



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Estabilización de subrasante utilizando Cloruro de Calcio con cal en los tramos de la Av. Industrial a Tangay, Chimbote, Áncash – 2023”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Alva Giraldo, Anderson Russelvert Ronald (orcid.org/0000-0003-2709-8346)

**ASESOR:**

Mgtr. Monja Ruiz, Pedro Emilio (orcid.org/0000-0002-4275-763X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**CHIMBOTE — PERÚ**

2023

## **Dedicatoria**

Con mucho amor y cariño está dedicado a mis padres, porque cada día y con gran esfuerzo me dieron una excelente educación, lleno de valores y respeto. Siempre en motivarme y superarme día tras día.

A la Universidad César Vallejo por tener docentes de alto nivel con gran experiencia en campo que me transmitieron sus conocimientos en esta prestigiosa carrera.

**Alva Giraldo Anderson Russelvet Ronald**

## **Agradecimiento**

A mi Dios Todopoderoso por dame la vida y la salud. Siempre me protege en todo lugar, en guiarme por el buen camino y en bendecirme en todos mis proyectos personales.

A mis seres queridos, por su gran amor incondicional que me brindan todos los días y su apoyo inagotable para poder lograr la culminación de la carrera.

A mi asesor, que me guio de forma magistral hasta la terminación de la carrera de ingeniería civil.

**Alva Giraldo Anderson Russelvet Ronald**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MONJA RUIZ PEDRO EMILIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Estabilización de subrasante utilizando cloruro de calcio con cal en los tramos de la Av. Industrial a Tangay, Chimbote, Ancash - 2023", cuyo autor es ALVA GIRALDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHIMBOTE, 28 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PEDRO EMILIO MONJA RUIZ <b>DNI:</b> 17584590 <b>ORCID:</b> 0000-0002-4275-763X	Firmado electrónicamente por: PMONJA el 28-11- 2023 02:19:33

Código documento Trilce: TRI - 0668750



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, ALVA GIRALDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Estabilización de subrasante utilizando cloruro de calcio con cal en los tramos de la Av. Industrial a Tangay, Chimbote, Ancash – 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
ALVA GIRALDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD <b>DNI:</b> 70147086 <b>ORCID:</b> 0000-0003-2709-8346	Firmado electrónicamente por: RALVAGI18 el 13-12- 2023 11:15:16

Código documento Trilce: INV - 1487611



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA: .....	12
3.1 Tipo y diseño de investigación: .....	12
3.2. Variables y operacionalización .....	13
3.3. Población, muestra y muestreo .....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	17
3.5. Procedimientos .....	18
3.6. Método de análisis de datos .....	19
3.7. Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS .....	21
IV. DISCUSIÓN .....	33
V. CONCLUSIONES .....	36
VI. RECOMENDACIONES .....	37
REFERENCIAS .....	38
ANEXOS .....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Número de calicatas.....	8
Tabla 2: Clasificación AASHTO y SUCS.....	9
Tabla 3: Descripción del cloruro de calcio.....	10
Tabla 4: Clasificación AASHTO.....	11
Tabla 5: Cantidades de ensayos realizados.....	16
Tabla 6: Ensayo de Análisis Granulométrico de los tramos de la Av. Industrial a Tangay, Chimbote, Ancash - 2023.....	21
Tabla 7: Ensayo de composición química (Cloruro de calcio).....	22
Tabla 8: Ensayo de composición química (Cal).....	22
Tabla 9: Muestras de las calicatas.....	23
Tabla 10: Proctor Modificado con cloruro de calcio al 1.5%, 3.5% y 4.8% Muestra 1.....	23
Tabla 11: Proctor Modificado con cal al 2.6%, 6.0% y 11.0% Muestra 1.....	24
Tabla 12: Comparativo entre el suelo patrón y las dosificaciones – Proctor Modificado Muestra 1.....	24
Tabla 13: Ensayos del CBR (muestra patrón).....	25
Tabla 14: Ensayos del CBR con cloruro de calcio al 1.5%, 3.5% y 4.8%.....	26
Tabla 15: Ensayos del CBR con cal al 2.6%, 6.0% y 11.0%.....	26
Tabla 16: Comparativo entre el suelo patrón y las dosificaciones – CBR Muestra 2.....	27
Tabla 17: Prueba de normalidad para grupos de cloruro de calcio.....	29
Tabla 18: Estadística de muestras emparejadas.....	29
Tabla 19: Grado de correlación entre los grupos.....	30
Tabla 20: Prueba de t de Student para grupos de cloruro de calcio.....	30
Tabla 21: Prueba de normalidad para grupos de cal.....	31
Tabla 22: Estadística de pruebas emparejadas.....	31
Tabla 23: Grado de correlación entre los grupos.....	32

Tabla 24: Prueba de t de Student para grupos de cal ..... 32

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cal Noreste, 2019 .....	10
Figura 2: Zona de estudio .....	16
Figura 3: Pruebas estadísticas según distribuciones paramétricas o no paramétricas .....	26

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como fin determinar los efectos de cloruro de calcio con cal, en la estabilización de subrasante en los tramos Av. Industrial a Tangay, así mismo el estudio presento una metodología de diseño experimental por que se busco mejorar la calidad de la subrasante mediante pruebas experimentales de cloruro de calcio y cal en proporciones diferentes, así mismo el estudio tuvo como población los 9.20 km del tramo comprendido de la Av. Industrial y Tangay, por lo que la muestra de estudio estuvo representada solo por 4 km de vía, además el estudio determino según la clasificación SUCS a las 4 muestras analizadas, el suelo pertenece a una clasificación SP denominada Arena mal Graduada, siendo también según AASHTO de clasificación A-3 (0), por lo que el contenido de humedad más desfavorable fue el de 5.71 de la muestra C-04, mientras en el análisis de rayos X determino que el cloruro de calcio fue del 93.5% en su estado de pureza según el método de espectrometría, mientras que el óxido de calcio del material analizado fue del 89.53%, además al comparar el cloruro de calcio y la cal respecto al CBR de la muestra C-02, este aumento hasta un 23.2% con la dosificación del 4.8%, mientras para la cal la adición al 11% presento un aumento del 25.8%, mientras en cuanto al análisis estadístico se demostró que el grado fue de 0.933 lo que significa que es una correlación positiva muy fuerte, así mismo la significancia al ser menor a 0.05 por lo que se demuestra que existe influencia significativa entre en cloruro de sodio y la cal en el mejoramiento de la subrasante.

**Palabras clave:** Estabilización, subrasante, cloruro de calcio, cal, composición química.

## ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the effects of calcium chloride with lime on the stabilization of subgrade in the sections Av. Industrial to Tangay. Likewise, the study presented an experimental design methodology that sought to improve the quality of the subgrade. through experimental tests of calcium chloride and lime in different proportions, likewise, the study had as its population the 9.20 km of the section between Industrial Avenue and Tangay, so the study sample was represented only by 4 km of road, In addition, the study determined, according to the SUCS classification, the 4 samples analyzed, the soil belongs to an SP classification called Poorly Graded Sand, also being classified A-3 (0) according to AASHTO, so the most unfavorable moisture content was of 5.71 of sample C-04, while in the Furthermore, when comparing calcium chloride and lime with respect to the CBR of sample C-02, this increase up to 23.2% with the 4.8% dosage, while for lime the addition of 11% presented an increase of 25.8%, while regarding the statistical analysis it was shown that the degree was 0.933 which means that it is a very strong positive correlation, likewise the significance being less than 0.05 which shows that there is a significant influence between sodium chloride and the lime in subgrade improvement.

Keywords: Stabilization, Subgrade, Calcium chloride, lime, chemical composition.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el transporte terrestre debido a su versatilidad, constituye la vía de comunicación más relevante, tiene una implicancia directa en el desarrollo y en la economía de los pueblos. Es vital en las diversas actividades humanas, pues conecta lugares dentro y fuera del país (Hernández, 2021).

Dada la importancia, del transporte terrestre, y ante la existencia de vías que no están debidamente pavimentadas, los organismos de gestión y administración de carreteras, al ahorrar el precio que suele destinarse al decapado, deberían garantizar la correcta funcionalidad del terreno natural, a fin de soportar la carga de los vehículos y del tráfico intenso (Pereda, 2019).

La calidad de servicio de las vías terrestres en general está directamente relacionada a la superficie de rodadura, pues estas deben tener propiedades suficientes para acomodar su resistencia, de lo contrario la vía se verá afectada, dando lugar a diversos procesos de deformación. Es por eso que, utilizando una tecnología de estabilización de suelos muy innovadora, se ha logrado obtener resultados muy efectivos en la mejora de los suelos (Polinario, 2012).

En nuestro país, la proporción de caminos afectados por suelo cohesivo es relativamente alta, provocando accidentes de tránsito, la mayoría de ellos ocurren en zonas montañosas, debido a la presencia de fuertes lluvias se producen daños severos en las carreteras, por lo que se debe enfatizar que la estabilización del suelo, tiene que poseer resistencia y durabilidad ante las diferentes cargas pesadas que provocan el tránsito de los vehículos. Finalmente, es muy importante considerar los factores climáticos, pues las condiciones adversas recortarán directamente la vida útil de la vía (Mendoza, 2020).

Además, estos daños severos mencionado en el párrafo anterior no es mas que una clara evidencia del pésimo comportamiento estructural que parte desde el mismo

terreno de fundación o bien llamado subrasante, así mismo para que un pavimento o carretera sea eficiente a nivel estructural, debe presentar condiciones que permitan un cierto grado de mejora alcanzando un nivel de estabilización aceptable según las características del tráfico (Méndez, 2018, p.41).

En el distrito de Nuevo Chimbote, que está dentro de la jurisdicción de la provincia del Santa en el departamento de Ancash, al igual que en la mayoría de vías del país, es necesario mejorar las autopistas y carreteras existentes para facilitar el traslado de la población, ya sea por trabajo, estudio, paseo u otros. La mala condición de las vías se ve agravada en épocas de lluvia, pues se crean grandes aniegos, originando pérdida de tiempo por la congestión vehicular, además de su implicancia negativa en la economía local y en la salud emocional.

Pero el problema mayor es el impacto del incumplimiento de la concretización de obras civiles, al no poder implementar una eficiente estructura vial, ya sea por cuestiones como el aspecto político o la inercia de las entidades municipales. Por tal motivo, la población exige a sus diversas autoridades que mejoren la transitabilidad de la zona para el beneficio de todos los habitantes.

En ese sentido, esta investigación pretende optimizar la transitabilidad, mejorando la estabilización de la subrasante al utilizar cloruro de calcio con cal en el tramo de Av. Industrial hasta Tangay, teniendo como finalidad en mejorar sus componentes a nivel de subrasante en las progresivas 0+00km – 5+200km, El siguiente estudio brinda un nuevo aporte, para beneficiar a la población, pues al mejorar la transitabilidad, ésta eleva su calidad de vida. Esta investigación debe ser profundizada, pues hay una gran necesidad en todo el país, por lo cual se realiza la siguiente pregunta: ¿Cuál es la influencia de cloruro de calcio con cal, en la estabilización de la subrasante en los tramos Av. Industrial a Tangay con 9.20 km, Chimbote, Ancash – 2023?

La **justificación teórica**, del presente estudio se basa en principios teóricos y tiene como objetivo introducir cierta técnica que permita comprender técnicas novedosas para comprender las diferentes formas de estabilizar el suelo usando cloruro de

calcio y cal a nivel de subrasante. Además, servirá como excelentes modelos teóricos para futuras investigaciones sobre este tema, en cuanto a la **justificación social** se enfoca en dar varias alternativas de solución con la utilización de cloruro de calcio con cal para incrementar la capacidad portante y de esa manera aumentar la productividad en el lugar logrando un incremento económico, de la misma manera se justifica **metodológicamente** pues tiene como meta, identificar las correctas dosificaciones de cloruro de calcio con cal, considerando que, gran parte de la infraestructura vial sufre varias deformaciones debido a que no poseen firmeza en la subrasante, es por ello que las dosificaciones permitirán mejorar notoriamente la resistencia de la subrasante, se **justifica** de manera **técnica**, por la participación de personal debidamente capacitado, quienes evaluaron los cambios químicos, físicos y mecánicos cuando se añadió el cloruro de calcio con cal y por último respecto a la **justificación económica**, la investigación permitirá la inclusión de compuestos de cloruro de calcio y cal a un costo muy bajo, ya que estos materiales son más rentables que otras sustancias para estabilizar, lo que se traduce en resultados superiores y un trabajo de alta calidad.

El estudio tiene como objetivo general determinar los efectos de cloruro de calcio con cal, en la estabilización de subrasante en los tramos Av. Industrial a Tangay con 9.20 km, Chimbote, Ancash – 2023. Mientras como objetivos específicos se tiene determinar las características físicas del suelo de fundación, determinar la composición química del cloruro de calcio y la cal mediante los ensayos de rayos X, determinar las propiedades mecánicas del suelo y suelo modificado y Realizar un análisis comparativo de las propiedades mecánicas del suelo natural y suelo modificado.

Teniendo como hipótesis: La aplicación de cloruro de calcio con cal mejora la estabilización de la subrasante en relación a sus propiedades mecánicas y físicas, en la Av. Industrial a Tangay, Chimbote, Ancash–2023.

## II. MARCO TEÓRICO

Las investigaciones analizadas a nivel Internacional, para realizar el siguiente estudio, son las siguientes:

Los autores Tique, Mora, Diaz y Hernández (2019). En su investigación realizada en la ciudad de Tabasco tuvieron como objetivo general, realizar el análisis de comparación de rendimiento entre óxidos calcio y el cloruro de sodio como estabilizadores. Teniendo para ambos las dosificaciones 2%, 4%, 8%, 10% y 16%. y consideraron el peso seco y el límite de Atterberg. Como resultado que al 8% de cloruro de sodio se evidencia que hay una reducción del L.P en 4.67% y con un I.P. de 88.93% y respecto al óxido de calcio con la dosificación al 8% se observó una reducción del L.P de 15.02% y el I.P. de 51.29%. Llegando a la conclusión que usando el cloruro de sodio es mucho mejor que el óxido de calcio, porque reduce el I.P a un 37%, además notaron que el cloruro de sodio aumentó un 12.50% para ser utilizado como estabilizador. Esta investigación amplió la perspectiva para utilizar los aditivos mencionados e incentivó directamente a nuevas investigaciones para mejorar las obras viales.

Asimismo, Larrea y Rivas (2019) en su investigación realizada en la ciudad de Guayaquil, plantearon como objetivo general, estabilizar la arcilla en el rango IP. Utilizando cloruro de sodio y cloruro de calcio, como muestras se utilizó cloruro de sodio y cloruro de calcio. Las pruebas de Atterberg, Modified Proctor, CBR y pH serán todos estándares de ASTM. En base a los resultados obtenidos para el cloruro de sodio, la dosis recomendada es como máximo del 15%, reduciendo el límite líquido del 39% al 24,1%. y la PI se reduce del 17% al 7,32%. Se encontró que la dosis óptima de cloruro de calcio fue de 20%, reduciendo la fluidez de 39% a 23,77% y el PI de 17% a 8,48%. Evaluando la hidratación óptima, muestra una ligera disminución de 15,2% a 14,1%, similar a cómo CBR pasa de 27,27% a 5,58% a 95% de compresibilidad. El estudio concluyó que la sustancia más recomendada es el uso de cloruro de calcio. El aporte de esta investigación, es la determinación de los componentes de cloruro de calcio y cloruro de sodio usando diferentes ensayos, para lograr una correcta estabilización.

Los autores Morales y Pailacura (2019) en su estudio realizado en Antofagasta, Chile, señalaron como objetivo principal, evaluar el comportamiento del camino aplicando cloruro de calcio como agente estabilizador, la metodología utilizada es experimental, así mismo la muestra consistió en los 2,800 km aproximadamente que están conformado por ripio, las dosificaciones del cloruro de calcio son de 1.5% y 2%. Cuando los caminos no son pavimentados, afecta directamente a las comunidades pues se originan ondulaciones, baches y calaminas. El ancho de la calzada es de 6 m y un espesor de la base de 20 cm, sobre ella pasan vehículos de cargas pesada y liviano, teniendo un suelo del tipo Alb. Se llegó a la conclusión que cuando se añadió el cloruro de calcio se evidencia que el contenido de humedad aumentó y se recomienda su utilización. Este antecedente aportó, que efectivamente cuando se utiliza el cloruro de calcio, mejora de gran manera la estabilidad del camino y de esa manera se evita o retarda el origen de anomalías que perjudican el tiempo de vida de la vía.

Por otro lado, según Parra (2018) en su investigación realizada en la ciudad de Bogotá, señaló como objetivo general, estabilizar químicamente el suelo, agregando cal y cenizas. La dosis de cal y cenizas volantes es 2%, 4%, 6% y 8% respectivamente. Se realizaron pruebas de gravedad específica, Proctor estándar, resistencia a la compresión y finalmente resistencia a la tracción. En los ensayos de compresión se observó que los porcentajes óptimos de cal viva eran del 4% en cuanto a resistencia máxima, de 0,689 a 2,616, y del 8% en cuanto a rigidez, de 0,094 a 1,104, con una deformación del 8% de 3,258 menos fracciones de caliza están formados. Concluyó que, la cal es más recomendable porque aumentó considerablemente la resistencia. Este antecedente aportó mayor claridad cuando se realiza una estabilización con cal y cenizas volátiles, lo que seguramente impulsará los métodos innovadores en la ingeniería civil.

A nivel nacional, se examinó las siguientes investigaciones, a continuación, la data almacenada:

Armando (2023), Puno. Señaló que su objetivo principal consistió en realizar la estabilización de la subrasante con ceniza de quinua y cal en la carretera Lago. Es por ello que utilizó el 9% de ceniza de quinua y el otro 5% de cal para mitigar las apariciones de huecos y/o deformación. Mediante el ensayo del límite de Atterberg, el índice de plasticidad, el Proctor modificado y el CBR. Teniendo como resultado que cuando añadió el 9% de ceniza de quinua aumentó la densidad seca al 1,902 g/cm<sup>3</sup> con un valor de 25,6%. Y con respecto al 5% de cal, se observó que disminuyó todos los IP, LL, LP y así mismo el terreno de fundación. En conclusión, mediante el CBR al 100% aumentó hasta un 32% y su densidad seca al 95% el ensayo del CBR, por lo que su utilización es muy recomendable. Este antecedente aportó que, para poder estabilizar la subrasante el mejor método es la utilización de ceniza de quinua y de esa manera proporcionar una estabilidad eficiente a la carretera.

Del mismo modo, Ávila (2021) en su investigación realizada en la ciudad de Trujillo, señaló como objetivo general, realizar el análisis y evaluación de la subrasante aplicando métodos de estabilización con cal y cloruro de calcio. Usando la metodología del tipo experimental de nivel descriptivo. Teniendo como muestra los 1.5 km, adicionando los porcentajes de cal y cloruro de sodio al (3%, 4%, 5% y 6%), mediante el levantamiento topográfico obtuvo las diferentes medidas de las curvas de nivel, secciones y perfiles longitudinales. Su estudio concluyó que, por medio del ensayo del EMS el suelo es de arena limosa (ML) con clasificación AASHTO (A-4 y A-1-b) y del Proctor Modificado el valor máximo la Max. densidad es de 2.2 gr/cm<sup>2</sup> de la C-2 (M-3) y de la humedad óptima es de 15.8% de la C-3 (M-6) CBR son mayor del 40% y 30%. Este antecedente aportó eficazmente con nuevas investigaciones que pretendan utilizar cloruro de calcio y cal, con fines de mejorar la transitabilidad.

Así mismo, los autores Villar y Oblitas (2020) en su investigación realizada en la ciudad de Chiclayo, aplicaron la metodología el diseño experimental con nivel descriptivo, teniendo como objetivo general, determinar el efecto del cloruro de calcio en la mejora de la superficie de rodadura. Para la obtención del material utilizaron granulometría, límites líquido y plástico, contenido de humedad, Proctor

Modificado y CBR, y agregaron cloruro de calcio al 2% y 3% al proceso de extracción. Llegamos a la conclusión que el estudio encontró que la densidad del suelo en C1 y C2 aumentó de 2153 gr/cm<sup>3</sup> a 2169 gr por unidad de volumen, y de 22147 gr/3 a 12564 gr<sup>3</sup>/cfm<sup>3</sup>, de la misma manera mediante el ensayo del CBR se evidencio que aumentó su resistencia de 42.3% al 59.2% y del 40.3% al 56.6%, es por ello que se recomienda aumentar las dosificaciones que se han utilizados, con la finalidad en aumentar mucho más la capacidad portante. Este antecedente aportó para tener más interés en el ámbito de las investigaciones pues proporcionó nuevos métodos y alternativas de solución para mejorar la superficie de la carpeta de rodadura.

Los autores Chávarry, Figueroa y Reynaga (2020) en su artículo científico, tuvieron como objetivo principal, determinar la mejora de las propiedades mecánicas del suelo y la practicidad del cloruro de calcio, usaron la metodología de tipo descriptivo correlación – explicativo y con un diseño experimental. El lugar de estudio tiene 5 km de largo. Utilizaron los ensayos de granulometría, Limite de Atterberg, CBR y Proctor Modificado, con respecto a la estructura de la vía no pavimentada se empleó el AASHTO 93 para identificar el desempeño estructural y así mismo las capas que lo conforman. Llegaron a la conclusión que la humedad relativa del ambiente fue absorbida por el uso de cloruro de calcio y por ello es una sustancia muy eficaz para la mitigación de la humedad. Esta investigación aportó novedosos métodos experimentales que van a contribuir directamente a nuevos alcances sobre la ingeniería vial y de esa manera incorporar la utilización del cloruro de calcio.

Y por último, según el autor Oncoy (2018) en su investigación realizada en la ciudad de Huaraz, tuvo una metodología experimental y como objetivo general, estabilizar utilizando diferentes porcentajes de cal en la subrasante de la carretera Huaraz – Marcac, la muestra de estudio fueron los 2 km de la vía y para la recolección de información se utilizó los diversos formatos de granulometría, IL, IP, Proctor Modificado y CBR. El estudio concluyó que, en la progresiva 0+244.04 se añadió el 6% de la cal y se evidenció que es el más adecuado para la utilización en la

carretera. Esta investigación aportó a conocer sobre la importancia de la cal para optimizar la estabilidad de la subrasante.

En las diversas teorías que se relacionan directamente a la investigación del estudio, la subrasante: Está situado en la parte superior de un terreno, para que se considera una subrasante se tiene que considerar que su CBR  $\geq$  a 6% (Méndez, 2013, p. 52).

Para la estabilización de la subrasante: En la consolidación de la capa inferior, se fundamenta en otorgarles, resistencia física y durabilidad de Las propiedades exhiben cambios con el tiempo. Las técnicas son diversas y abarcan la introducción de un tipo de suelo diferente o la adición de uno o más elementos de consolidación. Independientemente del procedimiento de consolidación, se lleva a cabo un proceso de compactación uniforme con un mínimo del 95% de densidad y una profundidad de al menos 0,30 cm, para soportar las cargas generadas por el tráfico vehicular (Manual de Carreteras, 2013, p. 36).

*Tabla 1: Número de calicatas*

<b>Tipo de Carreteras</b>	<b>Profundidad</b>	<b>Número mínimo de Calicatas</b>	<b>Observación</b>
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	1 calicata X Km	Las calicatas se ubicaron longitudinalmente y en forma alternada

Fuente: "Manual de Carreteras", Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos, 2014

La estabilización de suelos: El proceso de optimización de las características del suelo a través de métodos mecánicos y adiciones químicas para prolongar su uso en condiciones adecuadas es a lo que se refiere a la prolongación de su vida útil.

Para evitar problemas derivados de su uso, este proceso se suele utilizar en suelos que no cumplen los requisitos mínimos establecidos por las normas (MTC, 2014, p. 25).

Se emplean diferentes procedimientos para la estabilización de suelos y son los siguientes:

**Estabilización mecánica:** La estabilización implica disminuir los espacios vacíos del terreno mediante el uso de técnicas mecánicas de compactación, sin alterar su configuración (Quezada, 2018, p.29). **Estabilización química:** El propósito del tratamiento es mejorar las características del suelo mediante la introducción de productos químicos de grados industrial que promuevan una mejor unión entre los componentes (Ruiz, 2022, p. 45). **Estabilización por combinación de los suelos:** Esta técnica de compactación implica incorporar al suelo de la subrasante un material adicional con el objetivo de mejorar sus características (Horacio, 2015, p.62).

Para la clasificación de suelos: Se inicia con la granulometría, posteriormente con los métodos para poder clasificar el sistema AASHTO y SUCS.

*Tabla 2: Clasificación AASHTO y SUCS*

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Limo	M	Limoso	M
Grava	G	Bien graduado	W
Orgánico	O	LL alto (>50)	L
Arena	C	Arcilloso	C
Turba	Pt	LL bajo (<50)	H
Arcilla	S	Pobrementemente graduado	H

Fuente: "Manual de Carreteras", Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos, 2014

La Estabilización de Cloruro de Calcio: Esta es una de las sustancias más utilizadas para la determinación de suelos. Es popular porque es el más disponible en el mercado hoy en día. Es adecuado para firmes y sustratos, y también se puede

aplicar directamente al suelo, mejorando sus propiedades físicas y mecánicas mientras se reducen los gastos de mantenimiento a un estado regular (Moreno, 2019, p. 40).

*Tabla 3: Descripción del cloruro de calcio*

Especificaciones técnicas			
Hierro	1.5	Ppm	Fe
Cloruro de calcio	40	% w min.	CaCl
Cloruro de sodio	310	Ppm max.	NaCl
Sulfato de calcio	0.04	% w max.	CaSO <sub>4</sub>

Fuente: Quimpac S.A, 2018

Suelos estabilizados con cal: La combinación de suelo, cal y agua crea un compuesto conocido como "cal estática". El óxido de calcio se obtiene calcinando materiales de piedra caliza. También se puede utilizar hidróxido de calcio (cal hidratada o cal apagada). Estas cales aéreas se denominan comúnmente cales mica aéreas porque se endurecen al mezclarse con agua, gracias a la acción del dióxido de carbono (MTC, 2014, p. 97).

