



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estabilización de suelos incorporando cloruro de sodio y resina de pino en subrasante de la Avenida Santo Domingo, Abancay 2022

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

AUTOR:

Serrano Bustinza, Joseantonio (ORCID: 0000-0003-4522-7367)

ASESOR:

Mg. Villegas Granados, Luis Mariano (ORCID: 0000-0001-5401-2566)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CALLAO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A mi familia y en especial a mi hijo
Sebastián Serrano Castañeda.

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios por permitirme vivir hasta el día de hoy, por guiarme en la vida y por ser mi apoyo, mi luz y mi camino. Por haberme dado la fuerza para continuar en momentos de debilidad.

A la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, por haberme brindado la oportunidad de presentar y sustentar la presente investigación.

A mi asesor de tesis Mg. Villegas Granados Luis Mariano, por la orientación y ayuda que me brindo durante la realización de esta tesis, por compartir sus conocimientos y guiarme en el proceso de elaboración de la presente tesis.

Al Mg. Anderson Núñez Fernández, quien me guio en el desarrollo de la investigación con su experiencia y profesionalismo.

Laboratorio de Suelos denominada GRUPO CORPORATIVO OBREGON, al Ingeniero Especialista de Suelos y Pavimentos y los técnicos de laboratorio por su apoyo en el desarrollo del estudio de mecánica de suelos con fines de pavimentación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|------|
| Dedicatoria | II |
| Agradecimientos | III |
| Índice de contenido | IV |
| Índice de tablas | V |
| Índice de figuras | VI |
| Resumen | VII |
| Abstract | VIII |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 4 |
| III. METODOLOGÍA | 11 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación | 11 |
| 3.2. Variables y operacionalización | 11 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo | 11 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 12 |
| 3.5. Procedimientos | 13 |
| 3.6. Método de análisis de datos | 13 |
| 3.7. Aspectos éticos | 13 |
| IV. RESULTADOS | 15 |
| V. DISCUSIÓN | 22 |
| VI. CONCLUSIONES | 26 |
| VII. RECOMENDACIONES | 27 |
| REFERENCIAS | 28 |
| ANEXOS | 32 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Obtención de muestras | 15 |
| Tabla 2: Propiedades mecánicas y físicas de los suelos en estado natural | 15 |
| Tabla 3: Propiedades físicas y mecánicas de los suelos incorporando Cloruro de Sodio | 16 |
| Tabla 4: Porcentaje óptimo de Cloruro de Sodio | 17 |
| Tabla 5: Propiedades físicas y mecánicas de los suelos incorporando Resina de Pino | 18 |
| Tabla 6: Porcentaje óptimo de Resina de Pino | 19 |
| Tabla 7: Propiedades físicas y mecánicas de los suelos incorporando Resina de Pino | 20 |
| Tabla 8: Porcentaje óptimo de NaCl + Resina de Pino | 21 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Grafico de la evaluación del valor CBR al 95% vs % Cloruro de Sodio. | 17 |
| Figura 2: Grafico de la evaluación del valor CBR al 95% vs % Resina de Pino | 19 |
| Figura 3: Grafico de la evaluación del valor CBR al 95% vs % NaCl + Resina de Pino | 21 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general estabilizar los suelos incorporando cloruro de sodio y resina de pino en subrasante de la avenida Santo Domingo, Abancay 2022, cuya metodología fue de tipo aplicada, diseño experimental. Se realizó la evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de los suelos en estado natural (C1, C2 y C3), suelo con adición de NaCl al 2%, 4%, 6% y 8%; suelo con incorporación de R. de Pino al 2%, 4%, 6% y 8%; Y, suelo con incorporando de ambos estabilizantes NaCl al 1%, 2%, 3% y 4% + R. de Pino al 1%, 2%, 3% y 4%.

Como resultados se obtuvo que la C-2 presenta propiedades mecánicas y físicas más desfavorable y las mejores propiedades mecánicas y físicas se obtiene con la adición de 5% de cloruro de sodio (14.50 de CBR al 95% y 0.1.), 6% de resina de pino (18.30 de CBR al 95% y 0.1”) y con adición del 3% NaCl+ 3% R. de Pino (18.10 de CBR al 95% y 0.1”) y se concluyó que la estabilización de suelos de la avenida Santo Domingo mejora significativamente con la incorporación de cloruro de sodio y resina de pino.

Palabras clave. Estabilización, suelos blandos, cloruro de sodio, resina de pino.

ABSTRACT

The general objective of this research work was to stabilize the soils by incorporating sodium chloride and pine resin in the subgrade of Santo Domingo Avenue, Abancay 2022, whose methodology was of an applied type, experimental design. The evaluation of the mechanical and physical properties of the soils in their natural state (C1, C2 and C3), soil with the addition of NaCl at 2%, 4%, 6% and 8%; soil with incorporation of R. de Pino at 2%, 4%, 6% and 8%; And, soil incorporating both stabilizers NaCl at 1%, 2%, 3% and 4% + R. de Pino at 1%, 2%, 3% and 4%.

As results, it was obtained that C-2 presents more unfavorable mechanical and physical properties and the best mechanical and physical properties are obtained with the addition of 5% sodium chloride (14.50 of CBR at 95% and 0.1.), 6% of pine resin (18.30 CBR at 95% and 0.1”) and with the addition of 3% NaCl+ 3% R. de Pino (18.10 CBR at 95% and 0.1”) and it was concluded that the soil stabilization of Santo Avenue Domingo improves significantly with the addition of sodium chloride and pine resin.

Keywords. Stabilization, soft soils, sodium chloride, pine resin.

I. INTRODUCCIÓN

La avenida Santo Domingo está ubicado en la Urbanización Fonavi. El movimiento lento del terreno en el sector Fonavi es bastante conocido entre la población de Abancay, puesto que los continuos asentamientos y hundimientos del sitio han llegado a producir la fractura de las instalaciones de la zona. En el año de 1995, se produjeron grietas considerables en las viviendas recién inauguradas del complejo habitacional Fonavi, lo cual se toma como una fecha referencial de inicio del fenómeno.

En la avenida Santo Domingo está ubicado las plantas de procesamiento de tallarín de casa Doña Vissi y Santo Domingo. El Ministerio de Salud exige que las vías de acceso hacia las plantas de procesamiento deben de tener una superficie pavimentada apta para el tráfico. Al no cumplir dicho requisito las plantas de alimentos de la zona no pueden obtener los permisos correspondientes de la Dirección Regional de Salud Apurímac para su funcionamiento (PGH); a raíz de ello dichos giros vienen operando de forma informal.

En la avenida Santo Domingo, se observa los problemas de transitabilidad con mayor incidencia en las épocas de lluvia que son muy frecuentes en los meses de noviembre a abril, teniendo como resultado el deterioro de la vía en la mayor parte de la zona en estudio, esto afecta con el desarrollo económico, social y comercial de los pobladores del sector. Actualmente la vía se encuentra en un estado de abandono y falta de mantenimiento.

Los mencionados permite la **formulación del problema** y se planteó: ¿De qué manera se estabiliza el suelo incorporando cloruro de sodio y resina de pino en subrasante de la avenida Santo Domingo, Abancay 2022?

La **justificación de la investigación**, se basó técnicamente enfocado a los siguientes factores:

La investigación presenta sustento **social y económica**, puesto que permite mejorar la estabilidad de los suelos arcillosos y que los pobladores de la avenida Santo Domingo tenga mejor condición de tránsito peatonal, los mismos que contribuirán a mejorar sus actividades cotidianas actuales y futuras. Además, la estabilización permitirá mejorar las condiciones de transitabilidad de los conductores que transitan sus vehículos por la Avenida Santo Domingo.

La justificación **ambiental** del presente estudio permite identificar las principales actividades como el diagnóstico, elaboración de las calicatas y otras actividades en la zona, que puedan generar impactos ambientales negativos y establecer estrategias de mitigación y control. Por otro lado, cumplido el proceso de estabilización de los suelos arcillosos se podrá ejecutar los proyectos de mayor envergadura como la pavimentación de las pistas y veredas el cual reducirá favorablemente la emisión de ruido de los vehículos que genera por el esfuerzo al transitar por la zona con fallas y desniveles. Además, reducir la emisión del CO₂ y las partículas en suspensión (polvo).

La justificación **ambiental** del presente estudio permite identificar las principales actividades como el diagnóstico, elaboración de las calicatas y otras actividades en la zona, que puedan generar impactos ambientales negativos y establecer estrategias de mitigación y control. Por otro lado, cumplido el proceso de estabilización de los suelos arcillosos se podrá ejecutar los proyectos de mayor envergadura como la pavimentación de las pistas y veredas el cual reducirá favorablemente la emisión de ruido de los vehículos que genera por el esfuerzo al transitar por la zona con fallas y desniveles. Además, reducir la emisión del CO₂ y las partículas en suspensión (polvo).

Del análisis **práctico** presentara una adecuada resistencia para no tener deformaciones, mejorar las propiedades geotécnicas como la permeabilidad, compresibilidad, durabilidad entre otros aspectos que contribuyen a la calidad del suelo y obtener datos confiables el cuál coadyuvará como antecedentes para continuar con trabajos de investigación similares en zonas con características geomorfológicas análogos, datos que pueden ser utilizados para realizar proyectos de inversión pública

propiciado por los gobiernos locales o regionales. Finalmente, optimizar la proporción adecuada de estabilizantes permitirá mejora la calidad del suelo.

Argumento sostenible que permite identificar el **objetivo general** que es estabilizar los suelos incorporando cloruro de sodio y resina de pino en subrasante de la avenida Santo Domingo, Abancay 2022. Los objetivos específicos son: Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos en estado natural de la avenida Santo Domingo, Abancay 2022, luego Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos incorporando cloruro de sodio al 2%, 4%, 6% y 8% de la avenida Santo Domingo, Abancay 2022, después Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos incorporando resina de pino al 2%, 4%, 6% y 8% de la avenida Santo Domingo, Abancay 2022 y finalmente Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos incorporando cloruro de sodio al 1%, 2%, 3% y 4% + resina de pino al 1%, 2%, 3% y 4% de la avenida Santo Domingo, Abancay 2022. **La hipótesis** planteada fue: La estabilización de suelos con adición de cloruro de sodio y resina de pino mejorara significativamente en la subrasante de la avenida Santo Domingo, Abancay 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes internacionales

Tesis denominada Análisis de los aditivos químicos no convencionales con propósito de estabilizar el suelo limoso para vías de reducido volumen de tránsito. Se evaluaron dos aditivos químicos únicos para mejorar las propiedades del lodo: ceniza (Aditivo B). Las propiedades mecánicas son mejoradas por la reacción puzolánica inducida por la dosificación de aditivos utilizados. Pero el valor de CBR más alto obtenido fue del 59,7%, por debajo del valor de CBR del 80% requerido para materiales granulares, duplicándose en solo 7 días, y es muy probable que se alcance el valor de CBR. % CBR 21 días. En cualquier caso, estos valores están en el orden de 250-350 MPa para matrices de partículas de alta calidad. Los mejores tratamientos fueron reportados con 30% de incorporación de material particulado, tenido como resultado 498 MPa analizados a los 28 días (Nieto Vega, 2019).

Trabajo de tesis denominado Evaluación comparativa de firmeza al corte y estabilizar los suelos blandos y finos mezclado con ceniza de carbón. Desarrollado en la Universidad de UTA, el propósito fundamental fue estabilizar dos suelos con diferentes propiedades mediante el uso combinado de aditivos como las cenizas volantes y la estimación del aforo portante y la firmeza al corte haciendo los diferentes análisis en el laboratorio. Se realizaron pruebas como tamaño de partícula de Atterberg y límites para determinar los tipos de suelo, el mismo proceso ocurre con una combinación de ceniza de carbón al 20%, 23% y 25%. Para determinar la firmeza al corte se realizaron ensayos de tensión no reforzados sobre arcillas denominadas cangahua y de alta tenacidad. La evaluación comparativa implica la evaluación estadística de propiedades como el contenido de agua, la ductilidad y otros del terreno con combinaciones la evaluación de la incertidumbre y los beneficios del tratamiento con cenizas volantes para mejorar las propiedades primarias y limpias del sustrato (Cañar Tiviano, 2017).

Trabajo de tesis denominado “Efecto del clima sobre las propiedades físicas y químicas, el desempeño y la durabilidad de las carreteras suplementadas con estabilizadores químicos”. Estos materiales han mostrado propiedades adecuadas del suelo. alcanzando valores de 47 y 56 MPa, y valores de CBR óptimo. En aditivos químicos, la conductividad hidráulica de organosilanos y polímeros es $1,08 \times 10^{-11}$ m/s y $7,33 \times 10^{-11}$ m/s, respectivamente, inferior a los valores obtenidos, $1,36 \times 10^{-09}$ m/s. Los resultados alcanzados en la presente tesis forman herramientas para evaluar el desempeño de productos y/o tecnologías alternativas para vías no pavimentadas o de bajo tránsito, lo que inevitablemente conducirá a la promoción y estandarización del tránsito vial. Utilizar estos materiales como soluciones relevantes para mejorar la infraestructura vial rural” (Llano Cardona, 2021)

Artículo científicos titulado efecto de la adición de cenizas de bagazo sobre la compactación, CBR y compactación simple de subestructuras de materiales granulares, se analizó el efecto de la sustitución parcial de cemento portland compuesto (CPC) por ceniza de bagazo (CBCA) en la mejora de la granularidad del suelo. Método empírico utilizado, tipo de aplicación, grado de descripción. En los ensayos se utilizó una mezcla de cemento Portland al 3%, 5% y 7% (testigo), reemplazando parcialmente al CBCA 0%, 25%, 50% y 100% (relativo a la masa seca del suelo) que permita mejorar las propiedades de compactación del suelo, resistencia a la compresión y CBR pueden reducir el consumo de cemento Portland compuesto en un 25 % (Ojeda Farías et al., 2018).

Antecedentes nacionales

Trabajo de tesis denominado “Estabilización de subrasantes blandos empleando resina natural de pino, trocha carrozable Mayupata, San Pablo, Cusco 2021”. Tiene como finalidad determinar la estabilidad de cimentaciones blandas utilizando resina natural de pino. Resultados finales de densidad seca máxima, límite de densidad y California Bearing Ratio (CBR) donde el suelo blando se mezcló con el subsuelo con adiciones proporcionales de resina de pino al 1,0%, 2,00% y 4,00% de resina natural, estableció la estabilidad del subsuelo blando para los resultados de

pavimentación, y obtuvo buenos resultados, por lo que comparado con el suelo estándar C-2, adicionando 4.00% de resina natural, el CBR es de 7.90%, la sequedad máxima. La densidad es de 1775 gramos por centímetro cúbico, el contenido de humedad es del 14,25% y el índice de plasticidad alcanza el 4,92%. Las investigaciones han demostrado que estabiliza la subrasante blanda con un máximo de 4,00% de la adición de resina natural, es decir, densidad seca máxima = $1.801\text{gr}/\text{cm}^3$, humedad 12,27%, límite líquido de 21,29 %, límite plástico de 17,29 %, IP = 4,01 % y CBR (100 % MDS) 0,1" = 19,90 % (Tunque Cruz, 2021).

Trabajo de tesis denominado Estabilización de suelos en suelos abiertos con cloruro de sodio - Avenida Jacinto Ibarra, Distrito de Chilca - Huancayo 2020. Cuyo objetivo determinar el efecto del cloruro de sodio en la estabilidad de sustratos expandidos. Se tomaron muestras de suelo arcilloso para trabajos exploratorios, luego se analizan en laboratorio y se realizan pruebas relacionadas, tales como: contenido de humedad, prueba de nivel de partículas, límite líquido y plástico, que permiten la clasificación del suelo. Aterriza en un sistema conveniente. Continuando con esta secuencia, se realizan más pruebas: Proctor modificado para determinar nuestro C.H. óptimo usando nuestra densidad seca máxima, prueba final de CBR usando muestras estándar y muestras con porcentajes de cloruro de sodio al 4%, 8% y 12% (Quispe Chuquillanqui, 2020).

Trabajo de tesis denominado evaluación de las propiedades mecánicas de suelos ligados con cloruro de calcio para la estabilización de pavimentos urbanos, Capote - 2019. La teoría propuesta se confirma cuando la adición de diferentes porcentajes de cloruro de calcio al 2%, 5% y 7% han incrementado su valor CBR en comparación con el estándar (nativo). Porque la relación CBR de 0,1" difiere de la muestra estándar en un 3,29 %, y la relación CBR de 0,2" difiere de la muestra de referencia en un 2,36 %. De acuerdo con el sistema SUCS, luego de varias pruebas en muestras naturales, se pudo determinar suelos clasificados en cuanto a suelos de arcilla identificados con baja plasticidad, mientras que en los suelos de arcilla prevaleció la asociación AASTHO tipo A-6 YA-7, utilizando un rango de límite de Atterberg. Comprueba los resultados obtenidos. Se encontró que la adición de cloruro

de calcio aumentó la CBR, y una mayor proporción de CaCl_2 aumentó la firmeza y las propiedades mecánicas del suelo y logró buenos resultados. Dado que la opción más confiable es usar un estabilizador al 7% (Castro Inga, 2019).

Trabajo de investigación denominado “mejoramiento el suelo con ceniza natural en los jirones unión y primero de mayo del distrito de Viques. Se presentó en la Universidad Peruana Los Andes. El objetivo general fue mejorar los jirones Unión y Primero de Mayo en el cantón de Viques, provincia de Huancayo, mediante la evaluación del impacto en la estabilidad del sustrato mediante la adición de ceniza natural. El método general de investigación es analítico-sintético, y los tipos de investigación utilizados son a nivel de descripción y diseños no empíricos. La conclusión básica es que al determinar las actividades químicas que tienen lugar en las cenizas naturales, estas estabilizan el suelo en las subclases, a saber: CaO 29,50%, Sílice 26,30%, Alúmina 17 0,00%, KO 4,90%, MgO 4,50%” (Vilca Salazar, 2020).

