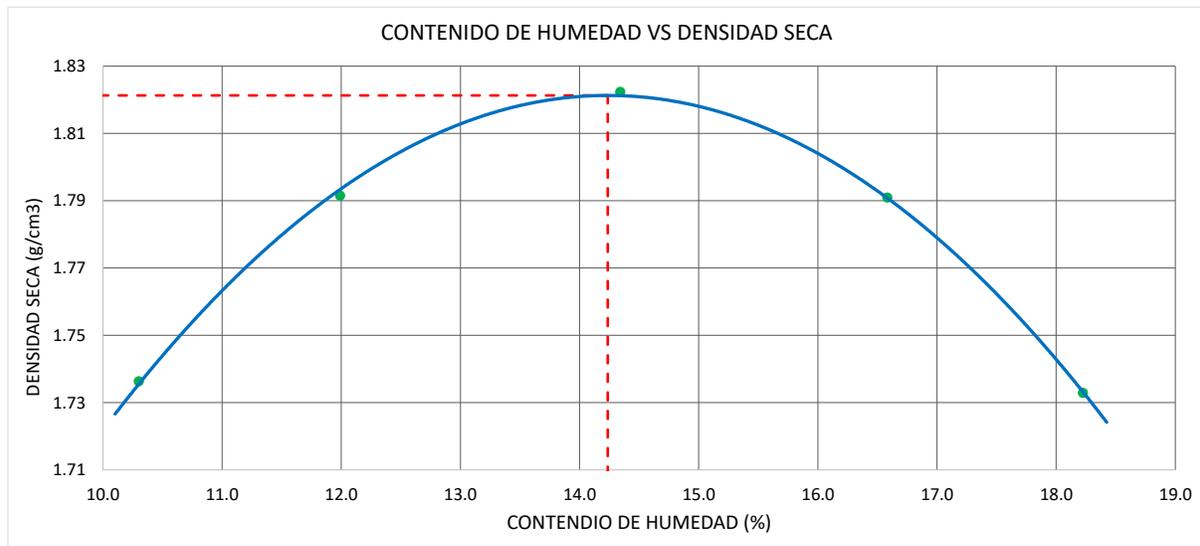
LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
TARA Nº	1	2	3	TARA Nº	4	5
M tara (g)	11.78	11.85	12.11	M tara (g)	12.21	12.25
Mt+ M.Húmeda (g)	31.59	30.77	32.34	Mt+ M.Húmeda (g)	18.87	19.92
Mt+ M. Seca (g)	26.41	25.95	27.36	Mt+ M. Seca (g)	17.74	18.63
M agua (g)	5.18	4.82	4.98	M agua (g)	1.13	1.29
M M.Seca (g)	14.63	14.10	15.25	M. Muestra Seca (g)	5.53	6.38
W(%)	35.41%	34.18%	32.66%	W(%)	20.43%	20.22%
N.GOLPES	17	23	35	Contenido de Humedad Promedio: 20.33%		

LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
34.00%	20.00%	14.00%



PROCTOR MODIFICADO			ASTM D1557 AASHTO T 180		
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 5% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777300.00	9204774.00

MÉTODO DE ENSAYO	"A"	T. ESTUFA (°C) :			110	DIÁMETRO MOLDE (cm) :		10.16
DENSIDAD HÚMEDA								
ENSAYO	1	2	3	4	5			
N° de Capas	5	5	5	5	5			
N° de Golpes por Capa	25	25	25	25	25			
Peso Húmedo+ Molde (g)	3606.00	3692.00	3765.00	3769.00	3732.00			
Peso Molde (g)	1798.00	1798.00	1798.00	1798.00	1798.00			
Peso Húmedo (g)	1808.00	1894.00	1967.00	1971.00	1934.00			
Volumen del Molde (cm³)	944.00	944.00	944.00	944.00	944.00			
Densidad Húmeda (g/cm³)	1.915	2.006	2.084	2.088	2.049			
CONTENIDO DE HUMEDAD								
ENSAYO	1	2	3	4	5			
Peso Húmedo + Tara (g)	207.00	196.00	232.00	217.00	255.00			
Peso Seco + Tara (g)	193.00	181.00	210.00	194.00	224.00			
Peso Agua (g)	14.00	15.00	22.00	23.00	31.00			
Peso Tara (g)	57.10	55.90	56.60	55.30	53.90			
Peso Muestra Seca (g)	135.90	125.10	153.40	138.70	170.10			
Contenido de Humedad (%)	10.30	11.99	14.34	16.58	18.22			
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.736	1.792	1.822	1.791	1.733			



DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm³) :	CONT. DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :
1.821	14.24

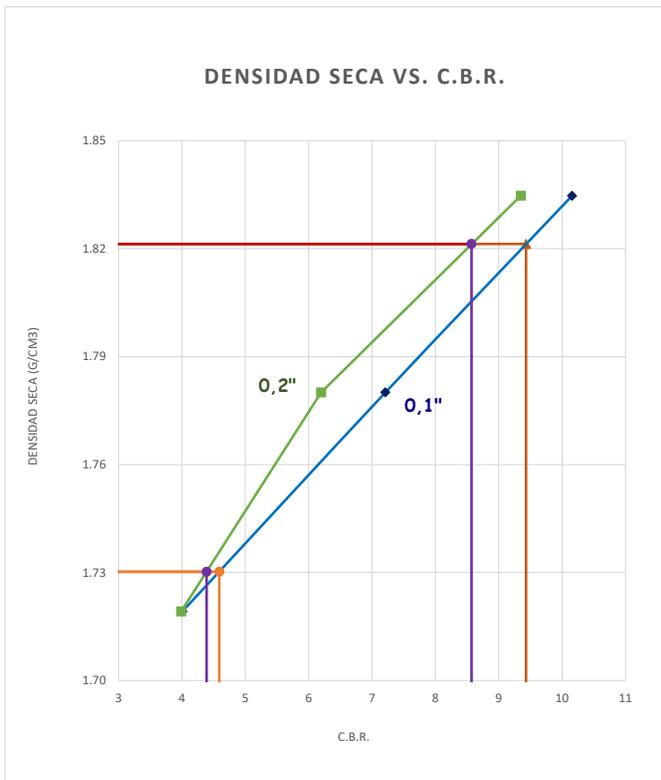
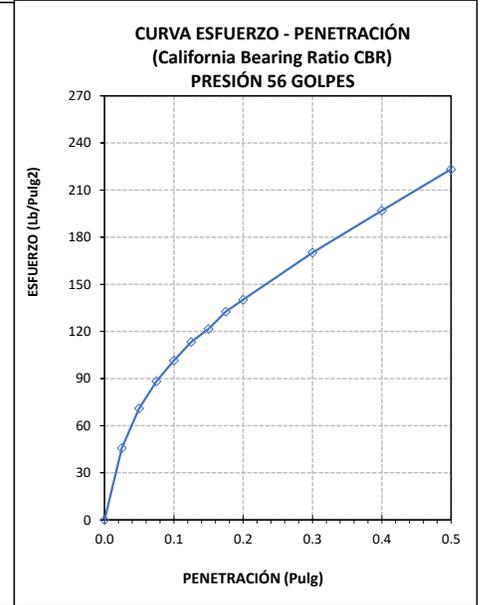
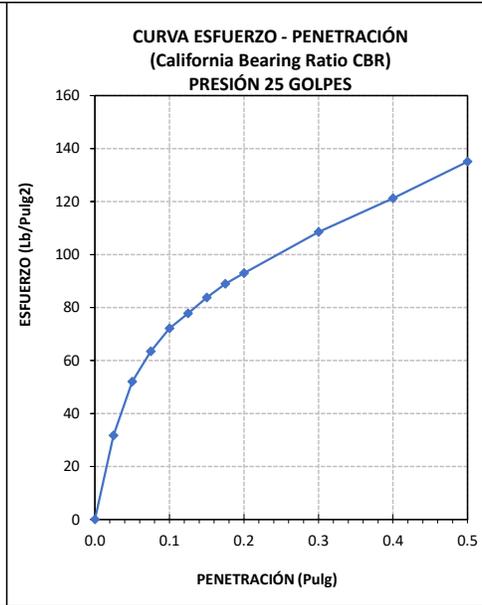
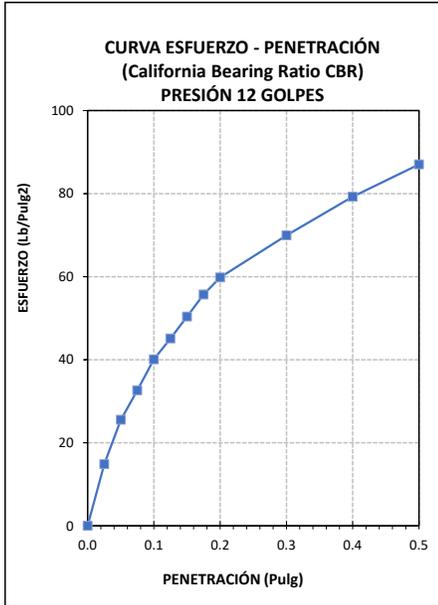
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)				ASTM D 1883 AASHTO T 193	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO				COORDENADAS DE CALICATA C - 01
CALICATA:	C - 01	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 5% SAL		ESTE NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:			777300.00 9204774.00

COMPACTACIÓN C B R						
N° Golpes por Capa	12		25		56	
Altura Molde (mm)	116.610		116.460		117.340	
N° Capas	5		5		5	
CONDICIÓN DE MUESTRA (ANTES Y DESPUÉS DE SATURAR)	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
Peso Molde + Muestra Húmeda (g)	12349.0	12391.0	12390.0	12429.0	12612.0	12654.0
Peso Molde (g)	8195.0	8195.0	8090.0	8090.0	8188.0	8188.0
Peso de Muestra Húmeda (g)	4154.0	4196.0	4300.0	4339.0	4424.0	4466.0
Volumen del Molde (cm3)	2116.44	2116.44	2112.26	2112.26	2107.82	2107.82
Densidad Húmeda (g/cm3)	1.963	1.983	2.036	2.054	2.099	2.119
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARA N°	1-A	1-B	2-A	2-B	3-A	3-B
Peso Muestra Húmeda + Tara (g)	385.00	433.00	367.00	427.00	371.00	417.00
Peso Seco + Tara (g)	344.00	385.00	328.00	381.00	331.00	373.00
Peso Agua (g)	41.00	48.00	39.00	46.00	40.00	44.00
Peso Tara (g)	54.60	70.40	56.50	82.60	53.20	88.10
Peso Muestra Seca (g)	289.40	314.60	271.50	298.40	277.80	284.90
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)	14.17%	15.26%	14.36%	15.42%	14.40%	15.44%
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.719	1.720	1.780	1.780	1.835	1.835

ENSAYO DE EXPANSIÓN										
TIEMPO ACUMULADO		PRESIÓN 12 GOLPES			PRESIÓN 25 GOLPES			PRESIÓN 56 GOLPES		
		LECTURA DEFORMI_METRO	EXPANSIÓN		LECTURA DEFORMI_METRO	EXPANSIÓN		LECTURA DEFORMI_METRO	EXPANSIÓN	
(Hs)	(Días)		(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	0.091	2.311	1.98	0.084	2.134	1.83	0.077	1.956	1.67
48	2	0.108	2.743	2.35	0.091	2.311	1.98	0.087	2.210	1.88
72	3	0.119	3.023	2.59	0.110	2.794	2.40	0.101	2.565	2.19
96	4	0.127	3.226	2.77	0.118	2.997	2.57	0.108	2.743	2.34

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
DIÁMETRO DEL PISTÓN:		5 cm			ÁREA DEL PISTÓN:				19.635 cm2	
PENETRACIÓN		PRESIÓN 12 GOLPES			PRESIÓN 25 GOLPES			PRESIÓN 56 GOLPES		
		CARGA (kg)	ESFUERZO		CARGA (kg)	ESFUERZO		CARGA (kg)	ESFUERZO	
(mm)	(pulg)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.64	0.025	20.4	1.04	14.83	43.6	2.22	31.74	63.0	3.21	45.82
1.27	0.050	35.1	1.79	25.54	71.5	3.64	52.02	97.5	4.97	70.96
1.91	0.075	44.8	2.28	32.61	87.3	4.44	63.48	121.3	6.18	88.22
2.54	0.100	55.1	2.81	40.07	99.1	5.05	72.12	139.6	7.11	101.56
3.18	0.125	62.0	3.16	45.08	106.9	5.44	77.76	155.7	7.93	113.27
3.81	0.150	69.3	3.53	50.39	115.1	5.86	83.76	167.1	8.51	121.57
4.45	0.175	76.5	3.90	55.69	122.3	6.23	88.94	182.2	9.28	132.59
5.08	0.200	82.2	4.19	59.82	127.8	6.51	92.95	192.7	9.81	140.20
7.62	0.300	96.1	4.90	69.93	149.1	7.59	108.50	233.9	11.91	170.21
10.16	0.400	108.9	5.55	79.26	166.6	8.49	121.23	270.7	13.79	196.97
12.70	0.500	119.6	6.09	87.02	185.6	9.45	135.05	306.9	15.63	223.30

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)				ASTM D 1883 AASHTO T 193	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 5% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777300.00	9204774.00



DATOS DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO	
DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm ³) :	1.821
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :	14.24

(*) Valores Corregidos

N° DE ENSAYO	PRESIÓN APLICADA - 0.1" (Lb/pulg2)	PRESIÓN APLICADA - 0.1" (Kg/cm2)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)
PRESION 12 GOLPES	40.07	2.81	1000	4.01	1.719
PRESION 25 GOLPES	72.12	5.05	1000	7.21	1.780
PRESION 56 GOLPES	101.56	7.11	1000	10.16	1.835

N° DE ENSAYO	PRESIÓN APLICADA - 0.2" (Lb/pulg2)	PRESIÓN APLICADA - 0.2" (Kg/cm2)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)
PRESION 12 GOLPES	59.82	4.19	1500	3.99	1.719
PRESION 25 GOLPES	92.95	6.51	1500	6.20	1.780
PRESION 56 GOLPES	140.20	9.81	1500	9.35	1.835

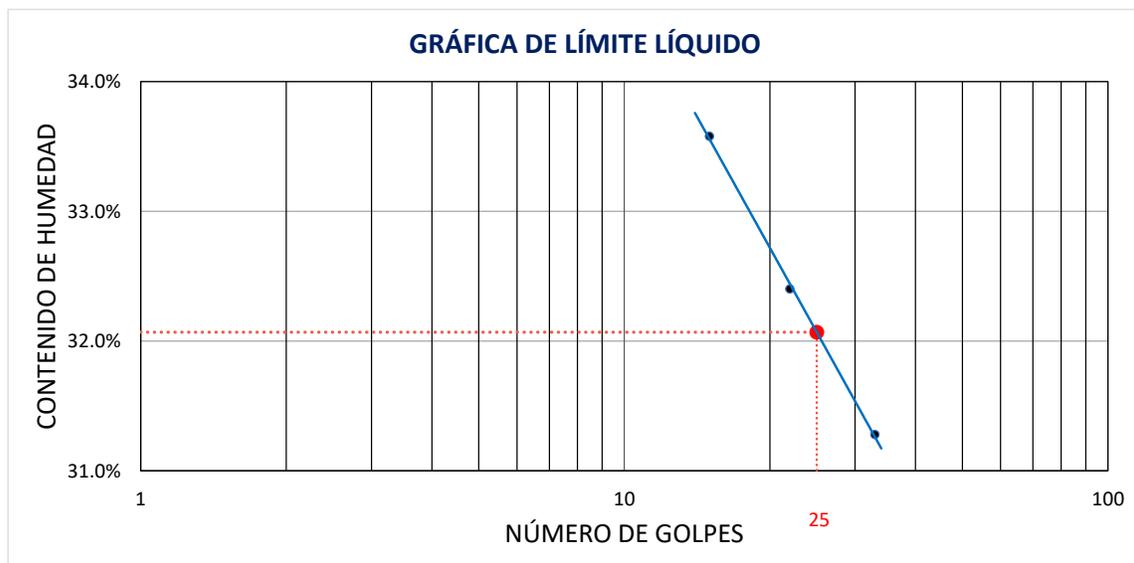
VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.	
C.B.R. PARA EL 95% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA (0,1")=	4.59%
C.B.R. PARA EL 100% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA. (0,1")=	9.43%
C.B.R. PARA EL 95% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA (0,2")=	4.39%
C.B.R. PARA EL 100% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA. (0,2")=	8.57%

LÍMITES DE ATTERBERG				ASTM D4318 AASHTO T 89	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 10% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777300.00	9204774.00

CONDICIONES DEL ENSAYO			
MUESTRA A ENSAYAR		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
TEMP. DE SECADO:	60 °C	TEMP. DE SECADO:	110 °C
TIPO DE MATERIAL:	Pasa la malla N° 40	TIEMPO DE SECADO:	16 h
AGUA USADA:	Potable		

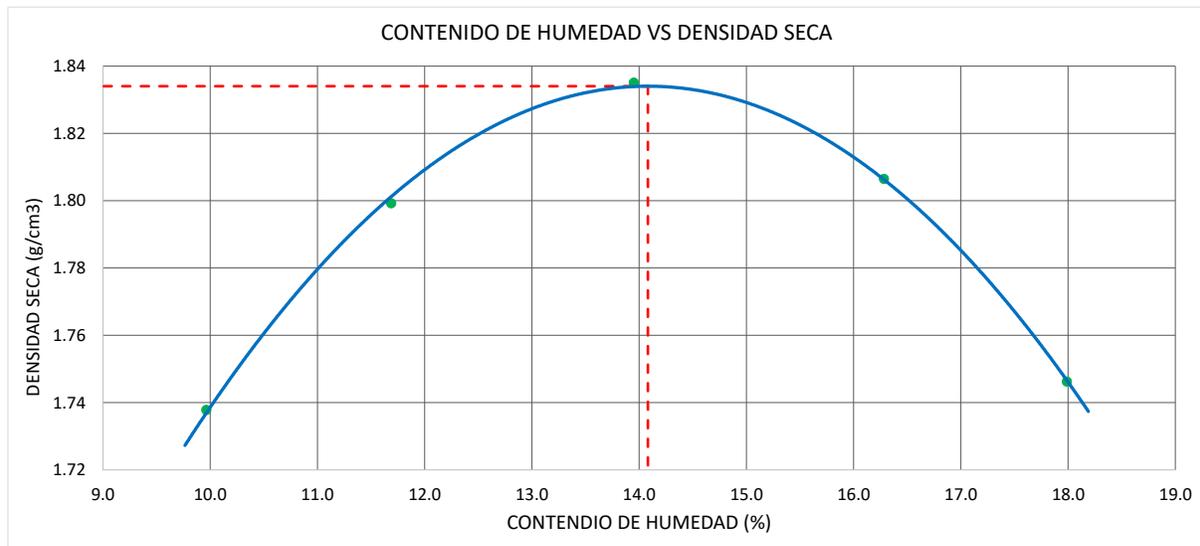
LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
TARA Nº	1	2	3	TARA Nº	4	5
M tara (g)	12.23	12.54	12.19	M tara (g)	11.34	10.98
Mt+ M.Húmeda (g)	30.45	32.89	32.21	Mt+ M.Húmeda (g)	19.21	17.65
Mt+ M. Seca (g)	25.87	27.91	27.44	Mt+ M. Seca (g)	17.94	16.58
M agua (g)	4.58	4.98	4.77	M agua (g)	1.27	1.07
M M.Seca (g)	13.64	15.37	15.25	M. Muestra Seca (g)	6.60	5.60
W(%)	33.58%	32.40%	31.28%	W(%)	19.24%	19.11%
N.GOLPES	15	22	33	Contenido de Humedad Promedio: 19.17%		

LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
32.00%	19.00%	13.00%



PROCTOR MODIFICADO			ASTM D1557 AASHTO T 180		
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 10% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777300.00	9204774.00

MÉTODO DE ENSAYO	"A"	T. ESTUFA (°C) :			110	DIÁMETRO MOLDE (cm) :		10.16
DENSIDAD HÚMEDA								
ENSAYO	1	2	3	4	5			
N° de Capas	5	5	5	5	5			
N° de Golpes por Capa	25	25	25	25	25			
Peso Húmedo+ Molde (g)	3602.00	3695.00	3772.00	3781.00	3743.00			
Peso Molde (g)	1798.00	1798.00	1798.00	1798.00	1798.00			
Peso Húmedo (g)	1804.00	1897.00	1974.00	1983.00	1945.00			
Volumen del Molde (cm³)	944.00	944.00	944.00	944.00	944.00			
Densidad Húmeda (g/cm³)	1.911	2.010	2.091	2.101	2.060			
CONTENIDO DE HUMEDAD								
ENSAYO	1	2	3	4	5			
Peso Húmedo + Tara (g)	244.00	209.00	232.00	259.00	281.00			
Peso Seco + Tara (g)	227.00	193.00	210.00	230.00	247.00			
Peso Agua (g)	17.00	16.00	22.00	29.00	34.00			
Peso Tara (g)	56.40	56.10	52.30	51.90	58.00			
Peso Muestra Seca (g)	170.60	136.90	157.70	178.10	189.00			
Contenido de Humedad (%)	9.96	11.69	13.95	16.28	17.99			
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.738	1.799	1.835	1.806	1.746			



DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm³) :	CONT. DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :
1.834	14.08

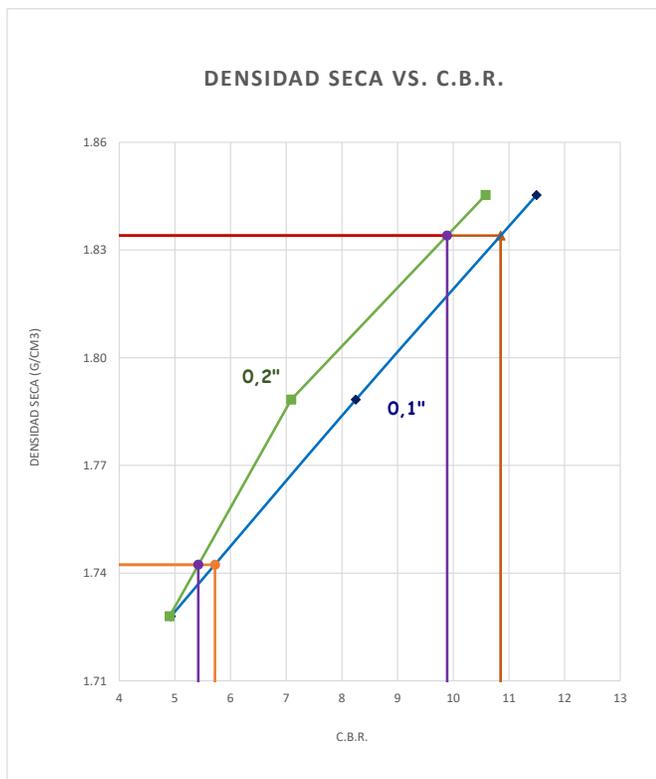
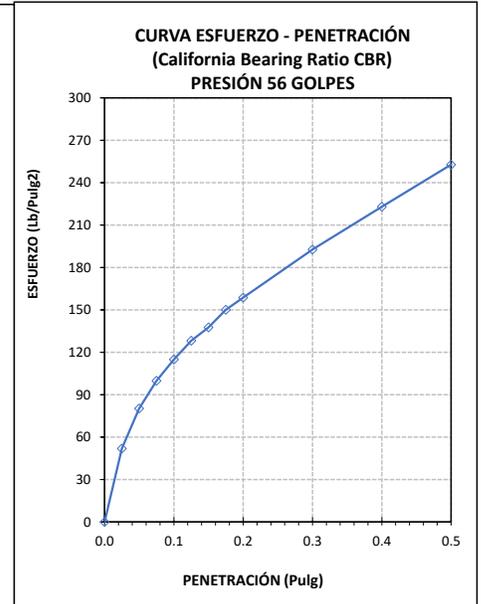
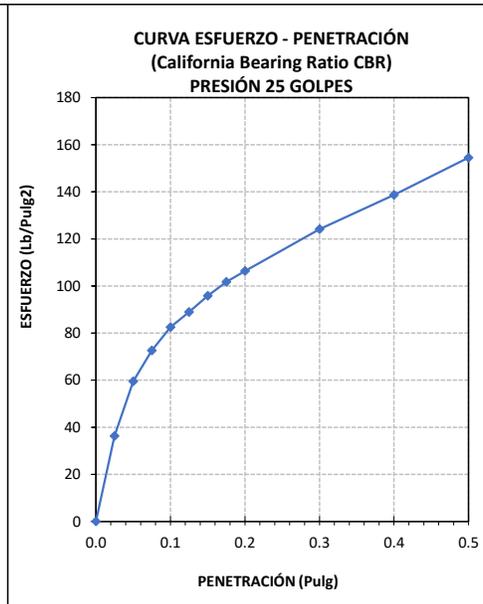
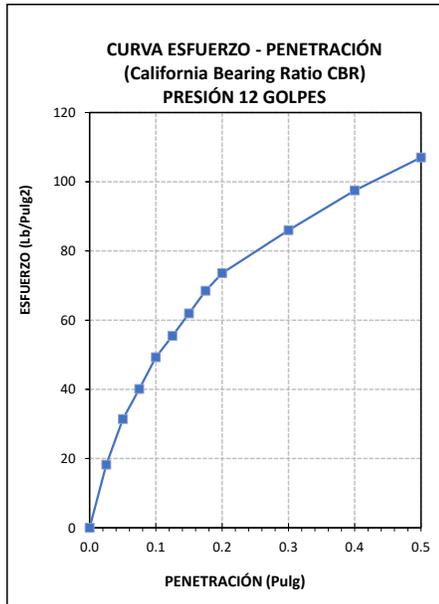
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)				ASTM D 1883 AASHTO T 193	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO				COORDENADAS DE CALICATA C - 01
CALICATA:	C - 01	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 10% SAL		ESTE NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:			777300.00 9204774.00

