



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Estabilización de suelo arcilloso para el mejoramiento de la subrasante
adicionando cloruro de sodio, tramo Primorpampa – Cascapara, Yungay,
Ancash 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Bach. Mendez Cerna, Josh Junior (ORCID: 0000-0003-0047-6239)

ASESOR:

Mgtr. Ing. Marin Cubas, Percy Lethelier (ORCID: 0000-0001-5232-2499)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

HUARAZ – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedicado a mis padres José Manuel Mendez Castro e Hilda Margarita Cerna Trujillo por educarme e inculcarme buenos valores, en especial a mi madre quien fue el pilar principal económica y moralmente para culminar mis estudios

El autor.

Agradecimiento

A Dios, todo poderoso, por darme salud, llevarme por el camino del bien y estar siempre a mi lado en cada logro de la vida.

A mi familia, en especial a mis hermanos y mi tía Nelly Torres Trujillo, quienes siempre me apoyaron y nunca dejaron de creer en mí durante la construcción de mi vida profesional.

A mis profesores, que me impartieron su conocimiento y fueron el cimiento para mi educación profesional.

Al Ing. Percy Marín, asesor de la presente investigación quien me guió e impartió sus conocimientos en el periodo de elaboración del trabajo.

El autor.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	12
3.2. Variables y Operacionalización.....	12
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimientos.....	15
3.6. Método de análisis de datos.....	16
3.7. Aspectos éticos.....	16
IV. RESULTADOS.....	17
V. DISCUSIÓN.....	29
VI. CONCLUSIONES.....	35
VII. RECOMENDACIONES.....	37
REFERENCIAS.....	38
ANEXOS.....	45

Índice de tablas

Tabla 1: Resultados del contenido de humedad muestra patrón.....	17
Tabla 2: Resultados del análisis granulométrico muestra patrón.....	17
Tabla 3: Resultados del límite plástico muestra patrón.....	18
Tabla 4: Resultados del límite líquido muestra patrón.....	19
Tabla 5: Clasificación de suelos.....	20
Tabla 6: Resultados de proctor modificado muestra patrón.....	20
Tabla 7: Resultados del ensayo de penetración a muestra patrón.....	21
Tabla 8: Resultados del ensayo California Bearing Ratio CBR muestra patrón.....	21
Tabla 9: Resumen de resultados de las propiedades físicas y mecánicas para la muestra con adición del 1.5% de cloruro de sodio.....	22
Tabla 10: Resumen de resultados de las propiedades físicas y mecánicas para la muestra con adición del 3.0% de cloruro de sodio.....	22
Tabla 11: Resumen de resultados de las propiedades físicas y mecánicas para la muestra con adición del 4.5% de cloruro de sodio.....	23
Tabla 12: Comparativo del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, suelo patrón y adiciones de cloruro de sodio.....	23
Tabla 13: Comparativo de la humedad óptima y densidad máxima, suelo patrón y adiciones de cloruro de sodio.....	26
Tabla 14: Comparativo de C.B.R. a 0.1 pulgada de penetración, suelo patrón y adiciones de cloruro de sodio.....	27

Índice de gráficos y figuras

<i>Figura 1.</i> Vista del tramo vial comprendido entre el C.P. de Primorpampa y el distrito de Cascapara.....	14
<i>Figura 2.</i> Curva granulométrica de la muestra patrón.....	18
<i>Figura 3:</i> diagrama de fluidez.....	19
<i>Figura 4:</i> Grafica densidad seca vs contenido de humedad.....	21
<i>Figura 5:</i> Comparativo del Límite Líquido entre suelo patrón y adiciones de cloruro de sodio.....	24
<i>Figura 6:</i> Comparativo del Límite Plástico entre suelo patrón y adiciones de cloruro de sodio.....	25
<i>Figura 7:</i> Comparativo del Índice Plástico entre suelo patrón y adiciones de cloruro de sodio.....	25
<i>Figura 8:</i> Comparativo de la Humedad Óptima entre suelo patrón y adiciones de cloruro de sodio.....	26
<i>Figura 9:</i> Comparativo de la Máxima Densidad entre suelo patrón y adiciones de cloruro de sodio.....	27
<i>Figura 10:</i> Comparativo del C.B.R. al 100% de máxima densidad seca entre suelo patrón y adiciones de cloruro de sodio.....	28
<i>Figura 11:</i> Comparativo del C.B.R. al 95% de máxima densidad seca entre suelo patrón y adiciones de cloruro de sodio.....	28

Resumen

La presente investigación titulada “Estabilización de suelo arcilloso para el mejoramiento de la subrasante adicionando cloruro de sodio, tramo Primorpampa – Cascapara, Yungay, Ancash 2021”, surgió de la problemática presente en las zonas rural de la provincia de Yungay por la deficiente conectividad debido a las deterioradas condiciones en la que se encuentra la red de trochas carrozables. El objetivo principal fue determinar la influencia de la adición de cloruro de sodio en la estabilización de la subrasante en el tramo vial comprendido entre el centro poblado de Primorpampa y el Distrito de Cascapara. La investigación fue de tipo cuantitativa, recopilando y analizando datos numéricos cuantificables, al diseño de la investigación, fue experimental porque nuestro material en estudio fue alterado en el laboratorio para sacar conclusiones sobre su comportamiento. Los resultados obtenidos determinaron que el suelo es de CL, según la clasificación SUCS con un valor C.B.R de 5.80%, mientras que para las muestras con adición de 1.50%, 3.00% y 4.50% de cloruro de sodio se obtuvo valores de 6.30%, 6.50% y 6.00% respectivamente, concluyendo que el cloruro de sodio logró incrementar ligeramente el índice C.B.R hasta 6.5% de máxima densidad seca, elevando la categoría de subrasante insuficiente a subrasante regular.

Palabras Clave:

Estabilización, suelo, cloruro de sodio, C.B.R.

Abstract

The present investigation entitled "Stabilization of clay soil for the improvement of the subgrade by adding sodium chloride, section Primorpampa - Cascapara, Yungay, Ancash 2021", arose from the problems present in the rural areas of the Yungay province due to the deficient connectivity due to the deteriorated conditions in which the network of carriage trails is found. The main objective was to determine the influence of the addition of sodium chloride on the stabilization of the subgrade in the road section between the town of Primorpampa and the District of Cascapara. The research was quantitative, collecting and analyzing quantifiable numerical data, the research design was experimental because our study material was altered in the laboratory to draw conclusions about its behavior. The results obtained determined that the soil is CL, according to the SUCS classification with a CBR value of 5.80%, while for the samples with addition of 1.50%, 3.00% and 4.50% of sodium chloride, values of 6.30% were obtained, 6.50% and 6.00% respectively, concluding that sodium chloride managed to slightly increase the CBR index to 6.5% of maximum dry density, raising the category from insufficient subgrade to regular subgrade.

Keywords:

Stabilization, soil, sodium chloride, C.B.R.

I. INTRODUCCIÓN

La investigación surge de la **realidad problemática** la cual guarda una estrecha relación con el desarrollo. Las grandes condiciones nacionales, regionales o mundiales son plasmados en los grandes postulados sobre teorías del desarrollo económico y social, que constituyen el escenario para el desarrollo humano (Reyes, 2009, p.134). En ese contexto, las carreteras son agentes importantes para promover el desarrollo de las poblaciones en su conjunto, ya que estas conforman arterias viales que permiten el transporte de pasajeros y carga, de esta manera los habitantes encuentren la satisfacción de sus necesidades referente a movilidad. Así mismo, el conjunto de carreteras permite satisfacer las necesidades fundamentales de trabajo, educación, alimentación y salud; las cuales conforman las actividades principales de un país. Es menester para un país desarrollar su sistema vial porque es el único modo con el que logra satisfacer no solo la obligación de trasladarse de un lugar a otro, sino también las necesidades esenciales de su población. El Perú al ser un país megadiverso está acostumbrado a sufrir los estragos de la naturaleza durante la temporada de avenidas, a consecuencia de ello se generan desbordes de ríos, huaicos y deslizamientos; ocasionando grandes daños a las carreteras en general, perjudicando el transporte de personas, traslado de alimentos, entre otras actividades. Si a estas vías de comunicación deterioradas por las lluvias no se les brinda el mantenimiento adecuado para que la población satisfaga sus necesidades básicas, es poco probable que los ciudadanos puedan encarar una situación de mejora económica y reducción de los índices de pobreza. Por otro lado, al no rehabilitar las carreteras oportunamente se pueden generar accidentes vehiculares con pérdidas humanas, además de mantener incomunicado a los diferentes pueblos. En el ámbito regional, en Ancash tenemos un déficit de conectividad especialmente en ciertas zonas rurales lo que, para muchas personas desplazarse termina resultándoles costoso y tomándoles más tiempo del necesario. Por lo que se requiere sistemas viales adecuados para que haya desarrollo sostenible, porque las personas necesitan moverse y deben contar con medios de transporte disponible e idóneos a sus necesidades. En las zonas rurales de la Provincia de Yungay, las principales actividades son la agricultura y la ganadería siendo las más influyentes en sus ingresos económicos, por ende, es muy importante que existan

caminos que interconecten estas zonas rurales con la ciudad facilitando el transporte de sus cargas. La red de trochas carrozables que unen estas zonas rurales en su mayoría se encuentra muy deterioradas debido a las condiciones climatológicas y otros; generando inestabilidad en la superficie de rodadura. Actualmente el tramo vial comprendido entre el C.P. de Primorpampa y el distrito de Cascapara de la provincia de Yungay, perteneciente a la categoría de carreteras de bajo volumen de tránsito, ya que el índice medio diario anual se encuentra por debajo de los 200 vehículos por día, se encuentra intransitable debido al mal estado en la que se encuentra, obligando a los pobladores a tomar vías alternas, llevándolos a recorrer mayores distancias y pagar elevados costos de transporte, en este escenario nace la necesidad de hallar un agente estabilizante natural y económico que permita suplir las necesidades de la población y que en lo posible minimice los impactos ambientales. **La formulación del problema** se elaboró de acuerdo a la pregunta principal que posibilitó la realización de la presente tesis: ¿De qué manera influye la adición de cloruro de sodio en el mejoramiento de las propiedades de la subrasante en el tramo vial comprendido entre el centro poblado de Primorpampa y el Distrito de Cascapara? La presente investigación se **justifica socialmente** porque el mejoramiento de la subrasante generará que los pobladores tomen menor tiempo para viajar del centro poblado de Primorpampa hacia el distrito de Cascapara, de esta manera, los pobladores tendrían mayor accesibilidad a ciertos recursos o servicios tales como agentes del Banco de la Nación, puesto de salud, puesto de auxilio rápido (PNP), tiendas comerciales y otros, beneficiando socialmente ya que la accesibilidad elevaría la calidad de vida de los pobladores, garantizándoles condiciones básicas de salud y bienestar, derechos básicos de todo poblador. **Económicamente la investigación se justifica** porque busca optimizar recursos económicos y contribuir a la reducción de costos de estabilización y mejoramiento de la subrasante del tramo vial problemático, además, este mejoramiento generará beneficios económicos a los pobladores ya que habilitará la transitabilidad vehicular del tramo que actualmente es intransitable debido al mal estado de la vía, obligando a los pobladores a tomar la ruta alterna que quintuplica la distancia del tramo a intervenir (de 696.69 m a 3,584.12 m aproximadamente) y por ende elevan el costo del transporte de pasajero y mercancías. **Ambientalmente se justifica** porque la alternativa de estabilización

que se plantea no es convencional como las que comúnmente se emplean en la zona en la que se realizará la intervención, ya que esta técnica de estabilización generará impactos ambientales positivos como evitar movilizar grandes volúmenes de material de préstamo de canteras de afirmado y también disminuir los volúmenes de excavación en subrasantes destinados a eliminación en botaderos de esta manera se aportará a la preservación del medio ambiente. **Se justifica metodológicamente** porque es necesario la búsqueda de técnicas que mejoren las propiedades de los suelos mediante métodos sostenibles y teniendo en cuenta los factores económicos y ambientales, de esta manera solucionar la problemática de vías vecinales o rurales a mediano y largo plazo, asimismo, dejar registros de los resultados producto de la investigación aportando a futuras investigaciones que tiendan a la misma línea de investigación. **Se justifica legalmente** porque para la aplicación de la metodología en la presente investigación se deberá tomar en consideración cierta normatividad como las normas AASHTO (American Association of State Highway and Transport Oficial), el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), las normas ASTM (American Society for Testing and Materials) y normas del ministerio de transportes y comunicaciones (MTC). **El objetivo general** de esta investigación fue determinar la influencia de la adición de cloruro de sodio en la estabilización de la subrasante en el tramo vial comprendido entre el centro poblado de Primorpampa y el Distrito de Cascapara. Así mismo, **los objetivos específicos** planteados fueron: Determinar que la subrasante del tramo vial a intervenir está compuesta por suelo arcilloso y es inestable, determinar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante del tramo a intervenir adicionando cloruro de sodio en proporciones 1.5%, 3.0% y 4.5% en peso y determinar la proporción óptima de cloruro de sodio que mejora cada propiedad física y mecánica de la subrasante del tramo a intervenir en base a las dosificaciones aplicadas. En cuanto a **la hipótesis** utilizado para predecir el resultado concluyente fue que la adición de cloruro de sodio estabilizará y mejorará las propiedades del suelo de la subrasante en el tramo vial comprendido entre el centro poblado de Primorpampa y el Distrito de Cascapara.

II. MARCO TEÓRICO

En referencia a las teorías en la que se enmarca la investigación, se cuenta con una serie de investigaciones previas, dentro de las cuales se encuentra, **a nivel internacional, Larrea & Rivas (2019)** con su tesis de pregrado titulada : “Estabilización de suelos arcillosos con cloruro de sodio y cloruro de calcio”, ejecutado en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador, donde tuvieron como objetivo la estabilización de un suelo arcilloso con un rango de índice de plasticidad (16 – 18) con cloruro de sodio y cloruro de calcio para su implementación en vías, aplicando una investigación de tipo experimental, trabajando con un suelo que no puede ser usado como material de mejoramiento por su elevado índice de plasticidad de 17% y límite líquido de 39% con densidad seca máxima de 1736 kg/m³ y CBR de 34.30%, mientras que con adición de cloruro de sodio en una proporción óptima de 15% obtuvieron un incremento de la densidad seca máxima de 9.33%, hasta 1898 kg/m³ y una disminución del CBR hasta un 33.04% mientras que para la adición de cloruro de calcio en una proporción óptima de 20%, la densidad seca máxima no presentó una variación considerable, en cuanto al CBR, experimentó un descenso crítico desde el 34.30% a un 7.72% que representa una caída del 77.49%, por lo que concluyó que el estabilizador que tuvo mejores consecuencias fue el Cloruro de Sodio inclusive de que el Cloruro de Calcio también redujo la plasticidad del suelo, fundamentado en la disminución del límite líquido e índice de plasticidad), sin embargo la resistencia del suelo estabilizado disminuyó, como se plasma en el CBR e hinchamientos. De la misma forma, encontramos a **Guamán (2016)** con su tesis de pregrado titulada : “Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio)”, aplicada en la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, que tuvo como objetivo analizar el comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado con componentes químicos (cal y cloruro de sodio) en el laboratorio, aplicando una investigación de tipo experimental con una muestra patrón de densidad máxima de 1531kg/m³ y un CBR de 4.85%, sin embargo para las adiciones de cal y cloruro de sodio en 2.5%, 5% y 7.5% obtuvo densidades máximas de 1501kg/m³, 1464kg/m³ y 1418kg/m³ y valores de CBR de 13.45%, 20.8% y 26% para las proporciones de cloruro de sodio y densidades máximas de 1549kg/m³, 1589kg/m³ y 1602kg/m³ con valores de CBR de 7.3%, 7.55% y 5.8% para las proporciones de cloruro de

calcio, concluyendo que se estableció que el CBR del suelo estabilizado con Cal para los porcentajes de 7,5% y 12,5% con valores de 20,8% y 26% cumplen con lo establecido por las Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes del Ministerio de Obras Públicas de la República del Ecuador de la sección 402 (Mejoramiento de la subrasante) y son mayores que el CBR mínimo que es de 20%. Mientras que para el suelo estabilizado con Cloruro de Sodio no cumple con la especificación. Por otro lado, **a nivel nacional**, se cuenta con **Quiroz (2020)** con su tesis de pregrado titulada : “Estabilización de suelos con cloruro de sodio, en el camino de bajo volumen de tránsito desde el caserío Los Tubos hasta el caserío Pozo Cuarenta, Distrito de Mórrope, Provincia de Lambayeque, Departamento Lambayeque”, desarrollado en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú, donde su objetivo principal fue determinar la influencia de la adición de cloruro de sodio en la estabilización del suelo para el camino de bajo volumen de tránsito desde el caserío Los Tubos - Pozo Cuarenta, mediante una investigación de tipo experimental en la que realizó cinco calicatas, de las cuales la calicata N° 01 fue la que obtuvo peores resultados con una densidad máxima seca de 1969kg/m³ alcanzando un CBR de 10.37%, mientras que para las adiciones del 1%, 1.5% y 2% de cloruro de sodio alcanzo valores de 10.54%, 10.70% y 11.20% para el CBR al 100%, de ahí que concluyó que de acuerdo al análisis de resultados las características de compactación de los suelos, la densidad seca máxima aumenta y la humedad óptima de compactación disminuyen con cada incremento en porcentaje del 1%, 1.5% y 2% de cloruro de sodio (NaCl). El análisis de resultados muestra que la adición del cloruro de sodio en porcentajes del 1%,1.5% y 2% respecto al peso de la muestra, incrementa el valor del CBR hasta en un 0.35% en comparación a la muestra de suelo natural mejorando ligeramente la resistencia del suelo. Análogamente **Diaz, (2018)** con su tesis de pregrado titulado: “Mejoramiento del CBR de un suelo arcillosos con cloruro de sodio”, realizada en la Universidad Privada del Norte, Perú, teniendo como objetivo determinar el porcentaje de mejoramiento del CBR de un suelo arcilloso con adición de cloruro de sodio en porcentajes de 14%, 16% y 18%, aplicando una investigación de tipo experimental con una muestra de suelo natural con 1758 kg/m³ de densidad máxima seca que alcanzo un CBR de 4.05%, en tanto, la muestras con adiciones del 14%, 16% y 18% de cloruro de sodio dieron como resultado densidades máximas de 1780kg/m³

,1800kg/m³ y 1826kg/m³ así como valores de CBR de 5.02%, 5.45% y 5.85% respectivamente, por ello concluyó que se comprobó la hipótesis planteada ya que el CBR de un suelo arcilloso mejora hasta un 20% al adicionar porcentajes entre 14% y 18% de cloruro de sodio. Ya que el índice CBR para 0.1" varía 23.95% de la muestra patrón, para 0.2" el CBR varía 29.90% de la muestra patrón sabiendo que: para un CBR al 0.1": en la muestra patrón un CBR de 4.05%, en porcentaje de 14% de NaCl un CBR de 5.02%, adicionado 16% de NaCl un CBR de 4.45% e incrementando 18% de NaCl se obtiene un CBR de 5.85%. Para un CBR al 0.2" los resultados obtenidos es que en la muestra patrón se obtiene un CBR de 4.85%, adicionado 14% de NaCl se obtiene un CBR de 5.82%, en porcentaje de 16% de NaCl se obtiene un CBR de 6.1%, e incrementando 18% de NaCl se obtiene un CBR de 6.30%. Complementado, **a nivel local**, encontramos a **Luna e Izaguirre (2019)** en su trabajo de tesis de pregrado titulada: "Estabilización de la red vial vecinal AN-873 - 0+000 al 2+400 km con cloruro de sodio proveniente del agua de mar, Santa, Santa, Áncash - 2019", elaborada en la Universidad Cesar Vallejo, Chimbote, Perú, que tuvo como objetivo determinar las propiedades mecánicas del suelo patrón luego de ser estabilizado con cloruro de sodio en proporciones de 5% y 7%, con la aplicación de una investigación de tipo experimental, con un suelo natural con densidad máxima seca de 2046 kg/m³ y un CBR de 8.29%, sin embargo para las adiciones de cloruro de sodio en 5% y 7% obtuvo valores de CBR de 16.06% y 7.07% respectivamente, por ello concluyó al comparar los resultados obtenidos se determinó que al adicionar cloruro de sodio en proporción de 5%, éste aumentó en 93.73% el valor CBR comparado con el obtenido en la muestra patrón. Mientras que al adicionar la proporción de 7% el valor CBR disminuye 8.93% con respecto al de la muestra patrón y de esa forma se pudo evidenciar que la proporción más recomendable a utilizar para obtener mejores resultados en un suelo limo – arenoso es de 5%. Definido los antecedentes, se presenta la base teórica. De las revisiones anteriores de los autores citados, se presenta el marco teórico. Braja (2013) afirmó lo siguiente: "El suelo se define como el agregado no cementado de granos minerales y materia orgánica descompuesta (partículas sólidas) con líquido y gas en los espacios vacíos entre las partículas sólidas" (p.1). Además, Pico (2016) refiere que "el suelo es todo tipo de material terroso, él forma una delgada capa sobre la corteza terrestre de material, desde un relleno de

desperdicios, hasta areniscas parcialmente cementadas o lutitas suaves” (p. 10). igualmente, James y Pandian (2016) expresaron que el suelo es un recurso precioso del que dependen los seres humanos para todas las actividades que realizamos y que con cada día que pasa, la presión que se ejerce sobre el suelo aumenta debido a las actividades humanas (p.1). Adicionalmente Asuri y Keshavamurthy (2016) manifestaron que es esencial para un ingeniero geotécnico en ejercicio identificar y caracterizar adecuadamente los suelos, ya que, cualquier suelo cuyos cambios de volumen sean sensibles a la humedad normalmente se considera un suelo expansivo (p. 29). Del mismo modo Kharade, Suryavanshi, Gujar, Desmukh (2014) afirmaron que los suelos expansivos poseen propiedades débiles debido a la presencia de minerales arcillosos, por lo que el comportamiento típico de este suelo da como resultado una falla de la estructura en forma de sedimentos o grietas (p. 506). Por otra parte, Ikeagwuani y Nwonu (2019) señalaron que los suelos expansivos son problemáticos debido al comportamiento de su constituyente mineral arcilloso, que hace que exhiban características de contracción-hinchamiento. Los comportamientos de contracción-hinchamiento hacen que los suelos expansivos sean inapropiados para la aplicación de ingeniería directa en su forma natural (p. 423). De igual manera, (Reeves, Sims & Cripps, 2006) indicaron que el término “arcilla” no tiene significado genético. Es usado para materiales que es el producto de una alteración in situ, por ejemplo, por la meteorización, acciones hidrotérmicas o alternativamente, depositados como un sedimento durante un ciclo erosional o desarrollado como un depósito de arcilla autogénico in situ (p.2). Por otra lado, Villalaz (2004) expresó que la plasticidad es la cualidad que tienen de deformarse sin partirse y a través de ella se comprueba algunas conductas, es una propiedad que se presentan en niveles distintos que dependen de la abundancia de arcillas, que se hallan por los límites de consistencia o Atterberg, el Índice Plástico (I.P.) es el resultado de la resta de los valores del límite líquido (LL) y del límite plástico (LP.) (p. 69). Por su parte, Talukdar (2014) expresó que el valor de California Bearing Ratio (CBR) es un parámetro de suelo importante para el diseño de pavimentos y que es una de las propiedades de ingeniería más importantes del suelo para el diseño de subrasantes de caminos rurales. El valor de CBR del suelo puede depender de muchos factores como la máxima densidad seca, el óptimo contenido de humedad, el límite de líquido, el

límite de plástico, el índice de plasticidad, el tipo de suelo, la permeabilidad del suelo y otras propiedades (p.559). Asimismo, Cahyadi y Puspasari (2020) indicaron que es necesario conocer las propiedades del suelo para que se pueda realizar bien el plan de la estructura a construir, una de las propiedades comunes a conocer del suelo es CBR, aquel valor mientras mayor sea la puntuación, mejores serán las propiedades del suelo. El suelo arcilloso generalmente tiene puntuaciones bajas de CBR. Se han realizado los intentos de mejorar el original de la arcilla, como con la estabilización del suelo (p.1). Adicionalmente, Shirur y Hiremath (2014) afirmaron que para realizar una prueba CBR, se debe recolectar una muestra de suelo representativa de la ubicación seleccionada, de la cual se debe preparar una muestra remoldeada con un óptimo contenido de humedad predeterminado y una máxima densidad seca con compactación Próctor estándar, para que se realice la prueba, para obtener el valor CBR sumergida de una muestra de suelo, se necesita aproximadamente una semana, lo que hace que la prueba CBR sea costosa, requiera mucho tiempo y sea laboriosa (p. 26). Badillo y Rodriguez (2010) expresaron que los granos de suelos finos tienen una relación de área a volumen muy alta por lo que se forman fuerzas electromagnéticas desarrolladas en la superficie de los compuestos minerales que cobran significación. En general se estima que esta actividad en la superficie de la partícula individual es fundamental para tamaños menores que dos micras o 0.002 mm (p. 41). Del mismo modo, Rakaraddi y Gomarsi (2015) expresan que el pavimento flexible consta de diferentes capas como subrasante, sub base, capa base y capa superficial. La sub rasante es la capa más inferior, el diseño y desempeño de un pavimento flexible depende principalmente de la resistencia del material de subrasante (p.182). Además, Sevelova, Florian, Hruza (2020) indicaron que los materiales de los suelos de la subrasante y la estructura del pavimento están sujetos a cargas dinámicas y repetitivas de diferentes niveles impuestas por el transporte (p.15). De igual manera Li, Zheng, Yao, Zhang, Peng (2019) expresaron que la capacidad de deformarse ante cargas periódicas de todas las capas de pavimento, incluidas las subrasantes, es una de las principales propiedades del material, ya que se utiliza en el diseño mecánico de espesores de pavimento (p.10). Así mismo, Yao, Qian, Li, Zhang, Peng (2019) indicaron que la capacidad de deformarse equivalente de la subrasante se reduce a medida que aumenta la carga de tráfico, además que el

módulo aumenta a medida que aumenta la profundidad de la subrasante (p.10). De acuerdo a Yao et al (2019) caracterizar la capacidad elástica equivalente de la subrasante en su diseño es un trabajo muy importante, debido a los diferentes estados de tensión dentro de la subrasante, además la capacidad elástica del suelo de la subrasante es diferente en diferentes puntos dentro de su estructura (p.2). Análogamente, Tong, Jie y Haitao (2018) expresaron que la subrasante es de gran importancia en el pavimento ya que, los defectos de la subrasante que se originan debajo de la base de un pavimento, contribuyen significativamente en el daño de las capas de la estructura (p.69). Del mismo modo Shafabakhsh, Sadeghnejad Sajed (2014) indicaron que la deformación permanente de la subrasante sumado con la acumulación de deformación permanente en la superficie de la capa de asfalto, y la erosión o desgaste del asfalto en el lugar de las ruedas debido al paso de vehículos son, generalmente, los tres factores que llevan a crear surcos en el pavimento asfáltico (p. 70). Además, Singh y Yadav (2016) expresaron que si la subrasante está hecha de suelo débil y altamente expansivo, como suelo orgánico, debe ser reemplazado por otro suelo que tenga la fuerza de acuerdo con el requisito, para lograr economía en la construcción (p. 767). Adicionalmente Lakshmi, Subramanian, Lalithambikhai, Vela, y Ashni, (2016) aseveraron que la subrasante de un pavimento debe ser lo suficientemente fuerte para brindar un soporte adecuado al pavimento, para soportar y distribuir las cargas de las ruedas (p. 172). Por otro lado, Janjua y Chand (2016) afirmaron que existen numerosas técnicas diferentes para diseñar los pavimentos flexibles. La relación de carga California o C.B.R. se utiliza para diseñar el espesor de la capa de pavimento que los ingenieros de carreteras deben colocar en la parte superior de la subrasante (p. 58). Independientemente, Li, Bai, Ma (2020) indicaron que el relleno de grandes áreas ha aumentado rápidamente con la expansión de los terrenos de construcción. Entre todas las investigaciones sobre suelo de relleno, las características de compactación son importantes para indicar la resistencia y estabilidad de la ingeniería de relleno (p. 1). Por esta razón, Nosov Kuzmichev Repin Maksimov (2017) expresaron que la compactación de los materiales de construcción de carreteras es la operación más importante para garantizar una alta durabilidad de las estructuras de las carreteras (p.451). Ghadir y Ranjbar (2018) consideran que la falta de consideración en construcción en suelos débiles o blandos es altamente

riesgosa debido a su baja resistencia al corte y alta compresibilidad. Estos los hacen susceptibles a asentamientos diferenciales (p. 361). Es por ello que Afrin (2017) afirmó que la estabilización del suelo es el proceso de mejorar los parámetros de resistencia al corte del suelo y, por lo tanto, aumentar la capacidad de carga del suelo (p. 19). Del mismo modo Mekonnen, Kebede, T. Tafesse y M. Tafesse (2020) confirmaron que la estabilización del suelo es un procedimiento muy importante en cualquier proyecto lo cual requiere una tecnología compleja que produzca una base estable que pueda soportar cargas de tráfico (p.5). Además, Alsharif, Taha, Firoozi y Govindasamy (2016) expresaron que “la estabilización del suelo, utilizando una variedad de estabilizadores, es un método común utilizado por ingenieros y diseñadores para mejorar las propiedades del suelo” (p.1). Complementando A. Firoozi, Olgun y Baghini (2017) señalaron que las mejoras incluyen el aumento del peso unitario en seco, la capacidad de carga, los cambios de volumen, el rendimiento de los subsuelos in situ (p.2). Roy (2014) expresó que a lo largo del tiempo, el cemento y la cal son los dos principales materiales utilizados para estabilizar los suelos. Estos materiales han aumentado rápidamente de precio debido al fuerte aumento del costo de la energía (p. 50). Sin embargo, Correia y Rasteiro (2016) expresaron que la estabilización química de un suelo depende de un amplio abanico de parámetros, siendo los más importantes los asociados a las propiedades del suelo y materiales cementosos (p. 1252). Así mismo, Latifi, Amin, Marto y Meehan (2017) afirmaron que recientemente, varias empresas han comercializado activamente varios nuevos aditivos a base de calcio para aplicaciones de estabilización de suelos. Los mecanismos estabilizadores de estos productos disponibles comercialmente no se comprenden completamente, y su composición química patentada hace que sea difícil predecir su efectividad (p. 827). Además, Mosa, Taher, Al-Jaberi (2017) agregaron que la construcción de pavimentos en subrasantes deficientes es inevitable debido a varias limitaciones a pesar de tener el conocimiento de que la construcción de capas de pavimentos (p. 138). Es así que Eche y Pelaez (2019) expresaron que “El cloruro de sodio en grano, es un agregado natural estudiado desde años atrás para fines de estabilización. Este producto busca dar solución a suelos inadecuados y tiene como ventaja su bajo costo y la disponibilidad del mismo” (p. 10). Concordando con ellos, los estudios de Cahyadi y Puspasari (2020) determinaron que los suelos con bajo

C.B.R. al ser adicionados con cloruro de sodio puede incrementar el C.B.R. con el mejor porcentaje de 10% a 15% por peso del suelo (p. 8). Finalizando, Azzouz (2015) que expresó que una concentración de (CaCl_2 y NaCl) hace posible reducir la tasa de hinchamiento de las arcillas en casi un 50%, lo que explica por qué las dos sales (NaCl y CaCl_2) son más efectivas en el hinchamiento y en el mismo tiempo acelerar su estabilización (p. 113).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación cuantitativa se orienta principalmente hacia los estudios donde se recopilan y analizan datos numéricos o cuantificables, y donde se estudia la relación de éstos con una teoría o hipótesis que se pretende comprobar (Muñoz, 2011, p.125). Entonces, nuestra investigación tendrá un enfoque cuantitativo porque nuestros datos recopilados expresarán una magnitud (valor) tomando en cuenta los instrumentos y técnicas estandarizados.