Trabajo de tesis denominado “Estudios experimentales y numéricos de las propiedades mecánicas de arcilla modificada convencionalmente y ceniza de madera. La ceniza de madera es un remanente de la quema de materiales orgánicos en hornos manuales en fábricas de ladrillos en Perú, siendo los más utilizados carbones vegetal, aserrín y madera. Hay problemas ambientales con el manejo de este material. Utilizando las herramientas de cálculo Plaxis 8.2, software de elementos finitos, se realizaron ensayos de laboratorio para determinar la caracterización de ceniza de madera, ceniza de alúmina, cemento de alumbre, alumbre y geomallas para la preparación de geomallas de alúmina, el siguiente modelo tiene como objetivo obtener deformaciones longitudinales. Se encontró que las deformaciones más pequeñas se obtuvieron después de mezclar con la geomalla biaxial de arcilla-cemento. En el caso de la ceniza de arcilla (21 días), el comportamiento es similar al de una mezcla de arcilla y cal (7 días), lo cual es importante porque la ceniza es un desecho de ladrillo que puede alcanzar propiedades mecánicas similares a las de la cal” (Quispe Chuquillanqui, 2020)

Antecedentes locales

Estudio “Estabilización de fondo suave por aditivos naturales en la alternativa de Abancay, Apurímac, 2020. Metodológicamente, argumentos hipotéticos utilizados, Tipo: Aplicado, Nivel: Analogía y Diseño: Prueba. Los resultados obtenidos son los siguientes: De acuerdo al tratamiento T1 (0% CBCA 0% NaCl), basado en un modelo analítico de suelo, se trató como sustrato normal, mientras que T2 (4% CBCA 8% NaCl), T3 (6% CBCA 6% NaCl) y T4 (8% CBCA 4% NaCl), se dice que el buen suelo obtenido y tratado con T3 tiene la mayor estabilidad del suelo. El estudio mostró que hubo un cambio en la estabilidad del sustrato aditivo blando natural cuando se consideró que el ensayo T3 (CBCA al 6 %, NaCl al 6 %) era mejor que los resultados de calificación como en una base convencional, en comparación con las muestras T1, parámetros CBR de 10% a CBR < 20%” (Farfan Manotupa, 2020).

En su tesis Estabilización de arcillas con cal para tratamiento de subsuelos en calles de la urbanización de San Luis en la localidad de Abancay. Los resultados de la prueba de pH para la primera muestra indicaron que el suelo requería un 3 % de cal, mientras que la segunda muestra requería un 5 % de cal para lograr el objetivo. Como segundo método, se realizan ensayos en laboratorio para obtener las propiedades físicas del suelo. Para ello se prepararon, compactaron y saturaron muestras de suelo seco al 0%, 2%, 4%, 6% y 8% en peso, y luego se determinó el valor del esfuerzo cortante (CBR) para cada muestra. Como resultado, la primera muestra con 8% de cal agregó un valor de CBR de 145,00% y la segunda muestra con 8% de cal agregó un valor de CBR de 69%, que fue superior a lo requerido. Guía del usuario de MTC. (López Sumarriva & Ortiz Pinares, 2018).

En el **caso de teoría relacionada con este tema,**

Estabilización de Suelos

De acuerdo con este concepto, se aplica una amplia gama de métodos físicos y químicos para mejorar las muestras de suelo para su uso adecuado. En las condiciones de la carretera, la instalación incluye métodos de recuperación de terrenos para proporcionar o crear capas que sirvan a la textura del pavimento, como contrapiso, capa de desgaste, capa base y recubrimiento. Características (Díaz Ospina, 2018).

(Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013) las propiedades físicas, mecánicas y químicas de las capas del suelo mejoran mediante una combinación de procesos mecánicos y químicos naturales o artificiales. Los estabilizadores generalmente se fabrican en suelos pobres o con falta de suelo, en este caso cemento, piedra caliza, asfalto y otros productos conocidos como estabilizadores. La operación de compactación es independiente del uso de estabilizadores. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que se requieren pruebas de laboratorio para garantizar un funcionamiento eficaz. Además, cuando se lleven a cabo obras viales, se debe utilizar el equipo adecuado para garantizar la total seguridad.

El desarrollo óptimo de cualquier tipo de operación de ingeniería civil ha dependido durante mucho tiempo de las propiedades inherentes del suelo que se está desarrollando. El suelo presenta algún tipo de irregularidad que aumenta significativamente el riesgo tanto en estructuras verticales como horizontales. El diseño adecuado, el manejo y las técnicas relacionadas en la construcción mejorarán la estructura química y física del suelo, convirtiéndolo en un material utilizable y rentable. Alternativamente, se puede usar una base estructural apoyada en el suelo en la acera. (López Lara, 2010).

Adición de cloruro de sodio y resina de pino

La adición o adición de las materias orgánicas, sustancia sólida, pastosa como la resina de pino permite reducir la cantidad de agua, estas resinas se obtienen de las plantas como las coníferas, desde luego podría intervenir procesos químicos. Las plantas que presentan mayor resina son el pino, el poco acote, pino canis, pino llanero, acote y entre otras especies. Dichas resinas se están utilizando en diferentes fines y tomando importancia en la estabilización de suelos arcillosos, razón por la cual se está propiciando trabajos de investigación que busque alternativas innovadoras y que exista sustitutos a los aditivos convencionales (Carranza & Magaña Alejandro, 2015). Según precisiones de Khunt et al. (2014) precisa que incorporar aditivos químicos o naturales a la subrasante mejora las capacidad de soporte, disminuye la erosión generado por el transporte pesado u otros factores naturales como las precipitaciones pluviales (p.1).

La adición del cloruro de sodios (Na) a los suelos blandos o arcillosos permite reducir su contracción volumétrica, permite además reducir la humedad, tener mejor consistencia y la construcción de micro capas de cloruro de sodio permitirá incorporar las partículas, mejorando la transitabilidad de los vehículos de alto tránsito puesto que estabiliza los suelos y reduciendo su deterioro (Guttikonda & Abhilash, 2018, p.4)

Según Ramya et al. Señala que al adicionar estabilizantes naturales como el cloruro de sodio, permite mejorar las condiciones de los suelos, teniendo mejores condiciones físicas y mecánicas, contribuye a mejorar los esfuerzos a la compresión y tracción, por lo que disminuye la permeabilidad del suelo (2018 p.1). Al tener una reducción del porcentaje de humedad, se logra la cristalización de la sal o cloruro de sodio (Na) al interior de los vacíos del suelo que se satura de forma compacta. Ello produce una mejor estabilidad del suelo e incrementa la densidad del mismo (Guttikonda & Abhilash, 2018 p.4).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Un **tipo de investigación** aplicada que aborda solucionar problemas real de la estabilización del suelo mediante la introducción de cloruro de sodio resina de pino en subrasante, como se detalla en Baena (2017) “La investigación aplicada, por otro lado, se enfoca en las posibilidades específicas de aplicar la teoría general a la práctica y satisfacer las necesidades sociales y humanas” (p.18).

Un **diseño de investigación** experimental en el sentido de que las variables independientes sufrirán alguna manipulación para observar el efecto o respuesta de la variable dependiente tal como precisa Baena (2017) “En el diseño experimental, el investigador no solo debe estar en una posición práctica para realizar el experimento, sino que también debe comprender gran parte de la naturaleza del fenómeno que se estudia” (p.18).

3.2. Variables y Operacionalización

Variable dependiente: Estabilización de suelos

Variable independiente: Incorporación de cloruro de sodio y resina de pino

3.3. Población, muestra y muestreo

La **población** materia de investigación quedará constituido por la avenida Santo Domingo del distrito y provincia de Abancay. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la población es: “El conjunto de todas las instancias que cumplen una especificación particular” (p.174).

La **muestra** recorrerá la avenida Santo Domingo desde el Km: 0+150 – C1, Km: 0+250 - C2, Km: 0+350 - C3 de la localidad de Abancay. Según Hernández Sampieri

et al. (2014) “cree que la muestra como un subgrupo del conjunto que nos interesa, para el cual recopilamos los datos y debe estar predefinido con precisión, debe representar este conjunto” (p.174). Además, coincide con las precisiones de Muñoz precisa el termino muestra es “una muestra es una pequeña porción de una población que se considera representativa de un universo y se elige para recopilar información sobre la variable en estudio” (Muñoz Rocha, 2016 p.168).

El **muestreo** lo constituirán los suelos inestables y estables y el tamaño de la muestra se determinará de acuerdo con el estándar inestable de acuerdo con diferentes dosis de cloruro de sodio y resina de pino y la longitud de la distancia de medición. comprobado. Según Hernández Sampieri et al. (2014) argumenta que “el muestreo no probabilístico o dirigido incluye un subgrupo de la población en el que la selección de elementos no depende de la probabilidad sino de las propiedades de la operación a probar” (p.176).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas utilizadas para recopilar datos son básicamente observar y analizar diferentes patrones según el método de Hernández Sampieri et al. (2014) establece que “este método de recopilación de datos utiliza un conjunto de categorías y subcategorías de datos para registrar comportamientos y actitudes observables de manera sistemática, eficiente y confiable.” (p.252). También, los datos auxiliares incluyen revisiones, registros públicos y documentos físicos o electrónicos.

Las herramientas necesarias para desarrollar esta tesis fueron esencialmente diferentes validaciones de muestras, hojas de análisis y directrices del Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Hernández et al. (2014) manifiesta “las herramientas utilizadas son un recurso utilizado por los investigadores para registrar información o datos sobre las variables que consideran para vincular: variable, dimensión e índice” (p.199).

3.5. Procedimientos

Es necesario identificar la zona de interés en este caso la avenida Santo Domingo del distrito y provincia de Abancay, luego definir los puntos de muestreo para realizar las calicatas de acuerdo a la longitud de la vía y en concordancia con la guía del Ministerio de Transporte y Comunicaciones con fines de realizar todo procedimiento de muestra, técnicas de muestreo y los protocolos que se debe utilizar, teniendo las muestras representativas para los diferentes análisis físicos y mecánicos del suelo se utilizarán instrumentos válidos y confiables para tener resultados fiables.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos recopilados durante la ejecución del trabajo de investigación. Serán analizados utilizando el software estadístico R, debido a la amplia gama de capacidades y recursos que se muestran en este tipo de estudio científico, se puede determinar la confiabilidad de los valores extraídos de los ensayos sobre prueba de hipótesis, desviación estándar, rango y diferencia. Para ello se utilizará un análisis teniendo en cuenta análisis de panel descriptivo, ANOVA para medir niveles de significancia entre variables y finalmente la prueba de TUKEY para evaluar significancia entre diferentes tratamientos con cloruro de sodio y resina de pino.

3.7. Aspectos éticos

Los principios éticos para desarrollar la investigación son los que se detalla a continuación:

Autonomía: El estudio será desarrollado por el señor Joseantonio Serrano Bustinza, excluyendo la posibilidad de que otro investigador se involucre en el proyecto.

Beneficencia: La investigación garantizará el bienestar de todos los involucrados y beneficiará a los vecinos de la Avenida Santo Domingo quienes podrán mejorar las condiciones del tránsito.

Competencia profesional y científica: El investigador tiene las habilidades y la preparación académica adecuada para llevar a cabo esta investigación.

Cuidado del medio ambiente y biodiversidad: A medida que avanza la investigación, se desarrollarán estrategias de mitigación y control ambiental durante las actividades de campo, como la obtención de calicatas.

Integridad humana: El estudio pone en primer lugar el bienestar de los habitantes de la Avenida Santo Domingo y pretende mejorar sus actividades diarias mejorando el tránsito peatonal y vehicular.

Justicia: Todos los participantes del estudio serán tratados por igual independientemente de su género, raza o presencia.

Libertad: El estudio responde a la necesidad de mejorar la estabilidad del suelo a lo largo de la avenida Santo Domingo, independientemente de las prestaciones de distinta índole.

No Maleficencia: El proyecto no causará ningún daño físico o mental a los participantes del estudio.

Probidad: Los resultados se presentarán de forma fiable y no se realizarán cambios en los protocolos aprobados sin aprobación previa.

Respeto de la propiedad intelectual: Respeta los derechos de propiedad intelectual de otros investigadores y evita el plagio.

Responsabilidad: El señor Joseantonio Serrano Bustinza asumirá las consecuencias de la investigación y divulgación.

Transparencia: El estudio se publicará para que los resultados puedan replicarse y validarse.

Precaución: Se tomarán todas las precauciones para evitar daños futuros.

IV. RESULTADOS

4.1. Propiedades mecánicas y físicas de los suelos de la avenida Santo Domingo, Abancay 2022

Para la presente investigación se obtuvieron las siguientes muestras

Tabla 1: Obtención de muestras

| PROG. (KM)/UBICACION | CALICATA / MUESTRA | PROFUNDIDAD |
|----------------------|--------------------|-------------|
| Km: 0+150 | C-01 / M-1 | 0.30 - 1.50 |
| Km: 0+250 | C-02 / M-2 | 0.30 - 1.50 |
| Km: 0+350 | C-03 / M-2 | 0.30 - 1.50 |

Las muestras fueron evaluadas en el laboratorio de donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 2: Propiedades mecánicas y físicas de los suelos en estado natural

| Tratamiento | Calicata | Limite liquido (%), LL | Limite plástico (%), LP | IP Real (%), IP=LL-LP | Clasific. | Clasific. | Max. Dens. Seca (gr/cc) | Humedad Optima (%/) | Cbr al 100% y 0.1" | Cbr al 95% y 0.1" | Humedad natural (%) |
|----------------|----------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-------------------------|---------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| | | | | | SUSC | AASHTO | | | | | |
| Muestra Patrón | C1 | 29.94 | 18.34 | 11.60 | SC | A-2-6 (0) | 2.040 | 10.80 | 13.29 | 10.80 | 9.92 |
| Muestra Patrón | C2 | 30.19 | 19.99 | 10.20 | SC | A-2-6 (0) | 2.020 | 11.10 | 14.24 | 9.80 | 14.01 |
| Muestra Patrón | C3 | 30.09 | 18.34 | 11.75 | SC | A-2-6 (0) | 2.060 | 10.20 | 13.94 | 11.00 | 16.94 |

Para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los suelos de la avenida Santo Domingo, Abancay 2022 se tomó tres muestras (muestras patrón), C-1 progresiva Km: 0+150, C-2 progresiva Km: 0+250 y C-2 progresiva Km: 0+350 y del cuadro anterior se puede observar que se obtuvo las siguientes propiedades mecánicas y físicas: Para la C-1 (Limite Liquido (%), LL 29.94; Limite plástico (%) LP, 18.34; IP real (%), IP=LL-LP 11.60; Clasificación SUSC SC; Clasificación AASHTO A-2-6 (0); Max. Densidad (gr/cc) 2.040; Humedad Optima 10.80, CBR al 100% y 0.1" 13.29; CBR al 95% y 0.1" 10.80, Humedad natural (%) 9.92). Para la C-2 (Limite Liquido (%), LL 30.19; Limite plástico (%) LP, 19.99; IP real (%), IP=LL-LP 10.20; Clasificación SUSC SC;

Clasificación AASHTO A-2-6 (0); Max. Densidad (gr/cc) 2.020; Humedad Optima 11.10, CBR al 100% y 0.1" 14.24; CBR al 95% y 0.1" 9.80, Humedad natural (%) 14.01). Para la C-3 (Limite Liquido (%), LL 30.09; Limite plástico (%) LP, 18.34; IP real (%), IP=LL-LP 11.75; Clasificación SUSC SC; Clasificación AASHTO A-2-6 (0); Max. Densidad (gr/cc) 2.060; Humedad Optima 10.20, CBR al 100% y 0.1" 13.94; CBR al 95% y 0.1" 11.00, Humedad natural (%) 16.94). De dichos datos se observa que la C-2 presenta propiedades mecánicas y físicas más desfavorable estadísticamente, por tanto, se llevó a laboratorio para mejorar dichas propiedades con adición de estabilizantes.

4.2. Propiedades mecánicas y físicas de los suelos incorporando cloruro de sodio al 2%, 4%, 6% y 8% de la avenida Santo Domingo, Abancay 2022.

La C-2 se llevó a laboratorio para mejorar dichas propiedades con adición de cloruro de sodio al 2%, 4%, 6% y 8% de los mismos se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3: Propiedades físicas y mecánicas de los suelos incorporando cloruro de sodio

| Tratamiento | Calicata | Limite liquido (%), LL | Limite plástico (%), LP | IP Real (%), IP=LL-LP | Clasific. | Clasific. | Max. Dens. Seca (gr/cc) | Humedad Optima (%) | Cbr al 100% y 0.1" | Cbr al 95% y 0.1" | Humedad natural (%) |
|----------------|----------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| | | | | | SUSC | AASHTO | | | | | |
| Muestra Patrón | C2 | 30.19 | 19.99 | 10.20 | SC | A-2-6 (0) | 2.020 | 11.10 | 14.24 | 9.80 | 14.01 |
| 2% NaCl | C2 | 24.05 | 21.60 | 2.45 | SM | A-2-4 (0) | 2.060 | 10.60 | 14.61 | 12.60 | 13.74 |
| 4% NaCl | C2 | 22.88 | 21.49 | 1.39 | SM | A-2-4 (0) | 2.080 | 9.80 | 16.71 | 14.10 | 13.48 |
| 6% NaCl | C2 | 19.22 | 18.42 | 0.80 | SM | A-2-4 (0) | 2.070 | 10.00 | 19.01 | 14.60 | 13.22 |
| 8% NaCl | C2 | 17.60 | 17.30 | 0.30 | SM | A-2-4 (0) | 2.050 | 10.20 | 18.67 | 14.70 | 12.98 |

Incorporando cloruro de sodio al 2%, 4%, 6% y 8% a la C-2 se obtuvieron las siguientes propiedades mecánicas y físicas: Para 2% de cloruro de sodio (Limite Liquido (%), LL 24.05; Limite plástico (%) LP, 21.60; IP real (%), IP=LL-LP 2.45; Clasificación SUSC SM; Clasificación AASHTO A-2-4 (0); Max. Densidad (gr/cc) 2.060; Humedad Optima 10.60, CBR al 100% y 0.1" 14.61; CBR al 95% y 0.1" 12.60, Humedad natural (%)

13.74). Para 4% de cloruro de sodio (Limite Liquido (%), LL 22.88; Limite plástico (%) LP, 21.49; IP real (%), IP=LL-LP 1.39; Clasificación SUSC SM; Clasificación AASHTO A-2-4 (0); Max. Densidad (gr/cc) 2.080; Humedad Optima 9.80, CBR al 100% y 0.1" 16.71; CBR al 95% y 0.1" 14.10, Humedad natural (%) 13.48). Para 6% de cloruro de sodio (Limite Liquido (%), LL 19.22; Limite plástico (%) LP, 18.42; IP real (%), IP=LL-LP 0.80; Clasificación SUSC SM; Clasificación AASHTO A-2-4 (0); Max. Densidad (gr/cc) 2.070; Humedad Optima 10.00, CBR al 100% y 0.1" 19.01; CBR al 95% y 0.1" 14.60, Humedad natural (%) 13.22). Para 8% de cloruro de sodio (Limite Liquido (%), LL 17.60; Limite plástico (%) LP, 17.30; IP real (%), IP=LL-LP 0.30; Clasificación SUSC SM; Clasificación AASHTO A-2-4 (0); Max. Densidad (gr/cc) 2.050; Humedad Optima 10.20, CBR al 100% y 0.1" 18.67; CBR al 95% y 0.1" 14.70, Humedad natural (%) 12.98).