COMPACTACIÓN C B R						
N° Golpes por Capa	12		25		56	
Altura Molde (mm)	116.610		116.460		117.340	
N° Capas	5		5		5	
CONDICIÓN DE MUESTRA (ANTES Y DESPUÉS DE SATURAR)	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
Peso Molde + Muestra Húmeda (g)	12377.0	12409.0	12395.0	12425.0	12633.0	12687.0
Peso Molde (g)	8195.0	8195.0	8090.0	8090.0	8188.0	8188.0
Peso de Muestra Húmeda (g)	4182.0	4214.0	4305.0	4335.0	4445.0	4499.0
Volumen del Molde (cm3)	2116.44	2116.44	2112.26	2112.26	2107.82	2107.82
Densidad Húmeda (g/cm3)	1.976	1.991	2.038	2.052	2.109	2.134
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARA N°	1-A	1-B	2-A	2-B	3-A	3-B
Peso Muestra Húmeda + Tara (g)	312.00	387.00	442.00	491.00	368.00	434.00
Peso Seco + Tara (g)	281.00	345.00	395.00	436.00	329.00	383.00
Peso Agua (g)	31.00	42.00	47.00	55.00	39.00	51.00
Peso Tara (g)	65.00	69.30	58.50	62.10	55.90	56.70
Peso Muestra Seca (g)	216.00	275.70	336.50	373.90	273.10	326.30
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)	14.35%	15.23%	13.97%	14.71%	14.28%	15.63%
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.728	1.728	1.788	1.789	1.845	1.846

ENSAYO DE EXPANSIÓN										
TIEMPO ACUMULADO		PRESIÓN 12 GOLPES			PRESIÓN 25 GOLPES			PRESIÓN 56 GOLPES		
		LECTURA DEFORMI_METRO	EXPANSIÓN		LECTURA DEFORMI_METRO	EXPANSIÓN		LECTURA DEFORMI_METRO	EXPANSIÓN	
(Hs)	(Días)		(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	0.089	2.261	1.94	0.081	2.057	1.77	0.074	1.880	1.60
48	2	0.103	2.616	2.24	0.090	2.286	1.96	0.085	2.159	1.84
72	3	0.113	2.870	2.46	0.104	2.642	2.27	0.097	2.464	2.10
96	4	0.119	3.023	2.59	0.112	2.845	2.44	0.104	2.642	2.25

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
DIÁMETRO DEL PISTÓN:		5 cm			ÁREA DEL PISTÓN:			19.635 cm2		
PENETRACIÓN		PRESIÓN 12 GOLPES			PRESIÓN 25 GOLPES			PRESIÓN 56 GOLPES		
		CARGA (kg)	ESFUERZO		CARGA (kg)	ESFUERZO		CARGA (kg)	ESFUERZO	
(mm)	(pulg)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.64	0.025	25.1	1.28	18.24	49.9	2.54	36.31	71.3	3.63	51.87
1.27	0.050	43.2	2.20	31.40	81.8	4.17	59.51	110.4	5.62	80.32
1.91	0.075	55.1	2.81	40.10	99.8	5.08	72.62	137.3	6.99	99.86
2.54	0.100	67.7	3.45	49.28	113.4	5.78	82.51	158.0	8.05	114.96
3.18	0.125	76.2	3.88	55.44	122.3	6.23	88.96	176.2	8.98	128.22
3.81	0.150	85.2	4.34	61.96	131.7	6.71	95.82	189.1	9.63	137.60
4.45	0.175	94.1	4.79	68.48	139.9	7.12	101.75	206.3	10.51	150.08
5.08	0.200	101.1	5.15	73.55	146.1	7.44	106.33	218.1	11.11	158.70
7.62	0.300	118.2	6.02	85.99	170.6	8.69	124.12	264.8	13.49	192.66
10.16	0.400	134.0	6.82	97.47	190.6	9.71	138.69	306.4	15.61	222.95
12.70	0.500	147.1	7.49	107.01	212.4	10.82	154.50	347.4	17.69	252.75

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)				ASTM D 1883 AASHTO T 193	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 10% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777300.00	9204774.00



DATOS DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO	
DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm3) :	1.834
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :	14.08

(*) Valores Corregidos

N° DE ENSAYO	PRESIÓN APLICADA - 0.1" (Lb/pulg2)	PRESIÓN APLICADA - 0.1" (Kg/cm2)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)
PRESION 12 GOLPES	49.28	3.45	1000	4.93	1.728
PRESION 25 GOLPES	82.51	5.78	1000	8.25	1.788
PRESION 56 GOLPES	114.96	8.05	1000	11.50	1.845

N° DE ENSAYO	PRESIÓN APLICADA - 0.2" (Lb/pulg2)	PRESIÓN APLICADA - 0.2" (Kg/cm2)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)
PRESION 12 GOLPES	73.55	5.15	1500	4.90	1.728
PRESION 25 GOLPES	106.33	7.44	1500	7.09	1.788
PRESION 56 GOLPES	158.70	11.11	1500	10.58	1.845

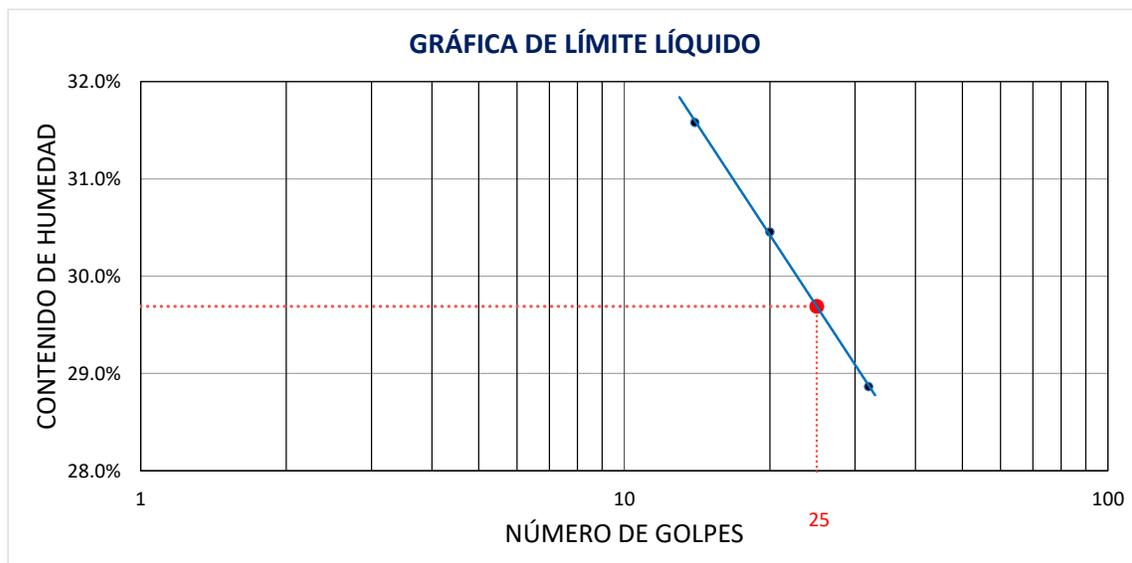
VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.	
C.B.R. PARA EL 95% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA (0,1")=	5.72%
C.B.R. PARA EL 100 % DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA. (0,1")=	10.85%
C.B.R. PARA EL 95% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA (0,2")=	5.42%
C.B.R. PARA EL 100 % DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA. (0,2")=	9.89%

LÍMITES DE ATTERBERG				ASTM D4318 AASHTO T 89	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 12% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777300.00	9204774.00

CONDICIONES DEL ENSAYO			
MUESTRA A ENSAYAR		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
TEMP. DE SECADO:	60 °C	TEMP. DE SECADO:	110 °C
TIPO DE MATERIAL:	Pasa la malla N° 40	TIEMPO DE SECADO:	16 h
AGUA USADA:	Potable		

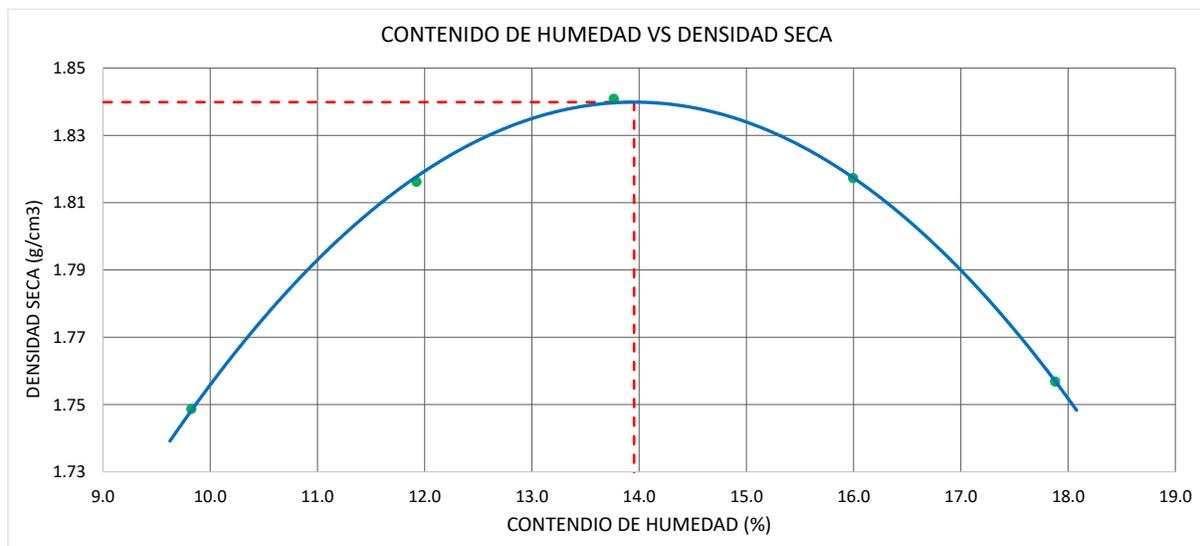
LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
TARA Nº	1	2	3	TARA Nº	4	5
M tara (g)	12.51	12.39	12.11	M tara (g)	12.21	11.45
Mt+ M.Húmeda (g)	32.76	30.81	31.53	Mt+ M.Húmeda (g)	18.54	17.89
Mt+ M. Seca (g)	27.90	26.51	27.18	Mt+ M. Seca (g)	17.51	16.86
M agua (g)	4.86	4.30	4.35	M agua (g)	1.03	1.03
M M.Seca (g)	15.39	14.12	15.07	M. Muestra Seca (g)	5.30	5.41
W(%)	31.58%	30.45%	28.87%	W(%)	19.43%	19.04%
N.GOLPES	14	20	32	Contenido de Humedad Promedio: 19.24%		

LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
30.00%	19.00%	11.00%



PROCTOR MODIFICADO			ASTM D1557 AASHTO T 180		
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 12% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777300.00	9204774.00

MÉTODO DE ENSAYO	"A"	T. ESTUFA (°C) :			110	DIÁMETRO MOLDE (cm) :		10.16
DENSIDAD HÚMEDA								
ENSAYO	1	2	3	4	5			
N° de Capas	5	5	5	5	5			
N° de Golpes por Capa	25	25	25	25	25			
Peso Húmedo+ Molde (g)	3611.00	3717.00	3775.00	3788.00	3753.00			
Peso Molde (g)	1798.00	1798.00	1798.00	1798.00	1798.00			
Peso Húmedo (g)	1813.00	1919.00	1977.00	1990.00	1955.00			
Volumen del Molde (cm³)	944.00	944.00	944.00	944.00	944.00			
Densidad Húmeda (g/cm³)	1.921	2.033	2.094	2.108	2.071			
CONTENIDO DE HUMEDAD								
ENSAYO	1	2	3	4	5			
Peso Húmedo + Tara (g)	213.00	194.00	246.00	278.00	248.00			
Peso Seco + Tara (g)	199.00	179.00	223.00	247.00	219.00			
Peso Agua (g)	14.00	15.00	23.00	31.00	29.00			
Peso Tara (g)	56.50	53.20	55.90	53.20	56.80			
Peso Muestra Seca (g)	142.50	125.80	167.10	193.80	162.20			
Contenido de Humedad (%)	9.82	11.92	13.76	16.00	17.88			
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.749	1.816	1.841	1.817	1.757			



DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm³) :	CONT. DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :
1.840	13.95

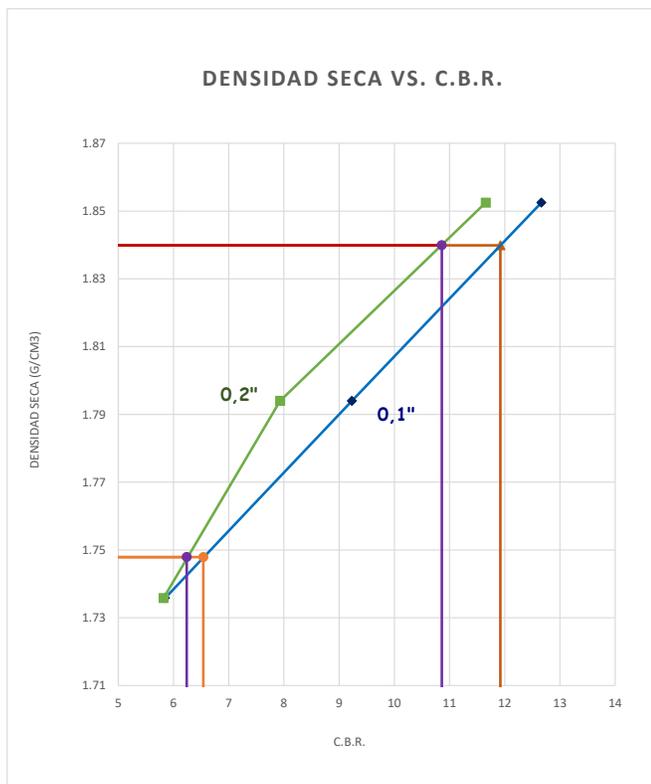
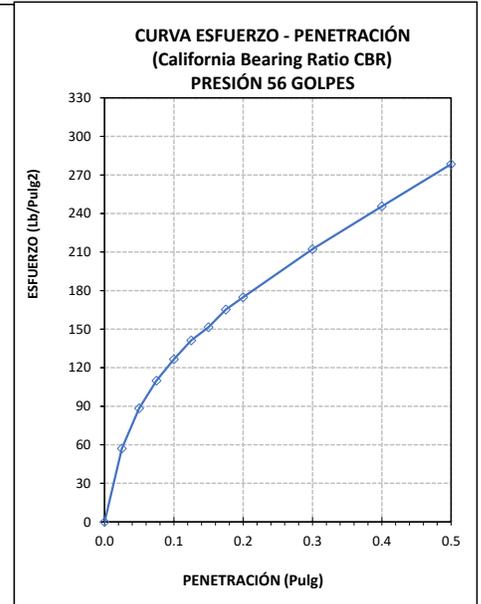
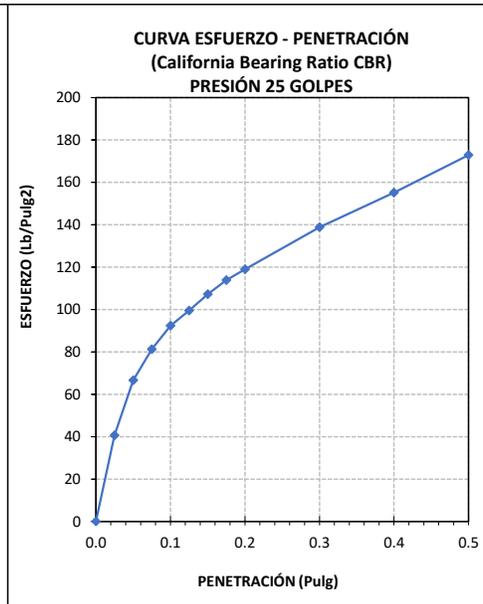
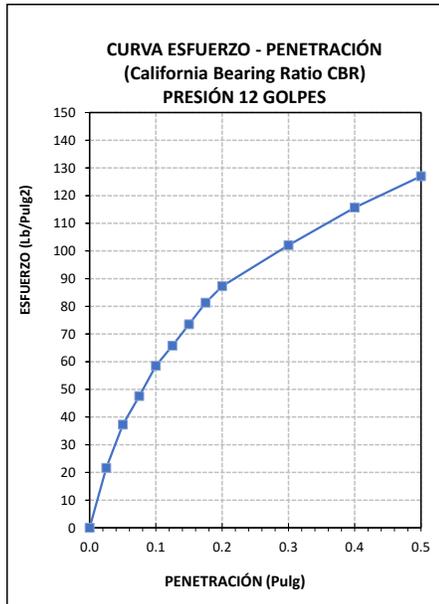
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)				ASTM D 1883 AASHTO T 193	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO				COORDENADAS DE CALICATA C - 01
CALICATA:	C - 01	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 12% SAL		ESTE NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:			777300.00 9204774.00

COMPACTACIÓN C B R						
N° Golpes por Capa	12		25		56	
Altura Molde (mm)	116.610		117.340		116.460	
N° Capas	5		5		5	
CONDICIÓN DE MUESTRA (ANTES Y DESPUÉS DE SATURAR)	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
Peso Molde + Muestra Húmeda (g)	12388.0	12434.0	12519.0	12549.0	12527.0	12567.0
Peso Molde (g)	8195.0	8195.0	8188.0	8188.0	8080.0	8080.0
Peso de Muestra Húmeda (g)	4193.0	4239.0	4331.0	4361.0	4447.0	4487.0
Volumen del Molde (cm3)	2116.44	2116.44	2112.26	2112.26	2107.82	2107.82
Densidad Húmeda (g/cm3)	1.981	2.003	2.050	2.065	2.110	2.129
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARA N°	1-A	1-B	2-A	2-B	3-A	3-B
Peso Muestra Húmeda + Tara (g)	387.00	431.00	451.00	520.00	422.00	497.00
Peso Seco + Tara (g)	348.00	383.00	404.00	461.00	379.00	442.00
Peso Agua (g)	39.00	48.00	47.00	59.00	43.00	55.00
Peso Tara (g)	72.10	67.60	75.20	70.50	69.40	73.10
Peso Muestra Seca (g)	275.90	315.40	328.80	390.50	309.60	368.90
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)	14.14%	15.22%	14.29%	15.11%	13.89%	14.91%
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.736	1.738	1.794	1.794	1.852	1.853

ENSAYO DE EXPANSIÓN										
TIEMPO ACUMULADO		PRESIÓN 12 GOLPES			PRESIÓN 25 GOLPES			PRESIÓN 56 GOLPES		
		LECTURA DEFORMI_METRO	EXPANSIÓN		LECTURA DEFORMI_METRO	EXPANSIÓN		LECTURA DEFORMI_METRO	EXPANSIÓN	
(Hs)	(Días)		(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	0.085	2.159	1.85	0.077	1.956	1.67	0.069	1.753	1.50
48	2	0.100	2.540	2.18	0.086	2.184	1.86	0.078	1.981	1.70
72	3	0.108	2.743	2.35	0.098	2.489	2.12	0.090	2.286	1.96
96	4	0.113	2.870	2.46	0.101	2.565	2.19	0.099	2.515	2.16

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
DIÁMETRO DEL PISTÓN:		5 cm			ÁREA DEL PISTÓN:				19.635 cm2	
PENETRACIÓN		PRESIÓN 12 GOLPES			PRESIÓN 25 GOLPES			PRESIÓN 56 GOLPES		
		CARGA (kg)	ESFUERZO		CARGA (kg)	ESFUERZO		CARGA (kg)	ESFUERZO	
(mm)	(pulg)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.64	0.025	29.7	1.52	21.64	55.8	2.84	40.63	78.5	4.00	57.13
1.27	0.050	51.2	2.61	37.27	91.5	4.66	66.59	121.6	6.19	88.47
1.91	0.075	65.4	3.33	47.59	111.7	5.69	81.25	151.2	7.70	110.00
2.54	0.100	80.4	4.09	58.48	126.9	6.46	92.31	174.0	8.86	126.63
3.18	0.125	90.4	4.61	65.79	136.8	6.97	99.53	194.1	9.89	141.23
3.81	0.150	101.1	5.15	73.53	147.4	7.50	107.21	208.3	10.61	151.57
4.45	0.175	111.7	5.69	81.27	156.5	7.97	113.85	227.2	11.57	165.32
5.08	0.200	120.0	6.11	87.29	163.5	8.33	118.97	240.3	12.24	174.80
7.62	0.300	140.3	7.14	102.05	190.9	9.72	138.88	291.7	14.86	212.22
10.16	0.400	159.0	8.10	115.67	213.3	10.86	155.18	337.5	17.19	245.58
12.70	0.500	174.5	8.89	126.99	237.6	12.10	172.87	382.7	19.49	278.41

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)				ASTM D 1883 AASHTO T 193	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 12% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777300.00	9204774.00



DATOS DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO	
DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm3) :	1.840
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :	13.95

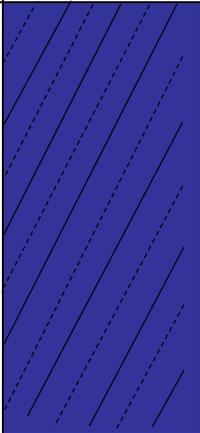
(*) Valores Corregidos

N° DE ENSAYO	PRESIÓN APLICADA - 0.1" (Lb/pulg2)	PRESIÓN APLICADA - 0.1" (Kg/cm2)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)
PRESION 12 GOLPES	58.48	4.09	1000	5.85	1.736
PRESION 25 GOLPES	92.31	6.46	1000	9.23	1.794
PRESION 56 GOLPES	126.63	8.86	1000	12.66	1.852

N° DE ENSAYO	PRESIÓN APLICADA - 0.2" (Lb/pulg2)	PRESIÓN APLICADA - 0.2" (Kg/cm2)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)
PRESION 12 GOLPES	87.29	6.11	1500	5.82	1.736
PRESION 25 GOLPES	118.97	8.33	1500	7.93	1.794
PRESION 56 GOLPES	174.80	12.24	1500	11.65	1.852

VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.	
C.B.R. PARA EL 95% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA (0,1")=	6.55%
C.B.R. PARA EL 100 % DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA. (0,1")=	11.92%
C.B.R. PARA EL 95% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA (0,2")=	6.24%
C.B.R. PARA EL 100 % DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA. (0,2")=	10.86%