*Figura 1: Cal Noreste, 2019*



Fuente: Google search

Mediante la Norma CE. 020: Los suelos utilizados para cualquier construcción se tiene que considerar en tener un peso de materia orgánica de 3%. También se verifica que el líquido este limpio y que no tenga ningún material orgánico.

Tabla 4: Clasificación AASHTO

<b>Clasificación AASHTO</b>	<b>Descripción</b>
A-7-5 y A-7-6	Materiales orgánicos y arcillosos de alta compresibilidad
A-6	Materiales orgánicos de baja compresibilidad y limos de alta compresibilidad
A-5	Arcillas y limos de baja compresibilidad
A-4	Arenas arcillosas
A-3	Arena de pobre gradación
A-2-6 y A-2-7	Arenas limosas
A-2-4 y A-2-5	Arenas bien gradadas
A-1-b	Gravas de pobre gradación
A-1-a	Gravas bien gradadas

Fuente: Norma CE. 020 "Estabilización de suelos y Taludes"

### III. METODOLOGÍA:

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación:

##### 3.1.1. Tipo de investigación

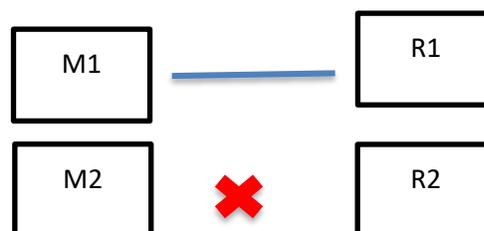
La presente investigación fue del tipo aplicada, y según (Vargas, 2014, p. 45) son conocimientos teóricos para abordar problemas o mejorar la calidad de vida. Su objetivo es abordar un problema o enfoque específico, con el único objetivo de descubrir y consolidar conocimientos para su aplicación y contribuir así al desarrollo cultural y científico. Es por ello que se va a añadir el cloruro de calcio y la cal para saber cuál de ellos funciona como un estabilizante y se observará los fenómenos provocados por las variables antes mencionadas.

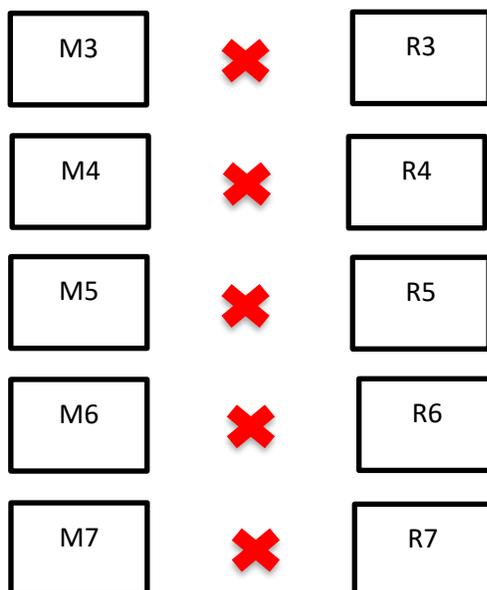
##### 3.1.2. Diseño de investigación:

Según (Hernández, 2014, p. 184) Es para determinar el efecto y la relación entre una o más variables dependientes, altera intencionalmente al menos una variable independiente. Los sujetos no se asignan al azar a los grupos y no se pueden emparejar, pero ya están formados antes del experimento.

La investigación fue de diseño experimental, debido que se buscó mejorar la capacidad de la subrasante sometiendo esta muestra a grupos experimentales de cal y cloruro de calcio con el fin de alcanzar resultados más convenientes en la investigación.

A continuación, se presenta los siguientes esquemas:





Donde:

M1: Muestra patrón.

M2: Muestra adicionando un 1.50% de cloruro de calcio.

M3: Muestra adicionando un 3.50% de cloruro de calcio.

M4: Muestra adicionando un 4.80% de cloruro de calcio.

M5: Muestra adicionando un 2.60% de cal.

M6: Muestra adicionando un 6.0% de cal.

M7: Muestra adicionando un 11% de cal.

R1: Resultados de la muestra patrón.

R2,R3,R4,R5,R6 y R7: Resultado de la adición química según las dosificaciones.

### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable independiente:** Cloruro de calcio

- **Definición conceptual:** El cloruro de calcio es una de las sustancias más utilizadas en el mercado. Donde se utiliza

directamente en el suelo y de esa manera mejorando notoriamente sus propiedades físicas y mecánicas (Moreno, 2019, p. 40).

- **Definición operacional:** La adición de cloruro de calcio a la muestra se realiza con estas dosificaciones de 1.5%, 3.5% y 4.8% con la única finalidad de garantizar la estabilidad.
- **Dimensiones:** Aplicación de los porcentajes y composición química.
- **Dimensiones:** Porcentaje de adición del 1.5%, 3.5%, 4.8% y rayos X.
- **Escala de medición:** Razón e Intervalo

#### **Variable independiente:** Cal

- **Definición conceptual:** El proceso de calcinación de piedra caliza es responsable de la producción de cal. También es posible el uso de hidróxido de calcio (cal hidratada o cal apagada). Cales aéreas son los nombres que reciben este tipo de cales, que se endurecen cuando se mezclan con agua porque se libera dióxido de carbono durante la reacción (MTC, 2014, p. 97).
- **Definición operacional:** La adición de cal para poder alcanzar la estabilidad es necesario estas siguientes dosificaciones al 2.6%, 6% y 11%
- **Dimensiones:** Aplicación de los porcentajes y composición química.
- **Indicadores:** Porcentaje de adición del 2.6%, 6.0%, 11% y rayos X
- **Escala de medición:** Razón e Intervalo

**Variable dependiente:** Estabilización de la subrasante

- a) **Definición conceptual:** Se lleva a cabo un proceso de compactación uniforme con un mínimo del 95% de densidad y una profundidad de al menos 0.60m debajo de la subrasante, si el CBR tiene  $\geq 6\%$  se trata de un suelo de mala calidad pero si es  $< 6\%$ , es un suelo con presencia de material orgánica (Manual de Carreteras, 2013, p. 36).
- **Definición operacional:** La estabilización de la subrasante es por medio de la aplicación de los diferentes ensayos, lo cual será debidamente medido por medio de su escala respectiva.
  - **Indicadores:** Se verifica por medio de los diversos colores de profundidad que tiene el suelo
    - ✓ Analisis de granulometria
    - ✓ Proctor modificado
    - ✓ CBR
    - ✓ Contenido de humedad
  - **Escala de Medición:** Razón e Intervalo

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### 3.3.1. Población:

Según (Fidias, 2012, p. 81) manifestó que: la población está conformada por varios elementos con diferentes características y así mismo con objetivo de investigación por lo cual los debidos análisis serán extensos.

La población del estudio estuvo representada por todo el tramo que comprende los 9.20 km a la Av. Industrial y Tangay.

- **Criterios de inclusión:** Se han reconocido áreas con distintos tipos de sustracción y/o degradación en la subrasante.
- **Criterios de exclusión:** No se ha encontrado que la subrasante contenga varios tipos de hundimientos y/o deterioro.

*Tabla 5: Cantidades de ensayos realizados*

ENSAYOS DE ESTABILIZACION DE CLORURO DE CALCIO Y CAL											
PORCENTAJES (%)	Muestras				Cloruro de calcio				cal		PARCIAL
	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4	1.50%	3.50%	4.80%	2.60%	6%	11%	
PROPORCIONES											
<b>Ensayos Físicos</b>											
Granulometría	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	4
Límite de Atterberg	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	4
Contenido de Humedad	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	4
Peso específico	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	4
<b>Ensayos Mecánicos</b>											
Proctor Modificado	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	16
CBR	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	16
<b>Ensayos Químicos</b>											
Ensayo de rayos X	1-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	6
<b>TOTAL DE ENSAYOS</b>											<b>54</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2. Muestra:

(Narváez, 2014, p.3). Menciona que la muestra es parte de un subgrupo que conforma a la población esta puede estar presentado como países dentro de un continente o también distritos dentro de una región específica, así mismo la muestra forma parte del análisis debido que es la cantidad representativa que se someterá a un estudio.

Para el estudio la muestra estuvo representada por 4.0 km de la Av. Industrial a Tangay.

### **3.3.3. Muestreo:**

En la presente investigación el muestreo fue no probabilístico, debido que los tramos comprendidos desde la Av. Industrial a Tangay fueron seleccionados a conveniencia y no fue necesario ningún tipo de análisis previo.

### **3.3.4. Unidad de análisis:**

Estuvo representado por 4 calicatas.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **Técnica**

Como técnica se empleó la metodología observacional con la finalidad de identificar los puntos críticos del tramo que comprende a la Av. Industrial hasta Tangay, del mismo modo se realizó el método de extracción de muestras donde se tuvo un alcance previo de las características del suelo de fundación.

### **Instrumentos de recolección de datos**

Estos comprendieron a los formatos técnicos empleados por la normativa técnica peruana así como también a la normativa americana que es quien rige a todo el proceso de ensayos de laboratorio, los cuales están definidos por lo siguiente:

*Tabla 6: Instrumento normativo según NTP y ASTM*

<b>Ensayos</b>	<b>MTC</b>	<b>ASTM</b>
Análisis granulométrico	NTP 339.128	ASTM D422
Contenido de humedad	NTP 339.127	ASTM D 2216

Límites de consistencia	NTP 339.129	ASTM D 4318
Proctor modificado	NTP 337.141	ASTM D 1883
CBR	NTP 339.145	ASTM D 1883

Nota: Estos instrumentos normativos se utilizaron para el desarrollo de cada ensayo.

### 3.5. Procedimientos

Para el estudio, se realizó la visita de campo con el fin de reconocer la zona de estudio ubicada en la Av. Industrial, así mismo según los parámetros del manual de carreteras se identificó el número de calicatas cuya totalidad fue de 4 puntos de investigación, cuyas dimensiones de cada calicata fueron de 1x1x1.50m de profundidad, una vez teniendo la muestra se procedió a realizar los ensayos de laboratorio, para el análisis granulométrico se muestreo el material en una serie de tamizes correspondiente para suelos, de donde se determinó el comportamiento del material según el tamaño de sus partículas clasificando a la muestra como un material arenoso de características según SUCS como SP, además fue pobremente graduada al no cumplir con los coeficientes de uniformidad y de curvatura, mientras para el ensayo de límites de consistencia el material al ser arena, este tipo de material no suele presentar plasticidad y al carecer de finos, se clasificó a la muestra como NP cuyo significado es que no presenta por ser de matriz arenosa, mientras que en el ensayo de Proctor modificado se siguió la secuencia de compactación por cada a cada 25 golpes, seguidamente se llevó la muestra a un horno a temperatura controlada de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  para el cálculo de la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad y para el proceso de CBR se llevó la misma secuencia del Proctor modificado de donde la MDS se llevó a un estado del 95%, por lo que el proceso consta en la selección de 3 moldes de diferentes dimensiones cuyos parámetros de golpes para cada molde en cada 5 capas fue de 10, 25 y 56 golpes, posteriormente se llevó la muestra a un recipiente con agua durante un tiempo de 96 horas, con la finalidad de verificar la expansión del material en

la lectura del dial, una vez llevada la muestra con molde a la prensa CBR se empezó a tomar registro de las penetración por cada unidad de análisis desde 0.1” a 0.2”, de donde el CBR al 95% a 0.1”, es el CBR que se toma en los registros de ensayo.

### **3.6. Método de análisis de datos**

La presente investigación está situada en el Distrito de Chimbote, Departamento de Áncash, enfocado en la Av. Industrial hasta Tangay. Por medio del laboratorio de suelos y Rayos X que tienen sus herramientas debidamente calibradas y certificadas que garantizan unos excelentes resultados, los resultados obtenidos fueron procesados en diferentes programas como el Excel 2019, para la realización de cuadros debidamente espaciados y posicionados, donde cuyos márgenes toman la representación de 3 líneas según los cumplimiento normativo de la universidad, así mismo toda esta información sirvió para tener un detalle resumido de cada cuadro, además en el mismo programa también se procesó los gráficos, donde la visualización de estas graficas también muestran el alcance de los valores de los resultados favorables como desfavorables cuya metodología aplicada en este concepto fue la secuencia de barras con su posterior interpretación, del mismo modo se utilizó el programa AUTOCAD 2022, para la elaboración del plano de ubicación de donde se mostró la ubicación exacta del tramo que comprende a la Av. Industrial a Tangay, del mismo modo se ubicó el plano de calicatas correspondientes a 4 puntos de investigación según los parámetros de la normativa del Manual de carreteras suelos y pavimentos, además por último se empleó el programa IBM SPSS Statistics 25, con la finalidad de responder a la hipótesis de estudio, donde los resultados del análisis obtenidos se llevaron a un conjunto de pruebas paramétricas, de donde se identificó el grado de correlación empleando la prueba de t student, para grupos que presentan grados de correlación significativos.

### 3.7. Aspectos éticos

La presente investigación, se realiza con estricto apego al código de ética de la Universidad César Vallejo, donde fue publicado el 23 de mayo del 2017 expedido con la Resolución del Consejo Universitario N°0126-2017/UCVL. En el aspecto de **beneficencia**, se dará amplia difusión a más misiones para la próxima generación de estudiantes e investigadores. En un acto **no maleficencia**, el investigador no alterará ni manipulará ningún resultado para su propio beneficio. **La autonomía**, de toda la información presentada será evaluada previamente por el software Turnitin, el cual nos mostrará el porcentaje de originalidad que posee y finalmente en **justicia**, es decir que el autor es totalmente responsable del 100% de toda la información brindada, la cual será inmediatamente evaluados y revisados por expertos en la materia.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Características físicas del suelo de fundación:

*Tabla 7: Ensayo de Análisis Granulométrico de los tramos de la Av. Industrial a Tangay, Chimbote, Ancash - 2023*

<b>CALICATA N°</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>C-01</b>	<b>C-02</b>	<b>C-03</b>	<b>C-04</b>
<b>CAPA</b>		(M-01)	(M-01)	(M-01)	(M.01)
<b>LIMITE LIQUIDO</b>	(%)	NP	NP	NP	NP
<b>LIMITE PLASTICO</b>	(%)	NP	NP	NP	NP
<b>INDICE PLASTICO</b>	(%)	NP	NP	NP	NP
<b>CLASIFICACION SUCS</b>		SP	SP	SP	SP
<b>CLASIFICACION AASHTO</b>		A-3 (0)	A-3 (0)	A-3 (0)	A-3 (0)
<b>% DE GRAVAS</b>	(%)	1.6%	4.3%	3.4%	6.2%
<b>% DE ARENAS</b>	(%)	96.8%	92.8%	93.6%	89.6%
<b>% DE FINOS</b>	(%)	1.6%	3.0%	3.0%	4.2%
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	(%)	3.61%	5.57%	5.77%	5.71%

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos – ELEVER

**Interpretación.** En la tabla 6 y en el ANEXO N°04, se evidencio que el tipo de suelo no presento plasticidad, así mismo pertenece a un SP (Arena mal Graduada) en la clasificación SUCS y en AASHTO pertenece al grupo A-3 (0) y con respecto a los finos y grava tienen el porcentaje menor es 1.6% y el contenido de humedad el mayor es de 5.71 de la C-04.

#### 4.2. Ensayo de composición química de cloruro de calcio y la cal:

Tabla 8: Ensayo de composición química (Cloruro de calcio)

ELEMENTO	COMPOSICIÓN QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
Cloruro de calcio	(CaCl)	93.5	
Sodio	(Na)	0.11	
Magnesio	(Mg)	0.09	Espectrometría de fluorescencia de rayos
Sulfatos	(So <sub>4</sub> )	0.28	
Alcalinidad	(CaOH) <sub>2</sub>	0.20	X
Hierro	(Fe mg/KG)	10.0	

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos – ELEVER

**Interpretación.** En la tabla 8 y en el ANEXO N°12, se evidencia las composiciones químicas del ensayo, dando que el Cloruro de calcio teniendo la composición química (CaCl) tiene 93.5% y el Hierro (Fe mg/Kg) con el valor de 10.0%.

Tabla 9: Ensayo de composición química (Cal)

ELEMENTO	COMPOSICIÓN QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
Oxido de calcio	(CaO)	89.53	
Oxido de Fierro	(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.064	
Oxido de magnesio	(MgO)	0.528	Espectrometría de fluorescencia de rayos
Oxido de silicio	(SiO <sub>2</sub> )	3.71	
Oxido de aluminio	(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.51	X
Impurezas de carbón		5.65	

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos – ELEVER

**Interpretación.** En la tabla 9 y en el ANEXO N°12, se evidencia las composiciones químicas del ensayo, dando que el Óxido de Calcio teniendo la composición química (CaO) tiene 89.53% y el Óxido de Hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) con el valor de 0.064%.

#### 4.3. Determinar las propiedades mecánicas del suelo y suelo modificado:

##### Resultados obtenidos del ensayo de Proctor Modificado

*Tabla 10: Muestras de las calicatas*

<b>Muestras</b>	<b>C-01</b>	<b>C-02</b>	<b>C-03</b>	<b>C-04</b>
Densidad máxima seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.722	1.742	1.737	1.778
Humedad Optima (%)	7.58	8.32	7.95	5.85

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos – ELEVER

**Interpretación.** De acuerdo a la tabla 10 y en el ANEXO N°06, se evidencia que en la C-01 el valor mínimo de la MDS fue de 1.722 g/cm<sup>2</sup>, mientras que el valor máximo se presentó en la C-04 con una Densidad máxima seca de 1.778 g/cm<sup>3</sup>, así mismo respecto a la humedad optima se obtuvo el mayor porcentaje en la C-02 (8.32%) y la mínima C-04.

*Tabla 11: Proctor Modificado con cloruro de calcio al 1.5%, 3.5% y 4.8% Muestra 1.*

<b>Muestras</b>	<b>C-01</b>	<b>1.5%</b>	<b>3.5%</b>	<b>4.8%</b>
Densidad máxima seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.722	1.790	1.825	1.934
Humedad Optima (%)	7.58	6.78	5.94	4.91

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos – ELEVER

**Interpretación.** En la tabla 11 en el ANEXO N°08, se evidencia que al adicionar las dosificaciones de cloruro de calcio al 1.5%, 3.5% y 4.8% a la muestra C-01, se alcanzó un valor favorable con la dosificación máxima del 4.8%, por lo que MDS aumento en un 1.934 g/cm<sup>3</sup> y el OCH se redujo en un 4.91%.

*Tabla 12: Proctor Modificado con cal al 2.6%, 6.0% y 11.0% Muestra 1.*

<b>Muestras</b>	<b>C-01</b>	<b>2.6%</b>	<b>6.0%</b>	<b>11.0%</b>
Densidad máxima seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.722	1.815	1.934	2.175
Humedad Optima (%)	7.58	6.88	4.91	4.25

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos – ELEVER

**Interpretación.** En la tabla 12 en el ANEXO N°11, al adicionar la cal a la muestra C-01, se tuvo un valor favorable en la dosificación al 11%, por lo que su MDS aumento en un 2.175 g/cm<sup>3</sup>, mientras su OCH se redujo en un 4.25%.

*Tabla 13: Comparativo entre el suelo patrón y las dosificaciones – Proctor Modificado Muestra 1.*

<b>MUESTRA</b>	<b>C-01</b>	<b>1.5% (cloruro de calcio)</b>	<b>3.5% (cloruro de calcio)</b>	<b>4.8% (cloruro de calcio)</b>	<b>2.6% (cal)</b>	<b>6.0% (cal)</b>	<b>11.0% (cal)</b>
<b>Densidad máxima seco (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1.722	1.790	1.825	1.934	1.815	1.934	2.175
<b>Humedad Optima (%)</b>	7.58	6.78	5.94	4.91	6.88	4.91	4.25

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos – ELEVER

**Interpretación.** En la tabla 13, se observa que al emplear las diferentes dosificaciones tanto para cloruro de calcio y cal, ambas presentaron mejorías

con las dosificaciones máxima del 4.8% y 11% al suelo patrón de la muestra C-01.

#### 4.4. Análisis comparativo del suelo natural y suelo modificado

##### Resultados obtenidos del ensayo de CBR

Tabla 14: Ensayos del CBR (muestra patrón)

Muestra	C-01	C-02	C-03
Max. densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.722	1.742	1.737
Max. densidad seca al 95% (gr/cm <sup>3</sup> )	1.636	1.666	1.650
CBR al 95%	12.8	11.3	13.4
CBR al 100%	21.8	20.8	19.5

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos – ELEVER

**Interpretación.** En la tabla 14 en el ANEXO N°07, se aprecia que de las muestras C-01, C-02 y C-03, el valor más crítico fue el de C-02 con un CBR del 11.3%, siendo el más desfavorable por lo que presento un CBR bajo.

Tabla 15: Ensayos del CBR con cloruro de calcio al 1.5%, 3.5% y 4.8%

Muestra	C-02	1.5%	3.5%	4.8%
<b>Max. densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.742	1.790	1.825	1.934
<b>Max. densidad seca al 95% (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.666	1.701	1.734	1.837
<b>CBR al 95%</b>	11.3	15.2	17.9	23.2
<b>CBR al 100%</b>	20.8	23.5	26.3	29.3

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos – ELEVER

**Interpretación.** En la tabla 15 y en el ANEXO N°08, se observa que ya añadiendo las 3 dosificaciones al CBR de la muestra C-02, este aumento desde un 15.2% hasta un 23.2%, siendo la dosificación 4.8% de cloruro de calcio la que trae mejores beneficios a la subrasante.

Tabla 16: Ensayos del CBR con cal al 2.6%, 6.0% y 11.0%

Muestra	C-02	2.6%	6.0%	11.0%
<b>Max. densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.742	1.515	1.953	2.175
<b>Max. densidad seca al 95% (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.666	1.724	1.855	2.066
<b>CBR al 95%</b>	11.3	12.1	24.0	25.8
<b>CBR al 100%</b>	20.8	21.2	29.3	32.4

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos – ELEVER

**Interpretación.** En la tabla 16 y en el ANEXO N°10, se observa que al añadir todas las dosificaciones al CBR de la muestra C-02, este aumento desde un

12.1% hasta un 25.8%, siendo la dosificación al 11.0% de cal, la que permite un incremento favorable en su capacidad de soporte.

*Tabla 17: Comparativo entre el suelo patrón y las dosificaciones – CBR Muestra 2.*

MUESTRA	C-02	1.5% (cloruro de calcio)	3.5% (cloruro de calcio)	4.8% (cloruro de calcio)	2.6% (cal)	6.0% (cal)	11.0% (cal)
<b>CBR al 95%</b>	11.3	15.2	17.9	23.2	12.1	24.0	25.8
<b>CBR al 100%</b>	20.8	23.5	26.3	29.3	21.2	29.3	32.4

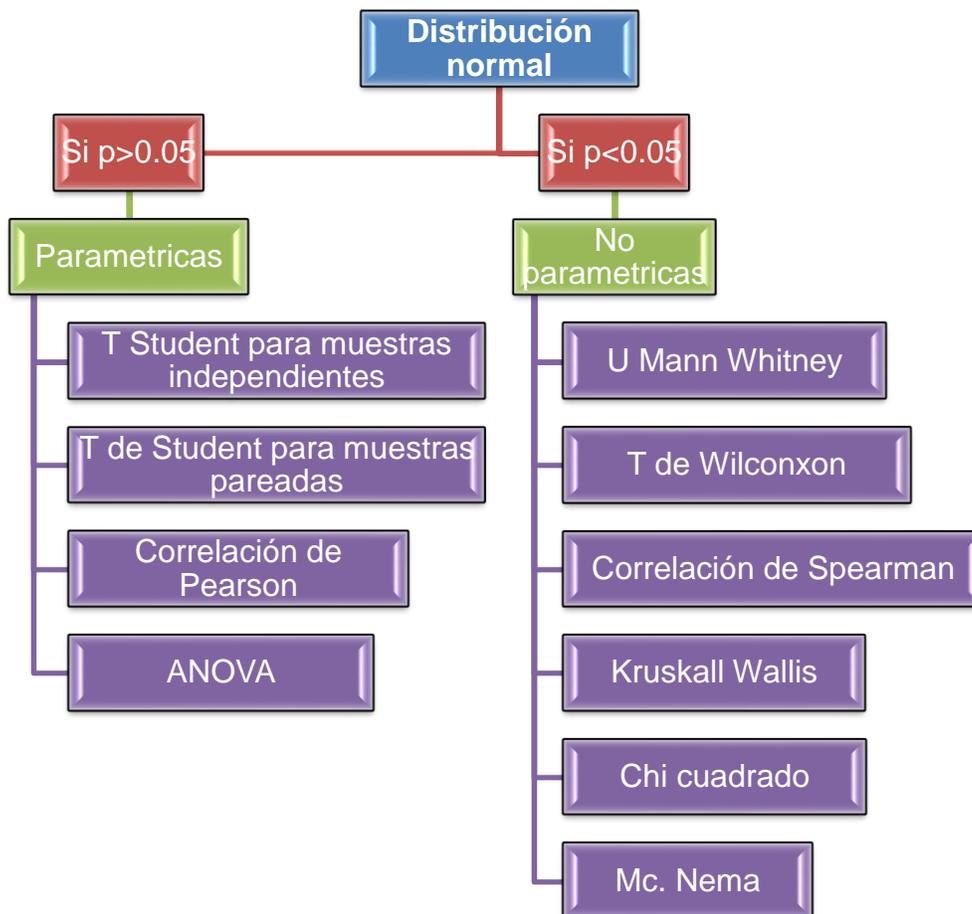
Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos – ELEVER

**Interpretación.** Tal como se observa en la tabla 16, el CBR de la muestra C-02 con la dosificación máxima de cloruro de calcio, presento un aumento 23.2%, mientras con la dosificación al 11.0% de cal el CBR aumento hasta un 25.8%, cabe mencionar que tanto para el cloruro de sodio como la cal el comportamiento de la subrasante paso de ser de buena a muy buena.