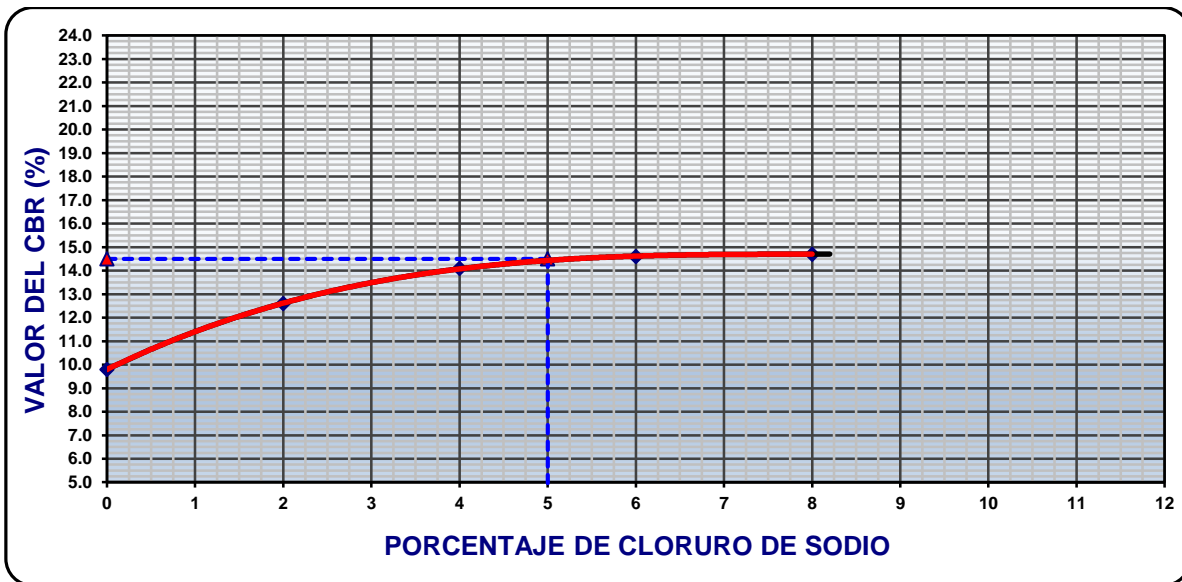


Figura 1: Grafico de la evaluación del valor CBR al 95% vs % Cloruro de Sodio.

Tabla 4: Porcentaje óptimo de cloruro de sodio

| | | | | |
|---------------------------------------|--------|-------|--------|------|
| C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) Promedio | 0.1" : | 18.70 | % NaCl | 6.00 |
| C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) Promedio | 0.1" : | 14.50 | % NaCl | 5.00 |

De la figura 01 y tabla 4 se observa que para obtener mejores propiedades mecánicas y físicas de la sub rasante de suelo viene a ser con adición del 5% de cloruro de sodio para obtener 14.50 de CBR al 95% y 0.1.

4.3. Propiedades mecánicas y físicas de los suelos incorporando resina de pino al 2%, 4%, 6% y 8% de la avenida Santo Domingo, Abancay 2022.

La C-2 se llevó a laboratorio para mejorar dichas propiedades con adición de resina de pino al 2%, 4%, 6% y 8% de los mismos se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 5: Propiedades físicas y mecánicas de los suelos incorporando resina de pino

| Tratamiento | Calicata | Limite liquido (%), LL | Limite plástico (%), LP | IP Real (%), IP=LL-LP | Clasific. | Clasific. | Max. Dens. Seca (gr/cc) | Humedad Optima (%/ | Cbr al 100% y 0.1" | Cbr al 95% y 0.1" | Humedad natural (%) |
|----------------|----------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| | | | | | SUSC | AASHTO | | | | | |
| Muestra Patrón | C2 | 30.19 | 19.99 | 10.20 | SC | A-2-6 (0) | 2.020 | 11.10 | 14.24 | 9.80 | 14.01 |
| 2% R. de Pino | C2 | 27.90 | 18.59 | 9.31 | SC | A-2-4 (0) | 2.035 | 10.90 | 16.35 | 13.00 | 13.74 |
| 4% R. de Pino | C2 | 26.40 | 18.29 | 8.11 | SC | A-2-4 (0) | 2.050 | 10.60 | 18.92 | 15.40 | 13.48 |
| 6% R. de Pino | C2 | 23.74 | 16.75 | 6.99 | SC-SM | A-2-4 (0) | 2.067 | 10.20 | 24.00 | 18.50 | 13.22 |
| 8% R. de Pino | C2 | 20.84 | 15.89 | 4.95 | SC-SM | A-2-4 (0) | 2.076 | 10.00 | 22.79 | 18.80 | 12.98 |

Incorporando resina de pino al 2%, 4%, 6% y 8% a la C-2 se obtuvieron las siguientes propiedades mecánicas y físicas: Para 2% de resina de pino (Limite Liquido (%), LL 27.90; Limite plástico (%) LP, 18.59; IP real (%), IP=LL-LP 9.31; Clasificación SUSC SC; Clasificación AASHTO A-2-4 (0); Max. Densidad (gr/cc) 2.035; Humedad Optima 10.90, CBR al 100% y 0.1" 16.35; CBR al 95% y 0.1" 13.00, Humedad natural (%) 13.74). Para 4% de resina de pino (Limite Liquido (%), LL 26.40; Limite plástico (%) LP, 18.29; IP real (%), IP=LL-LP 8.11; Clasificación SUSC SC; Clasificación AASHTO A-2-4 (0); Max. Densidad (gr/cc) 2.050; Humedad Optima 10.60, CBR al 100% y 0.1" 18.92; CBR al 95% y 0.1" 15.40, Humedad natural (%) 13.48). Para 6% de resina de pino (Limite Liquido (%), LL 23.74; Limite plástico (%) LP, 16.75; IP real (%), IP=LL-LP 6.99; Clasificación SUSC SC-SM; Clasificación AASHTO A-2-4 (0); Max. Densidad

(gr/cc) 2.067; Humedad Optima 10.20, CBR al 100% y 0.1" 24.00; CBR al 95% y 0.1" 18.50, Humedad natural (%) 13.22). Para 8% de resina de pino (Limite Liquido (%), LL 20.84; Limite plástico (%) LP, 15.89; IP real (%), IP=LL-LP 4.95; Clasificación SUSC SC-SM; Clasificación AASHTO A-2-4 (0); Max. Densidad (gr/cc) 2.076; Humedad Optima 10.00, CBR al 100% y 0.1" 22.79; CBR al 95% y 0.1" 18.80, Humedad natural (%) 12.98).

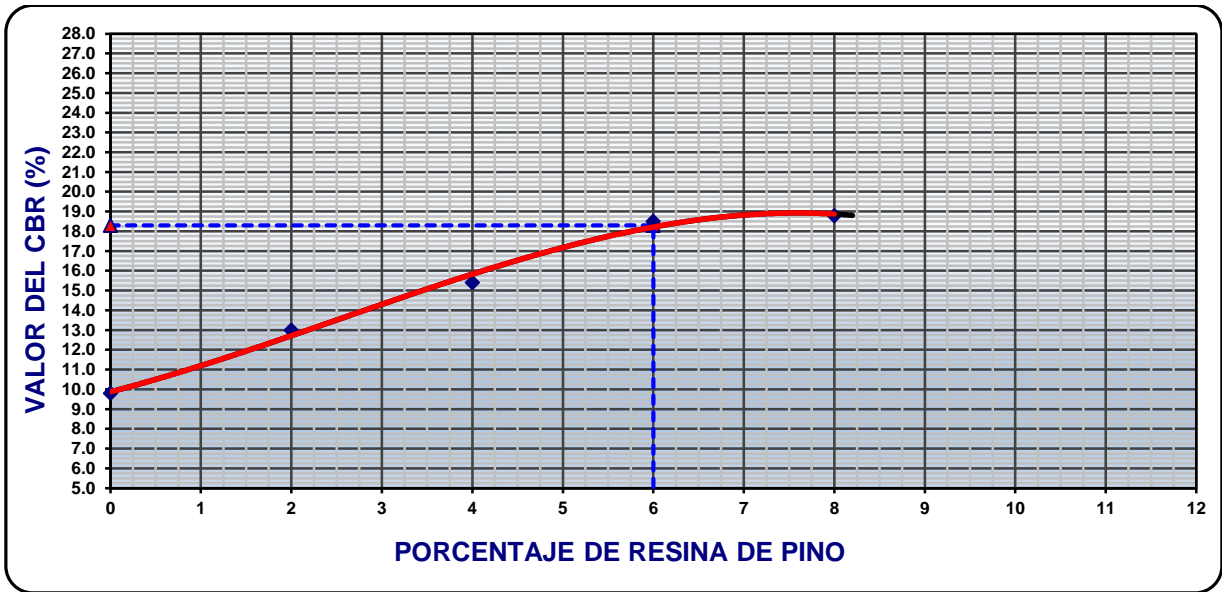


Figura 2: Grafico de la evaluación del valor CBR al 95% vs % Resina de Pino

Tabla 6: Porcentaje óptimo de resina de pino

| | | | | |
|---------------------------------------|--------|-------|--------------|------|
| C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) Promedio | 0.1" : | 23.30 | % R. de Pino | 6.00 |
| C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) Promedio | 0.1" : | 18.30 | % R. de Pino | 6.00 |

De la figura 01 y tabla 5 se observa que para obtener mejores propiedades mecánicas y físicas de la sub rasante de suelo viene a ser con adición del 6% de resina de pino para obtener 18.30 de CBR al 95% y 0.1".

4.4. Propiedades mecánicas y físicas de los suelos incorporando cloruro de sodio al 1%, 2%, 3% y 4% + resina de pino al 1%, 2%, 3% y 4% de la avenida Santo Domingo, Abancay 2022.

La C-2 se llevó a laboratorio para mejorar dichas propiedades con adición de cloruro de sodio + resina de pino de los mismos se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 7: Propiedades físicas y mecánicas de los suelos incorporando resina de pino

| Tratamiento | Calicata | Limite liquido (%), LL | Limite plástico (%), LP | IP Real (%), IP=LL-LP | Clasific. | Clasific. | Max. Dens. Seca (gr/cc) | Humedad Optima (%) | Cbr al 100% y 0.1" | Cbr al 95% y 0.1" | Humedad natural (%) |
|------------------------|----------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| | | | | | SUSC | AASHTO | | | | | |
| Muestra Patron | C2 | 30.19 | 19.99 | 10.20 | SC | A-2-6 (0) | 2.020 | 11.10 | 14.24 | 9.80 | 14.01 |
| 1% NaCl +1% R. de Pino | C2 | 25.20 | 20.60 | 4.60 | SC-SM | A-2-4 (0) | 2.050 | 10.50 | 14.27 | 12.50 | 13.74 |
| 2% NaCl +2% R. de Pino | C2 | 24.80 | 20.40 | 4.40 | SC-SM | A-2-4 (0) | 2.075 | 10.00 | 17.89 | 15.20 | 13.48 |
| 3% NaCl +3% R. de Pino | C2 | 22.92 | 18.88 | 4.04 | SC-SM | A-2-4 (0) | 2.066 | 9.50 | 23.85 | 18.10 | 13.22 |
| 4% NaCl +4% R. de Pino | C2 | 19.54 | 15.75 | 3.79 | SM | A-2-4 (0) | 2.080 | 9.30 | 23.04 | 18.90 | 12.98 |

Incorporando cloruro de sodio al 1%, 2%, 3% y 4% + resina de pino al 1%, 2%, 3% y 4% a la C-2 se obtuvieron las siguientes propiedades mecánicas y físicas: cloruro de sodio al 1% + resina de pino al 1% (Limite Liquido (%), LL 25.20; Limite plástico (%) LP, 20.60; IP real (%), IP=LL-LP 4.60; Clasificación SUSC SC-SM; Clasificación AASHTO A-2-4 (0); Max. Densidad (gr/cc) 2.050; Humedad Optima 10.50, CBR al 100% y 0.1" 14.27; CBR al 95% y 0.1" 12.50, Humedad natural (%) 13.74). Para cloruro de sodio al 2% + resina de pino al 2% (Limite Liquido (%), LL 24.80; Limite plástico (%) LP, 20.40; IP real (%), IP=LL-LP 4.40; Clasificación SUSC SC-SM; Clasificación AASHTO A-2-4 (0); Max. Densidad (gr/cc) 2.075; Humedad Optima 10.00, CBR al 100% y 0.1" 17.89; CBR al 95% y 0.1" 15.20, Humedad natural (%) 13.48). Para cloruro de sodio al 3% + resina de pino al 3% (Limite Liquido (%), LL 22.92; Limite plástico (%) LP, 18.88; IP real (%), IP=LL-LP 4.04; Clasificación SUSC SC-SM; Clasificación

AASHTO A-2-4 (0); Max. Densidad (gr/cc) 2.066; Humedad Optima 9.50, CBR al 100% y 0.1" 23.85; CBR al 95% y 0.1" 18.10, Humedad natural (%) 13.22). cloruro de sodio al 4% + resina de pino al 4% (Limite Liquido (%), LL 19.54; Limite plástico (%) LP, 15.75; IP real (%), IP=LL-LP 3.79; Clasificación SUSC SM; Clasificación AASHTO A-2-4 (0); Max. Densidad (gr/cc) 2.080; Humedad Optima 9.30, CBR al 100% y 0.1" 23.04; CBR al 95% y 0.1" 18.90, Humedad natural (%) 12.98).

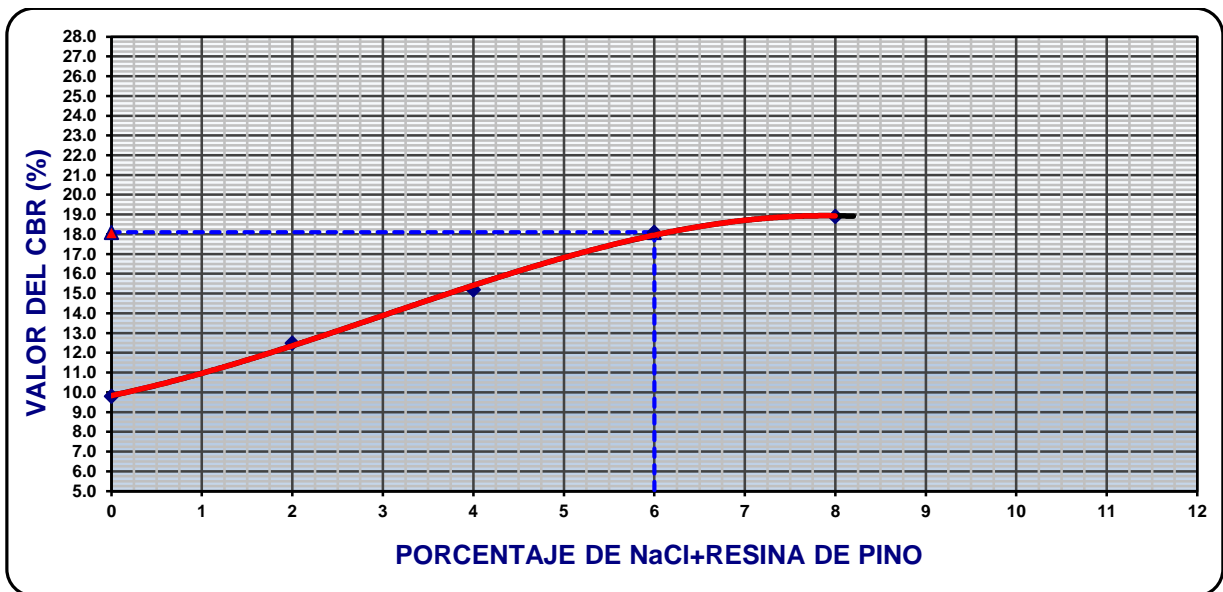


Figura 3: Grafico de la evaluación del valor CBR al 95% vs % NaCl + resina de pino

Tabla 8: Porcentaje óptimo de NaCl + resina de pino

| | | | | |
|---------------------------------------|--------|-------|-------------------|------|
| C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) Promedio | 0.1" : | 23.70 | % NaCl+R. de Pino | 6.50 |
| C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) Promedio | 0.1" : | 18.10 | % NaCl+R. de Pino | 6.00 |

De la figura 01 y tabla 5 se observa que para obtener mejores propiedades mecánicas y físicas de la sub rasante de suelo viene a ser con adición del 6.20% de cloruro de sodio y 6.20% de resina de pino para obtener 18.20 de CBR al 95% y 0.1".

V. DISCUSIÓN

El (MTC, 2014) categoriza las subrasantes como: S0: Subrasante Inadecuada a $CBR < 3\%$; S1: Subrasante Pobre de $CBR \geq 3\%$ a $CBR < 6\%$; S2: Subrasante Regular de $CBR \geq 6\%$ a $CBR < 10\%$; S3: Subrasante Buena de $CBR \geq 10\%$ a $CBR < 20\%$; S4: Subrasante Muy Buena de $CBR \geq 20\%$ a $CBR < 30\%$ y S5: Subrasante Excelente a $CBR \geq 30\%$. En la investigación, las muestras de suelos en estado natural presentaron para C1 10.80 de Cbr al 95% y 0.1", para C2 9.80 de Cbr al 95% y 0.1" y para C3 11.00 de Cbr al 95% y 0.1". de donde se puede verificar que la muestra en estado natural C2 viene a ser S2: Subrasante Regular en concordancia a la categorización presentada por el MTC, 2014, el cual se llevó a laboratorio para mejorar sus propiedades con adición de estabilizantes.

El (MTC, 2014) presenta el cloruro de sodio como estabilizantes para suelos de clasificación A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7, En la presente investigación la muestra C2 presento clasificación A-2-6. (Quispe, 2020) realizo la investigación estabilización de subrasante de vías en suelos expansivos con cloruro de sodio utilizando una muestra patrón y adición de 4%, 8% y 12% obteniendo 4.43, 4.5, 4.7, 4.85 de Cbr respectivamente. (Larrea, 2019) desarrollo la tesis Estabilización de Suelos Arcillosos con cloruro de sodio obtuvo como resultados para la muestra patrón 27.27% de Cbr al 95% y 0.1" y con 15% de Cloruro de Sodio 24.2 de Cbr al 95% y 0.1". En la presente investigación se obtuvo un valor óptimo de CRB de 14.50 (Cbr al 95% y 0.1") con adición de 5% de cloruro de sodio. Dichos resultados son concordantes con los reportados por (Quispe, 2020) y (Tunque, 2021)

(Tunque, 2021) desarrollo la tesis denominado estabilización de subrasantes blandos empleando resina natural de pino, donde incorporo a la muestra patrón C2 1%, 2% y 4% de resina de pino obteniendo mayores valores de Cbr (13.85 Cbr al 95% y 0.1") con adición de 4% de resina de pino. En la presente investigación el valor optimo

alcanzado es con adición de 6% de resina de pino (18.30 Cbr al 95% y 0.1"), resultando coherente con lo obtenido por (Tunque, 2021).