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA						
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"					
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA					
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO					
CALICATA:	C - 01	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE	COORDENADAS	ESTE:	777300.00
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	De 0.00m a 1.50m		NORTE:	9204774.00

Profundidad (m)	Muestra	DESCRIPCIÓN	Clasificación		Contenido de humedad	Límites de Consistencia	
			Símbolo	Símbolo Gráfico		LL (%)	IP (%)
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50	M - 1	ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR MARRÓN CLARO, MEZCLADA CON 32.31% DE ARENA FINA A GRUESA Y EXENTA DE GRAVA.	A-6 (9)		12.37%	35.00	16.00
1.60 1.70 1.80 1.90 2.00 2.10 2.20 2.30 2.40 2.50 2.60 2.70 2.80 2.90 3.00 3.10 3.20 3.30 3.40 3.50 3.60 3.70 3.80 3.90 4.00							

CONTENIDO DE HUMEDAD			ASTM D2216 AASHTO T 265		
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	De 0.00m a 1.50m	777364.00	9204666.00

CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE SECADO DE MUESTRA			
TEMPERATURA DE SECADO	110 °C	TIEMPO DE SECADO	16 h

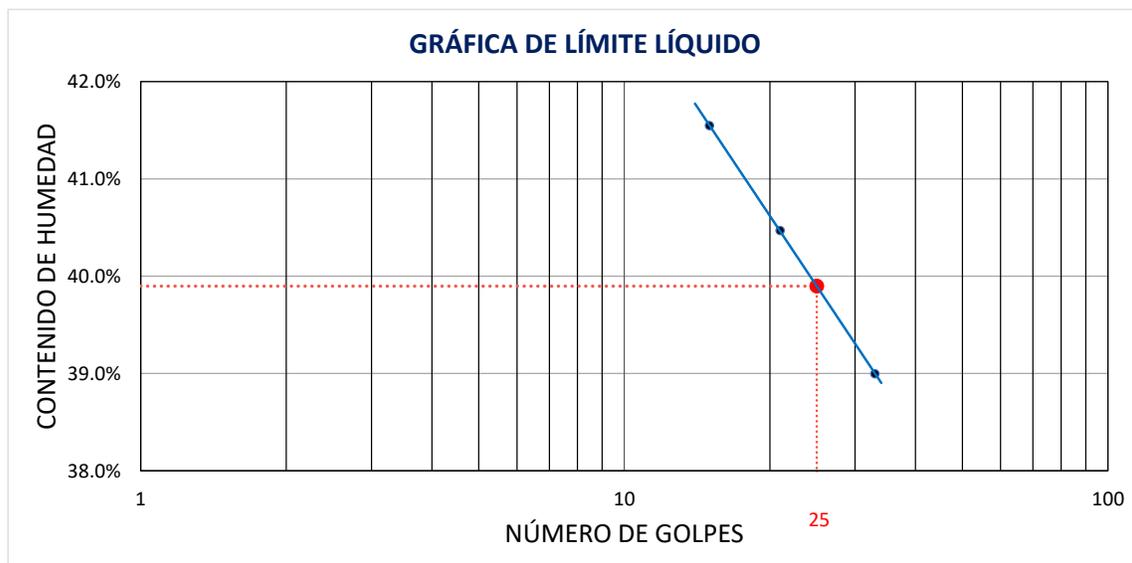
CONTENIDO DE HUMEDAD	
Identificación de Tara	J-1
Masa de tara (g)	882.00
M. Tara + M. Húmeda (g)	9404.00
M. Tara + M. Seca (g)	8319.00
Masa de agua (g)	1085.00
Masa de Muestra Seca (g)	7437.00
W (%)	14.59%

LÍMITES DE ATTERBERG				ASTM D4318 AASHTO T 89	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	De 0.00m a 1.50m	777364.00	9204666.00

CONDICIONES DEL ENSAYO			
MUESTRA A ENSAYAR		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
TEMP. DE SECADO:	60 °C	TEMP. DE SECADO:	110 °C
TIPO DE MATERIAL:	Pasa la malla N° 40	TIEMPO DE SECADO:	16 h
AGUA USADA:	Potable		

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
TARA Nº	1	2	3	TARA Nº	4	5
M tara (g)	13.51	13.29	13.37	M tara (g)	11.22	10.54
Mt+ M.Húmeda (g)	33.27	32.52	31.94	Mt+ M.Húmeda (g)	18.37	17.82
Mt+ M. Seca (g)	27.47	26.98	26.73	Mt+ M. Seca (g)	17.17	16.58
M agua (g)	5.80	5.54	5.21	M agua (g)	1.20	1.24
M M.Seca (g)	13.96	13.69	13.36	M. Muestra Seca (g)	5.95	6.04
W(%)	41.55%	40.47%	39.00%	W(%)	20.17%	20.53%
N.GOLPES	15	21	33	Contenido de Humedad Promedio: 20.35%		

LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
40.00%	20.00%	20.00%

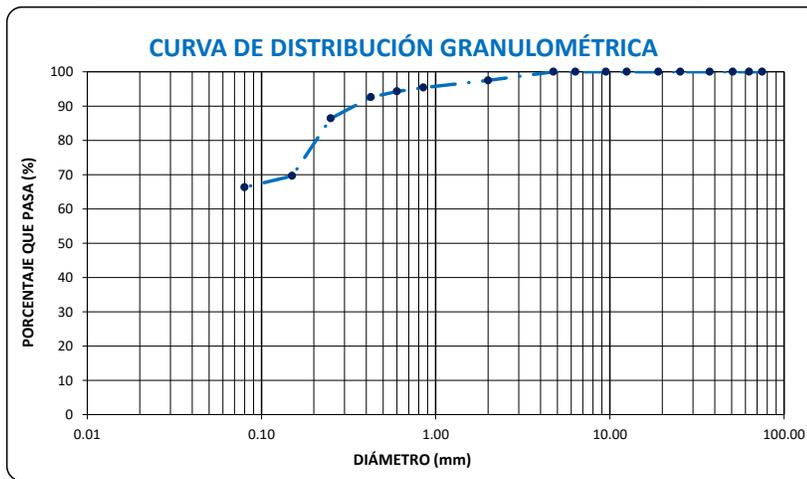


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			ASTM D 422 AASHTO T 88	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"			
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA			
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO		COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE	ESTE NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	De 0.00m a 1.50m	777364.00 9204666.00

CONDICIONES DEL ENSAYO	
TEMPERATURA DE SECADO DE LA MUESTRA:	110 °C
CONDICIONES INICIALES DE LA MUESTRA	
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	200.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	200.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (g)	0.00
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (g)	200.29
CONDICIONES INICIALES FRACCIÓN FINA	
PESO SECO FRACCIÓN FINA (g)	200.00
CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA	0.5000

ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
¼"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
TOTAL	W G =	0.00			

ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
N 10	2.00	5.05	2.53	2.53	97.48
N 20	0.85	4.18	2.09	4.62	95.39
N 30	0.60	2.24	1.12	5.74	94.27
N 40	0.43	3.36	1.68	7.42	92.59
N 60	0.25	12.40	6.20	13.62	86.39
N 100	0.15	33.55	16.78	30.39	69.61
N 200	0.08	6.61	3.31	33.70	66.31
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					

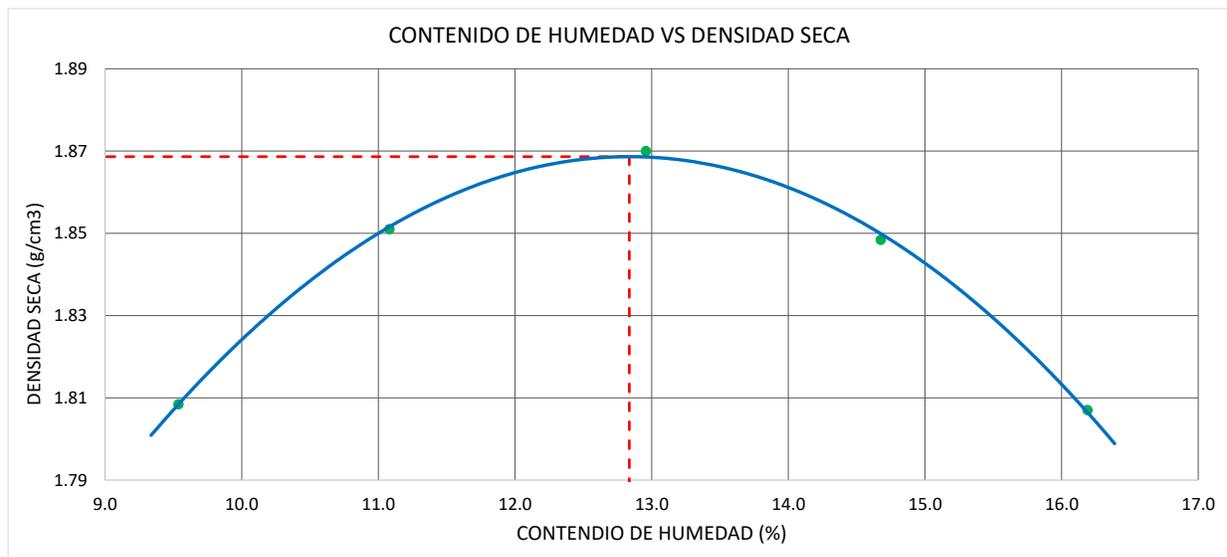


PROPIEDADES DE LA MUESTRA			
PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS			% TOTAL
GRAVA (%):	0.00	100.00	
ARENA GRUESA (%):	7.42		
ARENA FINA (%):	26.3		
FINOS (%):	66.31		
COEFICIENTES DÍAMETROS EFECTIVOS			
Cu =	-	D60 =	0.000
Cc =	-	D30 =	0.000
		D10 =	0.000
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / AASHTO T 89			
LÍMITE LÍQUIDO:	40.00%		
LÍMITE PLÁSTICO:	20.00%		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP): 20.00%			
CLASIFICACIÓN			
A.A.S.H.T.O. :	A-6 (11)		

OBSERVACIONES:	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA UTILIZANDO EL METODO S.U.C.S. Y CORRESPONDE A UNA ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR MARRÓN CLARO, MEZCLADA CON 33.69% DE ARENA FINA A GRUESA Y EXENTA DE GRAVA.
----------------	---

PROCTOR MODIFICADO			ASTM D1557 AASHTO T 180		
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	De 0.00m a 1.50m	777364.00	9204666.00

MÉTODO DE ENSAYO	"A"	T. ESTUFA (°C) :	110	DIÁMETRO MOLDE (cm) :	10.16
DENSIDAD HÚMEDA					
ENSAYO	1	2	3	4	5
N° de Capas	5	5	5	5	5
N° de Golpes por Capa	25	25	25	25	25
Peso Húmedo+ Molde (g)	3668.00	3739.00	3792.00	3799.00	3780.00
Peso Molde (g)	1798.00	1798.00	1798.00	1798.00	1798.00
Peso Húmedo (g)	1870.00	1941.00	1994.00	2001.00	1982.00
Volumen del Molde (cm ³)	944.00	944.00	944.00	944.00	944.00
Densidad Húmeda (g/cm³)	1.981	2.056	2.112	2.120	2.100
CONTENIDO DE HUMEDAD					
ENSAYO	1	2	3	4	5
Peso Húmedo + Tara (g)	225.00	220.00	211.00	235.00	219.00
Peso Seco + Tara (g)	211.00	204.00	194.00	213.00	197.00
Peso Agua (g)	14.00	16.00	17.00	22.00	22.00
Peso Tara (g)	64.20	59.60	62.80	63.10	61.10
Peso Muestra Seca (g)	146.80	144.40	131.20	149.90	135.90
Contenido de Humedad (%)	9.54	11.08	12.96	14.68	16.19
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.808	1.851	1.870	1.848	1.807



DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm³) :	CONT. DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :
1.869	12.84

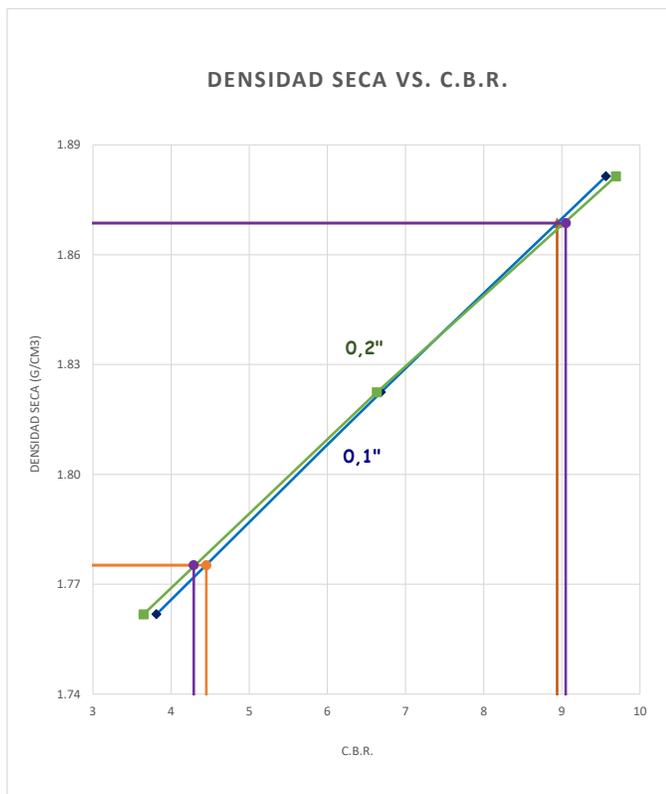
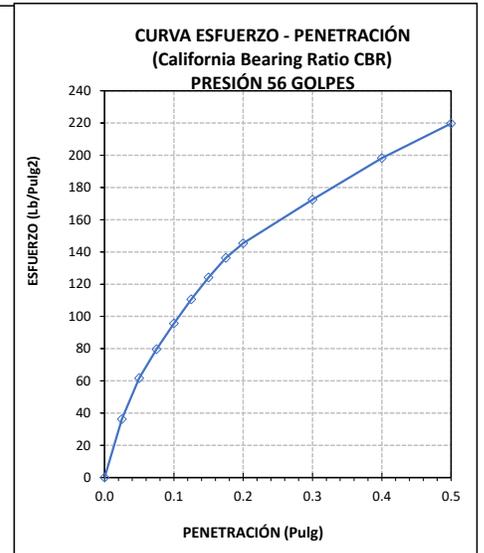
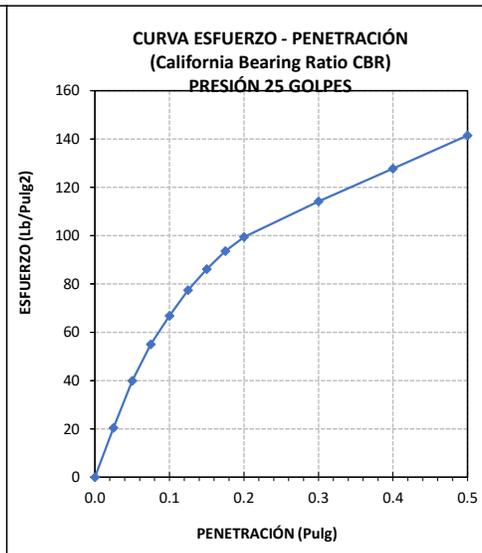
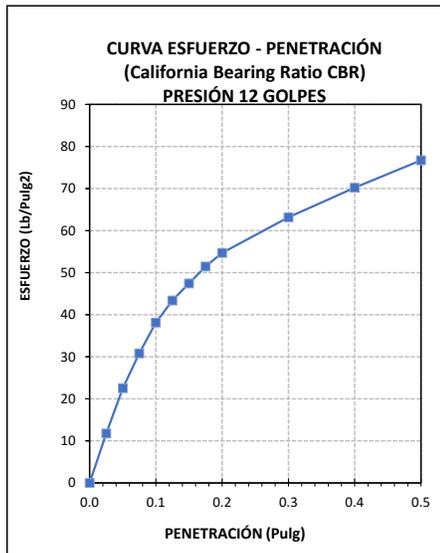
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)				ASTM D 1883 AASHTO T 193	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE		ESTE NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	De 0.00m a 1.50m		777364.00 9204666.00

COMPACTACIÓN C B R						
N° Golpes por Capa	12		25		56	
Altura Molde (mm)	116.610		117.340		116.460	
N° Capas	5		5		5	
CONDICIÓN DE MUESTRA (ANTES Y DESPUÉS DE SATURAR)	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
Peso Molde + Muestra Húmeda (g)	11764.0	11808.0	11795.0	11840.0	12459.0	12502.0
Peso Molde (g)	7545.0	7545.0	7463.0	7463.0	7961.0	7961.0
Peso de Muestra Húmeda (g)	4219.0	4263.0	4332.0	4377.0	4498.0	4541.0
Volumen del Molde (cm3)	2116.44	2116.44	2112.26	2112.26	2107.82	2107.82
Densidad Húmeda (g/cm3)	1.993	2.014	2.051	2.072	2.134	2.154
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARA N°	1-A	1-B	2-A	2-B	3-A	3-B
Peso Muestra Húmeda + Tara (g)	741.00	828.40	656.00	742.00	714.00	799.00
Peso Seco + Tara (g)	663.00	734.00	591.00	341.00	638.00	350.00
Peso Agua (g)	78.00	94.40	65.00	35.50	76.00	38.10
Peso Tara (g)	69.80	70.40	72.50	80.30	71.80	88.10
Peso Muestra Seca (g)	593.20	663.60	518.50	260.70	566.20	261.90
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)	13.15%	14.23%	12.54%	13.62%	13.42%	14.55%
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.762	1.763	1.822	1.824	1.881	1.881

ENSAYO DE EXPANSIÓN										
TIEMPO ACUMULADO		PRESIÓN 12 GOLPES			PRESIÓN 25 GOLPES			PRESIÓN 56 GOLPES		
		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN	
(Hs)	(Días)		(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	0.094	2.388	2.05	0.081	2.057	1.75	0.073	1.854	1.59
48	2	0.101	2.565	2.20	0.090	2.286	1.95	0.082	2.083	1.79
72	3	0.112	2.845	2.44	0.107	2.718	2.32	0.095	2.413	2.07
96	4	0.123	3.124	2.68	0.115	2.921	2.49	0.101	2.565	2.20

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
DIÁMETRO DEL PISTÓN:			5 cm		ÁREA DEL PISTÓN:			19.635 cm2		
PENETRACIÓN		PRESIÓN 12 GOLPES			PRESIÓN 25 GOLPES			PRESIÓN 56 GOLPES		
		CARGA (kg)	ESFUERZO		CARGA (kg)	ESFUERZO		CARGA (kg)	ESFUERZO	
(mm)	(pulg)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.64	0.025	16.2	0.82	11.76	28.0	1.43	20.40	49.8	2.53	36.21
1.27	0.050	31.0	1.58	22.54	54.8	2.79	39.88	84.7	4.32	61.65
1.91	0.075	42.3	2.16	30.79	75.6	3.85	55.00	109.4	5.57	79.60
2.54	0.100	52.4	2.67	38.12	91.9	4.68	66.85	131.5	6.70	95.65
3.18	0.125	59.6	3.04	43.39	106.5	5.42	77.46	151.9	7.74	110.54
3.81	0.150	65.2	3.32	47.44	118.4	6.03	86.17	170.6	8.69	124.14
4.45	0.175	70.8	3.60	51.49	128.6	6.55	93.58	187.4	9.55	136.36
5.08	0.200	75.2	3.83	54.70	136.7	6.96	99.47	199.8	10.18	145.38
7.62	0.300	86.8	4.42	63.18	157.0	7.99	114.21	237.0	12.07	172.42
10.16	0.400	96.5	4.91	70.21	175.6	8.94	127.73	272.5	13.88	198.24
12.70	0.500	105.4	5.37	76.70	194.5	9.90	141.48	302.0	15.38	219.71

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)			ASTM D 1883 AASHTO T 193		
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	De 0.00m a 1.50m	777364.00	9204666.00



DATOS DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO	
DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm ³) :	1.869
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :	12.84

(*) Valores Corregidos

N° DE ENSAYO	PRESIÓN APLICADA - 0.1" (Lb/pulg ²)	PRESIÓN APLICADA - 0.1" (Kg/cm ²)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm ³)
PRESION 12 GOLPES	38.12	2.67	1000	3.81	1.762
PRESION 25 GOLPES	66.85	4.68	1000	6.68	1.822
PRESION 56 GOLPES	95.65	6.70	1000	9.56	1.881

N° DE ENSAYO	PRESIÓN APLICADA - 0.2" (Lb/pulg ²)	PRESIÓN APLICADA - 0.2" (Kg/cm ²)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm ³)
PRESION 12 GOLPES	54.70	3.83	1500	3.65	1.762
PRESION 25 GOLPES	99.47	6.96	1500	6.63	1.822
PRESION 56 GOLPES	145.38	10.18	1500	9.69	1.881

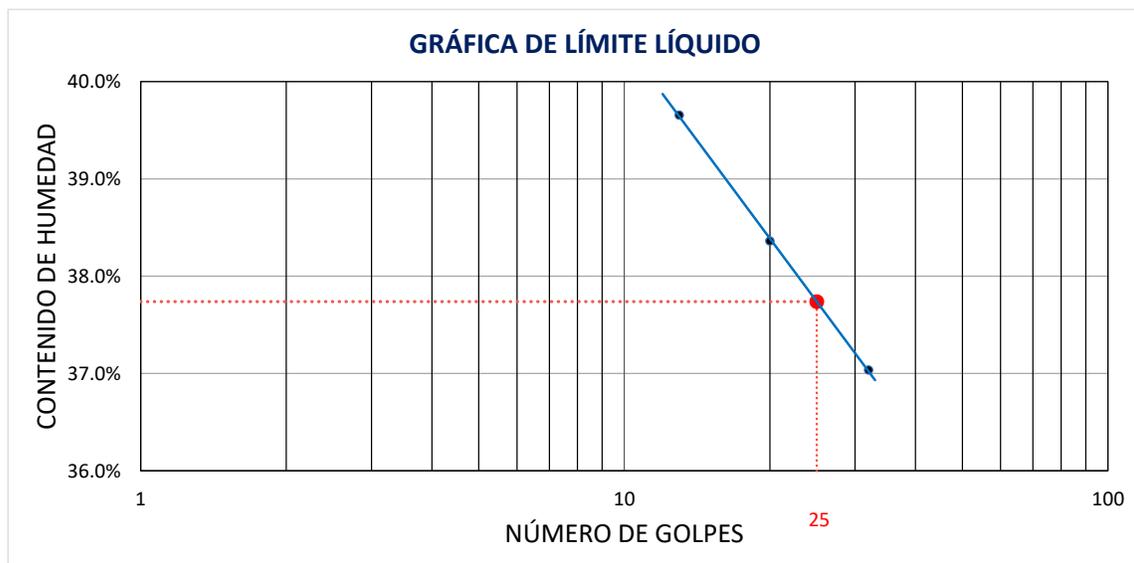
VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.	
C.B.R. PARA EL 95% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA (0,1")=	4.45%
C.B.R. PARA EL 100 % DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA. (0,1")=	8.94%
C.B.R. PARA EL 95% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA (0,2")=	4.29%
C.B.R. PARA EL 100 % DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA. (0,2")=	9.05%

LÍMITES DE ATTERBERG				ASTM D4318 AASHTO T 89	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 5% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777364.00	9204666.00

CONDICIONES DEL ENSAYO			
MUESTRA A ENSAYAR		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
TEMP. DE SECADO:	60 °C	TEMP. DE SECADO:	110 °C
TIPO DE MATERIAL:	Pasa la malla N° 40	TIEMPO DE SECADO:	16 h
AGUA USADA:	Potable		