## ANALISIS ESTADISTICO

En la prueba de normalidad se va a identificar si la prueba es paramétrica o no, en función de este análisis se aplicarán las pruebas correspondientes:

*Figura 2: Pruebas estadísticas según distribuciones paramétricas o no paramétricas*



## Influencia del cloruro de calcio mediante prueba estadística

### Prueba de normalidad

Debido que el número de datos fue menor a 50 se optó por usar el método de Shapiro- Wilk.

*Tabla 18: Prueba de normalidad para grupos de cloruro de calcio*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Resultados de CBR	,997	4	,992
Grupos de cloruro de calcio	,993	4	,972

Fuente: IBM SPSS Statistic

Interpretación: Se muestra que los datos se distribuyen de una forma normal, debido que la significancia de los resultados del CBR es de 0.992, por lo que es mayor 0.05, se demuestra que existe una distribución normal de datos.

### Prueba T de student de muestras emparejadas

*Tabla 19: Estadística de muestras emparejadas*

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Resultados de CBR	16,4000	4	4,19285	2,09643
	Grupos de cloruro de calcio	2,5000	4	1,29099	,64550

Fuente: IBM SPSS Statistic

Interpretación: En la presente tabla se aprecia que existe diferencia entre las medias por lo que los resultados de CBR y los grupos de cloruro de calcio son homogéneos.

Tabla 20: Grado de correlación entre los grupos

		<b>N</b>	<b>Correlación</b>	<b>Sig.</b>
Par 1	Resultados CBR & Grupos de cloruro de calcio	4	,998	,002

Fuente: IBM SPSS Statistic

Interpretación: En la presente tabla se aprecia que existe un grado de correlación de 0.998 lo que significa que es una correlación positiva muy fuerte según lo mencionado por (Sampieri, 2014, p.305), así mismo el nivel de significancia es menor al 0.05, por lo que se demuestra que el cloruro de calcio presenta un grado de correlación positivo en los resultados del CBR para su mejora de las propiedades mecánicas de la subrasante.

Tabla:

Tabla 21: Prueba de t de Student para grupos de cloruro de calcio

		Diferencias emparejadas							
		Desv. Desviación	Desv. Error	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)	
Par	Resultados de	Media	n	promedio	Inferior	Superior			
1	CBR – Grupos de cloruro de calcio	13,900	2,90631	1,45316	9,27540	18,52460	9,565	3	,002

Fuente: IBM SPSS Statistic

Interpretación: En la tabla 20 se observa que el t de student fue de 9.56, así mismo la media entre grupos fue de 13.90, por lo que el nivel de significancia al ser de  $0.02 < 0.05$  por lo que demuestra que el cloruro de calcio influye en las propiedades mecánicas de subrasante.

## Influencia de la cal mediante prueba estadística

### Prueba de normalidad para resultados con cal

Tabla 22: Prueba de normalidad para grupos de cal

	<b>Estadístico</b>	<b>Shapiro-Wilk gl</b>	<b>Sig.</b>
Resultados del CBR	,810	7	,121
Grupos de cal	,993	7	,972

Fuente: IBM SPSS Statistic

Interpretación: Se muestra que los datos se distribuyen de una forma normal, debido que la significancia de los resultados del CBR es de 0.121, por lo que es mayor 0.05, se demuestra que existe una distribución normal de datos.

### Prueba T de student de muestras emparejadas

Tabla 23: Estadística de pruebas emparejadas

		<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Desv. Desviación</b>	<b>Desv. Error promedio</b>
Par 1	Resultados de CBR	18,3000	4	7,66333	3,83167
	Grupos de cal	2,5000	4	1,29099	,64550

Fuente: IBM SPSS Statistic

Interpretación: En la presente tabla 23 se aprecia que existe diferencia entre las medias por lo que los resultados de CBR y los grupos de cal presentan medias de 18.30 y 2.5 por lo que son homogéneos.

*Tabla 24: Grado de correlación entre los grupos*

		<b>N</b>	<b>Correlación</b>	<b>Sig.</b>
Par 1	Resultados de CBR & Grupos de cal	4	,933	,037

Fuente: IBM SPSS Statistic

Interpretación: En la presente tabla 24 se aprecia que existe un grado de correlación de 0.933 lo que significa que es una correlación positiva muy fuerte según los mencionado por (Sampieri, 2014, p.305), así mismo el nivel de significancia es menor al 0.05, por lo que se demuestra que la cal presenta un grado de correlación positivo en los resultados del CBR para su mejora de las propiedades mecánicas de la subrasante.

Tabla:

*Tabla 25: Prueba de t de Student para grupos de cal*

		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
Par					Inferior	Superior			
1	Resultados del CBR – Grupos de cal	15,800	6,475	3,237	5,496	26,103	4,880	3	,016

Fuente: IBM SPSS Statistic

Interpretación: En la presente tabla 25 se observa que el t de student es de 4.88, así mismo la media entre grupos es de 15.80, por lo que el nivel de significancia al ser de  $0.016 < 0.05$  se demuestra que la cal influye en las propiedades mecánicas de subrasante de manera positiva.

#### IV. DISCUSIÓN

De acuerdo al estudio de investigación se pudo apreciar que el comportamiento de la subrasante cambio drásticamente con los materiales añadidos como fue el caso del cloruro de calcio y la cal, así mismo estos ofrecen ciertos beneficios en cuanto a volumen, densidad y humedad de la muestra.

Así mismo, el estudio determinó un comportamiento de arena mal graduada (SP y A-3(0)). Careciendo de plasticidad y con un gran porcentaje de grava, resultados que coinciden con los obtenidos por Armando, es preciso manifestar que de acuerdo a la clasificación SUCS en su estudio se reportaron suelos de diferentes clasificaciones.

Además, vale recalcar que en la investigación propuesta por (Armando, 2018, p.44) el suelo estabilizado con cal empieza con el proceso de estabilización desde el 5% de cal añadida, siendo la arena un material de características cohesivas donde sus partículas se encuentran dispersadas unas a otras, estas requirieron ser controladas con la humedades variadas, por lo que el proceso de compactación ayuda hasta cierto periodo juntarlas, siendo en este punto donde se requirió la ayuda del material estabilizante donde permitió aumentar la densidad del material, por lo que el grado de compactación se vio afectado positivamente en su MDS y en su OCH, así mismo las propiedades mecánicas también tomaron el mismo rumbo, debido que el CBR de la subrasante mejoro hasta un 32%.

Ante lo mencionado, podemos discutir el cloruro de calcio, al ser un material proveniente de la sal de características higroscópicas, es obtenido a través del mármol y cuyo modo de utilización es a través de la disolución en agua hacia los suelos donde se requiera cualquier tipo de mejoramiento, por lo que se puede concluir que al emplear el mismo proceso para nuestro suelo, la densificación del material ha ido en aumento, mientras el contenido de agua retenida en la muestra disminuyo paulatinamente.

Además, para los resultados obtenidos en la presente investigación se determinó que el comportamiento de la subrasante de los tramos comprendidos de la Avenida Industrial, mediante el método de clasificación SUSC fue de SP para las 4 calicatas, debido que el material predominante fue la arena.

Mientras que (Tique, Mora, Díaz y Hernández, 2019, p.33). Presentaron resultados diferentes en su investigación realizada en la carretera de Huánuco, debido que el comportamiento de subrasante se clasificó según SUCS como un suelo SC, denominado arena arcillosa, por lo que también es predominante en arena y es mayor al 12% de limos y arcilla.

Además, al verificar ambas investigaciones se obtuvieron resultados distintos, en cuanto a los análisis de los límites de consistencia, la carretera de Huánuco en su límite líquido alcanzó un valor del 40%, mientras que el índice de plasticidad presentó un valor del 12.9%, por lo que en la Avenida Industrial el valor de los límites líquidos y de plasticidad fueron presentados como NP, por lo que se pudo verificar que el material carece de finos.

Por otro lado (Larrea y Rivas, 2019, p.43). Alcanzaron resultados muy distintos, ya que al optar por la incorporación de cloruro de calcio los límites de consistencia presentaron variaciones en sus resultados, por lo que el índice de plasticidad se redujo de un 17% hasta un 7.32%, del mismo modo ocurrió con el límite líquido presentó reducción de un 39% a un 24.1%, mientras en la investigación realizada en la Avenida Industrial no se presentaron cambios en los límites de consistencia debido que el material no presenta por ser de matriz arenosa.

En cuanto al análisis del Proctor modificado realizados en la Avenida Industrial, el análisis determinó que la Máxima densidad seca presentó un valor de 1.742 gr/cm<sup>3</sup> y un OCH de 8.32%, por lo que al incorporar el material de cloruro de calcio en dosificaciones del 1.5%, 3.5% y al 4.8%, este presentó un incremento en su densidad hasta un 1.934 gr/cm<sup>3</sup>, por lo que se evidencia que el volumen del material se ve afectado de manera positiva, por lo que disminuye el contenido de agua perjudicial hasta un 4.91%.

Resultados similares propusieron (Villar y Oblitas, 2020, p.54). Ya que al emplear las dosificaciones de cloruro de calcio en cantidades diferentes del 2% y 3%, la máxima densidad del material presento un valor de 1.823 g/cm<sup>3</sup>, mientras el OCH fue del 5.66%, por lo se evidencia que en ambos casos el tipo de material no presenta características sueltas, más bien son de características densas a muy densas.

Mientras con el ensayo de CBR, al emplear las dosificaciones de cloruro de calcio al 1.5%, 3.5% y al 4.8% en la Avenida industrial, se observó un cambio positivo en el comportamiento de la muestra, por lo que el valor de la capacidad de soporte del material mejoro de un 11.3% a un 23.2%.

Por lo tanto (Ávila, 2021, p.49). Determino algo similar en sus resultados debido que la capacidad del CBR influye de gran magnitud con la incorporación de cloruro de calcio y cal, ya que este material de mejoramiento presenta características higroscópicas que reducen la expansividad del material, del mismo modo con las incorporaciones del 3%, 4%, 5% y 6%, el valor del CBR alcanzado fue del 32% por lo que se acerca a un valor de base, siendo un valor potencialmente bueno según las clasificación de subrasante presentado en la manual de suelos y pavimentos.

En cambio en la propuesta de (Oncoy, 2018, p.63). Los resultados que se obtuvieron demuestran que el cloruro de calcio influye en el CBR, cuando se le incorpora más del 5% de este material, otorgándole ciertos beneficios en su capacidad resistente, así mismo se alcanzó un valor del 24.6% con la incorporación optima de cloruro de calcio del 6%, por lo que se evidencia una clara mejoría del material en la subrasante, por lo que cabe mencionar que el material con la incorporación resultó más trabajable por lo que se llegó a su grado compactación mucho más rápido de lo habitual.

## V. CONCLUSIONES

Para el objetivo 1: Se determinó que según la clasificación SUCS a las 4 muestras analizadas, el suelo pertenece a la simbología SP denominada Arena mal Graduada, siendo también según AASHTO de clasificación A-3 (0), por lo que el contenido de humedad más desfavorable fue el de 5.71 de la muestra C-04.

Para el objetivo 2: El estudio químico determinó que el cloruro de calcio fue del 93.5% en su estado de pureza según el método de espectrometría, mientras que el óxido de calcio del material analizado fue del 89.53%.

Para el objetivo 3: Se determinó que la MDS de la M1 con la dosificación de cloruro de calcio al 4.8% obtuvo una MDS de 1.934 gr/cm<sup>3</sup>, mientras que el OCH fue del 4.91%, además para la cal con dosificación del 11% se alcanzó una mayor densidad por lo que la MDS fue de 2.175 gr/cm<sup>3</sup> y el OCH fue del 4.25%.

Para el objetivo 4: Se determinó que al comparar el cloruro de calcio y la cal respecto al CBR de la muestra C-02, este aumento hasta un 23.2% con la dosificación del 4.8%, mientras para la cal la adición al 11% presento un aumento del 25.8%, por lo que se evidencio que las dosificaciones de cal presentaron mayores mejorías.

Para el análisis estadístico, se demostró que el grado fue de 0.933 lo que significa que es una correlación positiva muy fuerte, así mismo la significancia al ser menor a 0.05 por lo que se demuestra que existe influencia significativa entre en cloruro de sodio y la cal en el mejoramiento de la subrasante.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda a los futuros estudiantes de la carrera de ingeniería civil y también a las autoridades:

Considerar ensayos y pruebas de análisis a las muestras estudiadas, ya que de esa forma se podrá evitar el riesgo de accidentes como hundimientos desproporcionales producido por las cargas del tráfico.

Considerar un aproximado una cantidad aproximada de cal mayor al 5%, ya que se esa manera se conseguirán resultados más óptimos, en cuanto a CBR.

Cuando se trate de dosificar con cal a la subrasante se recomienda un suelo de características cohesivas ya que este tipo de suelos provocan una reacción puzolanica en la muestra alcanzando resistencias muy próximas al material de base.

Considerar que el CBR alcanzó una mejor, cuando la calidad de este se encuentre del 20% al 30% ya que estos tipos de subrasantes son consideradas subrasantes muy buenas.

Considerar que el grado de compactación en la subrasante sea mayor al 95%, ya que la incumplir con el grado de compactación podrían originarse problemas de sobrecargar expuestas por el mismo tráfico.

## REFERENCIAS

1. AVILA, Karina Tesis “Análisis y evaluación de la subrasante aplicando métodos de estabilización con cal y cloruro de calcio, en la carretera de Huamachuco – Cajabamba, Caserío San Miguel, Distrito de Marcabal, Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad” [en línea]. Perú: 2021 [fecha de consulta: 25 de Junio del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/8019>
2. ONCOY, Jhonatan Tesis “Estabilización con cal a nivel de subrasante de la carretera Huaraz – Marcac en la progresiva 0+000-2+000-2018” [en línea]. Perú: 2018 [fecha de consulta: 24 de Junio del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26410>
3. VILLAR, Ernesto y OBLITAS, Juan Tesis “Mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada con la aplicación de cloruro de calcio en la avenida pradera, urbanización la pradera – Pimentel – Chiclayo – Lambayeque” [en línea]. Perú: 2020 [fecha de consulta: 24 de Junio del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/6652>
4. CHAVARRY, Carlos; FIGUEROA, Rosario y TEJADA, Rossy. Estabilización química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas [en línea]. Perú: Editorial Polo del Conocimiento, 2020 [fecha de consulta. 26 de Junio del 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7518100>  
ISSN: 2550-6821X
5. OROBIO, Armando. Considerations for design and construction of

gravel surfaced road stabilized with calcim chloride. Dina, (78), 93-103. Disponible en:

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0012-73532011000100009](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0012-73532011000100009)

6. PARRA, Manuel Tesis “Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante” [en línea]. Colombia: 2018 [fecha de consulta: 28 de Junio del 2023]. Disponible en:  
<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/e5575558-aa31-4b1f-b5c7-016a71787c97/content>
7. QUEZADA, Santiago Tesis “Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación” [en línea]. Perú: [fecha de consulta: 26 de Junio del 2023]. Disponible en:  
[https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3207/ICI\\_242.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3207/ICI_242.pdf)
8. TIQUE, Julio; MORA, Rene; DIAZ, Sergio y HERNANDEZ, Francisco Tesis “Comparación del rendimiento de dos agentes químicos en la estabilización de un suelo arcilloso” [en línea]. México: 2019 [fecha de consulta: 26 de Junio del 2023]. Disponible en:  
<https://espacioimasd.unach.mx/index.php/Inicio/article/view/183/597>
9. RUIZ, Eder Tesis “Estabilización química de subrasante aplicando la mezcla de cloruro de sodio y oxido de calcio en la Avenida Tintaya, Juliaca 2022” [en línea]. Perú: 2022 [fecha de consulta: 26 de Junio del 2023]. Disponible en  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/101587>
10. LARREA, Bárbara y RIVAS, Juan Tesis “Estabilización de suelos

arcillosos con cloruro de sodio y cloruro de calcio” [en línea].  
Guayaquil: 2019 [fecha de consulta: 26 de Junio del 2023].  
Disponible en:  
[http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/12607/1/T-UCSG-  
PRE-ING-IC-293.pdf](http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/12607/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-293.pdf)

11. HORACIO, López Tesis “Estabilización de suelos cohesivos por medio de cal en las vías de la comunidad de San Isidro del Pegon, Municipio Potosi – Rivas [en línea]. Nicaragua: 2015 [fecha de consulta de 26 de Junio del 2023]. Disponible en:  
<https://repositorio.unan.edu.ni/6456/1/51667.pdf>

12. Morphol, R. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Scielo, 227-232. doi:  
[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-  
95022017000100037](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037)

13. OLAYA, Andrés Tesis “Aplicación de agente químico como estabilizador de suelos arcillosos para la construcción de vías” [en línea]. Colombia: 2018 [fecha de consulta de 26 de Junio del 2023]. Disponible en:  
[https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20215/10986  
95948.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20215/1098695948.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

14. Ventura, J. (2017). ¿Población o muestra? Una diferencia necesaria. Scielo, 40 - 43. doi:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-  
34662017000400014](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662017000400014)

15. MORALES, Eduardo y PAILACURA, Carlo. Estudio del comportamiento de una carpeta de rodado estabilizada con cloruro.

Obras y proyectos, (26), 27-26

16. González Duñez, V. P. (Abril de 2019). Design, Adaptation and Reliability of an Instrument to Measure Engineering Students' Competencies. SCielo, 38(1), 27. Obtenido de ISSN 0257-4314
17. Herbas, B., Rocha, E. (2018). Metodología científica para la realización de investigaciones de mercado e investigaciones sociales cuantitativas. Scielo, 1 – 38. doi: [http://www.scielo.org.bo/pdf/rp/n42/n42\\_a06.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/rp/n42/n42_a06.pdf)
18. MAMANI, Gonzalo. Estabilización de la subrasante con ceniza de quinua y cal en la carretera de Lago Sagrado, Puno, Perú. Infraestructura Vial, (25), 1-7
19. BEHAR, Daniel. Metodología de la Investigación [en línea]. Mexico: Editorial Shalom, 2008 [fecha de consulta: 26 de Junio del 2023]. Disponible en: [http://www.academia.edu/15004323/Libro\\_metodologia\\_investigacion\\_Libro\\_NB](http://www.academia.edu/15004323/Libro_metodologia_investigacion_Libro_NB)  
ISBN: 978-958-212-783-7
20. Aguilera, R. (2013). Identidad y diferenciación entre Método y Metodología. Scielo, 1 – 23. doi: <https://www.scielo.org.mx/pdf/ep/n28/n28a5.pdf>
21. Ingenieri, Ordine. 2008. Orden de los ingenieros. [en línea] 2008. [citado el: 15 de Agosto del 2017]. Disponible en: <http://www.ordineingegneri.bergamo.it/atti/sismica/009.pdf>.
22. MOHEDAS, Margarita y MORENO, Alberto. Apertura y Mantenimiento

de vías forestales, 2014. Disponible en:  
[https://books.google.com.pe/books?id=SRINBQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=SRINBQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

ISBN: 978-84-283-9862-6

23. RICO, Alfonso. La ingeniería de suelos en las Vías Terrestres. 1ª. ed. México: Arcos Libros, 1978. Disponible en:  
[https://edoc.tips/download/la-ingenieraa-de-suelos-en-las-vaas-terrestres-carreteras-ferrocarriles\\_pdf](https://edoc.tips/download/la-ingenieraa-de-suelos-en-las-vaas-terrestres-carreteras-ferrocarriles_pdf)

ISBN: 968-18-0054-0

24. Morales, V. (2002). Sobre la metodología como ciencia y el método científico: un espacio polémico. Scielo, 121 – 146. doi:  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-97922002000100006](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-97922002000100006)

25. HERNANDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. 6ª. ed. México: Interamericana Editores, 2014. Disponible en:  
<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

ISBN: 978-1-4562-2396-0

26. RONDON, Hugo. Pavimentos, materiales, construcción y diseño. México, 2015. Disponible en: <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2015/08/pavimentos.pdf>

574 pp.

ISBN: 978-612-304-263-9

27. TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación científica. 4ª. ed. Colombia: Editorial Limusa, 2004. 175 pp.

ISBN: 968-18-5872-7

28. RODRIGUEZ, Arainga. Guía de investigación Científica. Lima: Fondo Editorial UCH, 2011. 213pp.  
ISBN: 978-612-4109-04-1
29. URBANO, Gómez. Análisis de datos cualitativos. Fedumar Pedagogía y Educación [en línea]. Vol. 3, n.º1. marzo de 2016. [Fecha de consulta: 25 de febrero de 2022]. Disponible en:  
<http://editorial.umariana.edu.co/revistas/index.php/fedumar/article/view/1122/1064>  
ISSN: 2390-0962
30. Ruiz, P. (2004). Población muestra y muestreo. Scielo, 1-6. doi:  
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012)
31. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2019. Corredor vial de 158 km en Ancash impulso económico de 400 mil personas. Lima: gob.per, 2019.
32. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2018. Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. 2018.
33. Quispe, A., Pinto, D., Huaman, M., & Campos, A. (2020). Metodologías cuantitativas: Cálculo del tamaño de muestra con STATA y R. Scielo, 25 - 50. doi:  
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rcmhnaaa/v13n1/2227-4731-rcmhnaaa-13-01-78.pdf>
34. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008). Manual de Carreteras, Diseño Geométrico DG – 2018. Disponible en:  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/do](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/do)

[cumentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](#)

35. ASTM International (2016). Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils. Disponible en: [https://www.academia.edu/22026933/Standard\\_Test\\_Method\\_for\\_Particle\\_Size\\_Analysis\\_of\\_Soils\\_1](https://www.academia.edu/22026933/Standard_Test_Method_for_Particle_Size_Analysis_of_Soils_1)
36. HAIDER, Wouter y BUCH, Neeraj. Local calibration of rigid pavement performance models using resampling methods. The international journal of pavement engineering.  
ISSN: 10298436
37. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2011). Índice Medio Diario Anual – IMDA. Disponible en: <http://mtcgeo2.mtc.gob.pe/imdweb/>
38. HERNANDEZ, Roberto y FERNANDEZ, Carlos. Metodología de la investigación. Interamericana Editores.  
ISBN: 978-1-4562-2396-0
39. RAFFINO, Maria. 2020. Investigación no Experimental. Disponible en: <https://issuu.com/yessit17/docs/revista>
40. VARGAS, Rosa. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades en evidencia científica. Revista Educacion, (33), 155-165.

# **ANEXOS**

**Anexo 1: Tabla de operacionalización de variables**

<b>Variables de estudio</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
<b>Variable independiente:</b> Cloruro de calcio	El cloruro de calcio es una de las sustancias más utilizadas en el mercado. Donde se utiliza directamente en el suelo y de esa manera mejorando notoriamente sus propiedades físicas y mecánicas (Moreno, 2019, p. 40).	La adición de cloruro de calcio a la muestra se realiza con estas dosificaciones de 1.5%, 3.5% y 4.8% con la única finalidad de garantizar la estabilidad.	Composición química	Rayos X	-Razón -Intervalo
			Aplicación de los porcentajes (%)	Porcentaje de adición del 1.50%	
				Porcentaje de adición del 3.50%	
	El proceso de calcinación de piedra caliza es responsable de la producción de cal. También es posible el uso de	La adición de cal para poder alcanzar la estabilidad es necesario estas siguientes	Composición química	Rayos X	
			Aplicación de los porcentajes (%)	Porcentaje de adición del 2.60%	

<b>Cal</b>	hidróxido de calcio (cal hidratada o cal apagada). Cales aéreas son los nombres que reciben este tipo de cales, que se endurecen cuando se mezclan con agua porque se libera dióxido de carbono durante la reacción (MTC, 2014, p. 97).	dosificaciones al 2.6%, 6% y 11%		Porcentaje de adición del 6.0%	
				Porcentaje de adición del 11%	
<b>Variable dependiente:</b> Estabilización de la subrasante	Se lleva a cabo un proceso de compactación uniforme con un mínimo del 95% de densidad y una profundidad de al menos 0.60m debajo de la subrasante, si el	La estabilización de la subrasante es por medio de la aplicación de los diferentes ensayos, lo cual será debidamente medido por medio	<b>Propiedades físicas</b>	Granulometría	-Razón -Intervalo
				Clasificación del suelo	
				Humedad optima	
				Máxima densidad	
				Límites de Atterberg	

	<p>CBR tiene <math>\geq 6\%</math> se trata de un suelo de mala calidad pero si es <math>&lt; 6\%</math>, es un suelo con presencia de material orgánica (Manual de Carreteras, 2013, p. 36).</p>	<p>de su escala respectiva.</p>	<p>Propiedades mecánicas</p>	<p>CBR</p>	
				<p>Proctor Modificado</p>	