En la presente investigación se obtuvo como porcentaje óptimo la adición de 3% de NaCl + 3% de resina de pino para lograr 18.10 de Cbr al 95% y 0.1". dicho tratamiento resulta en una mejora sustancial de los parámetros físicos y mecánicos de los suelos en comparación con la muestra patrón C2 que tiene 9.80 de Cbr al 95% y 0.1". Con los resultados obtenidos de acuerdo a la categorización señalada por el MTC, 2014 la subrasante pasaría de la categoría de S2: Subrasante Regular a S3: Subrasante Buena.

De los resultados se observa que la muestra de suelo patrón C2 presenta CBR al 95% y 0.1" de 9.80% siendo por tanto una subrasante regular y el que presenta propiedades mecánicas y físicas más desfavorable en comparación con la muestra patrón C1 y C3, por tanto, fue la muestra seleccionada para mejorar sus propiedades mecánicas y físicas con incorporación de cloruro de sodio y resina de pino en laboratorio en condiciones ideales.

La muestra patrón (Km: 0+250) presenta clasificación de suelos SUSC SC, con la incorporación de cloruro de sodio al 2%, 4%, 6% y 8% paso a SM; con la incorporación de resina de pino al 2% y 4% se mantuvo en SC; con adición de resina de pino al 6% y 8% paso a la clasificación SC-SM; con la incorporación de 1%ClNa+1% R. de Pino, 2%ClNa+2% R. de Pino y 3%ClNa+3% R. de Pino paso a la clasificación SC-SM; y con la incorporación de 4%ClNa+4% R. de Pino paso a la clasificación SM. Por otro lado, la muestra patrón (Km: 0+250) presenta clasificación de suelos AASHTO A-2-6 (0) y con la incorporación de cloruro de sodio, resina de pino y la combinación de cloruro de sodio + resina de pino pasa a la clasificación A-2-4 (0). De lo descrito se indica que en el área de intervención para el proyecto de investigación se encontraron secciones con presencia mayoritaria de suelos Arcillosos y poco granulares con alta presencia de finos de media a baja resistencia, denominados: Arenas Arcillosas. Con

la incorporación de los estabilizantes en sus distintos porcentajes se mejoró la clasificación granulométrica de los suelos de los suelos.

El índice de plasticidad de la muestra patrón (Km: 0+250) es de $I_p = 10.60 \%$, con la incorporación de cloruro de sodio al 2%, 4%, 6% y 8% el I_p vario a 2.45, 1.39, 0.80 y 0.30 respectivamente; con la incorporación de resina de pino al 2%, 4%, 6% y 8% el I_p vario a 9.31, 9.11, 6.99 y 4.95 respectivamente y con la incorporación de ambos estabilizantes al 1%, 2%, 3% y 4% el I_p vario a 4.60, 4.40, 4.04 y 3.79 respectivamente. El índice de plasticidad permite clasificar bastante bien un suelo. Un IP grande corresponde a un suelo muy arcilloso; por el contrario, un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso, de las muestras analizadas no se presentaron estos tipos de suelos, que presentan un mal comportamiento mecánico. Se debe tener en cuenta que, en un suelo el contenido de arcilla, es el elemento más peligroso de una carretera, debido sobre todo a su gran sensibilidad al agua.

La máxima densidad seca de la muestra (Km: 0+250) en gr/cc es de 2.020 con la incorporación de cloruro de sodio al 2%, 4%, 6% y 8% la máxima densidad seca en gr/cc vario a 2.060, 2.080, 2.070 y 2.050 respectivamente; con la incorporación de resina de pino al 2%, 4%, 6% y 8% la máxima densidad seca en gr/cc vario a 2.035, 2.050, 2.067 y 2.076 respectivamente y con la incorporación de ambos estabilizantes al 1%, 2%, 3% y 4% la máxima densidad seca en gr/cc vario a 2.050, 2.075, 2.066 y 2.080 respectivamente. La humedad optima de la muestra patrón (Km: 0+250) en % es de 11.10 con la incorporación de cloruro de sodio al 2%, 4%, 6% y 8% la humedad optima en % vario a 10.60, 9.80, 10.00 y 10.20 respectivamente; con la incorporación de resina de pino al 2%, 4%, 6% y 8% la humedad optima en % vario a 10.90, 10.60, 10.20 y 10.00 respectivamente y con la incorporación de ambos estabilizantes al 1%, 2%, 3% y 4% humedad optima en % vario a 10.50, 10.00, 9.50 y 9.30 respectivamente. El ensayo de Próctor se efectuó para determinar un óptimo contenido de humedad, para la cual se consigue la máxima densidad seca del suelo con una compactación determinada, se esta forma se determinó la cantidad de agua se debe agregar para obtener la mejor compactación.

Con la incorporación de cloruro de sodio al 2%, 4%, 6% y 8% a la C-2 se obtuvo CBR al 95% y 0.1" de 12.60, 14.10, 14.60 y 14.70 respectivamente siendo el porcentaje óptimo de adición del 5% de cloruro de sodio para obtener 14.50 de CBR al 95% y 0.1. Por otro lado, con la Incorporación de resina de pino al 2%, 4%, 6% y 8% a la C-2 se obtuvo CBR al 95% y 0.1" de 13.00, 15.40, 18.50 y 18.80 respectivamente siendo el porcentaje óptimo de adición del 6% de resina de pino para obtener 18.30 de CBR al 95% y 0.1". Con la incorporación de cloruro de sodio al 1%, 2%, 3% y 4% + resina de pino al 1%, 2%, 3% y 4% a la C-2 se obtuvieron CBR al 95% y 0.1" de 12.50, 15.20, 18.10 y 18.90 respectivamente siendo el porcentaje óptimo de adición del 3% de cloruro de sodio + 3% de resina de pino para obtener 18.10 de CBR al 95% y 0.1. De lo manifestado y en comparación con el cuadro de categorías de sub rasante los suelos con incorporación de cloruro de sodio, resina de pino y con la combinación de ambas pasan a formar una subrasante buena.

VI. CONCLUSIONES

1. De la muestra patrón C-1 se obtuvo 10.80 de Cbr al 95% y 0.1", de la muestra patrón C-2 se obtuvo 9.80 de Cbr al 95% y 0.1" y muestra patrón C-3 se obtuvo 11.00 de Cbr al 95% y 0.1". De dichos datos se concluye que la C-2 presenta propiedades mecánicas y físicas más desfavorable en comparación a la C1 y C3, por tanto, se llevó a laboratorio para mejorar dichas propiedades con adición de estabilizantes.
2. Para obtener mejores propiedades físicas y mecánicas de la sub rasante de suelo es necesario la adición del 5% de cloruro de sodio para obtener 14.50 de Cbr al 95% y 0.1. consiguiendo mejores propiedades en comparación a la muestra patrón, afirmando de esta forma que el cloruro de sodio influye significativamente en la estabilización de suelos.
3. Para obtener mejores propiedades físicas y mecánicas de la sub rasante de suelo es necesario la adición del 6% de resina de pino para obtener 18.30 de Cbr al 95% y 0.1", consiguiendo mejores propiedades en comparación con la muestra patrón, de esta forma se afirma que la resina de pino influye significativamente en la estabilización de suelos.
4. Para obtener mejores propiedades físicas y mecánicas de la sub rasante de suelo viene necesario la adición del 3.00% de cloruro de sodio + 3.00% de resina de pino para obtener 18.10 de Cbr al 95% y 0.1". Consiguiendo mejores en comparación con la muestra patrón, de esta forma se afirma que el cloruro de sodio + resina de pino influye significativamente en la estabilización de suelos.

VII. RECOMENDACIONES

1. Previa a la pavimentación de la avenida Santo Domingo, se recomienda mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la sub rasante utilizando estabilizantes debido a que presenta S2: Subrasante Regular y presenta continuos asentamientos y hundimientos.
2. Se recomienda emplear como estabilizante cloruro de sodio al 5.00% para obtener mejores propiedades físicas y mecánicas en la avenida Santo Domingo, siendo este estabilizante de fácil acceso y menores costos. Se recomienda realizar la investigación en dicha avenida utilizando como estabilizantes cemento, cal, cloruro de sodio y enzimas en distintas concentraciones debido a que el suelo en estudio presenta clasificación AASHTO A-2-6. Así mismo, se recomienda realizar las evaluaciones de costos de pavimento usando suelo tratado con cloruro de sodio con fines de comparar costos obtenidos sin adición de estabilizante.
3. Se recomienda emplear los estabilizantes resina de pino al 6.00% para obtener mejores propiedades físicas y mecánicas de la avenida Santo Domingo. Se recomienda realizar la investigación en dicha avenida utilizando como estabilizantes resina de ciprés y resina de plátano en distintos porcentajes. Así mismo, se recomienda realizar las evaluaciones de costos de pavimento usando suelo tratado con resina de pino con fines de comparar costos obtenidos sin adición de estabilizante.
4. Se recomienda emplear los estabilizantes cloruro de sodio 3.00% + resina de pino 3.00% siendo esta combinación el que permite obtener mejores propiedades físicas y mecánicas de la avenida Santo Domingo en comparación a la adición de cloruro de sodio o resina de pino de forma independiente. Así mismo, se recomienda realizar las evaluaciones de costos de pavimento usando suelo tratado con cloruro de sodio + resina de pino con fines de comparar costos obtenidos sin adición de estabilizante, así como realizar combinaciones entre estabilizantes naturales, químicos y naturales + químicos en distintos porcentajes para obtener el óptimo.

REFERENCIAS

- Baena Paz, G. (2017). *Metodología de la Investigación* (Tercera ed). [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia de la investigacion.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf)
- Cañar Tiviano, E. S. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón*. Universidad Técnica De Ambato.
- Carranza, J. A., & Magaña Alejandro, M. A. (2015). Natural resins of Mexican plant species: current and potential end-uses. *Madera Bosques*, 21(1405–0471), 13. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712015000300013
- Castro Inga, A. (2019). *Evaluación de las propiedades mecánicas de suelos cohesivos con cloruro de calcio para estabilización de subrasantes de pavimentos urbanos, Capote – 2019* [Universidad Señor de Sipán]. [https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8783/Castro Inga Alexander.pdf?sequence=1](https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8783/Castro%20Inga%20Alexander.pdf?sequence=1)
- De la Vega Polanco, M. (2021). El sector construcción es un magnífico aliado para el crecimiento del PBI del país. *Elperuano*, 12. <https://elperuano.pe/noticia/119555-peru-puede-tener-un-boom-en-la-construccion>
- Diaz Ospina, H. V. (2018). *Definición de suelo*. <https://es.slideshare.net/HECTORVICENTEDIAZOSPINA/4-definicion-de-suelo>
- Farfan Manotupa, J. (2020). *Estabilización de subrasantes blandos con aditivos naturales en la vía de Evitamiento Abancay, Apurímac, 2020*. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/57248/Farfan_MJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Guttikonda, R., & Abhilash, N. (2018). Stabilization of Black Cotton Soil Using Sodium

Chloride. *Ideas and Innovations in Technology*.
<https://www.ijariit.com/manuscripts/v4i1/V4I1-1142.pdf> ISSN: 2454-132X.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*.

Khunt, k. P., Mishra, C. B. Y., & Amin, A. (2014). *Improvement in Soil Strength Using Stabilizers in Pavement. International Journal of Engineering Research & Technology*. 2278-0181. <https://www.ijert.org/research/improvement-in-soil-strength-usingstabilizersin-pavement-IJERTV3IS031328.pdf> ISSN: 2278-0181.

Lerma González, H. D. (2009). *Meodología de la investigación. Propuesta, anteproyecto y proyecto* (Eco edicio).
https://www.sijufor.org/uploads/1/2/0/5/120589378/metodologia_de_la_investigacion_propuesta_anteproyecto_y_proyecto.pdf

Llano Cardona, E. P. (2021). *Efecto del intemperismo sobre las propiedades fisicoquímicas, el desempeño y la durabilidad de suelos viales aditivados con estabilizantes químicos* [Universidad de Antioquía].
https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/22113/1/LlanoEliana_2021_IntemperismoEstabilizacionQuimica.pdf

López Lara, T. (2010). "Polímeros para la estabilización volumétrica de arcillas expansivas. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 11, 159–168.
[https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24277/1/ESTABILIZACIÓN DE SUELO MEDIANTE ADITIVOS ALTERNATIVOS CORREGIDO FINAL 2.0.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24277/1/ESTABILIZACIÓN_DE_SUELO_MEDIANTE_ADITIVOS_ALTERNATIVOS_CORREGIDO_FINAL_2.0.pdf)

López Sumarriva, J. J., & Ortiz Pinares, G. (2018). *Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la ciudad de Abancay* [Universidad Tecnológica de los Andes].
[https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/152/1/Tesis-Estabilización de suelos arcillosos con cal.pdf](https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/152/1/Tesis-Estabilización_de_suelos_arcillosos_con_cal.pdf)

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013). *Manual de carreteras suelos*,

geología, geotecnia y pavimentos.

- Muñoz Rocha, C. L. (2016). *Metodología de la investigación*. <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2019/08/56-Metodologia-de-la-investigacion-Carlos-I.-Munoz-Rocha.pdf>
- Nieto Vega, J. S. (2019). *Evaluación del uso de aditivos químicos no tradicionales como estabilizadores de suelos limosos para caminos productivos de bajo volumen de tránsito* [Universidad Técnica Federico Santa María]. <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/47413/3560900259628UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ojeda Farías, O. F., Baltazar Zamora, M. Á., & Mendoza Rangel, J. M. (2018). Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y Resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante. *Revista Alconpat*, 8(2007–6835), 15. <https://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/282>
- Parra Gomez, M. G. (2018). *Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante* [Universidad Católica De Colombia]. [https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22856/1/TRABAJO DE GRADO MANUEL GERARDO PARRA GOMEZ 505587.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22856/1/TRABAJO_DE_GRADO_MANUEL_GERARDO_PARRA_GOMEZ_505587.pdf)
- Quispe Chuquillanqui, W. J. L. (2020). *Estabilización de subrasante de vías en suelos expansivos con cloruro de sodio - Avenida Jacinto Ibarra, distrito de Chilca - Huancayo 2020*. Universidad Continental.
- Ramya, H., Umesha, T., & Latithamba, H. (2018). Effect of Sodium Chloride on Geotechnical Properties of Black Cotton Soil. *Journal of Materials Science & Nanotechnology*.
- Red de Comunicación Regional. (2018). *Cajamarca solo tiene dos carreteras asfaltadas mientras el resto de vías están afirmadas*. <https://www.rcrperu.com/cajamarca-solo-tiene-dos-carreteras-asfaltadas->

mientras-el-resto-de-vias-estan-afirmadas/

Tunque Cruz, F. A. (2021). *Estabilización de subrasantes blandos empleando resina natural de pino, trocha carrozable Mayupata, San Pablo, Cusco 2021* [Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/70768>

Vilca Salazar, D. R. (2020). *Estabilización de suelos con ceniza natural en los jirones unión y primero de mayo del distrito de Viques* [Universidad Peruana Los Andes].

<https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/2406/TRABAJO>

DE SUFICIENCIA PROFESIONAL VILCA SALAZAR_Rev07.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de la variable independiente

| Variable independiente | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicador | Unidad del indicador | Escala de medición |
|--|--|--|-----------------------------------|--|----------------------|--------------------|
| Incorporación de cloruro de sodio y resina de pino | La estabilización de suelos consiste en dotar a los mismos, de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Las técnicas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes (MTC, 2014). | La adición de cloruro de sodio y resina de pino se debe realizar respetando las recomendaciones de proporción de las normas referenciales y teorías. | Muestra patrón | T1 = C1, T2 = C2 y T3 = C3 | Porcentaje | Ordinal |
| | | | Cloruro de sodio | T4 = 2% NaCl, T5 = 4% NaCl, T6 = 6% NaCl y T7 = 8% NaCl | Porcentaje | Ordinal |
| | | | Resina de pino | T8 = 2% R. de Pino, T9 = 4% R. de Pino, T10 = 6% R. de Pino y T11 = 8% R. de Pino | Porcentaje | Ordinal |
| | | | Cloruro de sodio + Resina de pino | T12=1% NaCl +1% R. de Pino, T13= 2% NaCl +2% R. de Pino, T14= 3% NaCl +3% R. de Pino y T15= 4% NaCl +4% R. de Pino | Porcentaje | Ordinal |

Anexo 2: Matriz de operacionalización de la variable dependiente

| Variable dependiente | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicador | Unidad del indicador | Escala de medición |
|--------------------------|---|--|-----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|
| Estabilización de suelos | El mejoramiento consiste en la alteración de las propiedades físicas o mecánicas de un suelo mediante un tratamiento físico o la adición de un producto, generalmente de tipo químico (Soto, 2016). | El mejoramiento de las propiedades mecánicas y físicas de los suelos se verificará con los indicadores de clasificación de suelos, IP, Máxima densidad seca, humedad optima y CBR. | Propiedades físicas | Clasificación de suelos | Adimensional | Ordinal |
| | | | | Índice de plasticidad | Porcentaje | De razón |
| | | | Propiedades mecánicas | Máxima densidad seca | Gramo/centímetro cubico | De razón |
| | | | | Humedad Optima | Porcentaje | De razón |
| | | | | CBR | Porcentaje | De razón |

Anexo 3: Galería de imágenes



En las imágenes se presentan la ejecución de calicatas de forma manual hasta una profundidad de 1.50 m de las progresivas Km: 0+250 al mismo que se le denomina C-02 de la avenida Santo Domingo.



En las imágenes se presentan el desarrollo del análisis granulométrico por tamizado utilizando el Método SUCS y el Método AASHTO de la C-02 en el Laboratorio de Suelos denominada GRUPO CORPORATIVO OBREGON.



En las imágenes se presentan el desarrollo del Limite Liquido utilizando la ASTM D-423 de la C-01 y C-02 con incorporación de cloruro de sodio al 2% y 4% en el Laboratorio de Suelos denominada GRUPO CORPORATIVO OBREGON.



En las imágenes se presentan el desarrollo de California Bearing Ratio – CBR utilizando la norma ASTM D-1883 de las C-01 y C-02 en el Laboratorio de Suelos denominada GRUPO CORPORATIVO OBREGON.