En cuanto al diseño de investigación a adoptar será la experimental porque nuestro material en estudio premeditadamente será alterado en el laboratorio de suelos con la intención de sacar conclusiones sobre su comportamiento respecto a la otra variable. Ñaupas, Valdivia, Palacio y Romero (2018) menciona que es el método o técnica de investigación más refinado para recabar datos y verificar hipótesis. Se dice que es refinado porque utiliza sofisticadas técnicas que se basan en la matemática, en la estadística y en la lógica, como las técnicas estadísticas que se utilizan en el control de variables y en la medición de las diferencias estadísticas de los resultados (p. 354). Asimismo, Muñoz (2011), refiere que cuando se opta por el diseño de una investigación experimental, se pretende realizar experimentos controlados, en laboratorios, escenarios artificiales o en un medio ambiente específico en relación con el fenómeno de estudio (p. 95).

3.2. Variables y Operacionalización

a) Variable Independiente.

La variable independiente es aquella que al ser manipulada influye directamente sobre el comportamiento y/o reacción de la variable dependiente. De acuerdo a Muñoz (2011) refiere que la variable independiente es aquella que produce ciertas modificaciones en otra variable con la cual está relacionada. Es aquella propiedad, característica o circunstancia que se supone será la causa directa de la modificación en el comportamiento del fenómeno en estudio" (p. 149).

Variable (x): Estabilización de suelo arcilloso.

- Indicadores:
 - Con Sales (Cloruro de sodio).

b) Variable Dependiente.

La variable dependiente es aquella que sufrirá los efectos y/o consecuencias de la modificación de la variable independiente. Para Muñoz (2011) la variable dependiente es aquella que sufre las modificaciones (esperadas o no esperadas). Siempre que la variable independiente cambia, provocará una repercusión en la variable dependiente. También se puede definir como la propiedad o característica que se modifica mediante la manipulación de la variable independiente (p. 149).

Variable (y): Mejoramiento de la subrasante.

- Indicadores:
 - Humedad.
 - Granulometría.
 - Plasticidad.
 - Peso específico.
 - Densidad máxima.
 - Capacidad de soporte.

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1. Población

Para nuestra investigación, la población considerada es el tramo vial comprendido entre el centro poblado de Primorpampa y el Distrito de Cascapara; el cual cuenta con una distancia longitudinal aproximado de 696.69m y un ancho transversal de 4.00m.



Figura 1. Vista del tramo vial comprendido entre el C.P. de Primorpampa y el distrito de Cascapara

3.3.2. Muestra

Estuvo compuesto por una calicata, la cual se efectuó a una profundidad de 1.5m en la progresiva Km 0+450, de la cual se extrajo la cantidad de material necesario para poder ejecutar todos los ensayos de laboratorio.

3.3.3. Muestreo

Para la presente investigación, el muestreo se realizó bajo los lineamientos del manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (MTC - 2014), donde indica que para carreteras de bajo volumen de tránsito es necesario una calicata por kilómetro de longitud de carretera (ver anexo 6)

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

(Ñaupas, et. al, 2018, p.273) señalan que las técnicas son un conjunto de normas y procedimientos para regular un determinado proceso y alcanzar un determinado objetivo mientras que los instrumentos de investigación son las herramientas conceptuales o materiales, mediante los cuales se recoge los datos e informaciones, mediante preguntas, ítems que exigen respuestas del investigado. Asumen diferentes formas de acuerdo con las técnicas que le sirven de base.

En cuanto a los instrumentos para la recolección de nuestros datos fueron aquellos formatos evaluados y aprobados por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Estas normas son las siguientes:

- Contenido de humedad ASTM D-2216, NTP 339.127
- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422, NTP 339.128
- Límite Líquido ASTM D-4318, NTP 339.154
- Límite Plástico ASTM D-4318, NTP 339.154
- Clasificación SUCS ASTM D-2487, NTP 339.134
- Clasificación AASHTO, NTP 339.135
- Ensayo de compactación Proctor modificado ASTM D-1557, NTP 339.141
- California Bearing Ratio (CBR) ASTM D-1883, NTP 339.175

Durante el trabajo en gabinete se registraron y procesaron los datos empleando programas informáticos tales como: Excel y Word; los cuales nos permitieron obtener gráficos y textos.

3.4.2 Validez y confiabilidad

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación y determinar su validez y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos empleados; nos amparamos en los procedimientos y normas técnicas nacionales e internacionales aprobadas por el ente regulador peruano, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

3.5. Procedimientos

Para obtener los datos que se recolectaron en la presente investigación fue necesario la ejecución de los siguientes procedimientos:

- Búsqueda del tramo problemático.
- Identificación de la población y muestra mediante el muestreo
- Determinación del lugar donde se ejecutará la calicata (01 calicata)
- Búsqueda de laboratorio de mecánica de suelos y determinar la disponibilidad de los ambientes y equipos para la ejecución de los ensayos.
- Ejecución de la calicata de acuerdo a las normativas vigentes para el caso.

- Extracción de cantidad necesaria de muestra representativa de las paredes de la calicata para la ejecución de los ensayos de laboratorio.
- Traslado de la muestra hacia el laboratorio de mecánica de suelos en la ciudad de Huaraz.
- Inicio de la ejecución de los ensayos de laboratorio para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas (contenido de humedad, granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado, California Bearing Ratio CBR) del suelo patrón.
- Adición del 1.5%, 3.0% y 4.5% de cloruro de sodio como agente estabilizador a la muestra patrón.
- Ejecución de los ensayos de laboratorio para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos con adición de cloruro de sodio.

3.6. Método de análisis de datos

El método de análisis aplicado a la presente investigación se fundamentó en la hipótesis por las variables que presenta. El análisis será en conjunto teniendo en consideración a la hipótesis propuesta; haciendo uso del análisis cuantitativo de los datos (análisis estadístico).

3.7. Aspectos éticos

(Ñaupas, et al, 2018, p. 242) señalan que el plagio es una práctica que ha existido desde tiempos muy remotos, que algunos tratan de justificar con expresiones de “el conocimiento es universal”, o “no hay nada bajo el sol”. Lo cierto es que no es ético apropiarse de las ideas ajenas, sin reconocer a quien pertenecen. Por tal razón, en la presente investigación se realizó las citas correspondientes registrando a los autores de cada idea; por otro lado, se adjudica todos los datos recabados y los resultados obtenidos son de autoría propia; garantizando la veracidad de todos estos.

IV. RESULTADOS

Luego de finalizar con los ensayos de laboratorio respectivos, al igual que el procesamiento de los datos, se prosiguió con desarrollar la investigación, en los cuales se plasmará los resultados obtenidos en el actual capítulo.

En referencia al **primer objetivo específico, determinar que la subrasante del tramo vial a intervenir está compuesta por suelo arcilloso y es inestable**

Se dio inicio la ejecución de los ensayos de mecánica de suelos con la muestra patrón, referente al contenido de humedad natural, el resultado fue el que se consigna en la siguiente tabla.

Tabla 1: Resultados del contenido de humedad muestra patrón.

1	N° Del Recipiente		1	2	
2	Peso Del Recipiente (g)		13	13	
3	Peso Del Recipiente +Suelo Húmedo (g)		107.9	110.5	
4	Peso Del Recipiente +Suelo Seco (g)		993	101.0	
5	Peso De Agua Contenida (3)-(4) (g)		8.6	9.5	
6	Peso Del Suelo Seco (4)-(2) (g)		86.3	88.1	Promedio
7	Contenido De Humedad (5) / (6) *100%		10	10.5	10.4

Fuente: VH laboratorio.

La tabla 1 muestra el procedimiento con el que se calculó el porcentaje de agua contenida en la muestra en las condiciones que llegó al laboratorio VH, el contenido de humedad natural fue de 10.4% en proporción al peso del suelo.

Así mismo, se ejecutó el análisis granulométrico por tamizado, consiguiendo los resultados que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2: Resultados del análisis granulométrico muestra patrón.

TAMIZ ASTM	DIAMETRO (mm)	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% PASA
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	93.5	1.9	1.9	98.1
1/2"	12.500	141.0	2.9	4.9	95.1
3/8"	9.500	166.2	3.5	8.3	91.7
1/4"	6.250	196.3	4.1	12.4	87.6
N°4	4.750	174.5	3.6	16.1	83.9
N°10	2.000	160.1	3.3	19.4	80.6

N°20	0.850	138.9	2.9	22.3	77.7
N°40	0.425	132.1	2.8	25.1	74.9
N°60	0.250	120.0	2.5	27.6	72.4
N°100	0.150	112.7	2.3	29.9	70.1
N°200	0.075	98.2	2.0	31.9	68.1
TOTAL		1533.54	31.9		

Fuente: VH laboratorio.

De la distribución de las partículas que presenta la tabla 1, se nota que el porcentaje de gravas, partículas con diámetros mayor a malla N°4, representa un 16.1% de la muestra, es más no contiene partículas con diámetros mayores a 1"; así mismo, cuenta con 15.8% de arena, partículas con diámetros entre el tamiz N°4 y N°200, distribuidas en 3.3% de arenas gruesas (diámetro entre tamiz N°4 y N°10), 5.7% de arenas medias (diámetro entre tamiz N°10 y N°40) y un 6.8% de arenas finas (diámetro entre el tamiz N°40 y N°200), y posee un total de 68.1% de material fino, partículas con diámetro menor al tamiz N°200. Con los datos de la tabla 1 se realizó el trazo de la curva granulométrica.

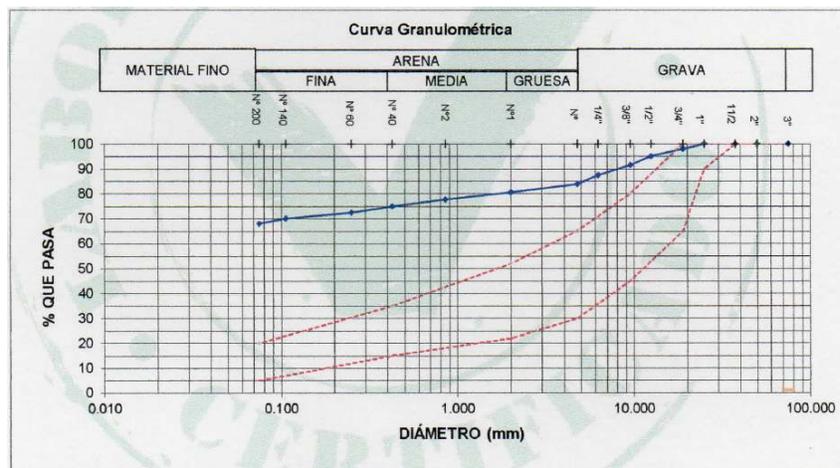


Figura 2. Curva granulométrica de la muestra patrón.

De la figura 2, se aprecia que el suelo está fuera de los límites apropiados para ser usado como afirmado, presentando una tendencia hacia los finos con escaso contenido de gravas.

Se ejecutaron las pruebas para determinar los límites de Atterberg, o de consistencia, los valores producto del ensayo se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 3. Resultados del límite plástico muestra patrón.

PRUEBA N°	1	2
------------------	----------	----------

1	Peso Del Recipiente	(g)	9.86	9.86
2	Peso Del Recipiente +Suelo Humedo	(g)	18.79	17.90
3	Peso Del Recipiente +Suelo Seco	(g)	17.49	16.62
4	Peso De Agua Contenida	(g)	1.3	1.28
5	Peso Del Suelo Seco	(g)	7.63	6.76
6	Contenido De Humedad	(%)	17	19
PROMEDIO			18	

Fuente: VH laboratorio

Se determinó que el límite líquido, contenido de agua necesaria para llevar el suelo del estado sólido al estado plástico, es de 18%, este valor se halló usando material pasante del tamiz N°40, el cual fue humedecido y rolado en bastones de diámetro de 1/8" que posteriormente fueron secadas al horno.

Del mismo modo se efectuó el ensayo para la determinar el límite líquido, cuyo resultado se encuentra en la tabla 4.

Tabla 4. Resultados del límite líquido muestra patrón.

PRUEBA N°		1	2	3	
Numero De Golpes		33	23	14	
1	Peso Del Recipiente	(g)	9.92	8.18	9.86
2	Peso Del Recipiente +Suelo Humedo	(g)	15.83	16.23	18.79
3	Peso Del Recipiente +Suelo Seco	(g)	14.52	11.26	16.42
4	Peso De Agua Contenida	(g)	1.31	1.00	2.37
5	Peso Del Suelo Seco	(g)	4.6	3.08	6.56
6	Contenido De Humedad	(%)	28	32	36

Fuente: VH laboratorio.

La tabla 4 expone los porcentajes de humedad calculados a partir de muestras secadas al horno, del suelo humedecido y ensayado en el copa de Casagrande, con los valores calculados se construyó el diagrama de fluidez del material, toda vez que el fin de es determinar la humedad a los 25.

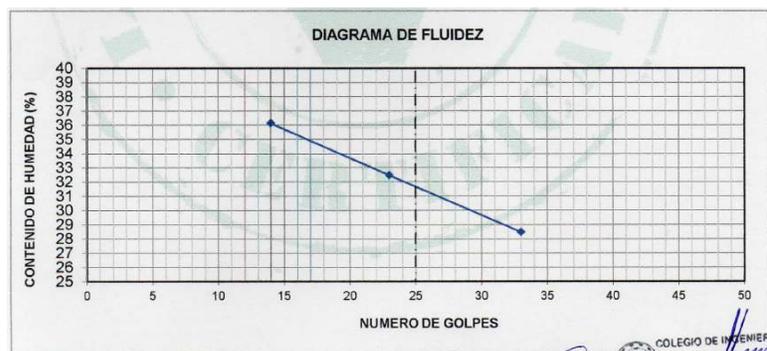


Figura 3: diagrama de fluidez

De la figura 3 se determinó que el contenido de humedad a los 25 golpes en la copa de Casagrande es de 32%, lo que indicaría el contenido de agua necesaria para pasar el suelo del estado plástico al líquido. Finalmente, en virtud a las normativas que rigen el procedimiento de este ensayo, se determinó el índice plástico como la diferencia entre límite líquido y el límite plástico, obteniendo un valor de 14%.

Por otro lado, obtenido el valor del índice plástico, se determinó la clasificación del suelo en los sistemas SUCS y AASHTO siendo el siguiente:

Tabla 5. Clasificación de suelos

	Símbolo	CL
SUCS ASTM D-2487	Nombre Del Grupo	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas limosas
AASHTO ASTM D-3282 M-145	Denominación	A-6 (8)

Fuente: VH laboratorio.

Posteriormente se ejecutó el ensayo de Proctor modificado, este se desarrollo por el método B debido a la distribución granulométrica del material.

Tabla 6: Resultados de proctor modificado muestra patrón.

MUESTRA	N°	1	2	3	4
Peso De Suelo Húmedo+Molde	Grs.	5991	6075	6125	6117
Peso Del Molde	Grs.	3620	3620	3620	3620
Peso Del Suelo Húmedo	Grs.	2371	2455	2505	2497
Densidad Del Suelo Húmedo	Grs/c.c.	1.94	2.01	2.05	2.05
CONTENIDO DE HUMEDAD					
Recipiente	N°	1	2	3	4
Peso Suelo Humedo+Capsula	Grs.	68.2	60.6	56.3	67.5
Peso Suelo Seco Más Capsula	Grs.	62.8	55.2	51.0	59.8
Peso De La Capsula	Grs.	12.9	12.6	12.9	12.7
Peso Del Agua	Grs.	5.3	5.3	5.4	7.7
Peso Del Suelo Seco	Grs.	49.9	42.6	38.1	47.1
Humedad	Grs.	10.7	12.5	14.1	16.3
Densidad De Suelo Seco	Grs/c.c.	1.75	1.788	1.799	1.76

Fuente: VH laboratorio

Determinados los valores de densidad seca para las humedades que se indican en la tabla 6, estos se trasladaron a un diagrama de humedad versus densidad seca, con la finalidad de determinar los valores de densidad máxima y humedad optima.

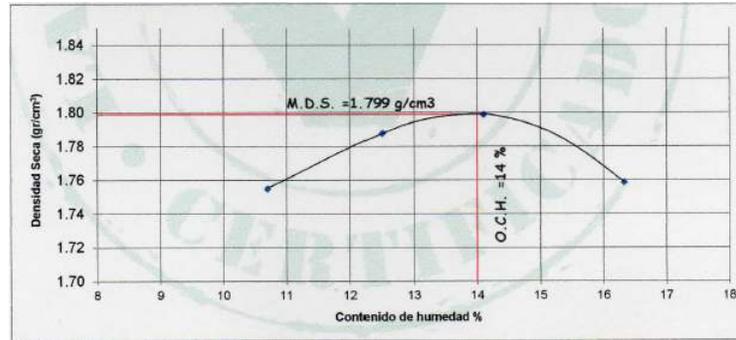


Figura 4: Grafica densidad seca vs contenido de humedad

De la curva cóncava de la gráfica 4 se determinó el punto de inflexión, la cual marca la densidad máxima y la humedad óptima para la muestra patrón, los valores determinados fueron de 1.799 gr/cm³ y 14% respectivamente.

Para finalizar se realizó el ensayo de soporte de carga California Bearing Ratio (CBR), los especímenes se sometieron al ensayo de penetración, producto de este se obtuvo los valores mostrados en la tabla 7.

Tabla 7. Resultados del ensayo de penetración a muestra patrón.

Penetración (pulg.)	Patrón (Lb/pulg ²)	56 golpes			25 golpes			10 golpes		
		Dial	Carga	Carga Unitaria	Dial	Carga	Carga Unitaria	Dial	Carga	Carga Unitaria
0.025		5	104	35	3	84	28	2	74	25
0.050		9	144	48	6	38	38	4	94	31
0.075		12	174	58	8	45	45	5	104	35
0.100	1000	13	183	61	10	51	51	8	134	45
0.150		19	243	81	15	68	68	12	174	58
0.200	1500	25	302	101	20	84	84	14	193	64
0.250		31	362	121	26	104	104	17	223	74

Fuente: VH laboratorio

Con los resultados mostrados en la tabla 7 se construyeron diagramas de penetración (en pulgadas) versus presión (en libras sobre pulgada cuadrada) de los cuales se pudo de decir los valores de C.B.R. que muestra la tabla 8.

Tabla 8: Resultados del ensayo California Bearing Ratio CBR muestra patrón.

Penetración (Pulg)	C.B.R. A 95% De Máxima Densidad Seca	C.B.R. A 100% De Máxima Densidad Seca
0.1"	4.83%	5.80%

Fuente: VH laboratorio

La tabla 8 detalla los valores de C.B.R. al 95% y 100% de la máxima densidad seca a 0.1 pulgadas de penetración, para el cálculo del índice C.B.R. se tuvo en cuenta los parámetros de humedad óptima y densidad máxima seca de calculados.

En relación al **segundo objetivo específico, Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante del tramo a intervenir adicionando cloruro de sodio en proporciones 1.5%, 3.0% y 4.5%.**

Se procedió a ejecutar los ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas para la **muestra con adición de 1.5% de cloruro de sodio**, el procedimiento aplicado en los ensayos fue el mismo que el descrito para el cálculo de las propiedades del suelo patrón, los resultados obtenidos se detallan a continuación.

Tabla 9: *Resumen de resultados de las propiedades físicas y mecánicas para la muestra con adición del 1.5% de cloruro de sodio.*

Ítem	Descripción de Ensayo	Resultados Obtenido	Unidad
1	Límite Plástico	16.00	%
2	Límite Líquido	28.00	%
3	Índice de plasticidad	12.00	%
4	Óptimo contenido de humedad	13.00	%
5	Máxima Densidad Seca	1.83	gr/cm3
6	C.B.R. al 100%	6.30	%
7	C.B.R. al 95%	5.50	%

Fuente: VH laboratorio

La tabla 9 muestra el resumen de los resultados de los ensayos realizados para la muestra con adición de 1.5%, sin embargo, el procedimiento realizado se muestra a detalle en el anexo 13

Seguidamente se ejecutó los ensayos para la **muestra con adición de 3.0% de cloruro de sodio**, los resultados obtenidos para este espécimen se consignan en la tabla 10.

Tabla 10: *Resumen de resultados de las propiedades físicas y mecánicas para la muestra con adición del 3.0% de cloruro de sodio.*

Ítem	Descripción de Ensayo	Resultados Obtenido	Unidad
1	Límite Plástico	15.00	%

2	Límite Líquido	26.00	%
3	Índice de plasticidad	11.00	%
4	Óptimo contenido de humedad	12.50	%
5	Máxima Densidad Seca	1.842	gr/cm3
6	C.B.R. al 100%	6.50	%
7	C.B.R. al 95%	5.63	%

Fuente: VH laboratorio

Se aprecia que el resumen de resultados que muestra la tabla 10 es la síntesis del procedimiento realizado para el suelo patrón con adición de 3.0%, para la revisión del procedimiento completo ver el anexo 13

Finalmente, se realizó los ensayos respectivos para el ejemplar de la **muestra con adición de 4.5% de cloruro de sodio**, análogamente a los casos anteriores se ejecutó los ensayos cumpliendo los procedimientos estandarizados, los resultados se precisan en la tabla 11.

Tabla 11: *Resultados de las propiedades físicas y mecánicas para la muestra con adición del 4.5% de cloruro de sodio.*

Ítem	Descripción de Ensayo	Resultados Obtenido	Unidad
1	Límite Plástico	16.00	%
2	Límite Líquido	28.00	%
3	Índice de plasticidad	12.00	%
4	Óptimo contenido de humedad	12.00	%
5	Máxima Densidad Seca	1.810	gr/cm3
6	C.B.R. al 100%	6.00	%
7	C.B.R. al 95%	4.95	%

Fuente: VH laboratorio

Los resultados obtenidos para el caso del suelo con adición de 4.5% de cloruro de sodio que se consignan en la tabla 11 son el resumen producto de la ejecución de los ensayos, para apreciar el procedimiento detallado ver el anexo 13; por otro lado, con los resultados obtenidos para cada espécimen, se evidenció que la adición de cloruro de sodio al suelo en estudio, ocasiona ligeras variaciones en los parámetros de sus propiedades físicas y mecánicas.

Con respecto al **tercer objetivo específico, Determinar la proporción óptima de cloruro de sodio que mejora cada propiedad física y mecánica de la subrasante del tramo a intervenir en base a las dosificaciones aplicadas.**

Referente a las propiedades físicas, la humedad natural y granulometría no sufren variación alguna ya que la adición de cloruro no influencia estos parámetros; por otro lado, los límites de Atterberg y el índice de plasticidad de los especímenes con adición del estabilizante sufrieron variaciones de con referencia al suelo patrón, el comparativo de estos resultados se muestran en la tabla 12.

Tabla 12: Comparativo del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, suelo patrón y adiciones de cloruro de sodio.

Adición de Cloruro de Sodio	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)
0%	32	18	14
1.50%	28	16	12
3.00%	26	15	11
4.50%	28	16	12

Fuente: VH laboratorio

Se evidencia que los valores más pico para estos tres parámetros están presentes en la muestra patrón, posteriormente se van reduciendo gradualmente en las adiciones de 1.5% y 3.0% de cloruro de sodio, para finalmente ascender con la adición de 4.5% de cloruro de sodio, el comportamiento de estos parámetros se evidencia con mayor claridad en las figuras 5, 6 y 7.