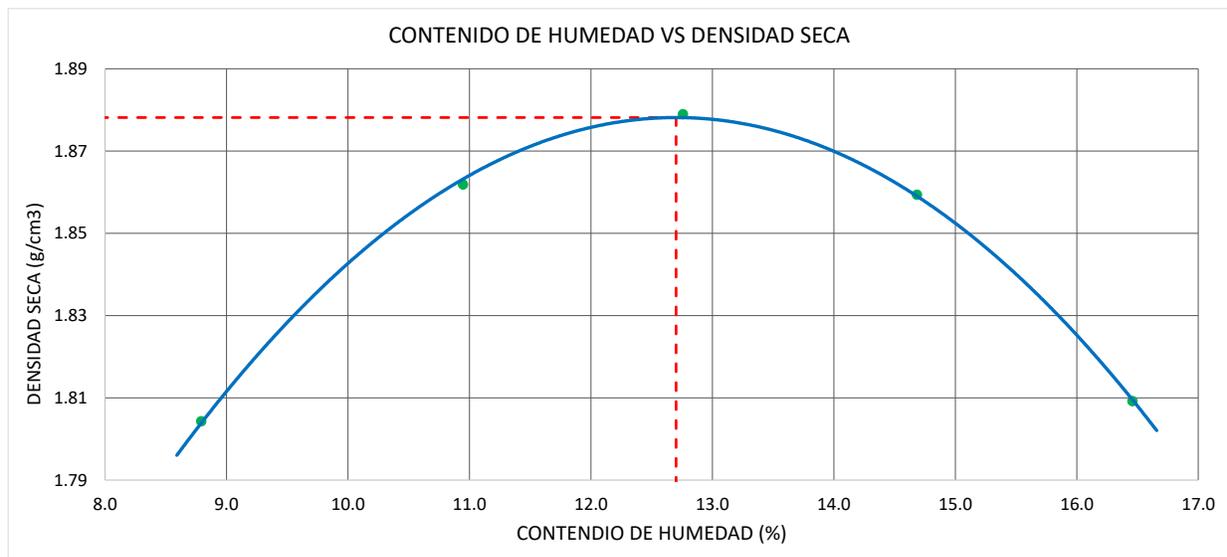
LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
TARA Nº	1	2	3	TARA Nº	4	5
M tara (g)	13.11	12.78	13.95	M tara (g)	11.21	11.45
Mt+ M.Húmeda (g)	32.48	30.67	31.23	Mt+ M.Húmeda (g)	17.84	18.57
Mt+ M. Seca (g)	26.98	25.71	26.56	Mt+ M. Seca (g)	16.77	17.43
M agua (g)	5.50	4.96	4.67	M agua (g)	1.07	1.14
M M.Seca (g)	13.87	12.93	12.61	M. Muestra Seca (g)	5.56	5.98
W(%)	39.65%	38.36%	37.03%	W(%)	19.24%	19.06%
N.GOLPES	13	20	32	Contenido de Humedad Promedio: 19.15%		

LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
38.00%	19.00%	19.00%



PROCTOR MODIFICADO			ASTM D1557 AASHTO T 180		
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 5% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777364.00	9204666.00

MÉTODO DE ENSAYO	"A"	T. ESTUFA (°C) :	110	DIÁMETRO MOLDE (cm) :	10.16
DENSIDAD HÚMEDA					
ENSAYO	1	2	3	4	5
N° de Capas	5	5	5	5	5
N° de Golpes por Capa	25	25	25	25	25
Peso Húmedo+ Molde (g)	3651.00	3748.00	3798.00	3811.00	3787.00
Peso Molde (g)	1798.00	1798.00	1798.00	1798.00	1798.00
Peso Húmedo (g)	1853.00	1950.00	2000.00	2013.00	1989.00
Volumen del Molde (cm ³)	944.00	944.00	944.00	944.00	944.00
Densidad Húmeda (g/cm³)	1.963	2.066	2.119	2.132	2.107
CONTENIDO DE HUMEDAD					
ENSAYO	1	2	3	4	5
Peso Húmedo + Tara (g)	212.00	234.00	221.00	219.00	239.00
Peso Seco + Tara (g)	200.00	217.00	203.00	199.00	214.00
Peso Agua (g)	12.00	17.00	18.00	20.00	25.00
Peso Tara (g)	63.50	61.70	61.90	62.80	62.10
Peso Muestra Seca (g)	136.50	155.30	141.10	136.20	151.90
Contenido de Humedad (%)	8.79	10.95	12.76	14.68	16.46
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.804	1.862	1.879	1.859	1.809



DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm³) :	CONT. DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :
1.878	12.70

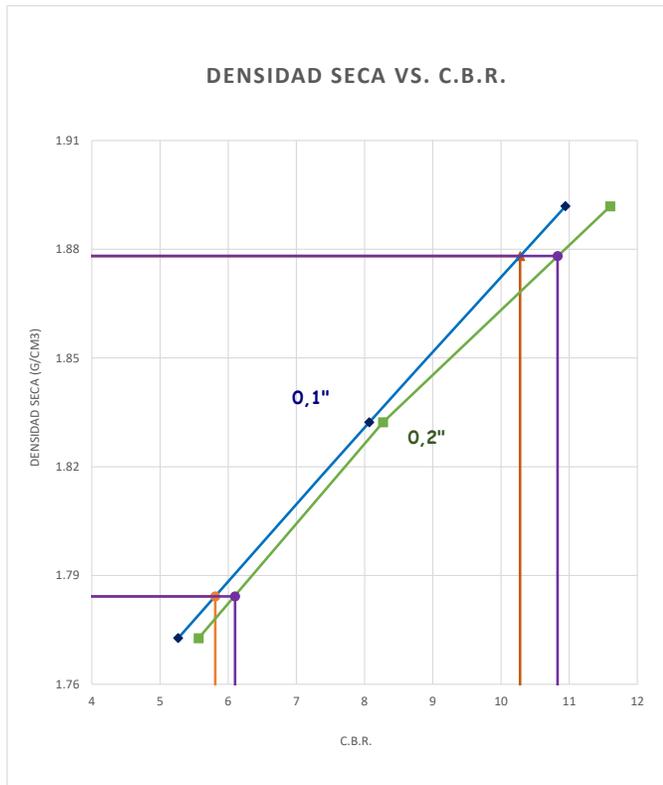
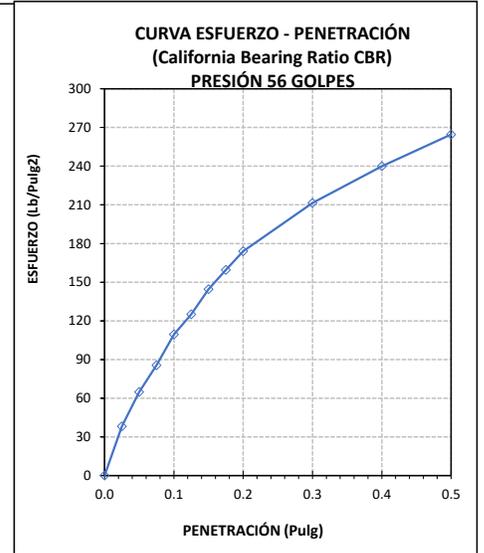
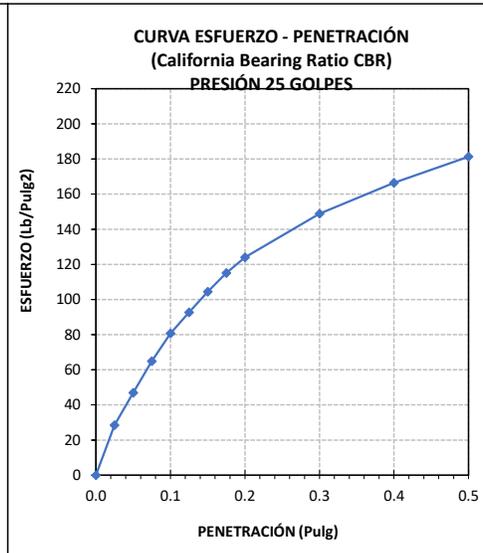
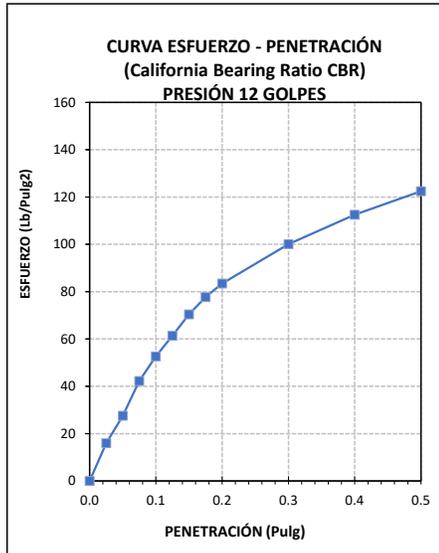
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)				ASTM D 1883 AASHTO T 193	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 5% SAL		ESTE NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:			777364.00 9204666.00

COMPACTACIÓN C B R						
N° Golpes por Capa	12		25		56	
Altura Molde (mm)	116.590		117.420		117.600	
N° Capas	5		5		5	
CONDICIÓN DE MUESTRA (ANTES Y DESPUÉS DE SATURAR)	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
Peso Molde + Muestra Húmeda (g)	12426.0	12471.0	12554.0	12601.0	12736.0	12781.0
Peso Molde (g)	8188.0	8188.0	8195.0	8195.0	8235.0	8235.0
Peso de Muestra Húmeda (g)	4238.0	4283.0	4359.0	4406.0	4501.0	4546.0
Volumen del Molde (cm3)	2116.44	2116.44	2112.26	2112.26	2107.82	2107.82
Densidad Húmeda (g/cm3)	2.002	2.024	2.064	2.086	2.135	2.157
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARA N°	1-A	1-B	2-A	2-B	3-A	3-B
Peso Muestra Húmeda + Tara (g)	874.00	912.00	761.00	791.00	895.00	938.00
Peso Seco + Tara (g)	780.00	808.00	682.00	705.00	799.00	834.00
Peso Agua (g)	94.00	104.00	79.00	86.00	96.00	104.00
Peso Tara (g)	54.60	70.40	56.50	82.60	53.20	88.10
Peso Muestra Seca (g)	725.40	737.60	625.50	622.40	745.80	745.90
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)	12.96%	14.10%	12.63%	13.82%	12.87%	13.94%
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.773	1.774	1.832	1.833	1.892	1.893

ENSAYO DE EXPANSIÓN										
TIEMPO ACUMULADO		PRESIÓN 12 GOLPES			PRESIÓN 25 GOLPES			PRESIÓN 56 GOLPES		
		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN	
(Hs)	(Días)		(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	0.088	2.235	1.92	0.079	2.007	1.71	0.070	1.778	1.51
48	2	0.970	24.638	21.13	0.085	2.159	1.84	0.078	1.981	1.68
72	3	0.108	2.743	2.35	0.101	2.565	2.18	0.089	2.261	1.92
96	4	0.117	2.972	2.55	0.110	2.794	2.38	0.097	2.464	2.10

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
DIÁMETRO DEL PISTÓN:		5 cm			ÁREA DEL PISTÓN:			19.635 cm2		
PENETRACIÓN		PRESIÓN 12 GOLPES			PRESIÓN 25 GOLPES			PRESIÓN 56 GOLPES		
		CARGA (kg)	ESFUERZO		CARGA (kg)	ESFUERZO		CARGA (kg)	ESFUERZO	
(mm)	(pulg)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.64	0.025	22.0	1.12	15.99	39.2	2.00	28.52	52.3	2.66	38.07
1.27	0.050	37.9	1.93	27.59	64.5	3.28	46.93	89.0	4.54	64.79
1.91	0.075	58.1	2.96	42.28	89.2	4.54	64.90	117.5	5.98	85.49
2.54	0.100	72.4	3.69	52.65	110.9	5.65	80.69	150.5	7.66	109.46
3.18	0.125	84.3	4.30	61.37	127.4	6.49	92.69	172.0	8.76	125.12
3.81	0.150	96.8	4.93	70.44	143.6	7.31	104.48	198.6	10.11	144.49
4.45	0.175	106.8	5.44	77.72	158.2	8.06	115.10	219.2	11.16	159.48
5.08	0.200	114.7	5.84	83.48	170.5	8.68	124.05	239.2	12.18	174.03
7.62	0.300	137.6	7.01	100.12	204.6	10.42	148.86	290.7	14.81	211.50
10.16	0.400	154.6	7.88	112.51	228.8	11.65	166.47	329.7	16.79	239.85
12.70	0.500	168.3	8.57	122.45	249.2	12.69	181.31	363.6	18.52	264.56

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)			ASTM D 1883 AASHTO T 193		
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 5% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777364.00	9204666.00



DATOS DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO	
DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm ³) :	1.878
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :	12.70

(*) Valores Corregidos

N° DE ENSAYO	PRESIÓN APLICADA - 0.1" (Lb/pulg ²)	PRESIÓN APLICADA - 0.1" (Kg/cm ²)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm ³)
PRESION 12 GOLPES	52.65	3.69	1000	5.27	1.773
PRESION 25 GOLPES	80.69	5.65	1000	8.07	1.832
PRESION 56 GOLPES	109.46	7.66	1000	10.95	1.892

N° DE ENSAYO	PRESIÓN APLICADA - 0.2" (Lb/pulg ²)	PRESIÓN APLICADA - 0.2" (Kg/cm ²)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm ³)
PRESION 12 GOLPES	83.48	5.84	1500	5.57	1.773
PRESION 25 GOLPES	124.05	8.68	1500	8.27	1.832
PRESION 56 GOLPES	174.03	12.18	1500	11.60	1.892

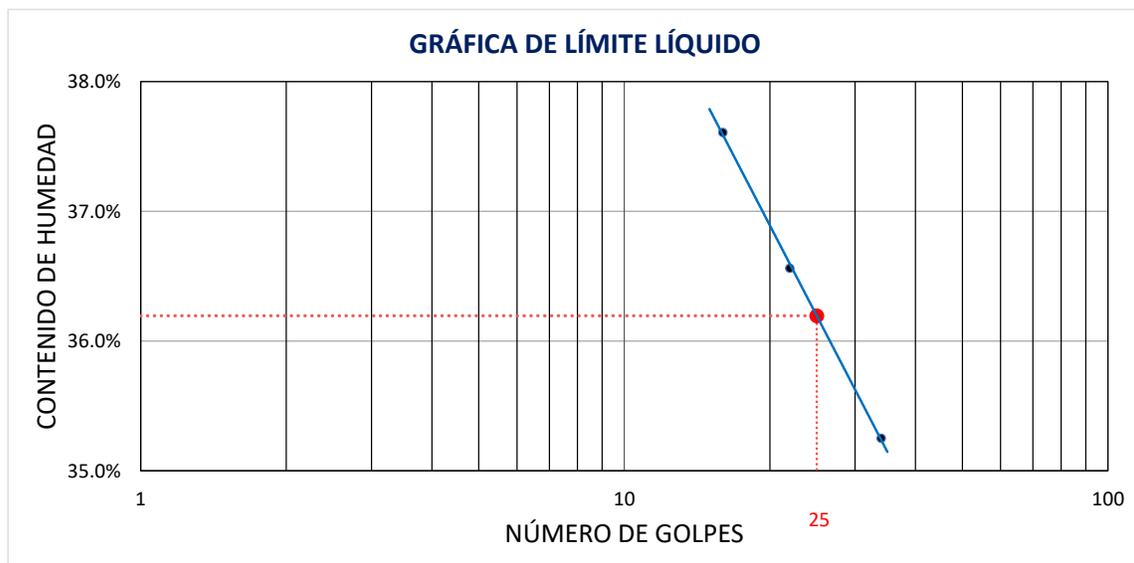
VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.	
C.B.R. PARA EL 95% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA (0,1")=	5.81%
C.B.R. PARA EL 100 % DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA. (0,1")=	10.28%
C.B.R. PARA EL 95% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA (0,2")=	6.1%
C.B.R. PARA EL 100 % DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA. (0,2")=	10.83%

LÍMITES DE ATTERBERG				ASTM D4318 AASHTO T 89	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 10% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777364.00	9204666.00

CONDICIONES DEL ENSAYO			
MUESTRA A ENSAYAR		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
TEMP. DE SECADO:	60 °C	TEMP. DE SECADO:	110 °C
TIPO DE MATERIAL:	Pasa la malla N° 40	TIEMPO DE SECADO:	16 h
AGUA USADA:	Potable		

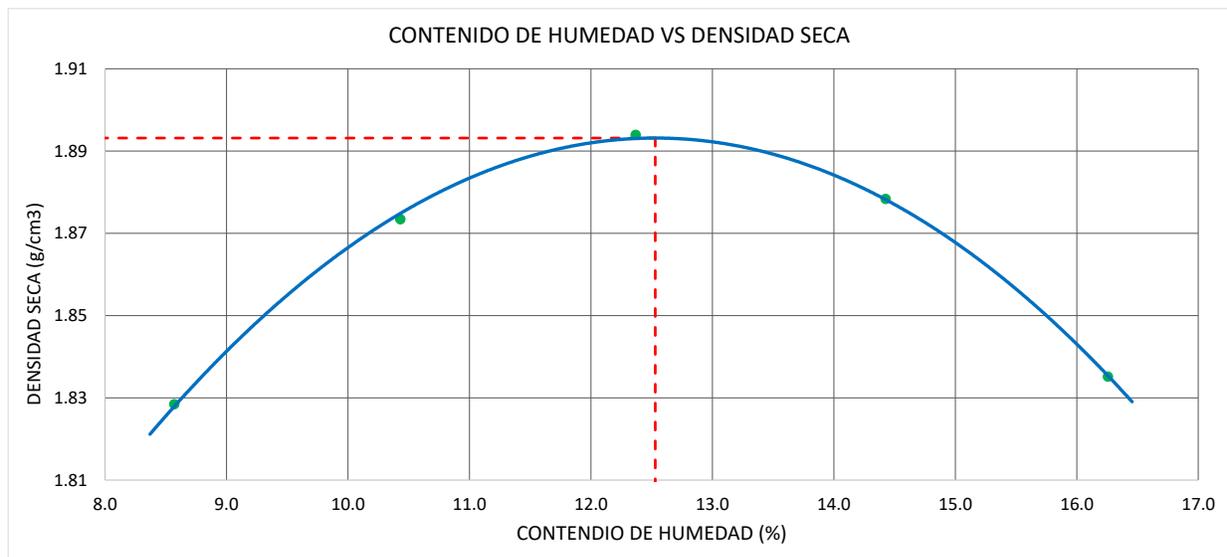
LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
TARA Nº	1	2	3	TARA Nº	4	5
M tara (g)	12.76	12.55	12.87	M tara (g)	10.84	12.11
Mt+ M.Húmeda (g)	32.19	31.45	32.63	Mt+ M.Húmeda (g)	17.95	19.41
Mt+ M. Seca (g)	26.88	26.39	27.48	Mt+ M. Seca (g)	16.81	18.22
M agua (g)	5.31	5.06	5.15	M agua (g)	1.14	1.19
M M.Seca (g)	14.12	13.84	14.61	M. Muestra Seca (g)	5.97	6.11
W(%)	37.61%	36.56%	35.25%	W(%)	19.10%	19.48%
N.GOLPES	16	22	34	Contenido de Humedad Promedio: 19.29%		

LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
36.00%	19.00%	17.00%



PROCTOR MODIFICADO			ASTM D1557 AASHTO T 180		
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 10% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777364.00	9204666.00

MÉTODO DE ENSAYO	"A"	T. ESTUFA (°C) :	110	DIÁMETRO MOLDE (cm) :	10.16
DENSIDAD HÚMEDA					
ENSAYO	1	2	3	4	5
N° de Capas	5	5	5	5	5
N° de Golpes por Capa	25	25	25	25	25
Peso Húmedo+ Molde (g)	3672.00	3751.00	3807.00	3827.00	3812.00
Peso Molde (g)	1798.00	1798.00	1798.00	1798.00	1798.00
Peso Húmedo (g)	1874.00	1953.00	2009.00	2029.00	2014.00
Volumen del Molde (cm ³)	944.00	944.00	944.00	944.00	944.00
Densidad Húmeda (g/cm³)	1.985	2.069	2.128	2.149	2.133
CONTENIDO DE HUMEDAD					
ENSAYO	1	2	3	4	5
Peso Húmedo + Tara (g)	260.00	217.00	255.00	237.00	271.00
Peso Seco + Tara (g)	244.00	202.00	234.00	215.00	242.00
Peso Agua (g)	16.00	15.00	21.00	22.00	29.00
Peso Tara (g)	57.30	58.20	64.20	62.50	63.60
Peso Muestra Seca (g)	186.70	143.80	169.80	152.50	178.40
Contenido de Humedad (%)	8.57	10.43	12.37	14.43	16.26
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.828	1.873	1.894	1.878	1.835



DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm³) :	CONT. DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :
1.893	12.53

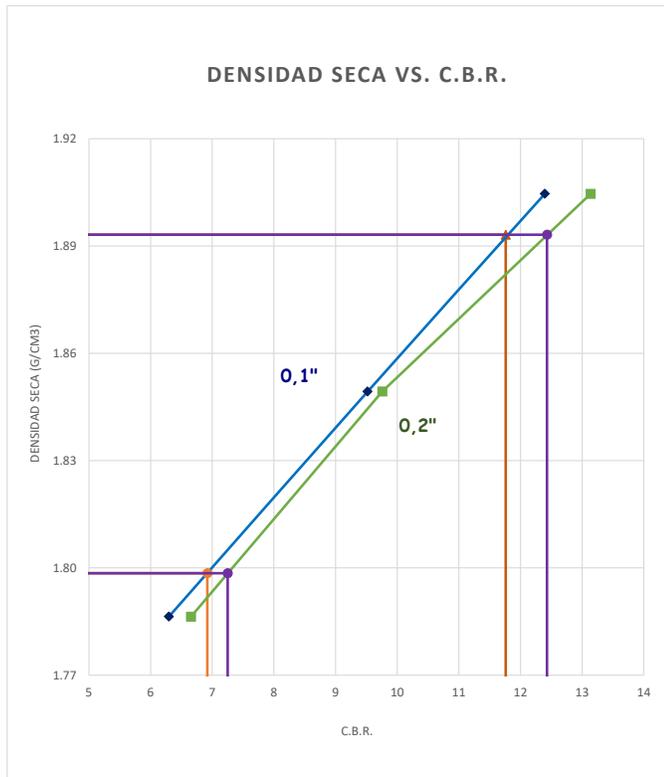
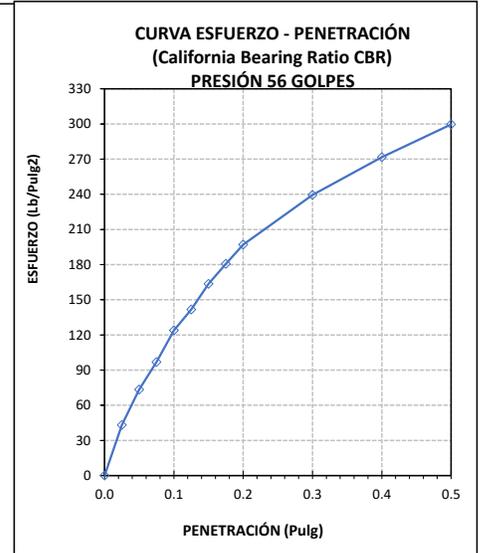
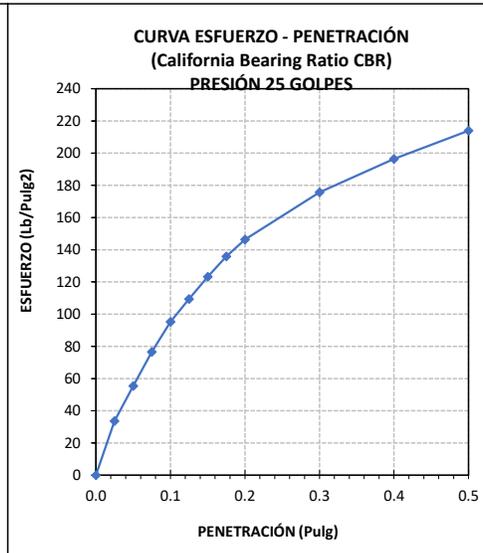
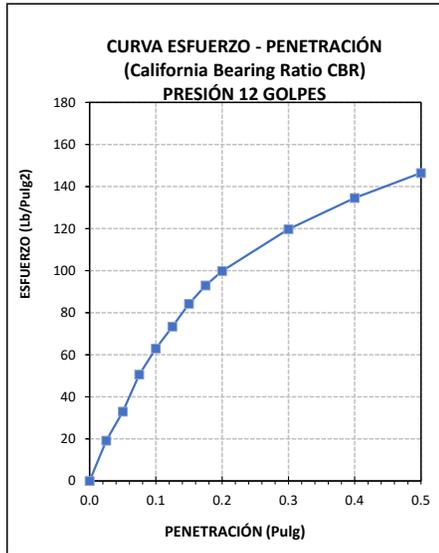
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)				ASTM D 1883 AASHTO T 193	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 10% SAL		ESTE NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:			777364.00 9204666.00