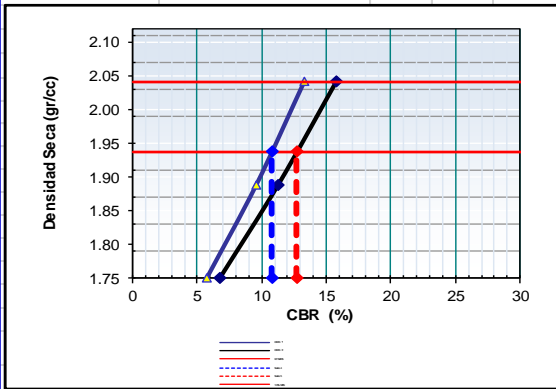
MUESTRA PATRON

CALICATA C-1

ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

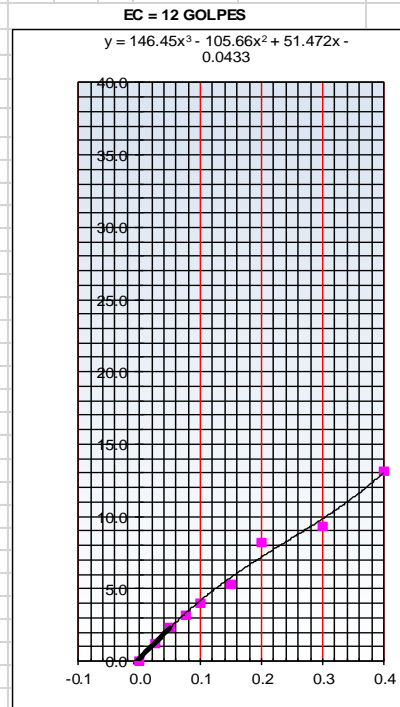
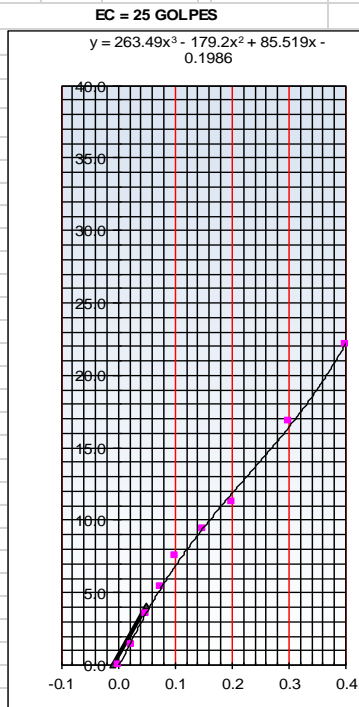
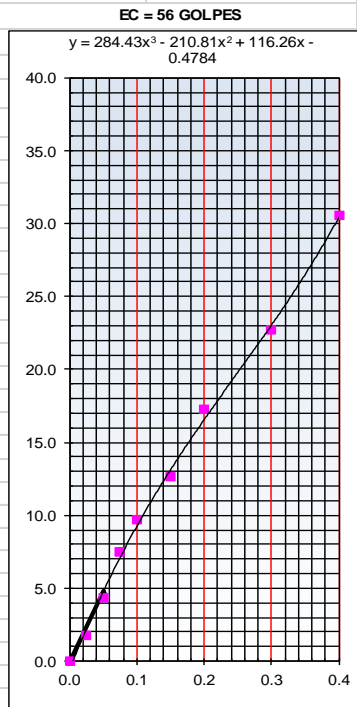
| | | | |
|-----------|--|---------------|--------------|
| PROYECTO | "ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO CLORURO DE SODIO Y RESINA DE PINO EN SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTO DOMINGO, ABANCA Y 2022" | | |
| TESISTAS | JOSE ANTONIO SERRANO BUSTINZA | Fecha | jun-22 |
| MATERIAL | SUBRASANTE MUESTRA PATRON | Realizado por | Tec. E.E.M.R |
| UBICACIÓN | AV. SANTO DOMINGO KM: 0+150 | Revisado por | Ing. O.A.M.R |
| MUESTRA | M - 2 | CALICATA | C - 1 |
| PROF. (m) | 1.50 m | | |

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



| Datos del Proctor | | | |
|--|----------------------------|-------|-------------|
| Maxima Densidad Seca | 2.040 | | gr/cc |
| Optimo Contenido de Humedad | 10.80 | | % |
| C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) | 0.1" | 13.29 | 0.2": 15.77 |
| C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) | 0.1" | 10.80 | 0.2": 12.70 |
| MODULO DE REACCION DEL SUBGRADO DE LA SUBRASANTE | | | |
| Si : CBR ≤ 10 % | Ksr = 5 + 52.5 * Log CBR | | |
| Si : CBR > 10 % | Ksr = 0.8 * (Log CBR)^4.34 | | |
| C.B.R. de la sub rasante (%) | 10.80 | | % |
| Coefficiente K sr= | 56.47 | | Mpa |

OBSERVACIONES:



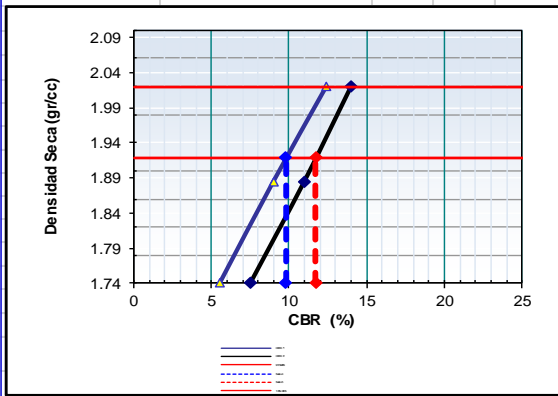
MUESTRA PATRON

CALICATA C-2

ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

| | | | |
|-----------|--|---------------|----------------|
| PROYECTO | "ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO CLORURO DE SODIO Y RESINA DE PINO EN SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTO DOMINGO, ABANCA Y 2022" | | |
| TESISTA | : JOSE ANTONIO SERRANO BUSTINZA | Fecha | : jun-22 |
| MATERIAL | : SUBRASANTE MUESTRA PATRON | Realizado por | : Tec. E.E.M.R |
| UBICACIÓN | : AV. SANTO DOMINGO KM: 0+250 | Revisado por | : Ing. O.A.M.R |
| MUESTRA | : M - 2 | CALICATA | : C - 2 |
| PROF. (m) | : 1.50 m | | |

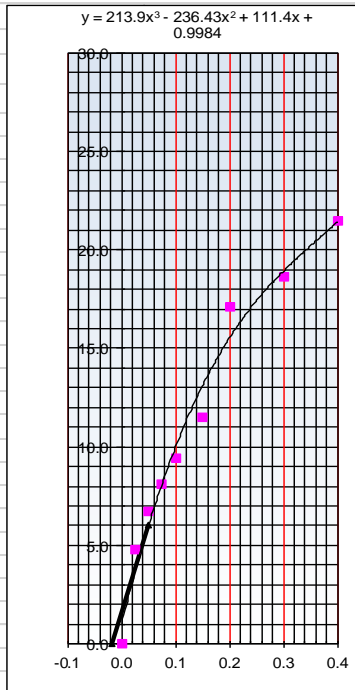
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



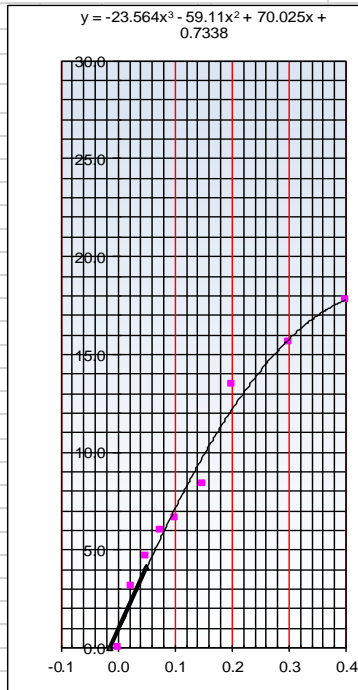
| Datos del Proctor | | |
|--|-----------------------------|------------|
| Maxima Densidad Seca | 2.020 | gr/cc |
| Optimo Contenido de Humedad | 11.10 | % |
| C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) | 0.1" 12.41 | 0.2" 14.00 |
| C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) | 0.1" 9.80 | 0.2" 11.70 |
| MODULO DE REACCION DEL SUBGRADO DE LA SUBRASANTE | | |
| Si : CBR ≤ 10 % | Ksr = 5 + 52.5 * Log CBR | |
| Si : CBR > 10 % | Ksr = 0.08 * (Log CBR)^4.34 | |
| C.B.R. de la sub rasante (%) | 9.80 | % |
| Coefficiente K sr= | 54.59 | Mpa |

OBSERVACIONES:

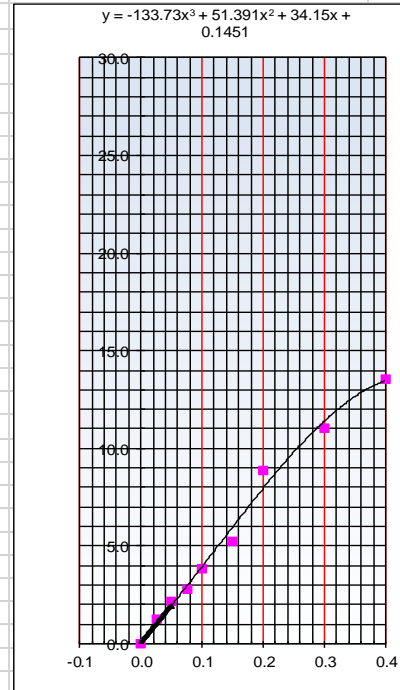
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



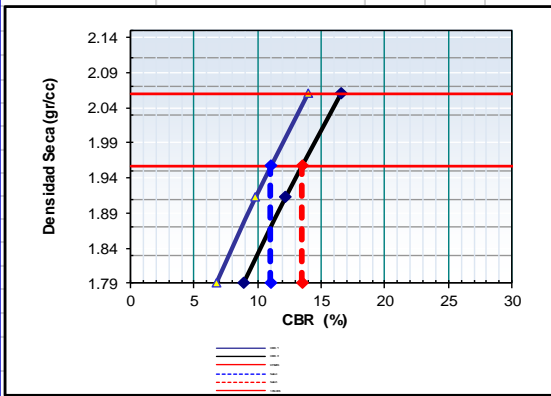
MUESTRA PATRON

CALICATA C-3

ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

| | | | |
|-----------|---|---------------|----------------|
| PROYECTO | "ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO CLORURO DE SODIO Y RESINA DE PINO EN SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTO DOMINGO, ABANCAY 2022" | | |
| TESISTAS | : JOSE ANTONIO SERRANO BUSTINZA | Fecha | : jun-22 |
| MATERIAL | : SUBRASANTE MUESTRA PATRON | Realizado por | : Tec. E.E.M.R |
| UBICACIÓN | : AV. SANTO DOMINGO KM: 0+350 | Revisado por | : Ing. O.A.M.R |
| MUESTRA | : M - 2 | CALICATA | : C - 3 |
| PROF. (m) | : 1.50 m | | |

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

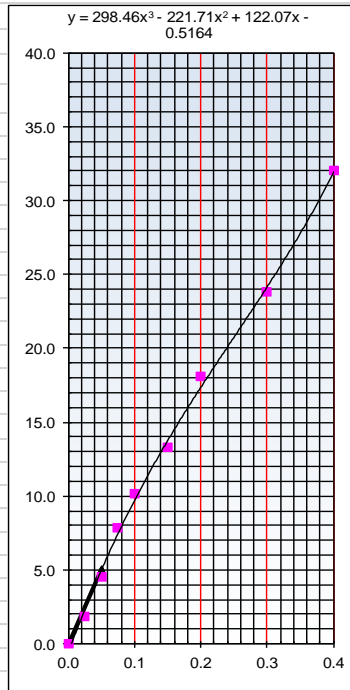


| | | | | |
|------------------------------|------|--------------|------|--------------|
| C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) | 0.1" | 13.94 | 0.2" | 16.54 |
| C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) | 0.1" | 11.00 | 0.2" | 13.50 |

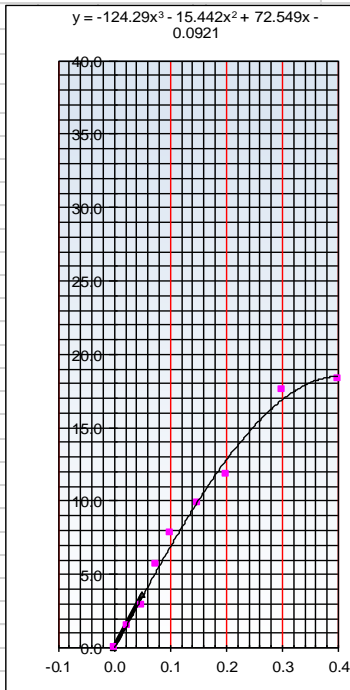
| | | |
|-------------------|--------------|-------|
| Datos del Proctor | | |
| Densidad Seca | 2.060 | gr/cc |
| Optimo Humedad | 10.20 | % |

OBSERVACIONES:

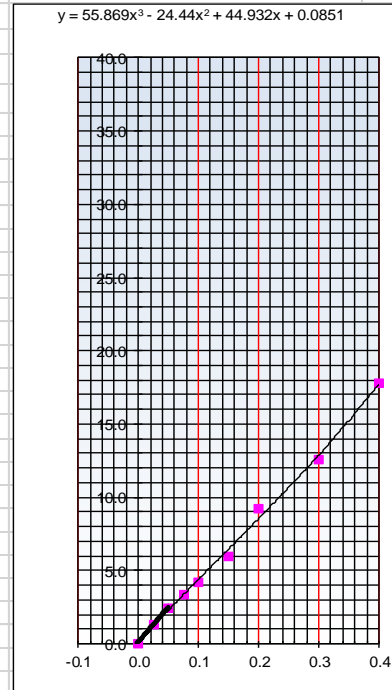
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



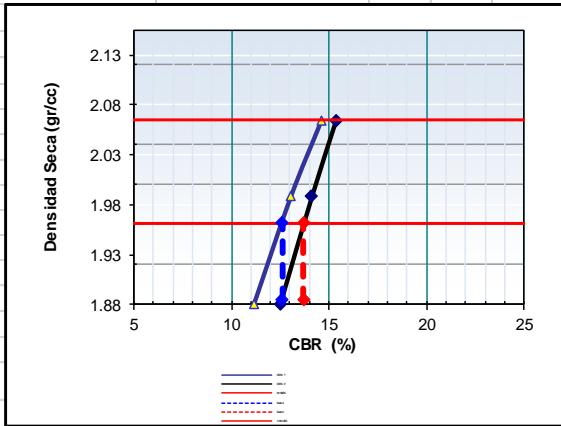
ESTABILIZANTE
CORURO DE SODIO AL 2 %

CALICATA C-2

ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

| | | | |
|-----------|---|---------------|----------------|
| PROYECTO | "ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO CLORURO DE SODIO Y RESINA DE PINO EN SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTO DOMINGO, ABANCAY 2022" | | |
| TESISTA | : JOSE ANTONIO SERRANO BUSTINZA | Fecha | : jun-22 |
| MATERIAL | : SUBRASANTE+ 2% CLORURO DE SODIO | Realizado por | : Tec. E.E.M.R |
| UBICACIÓN | : AV. SANTO DOMINGO KM: 0+250 | Revisado por | : Ing. O.A.M.R |
| MUESTRA | : M - 2 | CALICATA | : C - 2 |
| PROF. (m) | : 1.50 m | | |

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



| Datos del Proctor | | |
|-----------------------------|-------|-------|
| Maxima Densidad Seca | 2.060 | gr/cc |
| Optimo Contenido de Humedad | 10.60 | % |

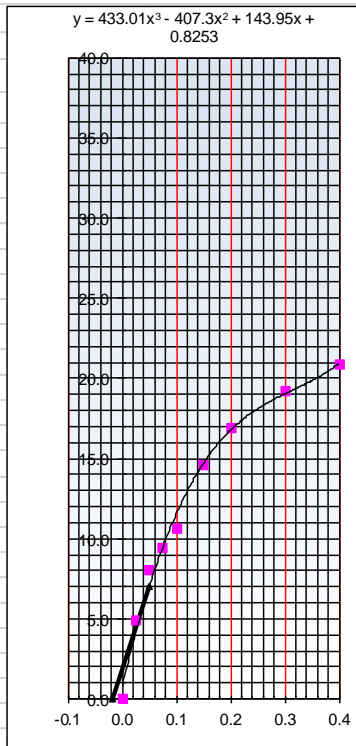
| | | | | |
|------------------------------|------|-------|------|-------|
| C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) | 0.1" | 14.61 | 0.2" | 15.37 |
| C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) | 0.1" | 12.60 | 0.2" | 13.70 |

MODULO DE REACCION DEL SUBGRADO DE LA SUBRASANTE

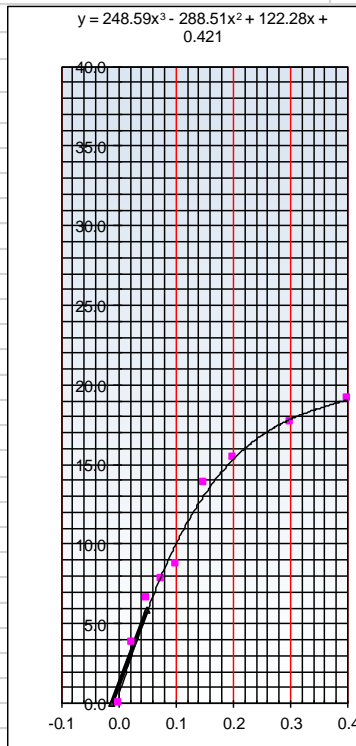
| | | |
|------------------------------|------------------------|-----|
| Si : CBR ≤ 10 % | Ksr 5 + 52.5*Log CBR | |
| Si : CBR > 10 % | Ksr :08*(Log CBR)^4.34 | |
| C.B.R. de la sub rasante (%) | 12.60 | % |
| Coefficiente K sr= | 59.75 | Mpa |

OBSERVACIONES:

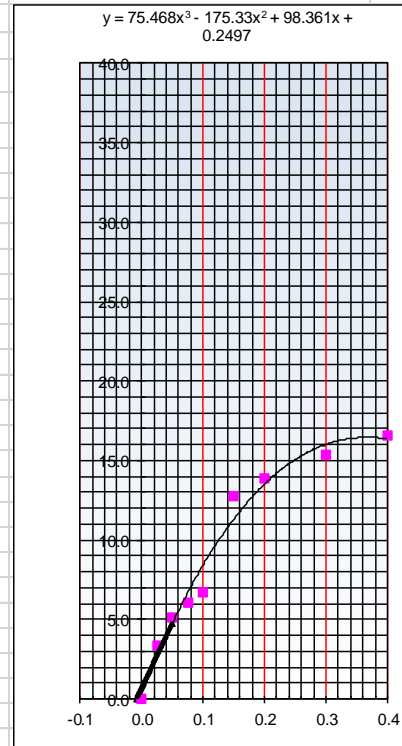
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