## ANEXO N° 02: Panel fotográfico



**Foto N°01:** Medir y observar la falla en la carpeta de rodadura



**Foto N°02:** En este kilómetro se termina el asfaltado



**Foto N°03:** El término del asfaltado y medición del ancho de la calzada



**Foto N°04:** Señalando el estado actual de la zona de estudio



**Foto N°05:** Se observa el estado de la subrasante



**Foto N°06:** Se evidencia el estado muy deplorable de la subrasante



**Foto N°07:** Midiendo el ancho de la subrasante



**Foto N°08:** Observando el estado actual del lugar de investigación



**Foto N°09:** Señalando los siguientes tramos de la subrasante



**Foto N°10:** Se observa el estado muy avanzado de la subrasante



**Foto N°11:** Siguiendo la señalización preventiva del tramo



**Foto N°12:** El estado actual del tramo de estudio

### ANEXO N° 03: Estudio de suelos



**Foto N°13:** Medición de la excavación de la C-1



**Foto N°14:** Observación visual del cambio de color del suelo



Foto N°15: Señalización de la C-01



Foto N°16: Observando la profundidad de la C-02



Foto N°17: Excavación y recolección del material de la C-02



Foto N°18: Realizando la visualización de la profundidad de la C-03



Foto N°19: Recolección in situ de la muestra de la C-03

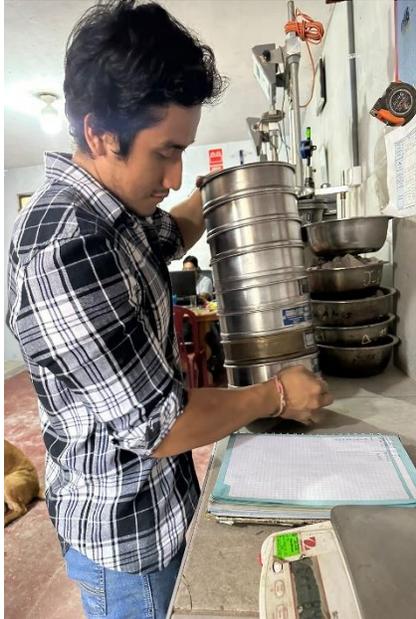


Foto N°20: Profundidad de la C-04



**Foto N°21:** Finalizando la extracción del material de la C-04

## GRANULOMETRIA



**Foto N°22:** Zarandeando el material en los tamices



**Foto N°23:** Pesando el tamaño de las piedras en la muestra

## ANEXO N° 04: Ensayo Granulométrico

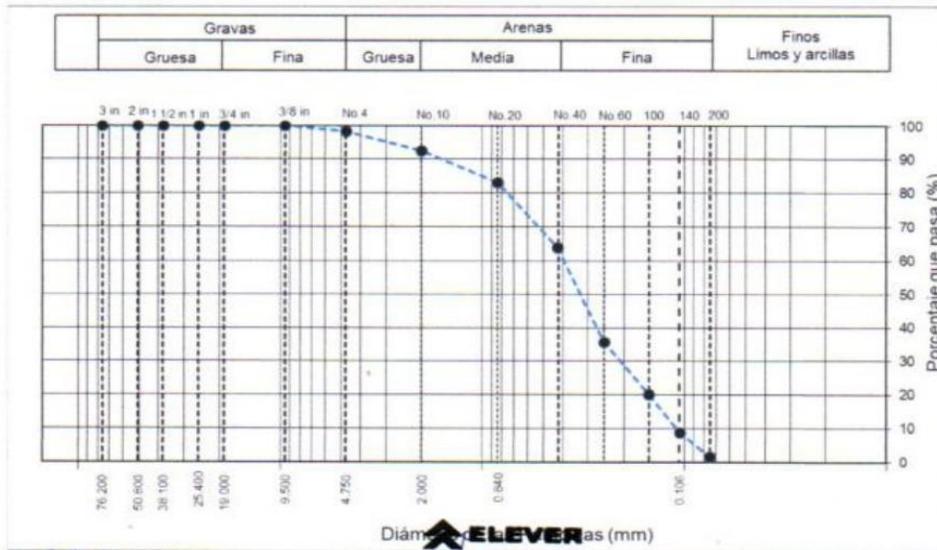


LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

### ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D 422

**PROYECTO** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE – ANCASH - 2023"  
**SOLICITANTE** : ALVA GIRANDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD  
**FECHA** : 13/09/2023

TAMIZ	TAMIZ	Peso Retenido	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	Especificación
3 in.	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso inicial= 1272.0 g
2 in.	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	Calicata= C-1
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	Profundidad 1.50 m
1 in.	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	SUCS = SP
3/4 in.	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0	ASHHTO = A-3 (0)
3/8 in.	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	W% = 5.02 %
No. 4	4.750	20.4	1.6	1.6	98.4	LL = NP
No. 10	2.000	74.6	5.9	7.5	92.5	IP = NP
No. 20	0.840	119.5	9.4	16.9	83.1	Grava: 1.6
No. 40	0.425	244.5	19.2	36.1	63.9	Arena: 96.8
No. 60	0.250	357.6	28.1	64.2	35.8	Finos: 1.6
No. 100	0.150	201.6	15.9	80.1	19.9	D10 = 0.111
No. 140	0.106	142.6	11.2	91.3	8.7	D30 = 0.213
No. 200	0.075	90.4	7.1	98.4	1.6	D60 = 0.401
Pan	---	20.7	1.6	100.0		Cu = 3.61
		1272.0				Cc = 1.02



**Jose A. Valle Pelaez**  
 GERENTE GENERAL

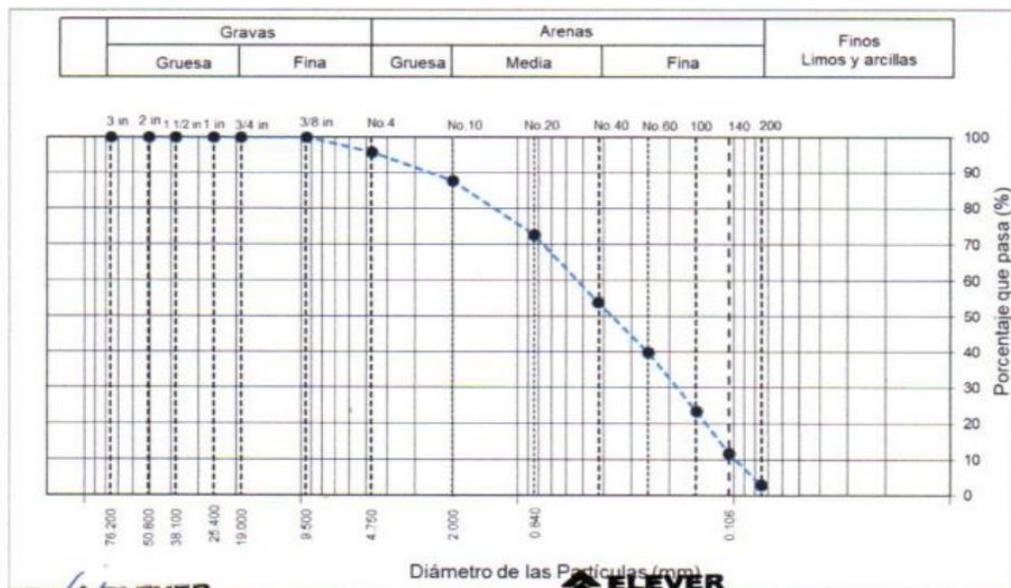
**Ing. Carlos Brayan Acosta Games**  
 CIP 272622

RUC: 20608524216  
 MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
 ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

**ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D 422**

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE - ANCASH - 2023"  
 SOLICITANTE : ALVA GIRANDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD  
 FECHA : 13/09/2023

TAMIZ	TAMIZ	Peso Retenido	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	Especificación
3 in.	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso inicial = 1399.7 g
2 in.	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	Calicata C-2
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	Profundidad 1.50 m
1 in.	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	SUCS = SP
3/4 in.	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0	ASHHTO = A-3 (0)
3/8 in.	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	W% = 4.81 %
No. 4	4.750	59.7	4.3	<b>4.3</b>	95.7	LL = NP
No. 10	2.000	112.6	8.0	12.3	87.7	IP = NP
No. 20	0.840	210.7	15.1	27.4	72.6	Grava: 4.3
No. 40	0.425	259.7	18.6	45.9	54.1	Arena: 92.8
No. 60	0.250	198.4	14.2	60.1	39.9	Finos: 3.0
No. 100	0.150	230.7	16.5	76.6	23.4	D10 = 0.100
No. 140	0.106	164.7	11.8	88.4	11.6	D30 = 0.190
No. 200	0.075	121.5	8.7	97.0	<b>3.0</b>	D60 = 0.557
Pan	---	41.5	3.0	100.0	<b>3.0</b>	Cu = 5.57
		1399.7				Cc = 0.65



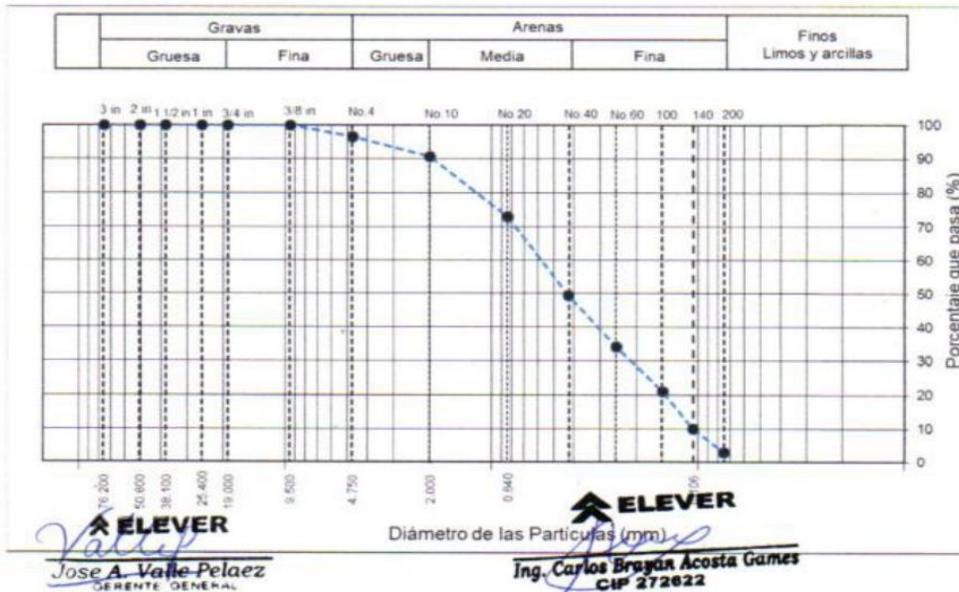
**ELEVER**  
 Jose A. Valle Pelaez  
 GERENTE GENERAL

**ELEVER**  
 Ing. Carlos Brayan Acosta Games  
 CIP 272622

**ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D 422**

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE – ANCASH - 2023"  
 SOLICITANTE : ALVA GIRANDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD  
 FECHA : 13/09/2023

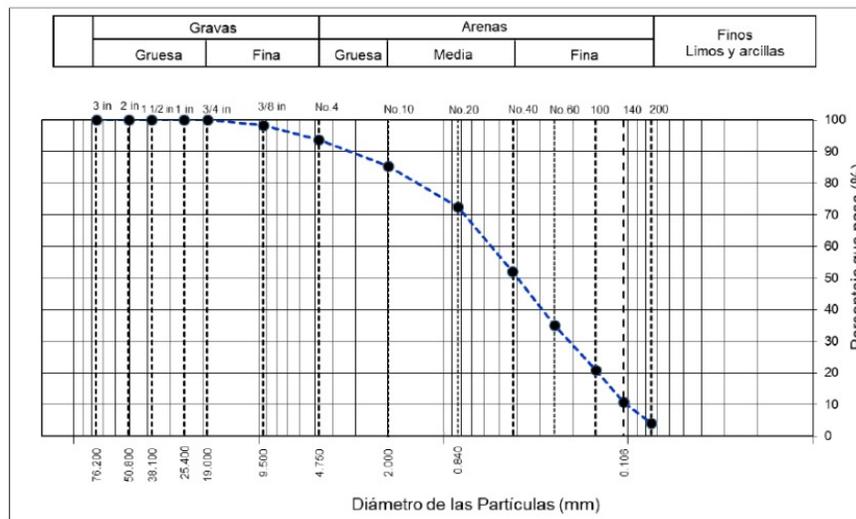
TAMIZ	TAMIZ	Peso Retenido	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	Especificación
3 in.	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso inicial = 1371.0 g
2 in.	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	Calicata = C-3
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	Profundidad = 1.50 m
1 in.	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	SUCS = SP
3/4 in.	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0	ASHHTO = A-3 (0)
3/8 in.	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	W% = 5.14 %
No. 4	4.750	47.2	3.4	3.4	96.6	LL = NP
No. 10	2.000	81.5	5.9	9.4	90.6	IP = NP
No. 20	0.840	241.5	17.6	27.0	73.0	Grava: 3.4
No. 40	0.425	322.9	23.6	50.6	49.4	Arena: 93.6
No. 60	0.250	209.7	15.3	65.9	34.1	Finos: 3.0
No. 100	0.150	177.8	13.0	78.8	21.2	D10 = 0.106
No. 140	0.106	152.7	11.1	90.0	10.0	D30 = 0.218
No. 200	0.075	96.5	7.0	97.0	3.0	D60 = 0.611
Pan	---	41.1	3.0	100.0		Cu = 5.77
		1371.0				Cc = 0.74



**ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D 422**

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE - ANCASH - 2023"  
 SOLICITANTE : ALVA GIRALDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD  
 FECHA : 13/09/2023

TAMIZ	TAMIZ	Peso Retenido	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	Especificación
3 in.	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso inicial = 1493.9 g
2 in.	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	Calicata= C-4
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	Profundidad 1.50 m
1 in.	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	SUCS = SP
3/4 in.	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0	ASHHTO = A-3 (0)
3/8 in.	9.500	25.4	1.7	1.7	98.3	W% = 4.41 %
No. 4	4.750	66.8	4.5	6.2	93.8	LL = NP
No. 10	2.000	125.7	8.4	14.6	85.4	IP = NP
No. 20	0.840	191.4	12.8	27.4	72.6	Grava: 6.2
No. 40	0.425	305.5	20.4	47.8	52.2	Arena: 89.6
No. 60	0.250	254.1	17.0	64.9	35.1	Finos: 4.2
No. 100	0.150	211.5	14.2	79.0	21.0	D10 = 0.102
No. 140	0.106	152.7	10.2	89.2	10.8	D30 = 0.214
No. 200	0.075	98.5	6.6	95.8	4.2	D60 = 0.584
Pan	---	62.5	4.2	100.0		Cu = 5.71
		1493.9				Cc = 0.76



  
 Jose A. Valle-Pelaez  
 GERENTE GENERAL

  
 Ing. Carlos Breyer Acosta Games  
 CIP 272622

RUC: 20608524216  
 MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
 ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

## ANEXO N° 05: Ensayo Contenido de Humedad



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

PROYECTO	: "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE - ANCASH - 2023"
SOLICITANTE	: ALVA GIRANDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD
CALICATA	: C-01
FECHA	: 13/09/2023

DESCRIPCION	M 1	M2
Tara (nombre/número)	-	-
Masa del contenedor (g)	0	0
Masa del suelo húmedo + Contenedor (g)	100.00	100.00
Masa del suelo seco + Contenedor (g)	95.73	94.72
Masa del suelo seco	95.73	94.72
Peso del agua	4.27	5.28
Contenido de Humedad (%)	4.46	5.57
	5.02%	

  
**ELEVER**  
Jose A. Valle Pelaez  
GERENTE GENERAL

  
**ELEVER**  
Ing. Carlos Brayan Acosta Games  
CIP 272622

RUC: 20608524216  
MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

**CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216**

PROYECTO	: "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE - ANCASH - 2023"
SOLICITANTE	: ALVA GIRANDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD
CALICATA	: C-02
FECHA	: 13/09/2023

DESCRIPCION	M 1	M2
Tara (nombre/número)	-	-
Masa del contenedor (g)	0	0
Masa del suelo húmedo + Contenedor (g)	100.00	100.00
Masa del suelo seco + Contenedor (g)	95.74	95.09
Masa del suelo seco	95.74	95.09
Peso del agua	4.26	4.91
Contenido de Humedad (%)	4.45	5.16
	4.81 %	

  
**ELEVER**  
Jose A. Valle Pelaez  
GERENTE GENERAL

  
**ELEVER**  
Ing. Carlos Bryan Acosta Games  
CIP 272622

RUC: 20608524216  
MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

**CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216**

PROYECTO	: "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE – ANCASH - 2023"
SOLICITANTE	: ALVA GIRANDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD
CALICATA	: C-03
FECHA	: 13/09/2023

DESCRIPCION	M 1	M2
Tara (nombre/número)	-	-
Masa del contenedor (g)	0	0
Masa del suelo húmedo + Contenedor (g)	100.00	100.00
Masa del suelo seco + Contenedor (g)	94.39	95.84
Masa del suelo seco	94.39	95.84
Peso del agua	5.61	4.16
Contenido de Humedad (%)	5.94	4.34
	5.14 %	

  
*Jose A. Valle Pelaez*  
GERENTE GENERAL

  
*Ing. Carlos Brayan Acosta Games*  
CIP 272622

RUC: 20608524216  
MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

**CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216**

PROYECTO	: "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE – ANCASH - 2023"
SOLICITANTE	: ALVA GIRALDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD
CALICATA	: C-04
FECHA	: 13/09/2023

DESCRIPCION	M 1	M2
Tara (nombre/número)	-	-
Masa del contenedor (g)	0	0
Masa del suelo húmedo + Contenedor (g)	100.00	100.00
Masa del suelo seco + Contenedor (g)	95.22	96.34
Masa del suelo seco	95.22	96.34
Peso del agua	4.78	3.66
Contenido de Humedad (%)	5.02	3.80
	4.41%	

  
*Jose A. Valle-Pelaez*  
 GERENTE GENERAL

  
*Ing. Carlos Bryson Acosta Games*  
 CIP 272622

RUC: 20608524216  
 MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
 ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

## ANEXO N° 06: Ensayo de Proctor Modificado



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

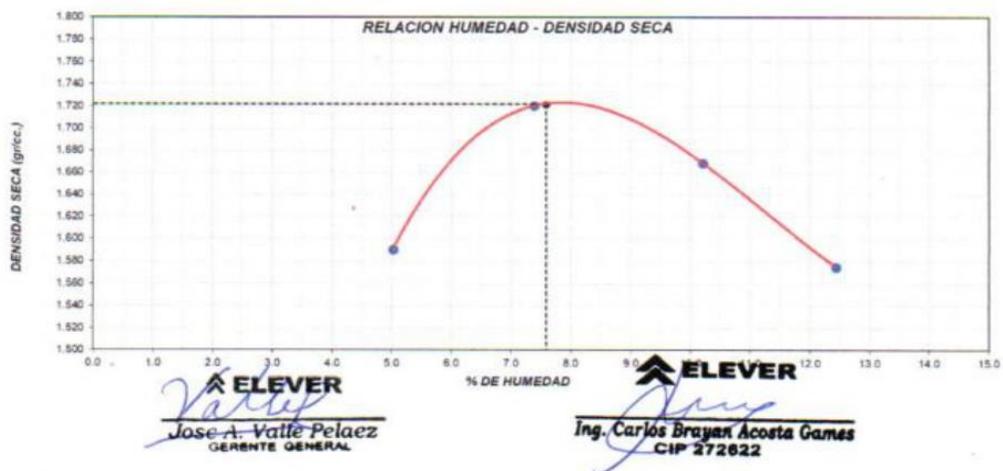
### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO	: *ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE – ANCASH - 2023*
SOLICITANTE	: ALVA GIRANDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD
CALICATA	: C-01
FECHA	: 13/09/2023

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883					
Volumen Molde		918.9	cm <sup>3</sup>		
Peso Molde		3556	gr.		
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	5.091	5.254	5.246	5.184
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.	1.535	1.698	1.690	1.628
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	1.670	1.848	1.839	1.772
Recipiente Numero		0	0	0	0
Peso de la Tara	gr.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	98.7	113.5	100.4	121.6
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	94.0	105.7	91.1	108.2
Peso del agua	gr.	4.72	7.8	9.3	13.5
Peso del suelo seco	gr.	94	106	91	108
Contenido de agua	%	5.0	7.4	10.2	12.4
Densidad Seca	gr/cc	1.591	1.721	1.669	1.576

Máxima densidad seca: 1.722 gr/cm<sup>3</sup>

Optimo contenido de humedad: 7.58%



RUC: 20608524216  
 MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
 ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

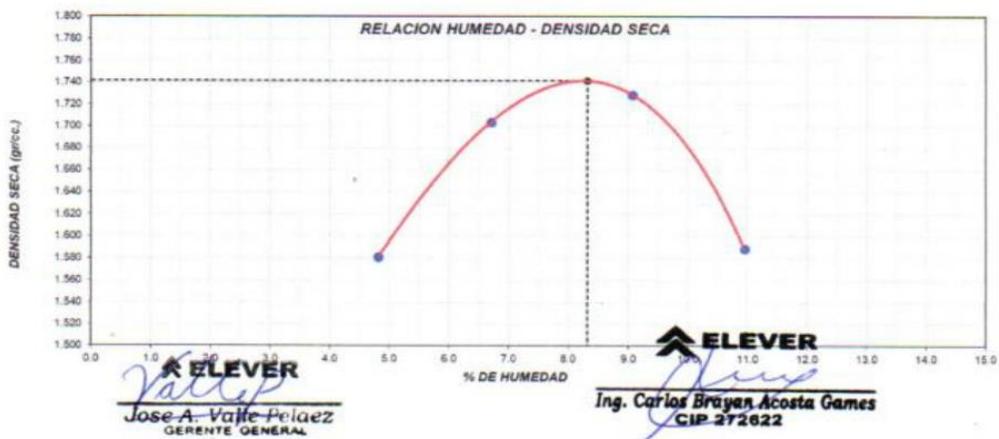
**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

PROYECTO	: "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE - ANCASH - 2023"
SOLICITANTE	: ALVA GIRANDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD
CALICATA	: C-02
FECHA	: 13/09/2023

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883					
Volumen Molde		918.9	cm <sup>3</sup>		
Peso Molde		3556	gr.		
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	5,079	5,227	5,289	5,176
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.	1,523	1,671	1,733	1,620
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	1.657	1.818	1.886	1.763
Recipiente Numero		0	0	0	0
Peso de la Tara	gr.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	105.6	111.9	116.3	112.7
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	100.8	104.8	106.6	101.5
Peso del agua	gr.	4.85	7.0	9.7	11.1
Peso del suelo seco	gr.	101	105	107	102
Contenido de agua	%	4.8	6.7	9.1	11.0
Densidad Seca	gr/cc	1.581	1.704	1.729	1.589

Máxima densidad seca: 1.742 gr/cm<sup>3</sup>

Optimo contenido de humedad: 8.32%



RUC: 20608524216  
MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

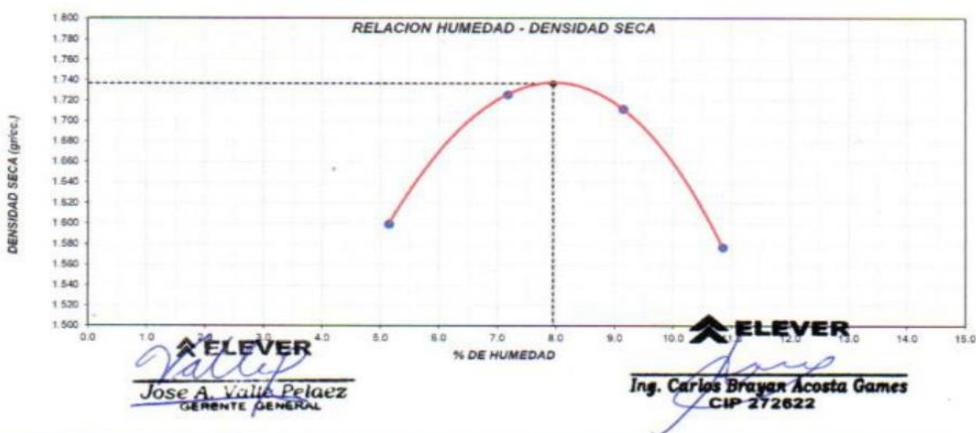
**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE - ANCASH - 2023"  
 SOLICITANTE : ALVA GIRANDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD  
 CALICATA : C-03  
 FECHA : 13/09/2023

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883					
Volumen Molde		918.9	cm <sup>3</sup>		
Peso Molde		3556	gr.		
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	5.102	5.256	5.273	5.163
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.	1.546	1.700	1.717	1.607
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	1.682	1.850	1.869	1.749
Recipiente Numero		0	0	0	0
Peso de la Tara	gr.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	84.6	100.5	107.4	102.5
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	80.4	93.8	98.4	92.5
Peso del agua	gr.	4.14	6.7	9.0	10.0
Peso del suelo seco	gr.	80	94	98	92
Contenido de agua	%	5.1	7.2	9.1	10.8
Densidad Seca	gr/cc	1.600	1.726	1.712	1.578

Máxima densidad seca: 1.737 gr/cm<sup>3</sup>

Optimo contenido de humedad: 7.95%



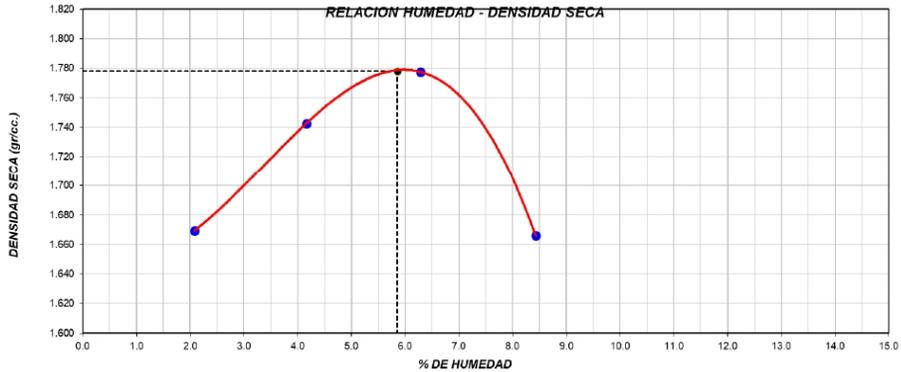
RUC: 20608524216  
 MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
 ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE – ANCASH - 2023"  
 SOLICITANTE : ALVA GIRALDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD  
 DOSIFICACION : C-04  
 FECHA : 13/09/2023

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883					
		Volumen Molde	918.9	cm <sup>3</sup>	
		Peso Molde	3556	gr.	
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	5,122	5,224	5,292	5,216
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.	1,566	1,668	1,736	1,660
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	1.704	1.815	1.889	1.807
Recipiente Numero		0	0	0	0
Peso de la Tara	gr.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	78.0	110.6	115.0	121.6
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	76.4	106.2	108.2	112.2
Peso del agua	gr.	1.6	4.4	6.8	9.4
Peso del suelo seco	gr.	76	106	108	112
Contenido de agua	%	2.1	4.2	6.3	8.4
Densidad Seca	gr/cc	1.669	1.743	1.778	1.666

Máxima densidad seca: 1.778 gr/cm<sup>3</sup>      Optimo contenido de humedad: 5.85%



  
 José A. Valle-Pelaez  
 GERENTE GENERAL

  
 Ing. Carlos Brayán Acosta Games  
 CIP 272622

RUC: 20608524216  
 MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
 ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

## ANEXO N° 07: Ensayo de CBR



### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

#### VALOR SOPORTE CALIFORNIA CBR

PROYECTO	: "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE – ANCASH - 2023"
SOLICITANTE	: ALVA GIRANDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD
CALICATA	: C-01
FECHA	: 13/09/2023