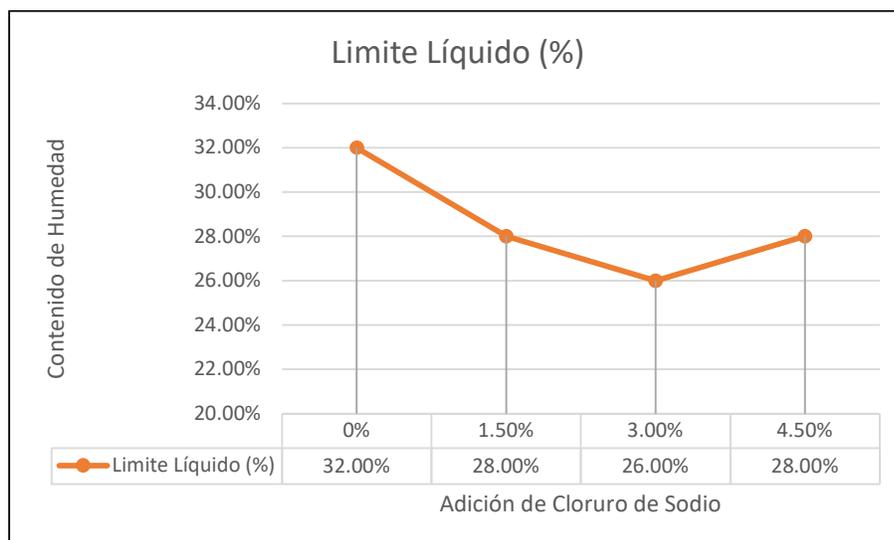


Figura 5: Comparativo del Límite Líquido entre suelo patrón y adiciones de cloruro de sodio

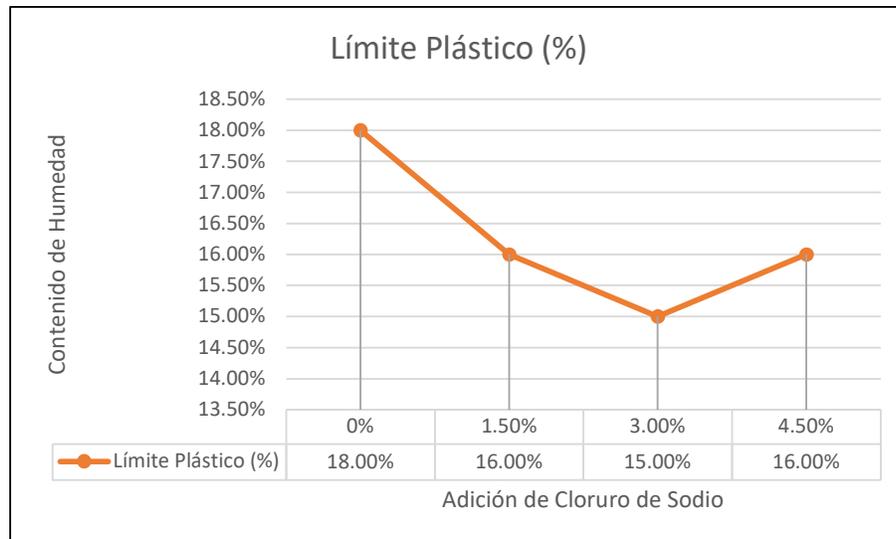


Figura 6: Comparativo del Límite Plástico entre suelo patrón y adiciones de cloruro de sodio

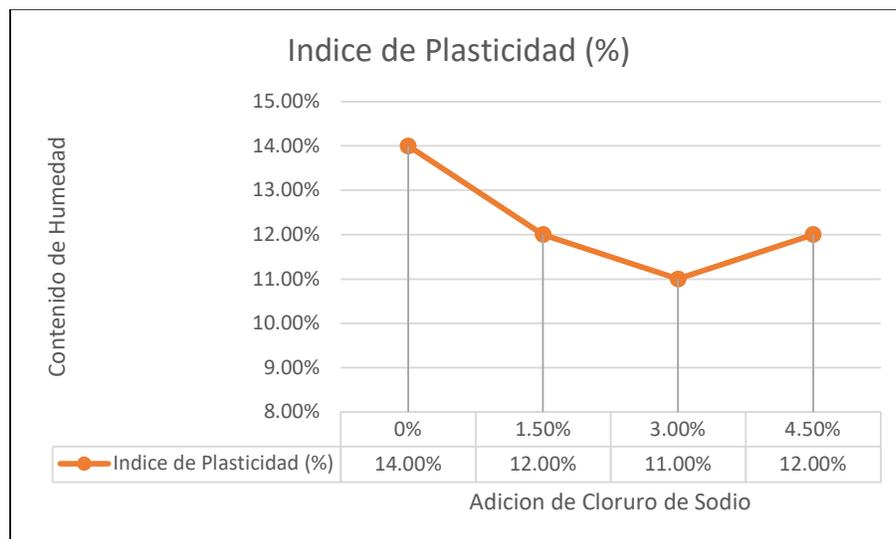


Figura 7: Comparativo del Índice Plástico entre suelo patrón y adiciones de cloruro de sodio

De las figuras, se determina que el espécimen con la adición de 3.0% de cloruro de sodio reduce los parámetros en análisis, por esta razón, esta proporción se establece como la proporción óptima ya que demuestra mejores resultados.

En seguida, se realizó el análisis de la variación de las propiedades mecánicas del suelo, para lo cual se realizó el comparativo entre los parámetros densidad máxima y la humedad óptima del suelo, los cuales están estrechamente relacionados entre sí, el comparativo de estos parámetros se muestra en la tabla 13.

Tabla 13: Comparativo de la humedad óptima y densidad máxima, suelo patrón y adiciones de cloruro de sodio.

Adición de Cloruro de Sodio	Humedad Óptima (%)	Densidad Máxima (gr/cm ³)
0%	14.00%	1.799
1.50%	13.00%	1.830
3.00%	12.50%	1.842
4.50%	12.00%	1.810

Fuente: VH laboratorio

Existe una ligera reducción en la humedad óptima, con respecto a la muestra patrón, a medida que la proporción de cloruro de sodio adicionada se incrementa tal como se muestra en la figura 8.

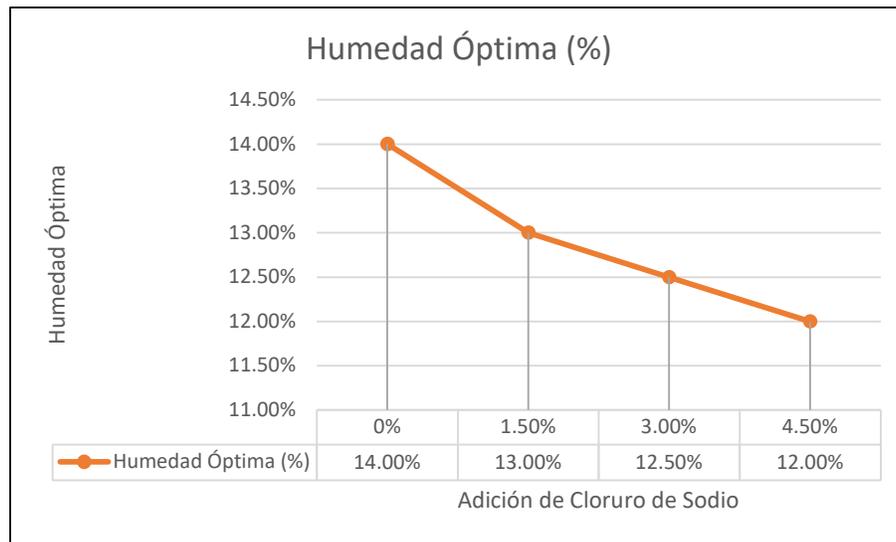


Figura 8: Comparativo de la Humedad Óptima entre suelo patrón y adiciones de cloruro de sodio

se aprecia que para la adición de 4.5% de cloruro de sodio, el suelo requiere menor cantidad de agua para alcanzar el óptimo contenido de humedad, lo que indicaría que esta proporción de cloruro de sodio es la óptima para el parámetro en mención,

Por otro lado, el comportamiento de la densidad máxima de los especímenes con adición de cloruro de sodio es proporcional a la cantidad adicionada, excepto para el último caso de 4.5% en la que sufre una caída, la figura 9 muestra el comparativo.

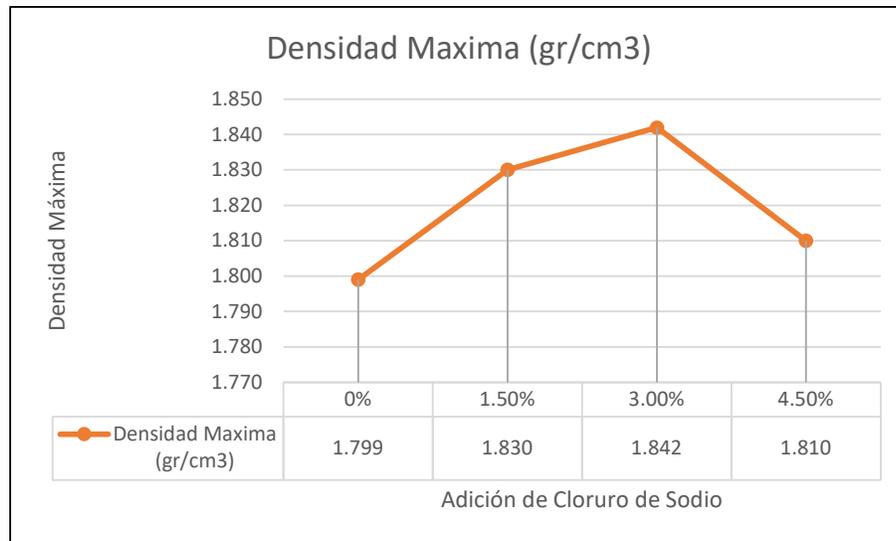


Figura 9: Comparativo de la Máxima Densidad entre suelo patrón y adiciones de cloruro de sodio

Se observa que se alcanzó el máximo valor para la adición de 3.0% de cloruro de sodio, por lo tanto, esta sería la proporción óptima para lograr mejorar el parámetro de densidad máxima del suelo.

Finalmente, los resultados de la capacidad de soporte C.B.R., para todos los especímenes ensayados se encuentran resumidos en la tabla 14.

Tabla 14. Comparativo de C.B.R. a 0.1 pulgada de penetración, suelo patrón y adiciones de cloruro de sodio.

Adición de Cloruro de Sodio	Penetración a 0.1"	
	Al 95% de Máxima Densidad Seca	Al 100% de Máxima Densidad Seca
0%	4.83	5.80
1.50%	5.50	6.30
3.00%	5.63	6.50
4.50%	4.95	6.00

Fuente: VH laboratorio

Los valores del C.B.R. al 100% de la máxima densidad seca presentan un ligero incremento en los especímenes con adición del 1.5% y 3.0% de cloruro de sodio, en este último alcanza el valor máximo, ya que con el espécimen con adición del 4.5% experimenta un descenso, aunque aún se encuentra por encima del suelo sin adición tal como se especifica en la figura 10.

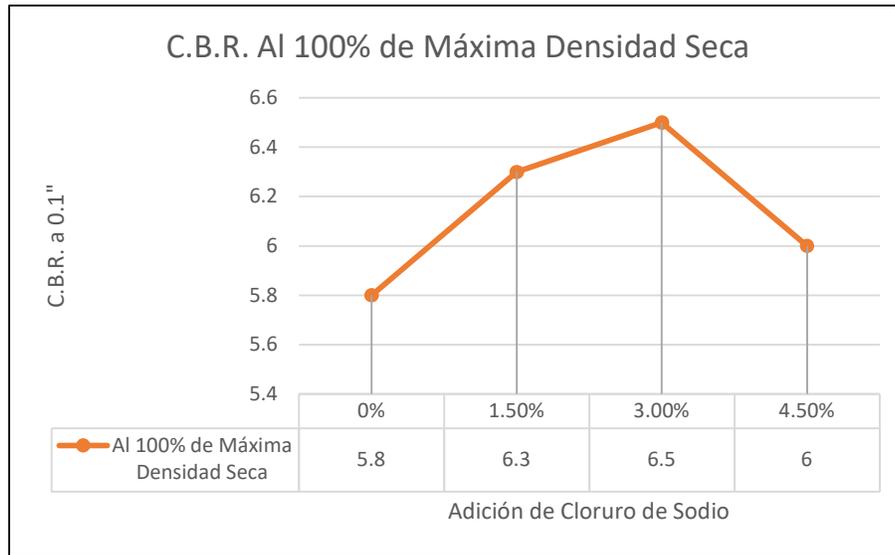


Figura 10: Comparativo del C.B.R. al 100% de máxima densidad seca entre suelo patrón y adiciones de cloruro de sodio

Es coherente que el C.B.R. al 95% de la máxima densidad seca haya presentado un comportamiento análogo al caso anterior ya que estos valores se desprendieron del mismo diagrama (anexo 13), la figura 11 muestra el comportamiento de este parámetro en los especímenes ensayados.

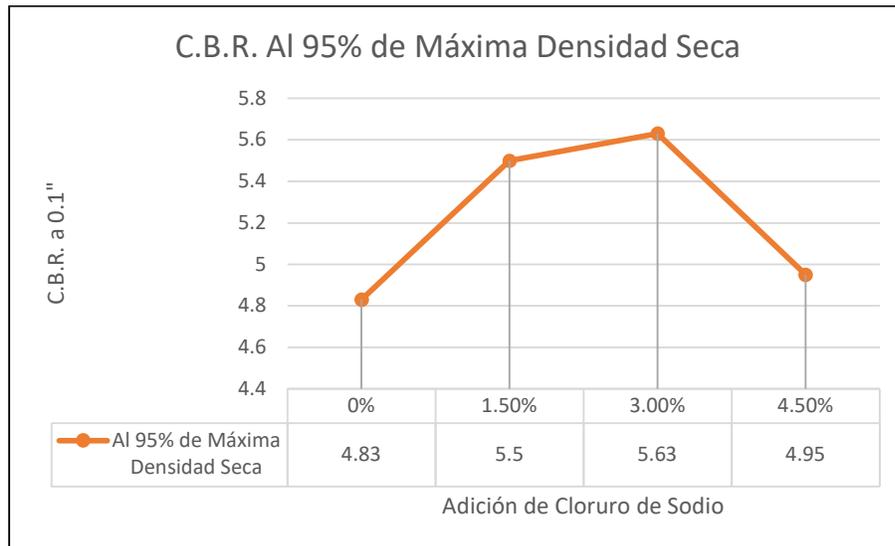


Figura 11: Comparativo del C.B.R. al 95% de máxima densidad seca entre suelo patrón y adiciones de cloruro de sodio

V. DISCUSIÓN

Larrea & Rivas (2019) estudiaron un suelo arcilloso que presentó una caída del valor del límite líquido de 39.00% hasta 24.10%, descendiendo entre 4.94% y 14.90% para los especímenes con adición de 1.00%, 5.00%, 10.00% y 15.00% de cloruro de sodio, sin embargo, para las adiciones de 20.00% y 25.00% de estabilizante, el parámetro inicia un ascenso, por lo que determinaron como valor mínimo al del espécimen con 15.00% de adición, se coincide con los autores ya que el límite líquido de las muestras analizadas presentaron un comportamiento semejante descendiendo en 4.00% y 6.00% para las adiciones de 1.50% y 3.00% de cloruro de sodio y luego nuevamente descender 4.00% para el espécimen con 4.50% de cloruro de sodio, alcanzando el valor mínimo con la adición de 3.00% de estabilizante. El límite plástico obtenido por los autores mostró un descenso progresivo a medida que fueron adicionando el estabilizante, reduciéndose entre 2.98% y 5.77% para las adiciones de 1.00%, 5.00%, 10.00%, 15.00% y 25.00% de cloruro de sodio, alcanzando un valor mínimo de 16.23%, en ese sentido existe coincidencia con los autores, ya que el límite plástico del suelo analizado disminuyó en 2.00% y 3.00% en los especímenes con 1.50% y 3.00% de adición de cloruro de sodio, no obstante para la proporción de 4.50% nuevamente se obtuvo una diferencia de 2.00% con respecto a la muestra patrón. Los índices de plasticidad determinados por los autores presentaron también un descenso gradual entre 1.96 y 9.68 para las adiciones de 1.00%, 5.00%, 10.00% y 15.00% de cloruro de sodio, alcanzando con esta última proporción el valor de 7.32%, por otra parte para los especímenes con adición de 20.00% y 25.00% el índice de plasticidad inicia un aumento, se coincide con los autores ya que el índice plástico del suelo estudiado disminuyó de 14.00% a 12.00%, 11.00% y 12.00% para las adiciones de 1,50% 3,00% y 4,50% de cloruro de sodio respectivamente. Los autores determinaron que la dosificación óptima de cloruro de sodio fue de 15.00%, procediendo al ensayo de proctor modificado con esta proporción, obteniendo una disminución desde 15.20% a 11.10% en la humedad óptima y un incremento de la densidad máxima seca de 1.736 gr/cm³ (muestra patrón), hasta 1898 gr/cm³ para la muestra con adición, se concuerda con los autores ya que la humedad óptima del suelo estudiado disminuye sucesivamente mientras se incrementa la proporción de cloruro de sodio a adicionar decreciendo de 14.00% (muestra patrón) hasta 12.00% para el

especimen condición de 4.50% de cloruro de sodio; así mismo, la densidad máxima seca se incrementa desde 1.799 gr/cm³ (muestra patrón) hasta 1.842 gr/cm³, para la muestra con adición de 3.0% de cloruro de sodio, desde este punto el incremento es menor. Los autores definen que el C.B.R. al 100% presenta un ligero decremento desde 34.30% a 33.04%, por lo que discrepa con ellos ya que C.B.R. al 100% del suelo fue de 5.80% y ascendió a 6.30%, 6.50% y 6.00% para las adiciones de 1.50%, 3.00% y 4.50% de cloruro de sodio.

De acuerdo al estudio de Guamán (2016) el límite líquido obtenido de su muestra disminuyó paulatinamente de 86.00%(muestra patrón) a 45.50%, 39.70% y 36.70% por la adición de 2.50%, 7.50% y 12.50% de cloruro de sodio, por lo que se coincide con el autor ya que el límite líquido de la muestra estudiada disminuyó desde 32.00% hasta valores de 28.00%, 26.00% y nuevamente 28.00% por la adición de 1.50% 3.00% y 4.50% de cloruro de sodio respectivamente. El límite plástico definido para la muestra patrón en la investigación del autor disminuyó bruscamente en 34.92%, 37.15% y 36.51% por la adición de 2.50%, 7.50% y 12.50% de cloruro de sodio reduciéndose desde 66.67% hasta 31.75%, 29.52% y 30.16%, coincidiendo con el autor ya que la tendencia del límite plástico definido en la presente investigación es la misma que la del autor reduciéndose de 18.00% a 16.00%, 15.00% y una vez más 16.00% con la adición de 1.50% 3.00% y 4.50% de cloruro de sodio respectivamente. Por su parte, índice de plasticidad definido por el autor disminuyó de 19.33% (muestra patrón) hasta 13.75%, 10.18% y 6.54% por la adición de 2.50%, 7.50% y 12.50% de cloruro de sodio, concordando con el autor debido que el índice de plasticidad de la muestra estudiada en la presente investigación fue 14.00% y disminuyendo en 2.00%, 3.00% y 2.00% por la adición de 1.50% 3.00% y 4.50% de cloruro de sodio alcanzando valores de 12.00%, 11.00% y 12.00% respectivamente. El óptimo contenido de humedad definida en el estudio se redujo ligeramente en 2.80%, 3.90% y 4.80% por la adición de 2.50%, 7.50% y 12.50% de cloruro de sodio reduciéndose desde 35.30% hasta 32.50%, 31.40% y 30.50%, estando de acuerdo con el autor ya que el óptimo contenido de humedad del suelo estudiado fue de 14.00% y con la adición de cloruro de sodio en proporciones de 1.50%, 3.00% y 4.50% disminuyó a 13.00%, 12.50% y 12.00%. La máxima densidad seca de la muestra establecido por el autor se elevó de 1.531

gr/cm³(muestra patrón) hasta 1.549 gr/cm³, 1.589 gr/cm³ y 1.602 gr/cm³ adicionando 2.50%, 7.50% y 12.50% de cloruro de sodio, por lo que se concuerda con el autor ya que la máxima densidad seca del suelo estudiado fue de 1,799 gr/cm³ y se aumentó gradualmente hasta 1.830 gr/cm³, 1.842 gr/cm³ y 1.810 gr/cm³ con la adición de 1.50%, 3.00% y 4.50% de cloruro de sodio, es decir mejoró en 0.031 gr/cm³, 0.043 gr/cm³ y 0.011 gr/cm³ respectivamente. En cuanto al C.B.R. calculado por el autor en su investigación, se elevó de 4.85%, correspondiente a la muestra patrón, hasta 9.30%, 7.55% y 5.80% en los especímenes con adición de 2.00%, 7.50% y 12.50% de cloruro de sodio, es decir se elevó el C.B.R. con respecto a la muestra patrón sin embargo disminuye a al aumentar el porcentaje de cloruro de sodio, discrepando con el autor ya que el C.B.R. del suelo estudiado fue de 5.80% y aumentó sucesivamente en 0.50%, 0.70% y 0.20% por la adición de 1.50%, 3.00% y 4.50% del estabilizante alcanzando valores de 6.30%, 6.50% y 6.00%.

Quiroz (2020), estableció que los límites líquidos obtenidos de sus muestras disminuyeron entre 0.58% y 3.42% por la adición de 1.00% 1.50% y 2.00% de cloruro de sodio, por lo que se concuerda con el autor ya que el límite líquido de la muestra estudiada en la presente investigación fue 32.00% y disminuyó a 28.00%, 26.00% y 28.00% reduciéndose en 4.00%, 6.00% y 4.00% por la adición de 1.50% 3.00% y 4,50% de cloruro de sodio respectivamente. Los límites plásticos de las muestras estudiada por el autor disminuyeron entre 0.23% y 1.20% por la adición de 1.00% 1.50% y 2.00% de cloruro de sodio, por lo que se concilia con el autor ya que el límite plástico de la muestra estudiada fue de 18.00% y disminuyó a 16.00%, 15.00% y 16.00% por la adición de 1.50% 3.00% y 4.50% de cloruro de sodio respectivamente. En relación a los índices de plasticidad de las muestras estudiadas por el autor, estos disminuyeron entre 0.16% y 2.67% por la adición de 1.00% 1.50% y 2.00% de cloruro de sodio, coincidiendo con el autor ya que el índice de plasticidad del suelo analizado en la presente investigación fue 14.00% y disminuyó en 2.00%, 3.00% y 2.00% por la adición de 1.50% 3.00% y 4.50% de cloruro de sodio, alcanzando los valores de 12.00%, 11.00% y 12.00% respectivamente. Los óptimos contenidos de humedad de las muestras de suelos estudiadas por el autor disminuyeron entre 0.06% y 1.60% por la adición de cloruro de sodio de 1,00% 1.50% y 2.00% de cloruro de sodio, concordando con el autor

ya que el óptimo contenido de humedad del suelo estudiado fue de 14.00% y disminuyó a 13.00%, 12.50% y 12.00% por la adición de 1.50% 3.00% y 4.50% de cloruro de sodio reduciéndose en 1.00%, 1.50% y 2.00% respectivamente. Las máximas densidades secas determinadas en la investigación del autor muestran un ascenso entre 0,006 gr/cm³ y 0,033 gr/cm³ por la adición de 1.00%, 1.50% y 2.00% de cloruro de sodio, estando de acuerdo con el autor ya que la máxima densidad seca del suelo estudiado fue de 1,799 gr/cm³ y se elevó a 1.830 gr/cm³, 1.842 gr/cm³ y 1,810 gr/cm³ por la adición de 1.50%, 3.00% y 4.50% de cloruro de sodio acrecentando este valor en 0.031 gr/cm³, 0.043 gr/cm³ y 0.011 gr/cm³ respectivamente. El C.B.R. de las muestras de suelos estudiadas por el autor se elevaron entre 0.16% y 1.31% por la adición de cloruro de sodio en proporciones de 1.00%, 1.50% y 2.00% , estando de acuerdo con el autor debido a que el C.B.R. del suelo estudiado fue de 5,80% y aumentó a 6,30%, 6,50% y 6.00% por la adición de cloruro de sodio en proporciones de 1.50%, 3.00% y 4.50%, incrementándose en 0.50%, 0.70% y 0.20% respectivamente.

Díaz (2018) realizó su investigación con un suelo en el que el límite líquido obtenido de la muestra patrón fue 42.20% y disminuyó a 39.00%, 37.20% y 33.88% con la adición de 14.00% 16.00% y 18.00% de cloruro de sodio respectivamente, se concuerda con el autor debido a que el límite líquido de la muestra estudiada en la investigación disminuyó en 4.00%, 6.00% y 4.00% por la adición del cloruro de sodio en proporciones de 1.50% 3.00% y 4.50% reduciéndose desde 32.00%(suelo patrón) hasta 28.00%, 26.00% y 28.00% respectivamente. El límite plástico definido por el autor para la muestra patrón fue de 22.63% y disminuyó a 21.05%, 20.34% y 18.16% por la adición de 14.00% 16.00% y 18.00% de cloruro de sodio, por lo que se coincide con los autores ya que el límite plástico de la muestra estudiada en la presente investigación fue 18.00% y disminuyó a 16.00%, 15.00% y 16.00% por lo por la adición de 1.50%, 3.00% y 4.50% de cloruro de sodio respectivamente. El autor determinó que el índice de plasticidad de la muestra del suelo que investigó disminuyó de 19.57% a 17.95%, 16.86% y 15.72% por la adición de 14.00% 16.00% y 18.00% de cloruro de sodio, razón por la que se concuerda con el autor ya que el índice de plasticidad del suelo que se estudió alcanzó el valor de 14.00% y sufrió una caída de 2.00%, 3.00% y 2.00% por la adición de 1.50% 3.00% y 4.50% de cloruro de sodio alcanzando los valores de 12.00%, 11.00% y 12.00%

respectivamente. El óptimo contenido de humedad de la muestra de suelo estudiada por los autores fue 20.80% y disminuyó a 20.00%, 18.80% y 17.70% por la adición de cloruro de sodio de 14.00% 16.00% y 18.00%, por lo que se coincide con los autores ya que el óptimo contenido de humedad del suelo estudiado fue de 14.00% y disminuyó a 13.00%, 12.50% y 12.00% por la adición de 1.50% 3.00% y 4.50% de cloruro de sodio respectivamente. La máxima densidad seca de la muestra de suelo estudiado por los autores aumentó de 1.758 gr/cm³(muestra patrón) a 1.780 gr/cm³, 1.800 gr/cm³ y 1.826 gr/cm³ por la adición de 14.00% 16.00% y 18.00% de cloruro de sodio, se concuerda con los autores ya que la máxima densidad seca del suelo estudiado fue de 1.799 gr/cm³ y aumentó progresivamente en 0.031 gr/cm³, 0.043 gr/cm³ y 0.011 gr/cm³ por la adición de 1.50%, 3.00% y 4.50% de cloruro de sodio elevándose a 1.830 gr/cm³, 1.842 gr/cm³ y 1.810 gr/cm³. Asu vez el C.B.R. de la muestra de suelo estudiado por el autor fue 4.05% y aumentó en 0.97%, 1.40% y 1.80% con la adición de 14.00% 16.00% y 18.00% de cloruro de sodio de sodio alcanzando los valores de 5.02%, 5.45% y 5.85% respectivamente, por lo que se coincide con el autor ya que el C.B.R. del suelo estudiado fue de 5.80% y aumentó a 6.30%, 6.50% y 6.00%, por la adición de 1.50%, 3.00% y 4.50% del estabilizante.

Luna e Yzaguirre (2019), determinaron que el suelo que estudiaron pertenecía a una arena limosa (ML), por lo que no presentaron valores de límite líquido, límite plástico en índice de plasticidad. En cuanto a la humedad óptima, los autores obtuvieron un descenso sucesivo a medida que se fue elevando la proporción de cloruro de sodio adicionada al suelo, reduciéndose de 12.10%(muestra patrón) hasta valores de 10.10% y 9.00% para las adiciones de 5.00% y 7.00% de cloruro de sodio, se concuerda con los autores ya que producto de la adición de 1.50%, 3.00% y 4.50% de cloruro de sodio al suelo estudiado, se aminoró la humedad óptima de 14.00% (muestra patrón) a 13.00%, 12.50% y 12.00% respectivamente. En tanto, el comportamiento de la densidad máxima seca fue opuesto ya que del valor inicial de 2.046gr/cm³ se elevó ligeramente en 0.054% y 0.084% con las adiciones de 5.00% y 7.00% de cloruro de sodio, se compatibiliza con los autores ya que con las adiciones de 1.50%, 3.00% y 4.50% de cloruro de sodio al suelo estudiado se logró elevar el valor de 1.799gr/cm³ (muestra patrón) en 0.031%, 0.043% y 0.011% respectivamente. El C.B.R determinado por los autores muestra

un abrupto ascenso de 8.29% a 16.06% para la adición de 5.00% de cloruro de sodio, sin embargo, para la adición de 7.00% de cloruro de sodio el C.B.R. presenta un ligero decremento de 0.74% alcanzando un valor de 7.55%, se diverge con los autores ya que para el suelo analizado el C.B.R. de los especímenes con adición de cloruro de sodio incrementaron su valor desde 5.80%, del suelo patrón, hasta 6.30%, 6.50% y 6.00% para las adiciones de 1.50%, 3.00% y 4.50% del estabilizante.