COMPACTACIÓN C B R						
N° Golpes por Capa	12		25		56	
Altura Molde (mm)	116.590		117.420		117.600	
N° Capas	5		5		5	
CONDICIÓN DE MUESTRA (ANTES Y DESPUÉS DE SATURAR)	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
Peso Molde + Muestra Húmeda (g)	12432.0	12462.0	12594.0	12641.0	12748.0	12795.0
Peso Molde (g)	8188.0	8188.0	8195.0	8195.0	8235.0	8235.0
Peso de Muestra Húmeda (g)	4244.0	4274.0	4399.0	4446.0	4513.0	4560.0
Volumen del Molde (cm3)	2116.44	2116.44	2112.26	2112.26	2107.82	2107.82
Densidad Húmeda (g/cm3)	2.005	2.019	2.083	2.105	2.141	2.163
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARA N°	1-A	1-B	2-A	2-B	3-A	3-B
Peso Muestra Húmeda + Tara (g)	734.00	811.00	829.00	856.00	762.00	812.00
Peso Seco + Tara (g)	661.00	725.00	744.00	761.00	684.00	722.00
Peso Agua (g)	73.00	86.00	85.00	95.00	78.00	90.00
Peso Tara (g)	65.20	68.20	70.20	71.20	55.80	59.20
Peso Muestra Seca (g)	595.80	656.80	673.80	689.80	628.20	662.80
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)	12.25%	13.09%	12.62%	13.77%	12.42%	13.58%
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.786	1.786	1.849	1.850	1.905	1.905

ENSAYO DE EXPANSIÓN										
TIEMPO ACUMULADO		PRESIÓN 12 GOLPES			PRESIÓN 25 GOLPES			PRESIÓN 56 GOLPES		
		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN	
(Hs)	(Días)		(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	0.082	2.083	1.79	0.075	1.905	1.62	0.067	1.702	1.45
48	2	0.940	23.876	20.48	0.081	2.057	1.75	0.074	1.880	1.60
72	3	0.102	2.591	2.22	0.099	2.515	2.14	0.082	2.083	1.77
96	4	0.113	2.870	2.46	0.103	2.616	2.23	0.093	2.362	2.01

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
DIÁMETRO DEL PISTÓN:		5 cm			ÁREA DEL PISTÓN:			19.635 cm2		
PENETRACIÓN		PRESIÓN 12 GOLPES			PRESIÓN 25 GOLPES			PRESIÓN 56 GOLPES		
		CARGA (kg)	ESFUERZO		CARGA (kg)	ESFUERZO		CARGA (kg)	ESFUERZO	
(mm)	(pulg)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.64	0.025	26.3	1.34	19.12	46.3	2.36	33.65	59.3	3.02	43.11
1.27	0.050	45.3	2.31	32.99	76.1	3.88	55.38	100.8	5.14	73.36
1.91	0.075	69.5	3.54	50.57	105.3	5.36	76.58	133.1	6.78	96.81
2.54	0.100	86.6	4.41	62.97	130.9	6.66	95.21	170.4	8.68	123.95
3.18	0.125	100.9	5.14	73.39	150.3	7.66	109.38	194.7	9.92	141.68
3.81	0.150	115.8	5.90	84.25	169.4	8.63	123.28	224.9	11.45	163.61
4.45	0.175	127.8	6.51	92.95	186.7	9.51	135.82	248.2	12.64	180.59
5.08	0.200	137.2	6.99	99.84	201.2	10.25	146.38	270.8	13.79	197.06
7.62	0.300	164.6	8.38	119.74	241.4	12.30	175.65	329.2	16.76	239.50
10.16	0.400	184.9	9.42	134.56	270.0	13.75	196.43	373.3	19.01	271.60
12.70	0.500	201.3	10.25	146.44	294.1	14.98	213.94	411.8	20.97	299.58

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)			ASTM D 1883 AASHTO T 193		
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 10% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777364.00	9204666.00



DATOS DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO	
DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm ³) :	1.893
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :	12.53

(*) Valores Corregidos

N° DE ENSAYO	PRESIÓN APLICADA - 0,1" (Lb/pulg2)	PRESIÓN APLICADA - 0,1" (Kg/cm2)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)
PRESION 12 GOLPES	62.97	4.41	1000	6.30	1.786
PRESION 25 GOLPES	95.21	6.66	1000	9.52	1.849
PRESION 56 GOLPES	123.95	8.68	1000	12.39	1.905

N° DE ENSAYO	PRESIÓN APLICADA - 0,2" (Lb/pulg2)	PRESIÓN APLICADA - 0,2" (Kg/cm2)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)
PRESION 12 GOLPES	99.84	6.99	1500	6.66	1.786
PRESION 25 GOLPES	146.38	10.25	1500	9.76	1.849
PRESION 56 GOLPES	197.06	13.79	1500	13.14	1.905

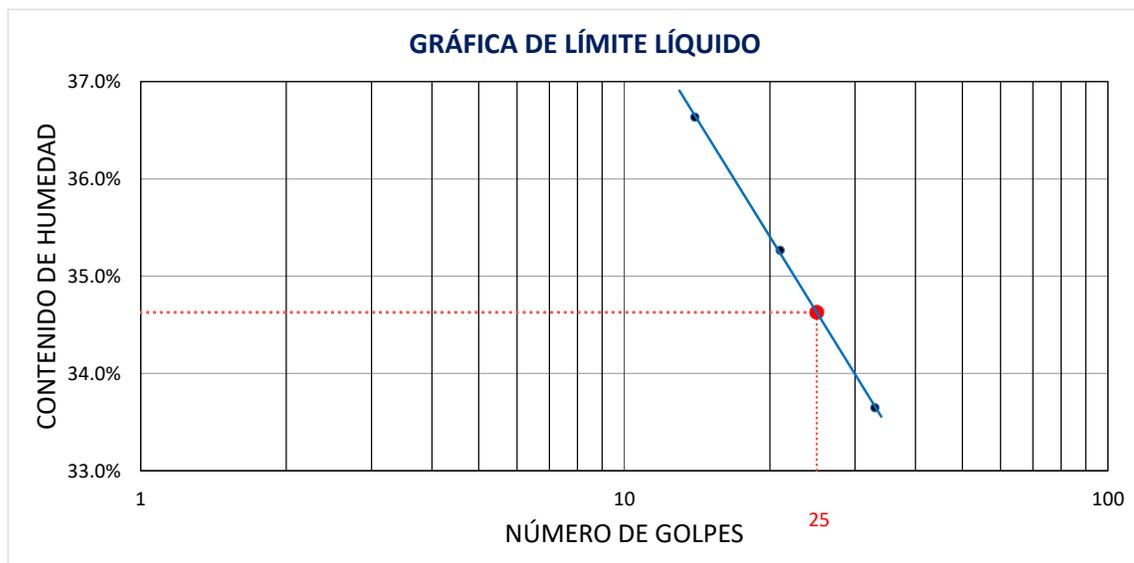
VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.	
C.B.R. PARA EL 95% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA (0,1")=	6.92%
C.B.R. PARA EL 100% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA. (0,1")=	11.8%
C.B.R. PARA EL 95% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA (0,2")=	7.25%
C.B.R. PARA EL 100% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA. (0,2")=	12.43%

LÍMITES DE ATTERBERG				ASTM D4318 AASHTO T 89	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 12% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777364.00	9204666.00

CONDICIONES DEL ENSAYO			
MUESTRA A ENSAYAR		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
TEMP. DE SECADO:	60 °C	TEMP. DE SECADO:	110 °C
TIPO DE MATERIAL:	Pasa la malla N° 40	TIEMPO DE SECADO:	16 h
AGUA USADA:	Potable		

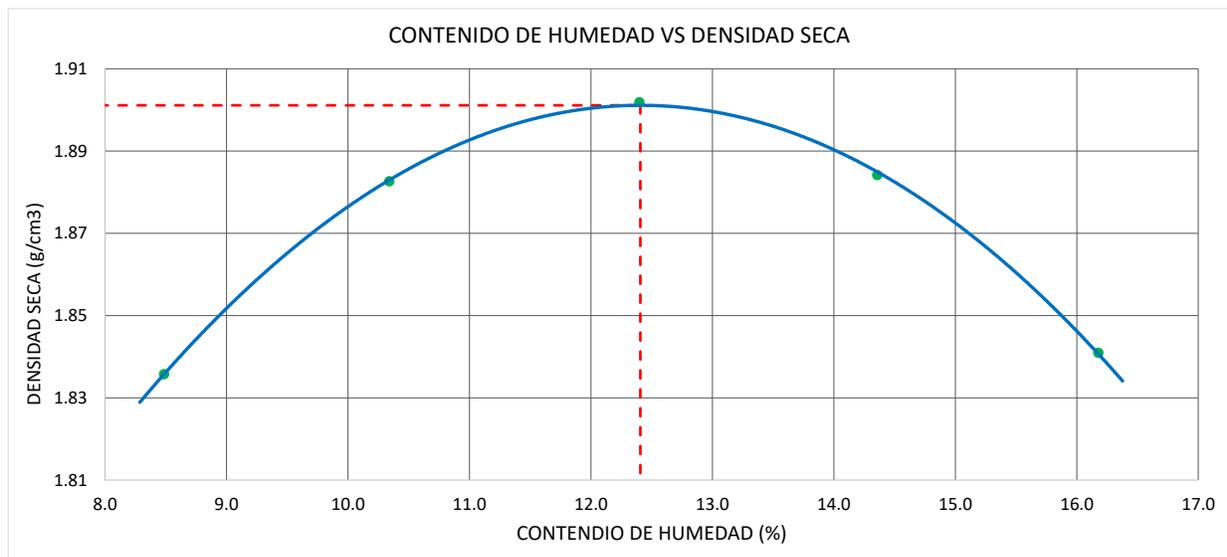
LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
TARA Nº	1	2	3	TARA Nº	4	5
M tara (g)	13.34	13.51	13.28	M tara (g)	12.32	12.49
Mt+ M.Húmeda (g)	33.07	32.42	31.75	Mt+ M.Húmeda (g)	18.72	19.56
Mt+ M. Seca (g)	27.78	27.49	27.10	Mt+ M. Seca (g)	17.65	18.37
M agua (g)	5.29	4.93	4.65	M agua (g)	1.07	1.19
M M.Seca (g)	14.44	13.98	13.82	M. Muestra Seca (g)	5.33	5.88
W(%)	36.63%	35.26%	33.65%	W(%)	20.08%	20.24%
N.GOLPES	14	21	33	Contenido de Humedad Promedio: 20.16%		

LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
35.00%	20.00%	15.00%



PROCTOR MODIFICADO			ASTM D1557 AASHTO T 180		
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 12% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777364.00	9204666.00

MÉTODO DE ENSAYO	"A"	T. ESTUFA (°C) :	110	DIÁMETRO MOLDE (cm) :	10.16
DENSIDAD HÚMEDA					
ENSAYO	1	2	3	4	5
N° de Capas	5	5	5	5	5
N° de Golpes por Capa	25	25	25	25	25
Peso Húmedo+ Molde (g)	3678.00	3759.00	3816.00	3832.00	3817.00
Peso Molde (g)	1798.00	1798.00	1798.00	1798.00	1798.00
Peso Húmedo (g)	1880.00	1961.00	2018.00	2034.00	2019.00
Volumen del Molde (cm ³)	944.00	944.00	944.00	944.00	944.00
Densidad Húmeda (g/cm ³)	1.992	2.077	2.138	2.155	2.139
CONTENIDO DE HUMEDAD					
ENSAYO	1	2	3	4	5
Peso Húmedo + Tara (g)	228.00	209.00	241.00	239.00	256.00
Peso Seco + Tara (g)	215.00	195.00	221.00	216.00	229.00
Peso Agua (g)	13.00	14.00	20.00	23.00	27.00
Peso Tara (g)	61.80	59.60	59.70	55.80	62.10
Peso Muestra Seca (g)	153.20	135.40	161.30	160.20	166.90
Contenido de Humedad (%)	8.49	10.34	12.40	14.36	16.18
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.836	1.883	1.902	1.884	1.841



DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm ³) :	CONT. DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :
1.901	12.41

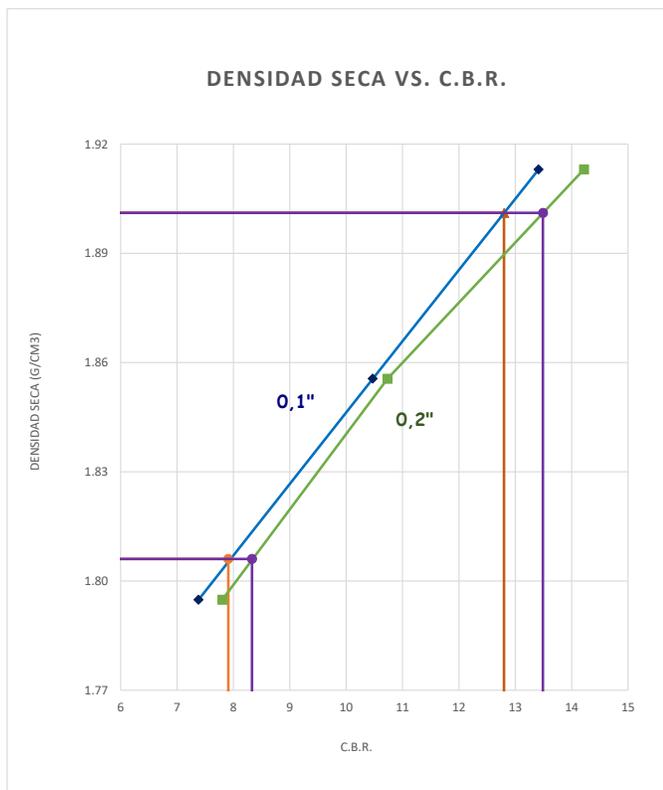
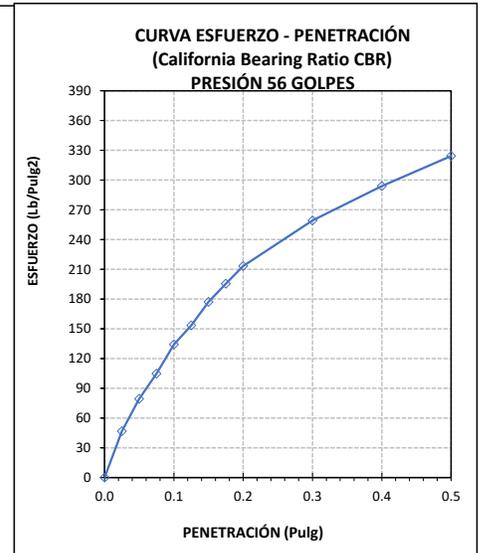
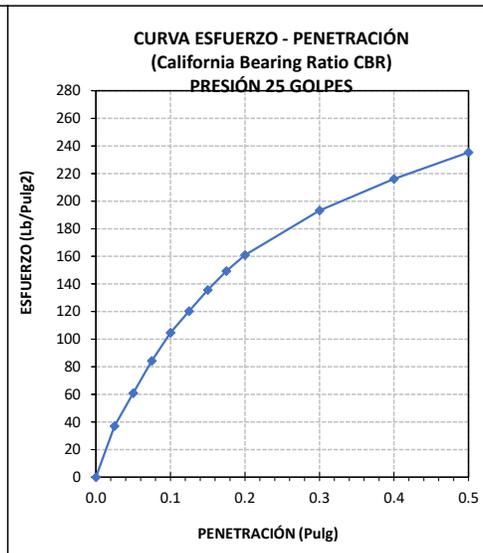
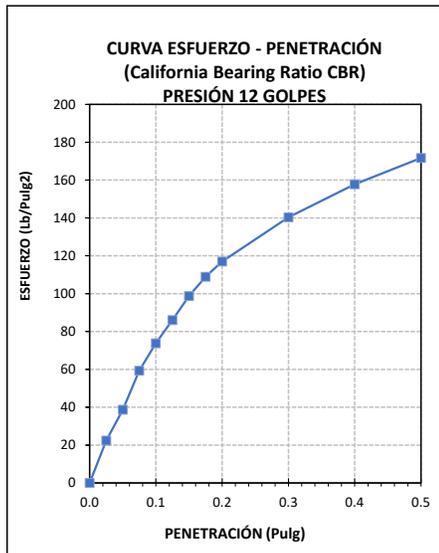
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)				ASTM D 1883 AASHTO T 193	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 12% SAL		ESTE NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:			777364.00 9204666.00

COMPACTACIÓN C B R						
N° Golpes por Capa	12		25		56	
Altura Molde (mm)	116.590		117.420		117.600	
N° Capas	5		5		5	
CONDICIÓN DE MUESTRA (ANTES Y DESPUÉS DE SATURAR)	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
Peso Molde + Muestra Húmeda (g)	12451.0	12498.0	12607.0	12651.0	12771.0	12807.0
Peso Molde (g)	8188.0	8188.0	8195.0	8195.0	8235.0	8235.0
Peso de Muestra Húmeda (g)	4263.0	4310.0	4412.0	4456.0	4536.0	4572.0
Volumen del Molde (cm3)	2116.44	2116.44	2112.26	2112.26	2107.82	2107.82
Densidad Húmeda (g/cm3)	2.014	2.036	2.089	2.110	2.152	2.169
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARA N°	1-A	1-B	2-A	2-B	3-A	3-B
Peso Muestra Húmeda + Tara (g)	656.00	721.00	710.00	784.00	745.00	832.00
Peso Seco + Tara (g)	591.00	642.00	638.00	698.00	670.00	742.00
Peso Agua (g)	65.00	79.00	72.00	86.00	75.00	90.00
Peso Tara (g)	59.20	55.60	65.10	67.80	69.50	65.50
Peso Muestra Seca (g)	531.80	586.40	572.90	630.20	600.50	676.50
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)	12.22%	13.47%	12.57%	13.65%	12.49%	13.30%
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.795	1.795	1.856	1.856	1.913	1.914

ENSAYO DE EXPANSIÓN										
TIEMPO ACUMULADO		PRESIÓN 12 GOLPES			PRESIÓN 25 GOLPES			PRESIÓN 56 GOLPES		
		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN	
(Hs)	(Días)		(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	0.080	2.032	1.74	0.069	1.753	1.49	0.062	1.575	1.34
48	2	0.910	23.114	19.83	0.077	1.956	1.67	0.070	1.778	1.51
72	3	0.100	2.540	2.18	0.095	2.413	2.06	0.079	2.007	1.71
96	4	0.108	2.743	2.35	0.101	2.565	2.18	0.088	2.235	1.90

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
DIÁMETRO DEL PISTÓN:		5 cm			ÁREA DEL PISTÓN:			19.635 cm2		
PENETRACIÓN		PRESIÓN 12 GOLPES			PRESIÓN 25 GOLPES			PRESIÓN 56 GOLPES		
		CARGA (kg)	ESFUERZO		CARGA (kg)	ESFUERZO		CARGA (kg)	ESFUERZO	
(mm)	(pulg)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.64	0.025	30.8	1.57	22.42	50.9	2.59	37.02	64.1	3.27	46.66
1.27	0.050	53.2	2.71	38.68	83.7	4.26	60.91	109.1	5.56	79.40
1.91	0.075	81.5	4.15	59.28	115.8	5.90	84.24	144.0	7.33	104.77
2.54	0.100	101.5	5.17	73.82	143.9	7.33	104.73	184.4	9.39	134.14
3.18	0.125	118.3	6.02	86.04	165.4	8.42	120.31	210.8	10.73	153.33
3.81	0.150	135.7	6.91	98.76	186.4	9.49	135.61	243.4	12.39	177.07
4.45	0.175	149.8	7.63	108.96	205.3	10.46	149.40	268.6	13.68	195.44
5.08	0.200	160.9	8.19	117.04	221.3	11.27	161.02	293.1	14.93	213.27
7.62	0.300	192.9	9.83	140.37	265.6	13.53	193.22	356.3	18.14	259.20
10.16	0.400	216.8	11.04	157.74	297.0	15.13	216.07	404.0	20.58	293.94
12.70	0.500	236.0	12.02	171.68	323.5	16.47	235.34	445.6	22.70	324.22

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)			ASTM D 1883 AASHTO T 193		
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 12% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777364.00	9204666.00



DATOS DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO	
DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm3) :	1.901
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :	12.41

(*) Valores Corregidos

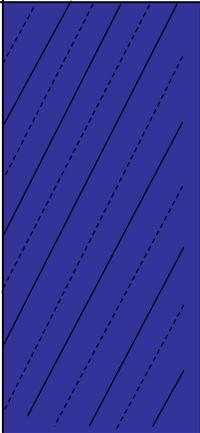
N° DE ENSAYO	PRESIÓN APLICADA - 0.1" (Lb/pulg2)	PRESIÓN APLICADA - 0.1" (Kg/cm2)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)
PRESION 12 GOLPES	73.82	5.17	1000	7.38	1.795
PRESION 25 GOLPES	104.73	7.33	1000	10.47	1.856
PRESION 56 GOLPES	134.14	9.39	1000	13.41	1.913

N° DE ENSAYO	PRESIÓN APLICADA - 0.2" (Lb/pulg2)	PRESIÓN APLICADA - 0.2" (Kg/cm2)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)
PRESION 12 GOLPES	117.04	8.19	1500	7.80	1.795
PRESION 25 GOLPES	161.02	11.27	1500	10.73	1.856
PRESION 56 GOLPES	213.27	14.93	1500	14.22	1.913

VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.	
C.B.R. PARA EL 95% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA (0,1")=	7.95%
C.B.R. PARA EL 100% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA. (0,1")=	12.8%
C.B.R. PARA EL 95% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA (0,2")=	8.33%
C.B.R. PARA EL 100% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA. (0,2")=	13.49%

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO
EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA**

PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"					
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA					
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO					
CALICATA:	C - 02	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE	COORDENADAS	ESTE:	777364.00
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	De 0.00m a 1.50m		NORTE:	9204666.00

Profundidad (m)	Muestra	DESCRIPCIÓN	Clasificación		Contenido de humedad	Límites de Consistencia	
			Símbolo	Símbolo Gráfico		LL (%)	IP (%)
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50	M - 1	ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR MARRÓN CLARO, MEZCLADA CON 33.69% DE ARENA FINA A GRUESA Y EXENTA DE GRAVA.	A-6 (11)		14.59%	40.00	20.00
1.60 1.70 1.80 1.90 2.00 2.10 2.20 2.30 2.40 2.50 2.60 2.70 2.80 2.90 3.00 3.10 3.20 3.30 3.40 3.50 3.60 3.70 3.80 3.90 4.00							

CONTENIDO DE HUMEDAD			ASTM D2216 AASHTO T 265		
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 03	
CALICATA:	C - 03	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	De 0.00m a 1.50m	777511.00	9204406.00

CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE SECADO DE MUESTRA			
TEMPERATURA DE SECADO	110 °C	TIEMPO DE SECADO	16 h