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883													
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	1			2			3						
Número de capas	5			5			5						
Número de golpes	56			25			10						
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO	NO SATURADO		SATURADO	NO SATURADO		SATURADO				
Peso suelo + molde (gr.)	11,495			11,201			11,051						
Peso molde (gr.)	7,344			7,336			7,339						
Peso suelo compactado (gr.)	4,151			3,865			3,712						
Volumen del molde (cm³)	2,112			2,117			2,121						
Densidad húmeda (gr./cm³)	1,965			1,826			1,750						
Densidad Seca (gr./cm³)	1,808			1,676			1,608						
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	0.0			0.0			0.0						
Tara + suelo húmedo (gr.)	188.5			191.2			190.7						
Tara + suelo seco (gr.)	173.4			175.5			175.2						
Peso de agua (gr.)	15.1			15.7			15.5						
Peso de suelo seco (gr.)	173.4			175.5			175.2						
Humedad (%)	8.7			8.9			8.8						
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo		Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión		
		Hr			mm	%		mm	%		mm	%	
NO EXPANSIVO													
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		110	5.4			89	4.4			55	2.7		
0.050		149	7.4			132	6.5			79	3.9		
0.075		214	10.6			199	9.9			103	5.1		
0.100	70.307	319	15.8	15.3	21.8	255	12.6	12.1	17.2	142	7.0	6.8	9.7
0.150		465	23.0			374	18.5			174	8.6		
0.200	105.460	545	27.0	26.5	25.1	419	20.7	20.4	19.3	216	10.7	10.5	10.0
0.300		795	39.4			666	33.0			303	15.0		
0.400		ELEVER Valloso	47.3			816	40.4			ELEVER	18.8		
0.500			61.5			973	48.2			488	24.2		

**Jose A. Valle Pelaez**  
 GERENTE GENERAL

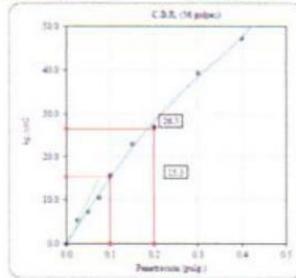
**Ing. Carlos Brayan Acosta Games**  
 CIP 272622

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883**

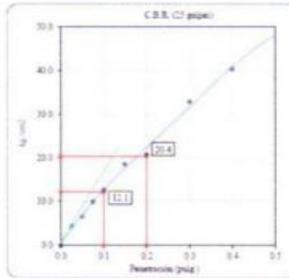
**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca  $1.722 \text{ gr/cm}^3$   
 Máxima Densidad Seca al 95%  $1.636 \text{ gr/cm}^3$

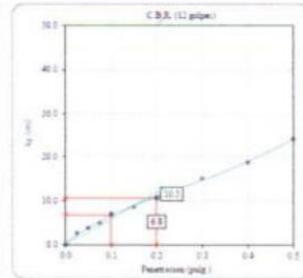
Óptimo Contenido de Humedad  $7.58 \%$



CBR (0.1') 56 GOLPES: 21.8 %

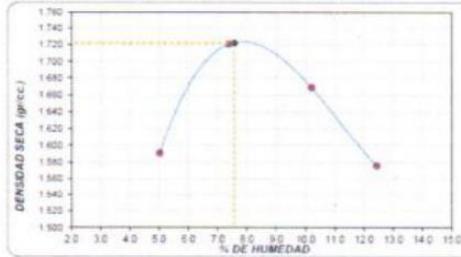


CBR (0.1') 25 GOLPES: 17.2 %



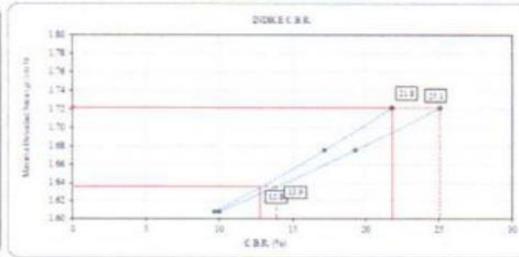
CBR (0.1') 12 GOLPES: 9.7 %

**CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557**



CBR (100% M.D.S.) 0.1': 21.8 %  
 CBR (95% M.D.S.) 0.1': 12.8 %

**CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA**



CBR (100% M.D.S.) 0.2': 25.1 %  
 CBR (95% M.D.S.) 0.2': 13.9 %

**ELEVER**  
 Jose Valle Pelaez  
 GERENTE GENERAL

**ELEVER**  
 Ing. Carlos Brayan Acosta Games  
 GIP 272622

RUC: 20608524216  
 MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
 ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

**VALOR SOPORTE CALIFORNIA CBR**

PROYECTO	: "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE – ANCASH - 2023"
SOLICITANTE	: ALVA GIRANDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD
CALICATA	: C-02
FECHA	: 13/09/2023

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883													
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	1			2			3						
Número de capas	5			5			5						
Número de golpes	56			25			10						
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO	NO SATURADO		SATURADO	NO SATURADO		SATURADO				
Peso suelo + molde (gr.)	11,386			11,233			11,081						
Peso molde (gr.)	7,344			7,336			7,339						
Peso suelo compactado (gr.)	4,042			3,897			3,742						
Volumen del molde (cm³)	2,112			2,117			2,121						
Densidad húmeda (gr./cm³)	1,914			1,841			1,764						
Densidad Seca (gr./cm³)	1,764			1,697			1,624						
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	0.0			0.0			0.0						
Tara + suelo húmedo (gr.)	189.4			192.5			191.7						
Tara + suelo seco (gr.)	174.6			177.5			176.6						
Peso de agua (gr.)	14.8			15.0			15.2						
Peso de suelo seco (gr.)	174.6			177.5			176.6						
Humedad (%)	8.5			8.5			8.6						
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión mm %		Dial	Expansión mm %		Dial	Expansión mm %			
NO EXPANSIVO													
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		132	6.5			95	4.7			45	2.2		
0.050		165	8.2			149	7.4			95	4.7		
0.075		238	11.8			209	10.3			114	5.6		
0.100	70.307	298	14.8	14.6	20.8	237	11.7	11.4	16.2	108	5.3	5.1	7.3
0.150		395	19.6			364	18.0			144	7.1		
0.200	105.460	536	26.5	26.3	24.9	396	19.6	19.8	18.8	162	8.0	7.8	7.4
0.300		741	36.7			594	29.4			311	15.4		
0.400						785	38.9				19.9		
0.500						941	46.6			654	32.4		

**ELEVER**  
*Jose A. Valle Pelaez*  
 GERENTE GENERAL

**ELEVER**  
*Ing. Carlos Brayan Acosta Games*  
 CIP 272622

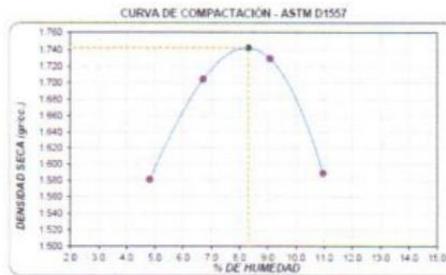
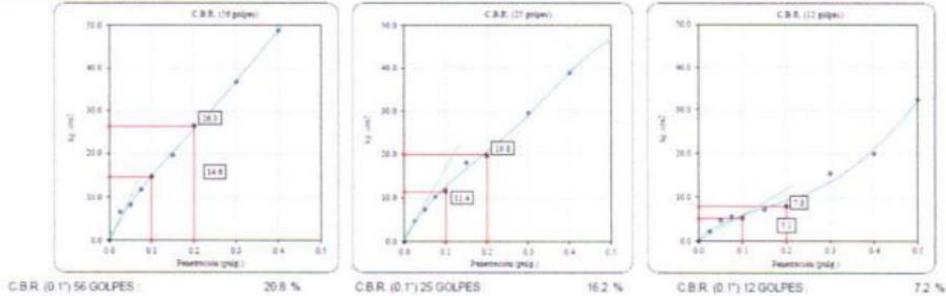
RUC: 20608524216  
 MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
 ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883**

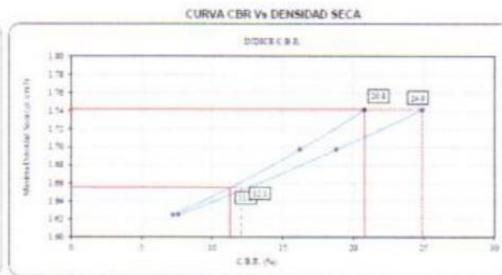
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca  $1.742 \text{ gr/cm}^3$   
 Máxima Densidad Seca al 95%  $1.655 \text{ gr/cm}^3$

Óptimo Contenido de Humedad  $8.32 \%$



CBR (100% M.D.S.) 0.1'  $20.8 \%$   
 CBR (95% M.D.S.) 0.1'  $11.3 \%$



CBR (100% M.D.S.) 0.2'  $24.9 \%$   
 CBR (95% M.D.S.) 0.2'  $12.1 \%$

**ELEVER**  
*José A. Valle Peláez*  
 GERENTE GENERAL

**ELEVER**  
*Ing. Carlos Brayan Acosta Games*  
 CIP-272622

RUC: 20608524216  
 MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
 ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

**VALOR SOPORTE CALIFORNIA CBR**

PROYECTO	: "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE - ANCASH - 2023"
SOLICITANTE	: ALVA GIRANDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD
CALICATA	: C-03
FECHA	: 13/09/2023

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883													
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	1			2			3						
Número de capas	5			5			5						
Número de golpes	56			25			10						
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		
Peso suelo + molde (gr.)	11,349				11,219				11,094				
Peso molde (gr.)	7,344				7,336				7,339				
Peso suelo compactado (gr.)	4,005				3,883				3,755				
Volumen del molde (cm³)	2,112				2,117				2,121				
Densidad húmeda (gr./cm³)	1.896				1.834				1.770				
Densidad Seca (gr./cm³)	1.746				1.689				1.628				
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	0.0				0.0				0.0				
Tara + suelo húmedo (gr.)	191.8		14.3		190.7		15.2		194.8		14.0		
Tara + suelo seco (gr.)	176.6		15.2		175.5				179.2				
Peso de agua (gr.)	15.2		8.5		15.1		8.5		15.7		8.6		
Peso de suelo seco (gr.)	176.6				175.5				179.2				
Humedad (%)	8.6				8.6				8.7				
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión mm %		Dial	Expansión mm %		Dial	Expansión mm %			
NO EXPANSIVO													
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		141	7.0			103	5.1			47	2.3		
0.050		186	9.2			152	7.5			75	3.7		
0.075		246	12.2			231	11.4			106	5.2		
0.100	70.307	283	14.0	13.7	19.5	244	12.1	11.7	16.6	155	7.7	7.2	10.2
0.150		374	18.5			349	17.3			189	9.4		
0.200	105.460	505	25.0	24.7	23.4	413	20.4	20.2	19.2	223	11.0	11.3	10.7
0.300		723	35.8			596	29.5			289	14.3		
0.400		1026	50.8			795	39.4			471	21.4		
0.500		1240				1006	49.8			661	32.7		

**ELEVER**  
Valle Pelaez  
S. GENERAL

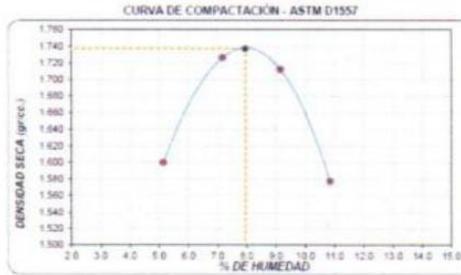
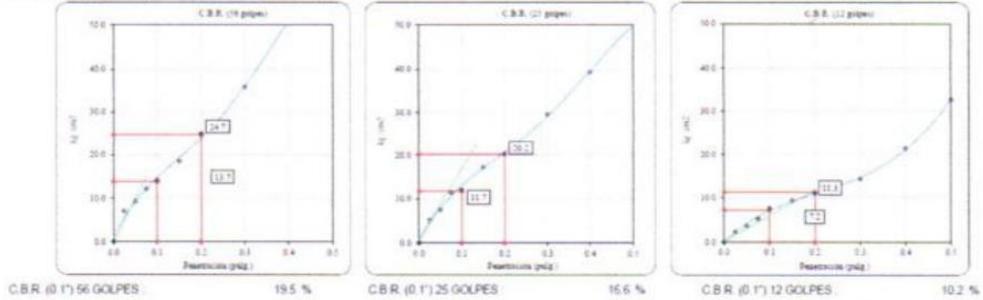
**ELEVER**  
Jose A. Valle Pelaez  
GERENTE GENERAL

**ELEVER**  
Ing. Carlos Brayan Acosta Games  
CIP 272622

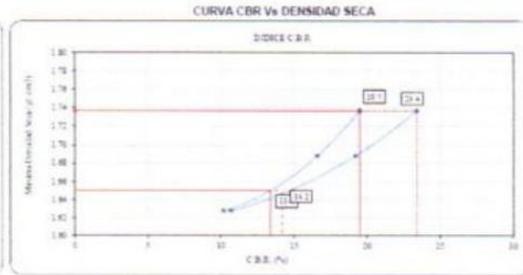
RUC: 20608524216  
MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883

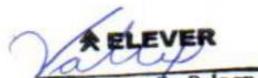
Datos de muestra  
 Máxima Densidad Seca  $1.737 \text{ gr/cm}^3$   
 Máxima Densidad Seca al 90%  $1.650 \text{ gr/cm}^3$   
 Óptimo Contenido de Humedad  $7.95 \%$



CBR (100% MDS) 0.1': 19.5 %  
 CBR (95% MDS) 0.1': 13.4 %



CBR (100% MDS) 0.2': 23.4 %  
 CBR (95% MDS) 0.2': 14.2 %

  
**ELEVER**  
 Jose A. Valle-Pelaez  
 GERENTE GENERAL

  
**ELEVER**  
 Ing. Carlos Brayán Acosta Games  
 CIP 272622

RUC: 20608524216  
 MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
 ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

**ANEXO N° 08: Ensayo de CBR mas las dosificaciones de cloruro de calcio  
(1.5%, 3.5%, 4.8%)**



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**VALOR SOPORTE CALIFORNIA CBR**

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE – ANCASH - 2023"  
SOLICITANTE : ALVA GIRANDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD  
DOSIFICACION : MP+1.5% DE CACL2  
FECHA : 13/09/2023

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883													
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	1			2			3						
Número de capas	5			5			5						
Número de golpes	56			25			10						
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		
Peso suelo + molde (gr.)	11.541			11.325			11.171						
Peso molde (gr.)	7.344			7.336			7.339						
Peso suelo compactado (gr.)	4.197			3.989			3.832						
Volumen del molde (cm³)	2.112			2.117			2.121						
Densidad húmeda (gr./cm³)	1.987			1.884			1.807						
Densidad Seca (gr./cm³)	1.838			1.740			1.672						
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	0.0			0.0			0.0						
Tara + suelo húmedo (gr.)	185.5			190.5			187.6						
Tara + suelo seco (gr.)	171.7			176.0			173.5						
Peso de agua (gr.)	13.9			14.6			14.0						
Peso de suelo seco (gr.)	171.7			176.0			173.5						
Humedad (%)	8.1			8.3			8.1						
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
NO EXPANSIVO													
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		145	7.2			112	5.5			79	3.9		
0.050		195	9.7			159	7.9			94	4.7		
0.075		259	12.8			223	11.0			132	6.5		
0.100	70.307	340	16.8	16.5	23.5	282	14.0	13.7	19.5	169	8.4	8.2	11.7
0.150		412	20.4			378	18.7			205	10.2		
0.200	105.460	628	31.1	30.8	29.2	487	24.1	23.9	22.7	264	13.1	12.9	12.2
0.300		785	38.9			621	30.7			325	16.1		
0.400		1059	52.4			845	41.8			427	21.1		
0.500		1235	61.1			969	48.0			679	33.6		

Jose A. Valle-Pelaez  
GERENTE GENERAL

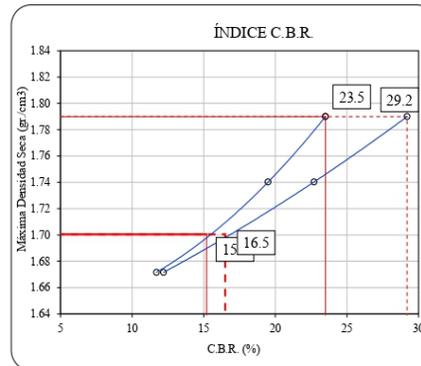
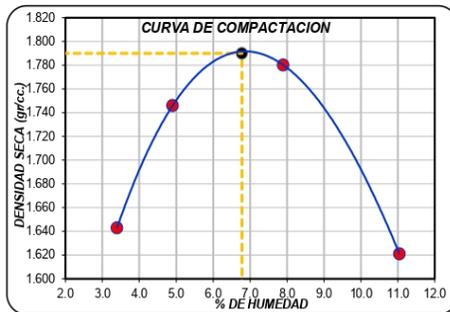
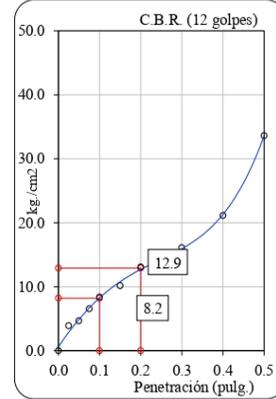
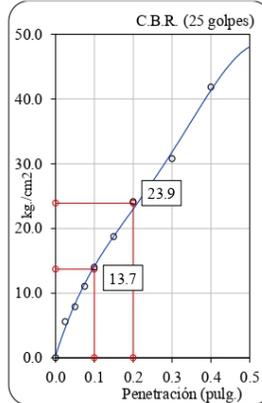
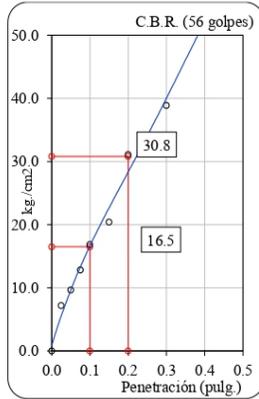
Ing. Carlos Siregan Acosta Gomez  
CIP-272822

RUC: 20608524216  
MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883**

**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca 1.790 gr/cm<sup>3</sup> Optimo Contenido de Humedad 6.78%  
 Máxima Densidad Seca al 95% 1.701 gr/cm<sup>3</sup>



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":	23.5%	C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":	29.2%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1":	15.2%	C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2":	16.5%

*Jose A. Valle-Pelaez*  
 GERENTE GENERAL

*Ing. Carlos Bryan Acosta Games*  
 CIP 272622

RUC: 20608524216  
 MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
 ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

**VALOR SOPORTE CALIFORNIA CBR**

PROYECTO	: "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE – ANCASH - 2023"
SOLICITANTE	: ALVA GIRANDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD
DOSIFICACION	: MP+3.5% DE CACL2
FECHA	: 13/09/2023

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883													
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	1			2			3						
Número de capas	5			5			5						
Número de golpes	56			25			10						
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO					
Peso suelo + molde (gr.)	11,426			11,424			11,251						
Peso molde (gr.)	7,344			7,336			7,339						
Peso suelo compactado (gr.)	4,082			4,088			3,912						
Volumen del molde (cm³)	2,112			2,117			2,121						
Densidad húmeda (gr./cm³)	1,933			1,931			1,844						
Densidad Seca (gr./cm³)	1,761			1,760			1,678						
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	0.0			0.0			0.0						
Tara + suelo húmedo (gr.)	191.4			193.6			189.8						
Tara + suelo seco (gr.)	174.5			176.5			172.7						
Peso de agua (gr.)	17.0			8.5			17.2						
Peso de suelo seco (gr.)	174.5			176.5			172.7						
Humedad (%)	9.7			9.7			9.9						
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
NO EXPANSIVO													
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		167	8.3			124	6.1			89	4.4		
0.050		201	10.0			194	9.6			103	5.1		
0.075		374	18.5			231	11.4			121	6.0		
0.100	70.307	337	16.7	16.5	23.5	258	12.8	12.6	17.9	140	6.9	6.7	9.5
0.150		476	23.6			374	18.5			188	9.3		
0.200	105.460	613	30.4	30.1	28.5	441	21.8	21.6	20.5	212	10.5	10.3	9.8
0.300		804	39.8			745	36.9			365	18.1		
0.400		1059	52.4			956	47.3			423	20.9		
0.500		1245	61.6			1195	59.2			694	34.4		

  
**José A. Valle-Pelaez**  
 GERENTE GENERAL

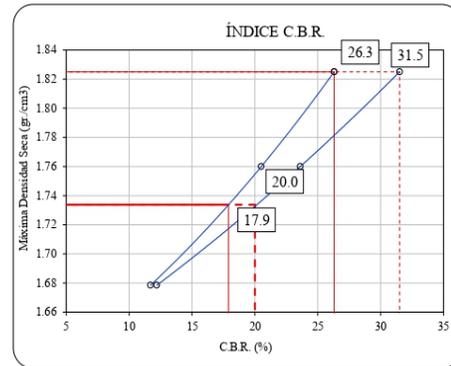
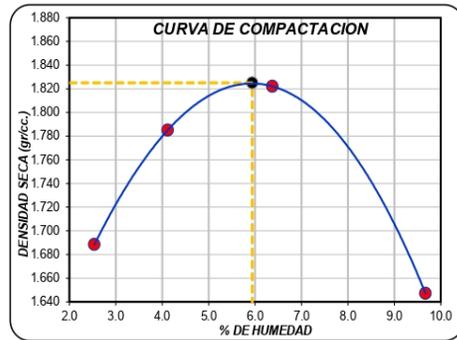
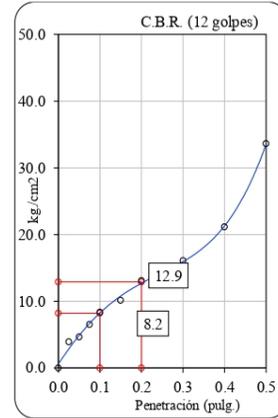
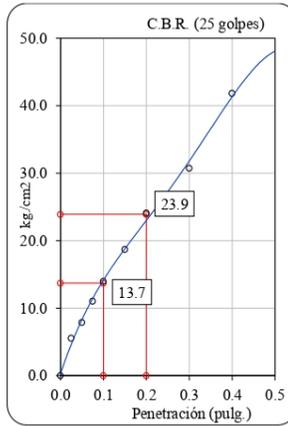
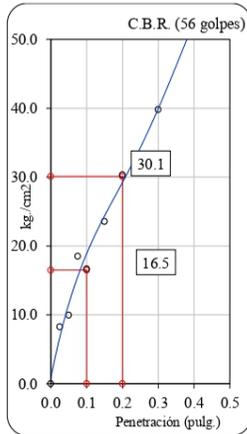
  
**Ing. Carlos Brayan Acosta Games**  
 CIP-272022

RUC: 20608524216  
 MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
 ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883**

**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca 1.825 gr/cm<sup>3</sup>    Optimo Contenido de Humedad 5.94%  
 Máxima Densidad Seca al 95% 1.734 gr/cm<sup>3</sup>



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":	26.3%	C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":	31.5%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1":	17.9%	C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2":	20.0%

*José A. Valle-Peláez*  
 GERENTE GENERAL

*Ing. Carlos Bryan Acosta Games*  
 CIP 272622

RUC: 20608524216  
 MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
 ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

**VALOR SOPORTE CALIFORNIA CBR**

PROYECTO	: "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE – ANCASH - 2023"
SOLICITANTE	: ALVA GIRANDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD
DOESIFICACION	: MP+4.8% DE CACL2
FECHA	: 13/09/2023

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	1		2		3	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	11.732		11.503		11.382	
Peso molde (gr.)	7.344		7.336		7.339	
Peso suelo compactado (gr.)	4.388		4.167		4.043	
Volumen del molde (cm³)	2.112		2.117		2.121	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.078		1.968		1.906	
Densidad Seca (gr./cm³)	1.961		1.856		1.796	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	0.0		0.0		0.0	
Tara + suelo húmedo (gr.)	193.6		192.6		190.5	
Tara + suelo seco (gr.)	182.7		181.6		179.6	
Peso de agua (gr.)	10.9	8.5	11.0		11.0	
Peso de suelo seco (gr.)	182.7		181.6		179.6	
Humedad (%)	6.0		6.1		6.1	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		202	10.0			174	8.6			111	5.5		
0.050		365	18.1			212	10.5			159	7.9		
0.075		400	19.8			289	14.3			213	10.5		
0.100	70.307	420	20.8	20.6	29.3	343	17.0	17.3	24.6	262	13.0	12.8	18.2
0.150		389	19.3			398	19.7			297	14.7		
0.200	105.460	728	36.0	35.7	33.9	589	29.2	29.0	27.5	399	19.8	19.6	18.6
0.300		895	44.3			846	41.9			412	20.4		
0.400		1152	57.0			999	49.5			654	32.4		
0.500		1340	66.3			1269	62.8			784	38.8		

  
Jose A. Valle-Pelaez  
GERENTE GENERAL

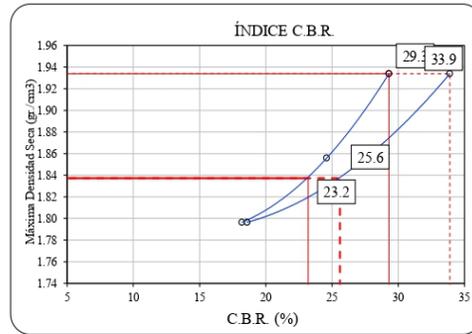
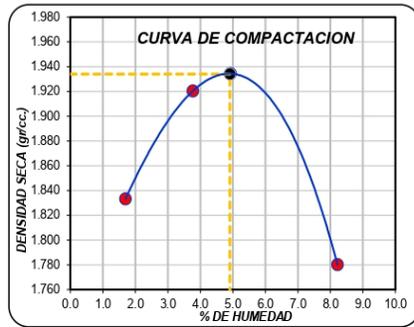
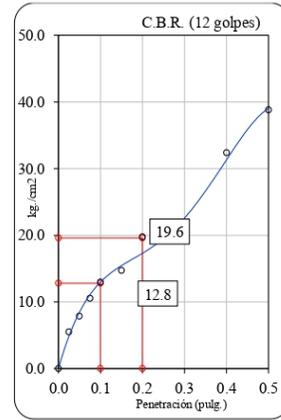
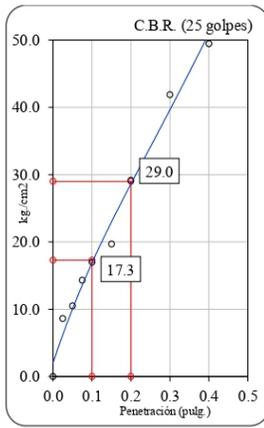
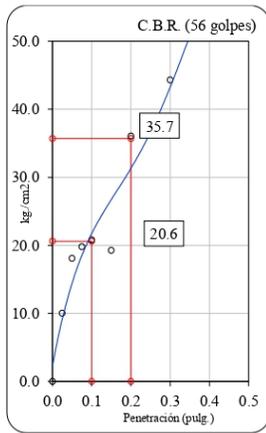
  