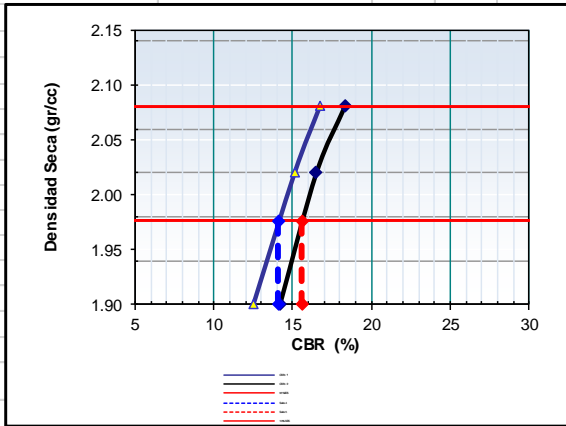
ESTABILIZANTE
CLORURO DE SODIO AL 4 %

CALICATA C-2

ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

| | | | |
|-----------|---|---------------|----------------|
| PROYECTO | "ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO CLORURO DE SODIO Y RESINA DE PINO EN SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTO DOMINGO, ABANCAY 2022" | | |
| TESISTA | : JOSE ANTONIO SERRANO BUSTINZA | Fecha | : jun-22 |
| MATERIAL | : SUBRASANTE+ 4% CLORURO DE SODIO | Realizado por | : Tec. E.E.M.R |
| UBICACIÓN | : AV. SANTO DOMINGO KM: 0+250 | Revisado por | : Ing. O.A.M.R |
| MUESTRA | : M - 2 | CALICATA | : C - 2 |
| PROF. (m) | : 1.50 m | | |

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

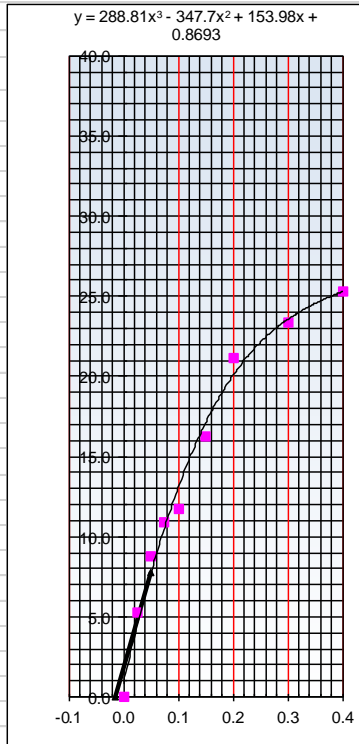


| Datos del Proctor | | | |
|------------------------------|-------|-------|-------------|
| Maxima Densidad Seca | 2.080 | gr/cc | |
| Optimo Contenido de Humedad | 9.80 | % | |
| C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) | 0.1" | 16.71 | 0.2": 18.35 |
| C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) | 0.1" | 14.10 | 0.2": 15.60 |

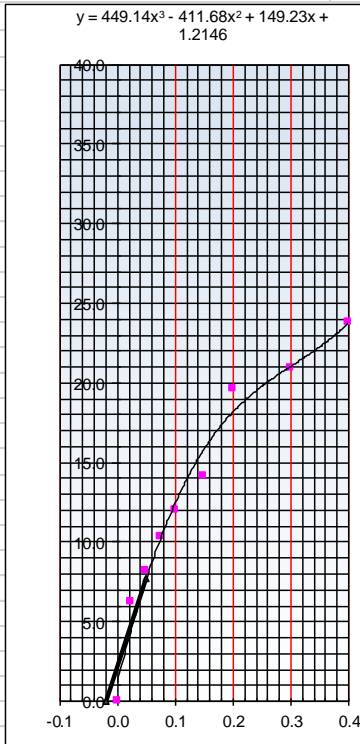
| MODULO DE REACCION DEL SUBGRADO DE LA SUBRASANTE | | | |
|--|----------------------------|-----|--|
| Si : CBR ≤ 10 % | Ksr = 5 + 52.5 * Log CBR | | |
| Si : CBR > 10 % | Ksr = .08 * (Log CBR)^4.34 | | |
| C.B.R. de la sub rasante (%) | 14.10 | % | |
| Coefficiente K sr= | 62.60 | Mpa | |

OBSERVACIONES:

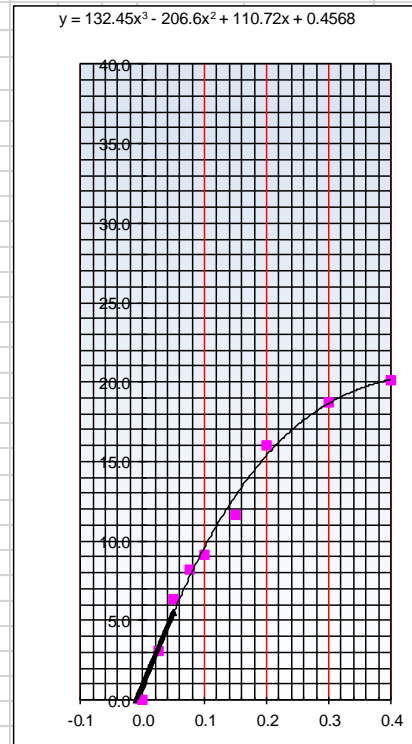
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



$y = 132.45x^3 - 206.6x^2 + 110.72x + 0.4568$



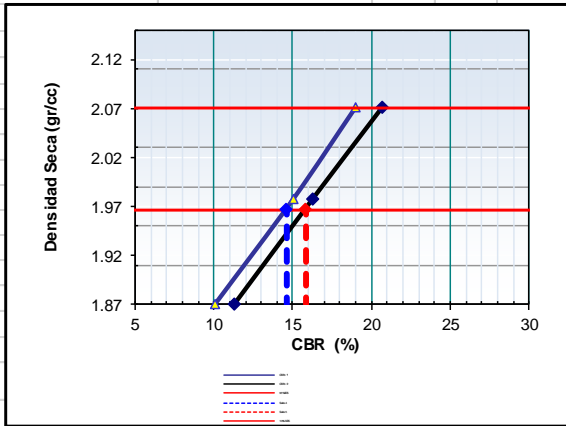
ESTABILIZANTE
CLORURO DE SODIO AL 6 %

CALICATA C-2

ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

| | | | |
|-----------|---|---------------|----------------|
| PROYECTO | ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO CLORURO DE SODIO Y RESINA DE PINO EN SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTO DOMINGO, ABANCAY 2022 | | |
| TESISTA | : JOSE ANTONIO SERRANO BUSTINZA | Fecha | : jun-22 |
| MATERIAL | : SUBRASANTE+ 6% CLORURO DE SODIO | Realizado por | : Tec. E.E.M.R |
| UBICACIÓN | : AV. SANTO DOMINGO KM: 0+250 | Revisado por | : Ing. O.A.M.R |
| MUESTRA | : M - 2 | CALICATA | : C - 2 |
| PROF. (m) | : 1.50 m | | |

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

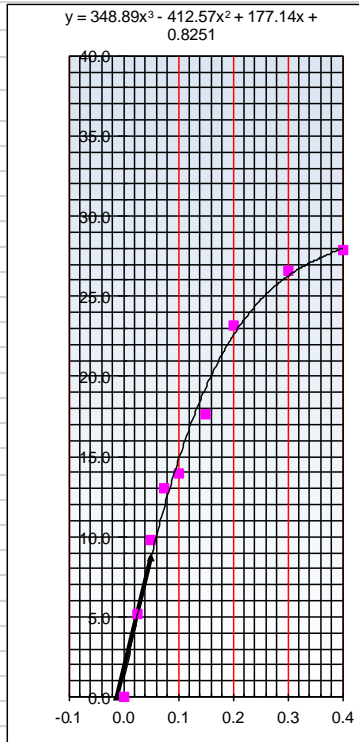


| Datos del Proctor | | | |
|------------------------------|-------|-------|-------------|
| Maxima Densidad Seca | 2.070 | gr/cc | |
| Optimo Contenido de Humedad | 10.00 | % | |
| C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) | 0.1" | 19.01 | 0.2": 20.69 |
| C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) | 0.1" | 14.60 | 0.2": 15.80 |

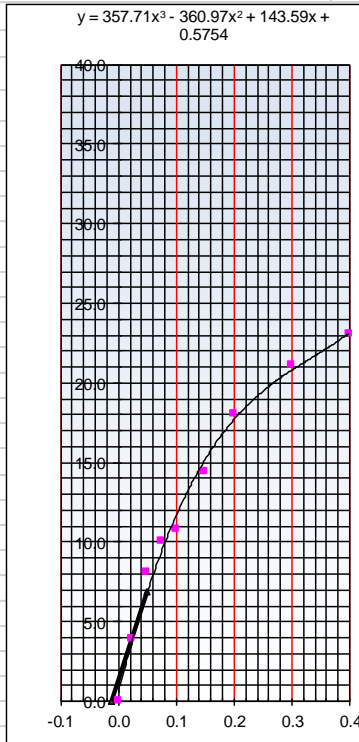
| MODULO DE REACCION DEL SUBGRADO DE LA SUBRASANTE | | | |
|--|----------------------------|-----|--|
| Si : CBR ≤ 10 % | Ksr = 5 + 52.5 * Log CBR | | |
| Si : CBR > 10 % | Ksr = .08 * (Log CBR)^4.34 | | |
| C.B.R. de la sub rasante (%) | 14.60 | % | |
| Coficiente K sr= | 63.57 | Mpa | |

OBSERVACIONES:

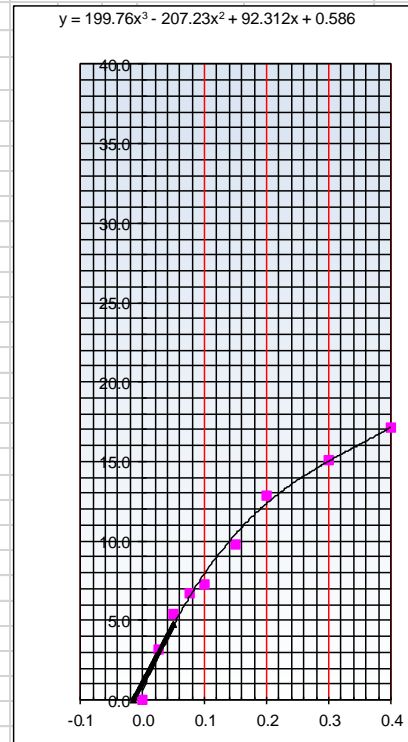
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



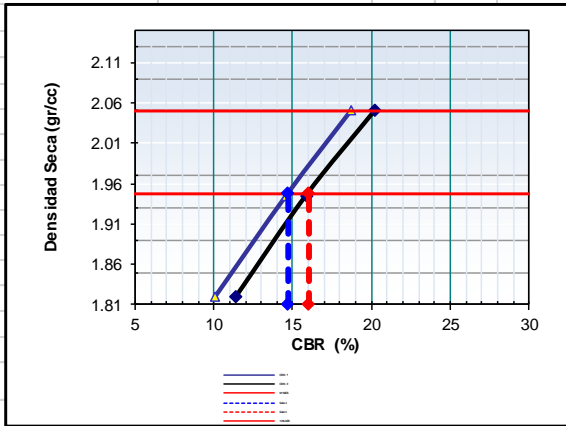
ESTABILIZANTE
CLORURO DE SODIO AL 8 %

CALICATA C-2

ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

| | | | |
|-----------|---|---------------|----------------|
| PROYECTO | "ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO CLORURO DE SODIO Y RESINA DE PINO EN SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTO DOMINGO, ABANCAY 2022" | | |
| TESISTA | : JOSE ANTONIO SERRANO BUSTINZA | Fecha | : jun-22 |
| MATERIAL | : SUBRASANTE+ 8% CLORURO DE SODIO | Realizado por | : Tec. E.E.M.R |
| UBICACIÓN | : AV. SANTO DOMINGO KM: 0+250 | Revisado por | : Ing. O.A.M.R |
| MUESTRA | : M - 2 | CALICATA | : C - 2 |
| PROF. (m) | : 1.50 m | | |

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

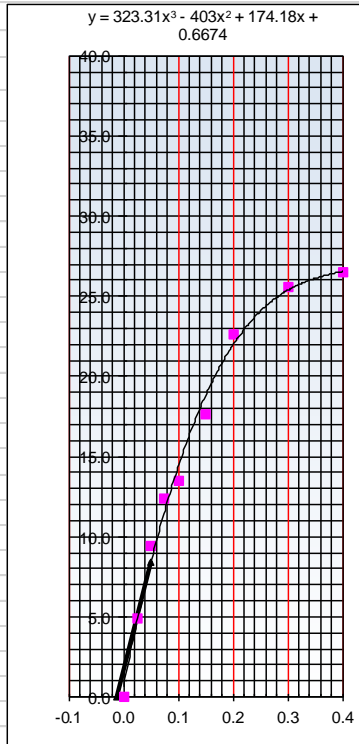


| Datos del Proctor | | |
|------------------------------|-------|-------|
| Maxima Densidad Seca | 2.050 | gr/cc |
| Optimo Contenido de Humedad | 10.20 | % |
| C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) | 0.1" | 18.67 |
| | 0.2" | 20.23 |
| C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) | 0.1" | 14.70 |
| | 0.2" | 16.00 |

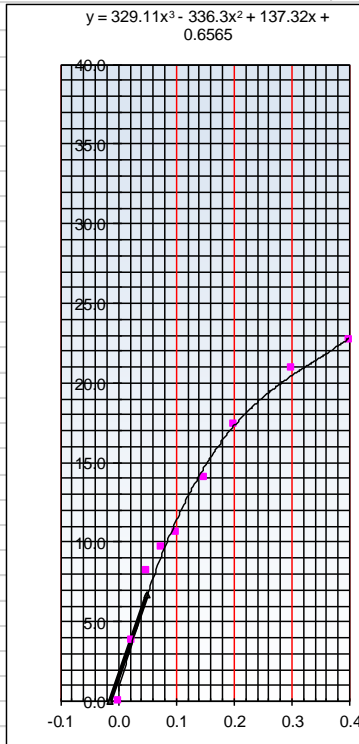
| MODULO DE REACCION DEL SUBGRADO DE LA SUBRASANTE | | |
|--|-----------------------------|-----|
| Si : CBR ≤ 10 % | Ksr = 5 + 52.5 * Log CBR | |
| Si : CBR > 10 % | Ksr = 0.08 * (Log CBR)^4.34 | |
| C.B.R. de la sub rasante (%) | 14.70 | % |
| Coficiente K sr= | 63.77 | Mpa |

OBSERVACIONES:

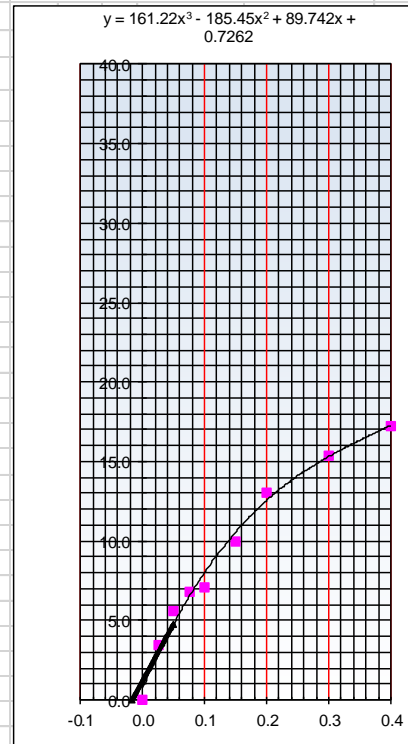
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



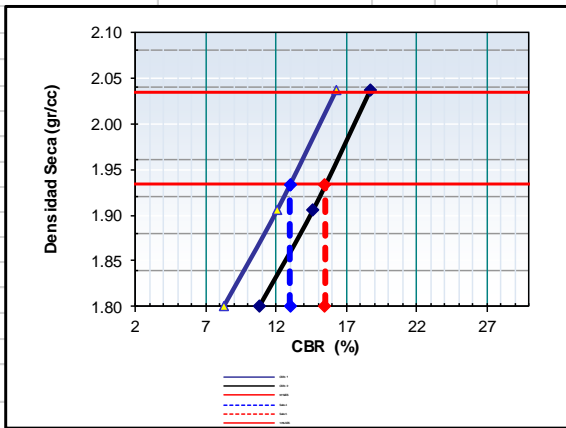
ESTABILIZANTE
RESINA DE PINO AL 2 %

CALICATA C-2

ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

| | | | |
|-----------|---|---------------|----------------|
| PROYECTO | "ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO CLORURO DE SODIO Y RESINA DE PINO EN SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTO DOMINGO, ABANCAY 2022" | | |
| TESISTAS | : JOSE ANTONIO SERRANO BUSTINZA | Fecha | : jun-22 |
| MATERIAL | : SUBRASANTE+ 2% RESINA DE PINO | Realizado por | : Tec. E.E.M.R |
| UBICACIÓN | : AV. SANTO DOMINGO KM: 0+250 | Revisado por | : Ing. O.A.M.R |
| MUESTRA | : M - 2 | CALICATA | : C - 2 |
| PROF. (m) | : 1.50 m | | |

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

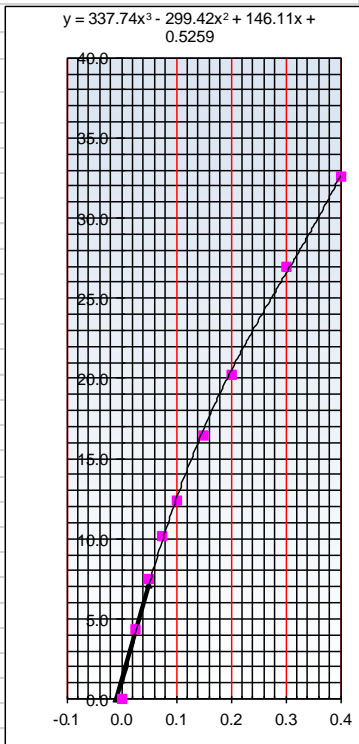


| Datos del Proctor | | | |
|------------------------------|-------|-------|-------------|
| Maxima Densidad Seca | 2.035 | gr/cc | |
| Optimo Contenido de Humedad | 10.90 | % | |
| C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) | 0.1" | 16.35 | 0.2": 18.77 |
| C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) | 0.1" | 13.00 | 0.2": 15.50 |

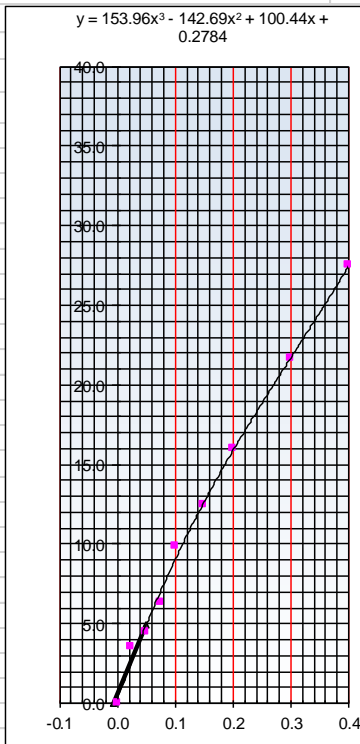
| MODULO DE REACCION DEL SUBGRADO DE LA SUBRASANTE | | |
|--|----------------------------|-----|
| Si : CBR ≤ 10 % | Ksr = 5 + 52.5 * Log CBR | |
| Si : CBR > 10 % | Ksr = .08 * (Log CBR)^4.34 | |
| C.B.R. de la sub rasante (%) | 13.00 | % |
| Coefficiente K sr= | 60.50 | Mpa |