VI. CONCLUSIONES

1. Al finalizar la presente investigación, se verificó que el cloruro de sodio, en las proporciones que fueron añadidas al suelo, elevan el índice C.B.R la 100% hasta un 6.5% de máxima densidad seca, con lo cual la subrasante del tramo vial comprendido entre el centro poblado de Primorpampa y el distrito de Cascapara eleva su categoría de subrasante insuficiente a subrasante regular, por lo que se estaría validando la hipótesis, sin embargo el suelo no experimentó una mejora considerable, solo se logró incrementar ligeramente la resistencia.
2. Se pudo constatar que, efectivamente, el suelo perteneciente tramo vial comprendido entre el centro poblado de Primorpampa y el distrito de Cascapara es un suelo arcilloso e inestable, clasificándose como un CL, arcilla inorgánica de baja a media plasticidad, dentro del sistema SUCS y un A-6, suelo arcilloso, en la cual predomina los finos en una proporción de 68.1%, así mismo posee una plasticidad de 14% y solo puede llegar a alcanzar una densidad máxima de 1.799 gr/cm³ con una humedad optima de 14%, finalmente, el suelo logra alcanzar un C.B.R. de 4.83% al 95% de máxima densidad seca y un 5.8% al 100% de máxima densidad seca a una penetración de 0.1 pulgadas.
3. Se pudo definir los valores de para las propiedades físicas y mecánicas para la subrasante del tramo vial comprendido entre el centro poblado de Primorpampa y el distrito de Cascapara, con adición de cloruro de sodio en proporciones de 1.5%, 3.0% y 4.5% con respecto al peso, encontrado los siguientes resultados, con la adición de 1.5% de cloruro de sodio se obtuvo una plasticidad de 12%, humedad optima de 13%, densidad máxima de 1.83gr/cm³ y un C.B.R al 100% de 6.3%; con la adición de 3.0% de cloruro de sodio se obtuvo una plasticidad de 11%, humedad optima de 12.5%, densidad máxima de 1.842gr/cm³ y un C.B.R al 100% de 6.5%; finalmente, con la adición de 3.0% de cloruro de sodio se obtuvo una plasticidad de 12%, humedad optima de 12%, densidad máxima de 1.81gr/cm³ y un C.B.R al 100% de 6%.
4. Se realizó el análisis de los resultados obtenidos de laboratorio del suelo patrón y las dosificaciones con cloruro de sodio en proporciones de 1.5%, 3.0% y 4.5 con respecto al peso, para la cual se obtuvo el siguiente resultado: en cuanto al contenido de humedad natural y la granulometría, no se vio por conveniente

ejecutar el ensayo para las muestras adicionadas de cloruro de sodio, ya que la humedad natural está referida al contenido de agua que posee la muestra llegada al laboratorio, cuyo valor no se modifica con la adición de cloruro de sodio, de la misma manera, la granulometría no varía ya que el cloruro de sodio es soluble en agua y no altera la distribución granulométrica. Por otro lado, respecto a la plasticidad, la muestra sufre un ligero descenso al adicionar el cloruro de sodio, teniendo un mejor comportamiento en la proporción de 3.0% donde se logró reducir la plasticidad en un 21.43%; en cuanto a la humedad óptima, también va descendiendo levemente de manera proporcional al aumento de la proporción de cloruro de sodio que se le añadió, disminuyendo hasta un 14.29% para la adición de 4.5% de cloruro de sodio, sin embargo, la densidad máxima no posee el mismo comportamiento, ya que para este parámetro se obtuvo el mejor resultado en la adición de 3.0% de cloruro de sodio logrando mejorar de manera insignificante en un 2.39%; para finalizar, el C.B.R. al 100% el suelo sufrió un sutil incremento de 12.07% para la adición del 3.0% de cloruro de sodio.

VII. RECOMENDACIONES

- 1.** Se recomienda que el suelo perteneciente al tramo vial comprendido entre el centro poblado de Primorpampa y el distrito de Cascapara sea estabilizado mediante la adición un agente de agente químico diferente al cloruro de sodio, el cual pueda mejorar los parámetros de humedad optima, densidad máxima y C.B.R. de tal manera que el suelo existente pueda ser usado, con el fin de generar el menor daño ambiental posible.
- 2.** Se recomienda extender la investigación de estabilización de subrasantes con la adición de cloruro de sodio en diferentes clases de suelo que cuenten con características distintas al suelo estudiado, con el objeto de establecer los tipos de suelo en el que el cloruro de sodio se comporte como un eficiente agente estabilizador químico.
- 3.** Se recomienda que las futuras investigaciones varíen las proporciones de adición de cloruro de sodio, con la finalidad de establecer las proporciones optimas que se deben adicionar al suelo para lograr una mejora en sus propiedades físicas y químicas.
- 4.** Se recomienda ampliar las investigaciones en estabilización de suelos con cloruro de sodio procedente de diferentes salineras con el fin de evaluar la variación de los parámetros a medida que varían la composición y propiedades químicas del agente estabilizador.

REFERENCIAS

1. AFRIN, Habiba. A review on different types soil stabilization techniques. *International Journal of Transportation Engineering and Technology* [en línea]. 27 de julio de 2017, volumen 3, n. ° 2, [fecha de consulta: 26 de febrero de 2021].

Disponible en http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:t5FOfHUPVIMJ:scholar.google.com/+soil+stabilization+with+sodium+chloride&hl=es&as_sdt=0,5&as_ylo=2014
ISSN: 2575-1751
2. APPLICATION of Microbial Bioenzymes in Soil Stabilization por Eshetu Mekonnen [et al]. *International Journal of Microbiology* [en línea]. 30 de julio de 2020, volumen 2020. [fecha de consulta: 23 de febrero de 2021].

Disponible en <https://link.gale.com/apps/doc/A639994104/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=cd971198>
ISSN: 1687-918X
3. ASURI, Sridharan y KESHAVAMURTHY, Prakash. Expansive soil characterisation: an appraisal. *INAE Letters* [en línea]. 27 de abril de 2016, volumen 1, n. ° 1, [fecha de consulta: 26 de febrero de 2021].

Disponible en <https://doi.org/10.1007/s41403-016-0001-9>
ISSN: 2366-3278
4. AZZOUZ, Z. Stabilisation des Sols Argileux de la Région de Tlemcen par les Sels. *Revue El Wahat pour les Recherches et les Études* [en línea]. 2015, volumen 8, n. ° 1, [fecha de consulta: 28 de febrero de 2021].

Disponible en <http://old.elwahat.univ-ghardaia.dz/annonce/vol8%20n1/SA/Stabilisation%20des%20sols%20argileux%20de%20la%20r%C3%A9gion%20de%20Tlemcen%20par%20les%20sels.pdf>
ISSN: 1112 - 7163
5. BADILLO, Juárez y RODRIGUEZ, Rico. *Mecánica de suelos*. 3.^a ed. Ciudad de México: Limusa Noriega Editores, 2010. 41 pp.
ISBN:9681800699
6. BRAJA, Das. *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica* [en línea]. 4.^a ed. Stanford: CENGAGE Learning, 2013 [fecha de consulta: 09 de marzo de 2021].

Disponible en https://www.academia.edu/37854899/Fundamentos_de_Ingenieria_Geotecnica_Braja_M_Das
ISBN: 9786075193731
7. CAHYADI, Hendra y PUSPASARI, Nirwana. The Use of Salt as Clay Soil Stabilization Agent in Central Kalimantan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [en línea]. 24 de abril de 2020, volumen 469. [fecha de consulta: 25 de febrero de 2021].

Disponible en <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/469/1/012097/meta>
ISSN: 1755-1315

8. CALCULATION and Control Methods for Equivalent Resilient Modulus of Subgrade Based on Nonuniform Distribution of Stress por Yongsheng Yao [et al]. Advances in Civil Engineering [en línea]. 8 de setiembre de 2019. [fecha de consulta: 24 de febrero de 2021].
 Disponible en <https://link.gale.com/apps/doc/A606749570/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=fea8b790>
 ISSN: 1687-8086
9. CORREIA, António y RASTEIRO, Maria. Nanotechnology applied to chemical soil stabilization
 Procedia engineering [en línea]. 2016, volumen 143, [fecha de consulta: 05 de marzo de 2021].
 Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816305537>
 ISSN: 1877-7058
10. DIAZ, Greisi. Mejoramiento del CBR de un suelo arcilloso con cloruro de sodio. (Tesis Pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. 2018.
11. ECHE, Karen y PELAEZ, Anderson. Estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876 con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras, Distrito de Santa - Ancash – 2019. (Tesis pregrado). Chimbote: Universidad César Vallejo, 2019. 191 pp.
12. EVALUATION of soaked and unsoaked CBR values of soil based on the compaction characteristics por Lakshmi, S. Muthu [et al]. Malaysian Journal of Civil Engineering [en línea]. 2016, volumen. 28, n. ° 2, [fecha de consulta: 28 de febrero de 2021].
 Disponible en <https://journals.utm.my/mjce/article/view/15712/7199>
 ISSN: 1823-7843
13. FUNDAMENTALS of soil stabilization por Ali Akbar Firoozi [et al]. International Journal of Geo-Engineering [en línea]. 21 de diciembre de 2017, volumen 8, n. ° 1. [fecha de consulta: 24 de febrero de 2021].
 Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/321727541>
 ISSN: 2198-2783
14. GHADIR, Pooria y RANJBAR, Navid. Clayey soil stabilization using geopolymer and Portland cement. Construction and Building Materials [en línea]. 10 de noviembre 2018, volumen 188. [fecha de consulta: 23 de febrero de 2021].
 Disponible en <https://link.gale.com/apps/doc/A561235103/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=20ca6bd6>
 ISSN: 0950-0618
15. GUAMAN, Isaías. Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio). (Tesis Pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. 2016.
16. IKEAGWUANI, Chijioke y NWONU, Donald. Emerging trends in expansive soil stabilisation: A review. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering [en línea]. 11 de enero de 2019, Volumen 11, [fecha de consulta: 26 de febrero de 2021].

- Disponible en
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674775518301513>
 ISSN: 1674-7755
- 17.** JAMES, Jijo y PANDIAN, Kasinatha. Plasticity, swell-shrink, and microstructure of phosphogypsum admixed lime stabilized expansive soil. *Advances in Civil Engineering* [en línea]. 19 de junio de 2019. [fecha de consulta: 24 de febrero de 2021].
 Disponible en
<https://link.gale.com/apps/doc/A504723972/AONE?u=univcv&sid=AONE&id=bc7f1b8b>
 ISSN: 1687-8086
- 18.** JANJUA, Shahzad y CHAND, Jagdish. Correlation of CBR with Index properties of soil. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)* [en línea]. Septiembre – octubre de 2016, volumen 7, n. ° 5, [fecha de consulta: 05 de marzo de 2021].
 Disponible en
https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:THmgHMP3ku8J:scholar.google.com/+CBR+soil&hl=es&as_sdt=0,5&as_ylo=2014
 ISSN: 0976 - 6308
- 19.** LARREA, Bárbara y RIVAS, Juan. Estabilización de suelos arcillosos con cloruro de sodio y cloruro de calcio. (Tesis Pregrado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. 2019.
- 20.** LI, Jie, BAI, Xiaohong y MA, Fuli. Energy transfer and influencing factors in soil during compaction. *PLOS ONE* [en línea]. 20 de noviembre de 2020, volumen 15, n. ° 11. [fecha de consulta: 23 de febrero de 2021].
 Disponible en
<https://link.gale.com/apps/doc/A642356654/AONE?u=univcv&sid=AONE&id=4018d09e>
 ISSN: 1932-6203
- 21.** LUNA, Very e YZAGUIRRE, Breiner. Estabilización de la red vial vecinal AN-873 - 0+000 al 2+400 km con cloruro de sodio proveniente del agua de mar, Santa, Santa, Áncash – 2019. (Tesis Pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Chimbote, Perú. 2019.
- 22.** METHODOLOGY of Ensuring Road Traffic Safety With Respect to Road-Building Materials Compaction Efficiency Factor por Sergei Nosov [et al]. *Transportation Research Procedia* [en línea]. 2017, Volumen 20. [fecha de consulta: 25 de febrero de 2021].
 Disponible en
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235214651730073X>
 ISSN: 2352-1465
- 23.** METODOLOGIA de la investigation cuantitativa – cualitativa y redaccion de la tesis por Ñaupas Huberto [et al]. Ediciones de la U [en línea]. 2018, 5.ª ed.[fecha de consulta: 12 de marzo del 2021].
 Disponible en
<https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-invcuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>
 ISBN: 978-958-762-876-0

- 24.** MOSA, Ahmed, TAHER, Amer y AL-JABERI, Layth. Improvement of poor subgrade soils using cement kiln dust. Case Studies in Construction Materials [en línea]. 23 de junio de 2017, volumen 7. [fecha de consulta: 25 de febrero de 2021].
 Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221450951730061X>
 ISSN: 2214-5095
- 25.** MUÑOZ, Carlos. Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis [en línea]. 2.ª ed. Mexico: PEARSON EDUCACIÓN, 2011 [fecha de consulta: 13 de marzo del 2021].
 Disponible en: <http://www.indesgua.org.gt/wp-content/uploads/2016/08/Carlos-Mu%C3%B1oz-Razo-Como-elaborar-y-asesorar-una-investigacion-de-tesis-2Edicion.pdf>
 ISBN: 978-607-32-0456-9
- 26.** NUMERICAL method of flexible pavement considering moisture and stress sensitivity of subgrade soils por Jue Li [et al]. Advances in Civil Engineering [en línea]. 30 de mayo de 2019. [fecha de consulta: 24 de febrero de 2021].
 Disponible en <https://link.gale.com/apps/doc/A610843321/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=edec4812>
 ISSN: 1687-8086
- 27.** PICO, Juan. Análisis comparativo de la estabilización de la subrasante de la vía entre las comunidades de Teligote y Masabachos de la Parroquia Benítez Cantón San Pedro de Pelileo, con cal y cloruro de sodio para realizar el diseño de pavimentos de la misma. (Tesis Pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. 2016.
- 28.** POTENTIAL of using nanocarbons to stabilize weak soils por Jamal Alsharif [et al]. Applied and Environmental Soil Science [en línea]. 26 de octubre de 2016. [fecha de consulta: 25 de febrero de 2021].
 Disponible en <https://link.gale.com/apps/doc/A505303668/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=e3a73dc3>
 ISSN: 1687-7667
- 29.** QUIROZ, Alexander. Estabilización de suelos con cloruro de sodio, en el camino de bajo volumen de tránsito desde el caserío Los Tubos hasta el caserío Pozo Cuarenta, Distrito de Mórrope, Provincia de Lambayeque, Departamento Lambayeque. (Tesis Pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú. 2020.
- 30.** RAKARADDI, P. GOMARSI, Vijay. Establishing relationship between CBR with different soil properties. International journal of research in engineering and technology [en línea]. Febrero de 2015, volumen 4, n. ° 2, [fecha de consulta: 05 de marzo de 2021].
 Disponible en <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.679.6004&rep=rep1&type=pdf>
 ISSN: 2319 - 1163

- 31.** REEVES, George, SIMS, Ian y CRIPPS, John. Clay Materials Used in Construction [en línea]. 21.^{va} ed. Trowbridge, 2006 [fecha de consulta: 01 de marzo de 2021].
 Disponible en https://books.google.com.pe/books?id=iDqalaLe6IkC&pg=PR23&lpg=PR23&dq=REEVES,+George,+SIMS,+Ian+y+CRIPPS,+John.+Clay+Materials+Used+in+Construction&source=bl&ots=eR5uNfpExp&sig=ACfU3U0Axs9cxralC7bYKclqKb-f6jRO7Q&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjfs_WN46nvAhWoK7kGHSxyAQoQ6AEwBXoEACQAw#v=onepage&q&f=false
 ISBN: 978-186239-184-0
- 32.** REYES, Giovanni. Teorías de desarrollo económico y social: articulación con el planteamiento de desarrollo humano. Revista de la facultad de ciencias económicas y administrativas universidad de Nariño [en línea]. Primer semestre 2009, volumen X – n. ° 1. [fecha de consulta: 14 de diciembre de 2020].
 Disponible en <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://biblio3.url.edu.gt/PROFASR/DRL/conyteo.pdf&ved=2ahUKEwi9piDovzuAhVgD7kGHdQ0CHo4ChAWMAB6BAgBEAI&usg=AOvVaw0jangHZZc5j6cUveejhPJY>
- 33.** ROY, Aparna. Soil stabilization using rice husk ash and cement. International journal of civil engineering research [en línea]. 2014, volumen. 5, n. ° 1, [fecha de consulta: 05 de marzo de 2021].
 Disponible en https://www.ripublication.com/ijcer_spl/ijcerv5n1spl_08.pdf
 ISSN: 2278-3652
- 34.** SEVELOVA, Lenka, FLORIAN, Ales, y HRUZA, Petr. Using Resilient Modulus to Determine the Subgrade Suitability for Forest Road Construction. Forests [en línea]. 16 de noviembre de 2020. Volumen 11, n. ° 1. [fecha de consulta: 24 de febrero de 2021].
 Disponible en <https://link.gale.com/apps/doc/A645157040/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=7616bbfe>
 ISSN: 1999-4907
- 35.** SHAFABAKHSH, G., SADEGHNEJAD, M. y SAJED, Y. Case study of rutting performance of HMA modified with waste rubber powder. Case Studies in Construction Materials [en línea]. 9 de mayo de 2014, volumen 1. [fecha de consulta: 25 de febrero de 2021].
 Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509514000114>
 ISSN: 2214-5095
- 36.** SHIRUR, Naveen y HIREMATH, Santosh. Establishing relationship between CBR value and physical properties of soil. IOSR journal of mechanical and civil engineering [en línea]. Septiembre- octubre de 2014, volumen 11, n. ° 5, [fecha de consulta: 26 de febrero de 2021].
 Disponible en https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34609773/D011512630.pdf?1409698158=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEstablishing_Relationship_between_Cbr_Va.pdf&Expires=1614376870&Signature=ai~ooqlACFO86bsFCqI2YtjQyAx8kT

- tLO-loRE6IGSgT4izJ2k-t54UKSj-
 QLo0BY0bniYVIJOxuvGUgBzpz2GH5hf45DSWmf~HxsKeBjy6UpnTG-
 KazFzoyowNccWLkG9G827EKjWhxqxPa91RoWISZallUDaDfgB-
 xIFhp7D383391Nb1ULFoh1hoAkNV8XeQuSvNHcUekJdWw0RiZ-
 Upi6gxVLRcDFErZEERX-hf4-
 H~NrZKyz5JDq8DnlzMsXInv9hVR5FKvJii482ly7YahYPwBoZ4H9AI4EIGROM
 4rZzSvsGfUH88Ezr7OtTcNrlFZ-O08v5CnywIOreM8IA__&Key-Pair-
 Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
 ISSN: 2278-1684
- 37.** SINGH, Kumar y YADAV, K. Improvement in CBR of expansive soil with jute fiber reinforcement. International Research Journal of Engineering and Technology [en línea]. Noviembre de 2016, volumen. 3, n. ° 11, [fecha de consulta: 28 de febrero de 2021].
 Disponible en https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:sNOLhFFNro4J:scholar.google.com/+proctor+and+cbr&hl=es&as_sdt=0,5&as_ylo=2014
 ISSN: 2395 - 0056
- 38.** TALUKDAR, Dilip. A study of correlation between California Bearing Ratio (CBR) value with other properties of soil. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering [en línea]. Enero de 2014, volumen. 4, n. ° 1, [fecha de consulta: 26 de febrero de 2021].
 Disponible en <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.643.688&rep=rep1&type=pdf>
 ISSN: 2250-2459
- 39.** TONG Zheng , GAO, Jie y ZHANG, Haitao. Innovative method for recognizing subgrade defects based on a convolutional neural network. Construction and Building Materials [en línea]. 30 de abril de 2018, volumen 169. [fecha de consulta: 25 de febrero de 2021].
 Disponible en <https://link.gale.com/apps/doc/A540211453/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=67d1d8f8>
 ISSN: 0950-0618
- 40.** TROPICAL residual soil stabilization: A powder form material for increasing soil strength por Nima Latifi [et al]. Construction and Building Materials [en línea]. 30 de agosto de 2017, volumen 147. [fecha de consulta: 23 de febrero de 2021].
 Disponible en <https://link.gale.com/apps/doc/A517575870/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=227e5faa>
 ISSN: 0950-0618
- 41.** VILLALAZ, Carlos. Mecánica de Suelos y Cimentaciones. [en línea]. 5.^a ed. Ciudad de México: LIMUSA S.A., 2004 [fecha de consulta: 09 de marzo de 2021].
 Disponible en <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>
 ISBN: 9681864891
- 42.** WASTE product bagasse ash from sugar industry can be used as stabilizing material for expansive soils por Amit S. Kharade [et al]. International Journal of

Research in Engineering and Technology [en línea]. Marzo de 2014, volumen.
3, n. ° 3, [fecha de consulta: 28 de febrero de 2021].
Disponible en
[http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.684.6127&rep=rep1
&type=pdf](http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.684.6127&rep=rep1&type=pdf)
ISSN: 2319 - 1163

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables.

Tabla 15. Matriz de operacionalización de variables.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA – CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO	De acuerdo con Afrin (2017) Es la alteración de los suelos con el fin de aumentar la resistencia al corte y controlar las propiedades de contracción e hinchamiento de un suelo.	Se determinará mediante el cálculo de la capacidad de soporte del suelo definido por el índice C.B.R.	Estabilización Química	Con Sales (cloruro de sodio)	De razón
VARIABLE DEPENDIENTE: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE	Según indica Diaz (2018), consiste en la modificación de las propiedades de la carretera mejorando el nivel de servicio y la vida útil de esta.	Se definirá a través de las alteraciones de las propiedades físicas y mecánicas resultantes de la ejecución de ensayos de laboratorio.	Propiedades Físicas	Humedad	De razón
				Granulometría	De razón
				Plasticidad	De razón
				Peso Especifico	De razón
			Propiedades Mecánicas	Densidad Máxima	De razón
				Capacidad de Soporte	De razón

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Matriz de consistencia.

Tabla 16. Matriz de consistencia.

MATRIZ DE CONSISTENCIA							
ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA – CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2020							
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN
¿De qué manera influye la adición de cloruro de sodio en la estabilización de la subrasante en el tramo vial comprendido entre el centro poblado de Primorpampa y el Distrito de Cascapara?	Determinar la influencia de la adición de cloruro de sodio en la estabilización de la subrasante en el tramo vial comprendido entre el centro poblado de Primorpampa y el Distrito de Cascapara.	La adición de cloruro de sodio estabilizará el suelo de la subrasante en el tramo vial comprendido entre el centro poblado de Primorpampa y el Distrito de Cascapara.	VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO	Estabilización Química	Con sal (cloruro de sodio)	Ensayos de Mecánica de Suelos	TIPO: Aplicada DISEÑO: Experimental NIVEL: Descriptivo ENFOQUE: Cuantitativo
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICO					
¿Qué tipo de suelo compone la subrasante del tramo vial comprendido entre el Centro Poblado de Primorpampa y el Distrito de Cascapara?	Determinar que la subrasante del tramo vial a intervenir está compuesta por suelo arcilloso y es inestable.	La subrasante del sector vial comprendido entre los distritos de Primorpampa y Cascapara está compuesta por suelo arcilloso y es inestable.	VARIABLE DEPENDIENTE: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE	Propiedades Físicas	Humedad	Ensayo de Contenido de Humedad (NTP 339.127)	Población Muestra y Muestreo
¿Cuáles serán las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante del tramo a intervenir adicionando cloruro de sodio en proporciones 1,5%, 3,0% y 4,5% en peso?	Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante del tramo a intervenir adicionando cloruro de sodio en proporciones 1,5%, 3,0% y 4,5% en peso.	La adición de cloruro de sodio en proporciones de 1,5%, 3% y 4,5% en peso mejora la propiedades físicas y mecánicas de suelo la subrasante del tramo a intervenir.			Granulometría	Ensayo de Análisis Granulométrico (NTP 339.128)	POBLACION: Suelo de la Subrasante del tramo vial comprendido entre el centro poblado de Primorpampa y el Distrito de Cascapara. MUESTRA: La muestra está conformada por la calicata N° 01 ubicada en la progresiva km0+0450, de la cual se extrajo la muestra patrón.
					Plasticidad	Ensayo de Limites de Atterberg (NTP 339.129)	
¿Cuál será la proporción óptima para mejorar cada propiedad física y mecánica de la subrasante del tramo a intervenir en base a las dosificaciones aplicadas?	Determinar la proporción optima de cloruro de sodio que mejora cada propiedad física y mecánica de la subrasante del tramo a intervenir en base a las dosificaciones aplicadas.	En base a las dosificaciones aplicadas, la proporción optima de cloruro de sodio que mejora cada propiedad física y mecánica de la subrasante del tramo a intervenir es la de 4,5%.	Propiedades Mecánicas	Densidad Máxima	Ensayo de Compactación Proctor (NTP 339.141)		
				Capacidad de Soporte	Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) (NTP 339.175)		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Ficha técnica del cloruro de sodio.



R.U.C.: 20510434219

**Fabricación y Comercialización
Servicios - Productos Diversos.**

FICHA TECNICA – SAL INDUSTRIAL REJYRA

1. Generalidades:

a) **Nombre comercial:** Sal Industrial Rejyra

b) **Descripción del producto:** Constituido por el cloruro de sodio proveniente de fuentes naturales (agua de mar)

c) **Composición química:**

- Pureza 99,5%
- Humedad 1,00 %
- Sulfatos 3500 ppm máximo
- Magnesio 1000 ppm máximo
- Calcio 1000 ppm máximo

2. Propiedades físico- químicas:

a) **Aspecto:** gránulos Finos

b) **COLOR:** Blanco hueso

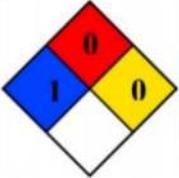
3.- Vida útil esperada:

Es un producto mineral que tiene un tiempo de vida útil indefinido.

4.- Almacenamiento: Conservar en lugar fresco, seco y protegido de la luz

5.- PRESENTACIÓN:

Saco de polipropileno de 50 kilos.




REJYRA E.I.R.L.

Oficina: Av. Alcides Vigo Mz. Y Lte. 9 Urb. Coopip - San Martin de Porres - Lima / Teléf.: 01 - 574-0034 / 538-4586
Entel: 99-838*2416 / RPC: 944578333 / RPM: #953695130 Planta / Almacén: Av. Tambo Rio Mz. G Lte. 14 Chacra Cerro - Comas - Lima
E-mail: ventas@rejyra.com / ventaslima@rejyra.com / rejyra@hotmail.com / www.rejyra.com

Figura 12: Ficha técnica del cloruro de sodio primera parte

6.- PROCEDIMIENTO DE SEGURIDAD

Por favor estas recomendaciones de seguridad manténgalo fuera del alcance de los niños.

PRECAUCIONES

El contacto con Sal Industrial Rejyra puede irritar la piel y los tejidos. Evite el contacto, ingestión o inhalación de este producto.