Ing. Carlos Bragan Acosta Games  
CIP 272622

RUC: 20608524216  
MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883**

**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca                      1.934 gr/cm<sup>3</sup>    Óptimo Contenido de Humedad            4.91%  
Máxima Densidad Seca al 95%            1.837 gr/cm<sup>3</sup>



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":	29.3%	C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":	33.9%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1":	23.2%	C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2":	25.6%

*Jose A. Valle-Pelaez*  
GERENTE GENERAL

*Ing. Carlos Brayan Acosta Games*  
CIP 272622

RUC: 20608524216  
MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

**ANEXO N° 09: Ensayo de Proctor Modificado con las dosificaciones de cloruro de calcio (1.5%, 3.5%, 4.8%)**



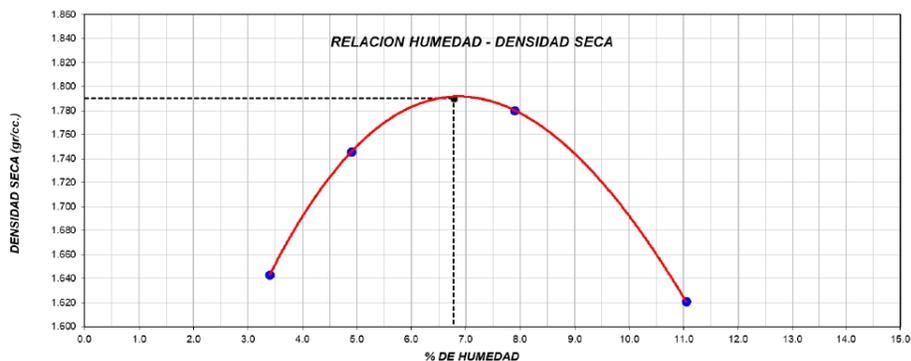
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

PROYECTO	: "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE - ANCASH - 2023"
SOLICITANTE	: ALVA GIRANDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD
DOSIFICACION	: MP+1.5% DE CaCl <sub>2</sub>
FECHA	: 13/09/2023

PROCTOR MODIFICADO					
		Volumen Molde		918.9	cm <sup>3</sup>
		Peso Molde		3556	gr.
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	5,117	5,239	5,321	5,210
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.	1,561	1,683	1,765	1,654
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	1.699	1.832	1.921	1.800
Recipiente Numero		0	0	0	0
Peso de la Tara	gr.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	118.4	121.5	122.5	119.4
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	114.5	115.8	113.6	107.6
Peso del agua	gr.	3.89	5.7	9.0	11.9
Peso del suelo seco	gr.	115	116	114	108
Contenido de agua	%	3.4	4.9	7.9	11.0
Densidad Seca	gr/cc	1.643	1.746	1.780	1.621

Máxima densidad seca: 1.790 gr/cm<sup>3</sup>      Optimo contenido de humedad: 6.78%



**ELEVER**  
*Valle*  
 José A. Valle-Pelaez  
 GERENTE GENERAL

**ELEVER**  
*Acosta*  
 Ing. Carlos Brayan Acosta Ojeda  
 CIP 272622

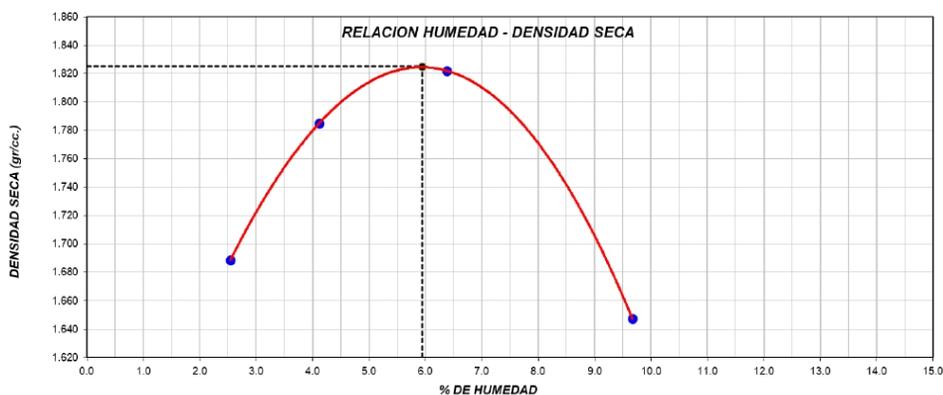
**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE - ANCASH - 2023"  
 SOLICITANTE : ALVA GIRANDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD  
 DOSIFICACION : MP+3.5% DE CaCl<sub>2</sub>  
 FECHA : 13/09/2023

PROCTOR MODIFICADO					
		Volumen Molde	918.9	cm <sup>3</sup>	
		Peso Molde	3556	gr.	
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	5,147	5,264	5,337	5,216
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.	1,591	1,708	1,781	1,660
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	1,731	1,859	1,938	1,807
Recipiente Numero		0	0	0	0
Peso de la Tara	gr.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	121.5	118.2	120.5	119.0
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	118.5	113.6	113.2	108.5
Peso del agua	gr.	3.01	4.7	7.2	10.5
Peso del suelo seco	gr.	118	114	113	108
Contenido de agua	%	2.5	4.1	6.4	9.7
Densidad Seca	gr/cc	1.689	1.785	1.822	1.647

Máxima densidad seca: 1.825 gr/cm<sup>3</sup>

Optimo contenido de humedad: 5.94%



  
 Josc A. Valle-Pelaez  
 GERENTE GENERAL

  
 Ing. Carlos Bregman Acosta Gomez  
 CIP 272622

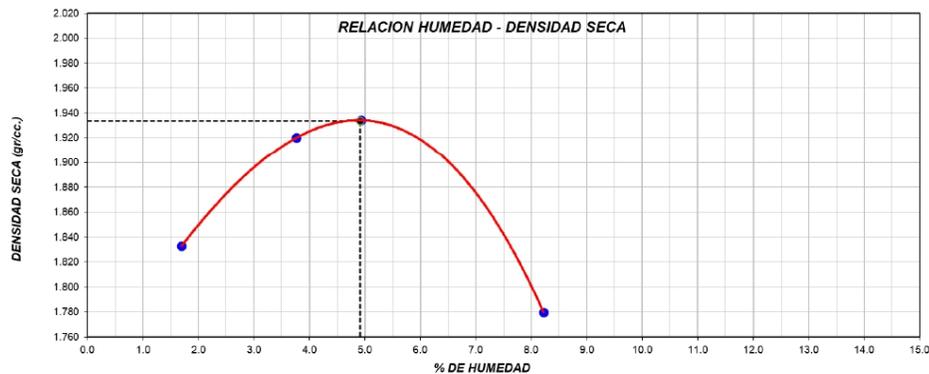
**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

PROYECTO	: "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE – ANCASH - 2023"
SOLICITANTE	: ALVA GIRANDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD
DOSIFICACION	: MP+4.8% DE CaCl <sub>2</sub>
FECHA	: 13/09/2023

PROCTOR MODIFICADO					
		Volumen Molde	918.9	cm <sup>3</sup>	
		Peso Molde	3556	gr.	
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	5,269	5,387	5,421	5,326
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.	1,713	1,831	1,865	1,770
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	1.864	1.993	2.030	1.926
Recipiente Numero		0	0	0	0
Peso de la Tara	gr.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	123.5	121.0	124.6	122.9
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	121.5	116.6	118.8	113.5
Peso del agua	gr.	2.06	4.4	5.9	9.3
Peso del suelo seco	gr.	121	117	119	114
Contenido de agua	%	1.7	3.8	4.9	8.2
Densidad Seca	gr/cc	1.833	1.920	1.934	1.780

Máxima densidad seca: 1.934 gr/cm<sup>3</sup>

Optimo contenido de humedad: 4.91%



  
 Jose A. Valle-Pelaez  
 GERENTE GENERAL

  
 Ing. Carlos Brayan Acosta Gomez  
 CIP 272622

RUC: 20608524216  
 MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
 ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

# ANEXO N° 10: Ensayo de CBR con las dosificaciones de cal (2.6%, 6.0%, 11.0%)



## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

### VALOR SOPORTE CALIFORNIA CBR

PROYECTO	:"ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE – ANCASH - 2023"
SOLICITANTE	: ALVA GIRALDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD
DOSIFICACION	: MP+2.6% DE CAL
FECHA	: 13/09/2023

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883													
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	1			2			3						
Número de capas	5			5			5						
Número de golpes	56			25			10						
Condición de la muestra	NO SATURADO			SATURADO			NO SATURADO			SATURADO			
Peso suelo + molde (gr.)	11,601			11,402			11,259						
Peso molde (gr.)	7,344			7,336			7,339						
Peso suelo compactado (gr.)	4,257			4,066			3,920						
Volumen del molde (cm³)	2,112			2,117			2,121						
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,016			1,921			1,848						
Densidad Seca (gr./cm³)	1,858			1,771			1,702						
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	0.0			0.0			0.0						
Tara + suelo húmedo (gr.)	189.4			192.5			191.7						
Tara + suelo seco (gr.)	174.6			177.5			176.6						
Peso de agua (gr.)	14.8			15.0			15.2						
Peso de suelo seco (gr.)	174.6			177.5			176.6						
Humedad (%)	8.5			8.5			8.6						
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01*	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
NO EXPANSIVO													
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		132	6.5			95	4.7			45	2.2		
0.050		165	8.2			149	7.4			95	4.7		
0.075		238	11.8			209	10.3			114	5.6		
0.100	70.307	298	14.8	14.6	20.8	237	11.7	11.4	16.2	108	5.3	5.1	7.3
0.150		395	19.6			364	18.0			144	7.1		
0.200	105.460	536	26.5	26.3	24.9	396	19.6	19.8	18.8	162	8.0	7.8	7.4
0.300		741	36.7			594	29.4			311	15.4		
0.400		987	48.9			785	38.9			401	19.9		
0.500		1162	57.5			941	46.6			654	32.4		

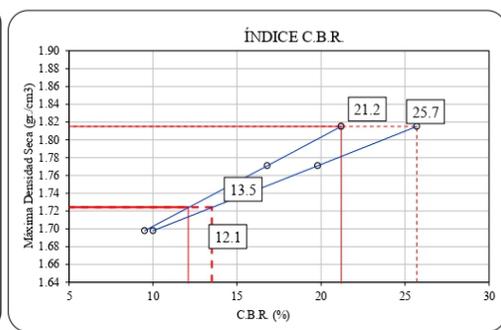
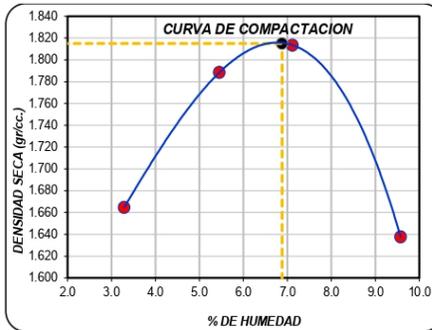
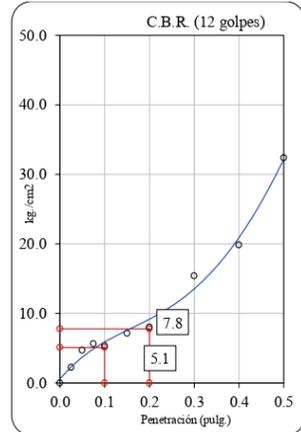
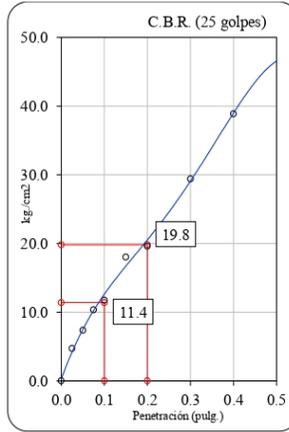
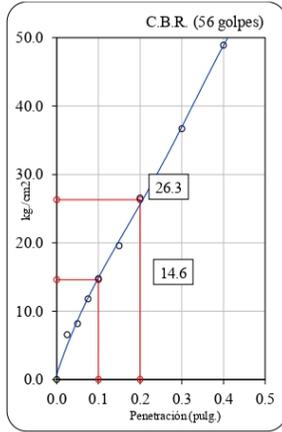
*Jose A. Valle-Pelaez*  
 GERENTE GENERAL

*Ing. Carlos Brusán Acosta Games*  
 CIP 27262

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883**

**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca 1.515 gr/cm<sup>3</sup>    Óptimo Contenido de Humedad 6.88%  
 Máxima Densidad Seca al 95% 1.724 gr/cm<sup>3</sup>



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 21.2%    C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 25.7%  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 12.1%    C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 13.5%

Josc. A. Valle-Pedraza  
 GERENTE GENERAL

Ing. Carlos Bregon Acosta Games  
 CIP 272822

RUC: 20608524216  
 MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
 ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

**VALOR SOPORTE CALIFORNIA CBR**

PROYECTO	: "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE – ANCASH - 2023"
SOLICITANTE	: ALVA GIRALDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD
DOSIFICACION	: MP+6.0% DE CAL
FECHA	: 13/09/2023

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883													
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	1			2			3						
Número de capas	5			5			5						
Número de golpes	56			25			10						
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		
Peso suelo + molde (gr.)	11,732				11,503				11,382				
Peso molde (gr.)	7,344				7,336				7,339				
Peso suelo compactado (gr.)	4,388				4,167				4,043				
Volumen del molde (cm³)	2,112				2,117				2,121				
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,078				1,968				1,906				
Densidad Seca (gr./cm³)	1,961				1,856				1,796				
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	0.0				0.0				0.0				
Tara + suelo húmedo (gr.)	193.6				192.6				190.5				
Tara + suelo seco (gr.)	182.7				181.6				179.6				
Peso de agua (gr.)	10.9		8.5		11.0				11.0				
Peso de suelo seco (gr.)	182.7				181.6				179.6				
Humedad (%)	6.0				6.1				6.1				
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión mm %		Dial	Expansión mm %		Dial	Expansión mm %			
NO EXPANSIVO													
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		202	10.0			174	8.6			115	5.7		
0.050		365	18.1			212	10.5			162	8.0		
0.075		400	19.8			289	14.3			216	10.7		
0.100	70.307	420	20.8	20.6	<b>29.3</b>	343	17.0	17.3	<b>24.6</b>	262	13.0	12.8	<b>18.2</b>
0.150		389	19.3			398	19.7			303	15.0		
0.200	105.460	728	36.0	35.7	<b>33.9</b>	589	29.2	29.0	<b>27.5</b>	399	19.8	19.6	<b>18.6</b>
0.300		895	44.3			846	41.9			416	20.6		
0.400		1152	57.0			999	49.5			659	32.6		
0.500		1340	66.3			1269	62.8			794	39.3		



José A. Valle Palacios  
GERENTE GENERAL



Ing. Carlos Brayan Acosta Games  
CIP 272622

RUC: 20608524216  
MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
ANCASH - SANTA - CHIMBOTE



**VALOR SOPORTE CALIFORNIA CBR**

PROYECTO	: "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE – ANCASH - 2023"
SOLICITANTE	: ALVA GIRALDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD
DOSIFICACION	: MP+11.0% DE CAL
FECHA	: 13/09/2023

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883														
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)														
Molde N°	1			2			3							
Número de capas	5			5			5							
Número de golpes	56			25			10							
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO			
Peso suelo + molde (gr.)	12,389				12,003				11,832					
Peso molde (gr.)	7,344				7,336				7,339					
Peso suelo compactado (gr.)	5,045				4,667				4,493					
Volumen del molde (cm³)	2,112				2,117				2,121					
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,389				2,205				2,118					
Densidad Seca (gr./cm³)	2,253				2,077				1,998					
CONTENIDO DE HUMEDAD														
Peso de tara (gr.)	0.0				0.0				0.0					
Tara + suelo húmedo (gr.)	192.4				190.5				192.5					
Tara + suelo seco (gr.)	181.5				179.5				181.6					
Peso de agua (gr.)	10.9		6.0		11.0				11.0					
Peso de suelo seco (gr.)	181.5				179.5				181.6					
Humedad (%)	6.0				6.2				6.0					
EXPANSIÓN														
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"		Expansión mm %		Dial		Expansión mm %		Dial		Expansión mm %	
NO EXPANSIVO														
PENETRACIÓN														
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3				
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección		
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	
0.025		202	10.0			174	8.6			115	5.7			
0.050		365	18.1			212	10.5			162	8.0			
0.075		400	19.8			289	14.3			216	10.7			
0.100	70.307	420	20.8	20.6	29.3	343	17.0	17.3	24.6	262	13.0	12.8	18.2	
0.150		389	19.3			398	19.7			303	15.0			
0.200	105.460	728	36.0	35.7	33.9	589	29.2	29.0	27.5	399	19.8	19.6	18.6	
0.300		895	44.3			846	41.9			416	20.6			
0.400		1152	57.0			999	49.5			659	32.6			
0.500		1340	66.3			1269	62.8			794	39.3			



**ELEVER**  
Jose A. Valle-Pelaez  
GERENTE GENERAL



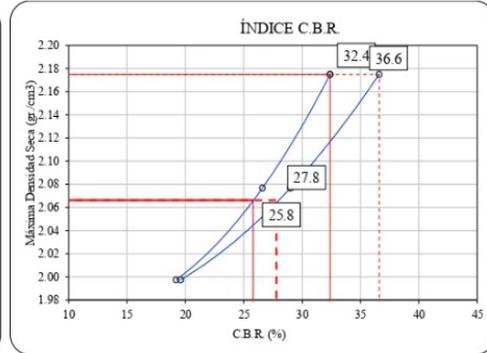
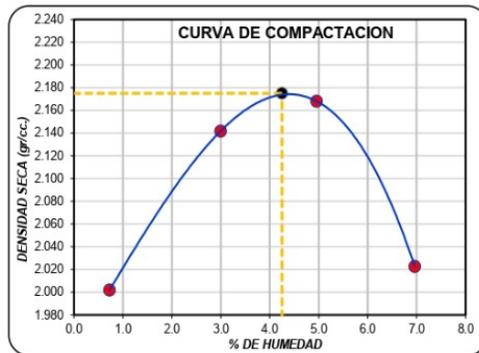
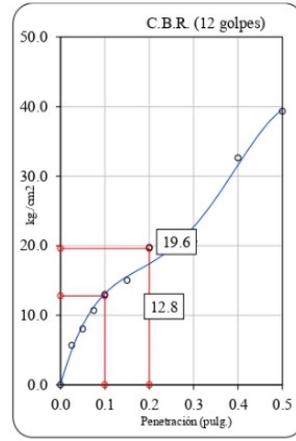
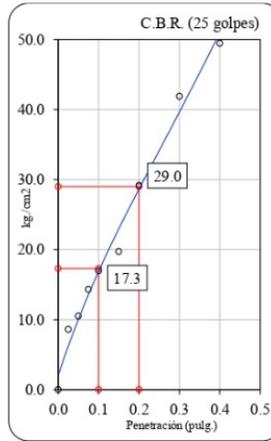
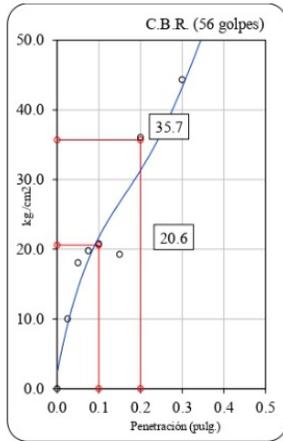
**ELEVER**  
Ing. Carlos Breyan Acosta Games  
CIP 272622

RUC: 20608524216  
MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883**

**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca 2.175 gr/cm<sup>3</sup> Optimo Contenido de Humedad 4.25%  
 Máxima Densidad Seca al 95% 2.066 gr/cm<sup>3</sup>



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 32.4%    C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 36.6%  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 25.8%    C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 27.8%

  
 José A. Valle-Pelaez  
 GERENTE GENERAL

  
 Ing. Carlos Brujan Acosta Gomez  
 CIP 272622

RUC: 20608524216  
 MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
 ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

## ANEXO N° 11: Ensayo de Proctor Modificado con las dosificaciones de Cal (2.6%, 6.0%, 11.0%)



### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

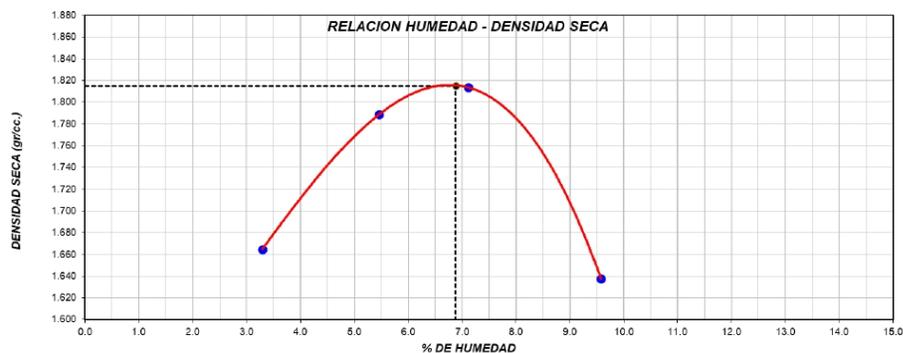
#### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO	:"ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE – ANCASH - 2023"
SOLICITANTE	: ALVA GIRALDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD
DOSIFICACION	: MP+2.6% DE CAL
FECHA	: 13/09/2023

PROCTOR MODIFICADO					
		Volumen Molde		918.9	cm <sup>3</sup>
		Peso Molde		3556	gr.
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	5,136	5,289	5,341	5,205
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.	1,580	1,733	1,785	1,649
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	1.719	1.886	1.943	1.795
Recipiente Numero		0	0	0	0
Peso de la Tara	gr.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	123.5	121.9	120.6	118.7
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	119.5	115.6	112.6	108.3
Peso del agua	gr.	3.93	6.3	8.0	10.4
Peso del suelo seco	gr.	120	116	113	108
Contenido de agua	%	3.3	5.5	7.1	9.6
Densidad Seca	gr/cc	1.665	1.788	1.813	1.638

**Máxima densidad seca: 1.815 gr/cm<sup>3</sup>**

**Optimo contenido de humedad: 6.88%**



*José A. Valle-Peláez*  
GERENTE GENERAL

*Ing. Carlos Breyer Acosta Games*  
CIP-272622

RUC: 20608524216  
MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

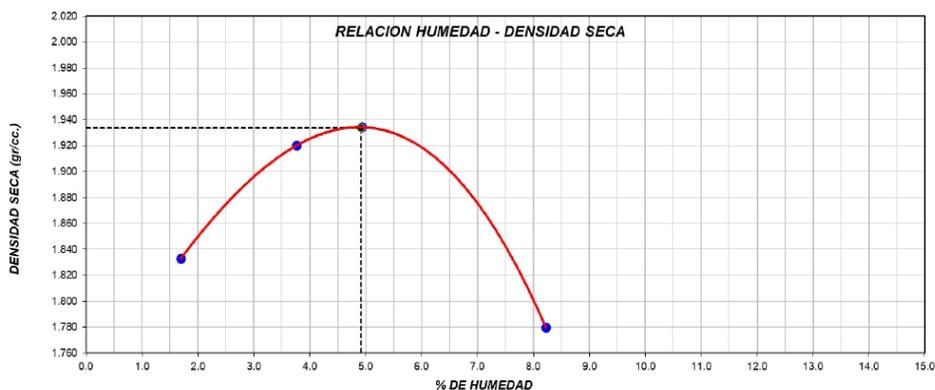
**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE – ANCASH - 2023"  
 SOLICITANTE : ALVA GIRALDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD  
 DOSIFICACION : MP+6.0% DE CAL  
 FECHA : 13/09/2023

PROCTOR MODIFICADO					
		Volumen Molde		918.9	cm <sup>3</sup>
		Peso Molde		3556	gr.
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	5,269	5,387	5,421	5,326
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.	1,713	1,831	1,865	1,770
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	1,864	1,993	2,030	1,926
Recipiente Numero		0	0	0	0
Peso de la Tara	gr.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	123.5	121.0	124.6	122.9
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	121.5	116.6	118.8	113.5
Peso del agua	gr.	2.06	4.4	5.9	9.3
Peso del suelo seco	gr.	121	117	119	114
Contenido de agua	%	1.7	3.8	4.9	8.2
Densidad Seca	gr/cc	1.833	1.920	1.934	1.780

Máxima densidad seca: 1.934 gr/cm<sup>3</sup>

Optimo contenido de humedad: 4.91%



  
 Josc. A. Valle-Pelaez  
 GERENTE GENERAL

  
 Ing. Carlos Brayan Acosta Gomez  
 CIP-272622

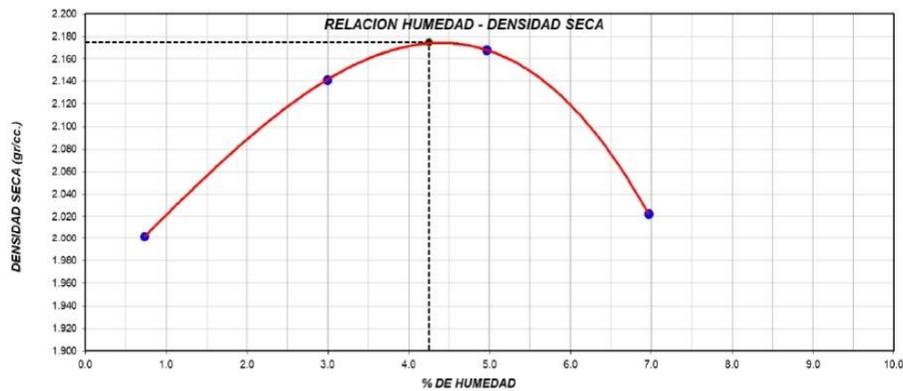
RUC: 20608524216  
 MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
 ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE – ANCASH - 2023"  
 SOLICITANTE : ALVA GIRALDO ANDERSON RUSSELVERT RONALD  
 DOSIFICACION : MP+11.0% DE CAL  
 FECHA : 13/09/2023