OBSERVACIONES:

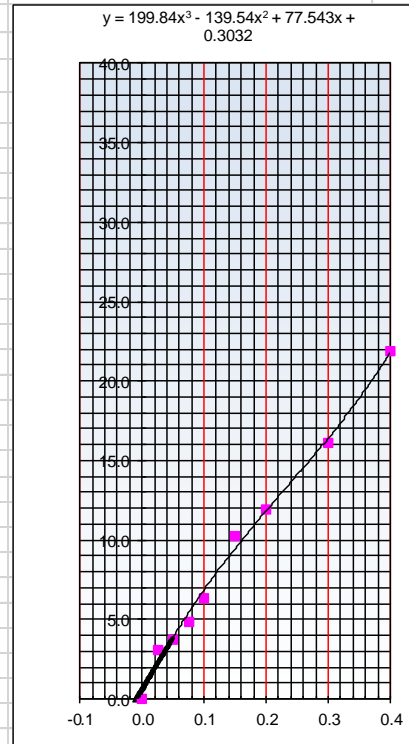
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



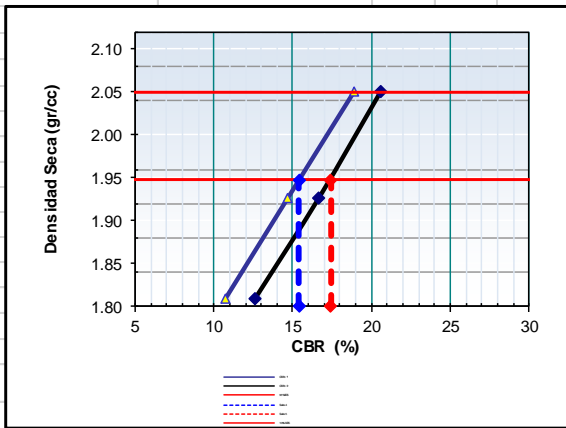
**ESTABILIZANTE
RESINA DE PINO AL 4 %**

CALICATA C-2

ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

| | | | |
|-----------|---|---------------|----------------|
| PROYECTO | "ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO CLORURO DE SODIO Y RESINA DE PINO EN SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTO DOMINGO, ABANCAY 2022" | | |
| TESISTA | : JOSE ANTONIO SERRANO BUSTINZA | Fecha | : jun-22 |
| MATERIAL | : SUBRASANTE + 4% RESINA DE PINO | Realizado por | : Tec. E.E.M.R |
| UBICACIÓN | : AV. SANTO DOMINGO KM: 0+250 | Revisado por | : Ing. O.A.M.R |
| MUESTRA | : M - 2 | CALICATA | : C - 2 |
| PROF. (m) | : 1.50 m | | |

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

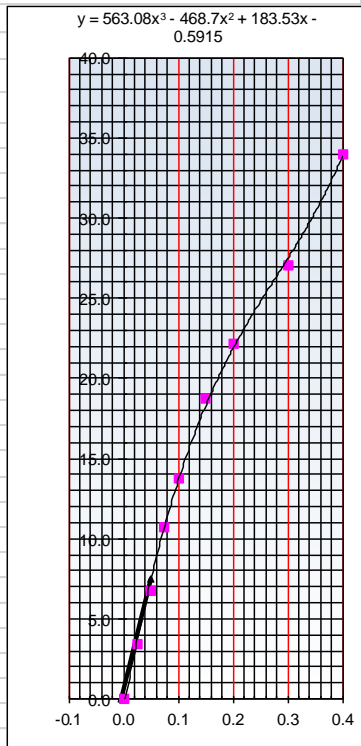


| Datos del Proctor | | |
|------------------------------|-------|-------|
| Maxima Densidad Seca | 2.050 | gr/cc |
| Optimo Contenido de Humedad | 10.60 | % |
| C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) | 0.1" | 18.92 |
| | 0.2" | 20.55 |
| C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) | 0.1" | 15.40 |
| | 0.2" | 17.40 |

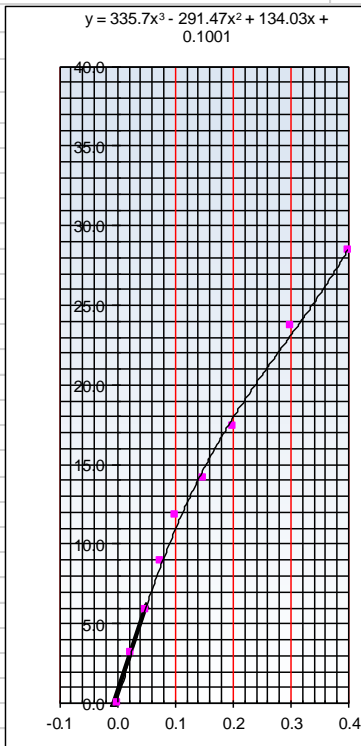
| MODULO DE REACCION DEL SUBGRADO DE LA SUBRASANTE | | |
|--|----------------------------|-----|
| Si : CBR ≤ 10 % | Ksr = 5 + 52.5 * Log CBR | |
| Si : CBR > 10 % | Ksr = .08 * (Log CBR)^4.34 | |
| C.B.R. de la sub rasante (%) | 15.40 | % |
| Coefficiente K sr= | 65.14 | Mpa |

OBSERVACIONES:

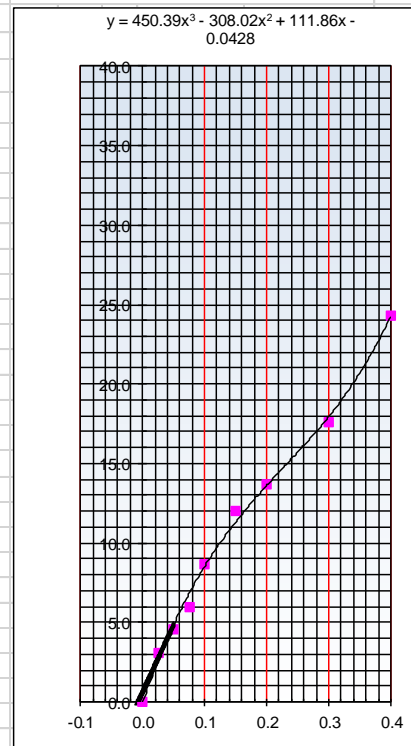
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



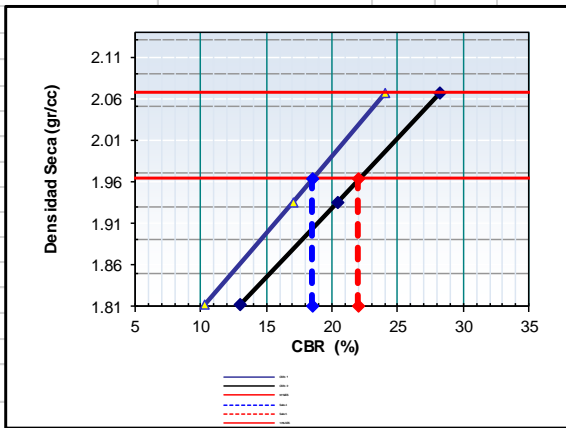
**ESTABILIZANTE
RESINA DE PINO AL 6 %**

CALICATA C-2

ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

| | | |
|-----------|---|------------------------------|
| PROYECTO | "ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO CLORURO DE SODIO Y RESINA DE PINO EN SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTO DOMINGO, ABANCAY 2022" | |
| TESISTAS | : JOSE ANTONIO SERRANO BUSTINZA | Fecha : jun-22 |
| MATERIAL | : SUBRASANTE+ 6% RESINA DE PINO | Realizado por : Tec. E.E.M.R |
| UBICACIÓN | : AV. SANTO DOMINGO KM: 0+250 | Revisado por : Ing. O.A.M.R |
| MUESTRA | : M - 2 | CALICATA : C - 2 |
| PROF. (m) | : 1.50 m | |

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

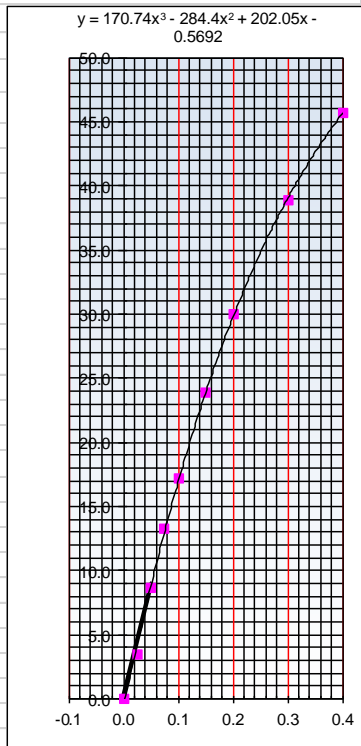


| Datos del Proctor | | |
|------------------------------|------------|------------|
| Maxima Densidad Seca | 2.067 | gr/cc |
| Optimo Contenido de Humedad | 10.20 | % |
| C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) | 0.1" 24.00 | 0.2" 28.23 |
| C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) | 0.1" 18.50 | 0.2" 22.00 |

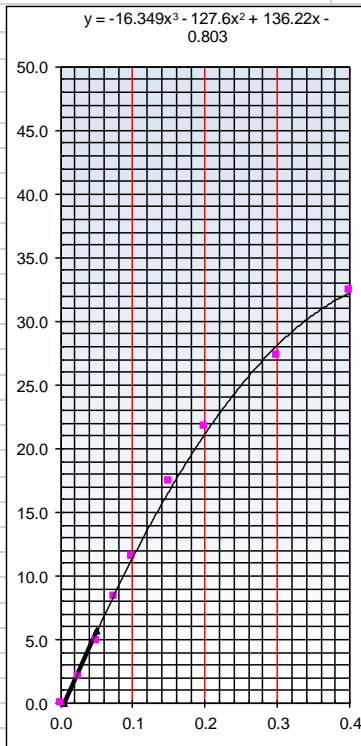
| MODULO DE REACCION DEL SUBGRADO DE LA SUBRASANTE | | |
|--|----------------------------|-----|
| Si : CBR ≤ 10 % | Ksr = 5 + 52.5 * Log CBR | |
| Si : CBR > 10 % | Ksr = .08 * (Log CBR)^4.34 | |
| C.B.R. de la sub rasante (%) | 18.50 | % |
| Coefficiente K sr= | 71.37 | Mpa |

OBSERVACIONES:

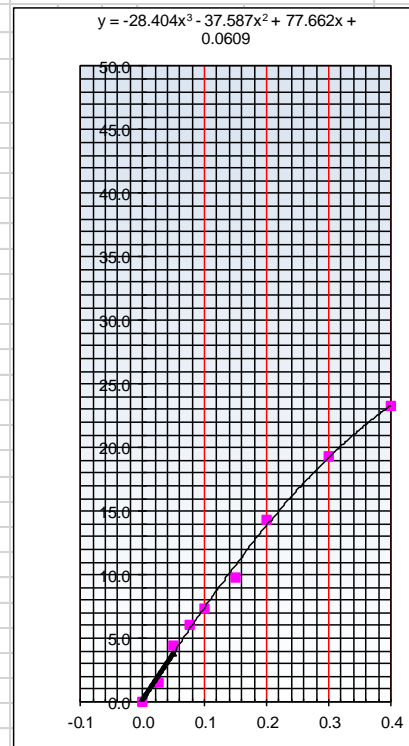
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



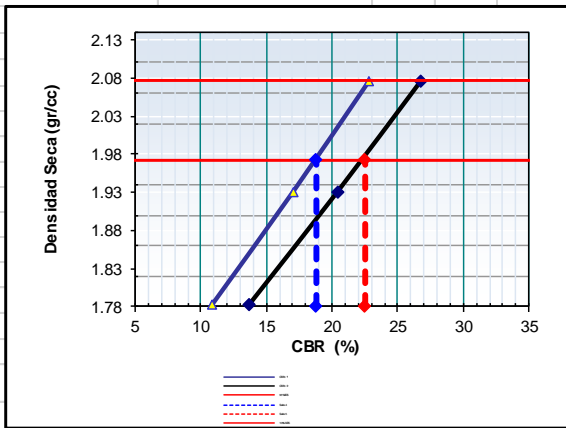
ESTABILIZANTE
RESINA DE PINO AL 8 %

CALICATA C-2

ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

| | | |
|-----------|---|------------------------------|
| PROYECTO | "ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO CLORURO DE SODIO Y RESINA DE PINO EN SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTO DOMINGO, ABANCAY 2022" | |
| TESISTAS | : JOSE ANTONIO SERRANO BUSTINZA | Fecha : jun-22 |
| MATERIAL | : SUBRASANTE+ 8% RESINA DE PINO | Realizado por : Tec. E.E.M.R |
| UBICACIÓN | : AV. SANTO DOMINGO KM: 0+250 | Revisado por : Ing. O.A.M.R |
| MUESTRA | : M - 2 | CALICATA : C - 2 |
| PROF. (m) | : 1.50 m | |

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

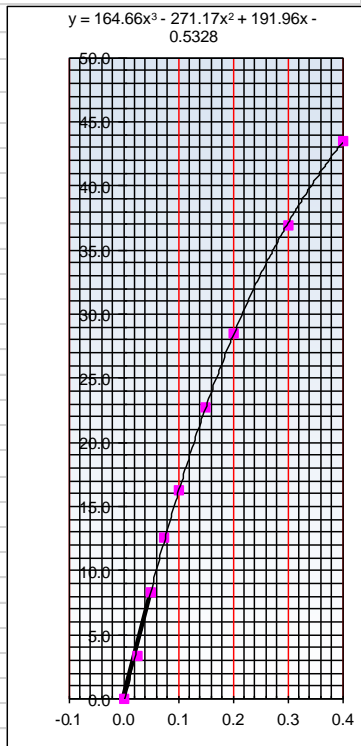


| Datos del Proctor | | |
|------------------------------|------------|------------|
| Maxima Densidad Seca | 2.076 | gr/cc |
| Optimo Contenido de Humedad | 10.00 | % |
| C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) | 0.1" 22.79 | 0.2" 26.80 |
| C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) | 0.1" 18.80 | 0.2" 22.50 |

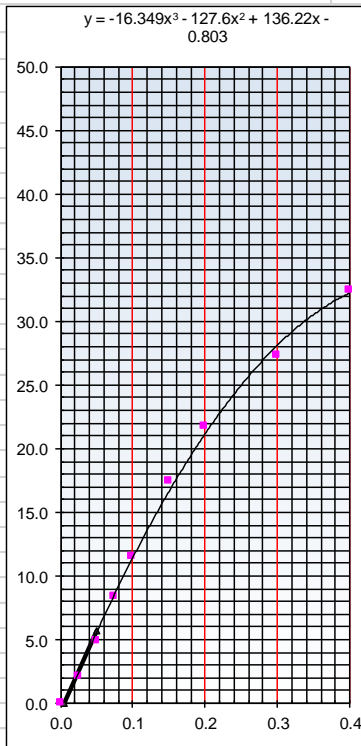
| MODULO DE REACCION DEL SUBGRADO DE LA SUBRASANTE | | |
|--|----------------------------|-----|
| Si : CBR ≤ 10 % | Ksr = 5 + 52.5 * Log CBR | |
| Si : CBR > 10 % | Ksr = .08 * (Log CBR)^4.34 | |
| C.B.R. de la sub rasante (%) | 18.80 | % |
| Coefficiente K sr= | 71.99 | Mpa |

OBSERVACIONES:

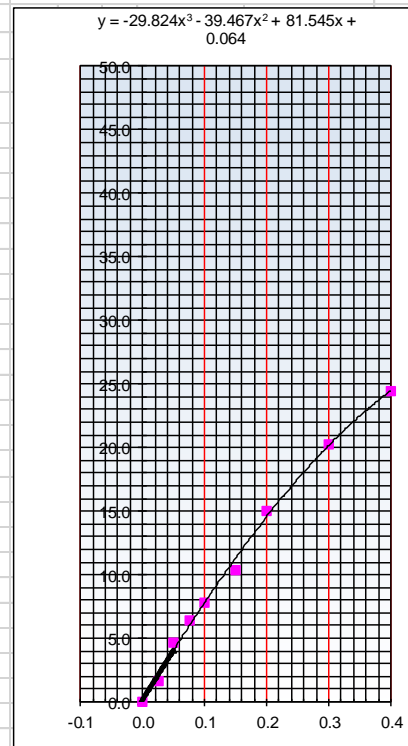
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



ESTABILIZANTE

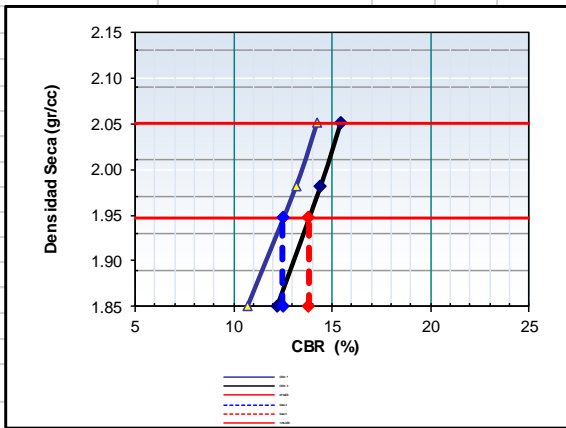
**1% CLORURO DE SODIO + 1% RESINA
DE PINO**

CALICATA C-2

ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

| | | | |
|-----------|---|---------------|----------------|
| PROYECTO | "ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO CLORURO DE SODIO Y RESINA DE PINO EN SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTO DOMINGO, ABANCAY 2022" | | |
| TESISTA | : JOSE ANTONIO SERRANO BUSTINZA | Fecha | : jun-22 |
| MATERIAL | : SUBRASANTE+ 1% CLNA + 1%RESINA DE PINO | Realizado por | : Tec. E.E.M.R |
| UBICACIÓN | : AV. SANTO DOMINGO KM: 0+250 | Revisado por | : Ing. O.A.M.R |
| MUESTRA | : M - 2 | CALICATA | : C - 2 |
| PROF. (m) | : 1.50 m | | |

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

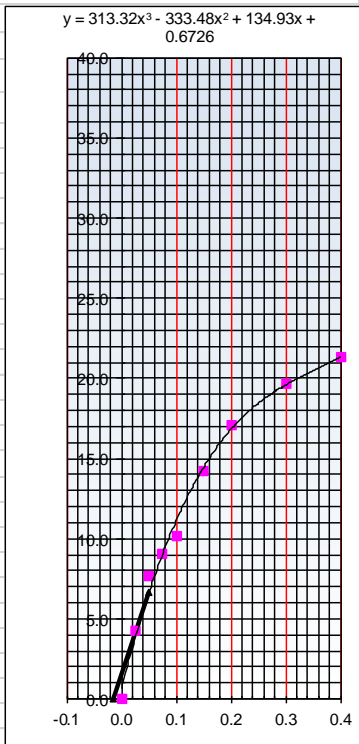


| Datos del Proctor | | | |
|------------------------------|-------|-------|-------------|
| Maxima Densidad Seca | 2.050 | gr/cc | |
| Optimo Contenido de Humedad | 10.50 | % | |
| C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) | 0.1" | 14.27 | 0.2": 15.42 |
| C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) | 0.1" | 12.50 | 0.2": 13.80 |