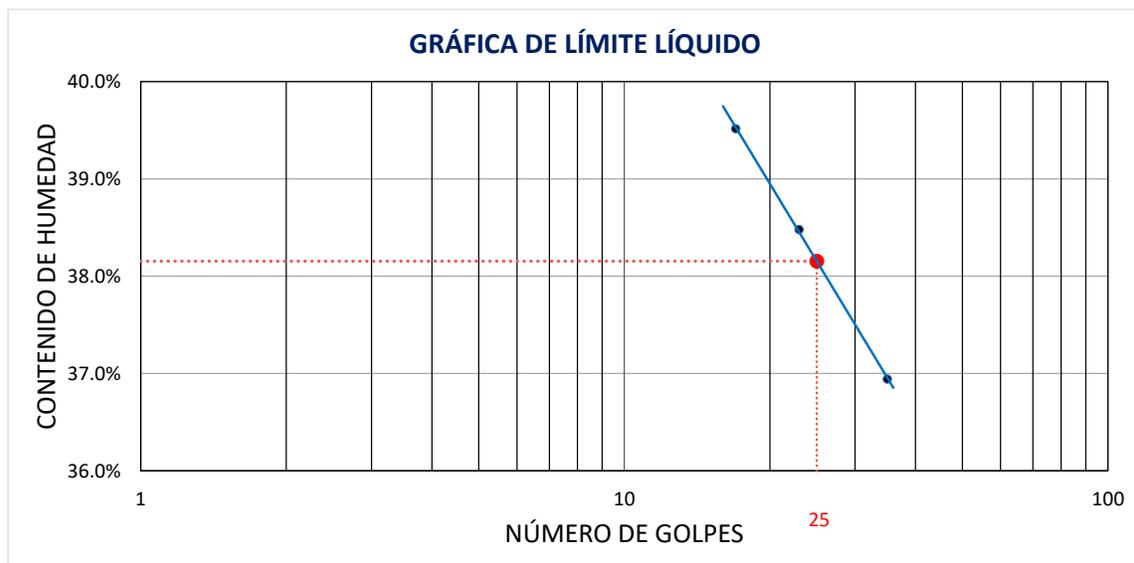
CONTENIDO DE HUMEDAD	
Identificación de Tara	B-51
Masa de tara (g)	843.00
M. Tara + M. Húmeda (g)	10118.00
M. Tara + M. Seca (g)	9002.00
Masa de agua (g)	1116.00
Masa de Muestra Seca (g)	8159.00
W (%)	13.68%

LÍMITES DE ATTERBERG				ASTM D4318 AASHTO T 89	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 03	
CALICATA:	C - 03	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	De 0.00m a 1.50m	777511.00	9204406.00

CONDICIONES DEL ENSAYO			
MUESTRA A ENSAYAR		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
TEMP. DE SECADO:	60 °C	TEMP. DE SECADO:	110 °C
TIPO DE MATERIAL:	Pasa la malla N° 40	TIEMPO DE SECADO:	16 h
AGUA USADA:	Potable		

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
TARA Nº	1	2	3	TARA Nº	4	5
M tara (g)	13.23	13.58	13.33	M tara (g)	12.19	11.54
Mt+ M.Húmeda (g)	32.19	32.87	32.68	Mt+ M.Húmeda (g)	18.44	17.29
Mt+ M. Seca (g)	26.82	27.51	27.46	Mt+ M. Seca (g)	17.34	16.29
M agua (g)	5.37	5.36	5.22	M agua (g)	1.10	1.00
M M.Seca (g)	13.59	13.93	14.13	M. Muestra Seca (g)	5.15	4.75
W(%)	39.51%	38.48%	36.94%	W(%)	21.36%	21.05%
N.GOLPES	17	23	35	Contenido de Humedad Promedio: 21.21%		

LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
38.00%	21.00%	17.00%

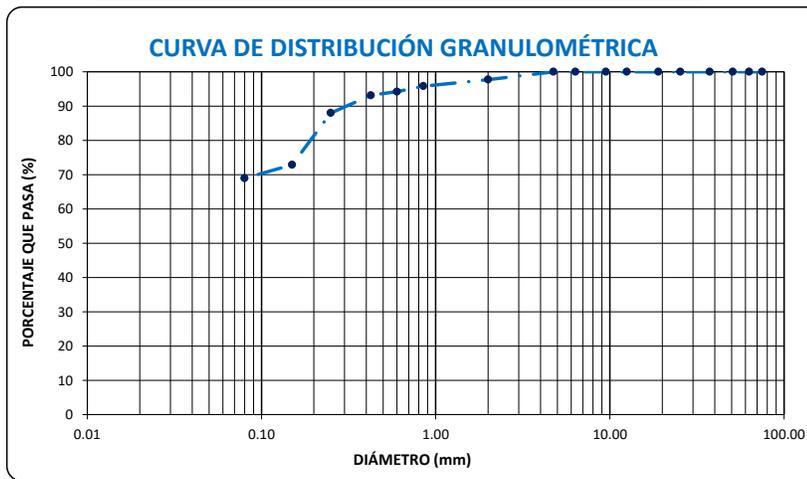


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			ASTM D 422 AASHTO T 88	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"			
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA			
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO		COORDENADAS DE CALICATA C - 03	
CALICATA:	C - 03	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE	ESTE NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	De 0.00m a 1.50m	777511.00 9204406.00

CONDICIONES DEL ENSAYO	
TEMPERATURA DE SECADO DE LA MUESTRA:	110 °C
CONDICIONES INICIALES DE LA MUESTRA	
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	200.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	200.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (g)	0.00
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (g)	200.27
CONDICIONES INICIALES FRACCIÓN FINA	
PESO SECO FRACCIÓN FINA (g)	200.00
CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA	0.5000

ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
¼"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
TOTAL	W G =	0.00			

ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
N 10	2.00	4.57	2.29	2.29	97.72
N 20	0.85	3.81	1.91	4.19	95.81
N 30	0.60	3.24	1.62	5.81	94.19
N 40	0.43	2.12	1.06	6.87	93.13
N 60	0.25	10.32	5.16	12.03	87.97
N 100	0.15	30.21	15.11	27.14	72.87
N 200	0.08	7.89	3.95	31.08	68.92
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					

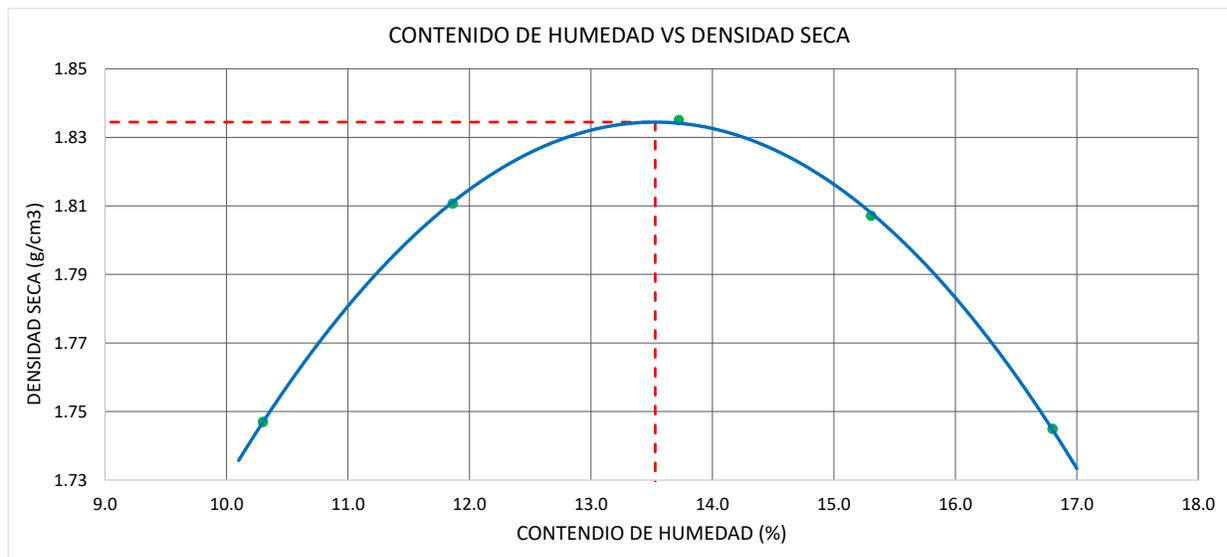


PROPIEDADES DE LA MUESTRA			
PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS			% TOTAL
GRAVA (%):	0.00		100.00
ARENA GRUESA (%):	6.87		
ARENA FINA (%):	24.2		
FINOS (%):	68.92		
COEFICIENTES			
DÍAMETROS EFECTIVOS			
Cu =	-	D60 =	0.000
Cc =	-	D30 =	0.000
		D10 =	0.000
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / AASHTO T 89			
LÍMITE LÍQUIDO:	38.00%		
LÍMITE PLÁSTICO:	21.00%		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP): 17.00%			
CLASIFICACIÓN			
A.A.S.H.T.O. :	A-6 (10)		

OBSERVACIONES:	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA UTILIZANDO EL METODO S.U.C.S. Y CORRESPONDE A UNA ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR MARRÓN CLARO, MEZCLADA CON 31.08% DE ARENA FINA A GRUESA Y EXENTA DE GRAVA.
----------------	---

PROCTOR MODIFICADO			ASTM D1557 AASHTO T 180		
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 03	
CALICATA:	C - 03	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	De 0.00m a 1.50m	777511.00	9204406.00

MÉTODO DE ENSAYO	"A"	T. ESTUFA (°C) :	110	DIÁMETRO MOLDE (cm) :	10.16
DENSIDAD HÚMEDA					
ENSAYO	1	2	3	4	5
N° de Capas	5	5	5	5	5
N° de Golpes por Capa	25	25	25	25	25
Peso Húmedo+ Molde (g)	3617.00	3710.00	3768.00	3765.00	3722.00
Peso Molde (g)	1798.00	1798.00	1798.00	1798.00	1798.00
Peso Húmedo (g)	1819.00	1912.00	1970.00	1967.00	1924.00
Volumen del Molde (cm ³)	944.00	944.00	944.00	944.00	944.00
Densidad Húmeda (g/cm ³)	1.927	2.025	2.087	2.084	2.038
CONTENIDO DE HUMEDAD					
ENSAYO	1	2	3	4	5
Peso Húmedo + Tara (g)	179.00	211.00	187.00	195.00	221.00
Peso Seco + Tara (g)	168.00	195.00	172.00	177.00	198.00
Peso Agua (g)	11.00	16.00	15.00	18.00	23.00
Peso Tara (g)	61.20	60.10	62.70	59.40	61.10
Peso Muestra Seca (g)	106.80	134.90	109.30	117.60	136.90
Contenido de Humedad (%)	10.30	11.86	13.72	15.31	16.80
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.747	1.811	1.835	1.807	1.745



DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm ³) :	CONT. DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :
1.834	13.53

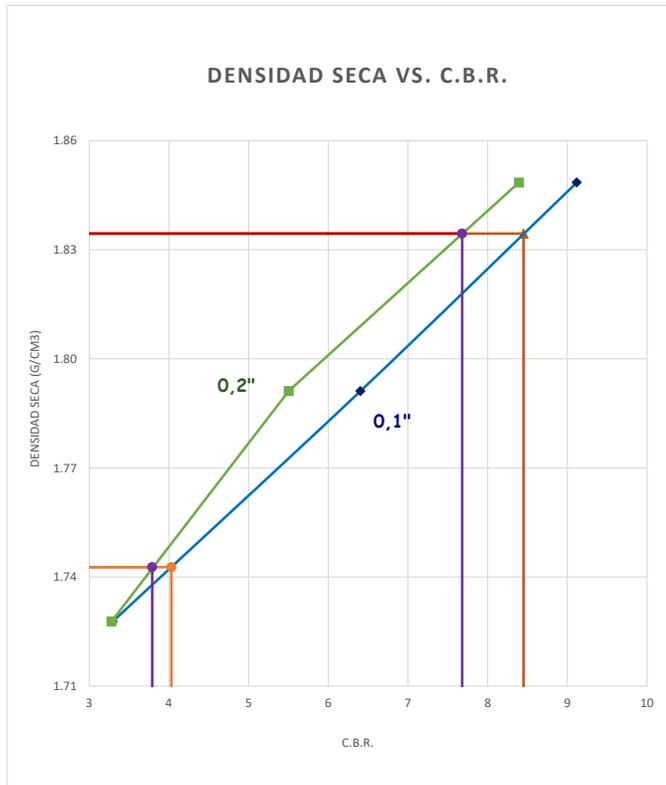
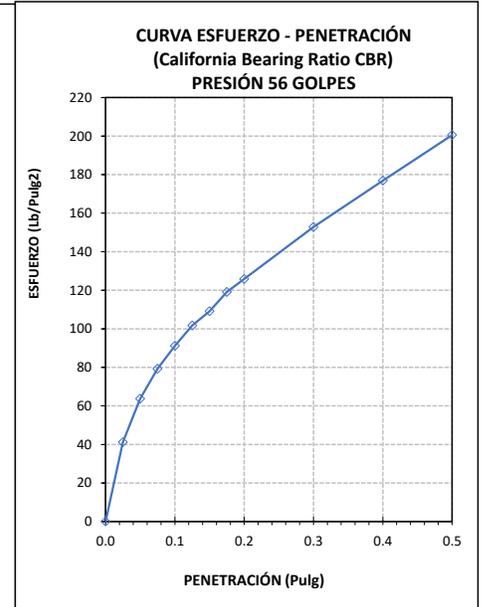
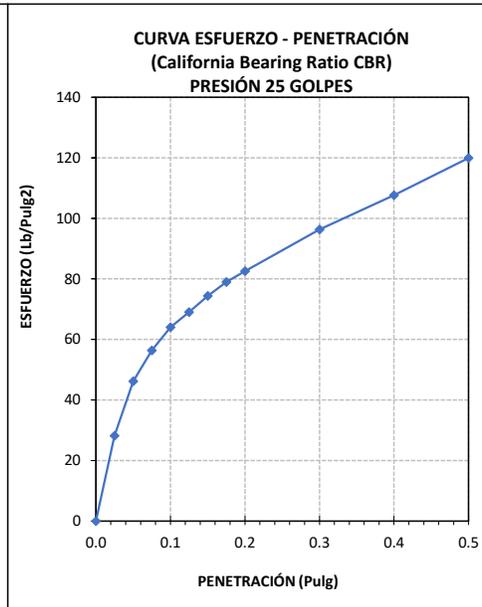
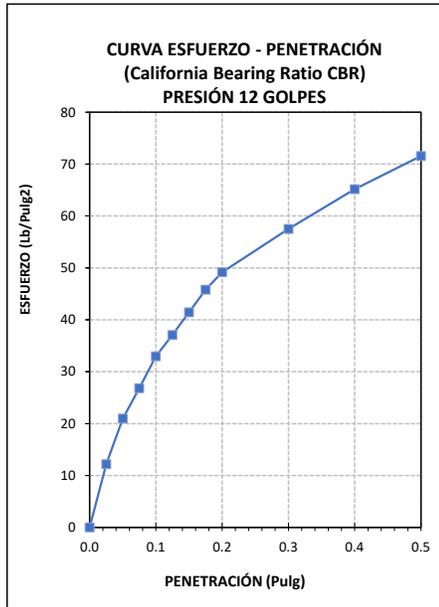
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)				ASTM D 1883 AASHTO T 193	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO				COORDENADAS DE CALICATA C - 03
CALICATA:	C - 03	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE		ESTE NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	De 0.00m a 1.50m		777511.00 9204406.00

COMPACTACIÓN C B R						
N° Golpes por Capa	12		25		56	
Altura Molde (mm)	116.590		116.310		116.510	
N° Capas	5		5		5	
CONDICIÓN DE MUESTRA (ANTES Y DESPUÉS DE SATURAR)	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
Peso Molde + Muestra Húmeda (g)	12329.0	12371.0	12268.0	12310.0	12496.0	12534.0
Peso Molde (g)	8188.0	8188.0	7971.0	7971.0	8068.0	8068.0
Peso de Muestra Húmeda (g)	4141.0	4183.0	4297.0	4339.0	4428.0	4466.0
Volumen del Molde (cm3)	2116.44	2116.44	2112.26	2112.26	2107.82	2107.82
Densidad Húmeda (g/cm3)	1.957	1.976	2.034	2.054	2.101	2.119
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARA N°	1-A	1-B	2-A	2-B	3-A	3-B
Peso Muestra Húmeda + Tara (g)	722.00	791.00	651.00	702.00	740.00	828.00
Peso Seco + Tara (g)	646.00	701.00	581.00	313.00	661.00	343.00
Peso Agua (g)	76.00	90.00	70.00	35.50	79.00	38.10
Peso Tara (g)	72.10	73.10	65.40	70.30	82.10	81.50
Peso Muestra Seca (g)	573.90	627.90	515.60	242.70	578.90	261.50
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)	13.24%	14.33%	13.58%	14.63%	13.65%	14.57%
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.728	1.729	1.791	1.792	1.848	1.849

ENSAYO DE EXPANSIÓN										
TIEMPO ACUMULADO		PRESIÓN 12 GOLPES			PRESIÓN 25 GOLPES			PRESIÓN 56 GOLPES		
		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN	
(Hs)	(Días)		(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	0.098	2.489	2.14	0.087	2.210	1.90	0.081	2.057	1.77
48	2	0.107	2.718	2.33	0.098	2.489	2.14	0.092	2.337	2.01
72	3	0.116	2.946	2.53	0.112	2.845	2.45	0.104	2.642	2.27
96	4	0.130	3.302	2.83	0.123	3.124	2.69	0.115	2.921	2.51

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
DIÁMETRO DEL PISTÓN:		5 cm			ÁREA DEL PISTÓN:			19.635 cm2		
PENETRACIÓN		PRESIÓN 12 GOLPES			PRESIÓN 25 GOLPES			PRESIÓN 56 GOLPES		
		CARGA (kg)	ESFUERZO		CARGA (kg)	ESFUERZO		CARGA (kg)	ESFUERZO	
(mm)	(pulg)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)		(Kg/cm2)	(Kg/cm2)
0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.64	0.025	16.8	0.85	12.19	38.7	1.97	28.19	56.5	2.88	41.14
1.27	0.050	28.9	1.47	21.00	63.5	3.23	46.19	87.6	4.46	63.71
1.91	0.075	36.9	1.88	26.81	77.5	3.95	56.37	108.9	5.55	79.21
2.54	0.100	45.3	2.31	32.95	88.0	4.48	64.04	125.3	6.38	91.19
3.18	0.125	50.9	2.59	37.07	94.9	4.83	69.05	139.8	7.12	101.70
3.81	0.150	56.9	2.90	41.43	102.2	5.21	74.38	150.0	7.64	109.15
4.45	0.175	62.9	3.21	45.79	108.6	5.53	78.98	163.6	8.33	119.05
5.08	0.200	67.6	3.44	49.18	113.4	5.78	82.54	173.0	8.81	125.88
7.62	0.300	79.0	4.03	57.50	132.4	6.74	96.35	210.1	10.70	152.83
10.16	0.400	89.6	4.56	65.17	148.0	7.54	107.65	243.1	12.38	176.85
12.70	0.500	98.3	5.01	71.55	164.8	8.39	119.93	275.6	14.03	200.49

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)				ASTM D 1883 AASHTO T 193	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 03	
CALICATA:	C - 03	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	De 0.00m a 1.50m	777511.00	9204406.00



DATOS DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO	
DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm3) :	1.834
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :	13.53

(*) Valores Corregidos

N° DE ENSAYO	PRESIÓN APLICADA - 0.1" (Lb/pulg2)	PRESIÓN APLICADA - 0.1" (Kg/cm2)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)
PRESION 12 GOLPES	32.95	2.31	1000	3.29	1.728
PRESION 25 GOLPES	64.04	4.48	1000	6.40	1.791
PRESION 56 GOLPES	91.19	6.38	1000	9.12	1.848

N° DE ENSAYO	PRESIÓN APLICADA - 0.2" (Lb/pulg2)	PRESIÓN APLICADA - 0.2" (Kg/cm2)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)
PRESION 12 GOLPES	49.18	3.44	1500	3.28	1.728
PRESION 25 GOLPES	82.54	5.78	1500	5.50	1.791
PRESION 56 GOLPES	125.88	8.81	1500	8.39	1.848

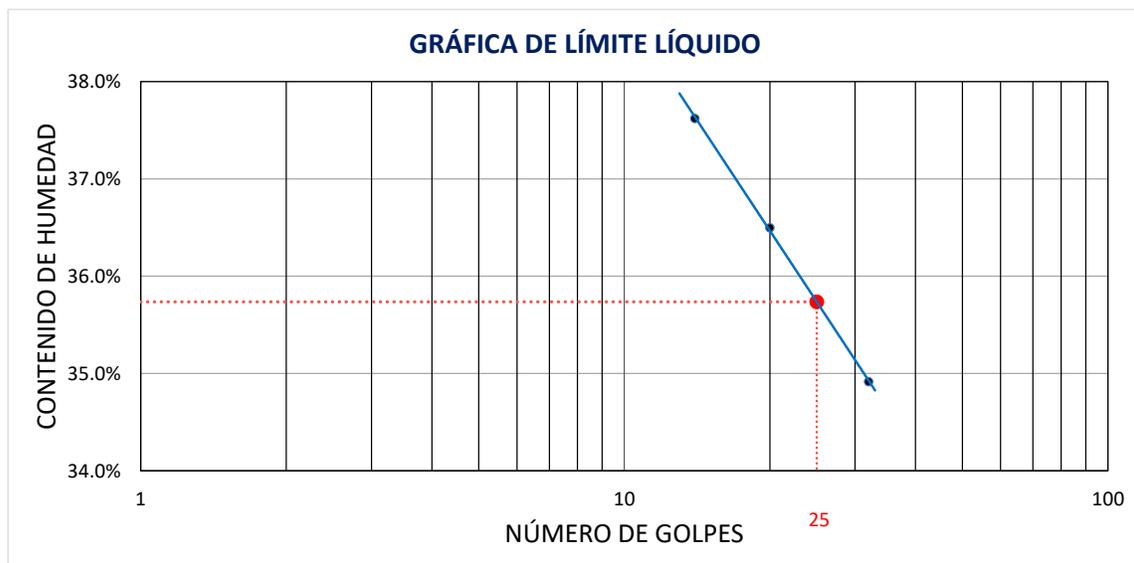
VALOR RELATIVO DE SOPORTE C. B. R.	
C.B.R. PARA EL 95% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA (0,1")=	4.03%
C.B.R. PARA EL 100 % DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA. (0,1")=	8.45%
C.B.R. PARA EL 95% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA (0,2")=	3.79%
C.B.R. PARA EL 100 % DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA. (0,2")=	7.68%

LÍMITES DE ATTERBERG				ASTM D4318 AASHTO T 89	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 03	
CALICATA:	C - 03	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 5% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777511.00	9204406.00

CONDICIONES DEL ENSAYO			
MUESTRA A ENSAYAR		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
TEMP. DE SECADO:	60 °C	TEMP. DE SECADO:	110 °C
TIPO DE MATERIAL:	Pasa la malla N° 40	TIEMPO DE SECADO:	16 h
AGUA USADA:	Potable		