- 1.- Use anteojos protectores si penetra en sus ojos, enjuáguelos inmediatamente varias veces con agua y obtenga atención médica pronto.
- 2.- Use mascarilla cuando se exponga al polvo .
- 3.- Proteja la piel con botas, guantes, y ropa adecuada.
- 4.- Evite el contacto prolongado en su piel. Lave su piel inmediatamente después de cualquier contacto con Sal industrial Rejyra.
- 5.- Si la Sal industrial Rejyra es ingerido beba gran cantidad de agua inmediatamente o induzca a vomitar. Obtenga inmediatamente atención médica.
- 6.- No fume mientras este utilizando Sal industrial Rejyra

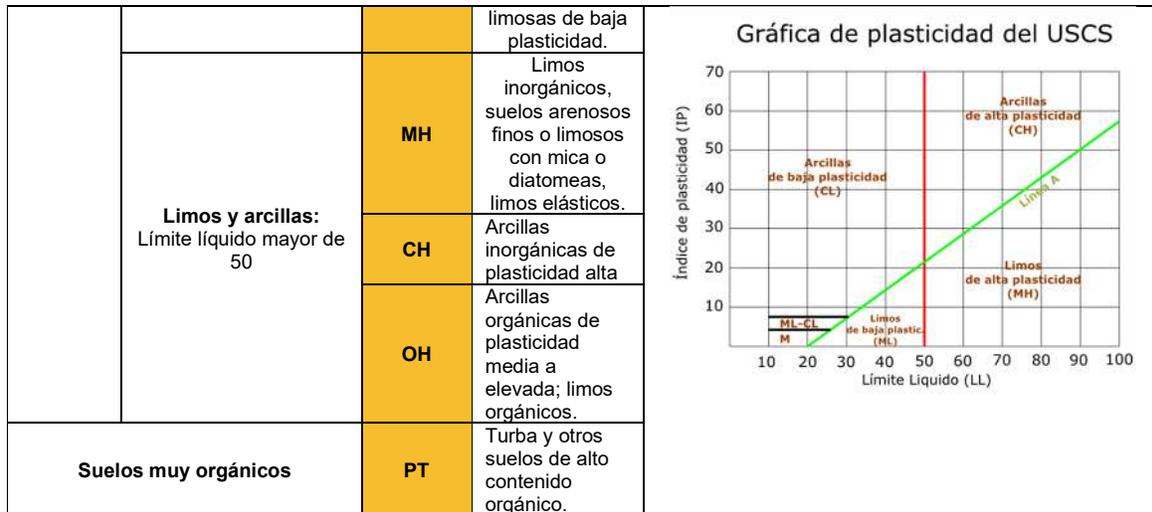


Figura 13: Ficha técnica del cloruro de sodio segunda parte.

Anexo 4: Sistema de clasificación de suelos mediante el sistema SUCS.

Tabla 17: Clasificación de suelos mediante el sistema SUCS.

DIVISIONES PRINCIPALES			Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACION DE LABORATORIO				
SUELOS DE GRANO GRUESO Mas de la mitad del material retenido em el tamiz número 200	GRAVAS Mas de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4.	Gravas limpias (Sin o con pocos finos)	GW	Gravas bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (Fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5%->GW, GP, SW, SP. >12%->GM, GC, SM, SC. 5 al 12%->casos límite que requieren usar doble símbolo	Cu=D ₆₀ /D ₁₀ >4 Cc=(D ₃₀) ² /D ₁₀ x D ₆₀ entre 1 y 3			
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		No cumplen con las especificaciones de granulometría GW			
		Gravas con finos (Apreciable cantidad de finos)	GM	Gravas limosas, mezcla grava-arena-limo		Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4	Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo		
			GC	Gravas arcillosas, mezcla grava-arena-arcilla		Límites de Atterberg sobre la línea A con IP>7.			
	ARENAS Mas de la mitad de la fracción gruesa es pasa por el tamiz número 4.	Arenas limpias (Sin o con pocos finos)	SW	Arenas bien graduadas. Arenas con grava, pocos finos o sin finos		Cu=D ₆₀ /D ₁₀ >6 Cc=(D ₃₀) ² /D ₁₀ x D ₆₀ entre 1 y 3			
			SP	Arenas mal graduadas. Arenas con grava, pocos finos o sin finos		Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones SW			
		Gravas con finos (Apreciable cantidad de finos)	SM	Arenas limosas, mezcla arena-limo		Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4	Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble.		
			SC	Arenas arcillosas, mezcla arena-arcilla		Límites de Atterberg sobre la línea A con IP>7			
		SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50	ML		Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad.	G = Grava, S = Arena, O = Suelo orgánico, P = turba, M = Limo, C = Arcilla, W = Bien graduada, P = Mal graduada, L = Baja comprensibilidad, H = Alta comprensibilidad		
				CL		Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.			
OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas								



Fuente: NTP 339.134 (1999)

Anexo 5: Sistema de clasificación de suelos mediante el sistema AASHTO.

Clasificación general	Suelos granulosos 35% máximo que pasa por tamiz de 0.08 mm							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.08 mm				
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7	
	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6
<p>Análisis granulométrico</p> <p>% que pasa por el tamiz de:</p> <p>2 mm máx. 50 0.5 mm máx. 30 0.08 mm máx. 15</p>												
<p>Límites Atterberg</p> <p>límite de líquido índice de plasticidad</p>				máx. 40	mín. 40	máx. 40	mín. 40	máx. 40	máx. 40	máx. 40	mín. 40	mín. 40
<p>Índice de grupo</p>	0	0	0	0	0	máx. 4	máx. 4	máx. 8	máx. 12	máx. 16	máx. 20	máx. 20
<p>Tipo de material</p>	Piedras, gravas y arena		Arena Fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
<p>Estimación general del suelo como subrasante</p>	De excedente a bueno						De pasable a malo					

Figura 14: Ficha técnica del cloruro de sodio segunda parte.

Anexo 6: Parámetros para la determinación del número mínimo de calicatas por tipo de carretera

Tabla 18: *Parámetros para la determinación del número mínimo de calicatas por tipo de carretera*

Tipo de carretera	Profundidad	Número mínimo de calicatas	Observación
Autopistas: carretas de IMDA mayor de 600 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de la subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas X km X sentido. • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas X km X sentido. • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas X km X sentido. 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente en forma alternada
Carreteras duales o multicarril: carretas de IMDA entre 6000 Y 4001 veh/día, de calzadas separadas, con una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de la subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas X km X sentido. • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas X km X sentido. • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas X km X sentido. 	
Carreteras de primera clase: carretas de IMDA entre 4000 Y 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50m respecto al nivel de la subrasante del proyecto	• 4 calicatas X km.	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente en forma alternada
Carreteras de segunda clase: carretas de IMDA entre 2000 Y 401 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50m respecto al nivel de la subrasante del proyecto	• 3 calicatas X km.	
Carreteras de tercera clase: carretas de IMDA entre 400 Y 201 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50m respecto al nivel de la subrasante del proyecto	• 2 calicatas X km	
Carreteras de bajo volumen de transido: con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada	1.50m respecto al nivel de la subrasante del proyecto	• 1 calicatas X km	

Fuente: Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014)

Anexo 7: Parámetros para determinar el número mínimo de C.B.R. por tipo de carretera.

Tabla 19: *Parámetros para determinar el número mínimo de C.B.R. por tipo de carretera.*

Tipo de carretera	N° C.B.R.
Autopista: Carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	Calzada de 2 carriles por sentido: 1 CBR x km x sentido
	Calzada de 3 carriles por sentido: 1 CBR x km x sentido
	Calzada de 4 carriles por sentido: 1 CBR x km x sentido
Carreteras duales: Carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	Calzada de 2 carriles por sentido: 1 CBR x km x sentido
	Calzada de 3 carriles por sentido: 1 CBR x km x sentido
	Calzada de 4 carriles por sentido: 1 CBR x km x sentido
Carreteras de 1° Clase: Carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles	Cada 1 km se realizará un CBR
Carreteras de segunda clase: Carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles	Cada 1.5 km se realizará un CBR
Carreteras de 3° clase: Carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/ día, de una calzada de dos carriles	Cada 2 km se realizará un CBR
Carreteras de bajo tránsito: Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada	Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014)

Anexo 8: Métodos de estabilización de los suelos

Tabla 20: *Métodos de estabilización.*

Métodos	Físicos	Confinamiento (suelo no cohesivo)
		Preconsolidación (suelos cohesivos)
		Mezclas (suelo con suelo)
		vibro flotación
	Químicos	Con cemento
		Con asfalto
		Con sal
		Con cal

		Con otras sustancias (sales como la Bischofita)
	Mecánicos	Compactación

Fuente: (Gutiérrez, 2010)

Anexo 9: Clasificación de suelos según tamaño de partículas.

Tabla 21: *Parámetros de clasificación de suelos según tamaño de partículas.*

Tipo de Material		Tamaño de partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm – 0.425 mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: Manual de Carreteras – suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2014)

Anexo 10: Características del suelo según el índice de plasticidad.

Tabla 22: *Características del suelo según el índice de plasticidad.*

Índice de Plasticidad	Características
IP > 20	Suelos muy arcillosos
20 > IP > 10	Suelos arcillosos
10 > IP > 4	Suelos pocos arcillosos
IP = 0	Suelos exentos de arcillas

Fuente: Sanz (1995)

Anexo 11: Especificaciones técnicas para determinar el método de proctor modificado

Tabla 23. Especificaciones técnicas para determinar el método de proctor modificado.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA					
Id	Descripción	Und	Proctor Modificado		
			A	B	C
1	Método				
2	Condiciones para la selección del método		% Ret. Acum. N°4 ≤ 20%	% Ret. Acum. 3/8" ≤ 20%	% Ret. Acum. 3/4" ≤ 20%
				% Ret. Acum. N°4 ≥ 20%	% Ret. Acum. 3/8" ≥ 20%
3	Tipo de material utilizado		Pasante malla N° 4	Pasante malla 3/8"	Pasante malla 3/4"
4	N° de capas	N	5	5	5
5	N° de golpes	N	25	25	56
6	Diámetro de molde	Cm	10.16±0.04	10.16±0.04	10.16±0.04
7	Altura de molde	Cm	11.64±0.05	11.64±0.05	11.64±0.05
8	Volumen de molde	Cm3	944±0.15	944±0.15	944±0.15
9	Peso de martillo	Kg	4.54±0.01	4.54±0.01	4.54±0.01
10	Altura caída del martillo	Cm	45.72±0.16	45.72±0.16	45.72±0.16
11	Diámetro del martillo	Cm	5.08±0.025	5.08±0.025	5.08±0.025
12	Energía de compactación	Kg/cm	27.485	27.485	27.485

Fuente: Díaz (2018)

Anexo 12: Categoría de subrasante según el valor de C.B.R.

Tabla 24. Categoría de subrasante según el valor de C.B.R.

Categorías de Sub-Rasante	C.B.R.
S0: Sub-Rasante inadecuada	C.B.R. < 3%
S1: Sub-Rasante insuficiente	C.B.R. ≥ 3% A C.B.R. < 6%
S2: Sub-Rasante regular	C.B.R. ≥ 6% A C.B.R. < 10%
S3: Sub-Rasante buena	C.B.R. ≥ 10% A C.B.R. < 20%
S4: Sub-Rasante muy buena	C.B.R. ≥ 20% A C.B.R. < 30%
S5: Sub-Rasante excelente	C.B.R. ≥ 30%

Fuente: Manual de Carreteras – suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2014)

Anexo 13: Resultados de ensayos de laboratorio.

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO				
	LABORATORIO DE SUELOS				
SOLICITANTE	: MENDEZ CERNA JOSH JUNIOR				
PROYECTO	: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021.				
UBICACIÓN FECHA	: TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH				
DE EMISIÓN	: 31 DE DICIEMBRE DEL 2020				
ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NTP 339.127 / ASTM D2216					
CANTERA	C-01	UBICACIÓN	PROGRESIVA KM 00+450	PROF. (m)	1.50
MUESTRA			M-01 SUELO PATRON		
1	N° DEL RECIPIENTE		1	002+	
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)		13.0	13.0	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)		107.9	110.5	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		99.3	101.0	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (3) - (4) (g)		8.6	9.5	
6	PESO DEL SUELO SECO (4) - (2) (g)		86.3	88.1	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (5) / (6) * 100 (%)		10.0	10.8	10.4
OBSERVACIONES 1. La muestra fue proporcionada por el solicitante a las instalaciones del laboratorio. 2. Los datos y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante.					
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Alberto Villanueva Medina INGENIERO CIVIL CIP. 90217					
 Victor Hugo Villanueva Najarro TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO Reg. 62639					
					
* Urb. Villa San Miguel de Chiclayo S/N. Distrito de Independencia Provincia de Huaraz					



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS

SOLICITANTE : MENDEZ CERNA JOSH JUNIOR
 PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021.
 UBICACIÓN FECHA DE EMISIÓN : TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH : 31 DE DICIEMBRE DEL 2020

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422

CALICATA	C-01
PROFUNDIDAD	150

PESO INICIAL SECO: 4800.00 % QUE PASA MALLA Nº200: 68.1
 PESO LAVADO SECO: 1533.54 % RETENIDO MALLA 3": 0.0

TAMIZ ASTM	DIÁMETRO (mm.)	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% PASA
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	93.5	1.9	1.9	98.1
1/2"	12.500	141.0	2.9	4.8	95.1
3/8"	9.500	166.2	3.5	8.3	91.7
1/4"	6.250	196.3	4.1	12.4	87.6
Nº4	4.750	174.5	3.6	16.1	83.9
Nº10	2.000	160.1	3.3	19.4	80.6
Nº20	0.850	138.9	2.9	22.3	77.7
Nº40	0.425	132.1	2.8	25.1	74.9
Nº60	0.250	120.0	2.5	27.6	72.4
Nº100	0.150	112.7	2.3	29.9	70.1
Nº200	0.075	98.2	2.0	31.9	68.1
TOTAL		1533.54	31.9		

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SUCS ASTM D-2487	SÍMBOLO	CL
	NOMBRE DE GRUPO	ARCILLA INORGÁNICAS DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD, ARCILLAS CON GRAVA, ARCILLAS LIMOSAS.
AASHTO ASTM D-3282 M-145	DENOMINACIÓN	A - 6 (8)

COLEGIO DE INGENIEROS
 AIDERIO VILLANUEVA NIARTO
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 99217
 Victor Hugo Villanueva Niartto
 TÉCNICO LABORATORISTA EN
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Reg. 90639

OBSERVACIONES

1. La muestra fue proporcionada por el solicitante a las instalaciones de
2. Los datos y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante.





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

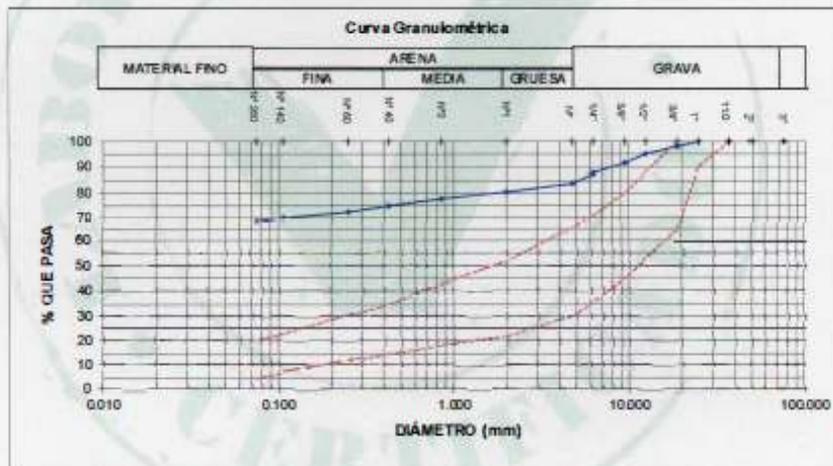
ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

LABORATORIO DE SUELOS

SOLICITANTE : MENDEZ CERNA JOSH JUNIOR
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021.
UBICACIÓN : TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH
FECHA DE EMISIÓN : 31 DE DICIEMBRE DEL 2020

CALIGATA	C-01
PROFUNDIDAD (m)	1.50



OBSERVACIONES

1. La muestra fue proporcionada por el solicitante a las instalaciones del laboratorio.
2. Los datos y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante.

COLEGIO de Ingeñeros del P.
Alberto Villanueva Medina
INGENIERO CIVIL
CIP. 46217

Victor Hugo Villanueva Najarro
TÉCNICO LABORATORISTA EN
SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Reg. 62639





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

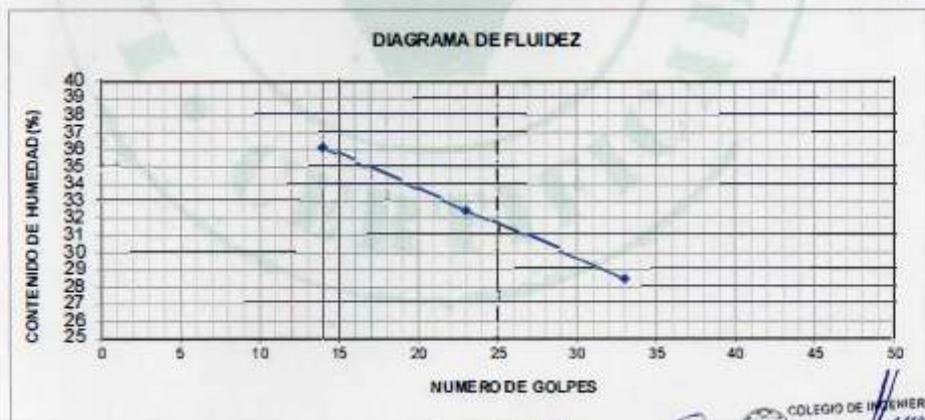
LABORATORIO DE SUELOS

SOLICITANTE	: MENDEZ CERNA JOSH JUNIOR
PROYECTO	: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021.
UBICACIÓN	: TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH
FECHA DE EMISION	: 31 DE DICIEMBRE DEL 2020

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129

CALICATA :	C-01	MUESTRA :	M-01 (SUELO PATRON)	PROF. (m) :	1.50
PROGRESIVA : KM 00+450					

PRUEBA N°	RECIPIENTE N°	NUMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
			1	2	3	1	2
			L-05	L-06	L-07	L-09	L-10
			33	23	14		
1	PESO DEL RECIPIENTE	(g)	9.92	8.18	9.86	9.86	9.86
2	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	(g)	15.83	16.23	18.79	18.79	17.90
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	(g)	14.52	11.26	16.42	17.49	16.62
4	PESO DEL AGUA	(g)	1.31	1.00	2.37	1.3	1.28
5	PESO DEL SUELO SECO	(g)	4.6	3.08	6.56	7.63	6.76
6	CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28	32	36	17	19
						18	



LÍMITE LÍQUIDO :	32%
LÍMITE PLÁSTICO :	18%
ÍNDICE PLÁSTICO :	14%

Victor Hugo Villanueva Najarro
Victor Hugo Villanueva Najarro
 TÉCNICO LABORATORISTA EN
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Reg. 82639

COLEGIO DE INGENIEROS DEL
Albano Villanueva Medi
Albano Villanueva Medi
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 35217



- OBSERVACIONES**
1. La muestra fue proporcionada por el solicitante a las instalaciones del laboratorio.
 2. Los datos y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante.

* Urb. Villa San Miguel de Chicney S/N. Distrito de Independencia Provincia de Huaraz



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION
ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)
ASTM D 1556

SOLICITANTE : MENDEZ CERNA JOSH JUNIOR **UBICACIÓN** : TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH

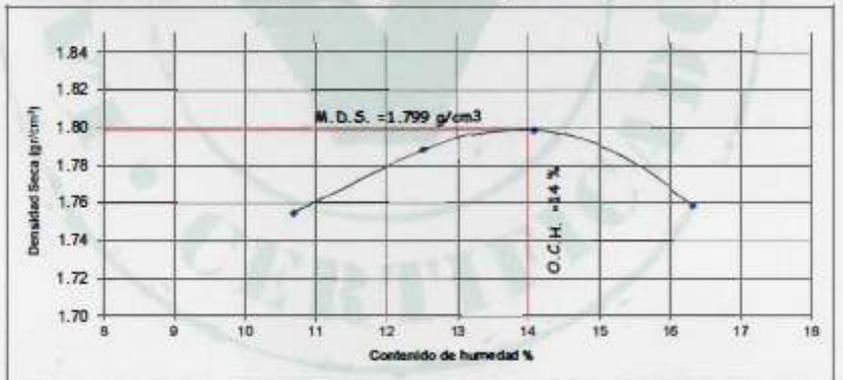
: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021.

OBRA : **PROFUNDIDAD (m.)** : 1.50

CALCATA : C-01 **MUESTRA** : M-1 (SUELO PATRON)

PROGRESIVA KM : KM 00+450 **FECHA DE EMISIÓN** : 31 DE DICIEMBRE DEL 2020

MOLDE Nº	1	Volumen de Molde (cc)	1220 cc	Tipo de Molde	4"	Temperatura Secado (°C)	110
CAPAS Nº	5	Golpes (N°)	25	Peso de Molde (gr.)	3620	Método	3
MUESTRA	Nº	1	2	3	4		
PESO SUELO HUMEDO-MOLDE	grs.	5995	6075	6125	6137		
PESO DEL MOLDE	grs.	3620	3620	3620	3620		
PESO DEL SUELO HUMEDO	grs.	2371	2455	2505	2497		
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	grs/cc.	1.94	2.03	2.03	2.05		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
RECIPIENTE	Nº	1	2	3	4		
PESO SUELO HUMEDO-CAPSULA	grs.	68.2	60.0	56.3	67.5		
PESO SUELO SECO-CAPSULA	grs.	62.8	56.2	51.0	59.8		
PESO DE LA CAPSULA	grs.	12.9	12.9	12.9	12.7		
PESO DEL AGUA	grs.	5.3	3.3	5.4	7.7		
PESO DEL SUELO SECO	grs.	49.9	42.0	38.1	47.1		
HUMEDAD	%	10.7	12.5	14.1	16.3		
DENSIDAD DE SUELO SECO	grs/cc.	1.75	1.78	1.79	1.76		



DENSIDAD MÁXIMA = 1.799 HUMEDAD ÓPTIMA = 14.00

OBSERVACIONES

1. La muestra, datos y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Alberto Villanueva Medina
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 40217

Victor Hugo Villanueva Navarro
 TÉCNICO LABORATORISTA EN
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Reg. 62639





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)
ASTM D 1883

SOLICITANTE : MENDEZ CERNA JOSH JUNIOR **UBICACIÓN** : TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH

OBRA : ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO PARA EL METORAMIENTO DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021. **PROFUNDIDAD (m.)** : 150

CALICATA : C-01 **MUESTRA** : M-1 (SUELO PATRON)

PROGRESIVA KM : KM 00-450 **FECHA DE EMISIÓN** : 31 DE DICIEMBRE DEL 2020

	1		2		3	
	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR
MOLDE N°	56		25		10	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
MUESTRA	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR
VOLUMEN DE MOLDE	2205		2171		2181	
PESO DE MOLDE	4160		4214		4221	
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	8710		8889		8249	
PESO DEL SUELO HUMEDO	4550		4275		4028	
DENSIDAD HUMEDA	2.06		1.97		1.85	
RECIPIENTE N°	H1		H2		H3	
PESO DE RECIPIENTE	321		31.5		26.1	
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	1922		187.4		181.6	
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO	1722		167.6		161.6	
PESO DE AGUA	20.0		19.8		20.0	
PESO DE SUELO SECO	140.1		136.1		135.5	
CONTENIDO DE HUMEDAD	14.3		14.5		14.8	
DENSIDAD SECA	1.81		1.72		1.61	

FECHA	HORA	TIEMPO	EXPANSIÓN								
			56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
			DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
19/12/2020	09:00	96 HORAS	0	0.045	5%	0	0.048	5%	0	0.05	5%

PENETRACIÓN (mm.)	PATRÓN (Libras/pulg)	PENETRACIÓN								
		56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
		DIAL	CARGA	CARGA UNIDADARIA	DIAL	CARGA	CARGA UNIDADARIA	DIAL	CARGA	CARGA UNIDADARIA
0.025		5	104	35	3	84	28	2	74	25
0.050		9	144	48	6	114	38	4	94	31
0.075		12	174	58	8	134	45	5	104	35
0.100	1000	13	183	61	10	154	51	8	134	45
0.150		19	243	81	15	203	68	12	174	58
0.200	15.00	25	302	101	20	253	84	14	193	64
0.250		31	362	121	26	312	104	17	223	74

OBSERVACIONES
1. La muestra, dato y toda información de campo fue p.to ordenado por el solicitante


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Alberto Villanueva Medina
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 30217


Victor Hugo Villanueva Najarro
 TÉCNICO LABORATORISTA EN
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Reg. 82839





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)
ASTM D 1883

SOLICITANTE : MENDEZ CERNA JOSH JUNIOR **UBICACIÓN** : TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH

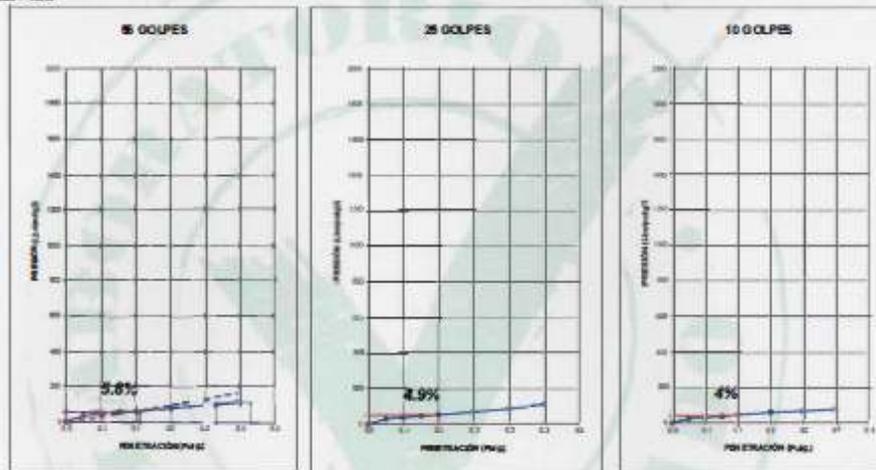
: ESTA BELTIZACION DE SUELO ARCILLOSO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021.

OBRA **PROFUNDIDAD (m.)** : 1.50

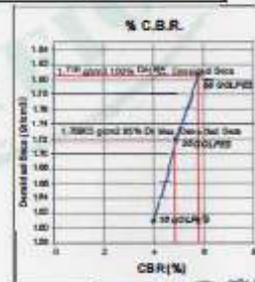
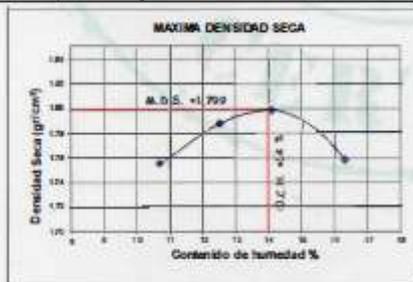
CALICATA : C-01 **MUESTRA** : M-1 (SUELO PATRON)

PROGRESIVA KM : KM 00+450 **FECHA DE EMISIÓN** : 31 DE DICIEMBRE DEL 2020

00-450



PENETRACION (PULG)	C.B.R. A 95% DE MAXIMA DENSIDAD SECA	C.B.R. A 100% DE MAXIMA DENSIDAD SECA
0,1"	4.83%	5.8%



OBSERVACIONES
 1. La muestra, datos y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante

ALBERTO VILLANUEVA MEDINA
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 46217

Victor Hugo Villanueva Riancho
 TÉCNICO LABORATORISTA EN
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Reg. 62639





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

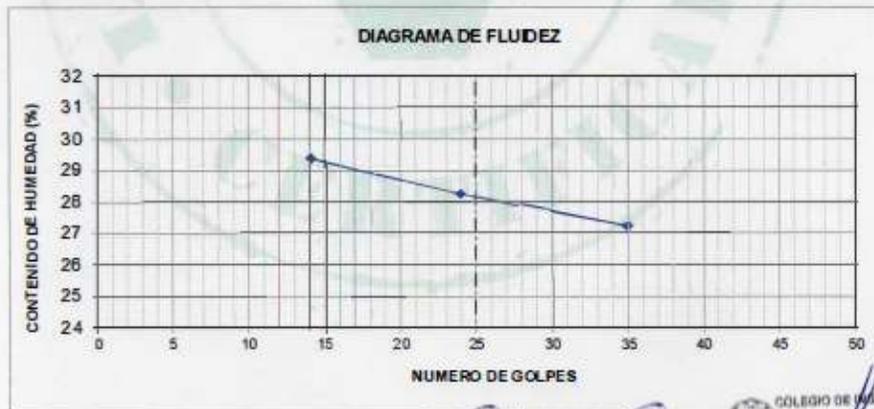
LABORATORIO DE SUELOS

SOLICITANTE	: MENDEZ CERNA JOSH JUNIOR
PROYECTO	: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021.
UBICACIÓN	: TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH
FECHA DE EMISION	: 31 DE DICIEMBRE DEL 2020

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129

CALICATA :	C-01	MUESTRA	M-01 CON ADICION DE 1.5% DE CLORURO DE SODIO	PROF. (m) :	1.50
PROGRESIVA : KM 00+450					

PRUEBA N°		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		1	2	3	1	2
	RECIPIENTE N°	L-05	L-06	L-07	L-09	L-10
	NÚMERO DE GOLPES	35	24	14		
1	PESO DEL RECIPIENTE (g)	8.67	9.86	20.56	8.19	20.66
2	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)	14.09	16.79	27.91	9.73	21.83
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	12.93	13.40	26.24	9.51	21.67
4	PESO DEL AGUA (g)	1.16	1.00	1.67	0.22	0.16
5	PESO DEL SUELO SECO (g)	4.26	3.54	5.68	1.32	1.01
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	27	28	29	17	16



LÍMITE LÍQUIDO :	28%
LÍMITE PLÁSTICO :	16%
ÍNDICE PLÁSTICO :	12%

Victor Hugo Villanueva Nakarro
Victor Hugo Villanueva Nakarro
 TÉCNICO LABORATORISTA EN
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Reg. 62639

COLEGIO DE INGENIEROS DEL
Alberto Villanueva Mudi
Alberto Villanueva Mudi
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 28277



OBSERVACIONES

1. La muestra fue proporcionada por el solicitante a las instalaciones del laboratorio.
2. Los datos y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante.