PROCTOR MODIFICADO					
		Volumen Molde	918.9	cm <sup>3</sup>	
		Peso Molde	3556	gr.	
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	5,409	5,583	5,647	5,544
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.	1,853	2,027	2,091	1,988
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	2.017	2.206	2.276	2.163
Recipiente Numero		0	0	0	0
Peso de la Tara	gr.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	124.7	122.4	122.3	120.1
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	123.8	118.9	116.5	112.3
Peso del agua	gr.	0.90	3.6	5.8	7.8
Peso del suelo seco	gr.	124	119	117	112
Contenido de agua	%	0.7	3.0	5.0	7.0
Densidad Seca	gr/cc	2.002	2.142	2.168	2.023

Máxima densidad seca: 2.175 gr/cm<sup>3</sup>      Optimo contenido de humedad: 4.25%



  
 Jose A. Vigil Pelaez  
 GERENTE GENERAL

  
 Ing. Carlos Bryan Acosta Gomez  
 CIP 272622

RUC: 20608524216  
 MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL EX HOTEL LA POSADA)  
 ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

## ANEXO Nº 12: Composición química

### LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.



ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189

### INFORME DE ANÁLISIS FQAPERU S.A.C

SOLICITANTE	: ANDERSON RUSSELVERT RONALD ALVA GIRALDO
TESIS	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE. ANCASH. 2023
MUESTRA	: CLORURO DE CALCIO
PROCEDENCIA	: CHIMBOTE
FECHA DE INGRESO	: 21 DE NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

#### Análisis Físicos

Determinación	Resultados
Apariencia	Polvo
Color	Blanco
pH	10.67
Granulometría	Malla 200

#### Análisis Químicos

Determinación	Formulas	Unidades	Resultados
CLORURO DE CALCIO	CaCl	%	93.5
SODIO	Na	%	0.11
MAGNESIO	Mg	%	0.09
SULFATOS	SO <sub>4</sub>	%	0.28
ALCALINIDAD	Como (CaOH) <sub>2</sub>	%	0.20
HIERRO	Fe mg/Kg	%	10.0

*Descripción : Polvo fino, Blanco, altamente higroscópico, delicuescente e hidrosolubles*

#### Análisis físicos

#### Usos :

- Fertilizante en agroindustrias
- Purificación de agua para precipitar fluoruros, sulfatos y fosfatos
- Aditivo en hormigón para disminuir tiempo de fraguado, en condiciones de clima frío
- Producción de alginato como aditivo espesante
- Agente de rotura de emulsión en la producción de látex y plástico

TRUJILLO 28 DE NOVIEMBRE DEL 2023

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com





**INFORME DE ANÁLISIS  
FQAPERU S.A.C**

SOLICITANTE	: ANDERSON RUSSELVERT RONALD ALVA GIRALDO
TESIS	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CLACIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY, CHIMBOTE. ANCASH. 2023
MUESTRA	: CAL (OXIDO DE CALCIO)
PROCEDENCIA	: CHIMBOTE
FECHA DE INGRESO	: 21 DE NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

**Análisis físicos**

Determinación	Resultados
Aspecto	PULVERIZADO
Color	BLANCO
Densidad	1130 kg/m <sup>3</sup>
Solubilidad en agua	1.38 g/L
pH	12.7

**Análisis Químicos**

Determinación	Formulas	Unidades	Resultados
Oxido de calcio	CaO	%	89.53
Oxido de Hierro	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.064
Oxido de magnesio	MgO	%	0.528
Oxido de silicio	SiO <sub>2</sub>	%	3.71
Oxido de aluminio	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.51
Impurezas de carbón		%	5.65

**\*METODOS DE REFERENCIA:**

Oxido de calcio - CO2-GECC-I-34, Hidróxido de Calcio - CO2-GECC-I-34, Granza - CO2-GECC-I-329, Dióxido de Silicio - ICP OES

TRUJILLO 28 DE NOVIEMBRE DEL 2023

*Carlos Alberto Valqui Mendoza*  
CARLOS ALBERTO VALQUI MENDOZA  
INGENIERO QUIMICO  
CIP 122588

**AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL**

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

## ANEXO N° 13: Certificaciones de calibraciones



EQUIPOS E INSUMOS PARA LA MECANICA  
SUELO, ASFALTO, CONCRETO Y AGREGADOS

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-012-2021

Pag.1 de1

**FECHA DE EMISIÓN** : 23- 06-2024  
**EXPEDIENTE** : 010  
**1. SOLICITANTE** :ELEVER E.I.R.L  
**2. DIRECCIÓN** : Mza. B2 Lote16 URB. 21 de Abril (Frente al Ex Hotel La Posada) ANCASH –SANTA- CHIMBOTE  
**3. CIUDAD** : ANCASH –SANTA- CHIMBOTE  
**4. EQUIPO DE MEDICION: CAZUELA CASAGRANDE / DIGITAL**  
 Marca : SUASCON  
 Modelo : CCE  
 Número de Serie : O215  
 Procedencia : NACIONAL

#### FECHA Y LUGAR DE LA CALIBRACIÓN

Calibrado el 23- 06-2024 en el Laboratorio de calibración de VIGEEK LABORATORIOS II SAC.

#### 5. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION

La calibración se efectuó por comparación directa bloques patrones calibrados que tienen trazabilidad.

#### 6.LUGAR DE CALIBRACION

La calibración se realizó en el laboratorio de VIGEEK LABORATORIOS II S.A.C.

Trazabilidad	Patrón utilizado
INACAL DM/ LLA - 141 - 2020	BLOQUES PATRON DE LONGITUD



#### TABLA DE RESULTADO

10 mm	± 1 mm	10 mm
-------	--------	-------

  
**GERALDINE MIRANDA SOTO**  
 GERENTE GENERAL

  
**HECTOR ARMANDO ORE TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 79669

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  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 % . Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes. . 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.



EQUIPOS E INSUMOS PARA LA MECANICA  
SUELO, ASFALTO, CONCRETO Y AGREGADOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-012-2021

Pag. 2 de 2

7.CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicia	Final
Temperatura °C	22.3	22.3
Humedad Relativa %HR	64.0	64.3

8. TRAZABILIDAD

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

9. OBSERVACIONES

(\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

Inicial Final



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-010-2021**

 Fecha de Emisión : 2024-04-23  
 Expediente : T149-2024

Pagina : 1 de 5

**1. SOLICITANTE** : ELEVER E.I.R.L.

**DIRECCIÓN** : MZA. B9 LOTE. 16 URB. 21 DE ABRIL (FRENTE AL  
EX HOTEL LA POSADA) ANCASH - SANTA -  
CHIMBOTE)

**2. EQUIPO DE MEDICIÓN : ESTUFA**

 Indicación : DIGITALA  
 Marca : SUASCON  
 Número de serie : NO INDICA  
 Modelo del equipo : HO-21  
 Capacidad del equipo : 85 L

 Marca del indicador : AUTONICS  
 Modelo del indicador : TZN4S  
 Serie del indicador : NO INDICA  
 Temperatura calibrada : 110 °C

**3. METODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

**4. LUGAR DE CALIBRACIÓN**

 En el laboratorio de VIGEEK LABORATORIOS II S.A.C.  
 23- ABRIL- 2024

**5. TRAZABILIDAD**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	APPLENT	150-CT-T-2020	INACAL - DM

**6. CONDICIONES AMBIENTALES**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	30,6	30,5
Humedad %	47	48

**7. CONCLUSIONES**

La estufa se encuentra dentro de los rangos 110 °C (±) 5 °C para la realización de los ensayos de laboratorio según norma ASTM.

**8. OBSERVACIONES**

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva con el numero de certificado y fecha de calibración de la empresa VIGEEK LABORATORIOS II S.A.C.

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACALy otros.

Los resultados son validos en el Momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

Vigeeek Laboratorios II 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.

HECTOR ARMANDO  
ORE TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79669



Servicio Metrológico

GÉRALDINE MIRANDA SOTO  
GERENTE GENERAL

**SUASCON**

VIGEEK LABORATORIOS S.A.C.

EQUIPOS E INSUMOS PARA LA MECANICA  
SUELO, ASFALTO, CONCRETO Y AGREGADOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-010-2021

CALIBRACIÓN PARA 110 °C

Tiempo (min.)	Ind. (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔTMax. - TMin. (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	109,5	109,2	109,3	109,1	110,5	109,5	110,1	110,2	110,4	110,4	110,6	109,9	1,5
2	109,4	109,3	109,3	109,2	110,4	109,4	110,5	110,1	110,8	110,7	110,7	110,0	1,6
4	109,4	109,4	109,5	109,4	110,5	109,5	110,6	110,5	110,2	110,6	110,5	110,1	1,2
6	109,3	109,5	109,5	109,4	110,6	109,6	110,5	110,0	110,5	110,0	110,4	110,0	1,2
8	109,4	109,5	109,4	109,5	110,7	109,7	110,4	110,5	110,9	110,9	110,1	110,2	1,5
10	109,3	109,4	109,3	109,4	110,8	109,8	110,6	110,0	110,9	110,6	110,5	110,1	1,6
12	109,4	109,5	109,3	109,2	110,8	109,8	110,6	110,1	110,8	110,5	110,4	110,1	1,6
14	109,5	109,2	109,3	109,4	110,4	109,7	110,4	110,0	110,4	110,4	110,5	110,0	1,3
16	109,3	109,4	109,5	109,1	110,6	109,4	110,5	110,5	110,8	110,6	110,1	110,1	1,7
18	109,4	109,5	109,3	109,5	110,4	109,6	110,6	110,2	110,4	110,4	110,4	110,0	1,3
20	109,5	109,2	109,3	109,4	110,7	109,5	110,6	110,0	110,2	110,5	110,1	110,0	1,5
22	109,3	109,5	109,4	109,1	110,5	109,8	110,5	110,1	110,5	110,4	110,6	110,0	1,5
24	109,3	109,4	109,5	109,5	110,6	109,6	110,4	110,5	110,8	110,5	110,7	110,2	1,4
26	109,4	109,2	109,3	109,4	110,4	109,7	110,6	110,2	110,9	110,6	110,6	110,1	1,7
28	109,5	109,5	109,3	109,2	110,6	109,4	110,5	110,0	110,8	110,9	110,1	110,0	1,7
30	109,3	109,4	109,4	109,1	110,7	109,8	110,5	110,0	110,2	110,5	110,5	110,0	1,6
32	109,4	109,2	109,5	109,5	110,5	109,7	110,6	110,2	110,9	110,4	110,7	110,1	1,7
34	109,3	109,5	109,3	109,2	110,6	109,6	110,4	110,5	110,8	110,5	110,4	110,1	1,6
36	109,4	109,2	109,4	109,5	110,4	109,4	110,6	110,1	110,4	110,4	110,2	110,0	1,4
38	109,3	109,3	109,5	109,1	110,7	109,5	110,1	110,0	110,9	110,7	110,1	110,0	1,8
40	109,5	109,2	109,3	109,2	110,6	109,6	110,5	110,1	110,4	110,0	110,3	109,9	1,4
42	109,4	109,5	109,3	109,4	110,5	109,8	110,6	110,5	110,8	110,0	110,1	110,1	1,5
44	109,5	109,2	109,4	109,5	110,7	109,5	110,5	110,2	110,9	110,7	110,5	110,1	1,7
46	109,4	109,3	109,3	109,1	110,5	109,6	110,4	110,0	110,9	110,4	110,1	110,0	1,8
48	109,5	109,4	109,5	109,2	110,6	109,7	110,2	110,1	110,8	110,9	110,2	110,1	1,7
50	109,3	109,3	109,3	109,4	110,4	109,8	110,6	110,1	110,2	110,7	110,4	110,0	1,4
52	109,4	109,4	109,3	109,5	110,5	109,5	110,4	110,2	110,4	110,5	110,6	110,0	1,3
54	109,4	109,3	109,5	109,1	110,7	109,4	110,5	110,5	110,4	110,6	110,3	110,0	1,6
56	109,5	109,2	109,4	109,2	110,4	109,7	110,6	110,0	110,9	110,4	110,4	110,0	1,7
58	109,4	109,5	109,3	109,2	110,5	109,5	110,5	110,2	110,8	110,6	110,1	110,0	1,6
60	109,3	109,4	109,5	109,4	110,4	109,4	110,3	110,5	110,4	110,7	110,3	110,0	1,3
T. PROM	109,4	109,4	109,4	109,3	110,6	109,6	110,5	110,2	110,6	110,5	110,4	110,0	
T. MAX	109,5	109,5	109,5	109,5	110,8	109,8	110,6	110,5	110,9	110,9	110,9	110,7	
T. MIN	109,3	109,2	109,3	109,1	110,4	109,4	110,1	110,0	110,2	110,0	110,1		
DTT	0,2	0,3	0,2	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,7	0,9	0,6		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	110,9	0,4
Mínima Temperatura Medida	109,1	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,9	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	1,3	0,3
Estabilidad Media (±)	0,45	0,02
Uniformidad Media	1,8	0,1

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 registradas en dicha posición  
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.  
La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

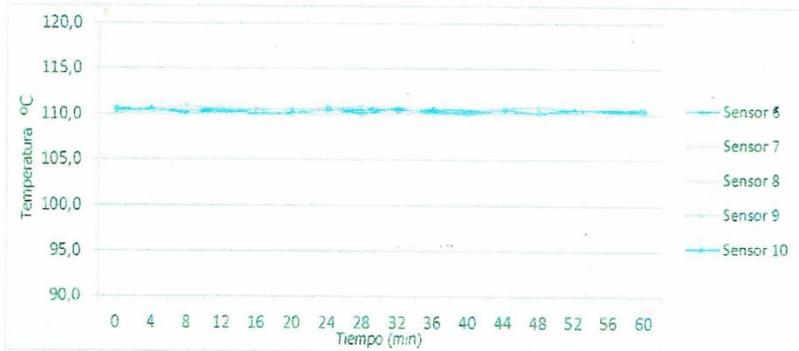
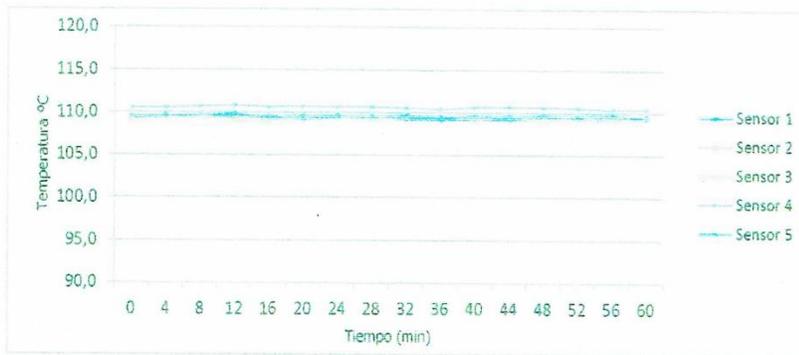




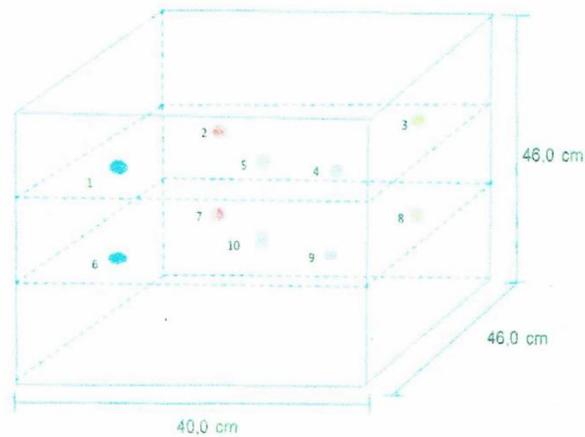
EQUIPOS E INSUMOS PARA LA MECANICA  
SUELO, ASFALTO, CONCRETO Y AGREGADOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-010-2021

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C



DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demás sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura más alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja.

FIN DEL DOCUMENTO





EQUIPOS E INSUMOS PARA LA MECANICA  
SUELO, ASFALTO, CONCRETO Y AGREGADOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LMM-011-2021

Laboratorio de Masa

1 de 3

**FECHA DE EMISIÓN** : 23-04-2024  
**EXPEDIENTE** : 2109  
**SOLICITANTE** : ELEVER E.I.R.L.  
**DIRECCIÓN** : MZA. B9 LOTE.16 URB. 21 DE ABRIL(FRENTE AL  
EX HOTEL LA POSADA) ANCASH - SANTA -  
CHIMBOTE)  
**CIUDAD** : ANCASH -SANTA- CHIMBOTE  
**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN; BALANZA NO AUTOMATICA**  
Marca(o Fabricante) : electrónica balance  
Modelo : NO INDICA  
Número de Serie : 12254  
Procedencia : NO INDICA  
Tipo : Electrónica  
Identificación : No indica  
Alcance de Indicación : 0 gr a 10000 gr  
División de escala (d) o resolución : 0.1 gr  
Div.verific. De escala ( e ) : 1 gr (\*)  
Capacidad Mínima : 20 gr (\*\*)  
Clase de exactitud : III (\*\*\*)  
Lugar de Calibración : En el laboratorio de VIGEEK LARORATORIOS II S.A.C.

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. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor. Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos

  
HECTOR ARMANDO  
ORELLANA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79669



**FECHA DE CALIBRACIÓN** : 23-04-2024

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Edición tercera Enero 2009.

**TRAZABILIDAD :**

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI).

**PATRONES UTILIZADOS :**

M-0984-2019, M-0982-2019, M-0982-2019, M-0981-2019

  
GERALDINE MIRANDA SOTO  
GERENTE GENERAL

SANTA ROSITA 3 ETAPA M2 "P" LT. "S" / VITARTE/LIMA/PERU 0(1)492 5953 / 935 873 975 / 937 365 616 / ventas@vigeeeklaboratorios.com



EQUIPOS E INSUMOS PARA LA MECANICA  
SUELO, ASFALTO, CONCRETO Y AGREGADOS

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LMM-011-2021**

Laboratorio de Masa

2 de 3

**RESULTADOS DE MEDICION**

**INSPECCION VISUAL**

AJUSTES DE ACERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

**ENSAYO DE RETABILIDAD**

Temperatura	Inicial 18.1 °C	Final 18.1 °C
-------------	-----------------	---------------

Medicion N°	Carga L1= 5000 g			Carga L2= 10000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	5000.1	0.4	4.6	10000.1	0.6	3.4
2	5000.1	0.4	4.6	10000.1	0.6	3.4
3	5000.1	0.4	4.6	10000.1	0.6	3.4
4	5000.1	0.4	4.6	10000.1	0.6	3.4
5	5000.1	0.4	4.6	10000.1	0.6	3.4
6	5000.1	0.4	4.6	10000.1	0.6	3.4
7	5000.1	0.4	4.6	10000.1	0.7	3.3
8	5000.1	0.4	4.6	10000.1	0.6	3.4
9	5000.1	0.4	4.6	10000.1	0.7	3.3
10	5000.1	0.4	4.6	10000.1	0.6	3.4

Carga (gr)	E <sub>max</sub> -E <sub>min</sub> (gr)	e.m.p (gr)
5000	0.00	20
10000	0.10	30

2	5
1	
3	4

Temperatura	Inicial 18.1 °C	Final 18.1 °C
-------------	-----------------	---------------

Posicion de la Carga	Carga min (g)	I (g)	ΔL (g)	E0 (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E <sub>1</sub> (g)	E <sub>c</sub> (g)	e.m.p
										± gr
1	10	10	0.3	4.7	10000	10000.1	0.5	3.5	-1.2	20
2		10	0.3	4.7		10000.1	0.4	3.6	-1.1	20
3		10	0.2	4.8		10000.1	0.4	3.6	-1.2	20
4		10	0.2	4.8		10000.1	0.3	4.7	-0.1	20
5		10	0.2	4.8		10000.1	0.4	4.6	-0.2	20

SANTA ROSITA 3 ETAPA MZ "P" LT. "S" / VITARTE/LIMA/PERU D(1)492 5953 / 935 873 975 / 937 365 616 / ventas@vigeeelaboratorios





EQUIPOS E INSUMOS PARA LA MECANICA  
SUELO, ASFALTO, CONCRETO Y AGREGADOS

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LMM-011-2021**

Laboratorio de Masa

3 de 3

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	18.1	°C	Final	18.1	°C
-------------	---------	------	----	-------	------	----

Carga L (g)	e.m.p				e.m.p				± g
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.4	4.6						
20	0.20	0.4	4.6	0.0	0.20	0.3	4.7	0.1	10
500	500.1	0.3	4.7	0.1	500.1	0.3	4.7	0.1	10
1000	1000.1	0.3	4.7	0.1	1000.1	0.4	4.6	0.0	10
2000	3000.1	0.4	4.6	0.0	3000.1	0.3	4.7	0.1	10
3000	3000.1	0.4	4.6	0.0	3000.1	0.4	4.6	0.0	20
4000	4000.1	0.5	4.5	-0.1	4000.1	0.4	4.6	0.0	20
5000	5000.1	0.5	4.5	-0.1	5000.1	0.5	4.5	-0.1	20
6000	6000.1	0.5	4.5	-0.1	6000.1	0.5	3.5	-1.1	20
8000	8000.1	0.5	3.5	-1.1	8000.1	0.6	3.4	-1.2	30
10000	10000.1	0.6	3.4	-1.2	10000.1	0.6	3.4	-1.2	30

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. E: Error encontrado  
I: Indicaciones de la balanza. E<sub>0</sub>: Error en cero  
ΔL: Carga adicional. E<sub>c</sub>: Error corregido

**Incertidumbre expandida de medicion**  $U = 2 \times \sqrt{0.16928 + 0.000000100932 R^2}$

**Lectura corregida**  $R_{CORREGIDA} = 0.0000239780 R$

**Observaciones**

Con fines de identificacion se coloco una etiqueta autoadhesiva color verde con indicaciones "CALIBRADO"  
La incertidumbre de medicion se ha obtenido multiplicandola incertidumbre estandar de la medicion por el factor de cobertura k=2 para una distribucion normal de aproximadamente 95%  
(\* Se determino utilizando la consideracion 10.1 del PC-001.  
(\*\*) Se determino utilizando la consideracion 10.1 del PC-001.  
(\*\*\*) Se determino utilizando la consideracion 10.1 del PC-001.



Fin del documento



EQUIPOS E INSUMOS PARA LA MECANICA  
SUELO, ASFALTO, CONCRETO Y AGREGADOS

<b>CERTIFICADO DE CALIDAD</b> MARTILLO PROCTOR MODIFICADO	CERTIFICADO N° 040-21
--	-----------------------

Solicitante : ELEVER E.I.R.L. Fecha: 23/04/2024  
 Equipo : Martillo Proctor Modificado Frecuencia de Verificación : 12 Meses  
 Fecha de Prox. Verificación : ABRIL - 2024

Equipo de Verificación usado : \*Calibrado de 0 a 300 mm prec. 0.10 mm Mitutoyo /Japan  
Mod. CD -12" CP, Cod. 500- 193, N/S 1002821  
\*Wincha Stanley, Balanza Digital MARCA HENKEL

Norma de Ensayo : ASTM D 1557

Peso del Martillo	<u>Peso Martillo</u> 4535.9 gr.
Peso de Martillo Especificado	4536 +/- 9 gr (10 +/- 0.02 lbs)
Diámetro de Cara de Impacto del Martillo	<u>Diam.</u> 50.9 mm.
Diam. De Cara de Impacto de Martillo Espec.	50.8 +/- 0.13 mm (2" +/- 0.005 in)
Caída Libre de Martillo	<u>Caída</u> 458.1 mm.
Caída Libre de Martillo Especificado	457.2 +/- 1.6 mm (18" +/- 0.05 in)

Acción Recomendada

Reparación y/o dar de Baja NO  
 Equipo OK SI



Comentarios:

EQUIPO ACEPTADO PARA SER USADO

**GERALDINE MIRANDA SOTO**  
 GERENTE GENERAL

HECTOR ARMANDO  
 ORE TORRES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 79669

GARANTIA DE 12 MESES POR DEFECTOS DE FABRICACION



EQUIPOS E INSUMOS PARA LA MECANICA  
SUELO, ASFALTO, CONCRETO Y AGREGADOS

<b>CERTIFICADO DE CALIDAD</b> MOLDE PROCTOR MODIFICADO	CERTIFICADO N° 050-21
---	-----------------------

Solicitante : ELEVER E.I.R.L. Fecha: 23/04/2024  
 Equipo : Molde Proctor Modificado Frecuencia de Verificación : 12 Meses  
 Fecha de Prox. Verificación : ABRIL – 2024

Equipo de Verificación usado : Calibrador de 0 a 300 mm prec. 0.01 mm Mitutoyo / Japan  
Mod. CD – 12" CP, Cod. 500-193, N/S 1002821

Norma de Ensayo : AASHTO T- 180-95

Diam. Interior Medido 

151.7	151.8	151.8	151.7
-------	-------	-------	-------

Diam. Promedio

151.75
--------

 mm

Diámetro Especificado 152.4 +/- 0.66 mm (6 +/- 0.026 in)

Altura Medida 

116.4	116.5	116.5	116.5
-------	-------	-------	-------

Altura Promedio

116.5
-------

 mm

Altura Especificado 116.43 +/- 0.5 mm (4.584 +/- 0.018 in)

Volumen 

2107
------

 cc

Volumen Especificado 2124 +/- 25 cc

Acción Recomendada

Reparación y/o dar de Baja NO

Equipo OK SI



Comentarios:

EQUIPO ACEPTADO PARA SER USADO

GERALDINE MIRANDA SOTO  
GERENTE GENERAL

HECTOR ARMANDO  
ORELLANA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79669

GARANTIA DE 12 MESES POR DEFECTOS DE FABRICACION

# Certificado de calidad

## TAMIZ DE ENSAYO PARA LABORATORIO

Este certificado de cumplimiento representa a Vigeek laboratorios. Un complemento para un tamiz de prueba de la más alta calidad.