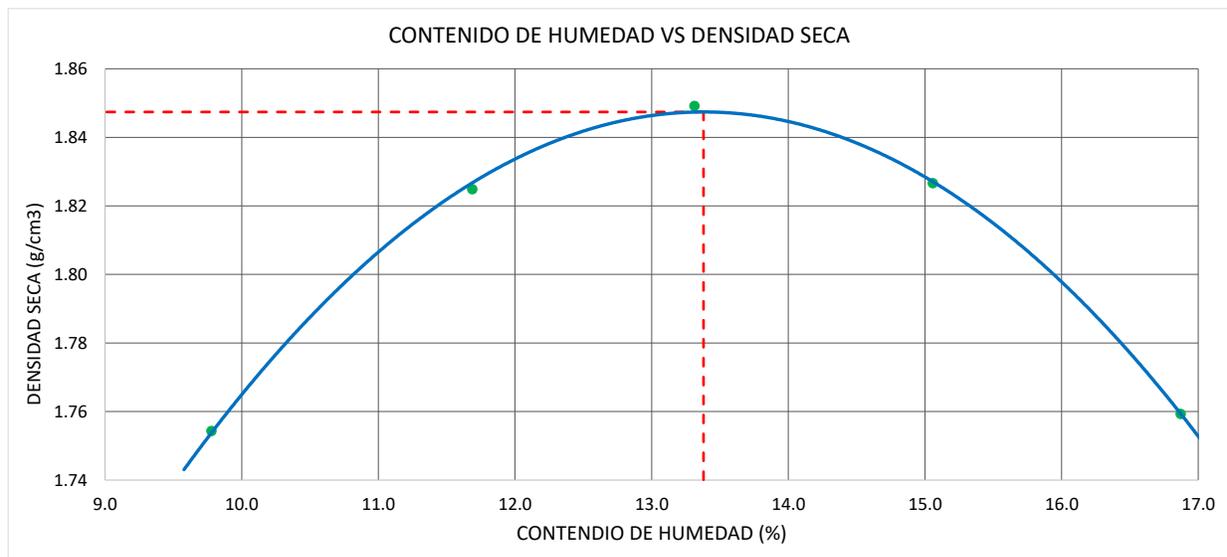
LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
TARA Nº	1	2	3	TARA Nº	4	5
M tara (g)	12.14	12.59	12.33	M tara (g)	10.65	11.21
Mt+ M.Húmeda (g)	30.87	32.15	31.38	Mt+ M.Húmeda (g)	17.58	18.84
Mt+ M. Seca (g)	25.75	26.92	26.45	Mt+ M. Seca (g)	16.42	17.56
M agua (g)	5.12	5.23	4.93	M agua (g)	1.16	1.28
M M.Seca (g)	13.61	14.33	14.12	M. Muestra Seca (g)	5.77	6.35
W(%)	37.62%	36.50%	34.92%	W(%)	20.10%	20.16%
N.GOLPES	14	20	32	Contenido de Humedad Promedio: 20.13%		

LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
36.00%	20.00%	16.00%



PROCTOR MODIFICADO			ASTM D1557 AASHTO T 180		
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 03	
CALICATA:	C - 03	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 5% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777511.00	9204406.00

MÉTODO DE ENSAYO	"A"	T. ESTUFA (°C) :	110	DIÁMETRO MOLDE (cm) :	10.16
DENSIDAD HÚMEDA					
ENSAYO	1	2	3	4	5
N° de Capas	5	5	5	5	5
N° de Golpes por Capa	25	25	25	25	25
Peso Húmedo+ Molde (g)	3616.00	3722.00	3776.00	3782.00	3739.00
Peso Molde (g)	1798.00	1798.00	1798.00	1798.00	1798.00
Peso Húmedo (g)	1818.00	1924.00	1978.00	1984.00	1941.00
Volumen del Molde (cm ³)	944.00	944.00	944.00	944.00	944.00
Densidad Húmeda (g/cm³)	1.926	2.038	2.095	2.102	2.056
CONTENIDO DE HUMEDAD					
ENSAYO	1	2	3	4	5
Peso Húmedo + Tara (g)	188.00	214.00	205.00	193.00	216.00
Peso Seco + Tara (g)	177.00	198.00	188.00	176.00	194.00
Peso Agua (g)	11.00	16.00	17.00	17.00	22.00
Peso Tara (g)	64.50	61.10	60.30	63.10	63.60
Peso Muestra Seca (g)	112.50	136.90	127.70	112.90	130.40
Contenido de Humedad (%)	9.78	11.69	13.31	15.06	16.87
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.754	1.825	1.849	1.827	1.759



DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm³) :	CONT. DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :
1.847	13.38

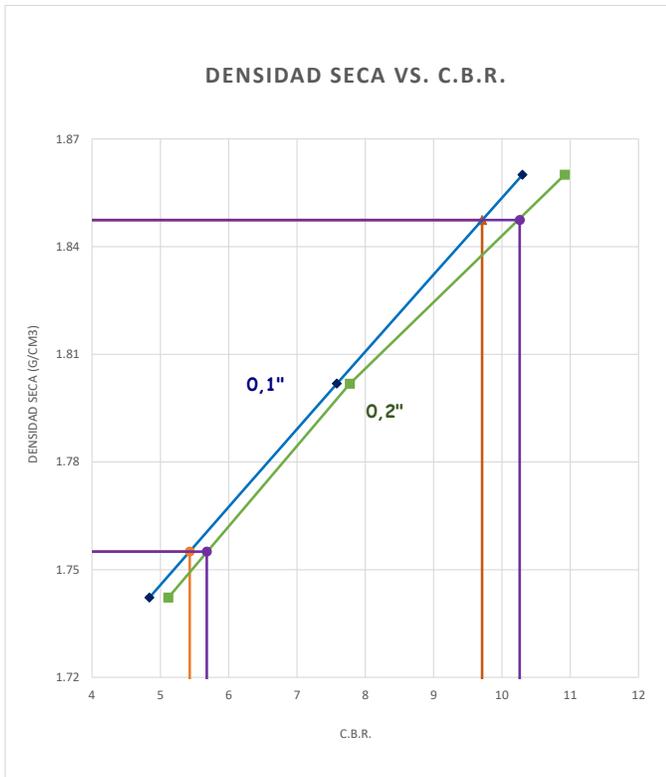
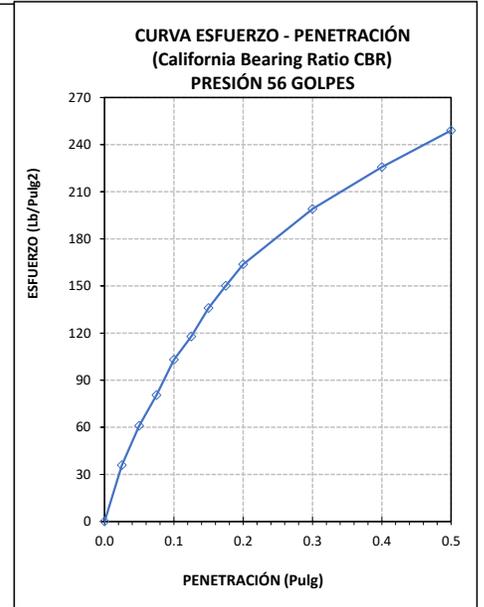
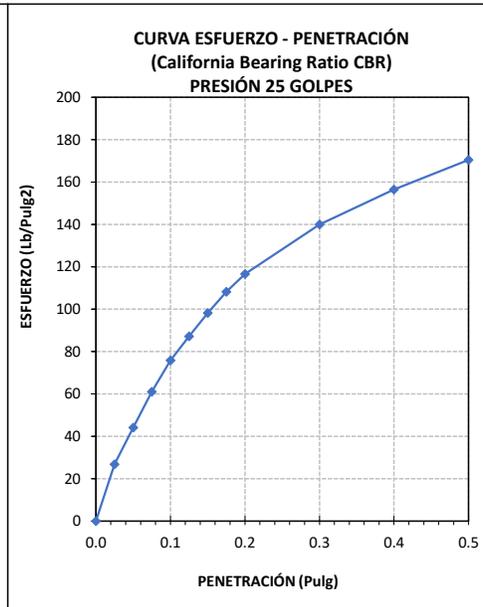
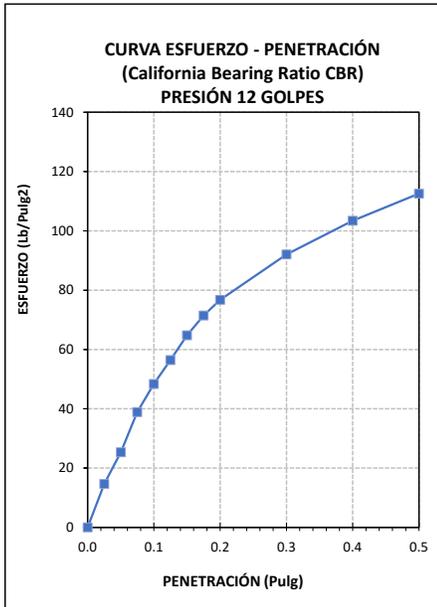
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)				ASTM D 1883 AASHTO T 193	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO				COORDENADAS DE CALICATA C - 03
CALICATA:	C - 03	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 5% SAL		ESTE NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-		777511.00 9204406.00

COMPACTACIÓN C B R						
N° Golpes por Capa	12		25		56	
Altura Molde (mm)	117.420		117.600		116.460	
N° Capas	5		5		5	
CONDICIÓN DE MUESTRA (ANTES Y DESPUÉS DE SATURAR)	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
Peso Molde + Muestra Húmeda (g)	12384.0	12429.0	12542.0	12589.0	12529.0	12579.0
Peso Molde (g)	8195.0	8195.0	8235.0	8235.0	8080.0	8080.0
Peso de Muestra Húmeda (g)	4189.0	4234.0	4307.0	4354.0	4449.0	4499.0
Volumen del Molde (cm3)	2116.44	2116.44	2112.26	2112.26	2107.82	2107.82
Densidad Húmeda (g/cm3)	1.979	2.001	2.039	2.061	2.111	2.134
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARA N°	1-A	1-B	2-A	2-B	3-A	3-B
Peso Muestra Húmeda + Tara (g)	731.00	815.00	788.00	848.00	697.00	734.00
Peso Seco + Tara (g)	652.00	720.00	706.00	752.00	622.00	649.00
Peso Agua (g)	79.00	95.00	82.00	96.00	75.00	85.00
Peso Tara (g)	71.40	77.30	83.20	80.60	65.50	69.40
Peso Muestra Seca (g)	580.60	642.70	622.80	671.40	556.50	579.60
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)	13.61%	14.78%	13.17%	14.30%	13.48%	14.67%
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.742	1.743	1.802	1.803	1.860	1.861

ENSAYO DE EXPANSIÓN										
TIEMPO ACUMULADO		PRESIÓN 12 GOLPES			PRESIÓN 25 GOLPES			PRESIÓN 56 GOLPES		
		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN	
(Hs)	(Días)		(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	0.088	2.235	1.90	0.079	2.007	1.71	0.070	1.778	1.53
48	2	0.970	24.638	20.98	0.085	2.159	1.84	0.078	1.981	1.70
72	3	0.108	2.743	2.34	0.101	2.565	2.18	0.089	2.261	1.94
96	4	0.117	2.972	2.53	0.110	2.794	2.38	0.097	2.464	2.12

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
DIÁMETRO DEL PISTÓN:		5 cm			ÁREA DEL PISTÓN:			19.635 cm2		
PENETRACIÓN		PRESIÓN 12 GOLPES			PRESIÓN 25 GOLPES			PRESIÓN 56 GOLPES		
		CARGA (kg)	ESFUERZO		CARGA (kg)	ESFUERZO		CARGA (kg)	ESFUERZO	
(mm)	(pulg)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)		(Kg/cm2)	(Kg/cm2)
0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.64	0.025	20.2	1.03	14.70	36.8	1.88	26.81	49.2	2.51	35.83
1.27	0.050	34.9	1.78	25.36	60.6	3.09	44.11	83.8	4.27	60.98
1.91	0.075	53.4	2.72	38.86	83.8	4.27	61.00	110.6	5.63	80.46
2.54	0.100	66.5	3.39	48.40	104.2	5.31	75.85	141.6	7.21	103.02
3.18	0.125	77.5	3.95	56.41	119.8	6.10	87.13	161.9	8.24	117.76
3.81	0.150	89.0	4.53	64.75	135.0	6.87	98.21	186.9	9.52	135.99
4.45	0.175	98.2	5.00	71.44	148.7	7.57	108.19	206.3	10.51	150.10
5.08	0.200	105.5	5.37	76.74	160.3	8.16	116.61	225.1	11.47	163.79
7.62	0.300	126.5	6.44	92.03	192.3	9.79	139.93	273.6	13.93	199.06
10.16	0.400	142.1	7.24	103.42	215.1	10.95	156.48	310.3	15.80	225.74
12.70	0.500	154.7	7.88	112.55	234.2	11.93	170.43	342.2	17.43	249.00

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)				ASTM D 1883 AASHTO T 193	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 03	
CALICATA:	C - 03	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 5% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777511.00	9204406.00



DATOS DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO	
DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm3) :	1.847
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :	13.38

(*) Valores Corregidos

N° DE ENSAYO	PRESIÓN APLICADA - 0.1" (Lb/pulg2)	PRESIÓN APLICADA - 0.1" (Kg/cm2)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)
PRESION 12 GOLPES	48.40	3.39	1000	4.84	1.742
PRESION 25 GOLPES	75.85	5.31	1000	7.58	1.802
PRESION 56 GOLPES	103.02	7.21	1000	10.30	1.860

N° DE ENSAYO	PRESIÓN APLICADA - 0.2" (Lb/pulg2)	PRESIÓN APLICADA - 0.2" (Kg/cm2)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)
PRESION 12 GOLPES	76.74	5.37	1500	5.12	1.742
PRESION 25 GOLPES	116.61	8.16	1500	7.77	1.802
PRESION 56 GOLPES	163.79	11.47	1500	10.92	1.860

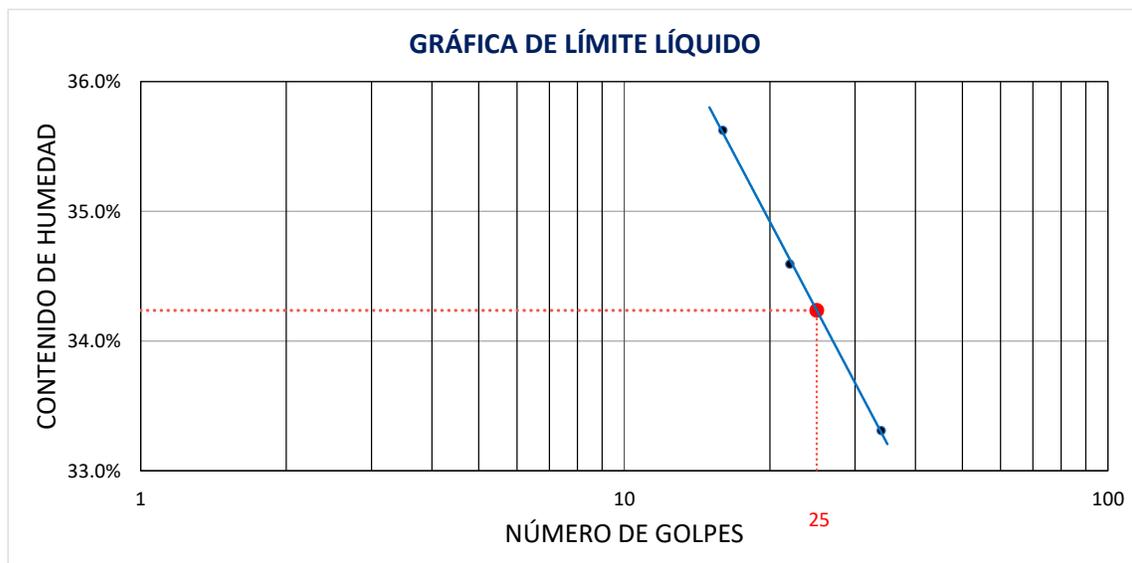
VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.	
C.B.R. PARA EL 95% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA (0,1")=	5.43%
C.B.R. PARA EL 100 % DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA. (0,1")=	9.71%
C.B.R. PARA EL 95% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA (0,2")=	5.68%
C.B.R. PARA EL 100 % DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA. (0,2")=	10.26%

LÍMITES DE ATTERBERG				ASTM D4318 AASHTO T 89	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 03	
CALICATA:	C - 03	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 10% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777511.00	9204406.00

CONDICIONES DEL ENSAYO			
MUESTRA A ENSAYAR		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
TEMP. DE SECADO:	60 °C	TEMP. DE SECADO:	110 °C
TIPO DE MATERIAL:	Pasa la malla N° 40	TIEMPO DE SECADO:	16 h
AGUA USADA:	Potable		

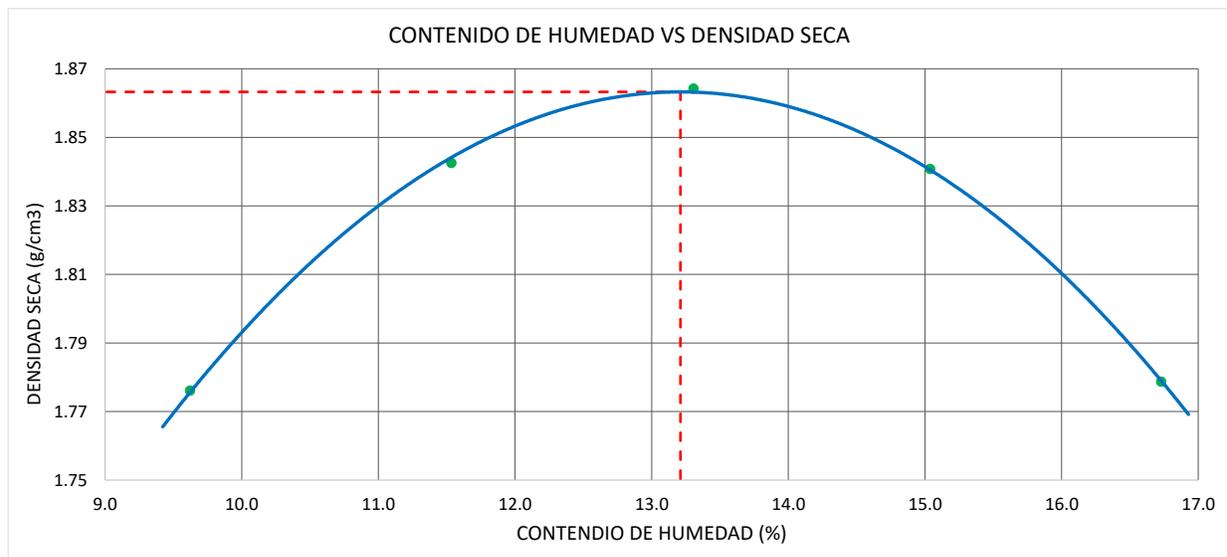
LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
TARA Nº	1	2	3	TARA Nº	4	5
M tara (g)	13.45	13.51	13.39	M tara (g)	11.20	11.32
Mt+ M.Húmeda (g)	32.79	33.47	32.12	Mt+ M.Húmeda (g)	17.89	18.54
Mt+ M. Seca (g)	27.71	28.34	27.44	Mt+ M. Seca (g)	16.75	17.33
M agua (g)	5.08	5.13	4.68	M agua (g)	1.14	1.21
M M.Seca (g)	14.26	14.83	14.05	M. Muestra Seca (g)	5.55	6.01
W(%)	35.62%	34.59%	33.31%	W(%)	20.54%	20.13%
N.GOLPES	16	22	34	Contenido de Humedad Promedio: 20.34%		

LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
34.00%	20.00%	14.00%



PROCTOR MODIFICADO			ASTM D1557 AASHTO T 180		
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 03	
CALICATA:	C - 03	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 10% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777511.00	9204406.00

MÉTODO DE ENSAYO	"A"	T. ESTUFA (°C) :	110	DIÁMETRO MOLDE (cm) :	10.16
DENSIDAD HÚMEDA					
ENSAYO	1	2	3	4	5
N° de Capas	5	5	5	5	5
N° de Golpes por Capa	25	25	25	25	25
Peso Húmedo+ Molde (g)	3636.00	3738.00	3792.00	3797.00	3758.00
Peso Molde (g)	1798.00	1798.00	1798.00	1798.00	1798.00
Peso Húmedo (g)	1838.00	1940.00	1994.00	1999.00	1960.00
Volumen del Molde (cm ³)	944.00	944.00	944.00	944.00	944.00
Densidad Húmeda (g/cm ³)	1.947	2.055	2.112	2.118	2.076
CONTENIDO DE HUMEDAD					
ENSAYO	1	2	3	4	5
Peso Húmedo + Tara (g)	227.00	254.00	218.00	231.00	249.00
Peso Seco + Tara (g)	212.00	234.00	199.00	209.00	222.00
Peso Agua (g)	15.00	20.00	19.00	22.00	27.00
Peso Tara (g)	56.10	60.60	56.20	62.70	60.60
Peso Muestra Seca (g)	155.90	173.40	142.80	146.30	161.40
Contenido de Humedad (%)	9.62	11.53	13.31	15.04	16.73
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.776	1.843	1.864	1.841	1.779



DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm ³) :	CONT. DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :
1.863	13.21

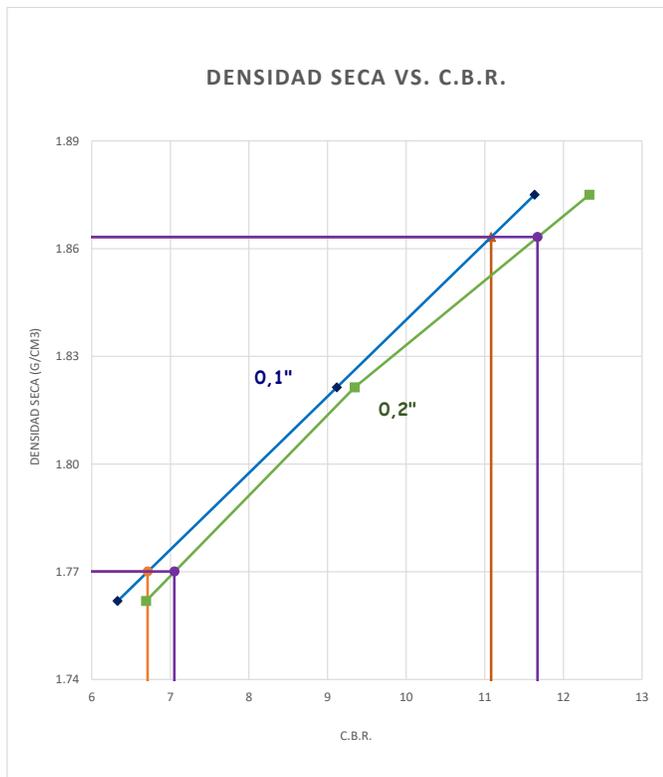
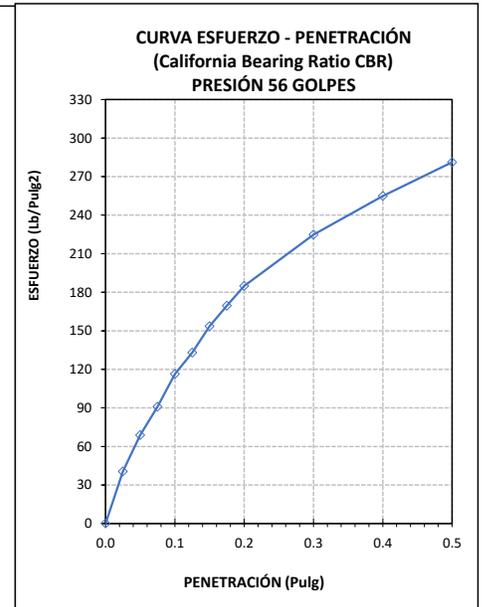
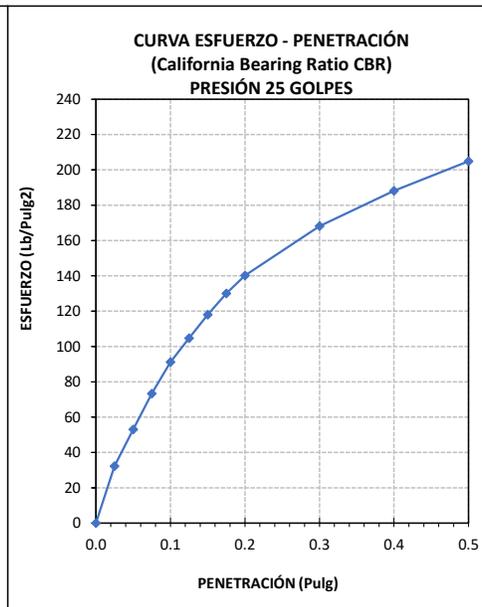
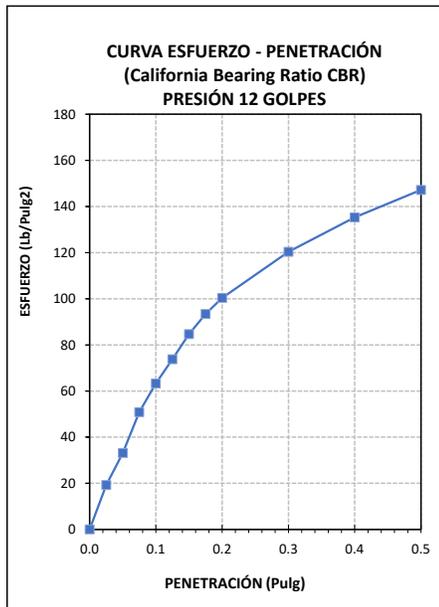
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)				ASTM D 1883 AASHTO T 193	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO				COORDENADAS DE CALICATA C - 03
CALICATA:	C - 03	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 10% SAL		ESTE NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-		777511.00 9204406.00