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)
ASTM D 1556

SOLICITANTE : MENDEZ CERNA JOSH JUNIOR **UBICACIÓN** : TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH

: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021.

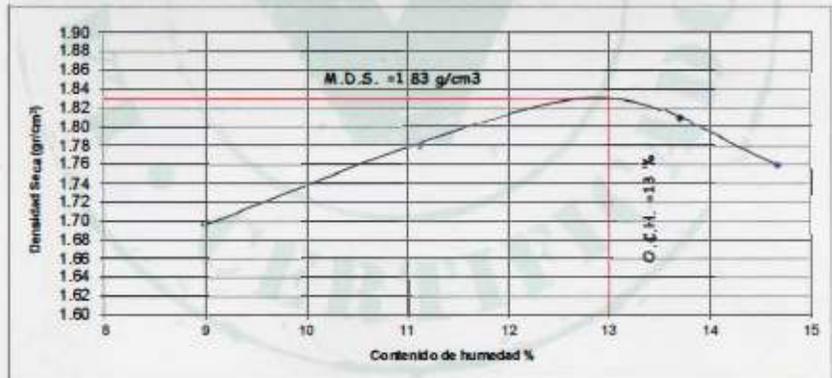
OBRA **PROFUNDIDAD (m.)** : 150

CALICATA : C-01 **MUESTRA** : M-01 CON ADICION DE 15% DE CLORURO DE SODIO

PROGRESIVA KM : KM 00+450 **FECHA DE EMISION** : 31 DE DICIEMBRE DEL 2020

MOLDE N°	1	Volumen de Molde (cc)	1220.6	Tipo de Molde	4"	Temperatura Secado (°C)	110
CAPAS N°	5	Espesor (N°)	25	Peso de Molde (gr.)	3620	Método	3
MUESTRA	N°	1	2	3	4		
PESO SUELO HUMEDO+MOLDE	grs.	5878	6086	6129	6062		
PESO DEL MOLDE	grs.	3620	3620	3620	3620		
PESO DEL SUELO HUMEDO	grs.	2258	2466	2509	2442		
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	grs/cc	1.860	1.98	2.06	2.02		

CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE	N°	1	2	3	4	
PESO SUELO HUMEDO+CAPSULA	grs.	72.7	65.9	70.3	66.5	
PESO SUELO SECO+CAPSULA	grs.	67.7	60.6	63.4	52.6	
PESO DE LA CAPSULA	grs.	12.8	13.1	12.8	12.8	
PESO DEL AGUA	grs.	4.9	5.3	6.9	5.8	
PESO DEL SUELO SECO	grs.	54.9	47.5	50.6	39.8	
HUMEDAD	%	9.0	11.1	13.696	14.7	
DENSIDAD DE SUELO SECO	grs/cc	1.70	1.781	1.808	1.76	



DENSIDAD MAXIMA = 1.83 HUMEDAD OPTIMA = 13.00

OBSERVACIONES
 I. La muestra, datos y toda informacion de campo fue proporcionada por el solicitante

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Alberto Villanueva Medina
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 45217

Victor Hugo Villanueva Najarro
 TÉCNICO LABORATORISTA EN
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Reg. 62639





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)
ASTM D 1883

SOLICITANTE : MENDEZ CERNA JO SH JUNIOR **UBICACIÓN** : TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH

: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO PARA EL METORAMIENTO DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA -CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021

OBRA : ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO PARA EL METORAMIENTO DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA -CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021

PROFUNDIDAD (m.) : 1.50

CALICATA : C-01 **MUESTRA** : M-01 CON ADICION DE 15% DE CLORURO DE SODIO

PROGRESIVA KM : KM 00+450 **FECHA DE EMISIÓN** : 31 DE DICIEMBRE DEL 2020

	1		2		3	
	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR
MOLDE N°	1		2		3	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
MUESTRA	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR
VOLUMEN DE MOLDE	2363		2339		2349	
PESO DE MOLDE	4160		4214		4221	
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	8710		8489		8249	
PESO DEL SUELO HUMEDO	4550		4275		4028	
DENSIDAD HUMEDA	1.93		1.83		1.71	
RECIPIENTE N°	2		3		4	
PESO DE RECIPIENTE	29.8		30.0		29.6	
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	161.6		184.2		157.4	
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO	155.8		175.7		151.7	
PESO DE AGUA	5.8		8.5		5.7	
PESO DE SUELO SECO	126.0		145.7		122.1	
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.6		5.8		4.7	
DENSIDAD SECA	1.84		1.73		1.64	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
			D.E.L.	EXPANSIÓN		D.E.L.	EXPANSIÓN		D.E.L.	EXPANSIÓN	
				Alq.	%		Alq.	%		Alq.	%
23/12/2020	11:00	96 HORAS	0	0.038	4%	0	0.04	4%	0	0.043	4%

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm.)	PATRÓN (lb./pulg ²)	56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
		D.E.L.	CARGA	CARGA UNITARIA	D.E.L.	CARGA	CARGA UNITARIA	D.E.L.	CARGA	CARGA UNITARIA
0.025		3	84	28	3	84	28	3	84	28
0.050		7	124	41	6	114	38	5	104	35
0.075		10	154	51	9	144	48	7	124	41
0.100	1000	13	183	61	10	154	51	8	134	45
0.150		17	223	74	15	203	68	12	174	58
0.200	1500	22	273	91	20	253	84	15	203	68
0.250		28	332	111	25	302	101	19	243	81

OBSERVACIONES

1. La muestra, datos y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante.


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Alberto Villanueva Medri
Alberto Villanueva Medri
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 36217


Victor Hugo Villanueva Najarro
 TÉCNICO LABORATORISTA EN
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Reg. 62639





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
 ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

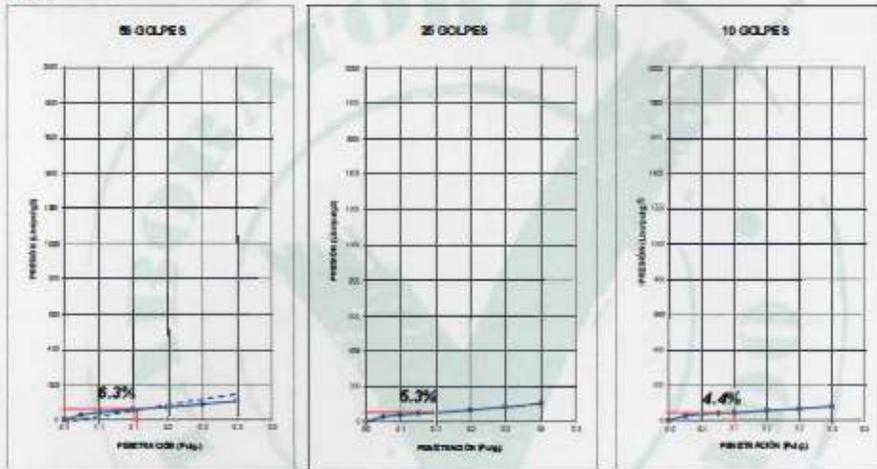
CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)
 ASTM D 1883

SOLICITANTE : MENDOZ CERNA JOSH JUNIOR **UBICACIÓN** : TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH

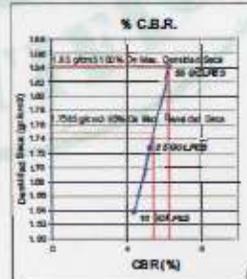
OBRA : ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA * CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021

CALICATA : C-01 **MUESTRA** : M-01 CON ADICION DE 1.5% DE CLORURO DE SODIO

PROGRESIVA KM 00+450 : KM 00+450 **FECHA DE EMISIÓN** : 31 DE DICIEMBRE DEL 2020



PENETRACION (PULG.)	C.B.R. A 85% DE MAXIMA DENSIDAD SECA	C.B.R. A 100% DE MAXIMA DENSIDAD SECA
0.1"	5.5%	6.3%



OBSERVACIONES
 1. La muestra, datos y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante

COLEGIO DE INGENIEROS DE
 Alberto Villanueva Meda
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 80217

Victor Hugo Villanueva Najarro
 TÉCNICO LABORATORISTA EN
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Reg. 62639





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

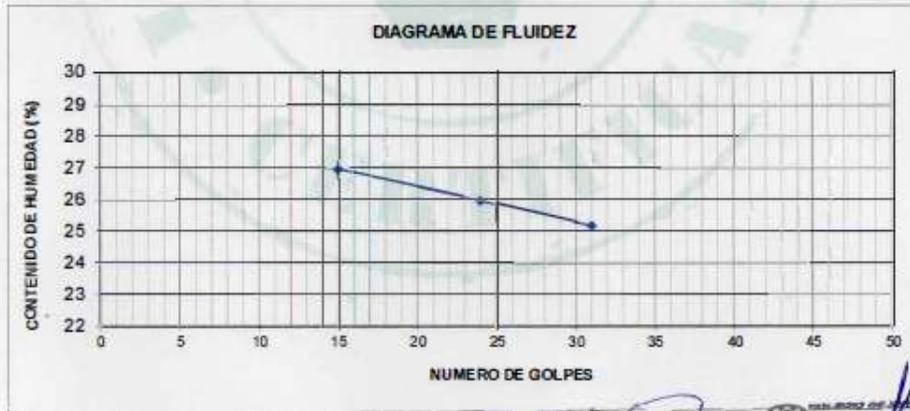
LABORATORIO DE SUELOS

SOLICITANTE	: MENDEZ CERNA JOSH JUNIOR
PROYECTO	: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021.
UBICACIÓN	: TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH
FECHA DE EMISION	: 31 DE DICIEMBRE DEL 2020

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129

CALICATA :	C-01	MUESTRA :	M-01 CON ADICION DE 3% DE CLORURO DE SODIO	PROF. (m) :	1.50
PROGRESIVA : KM 00+450					

PRUEBA Nº	RECIPIENTE Nº	NÚMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
			1	2	3	1	2
1	PESO DEL RECIPIENTE (g)	9.74	8.91	9.64	9.05	8.88	
2	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)	15.11	14.79	14.96	10.11	9.97	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	14.03	12.76	13.83	9.96	9.84	
4	PESO DEL AGUA (g)	1.08	1.00	1.13	0.15	0.13	
5	PESO DEL SUELO SECO (g)	4.29	3.85	4.19	0.91	0.96	
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	25	26	27	16	14	
					15		



LÍMITE LÍQUIDO :	26%
LÍMITE PLÁSTICO :	15%
ÍNDICE PLÁSTICO :	11%

Victor Hugo Villanueva Najara
 TÉCNICO LABORATORISTA EN
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Reg. 62639

Alberto Villarreal
 INGENIERO CIVIL
 CP. 36217



OBSERVACIONES

1. La muestra fue proporcionada por el solicitante a las instalaciones del laboratorio.
2. Los datos y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante.



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)
ASTM D 1556

SOLICITANTE : MENDEZ CERNA JOSH JUNIOR **UBICACIÓN** : TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH

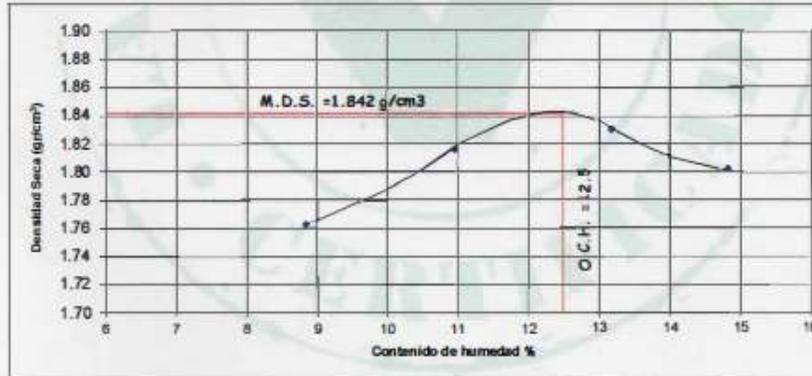
: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021.

OBRA : PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021. **PROFUNDIDAD (m.)** : 1.50

CALICATA : C-01 **MUESTRA** : M-1 CON ADICION DE 3% DE CLORURO DE SODIO

PROGRESIVA KM : KM 00+450 **FECHA DE EMISIÓN** : 31 DE DICIEMBRE DEL 2020

MOLDE	Nº	1	Volumen de Molde (cc)	1220.6	Tipo de Molde	#	Temperatura Secada (°C)	110
CAPA	Nº	5	Bolpetas (Nº)	25	Peso de Molde (gr.)	3630	Método	5
MUESTRA	Nº	1	2	3	4	5		
PESO SUELO HUMEDO+MOLDE	grs.	5961	6080	6148	6146			
PESO DEL MOLDE	grs.	3630	3630	3630	3630			
PESO DEL SUELO HUMEDO	grs.	2341	2450	2518	2516			
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	grs/cc.	1.98	2.02	2.07	2.07			
CONTENIDO DE HUMEDAD								
RECIPIENTE	Nº	1	2	3	4			
PESO SUELO HUMEDO+CAPSULA	grs.	80.3	91.3	85.5	88.3			
PESO SUELO SECO+CAPSULA	grs.	74.8	83.5	77.1	76.0			
PESO DE LA CAPSULA	grs.	12.3	12.7	13.1	13.0			
PESO DEL AGUA	grs.	5.5	7.8	8.4	9.3			
PESO DEL SUELO SECO	grs.	62.5	70.8	64.0	63.0			
HUMEDAD	%	8.8	11.0	13.17	14.8			
DENSIDAD DE SUELO SECO	grs/cc.	1.76	1.836	1.830	1.80			



DENSIDAD MAXIMA = 1.84 HUMEDAD OPTIMA = 12.90

OBSERVACIONES
1. La muestra, datos y toda informacion de campo fue proporcionada por el solicitante

COLEGIO DE INGENIEROS DE
Alberto Villanueva Moya
INGENIERO CIVIL
C.P. 30217

Victor Hugo Villanueva Nolasco
TECNICO LABORATORISTA EN
SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Reg. 82639





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)
ASTM D 1883

SOLICITANTE : MENDEZ CERNA JOSH JUNIOR **UBICACIÓN** : TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH

: ESTABILIZACIÓN DE SUELO
 ARCILLOSO PARA EL MEJORAMIENTO DE
 LA SUBRASANTE ADICIONANDO
OBRA : CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA -CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021 **PROFUNDIDAD (m.)** : 1.50

CALICATA : C-01 **MUESTRA** : M-1 CON ADICION DE 3% DE CLORURO DE SODIO

PROGRESIVA KM : KM 00+450 **FECHA DE EMISIÓN** : 31 DE DICIEMBRE DEL 2020

	1		2		3	
	56	25	25	10	10	5
MOLDE N°						
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
MUESTRA	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR
VOLUMEN DE MOLDE	2182		2169		2150	
PESO DE MOLDE	4160		4214		4201	
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	8710		8489		8249	
PESO DEL SUELO HUMEDO	4550		4275		4048	
DENSIDAD HUMEDA	2.09		1.97		1.88	
RECIPIENTE N°	22		15		20	
PESO DE RECIPIENTE	28.5		27.5		30.2	
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	151.6		160.8		177.1	
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO	137.7		145.6		160.1	
PESO DE AGUA	13.9		15.3		17.0	
PESO DE SUELO SECO	109.2		118.1		129.9	
CONTENIDO DE HUMEDAD	12.7		12.9		13.1	
DENSIDAD SECA	1.85		1.75		1.66	

EXPANSIÓN											
			56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
FECHA	HORA	TIEMPO	DEAL	EXPANSIÓN		DEAL	EXPANSIÓN		DEAL	EXPANSIÓN	
				Porc	%		Porc	%		Porc	%
27/12/2020	16:00	98 HORAS	0	0.03	3%	0	0.032	3%	0	0.035	4%

PENETRACIÓN											
		56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES			
PENETRACIÓN (mm)	PATRÓN (kg/40cm²)	DEAL	CARGA	CARGA UNITARIA	DEAL	CARGA	CARGA UNITARIA	DEAL	CARGA	CARGA UNITARIA	
											0.025
0.050		9	144	48	8	134	45	6	114	38	
0.075		11	164	55	9	144	48	7	124	41	
0.100	1000	14	193	64	11	164	55	9	144	48	
0.150		18	233	78	15	203	68	12	174	58	
0.200	1500	20	253	84	16	213	71	14	193	64	
0.250		23	283	94	19	243	81	17	223	74	

OBSERVACIONES
 1. La muestra, de los y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Alberto Villanueva Meda
 ALBERTO VILLANUEVA MEDA
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 49217


Victor Hugo Villanueva Navarro
 TÉCNICO LABORATORISTA EN
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Reg. 62839





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)
ASTM D 1883

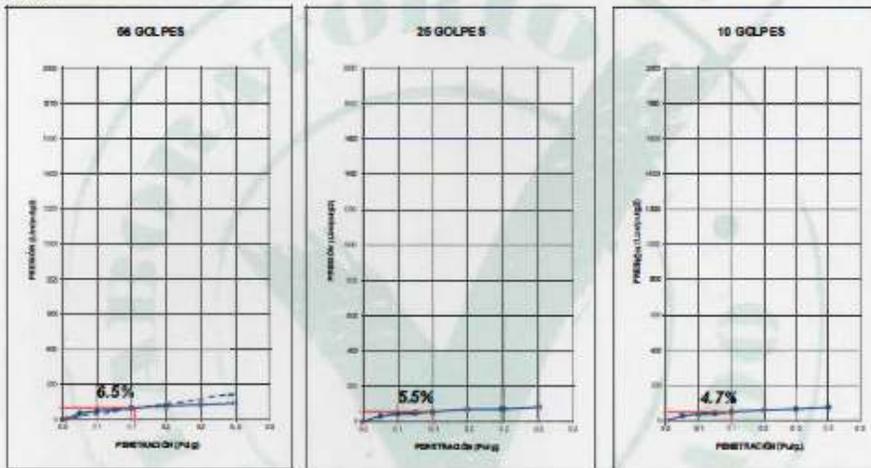
SOLICITANTE : MENDEZ CERNA JOSH JUNIOR **UBICACIÓN** : TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH

OBRA : ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE ADECIIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021 **PROFUNDIDAD (m.)** : 150

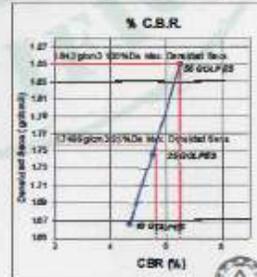
CALICATA : C-01 **MUESTRA** : M-1 CON ADICION DE 3% DE CLORURO DE SODIO

PROGRESIVA KM : KM 00+450 **FECHA DE EMISIÓN** : 31 DE DICIEMBRE DEL 2020

00+450



PENETRACION (PULG.)	C.B.R. A 95% DE MAXIMA DENSIDAD SECA	C.B.R. A 100% DE MAXIMA DENSIDAD SECA
0,1"	5,63%	6,5%



OBSERVACIONES
 1. La muestra, datos y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL
 Alberto Villanueva Mudi
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 46217


Victor Hugo Villanueva Najarro
 TÉCNICO LABORATORISTA EN
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Reg. 62639





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION
ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

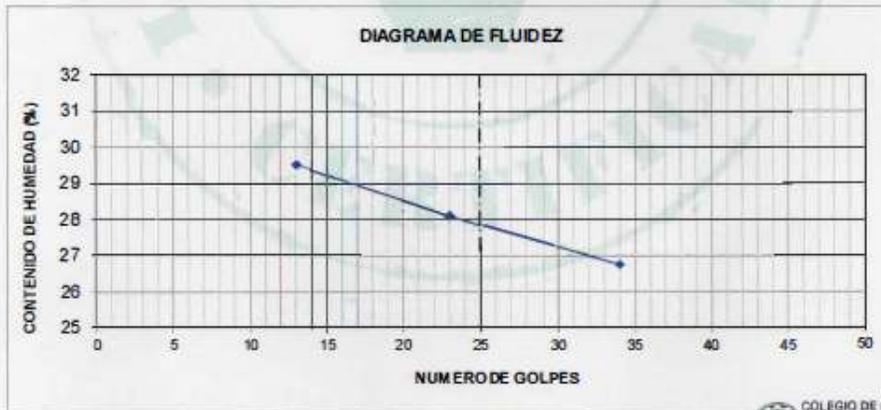
LABORATORIO DE SUELOS

SOLICITANTE	: MENDEZ CERNA JOSH JUNIOR.
PROYECTO	: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021.
UBICACIÓN	: TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH
FECHA DE EMISION	: 31 DE DICIEMBRE DEL 2020

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129

CALICATA :	C-01	MUESTRA :	M-01 CON ADICION DE 4.5% DE CLORURO DE SODIO	PROF. (m) :	1.50
PROGRESIVA : KM 00+450					

		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		1	2	3	1	2
PRUEBA N°		21	23	25	26	26
RECIPIENTE N°		34	23	13		
NÚMERO DE GOLPES						
1 PESO DEL RECIPIENTE	(g)	9.85	8.98	9.71	9.55	9.81
2 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	(g)	15.44	16.75	17.48	10.30	11.08
3 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	(g)	14.26	12.54	15.71	10.20	10.90
4 PESO DEL AGUA	(g)	1.18	1.00	1.77	0.1	0.18
5 PESO DEL SUELO SECO	(g)	4.41	3.56	6.00	0.65	1.09
6 CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27	28	30	15	17
					16	



LÍMITE LÍQUIDO :	28%
LÍMITE PLÁSTICO :	16%
ÍNDICE PLÁSTICO :	12%

OBSERVACIONES

1. La muestra fue proporcionada por el solicitante a las instalaciones del laboratorio.
2. Los datos y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante.


Alberto Villanueva Madin
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 96217


Victor Hugo Villanueva Navarro
 TÉCNICO LABORATORISTA EN
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Reg. 62639





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)
ASTM D 1558

SOLICITANTE : MENDEZ CERNA JOSH JUNIOR **UBICACIÓN** : TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH

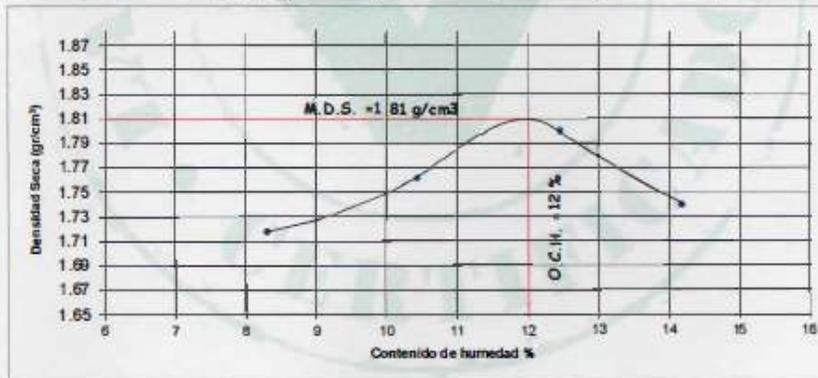
: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE

OBRA : ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021 **PROFUNDIDAD (m.)** : 1.50

CALICATA : C-01 **MUESTRA** : M-01 CON ADICION DE 4.5% DE CLORURO DE SODIO

PROGRESIVA KM : KM 00+450 **FECHA DE EMISIÓN** : 31 DE DICIEMBRE DEL 2020

MOLDE Nº	1	Volumen de Molde (cc)	1200.6	Tipo de Molde	4º	Temperatura Secado (°C)	110
CAPAS Nº	5	Alteza (P)	25	Peso de Molde (gr)	3620	Método	8
MUESTRA	Nº	1	2	3	4		
PESO SUELO HUMEDO+MOLDE	grs.	5896	5995	6091	6044		
PESO DEL MOLDE	grs.	3620	3620	3620	3620		
PESO DEL SUELO HUMEDO	grs.	2276	2375	2471	2424		
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	grs/cc	1.861	1.95	2.02	1.99		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
RECIPIENTE	Nº	1	2	3	4		
PESO SUELO HUMEDO+CAPSULA	grs.	71.2	68.6	75.9	80.8		
PESO SUELO SECO+CAPSULA	grs.	66.7	63.2	68.8	72.3		
PESO DE LA CAPSULA	grs.	12.2	11.5	12.0	12.1		
PESO DEL AGUA	grs.	4.5	5.4	7.1	8.5		
PESO DEL SUELO SECO	grs.	54.5	51.7	56.8	60.2		
HUMEDAD	%	8.3	10.4	12.4	14.2		
DENSIDAD DE SUELO SECO	grs/cc	1.72	1.76	1.80	1.74		



DENSIDAD MÁXIMA = 1.81 HUMEDAD ÓPTIMA = 12.00

OBSERVACIONES
 1. La muestra, datos y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante


 ALBERTO VILLANUEVA MEDA
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 96217


Victor Hugo Villanueva Naitayo
 TÉCNICO LABORATORISTA EN
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Reg. 62639





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)
 ASTM D 1883

SOLICITANTE : MENDEZ CERNA JOSH JUNIOR **UBICACIÓN** : TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH

OBRA : ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021. **PROFUNDIDAD (m.)** : 1.50

CALICATA : C-01 **MUESTRA** : M-01 CON ADICION DE 4.5% DE CLORURO DE SODIO

PROGRESIVA KM : KM 00+450 **FECHA DE EMISIÓN** : 31 DE DICIEMBRE DEL 2020

	1		2		3	
	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR
MOLDE N°	1		2		3	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
MUESTRA	SATURADA		SIN SATURAR		SATURADA	
VOLUMEN DE MOLDE	2212		2185		2186	
PESO DE MOLDE	4160		4214		4221	
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	8710		8489		8249	
PESO DEL SUELO HUMEDO	4550		4275		4028	
DENSIDAD HUMEDA	2.06		1.96		1.84	
RECIPIENTE N°	10		11		12	
PESO DE RECIPIENTE	29.1		28.6		28.8	
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	151.4		144.6		160.3	
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO	138.0		131.6		145.2	
PESO DE AGUA	13.4		13.1		15.1	
PESO DE SUELO SECO	109.0		102.9		116.4	
CONTENIDO DE HUMEDAD	12.3		12.7		12.9	
DENSIDAD SECA	1.83		1.74		1.63	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
			DEAL	EXPANSIÓN		DEAL	EXPANSIÓN		DEAL	EXPANSIÓN	
				Fulg.	%		Fulg.	%		Fulg.	%
31/12/2021	21:30	96 HORAS	0	0.05	5%	0	0.052	5.2%	0	0.055	5.5%

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm)	PATRÓN (mm/2)	56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
		DEAL	CARGA	CARGA UNITARIA	DEAL	CARGA	CARGA UNITARIA	DEAL	CARGA	CARGA UNITARIA
0.025		4	94	31	3	84	28	2	74	25
0.050		7	124	41	5	104	35	4	94	31
0.075		9	144	48	7	124	41	5	104	35
0.100	1000	11	164	55	10	154	51	6	114	38
0.150		16	213	71	15	203	68	10	154	51
0.200	1500	20	253	84	18	233	78	14	193	64
0.250		24	293	98	22	273	91	17	223	74

OBSERVACIONES

1. La muestra, datos y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Alberto Villanueva Medina
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 95217


Victor Hugo Villanueva Najarro
 TÉCNICO LABORATORISTA EN
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Reg. 62839





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)
ASTM D 1883

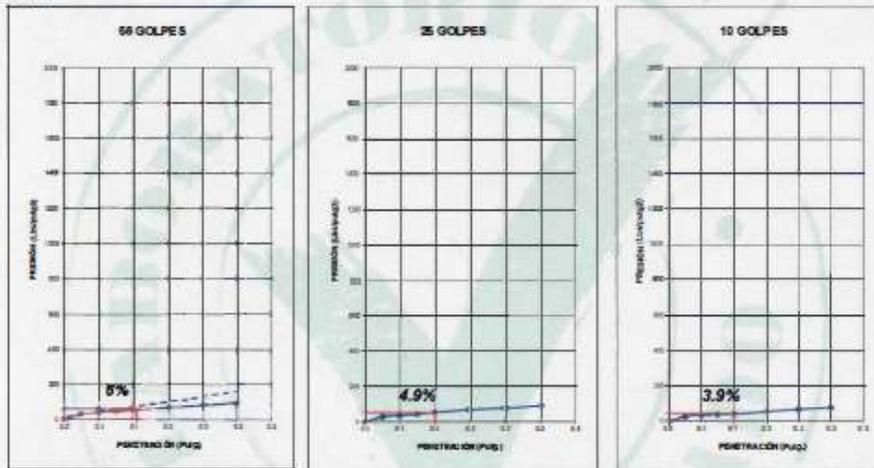
SOLICITANTE : MENDEZ CERNA JOSH JUNIOR **UBICACIÓN** : TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH

OBRA : ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA -CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021 **PROFUNDIDAD (m.)** : 150

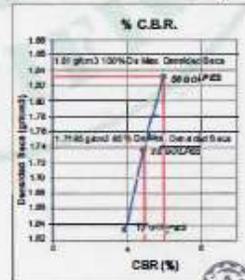
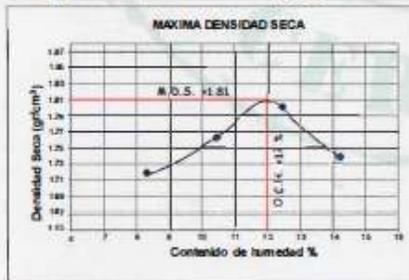
CALICATA : C-01 **MUESTRA** : M-01 CON ADICION DE 4.5% DE CLORURO DE SODIO

PROGRESIVA KM : KM 00+450 **FECHA DE EMISIÓN** : 31 DE DICIEMBRE DEL 2020

00+450



PENETRACION (PULG.)	C.B.R. A 95% DE MAXIMA DENSIDAD SECA	C.B.R. A 100% DE MAXIMA DENSIDAD SECA
0,1"	4,95%	6%



OBSERVACIONES
 1. La muestra, datos y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PI
 Alberto Villarueva Medina
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 46217

Victor Hugo Villanueva Najarro
 TÉCNICO LABORATORISTA EN
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Reg. 62639



Anexo 14: Panel fotográfico.