Garantizamos que este tamiz de ensayo está construido conforme a las especificaciones de las normas A.S.T.M E-11 con malla N° 3/8" de acero inoxidable. Según normas ISO 3310-1

**N/S: 04221**



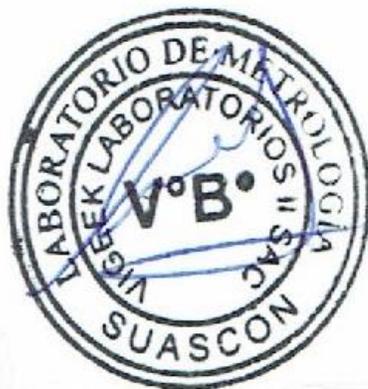
# Certificado de calidad

## TAMIZ DE ENSAYO PARA LABORATORIO

Este certificado de cumplimiento representa a Vigeeek laboratorios. Un complemento para un tamiz de prueba de la más alta calidad.

Garantizamos que este tamiz de ensayo está construido conforme a las especificaciones de las normas A.S.T.M E-11 con malla N° 2" de acero inoxidable. Según normas ISO 3310-1

**N/S:04197**



# Certificado de calidad

## TAMIZ DE ENSAYO PARA LABORATORIO

Este certificado de cumplimiento representa a Vigeeek laboratorios. Un complemento para un tamiz de prueba de la más alta calidad.

Garantizamos que este tamiz de ensayo está construido conforme a las especificaciones de las normas A.S.T.M E-11 con malla N° 1" de acero inoxidable. Según normas ISO 3310-1

**N/S: 04207**



# Certificado de calidad

## TAMIZ DE ENSAYO PARA LABORATORIO

Este certificado de cumplimiento representa a Vigeek laboratorios. Un complemento para un tamiz de prueba de la más alta calidad. Garantizamos que este tamiz de ensayo está construido conforme a las especificaciones de las normas A.S.T.M E-11 con malla N° 1 ½" de acero inoxidable. Según normas ISO 3310-1

**N/S: 04201**



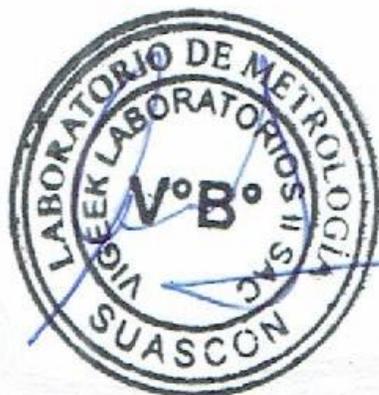
# Certificado de calidad

## TAMIZ DE ENSAYO PARA LABORATORIO

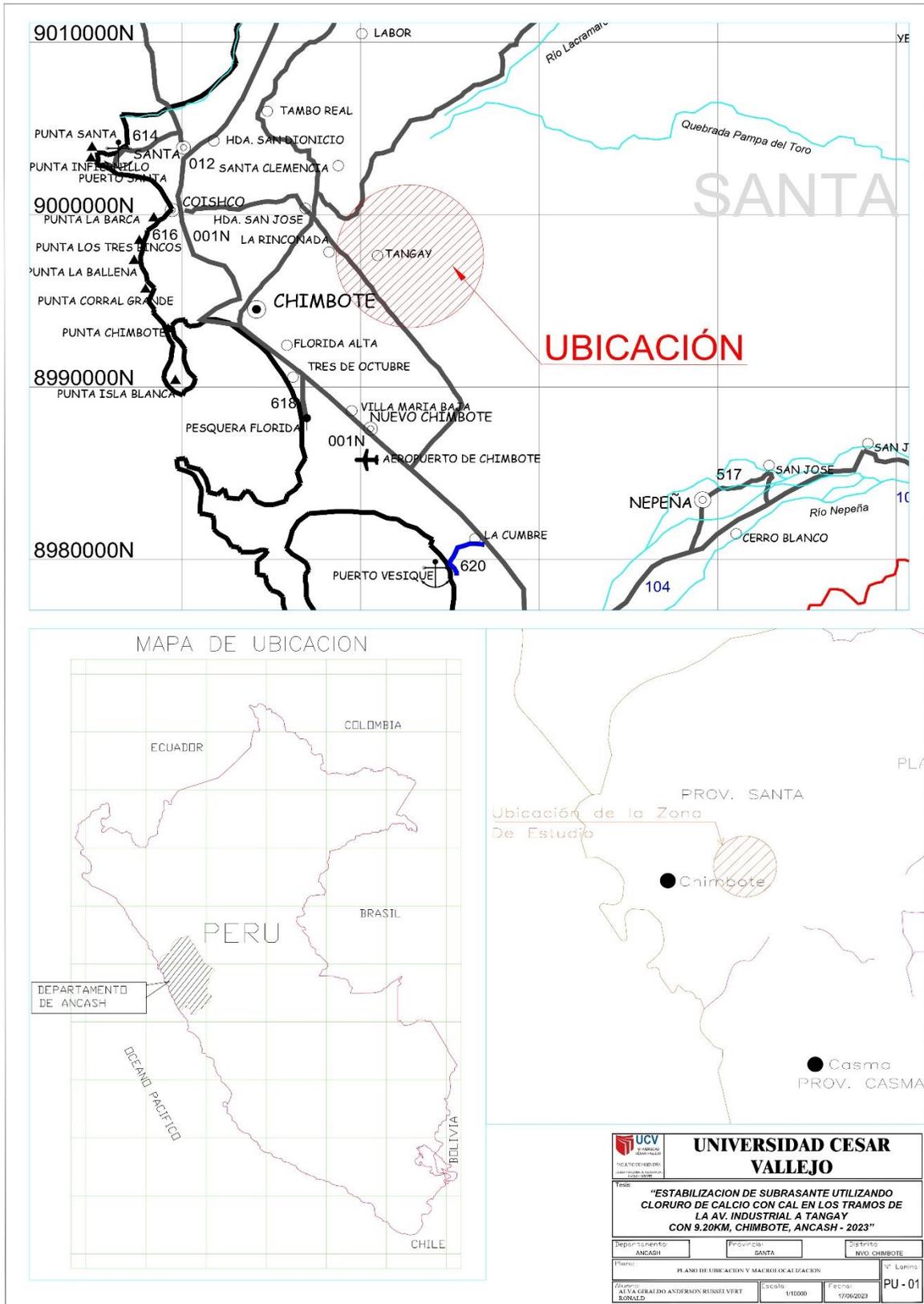
Este certificado de cumplimiento representa a Vigeeek laboratorios. Un complemento para un tamiz de prueba de la más alta calidad.

Garantizamos que este tamiz de ensayo está construido conforme a las especificaciones de las normas A.S.T.M E-11 con malla N° ¾ "de acero inoxidable. Según normas ISO 3310-1

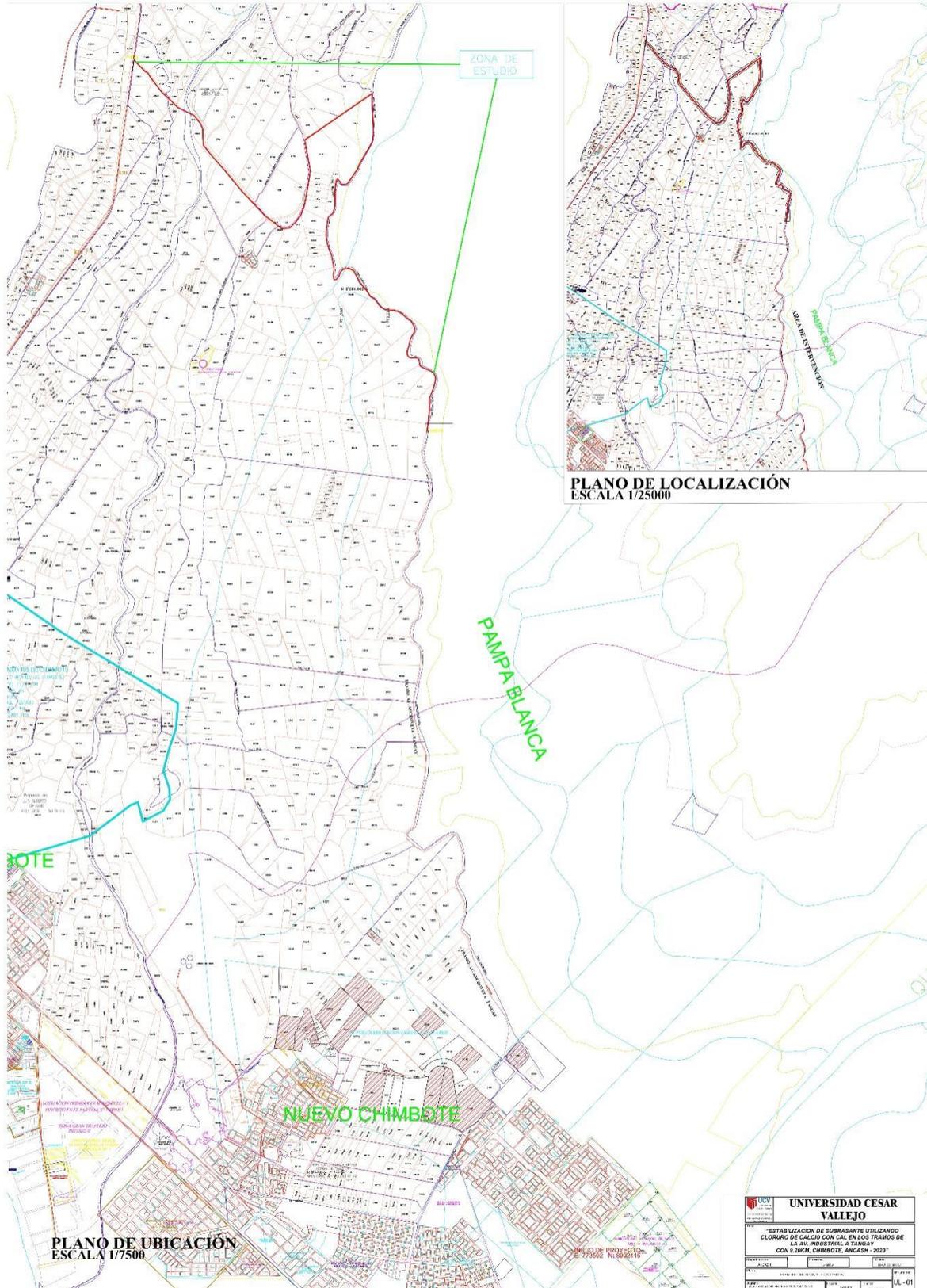
N/S: 04193



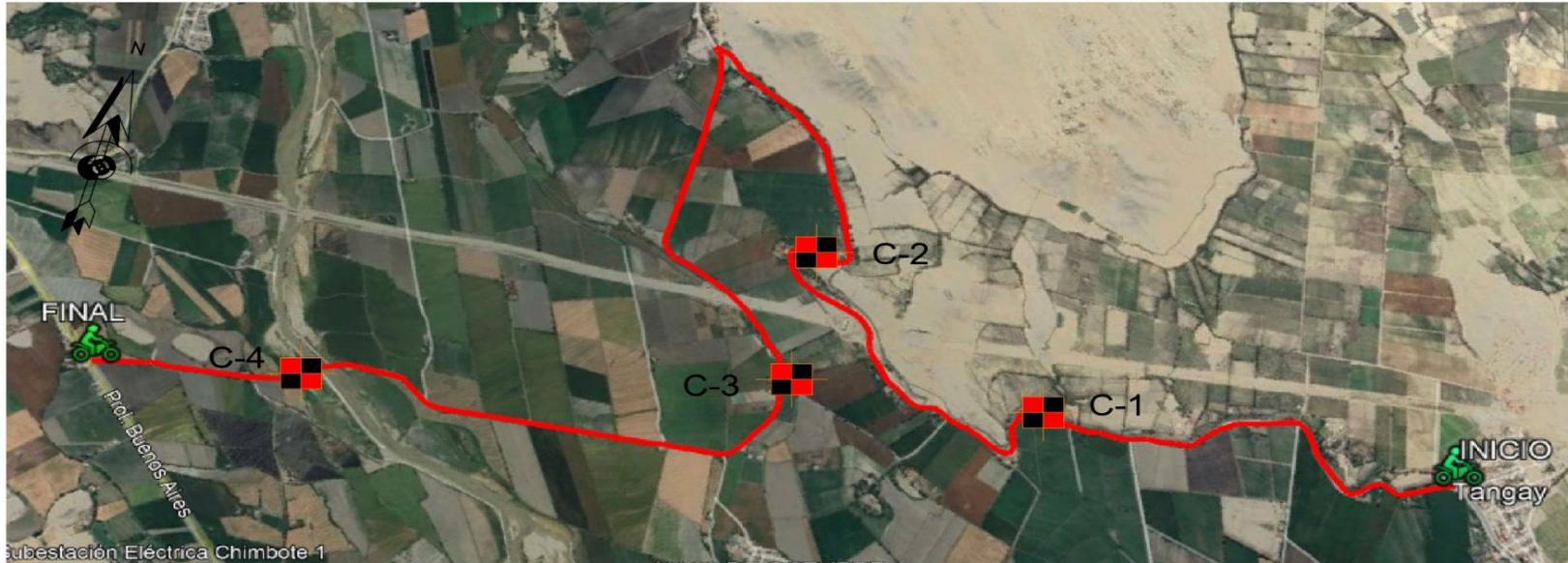
## ANEXO Nº 14: Plano de ubicación y macrolocalización



## ANEXO Nº 15: Plano de ubicación y localización



## ANEXO Nº 16: Plano de calicatas

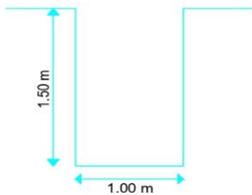


### DETALLES DE CALICATAS

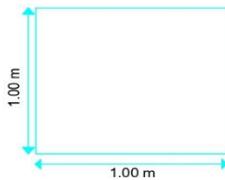
Se realizaron 2 calicatas, identificadas como C-1, C-2

C-3 y C-4 se utilizaron cintas de seguridad o de señalización para la correcta extracción del material. Se utilizó el uso de los EPP

ELEVACION:



PLANTA:



#### SIMBOLOGIA



CALICATA

CALICATA	SECCION	ALTURA
C-1	1.00 X 1.00	1.50
C-2	1.00 X 1.00	1.50
C-3	1.00 X 1.00	1.50
C-4	1.00 X 1.00	1.50



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

Tesis:

**"ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO CLORURO DE CALCIO CON CAL EN LOS TRAMOS DE LA AV. INDUSTRIAL A TANGAY CON 9.20KM, CHIMBOTE, ANCASH - 2023"**

Departamento:  
ANCASH

Provincia:  
SANTA

Distrito:  
NVO CHIMBOTE

Plano:

PLANO DE CALICATAS

N° Lamina:

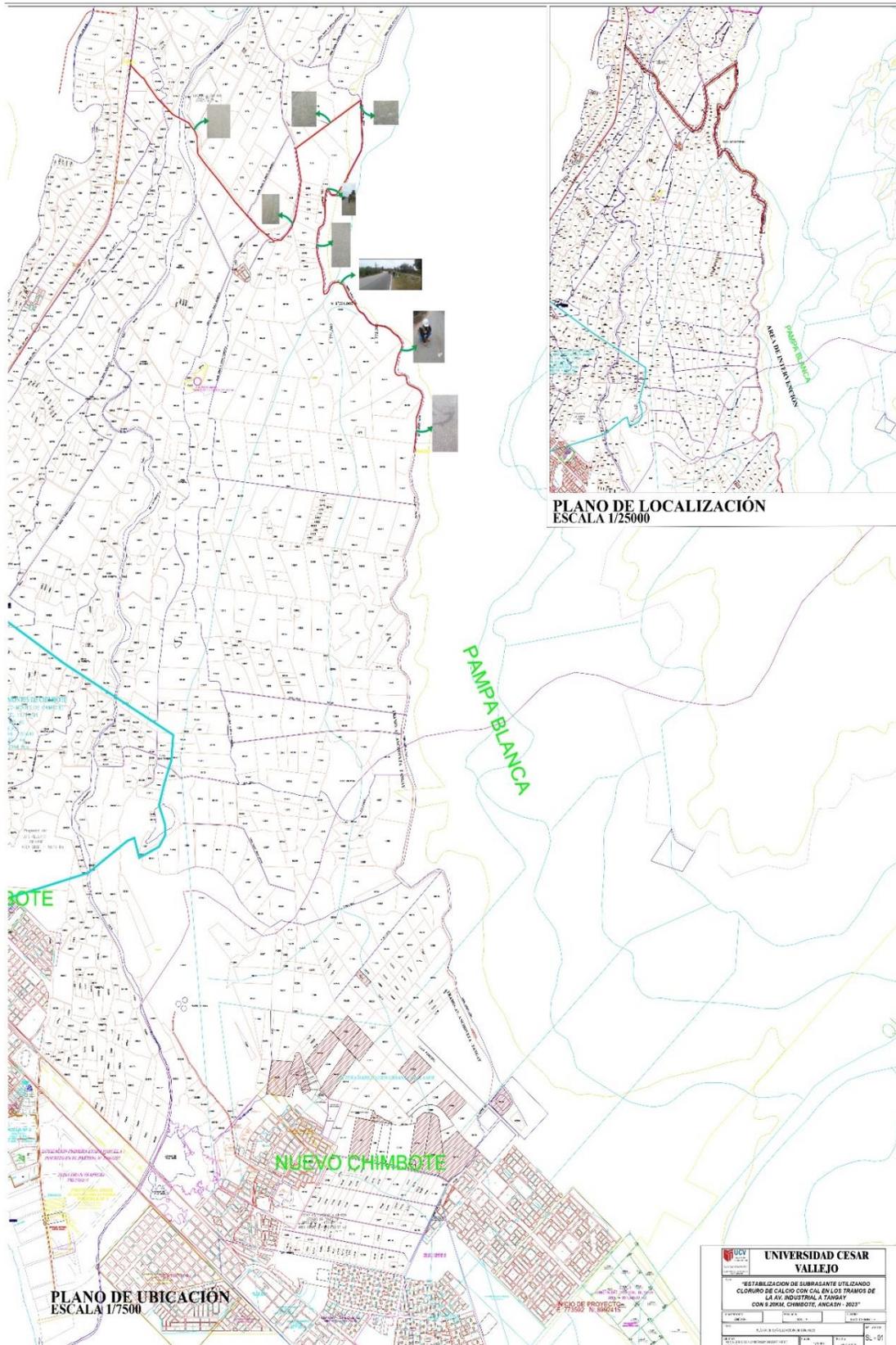
Alumno:  
ALVA GIRALDO ANDERSON RUSSELVERT  
RONALD

Escala:  
1/10000

Fecha:  
17/06/2023

PC - 01

# ANEXO N° 17: Plano de señalización de los lugares



## ANEXO Nº 18: Matriz estadísticos

### MATRIZ DE DATOS ESTADISTICOS

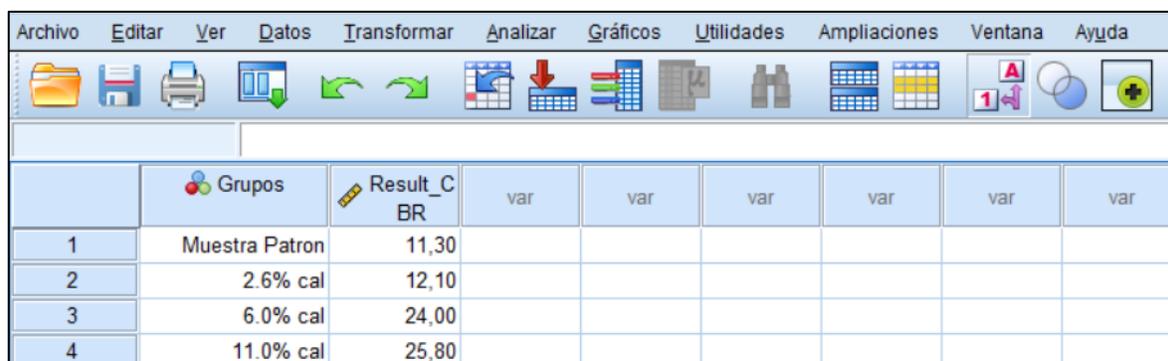
Prueba estadística con cloruro de calcio en SPSS Statistics 25



The screenshot shows the SPSS Statistics 25 interface with a data matrix. The menu bar includes Archivo, Editar, Ver, Datos, Transformar, Analizar, Gráficos, Utilidades, Ampliaciones, Ventana, and Ayuda. The toolbar contains icons for file operations, data manipulation, and analysis. The data matrix has the following structure:

	Grupos	Resultados_CBR	var	var	var	var	var
1	Muestra Patrón	11,30					
2	1.5% cloruro de calcio	15,20					
3	3.5% cloruro de calcio	17,90					
4	4.8% cloruro de calcio	21,20					

Prueba estadística con cal en SPSS Statistics 25



The screenshot shows the SPSS Statistics 25 interface with a data matrix. The menu bar includes Archivo, Editar, Ver, Datos, Transformar, Analizar, Gráficos, Utilidades, Ampliaciones, Ventana, and Ayuda. The toolbar contains icons for file operations, data manipulation, and analysis. The data matrix has the following structure:

	Grupos	Result_CBR	var	var	var	var	var
1	Muestra Patron	11,30					
2	2.6% cal	12,10					
3	6.0% cal	24,00					
4	11.0% cal	25,80					

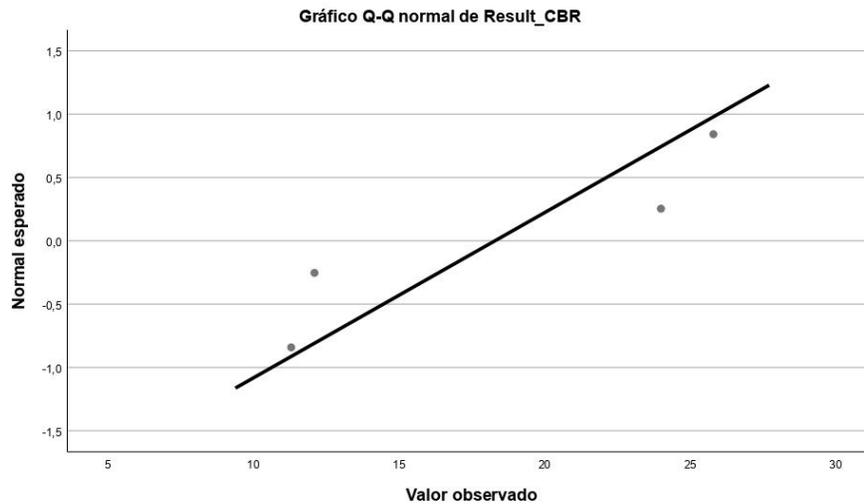
# PROCEDIMIENTO ESTADISTICO

## Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Result_CBR	,291	4	.	,810	4	,121
Grupos	,151	4	.	,993	4	,972

a. Corrección de significación de Lilliefors

## Result\_CBR



## Correlaciones de muestras emparejadas

	N	Correlación	Sig.
Par 1 Result_CBR & Grupos	4	,933	,037

## Prueba de muestras emparejadas

	Media	Diferencias emparejadas		
		Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de ... Inferior
Par 1 Result_CBR - Grupos	15,80000	6,47508	3,23754	5,49670

## Prueba de muestras emparejadas

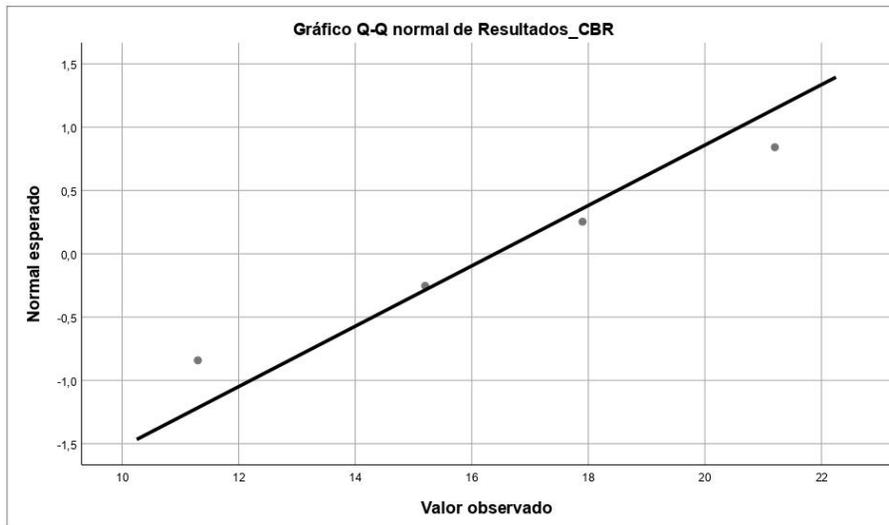
	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1 Result_CBR - Grupos	26,10330	4,880	3	,016

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resultados_CBR	,140	4	.	,997	4	,992
Grupos	,151	4	.	,993	4	,972

a. Corrección de significación de Lilliefors

### Resultados\_CBR



### Correlaciones de muestras emparejadas

	N	Correlación	Sig.
Par 1 Resultados_CBR & Grupos	4	,998	,002

### Prueba de muestras emparejadas

	Media	Diferencias emparejadas		
		Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de ... Inferior
Par 1 Resultados_CBR - Grupos	13,90000	2,90631	1,45316	9,27540

### Prueba de muestras emparejadas

	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1 Resultados_CBR - Grupos	18,52460	9,565	3	,002