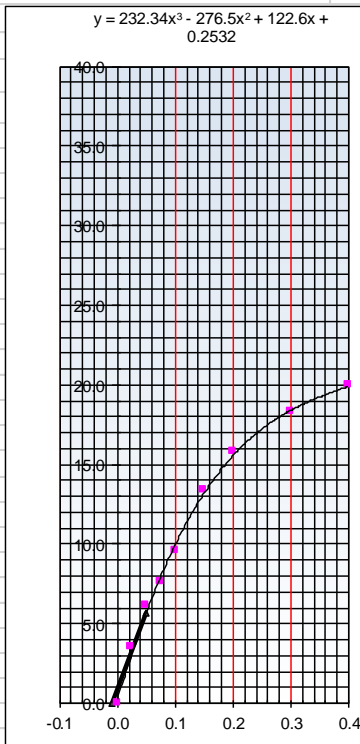
| MODULO DE REACCION DEL SUBGRADO DE LA SUBRASANTE | | | |
|--|----------------------------|-----|--|
| Si : CBR ≤ 10 % | Ksr = 5 + 52.5 * Log CBR | | |
| Si : CBR > 10 % | Ksr = .08 * (Log CBR)^4.34 | | |
| C.B.R. de la sub rasante (%) | 12.50 | % | |
| Coficiente K sr= | 59.57 | Mpa | |

OBSERVACIONES:

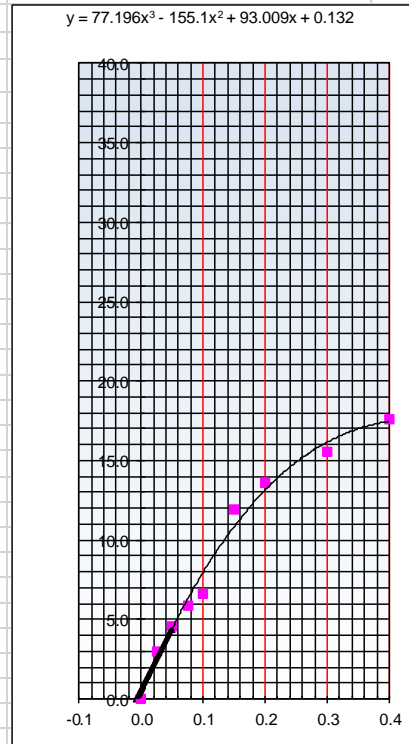
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



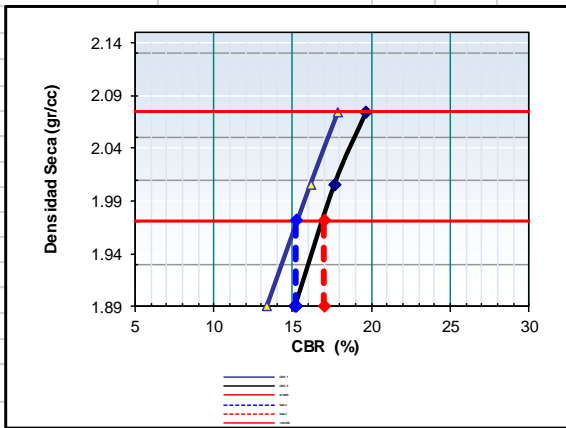
ESTABILIZANTE
2% CLORURO DE SODIO + 2% RESINA
DE PINO

CALICATA C-2

ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

| | | |
|-----------|---|------------------------------|
| PROYECTO | "ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO CLORURO DE SODIO Y RESINA DE PINO EN SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTO DOMINGO, ABANCAY 2022" | |
| TESISTA | : JOSE ANTONIO SERRANO BUSTINZA | Fecha : jun-22 |
| MATERIAL | : SUBRASANTE+ 2% CLNA + 2%RESINA DE PINO | Realizado por : Tec. E.E.M.R |
| UBICACIÓN | : AV. SANTO DOMINGO KM: 0+250 | Revisado por : Ing. O.A.M.R |
| MUESTRA | : M - 2 | CALICATA : C - 2 |
| PROF. (m) | : 1.50 m | |

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

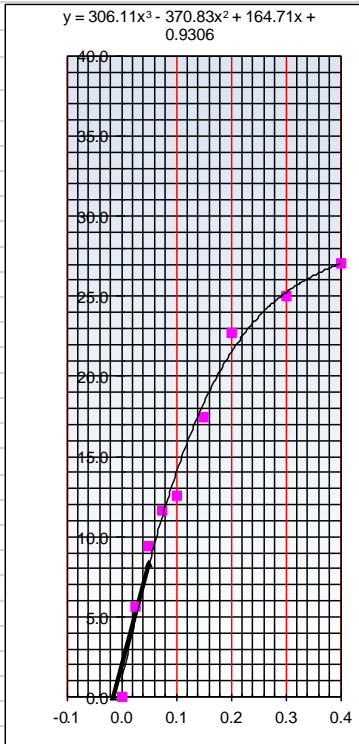


| Datos del Proctor | | |
|------------------------------|------------|------------|
| Maxima Densidad Seca | 2.075 | gr/cc |
| Optimo Contenido de Humedad | 10.00 | % |
| C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) | 0.1" 17.89 | 0.2" 19.65 |
| C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) | 0.1" 15.20 | 0.2" 17.00 |

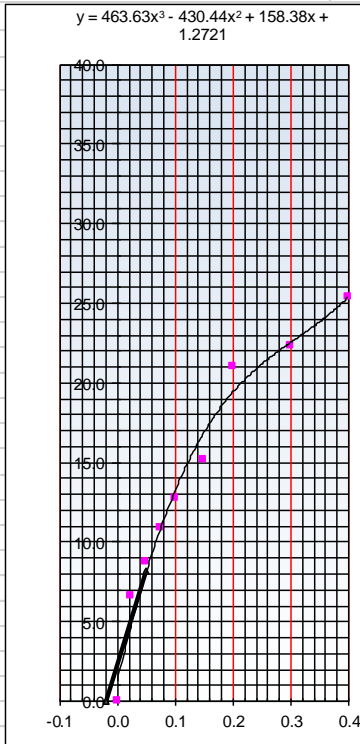
| MODULO DE REACCION DEL SUBGRADO DE LA SUBRASANTE | | |
|--|----------------------------|-----|
| Si : CBR ≤ 10 % | Ksr = 5 + 52.5 * Log CBR | |
| Si : CBR > 10 % | Ksr = .08 * (Log CBR)^4.34 | |
| C.B.R. de la sub rasante (%) | 15.20 | % |
| Coefficiente K sr= | 64.75 | Mpa |

OBSERVACIONES:

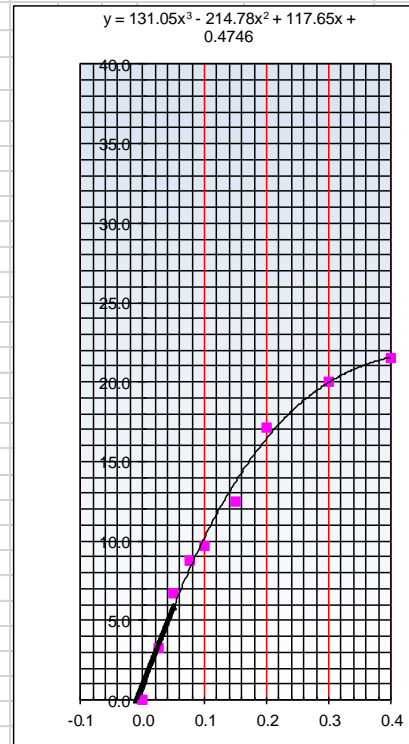
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



$y = 131.05x^3 - 214.78x^2 + 117.65x + 0.4746$



ESTABILIZANTE

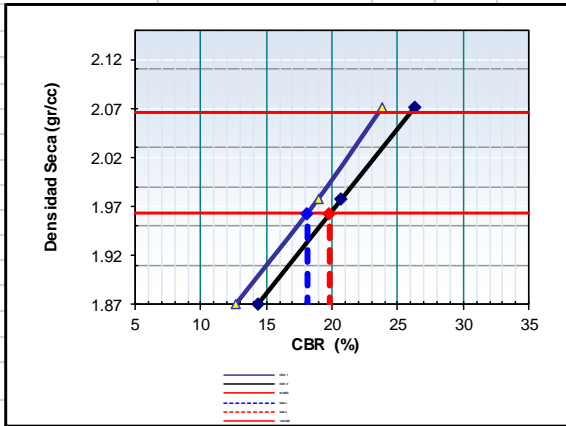
**3% CLORURO DE SODIO + 3% RESINA
DE PINO**

CALICATA C-2

ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

| | | |
|-----------|---|------------------------------|
| PROYECTO | "ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO CLORURO DE SODIO Y RESINA DE PINO EN SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTO DOMINGO, ABANCAY 2022" | |
| TESISTA | : JOSE ANTONIO SERRANO BUSTINZA | Fecha : jun-22 |
| MATERIAL | : SUBRASANTE+ 3% CLNA +3%RESINA DE PINO | Realizado por : Tec. E.E.M.R |
| UBICACIÓN | : AV. SANTO DOMINGO KM: 0+250 | Revisado por : Ing. O.A.M.R |
| MUESTRA | : M - 2 | CALICATA : C - 2 |
| PROF. (m) | : 1.50 m | |

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

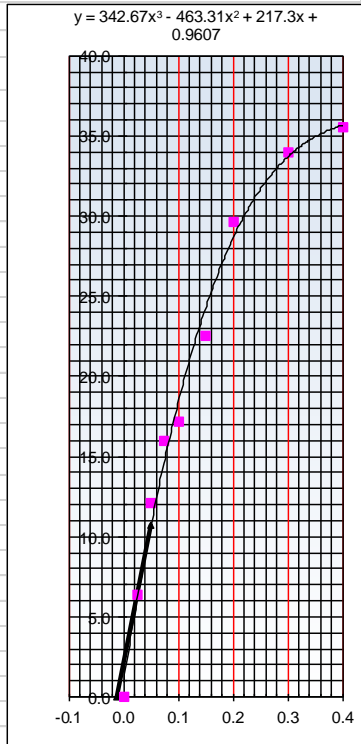


| Datos del Proctor | | |
|------------------------------|------------|------------|
| Maxima Densidad Seca | 2.066 | gr/cc |
| Optimo Contenido de Humedad | 9.50 | % |
| C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) | 0.1" 23.85 | 0.2" 26.30 |
| C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) | 0.1" 18.10 | 0.2" 19.80 |

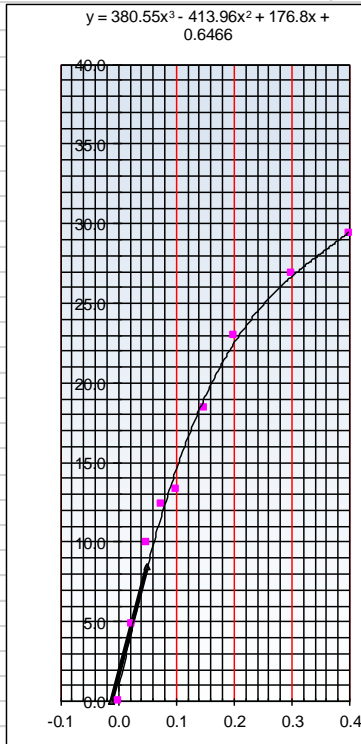
| MODULO DE REACCION DEL SUBGRADO DE LA SUBRASANTE | | |
|--|----------------------------|-----|
| Si : CBR ≤ 10 % | Ksr = 5 + 52.5 * Log CBR | |
| Si : CBR > 10 % | Ksr = .08 * (Log CBR)^4.34 | |
| C.B.R. de la sub rasante (%) | 18.10 | % |
| Coficiente K sr= | 70.56 | Mpa |

OBSERVACIONES:

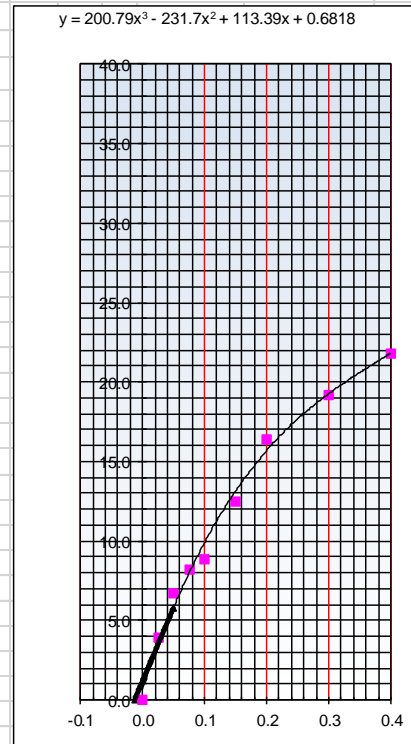
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



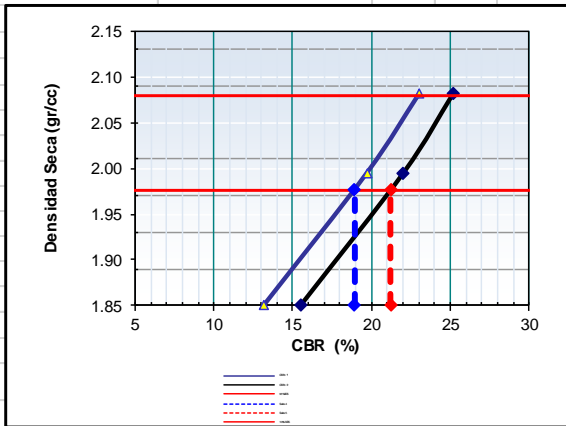
ESTABILIZANTE
4% CLORURO DE SODIO + 4% RESINA
DE PINO

CALICATA C-2

ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

| | | | |
|-----------|---|---------------|----------------|
| PROYECTO | "ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO CLORURO DE SODIO Y RESINA DE PINO EN SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTO DOMINGO, ABANCAY 2022" | | |
| TESISTA | : JOSE ANTONIO SERRANO BUSTINZA | Fecha | : jun-22 |
| MATERIAL | : SUBRASANTE+ 4% CLNA + 4%RESINA DE PINO | Realizado por | : Tec. E.E.M.R |
| UBICACIÓN | : AV. SANTO DOMINGO KM: 0+250 | Revisado por | : Ing. O.A.M.R |
| MUESTRA | : M - 2 | CALICATA | : C - 2 |
| PROF. (m) | : 1.50 m | | |

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

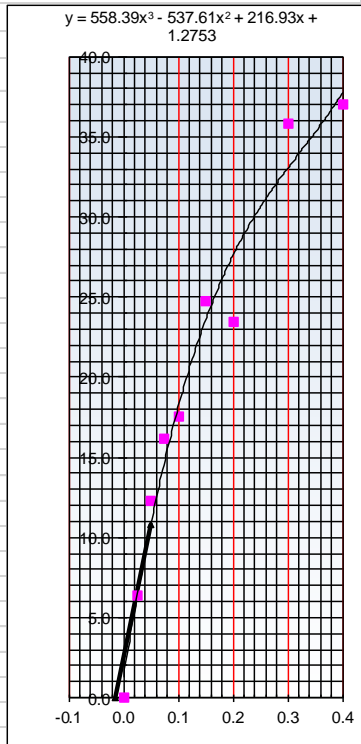


| Datos del Proctor | | |
|------------------------------|-------|-------|
| Maxima Densidad Seca | 2.080 | gr/cc |
| Optimo Contenido de Humedad | 9.30 | % |
| C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) | 0.1" | 23.04 |
| | 0.2" | 25.18 |
| C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) | 0.1" | 18.90 |
| | 0.2" | 21.20 |

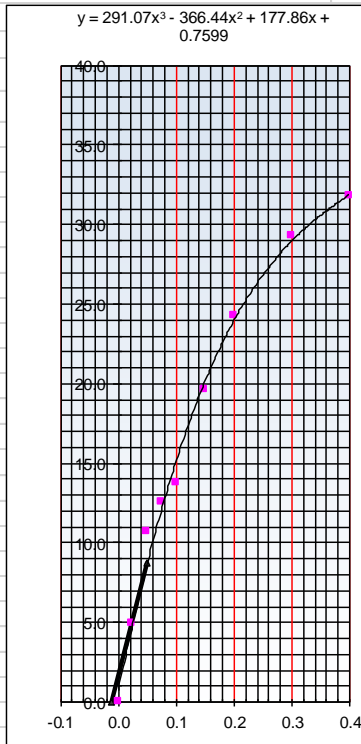
| MODULO DE REACCION DEL SUBGRADO DE LA SUBRASANTE | | |
|--|-----------------------------|-----|
| Si : CBR ≤ 10 % | Ksr = 5 + 52.5 * Log CBR | |
| Si : CBR > 10 % | Ksr = 0.08 * (Log CBR)^4.34 | |
| C.B.R. de la sub rasante (%) | 18.90 | % |
| Coficiente K sr= | 72.19 | Mpa |

OBSERVACIONES:

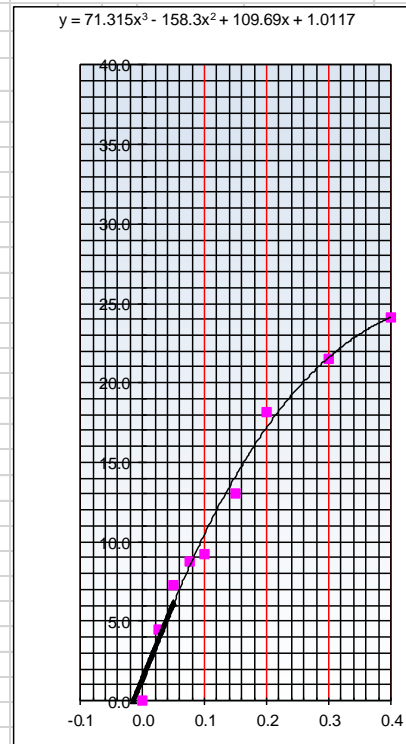
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, asesor de Tesis Completa titulada: "Estabilización de suelos incorporando cloruro de sodio y resina de pino en subrasante de la avenida Santo Domingo, Abancay 2022", cuyo autor es SERRANO BUSTINZA JOSEANTONIO, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 24 de Agosto del 2022

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|---|
| VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO DNI: 16665065 ORCID 0000-0001-5401-2566 | Firmado digitalmente por: VGRANADOSLM el 24- 08-2022 20:27:34 |

Código documento Trilce: TRI - 0423933