Figura 15: Reconocimiento de las localidades donde se intervino



Figura 16: Estado intransitable de la carreta Primorpampa - Cascapara



Figura 17: Determinación de BM's en la carreta Primorpampa - Cascapara



Figura 18: Levantamiento topográfico carreta Primorpampa - Cascapara



Figura 19: Excavación de calicata en el tramo a intervenir.



Figura 20: Cuarteo de muestra de suelo



Figura 21: Toma de muestra para contenido humedad.



Figura 22: Lavado de suelo para granulometría.



Figura 23: Tamizado de la muestra de suelo



Figura 24: Pesado de material retenido en cada tamiz.



Figura 25: Preparado de material para límites de Atterberg.



Figura 26: Límites plástico y líquido del suelo patrón.



Figura 26: Límites plástico y líquido del suelo patrón.



Figura 28: Proctor modificado – método B.



Figura 29: Preparación de muestra representativa para C.B.R. para suelo patrón.



Figura 30: Compactación de muestra en moldes C.B.R.



Figura 31: Enrasado en moldes de C.B.R.



Figura 32: Colocación de sobrepeso en los especímenes de suelo patrón para C.B.R.





Figura 33: Especímenes de suelo patrón sumergidos.



Figura 34: Verificación de expansión de especímenes



Figura 35: Ensayo de penetración a suelo patrón.



Figura 36: Pesado de muestra espécimen sumergido



Figura 37: Dosificación de cloruro de sodio.



Figura 38: Límites de Atterberg con adición de NaCl



Figura 39: Adición de cloruro de sodio a suelo patrón.



Figura 40: Proctor modificado con adición de NaCl.



Figura 41: Compactación para C.B.R – muestras con adición de cloruro de sodio.



Figura 42: enrasado de especímenes se suelo con adición de cloruro de sodio.



Figura 43: Colocación de sobrepesos en especímenes de suelo con adición de cloruro de sodio.



Figura 44: Especímenes de suelo con adición de cloruro de sodio sumergidos.



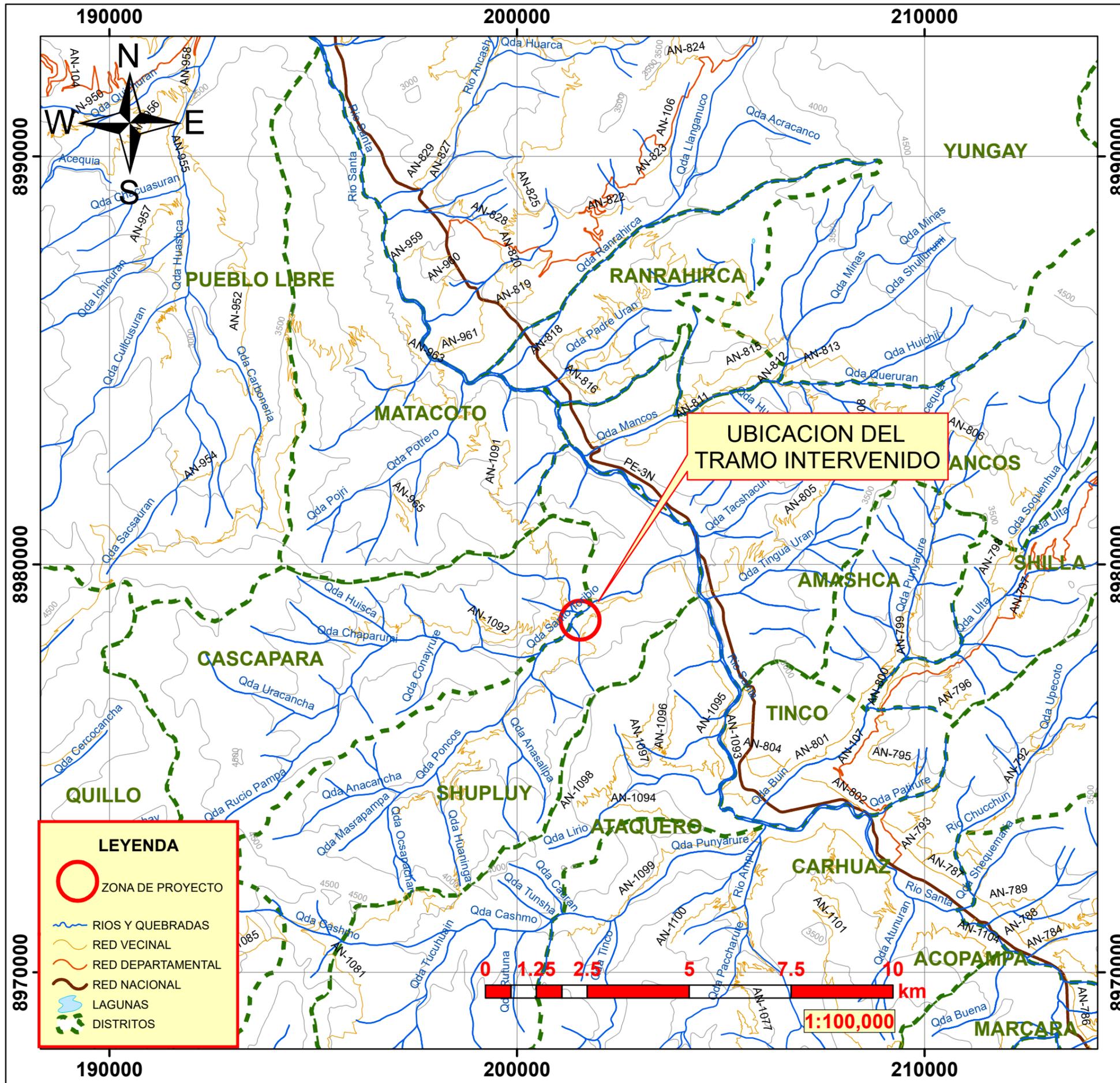
Figura 45: Verificación de expansión de especímenes de suelo con adición de cloruro de sodio.



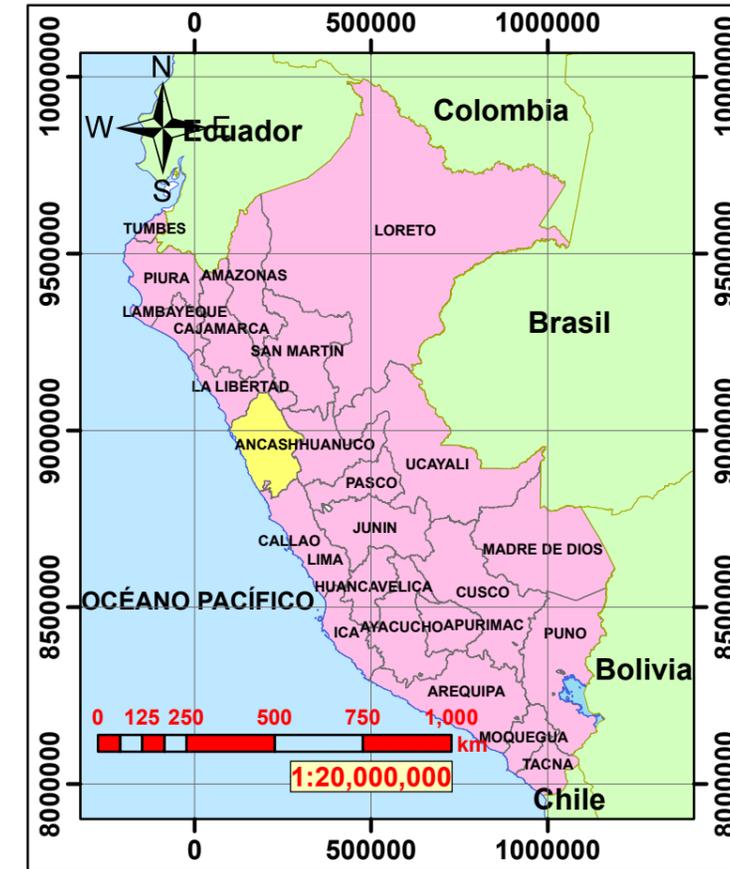
Figura 46: Penetración de especímenes de suelo con adición de cloruro de sodio.

Anexo 15: Planos.

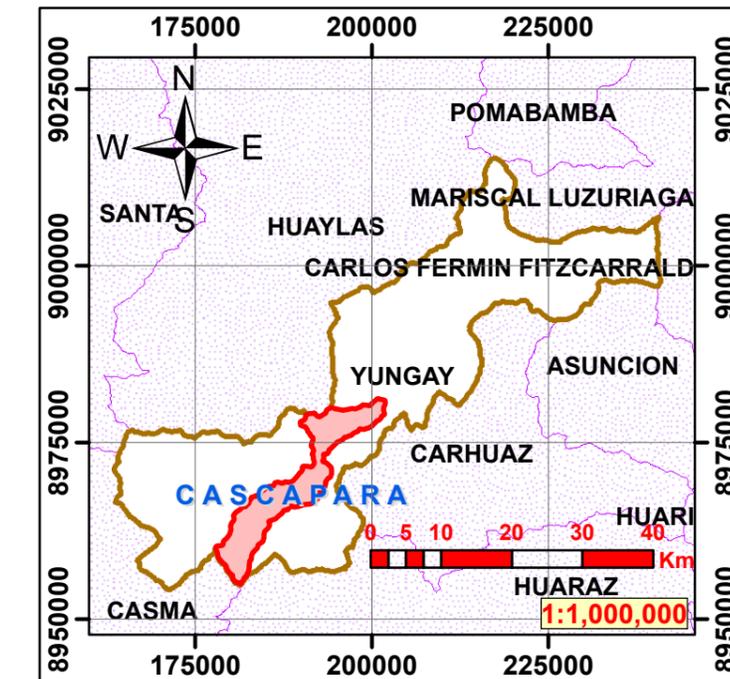
UBICACION LOCAL



UBICACION DEPARTAMENTAL

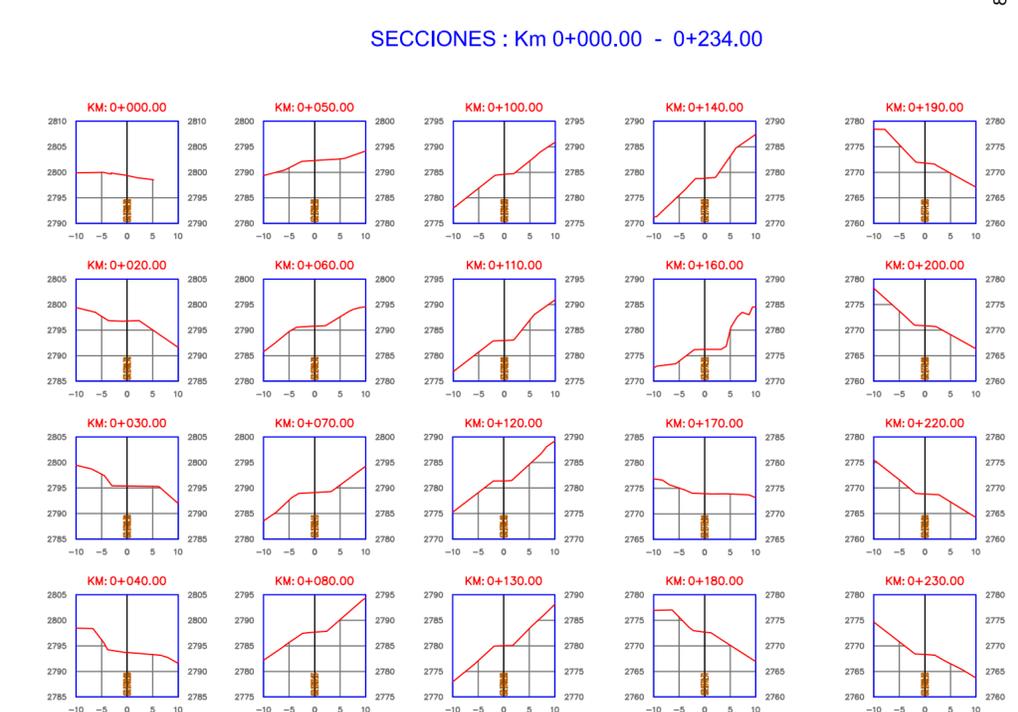
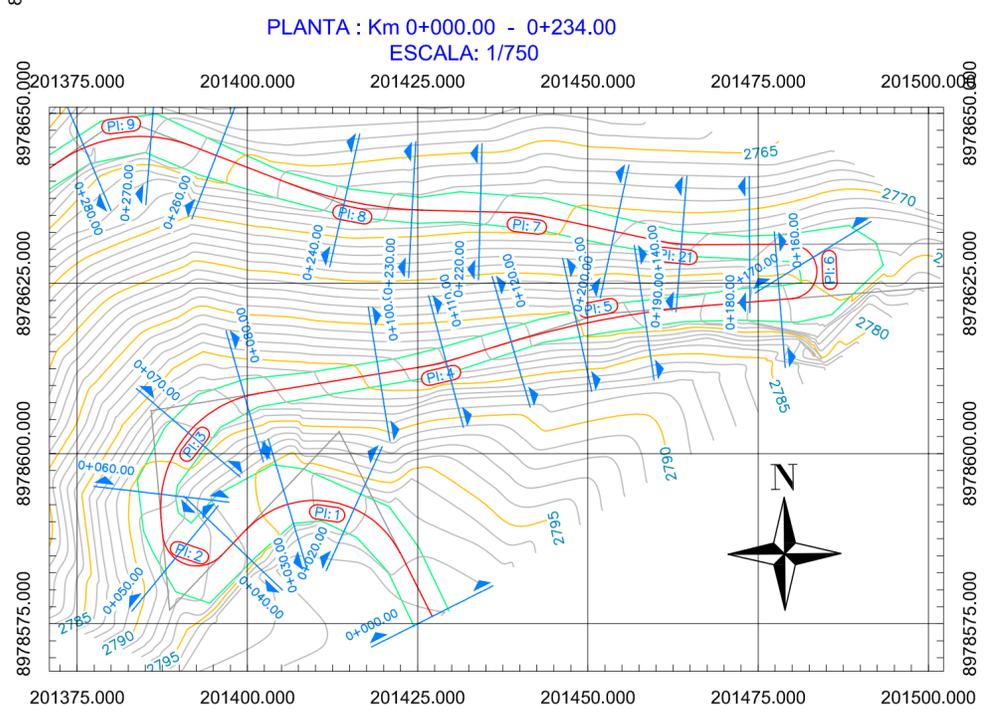
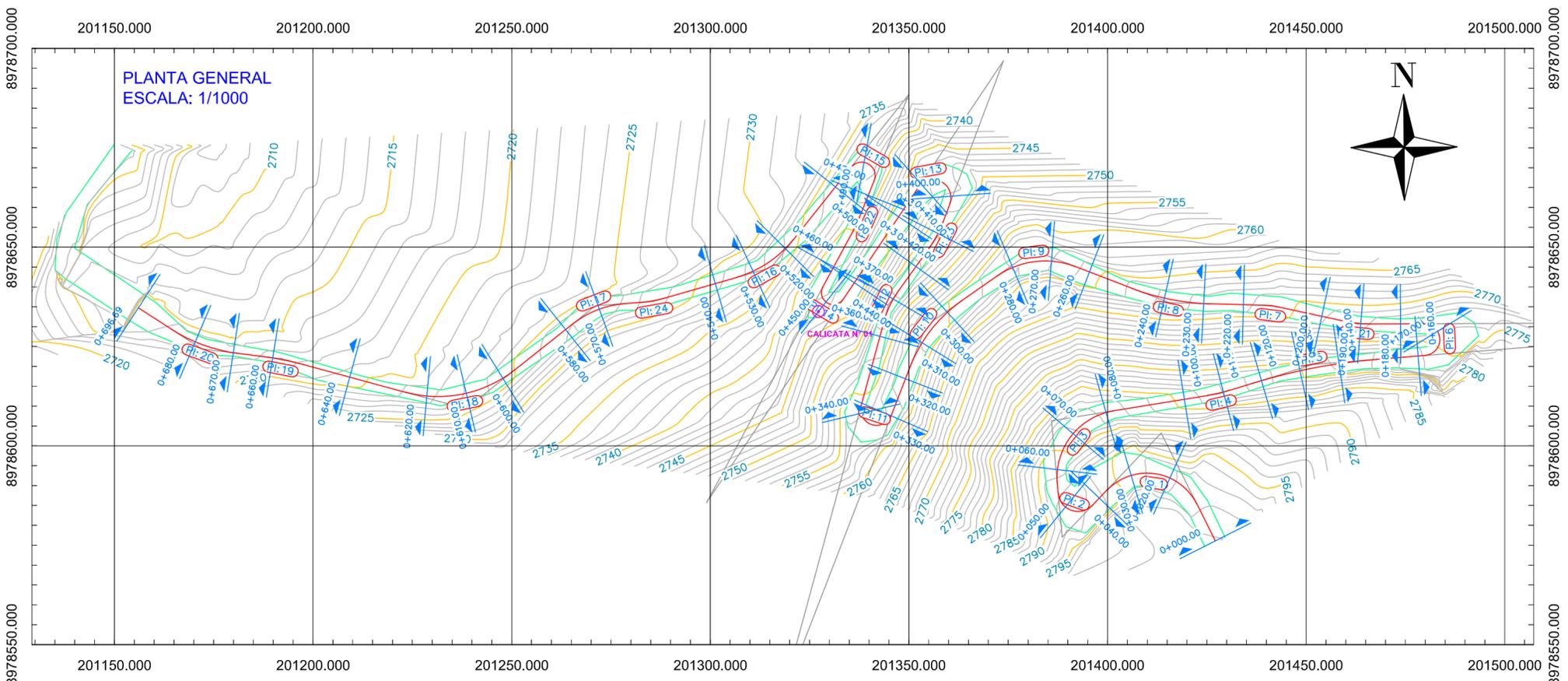


UBICACION PROVINCIAL



PROYECTO			
"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021"			
PLANO DE UBICACION DEL TRAMO INTERVENIDO			
DEPARTAMENTO: ANCASH	PROVINCIA: YUNGAY	DISTRITO: CASCAPARA - SHUPLUY	PLANO: PU - 01
SISTEMA DE COORDENADAS WGS 1984 UTM	ZONA UTM: 18 SUR	ESCALA: LA INDICADA	
DISEÑO: BACH. MENDEZ CERNA JOSH JUNIOR	FECHA: MARZO, 2021		



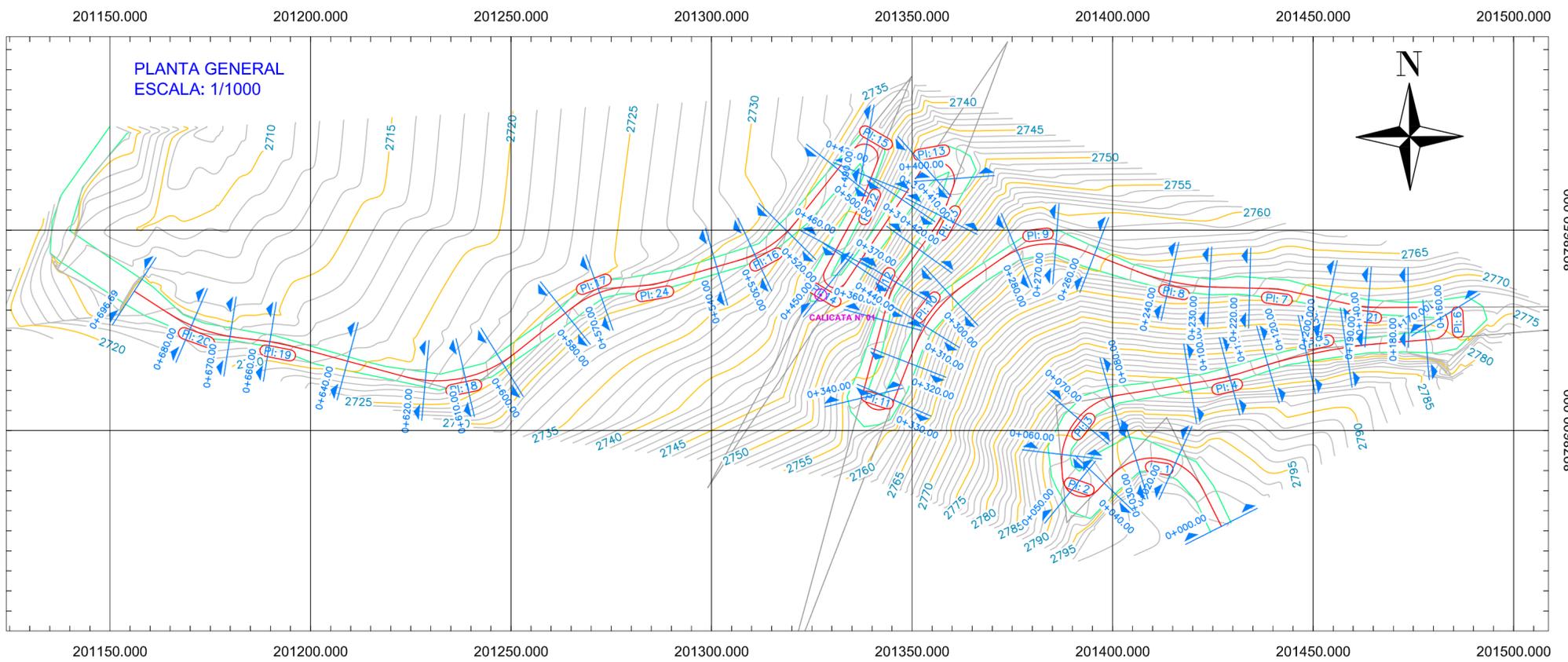


CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA													
NÚMERO PI	DIRECCIÓN	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI: 1	N81° 34' 24" W	109° 42' 21"	14.00	19.89	26.81	22.89	10.32	5.94	0+030.37	0+010.48	0+037.29	8978603.23	201413.49
PI: 2	N70° 50' 33" W	131° 10' 04"	5.00	11.01	11.45	9.11	7.10	2.93	0+053.53	0+042.52	0+053.97	8978577.05	201388.59
PI: 3	N37° 46' 21" E	86° 03' 43"	17.00	15.87	25.54	23.20	6.26	4.57	0+072.33	0+056.46	0+082.00	8978606.31	201385.90
PI: 4	N76° 45' 46" E	8° 04' 52"	42.00	2.97	5.92	5.92	0.10	0.10	0+108.84	0+105.87	0+111.80	8978613.13	201428.06
PI: 5	N79° 04' 06" E	12° 41' 33"	145.00	16.13	32.12	32.06	0.89	0.89	0+133.56	0+117.44	0+149.56	8978620.48	201451.68
PI: 6	N2° 25' 11" W	175° 40' 08"	4.00	105.78	12.26	7.99	101.86	3.85	0+267.60	0+161.83	0+174.09	8978631.21	201585.42
PI: 7	N83° 09' 40" W	10° 41' 01"	22.00	2.06	4.10	4.10	0.10	0.10	0+212.94	0+210.88	0+214.99	8978635.35	201441.27
PI: 8	N78° 43' 18" W	19° 33' 46"	59.00	10.17	20.14	20.05	0.87	0.86	0+238.60	0+228.43	0+248.57	8978636.02	201415.61
PI: 9	S83° 00' 39" W	56° 05' 54"	21.00	11.19	20.56	19.75	2.79	2.47	0+275.09	0+263.91	0+284.47	8978649.20	201381.36
PI: 10	S38° 02' 28" W	33° 50' 28"	36.00	10.95	21.26	20.96	1.63	1.56	0+306.35	0+295.40	0+316.66	8978630.22	201354.28
PI: 11	N71° 50' 48" W	174° 03' 56"	4.00	77.17	12.15	7.99	73.27	3.79	0+407.01	0+329.85	0+342.00	8978535.72	201317.78
PI: 12	N25° 26' 14" E	20° 30' 08"	21.00	3.80	7.51	7.47	0.34	0.34	0+368.21	0+364.41	0+371.93	8978635.49	201344.86
PI: 13	N62° 46' 33" W	166° 38' 00"	4.50	38.40	13.09	8.94	34.17	3.98	0+436.46	0+398.05	0+411.14	8978696.88	201373.79
PI: 14	N58° 52' 55" W	174° 25' 16"	3.00	61.57	9.13	5.99	58.65	2.85	0+506.63	0+445.06	0+454.19	8978585.76	201299.10
PI: 15	N59° 49' 35" W	163° 19' 15"	3.40	23.19	9.69	6.73	20.04	2.91	0+507.17	0+483.98	0+493.67	8978688.27	201349.89
PI: 16	S56° 15' 15" W	35° 28' 55"	28.00	8.96	17.34	17.06	1.40	1.33	0+525.93	0+516.97	0+534.31	8978644.88	201315.35
PI: 17	S68° 41' 08" W	34° 22' 48"	24.00	7.42	14.40	14.19	1.12	1.07	0+570.82	0+563.40	0+577.80	8978635.28	201271.11
PI: 18	S78° 20' 45" W	53° 42' 02"	31.00	15.69	29.05	28.00	3.75	3.34	0+612.02	0+596.32	0+625.38	8978609.35	201238.52
PI: 19	N78° 53' 50" W	8° 11' 11"	77.00	5.51	11.00	10.99	0.20	0.20	0+657.54	0+652.03	0+663.03	8978621.89	201192.34
PI: 20	N69° 59' 42" W	25° 59' 26"	40.00	9.23	18.14	17.99	1.05	1.02	0+677.98	0+668.75	0+686.90	8978624.39	201172.03
PI: 21	N84° 02' 12" W	12° 26' 05"	30.00	3.27	6.51	6.50	0.18	0.18	0+190.76	0+187.49	0+194.00	8978630.66	201462.98
PI: 22	N25° 04' 53" E	6° 29' 41"	30.00	1.70	3.40	3.40	0.05	0.05	0+472.33	0+470.63	0+474.03	8978655.92	201336.92
PI: 23	N28° 06' 52" E	15° 08' 51"	30.00	3.99	7.93	7.91	0.26	0.26	0+389.37	0+385.38	0+393.31	8978652.74	201357.25
PI: 24	S79° 56' 08" W	11° 52' 50"	30.00	3.12	6.22	6.21	0.16	0.16	0+556.43	0+553.31	0+559.53	8978636.31	201285.48