COMPACTACIÓN C B R						
N° Golpes por Capa	12		25		56	
Altura Molde (mm)	117.420		117.600		116.460	
N° Capas	5		5		5	
CONDICIÓN DE MUESTRA (ANTES Y DESPUÉS DE SATURAR)	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
Peso Molde + Muestra Húmeda (g)	12413.0	12456.0	12580.0	12617.0	12557.0	12601.0
Peso Molde (g)	8195.0	8195.0	8235.0	8235.0	8080.0	8080.0
Peso de Muestra Húmeda (g)	4218.0	4261.0	4345.0	4382.0	4477.0	4521.0
Volumen del Molde (cm3)	2116.44	2116.44	2112.26	2112.26	2107.82	2107.82
Densidad Húmeda (g/cm3)	1.993	2.013	2.057	2.075	2.124	2.145
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARA N°	1-A	1-B	2-A	2-B	3-A	3-B
Peso Muestra Húmeda + Tara (g)	729.00	781.00	745.00	810.00	613.00	675.00
Peso Seco + Tara (g)	652.00	692.00	668.00	721.00	548.00	597.00
Peso Agua (g)	77.00	89.00	77.00	89.00	65.00	78.00
Peso Tara (g)	65.00	67.30	72.90	76.10	58.50	55.80
Peso Muestra Seca (g)	587.00	624.70	595.10	644.90	489.50	541.20
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)	13.12%	14.25%	12.94%	13.80%	13.28%	14.41%
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.762	1.762	1.821	1.823	1.875	1.875

ENSAYO DE EXPANSIÓN										
TIEMPO ACUMULADO		PRESIÓN 12 GOLPES			PRESIÓN 25 GOLPES			PRESIÓN 56 GOLPES		
		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN	
(Hs)	(Días)		(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	0.083	2.108	1.80	0.074	1.880	1.60	0.067	1.702	1.46
48	2	0.920	23.368	19.90	0.081	2.057	1.75	0.073	1.854	1.59
72	3	0.104	2.642	2.25	0.097	2.464	2.10	0.082	2.083	1.79
96	4	0.110	2.794	2.38	0.105	2.667	2.27	0.090	2.286	1.96

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
DIÁMETRO DEL PISTÓN:		5 cm			ÁREA DEL PISTÓN:			19.635 cm2		
PENETRACIÓN		PRESIÓN 12 GOLPES			PRESIÓN 25 GOLPES			PRESIÓN 56 GOLPES		
		CARGA (kg)	ESFUERZO		CARGA (kg)	ESFUERZO		CARGA (kg)	ESFUERZO	
(mm)	(pulg)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)		(Kg/cm2)	(Kg/cm2)
0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.64	0.025	26.4	1.35	19.22	44.3	2.26	32.23	55.6	2.83	40.46
1.27	0.050	45.6	2.32	33.16	72.9	3.71	53.03	94.6	4.82	68.85
1.91	0.075	69.9	3.56	50.82	100.8	5.13	73.34	124.9	6.36	90.86
2.54	0.100	87.0	4.43	63.29	125.3	6.38	91.18	159.9	8.14	116.33
3.18	0.125	101.4	5.16	73.77	144.0	7.33	104.74	182.8	9.31	132.97
3.81	0.150	116.4	5.93	84.68	162.3	8.26	118.06	211.1	10.75	153.56
4.45	0.175	128.4	6.54	93.42	178.8	9.10	130.06	233.0	11.86	169.49
5.08	0.200	137.9	7.02	100.35	192.7	9.81	140.18	254.2	12.95	184.95
7.62	0.300	165.4	8.42	120.35	231.2	11.77	168.21	308.9	15.73	224.77
10.16	0.400	185.9	9.47	135.24	258.5	13.17	188.11	350.3	17.84	254.90
12.70	0.500	202.3	10.30	147.19	281.6	14.34	204.88	386.4	19.68	281.16

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)				ASTM D 1883 AASHTO T 193	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 03	
CALICATA:	C - 03	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 10% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777511.00	9204406.00



DATOS DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO	
DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm3) :	1.863
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :	13.21

(*) Valores Corregidos

N° DE ENSAYO	PRESIÓN APLICADA - 0.1" (Lb/pulg2)	PRESIÓN APLICADA - 0.1" (Kg/cm2)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)
PRESION 12 GOLPES	63.29	4.43	1000	6.33	1.762
PRESION 25 GOLPES	91.18	6.38	1000	9.12	1.821
PRESION 56 GOLPES	116.33	8.14	1000	11.63	1.875

N° DE ENSAYO	PRESIÓN APLICADA - 0.2" (Lb/pulg2)	PRESIÓN APLICADA - 0.2" (Kg/cm2)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)
PRESION 12 GOLPES	100.35	7.02	1500	6.69	1.762
PRESION 25 GOLPES	140.18	9.81	1500	9.35	1.821
PRESION 56 GOLPES	184.95	12.95	1500	12.33	1.875

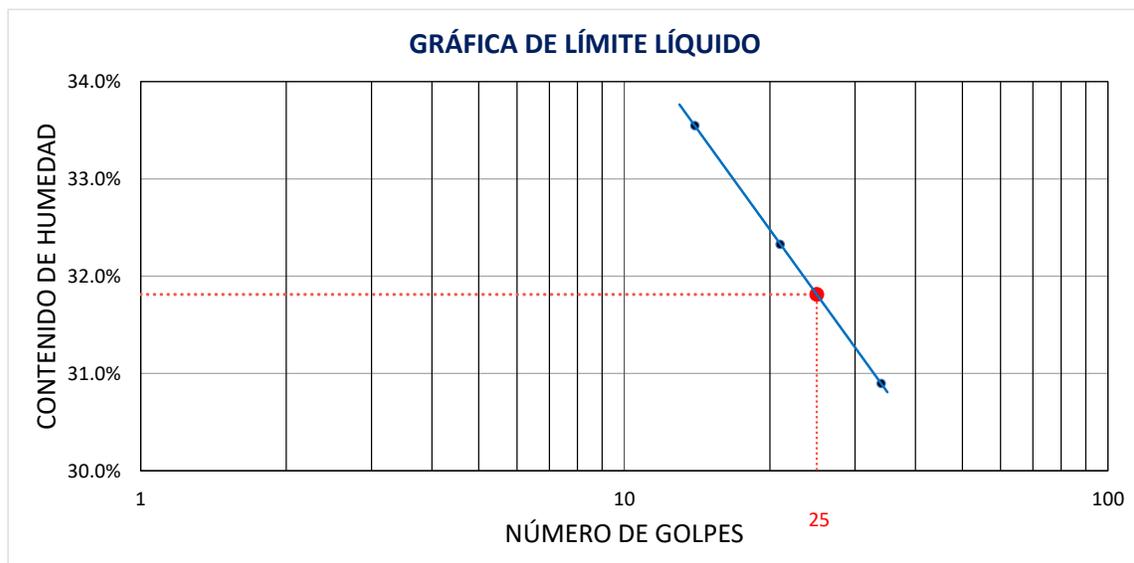
VALOR RELATIVO DE SOPORTE C. B. R.	
C.B.R. PARA EL 95% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA (0,1")=	6.71%
C.B.R. PARA EL 100 % DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA. (0,1")=	11.08%
C.B.R. PARA EL 95% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA (0,2")=	7.05%
C.B.R. PARA EL 100 % DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA. (0,2")=	11.67%

LÍMITES DE ATTERBERG				ASTM D4318 AASHTO T 89	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 03	
CALICATA:	C - 03	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 12% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777511.00	9204406.00

CONDICIONES DEL ENSAYO			
MUESTRA A ENSAYAR		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
TEMP. DE SECADO:	60 °C	TEMP. DE SECADO:	110 °C
TIPO DE MATERIAL:	Pasa la malla N° 40	TIEMPO DE SECADO:	16 h
AGUA USADA:	Potable		

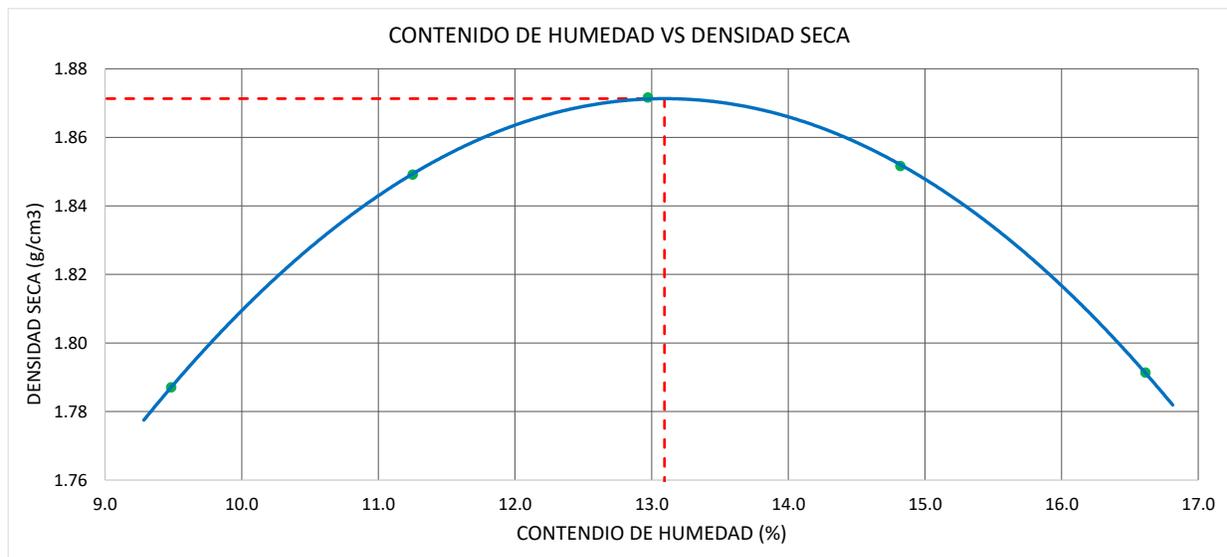
LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
TARA Nº	1	2	3	TARA Nº	4	5
M tara (g)	12.85	13.11	12.73	M tara (g)	11.67	12.11
Mt+ M.Húmeda (g)	31.56	32.39	30.82	Mt+ M.Húmeda (g)	18.29	19.48
Mt+ M. Seca (g)	26.86	27.68	26.55	Mt+ M. Seca (g)	17.21	18.30
M agua (g)	4.70	4.71	4.27	M agua (g)	1.08	1.18
M M.Seca (g)	14.01	14.57	13.82	M. Muestra Seca (g)	5.54	6.19
W(%)	33.55%	32.33%	30.90%	W(%)	19.49%	19.06%
N.GOLPES	14	21	34	Contenido de Humedad Promedio: 19.28%		

LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
32.00%	19.00%	13.00%



PROCTOR MODIFICADO			ASTM D1557 AASHTO T 180		
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 03	
CALICATA:	C - 03	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 12% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777511.00	9204406.00

MÉTODO DE ENSAYO	"A"	T. ESTUFA (°C) :	110	DIÁMETRO MOLDE (cm) :	10.16
DENSIDAD HÚMEDA					
ENSAYO	1	2	3	4	5
N° de Capas	5	5	5	5	5
N° de Golpes por Capa	25	25	25	25	25
Peso Húmedo+ Molde (g)	3645.00	3740.00	3794.00	3805.00	3770.00
Peso Molde (g)	1798.00	1798.00	1798.00	1798.00	1798.00
Peso Húmedo (g)	1847.00	1942.00	1996.00	2007.00	1972.00
Volumen del Molde (cm ³)	944.00	944.00	944.00	944.00	944.00
Densidad Húmeda (g/cm³)	1.957	2.057	2.114	2.126	2.089
CONTENIDO DE HUMEDAD					
ENSAYO	1	2	3	4	5
Peso Húmedo + Tara (g)	265.00	227.00	251.00	219.00	238.00
Peso Seco + Tara (g)	247.00	210.00	229.00	198.00	212.00
Peso Agua (g)	18.00	17.00	22.00	21.00	26.00
Peso Tara (g)	57.20	58.90	59.40	56.30	55.50
Peso Muestra Seca (g)	189.80	151.10	169.60	141.70	156.50
Contenido de Humedad (%)	9.48	11.25	12.97	14.82	16.61
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.787	1.849	1.872	1.852	1.791



DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm³) :	CONT. DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :
1.871	13.09

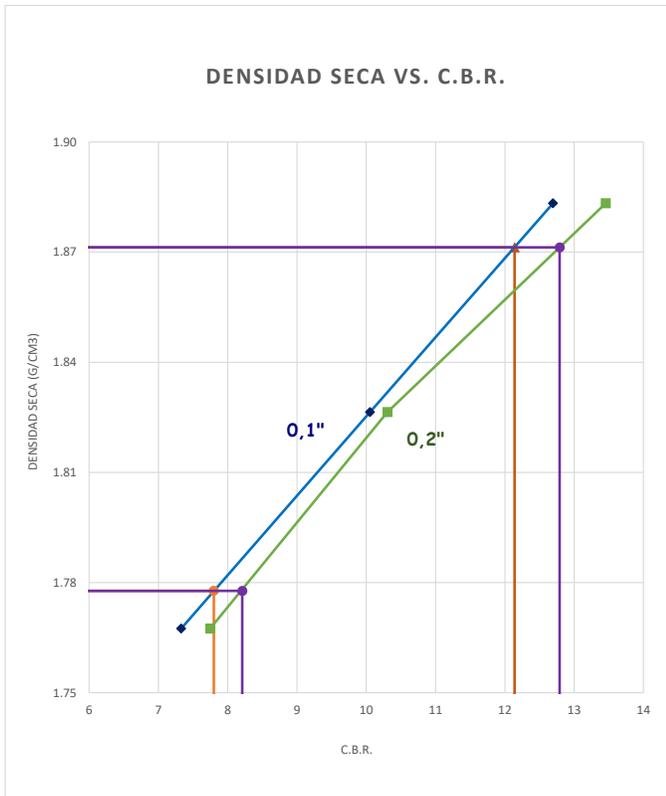
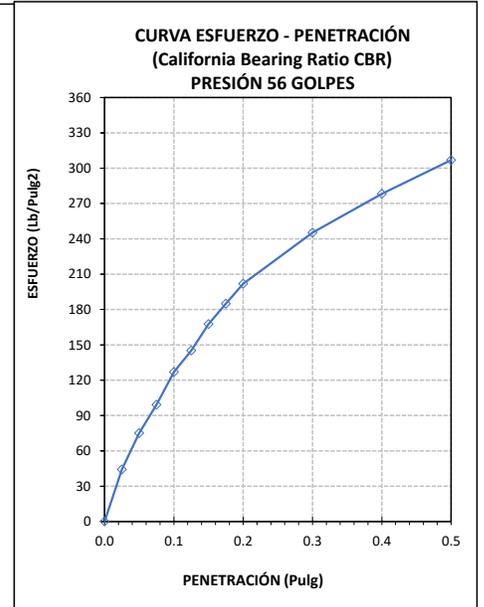
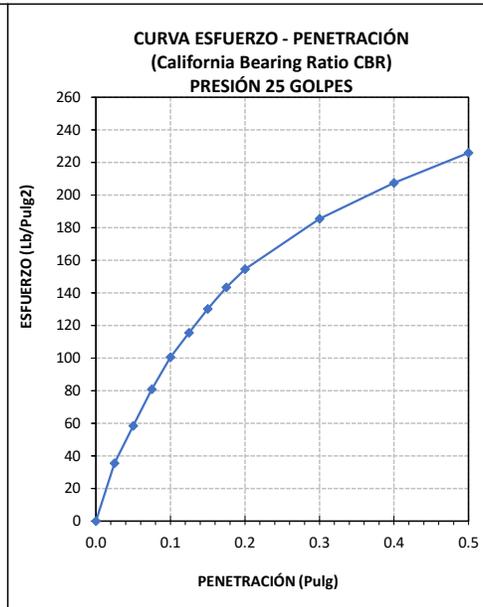
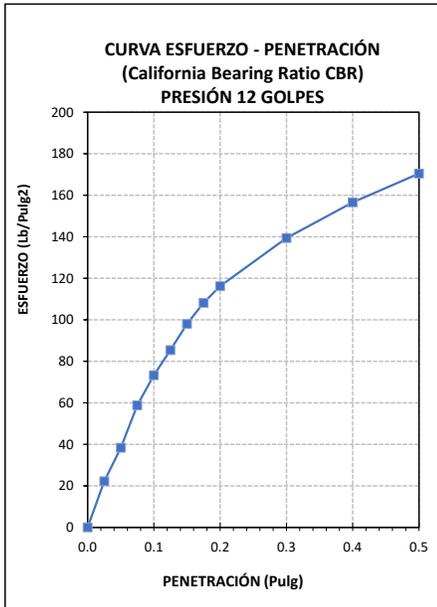
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)				ASTM D 1883 AASHTO T 193	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO				COORDENADAS DE CALICATA C - 03
CALICATA:	C - 03	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 12% SAL		ESTE NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-		777511.00 9204406.00

COMPACTACIÓN C B R						
N° Golpes por Capa	12		25		56	
Altura Molde (mm)	117.420		117.600		116.460	
N° Capas	5		5		5	
CONDICIÓN DE MUESTRA (ANTES Y DESPUÉS DE SATURAR)	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
Peso Molde + Muestra Húmeda (g)	12435.0	12479.0	12599.0	12644.0	12565.0	12611.0
Peso Molde (g)	8195.0	8195.0	8235.0	8235.0	8080.0	8080.0
Peso de Muestra Húmeda (g)	4240.0	4284.0	4364.0	4409.0	4485.0	4531.0
Volumen del Molde (cm3)	2116.44	2116.44	2112.26	2112.26	2107.82	2107.82
Densidad Húmeda (g/cm3)	2.003	2.024	2.066	2.087	2.128	2.150
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARA N°	1-A	1-B	2-A	2-B	3-A	3-B
Peso Muestra Húmeda + Tara (g)	743.00	798.00	688.00	713.00	640.00	692.00
Peso Seco + Tara (g)	664.00	706.00	616.00	632.00	574.00	614.00
Peso Agua (g)	79.00	92.00	72.00	81.00	66.00	78.00
Peso Tara (g)	72.10	70.50	67.20	63.90	65.60	62.30
Peso Muestra Seca (g)	591.90	635.50	548.80	568.10	508.40	551.70
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)	13.35%	14.48%	13.12%	14.26%	12.98%	14.14%
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.767	1.768	1.826	1.827	1.883	1.883

ENSAYO DE EXPANSIÓN										
TIEMPO ACUMULADO		PRESIÓN 12 GOLPES			PRESIÓN 25 GOLPES			PRESIÓN 56 GOLPES		
		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN		LECTURA DEFORMÍMETRO	EXPANSIÓN	
(Hs)	(Días)		(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	0.078	1.981	1.69	0.069	1.753	1.49	0.063	1.600	1.37
48	2	0.083	2.108	1.80	0.077	1.956	1.66	0.070	1.778	1.53
72	3	0.097	2.464	2.10	0.092	2.337	1.99	0.077	1.956	1.68
96	4	0.105	2.667	2.27	0.100	2.540	2.16	0.084	2.134	1.83

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
DIÁMETRO DEL PISTÓN:		5 cm			ÁREA DEL PISTÓN:			19.635 cm2		
PENETRACIÓN		PRESIÓN 12 GOLPES			PRESIÓN 25 GOLPES			PRESIÓN 56 GOLPES		
		CARGA (kg)	ESFUERZO		CARGA (kg)	ESFUERZO		CARGA (kg)	ESFUERZO	
(mm)	(pulg)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)		(Kg/cm2)	(Lb/Pulg2)		(Kg/cm2)	(Kg/cm2)
0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.64	0.025	30.6	1.56	22.26	48.8	2.49	35.54	60.7	3.09	44.15
1.27	0.050	52.8	2.69	38.40	80.4	4.09	58.47	103.3	5.26	75.14
1.91	0.075	80.9	4.12	58.85	111.1	5.66	80.86	136.3	6.94	99.15
2.54	0.100	100.7	5.13	73.29	138.2	7.04	100.54	174.5	8.89	126.95
3.18	0.125	117.4	5.98	85.42	158.7	8.08	115.49	199.5	10.16	145.12
3.81	0.150	134.8	6.86	98.05	178.9	9.11	130.18	230.3	11.73	167.58
4.45	0.175	148.7	7.57	108.18	197.1	10.04	143.42	254.2	12.95	184.97
5.08	0.200	159.7	8.13	116.20	212.4	10.82	154.57	277.4	14.13	201.84
7.62	0.300	191.5	9.76	139.36	254.9	12.98	185.48	337.2	17.17	245.30
10.16	0.400	215.2	10.96	156.60	285.1	14.52	207.42	382.3	19.47	278.18
12.70	0.500	234.3	11.93	170.44	310.5	15.81	225.91	421.7	21.48	306.84

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)				ASTM D 1883 AASHTO T 193	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA				
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO			COORDENADAS DE CALICATA C - 03	
CALICATA:	C - 03	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE + 12% SAL	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	-	777511.00	9204406.00



DATOS DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO	
DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm3) :	1.871
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :	13.09

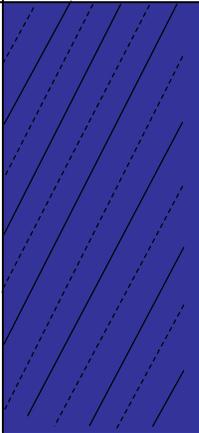
(*) Valores Corregidos

N° DE ENSAYO	PRESIÓN APLICADA - 0.1" (Lb/pulg2)	PRESIÓN APLICADA - 0.1" (Kg/cm2)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)
PRESION 12 GOLPES	73.29	5.13	1000	7.33	1.767
PRESION 25 GOLPES	100.54	7.04	1000	10.05	1.826
PRESION 56 GOLPES	126.95	8.89	1000	12.70	1.883

N° DE ENSAYO	PRESIÓN APLICADA - 0.2" (Lb/pulg2)	PRESIÓN APLICADA - 0.2" (Kg/cm2)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)
PRESION 12 GOLPES	116.20	8.13	1500	7.75	1.767
PRESION 25 GOLPES	154.57	10.82	1500	10.30	1.826
PRESION 56 GOLPES	201.84	14.13	1500	13.46	1.883

VALOR RELATIVO DE SOPORTE C. B. R.	
C.B.R. PARA EL 95% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA (0,1")=	7.8%
C.B.R. PARA EL 100 % DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA. (0,1")=	12.14%
C.B.R. PARA EL 95% DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA (0,2")=	8.21%
C.B.R. PARA EL 100 % DE LA DENSIDAD SECA MÁXIMA. (0,2")=	12.79%

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA						
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA- HUACARIZ 2021"					
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA					
SOLICITANTE:	BACH. NEYRI KELVIN MARIN ABANTO					
CALICATA:	C - 03	DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE SUBRASANTE	COORDENADAS	ESTE:	777511.00
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	De 0.00m a 1.50m		NORTE:	9204406.00

Profundidad (m)	Muestra	DESCRIPCIÓN	Clasificación		Contenido de humedad	Límites de Consistencia	
			Símbolo	Símbolo Gráfico		LL (%)	IP (%)
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50	M - 1	ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR MARRÓN CLARO, MEZCLADA CON 31.08% DE ARENA FINA A GRUESA Y EXENTA DE GRAVA.	A-6 (10)		13.68%	38.00	17.00
1.60 1.70 1.80 1.90 2.00 2.10 2.20 2.30 2.40 2.50 2.60 2.70 2.80 2.90 3.00 3.10 3.20 3.30 3.40 3.50 3.60 3.70 3.80 3.90 4.00							