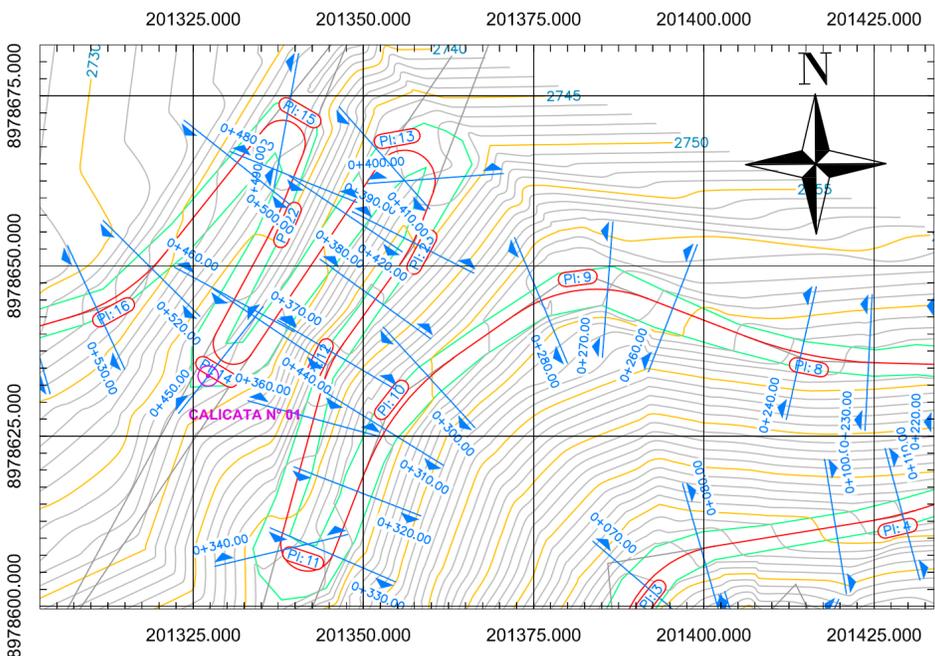
PROGRESIVA	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+234
COTA TERRENO	2799.35	2796.78	2793.69	2790.78	2787.67	2784.60	2781.40	2778.83	2776.22	2772.71	2770.86	2768.84	2767.96
CORA RASANTE	2799.35	2796.78	2793.69	2790.78	2787.67	2784.60	2781.40	2778.83	2776.22	2772.71	2770.86	2768.84	2767.96
ALTURA DE CORTE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALTA DE RELLENO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALINEAMIENTO													

PERFIL
ESCALA: 1/2000

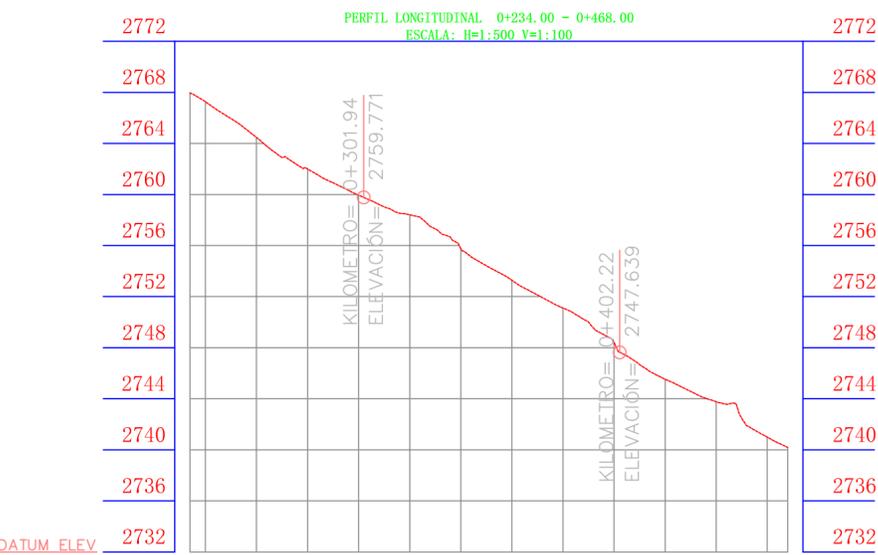
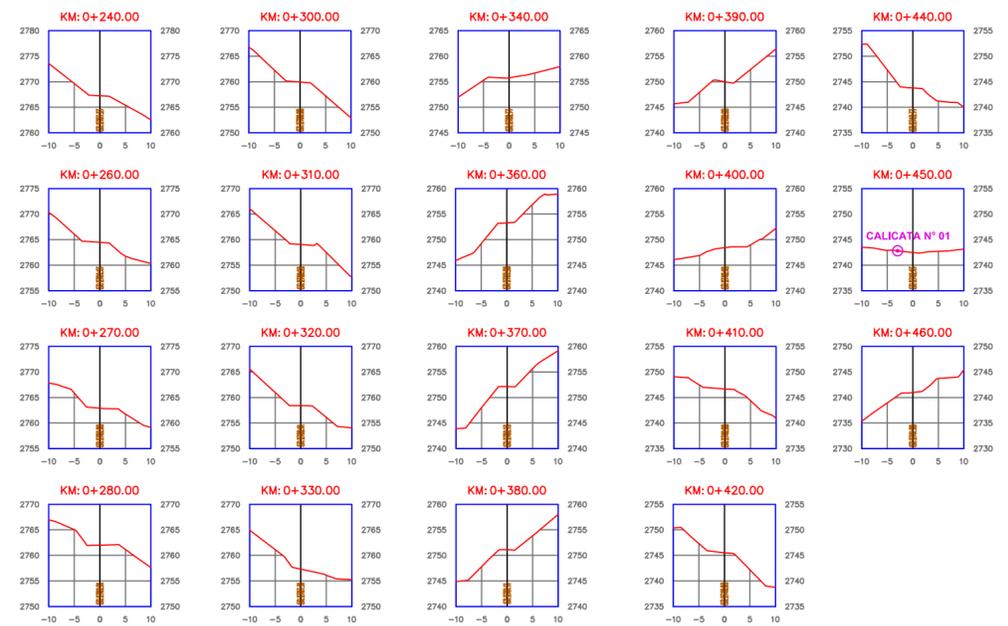
PROYECTO			
"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021"			
PLANTA, PERFIL Y SECCIONES TOPOGRAFICAS PROGRESIVA 0+000 HASTA 0+234			
DEPARTAMENTO: ANCASH	PROVINCIA: YUNGAY	DISTRITO: CASCAPARA - SHUPLYU	PLANO: PPS - 01
SISTEMA DE COORDENADAS WGS 1984 UTM	ZONA UTM: 18 SUR	ESCALA: LA INDICADA	
DISEÑO: BACH. MENDEZ CERNA JOSH JUNIOR	FECHA: MARZO, 2021		



PLANTA :Km 0+234.00 - 0+468.00
ESCALA: 1/750



SECCIONES :Km 0+234.00 - 0+468.00

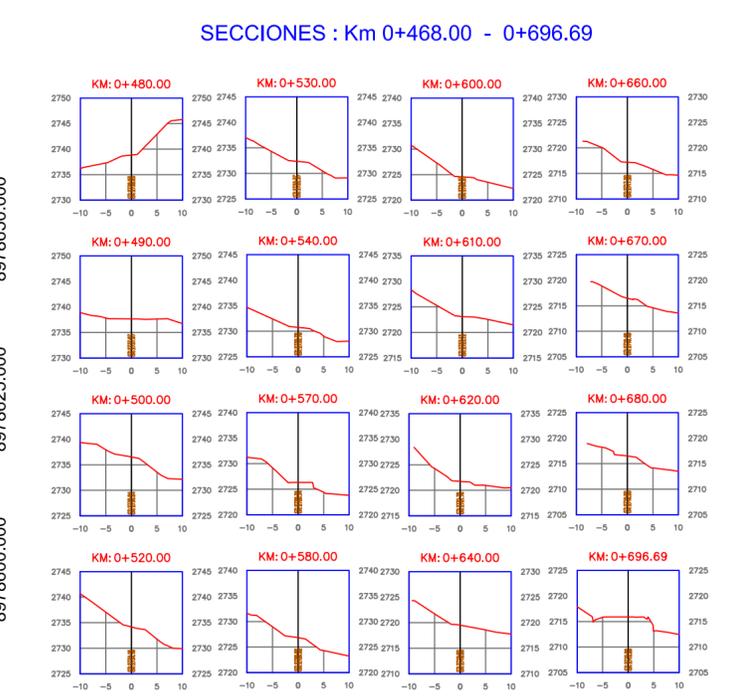
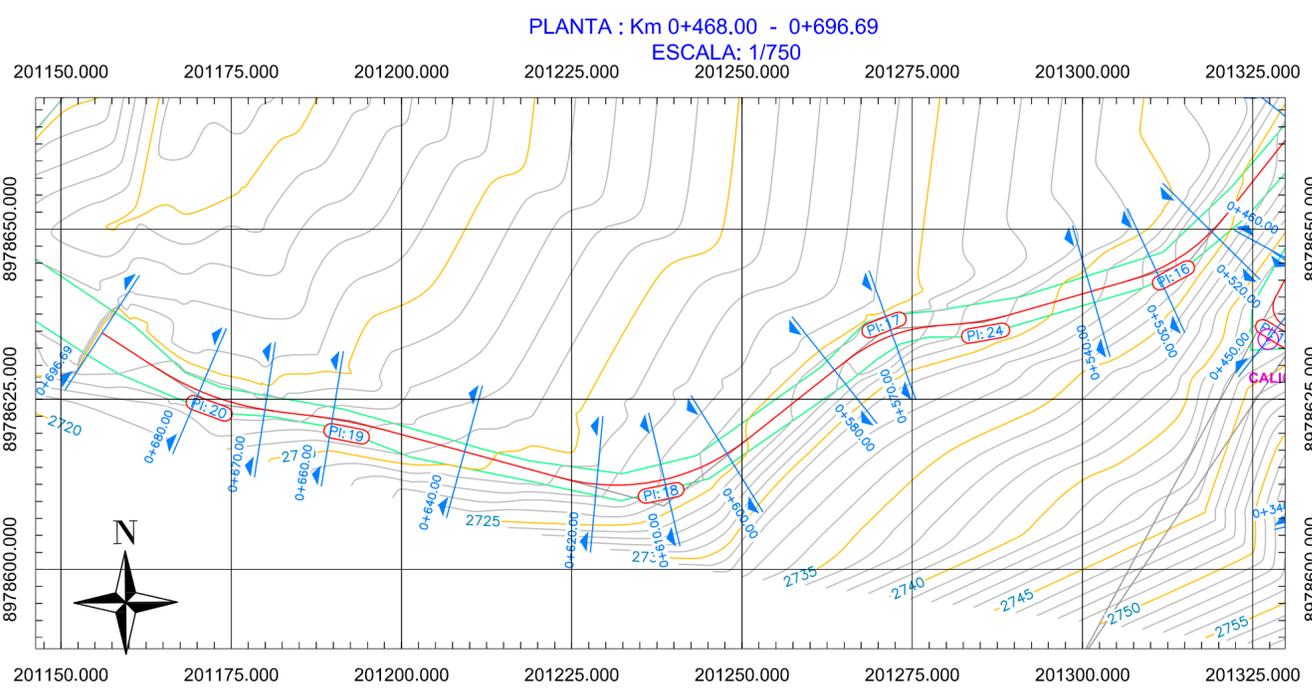
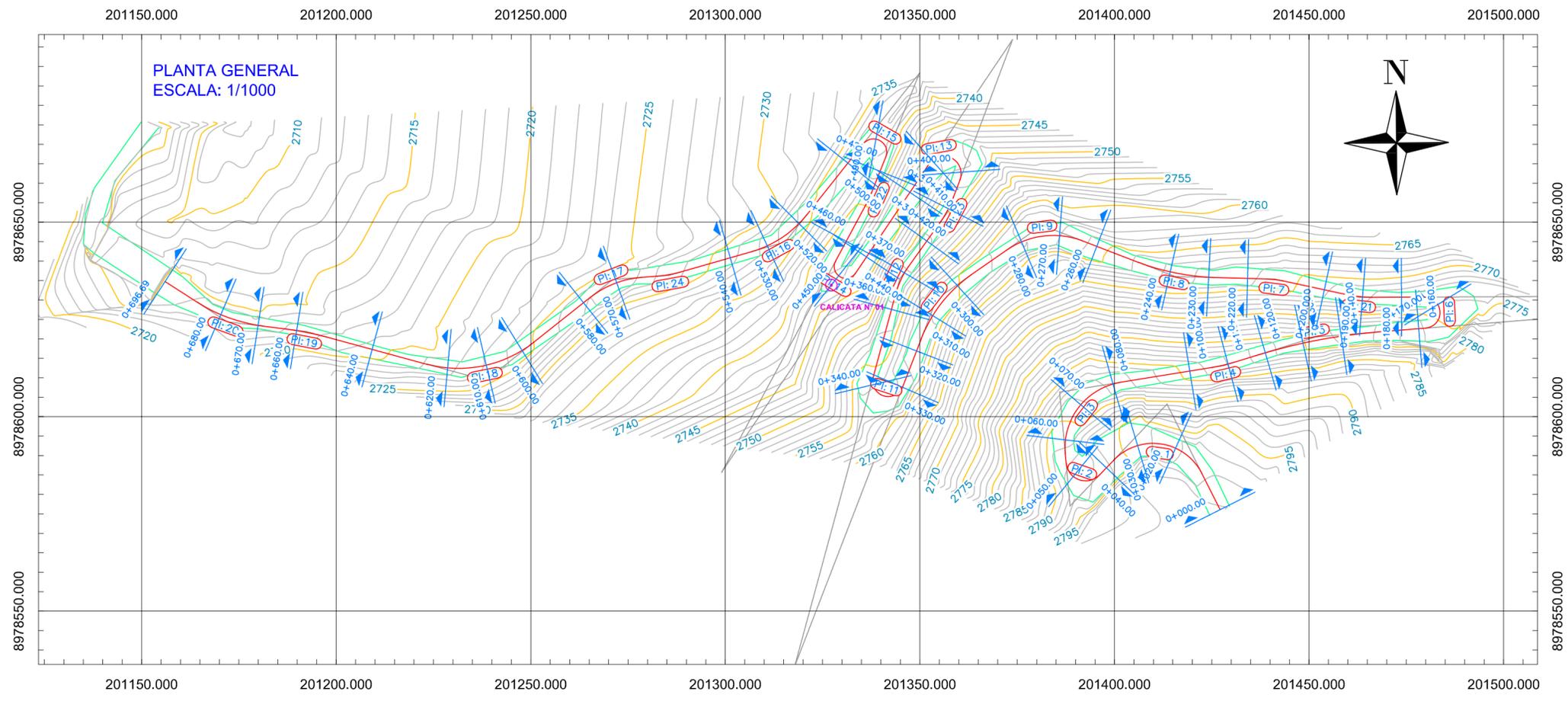


PROGRESIVA	0+234	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340	0+360	0+380	0+400	0+420	0+440	0+460	0+468
COTA TERRENO	2767.96	2767.27	2764.47	2762.01	2759.95	2758.41	2755.77	2753.28	2751.11	2748.42	2745.53	2743.77	2741.00	2740.19
CORA RASANTE	2767.96	2767.27	2764.47	2762.01	2759.95	2758.41	2755.77	2753.28	2751.11	2748.42	2745.53	2743.77	2741.00	2740.19
ALTURA DE CORTE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALTURA DE RELLENO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALINEAMIENTO														

PERFIL
ESCALA: 1/2000

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA													
NÚMERO PI	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI: 1	N81° 34' 24" W	109° 42' 21"	14.00	19.89	26.81	22.89	10.32	5.94	0+030.37	0+010.48	0+037.29	8978603.23	201413.49
PI: 2	N70° 50' 33" W	131° 10' 04"	5.00	11.01	11.45	9.11	7.10	2.93	0+053.53	0+042.52	0+053.97	8978577.05	201388.59
PI: 3	N37° 46' 21" E	86° 03' 43"	17.00	15.87	25.54	23.20	6.26	4.57	0+072.33	0+056.46	0+082.00	8978606.31	201385.90
PI: 4	N76° 45' 46" E	8° 04' 52"	42.00	2.97	5.92	5.92	0.10	0.10	0+108.84	0+105.87	0+111.80	8978613.13	201428.06
PI: 5	N79° 04' 06" E	12° 41' 33"	145.00	16.13	32.12	32.06	0.89	0.89	0+133.56	0+117.44	0+149.56	8978620.28	201451.68
PI: 6	N2° 25' 11" W	175° 40' 08"	4.00	105.78	12.26	7.99	101.86	3.85	0+267.60	0+161.83	0+174.09	8978631.21	201585.42
PI: 7	N83° 09' 40" W	10° 41' 01"	22.00	2.06	4.10	4.10	0.10	0.10	0+212.94	0+210.88	0+214.99	8978635.35	201441.27
PI: 8	N78° 43' 18" W	19° 33' 46"	59.00	10.17	20.14	20.05	0.87	0.86	0+238.60	0+228.43	0+248.57	8978636.02	201415.61
PI: 9	S83° 00' 39" W	56° 05' 54"	21.00	11.19	20.56	19.75	2.79	2.47	0+275.09	0+263.91	0+284.47	8978649.20	201381.36
PI: 10	S38° 02' 28" W	33° 50' 28"	36.00	10.95	21.26	20.96	1.63	1.56	0+306.35	0+295.40	0+316.66	8978630.22	201354.28
PI: 11	N71° 50' 48" W	174° 03' 56"	4.00	77.17	12.15	7.99	73.27	3.79	0+407.01	0+329.85	0+342.00	8978535.72	201317.78
PI: 12	N25° 26' 14" E	20° 30' 08"	21.00	3.80	7.51	7.47	0.34	0.34	0+368.21	0+364.41	0+371.93	8978635.49	201344.86
PI: 13	N62° 46' 33" W	166° 38' 00"	4.50	38.40	13.09	8.94	34.17	3.98	0+436.46	0+398.05	0+411.14	8978696.88	201373.79
PI: 14	N58° 52' 55" W	174° 25' 16"	3.00	61.57	9.13	5.99	58.65	2.85	0+506.63	0+445.06	0+454.19	8978585.76	201299.10
PI: 15	N69° 49' 35" W	163° 19' 15"	3.40	23.19	9.69	6.73	20.04	2.91	0+507.17	0+483.98	0+493.67	8978688.27	201349.89
PI: 16	S56° 15' 15" W	35° 28' 55"	28.00	8.96	17.34	17.06	1.40	1.33	0+525.93	0+516.97	0+534.31	8978644.88	201315.35
PI: 17	S68° 41' 08" W	34° 22' 48"	24.00	7.42	14.40	14.19	1.12	1.07	0+570.82	0+563.40	0+577.80	8978635.28	201271.11
PI: 18	S78° 20' 45" W	53° 42' 02"	31.00	15.69	29.05	28.00	3.75	3.34	0+612.02	0+596.32	0+625.38	8978609.35	201238.52
PI: 19	N78° 53' 50" W	8° 11' 11"	77.00	5.51	11.00	10.99	0.20	0.20	0+657.54	0+652.03	0+663.03	8978621.89	201192.34
PI: 20	N69° 59' 42" W	25° 59' 26"	40.00	9.23	18.14	17.99	1.05	1.02	0+677.98	0+668.75	0+686.90	8978624.39	201172.03
PI: 21	N84° 02' 12" W	12° 26' 05"	30.00	3.27	6.51	6.50	0.18	0.18	0+190.76	0+187.49	0+194.00	8978630.66	201462.98
PI: 22	N25° 04' 53" E	6° 29' 41"	30.00	1.70	3.40	3.40	0.05	0.05	0+472.33	0+470.63	0+474.03	8978655.92	201336.92
PI: 23	N28° 06' 52" E	15° 08' 51"	30.00	3.99	7.93	7.91	0.26	0.26	0+389.37	0+385.38	0+393.31	8978652.74	201357.25
PI: 24	S79° 56' 08" W	11° 52' 50"	30.00	3.12	6.22	6.21	0.16	0.16	0+556.43	0+553.31	0+559.53	8978636.31	201285.48

PROYECTO				
"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA - CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021"				
PLANTA, PERFIL Y SECCIONES TOPOGRAFICAS PROGRESIVA 0+234 HASTA 0+468				
DEPARTAMENTO: ANCASH	PROVINCIA: YUNGAY	DISTRITO: CASCAPARA - SHUPLUY	PLANO:	PPS - 02
SISTEMA DE COORDENADAS WGS 1984 UTM	ZONA UTM: 18 SUR	ESCALA: LA INDICADA		
DISEÑO: BACH. MENDEZ CERNA JOSH JUNIOR	FECHA: MARZO, 2021			



PROGRESIVA	0+468	0+480	0+500	0+520	0+540	0+560	0+580	0+600	0+620	0+640	0+660	0+680	0+696.69
COTA TERRENO	2740.19	2738.83	2736.54	2734.16	2730.78	2727.95	2726.82	2724.57	2721.76	2719.50	2717.21	2716.50	2715.89
CORA RASANTE	2740.19	2738.83	2736.54	2734.16	2730.78	2727.95	2726.82	2724.57	2721.76	2719.50	2717.21	2716.50	2715.89
ALTURA DE CORTE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALTURA DE RELLENO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALINEAMIENTO													

PERFIL
ESCALA: 1/2000

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA													
NÚMERO PI	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI MORTE	PI ESTE
PI: 1	N81° 34' 24" W	109° 42' 21"	14.00	19.89	26.81	22.89	10.32	5.94	0+030.37	0+010.48	0+037.29	8978603.23	201413.49
PI: 2	N70° 50' 33" W	131° 10' 04"	5.00	11.01	11.45	9.11	7.10	2.93	0+053.53	0+042.52	0+053.97	8978577.05	201388.59
PI: 3	N37° 46' 21" E	86° 03' 43"	17.00	15.87	25.54	23.20	6.26	4.57	0+072.33	0+056.46	0+082.00	8978606.31	201385.90
PI: 4	N76° 45' 46" E	8° 04' 52"	42.00	2.97	5.92	5.92	0.10	0.10	0+108.84	0+105.87	0+111.80	8978613.13	201428.06
PI: 5	N79° 04' 06" E	12° 41' 33"	145.00	16.13	32.12	32.06	0.89	0.89	0+133.56	0+117.44	0+149.56	8978620.48	201451.68
PI: 6	N2° 25' 11" W	175° 40' 08"	4.00	105.78	12.26	7.99	101.86	3.85	0+267.60	0+161.83	0+174.09	8978631.21	201585.42
PI: 7	N63° 09' 40" W	10° 41' 01"	22.00	2.06	4.10	4.10	0.10	0.10	0+212.94	0+210.88	0+214.99	8978635.35	201441.27
PI: 8	N78° 43' 18" W	19° 33' 46"	59.00	10.17	20.14	20.05	0.87	0.86	0+238.60	0+228.43	0+248.57	8978636.02	201415.61
PI: 9	S83° 00' 39" W	56° 06' 54"	21.00	11.19	20.56	19.75	2.79	2.47	0+275.09	0+263.91	0+284.47	8978649.20	201381.36
PI: 10	S38° 02' 28" W	33° 50' 28"	36.00	10.95	21.26	20.96	1.63	1.56	0+306.35	0+295.40	0+316.66	8978630.22	201354.28
PI: 11	N71° 50' 48" W	174° 03' 56"	4.00	77.17	12.15	7.99	73.27	3.79	0+407.01	0+329.85	0+342.00	8978535.72	201317.78
PI: 12	N25° 26' 14" E	20° 30' 08"	21.00	3.80	7.51	7.47	0.34	0.34	0+368.21	0+364.41	0+371.93	8978635.49	201344.86
PI: 13	N62° 46' 33" W	166° 38' 00"	4.50	38.40	13.09	8.94	34.17	3.98	0+436.46	0+398.05	0+411.14	8978696.88	201373.79
PI: 14	N58° 52' 55" W	174° 25' 16"	3.00	61.57	9.13	5.99	58.85	2.85	0+506.63	0+445.06	0+454.19	8978585.76	201299.10
PI: 15	N59° 49' 35" W	163° 19' 15"	3.40	23.19	9.69	6.73	20.04	2.91	0+507.17	0+483.98	0+493.67	8978688.27	201349.89
PI: 16	S56° 15' 15" W	35° 28' 55"	28.00	8.96	17.34	17.06	1.40	1.33	0+525.93	0+516.97	0+534.31	8978644.88	201315.35
PI: 17	S68° 41' 08" W	34° 22' 48"	24.00	7.42	14.40	14.19	1.12	1.07	0+570.82	0+563.40	0+577.80	8978635.28	201271.11
PI: 18	S78° 20' 45" W	53° 42' 02"	31.00	15.69	29.05	28.00	3.75	3.34	0+612.02	0+596.32	0+625.38	8978609.35	201238.52
PI: 19	N78° 53' 50" W	8° 11' 11"	77.00	5.51	11.00	10.99	0.20	0.20	0+657.54	0+652.03	0+663.03	8978621.89	201192.34
PI: 20	N89° 59' 42" W	25° 59' 26"	40.00	9.23	18.14	17.99	1.05	1.02	0+677.98	0+668.75	0+686.90	8978624.39	201172.03
PI: 21	N84° 02' 12" W	12° 26' 05"	30.00	3.27	6.51	6.50	0.18	0.18	0+190.76	0+187.49	0+194.00	8978630.66	201462.98
PI: 22	N25° 04' 53" E	6° 29' 41"	30.00	1.70	3.40	3.40	0.05	0.05	0+472.33	0+470.63	0+474.03	8978655.92	201336.92
PI: 23	N28° 06' 52" E	15° 06' 51"	30.00	3.99	7.93	7.91	0.26	0.26	0+389.37	0+385.38	0+393.31	8978652.74	201357.25
PI: 24	S79° 56' 08" W	11° 52' 50"	30.00	3.12	6.22	6.21	0.16	0.16	0+556.43	0+553.31	0+559.53	8978636.31	201285.48

PROYECTO

“ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA – CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021”

PLANTA, PERFIL Y SECCIONES TOPOGRAFICAS PROGRESIVA 0+468 HASTA 0+696.69

DEPARTAMENTO: ANCASH	PROVINCIA: YUNGAY	DISTRITO: CASCAPARA - SHUPLUY	PLANO: PPS - 03
SISTEMA DE COORDENADAS WGS 1984 UTM	ZONA UTM: 18 SUR	ESCALA: LA INDICADA	
DISEÑO: BACH. MENDEZ CERNA JOSH JUNIOR	FECHA: MARZO, 2021		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

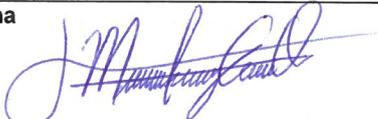
Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo (Nosotros) MENDEZ CERNA, JOSH JUNIOR, egresado de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD SAN PEDRO, declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulada: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CLORURO DE SODIO, TRAMO PRIMORPAMPA – CASCAPARA, YUNGAY, ANCASH 2021", es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado 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 (asumimos) 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.

Huaraz, 29 de Mayo del 2021

Apellidos y Nombres del Autor MENDEZ CERNA, JOSH JUNIOR	
DNI: 71731076	Firma 
ORCID: 0000-0003-0047-6239	