



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mejoramiento de la estabilidad de la sub base utilizando Terrasil en el camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona - Huánuco, 2020.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Urquizo Muro, Joel Martin (ORCID: 0000-0002-0939-2077)

ASESOR:

Dr. Principe Reyes, Roger (ORCID: 0000-0002-04989544)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

Lima – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, la inteligencia y la sabiduría quien me guía y protege mis pasos.

A mis padres Elizabeth Muro y Félix Urquizo por ser siempre un ejemplo de esfuerzo y perseverancia ante las adversidades por todo su apoyo, cariño y comprensión durante esta etapa de mi vida.

A mis hermanos Eddy, Milagros y Sandra por su apoyo incondicional a lo largo de este duro camino.

AGRADECIMIENTO

A mis profesores por brindarme sus sabios conocimientos y buenas enseñanzas.

A mi familia y amigos por sus palabras de aliento, apoyo constante y consejos con el fin de cumplir con esta meta.

Índice de contenidos

Caratula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización.....	12
3.3. Población, muestra y muestreo.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimientos.....	14
3.6. Método de análisis de datos.....	14
3.7. Aspectos éticos.....	14
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSION.....	51
VI. CONCLUSIONES.....	55
VII. RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS.....	57
ANEXOS.....	59

Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables	12
Tabla 2: Calicatas realizadas y sus ensayos	21
Tabla 3: Porcentajes retenidos y porcentajes que pasa c-1	32
Tabla 4: Resultado de cálculos de los límites de consistencia c-1	32
Tabla 5: Clasificación de suelo c-1	33
Tabla 6: Porcentajes retenidos y porcentajes que pasa c-2	34
Tabla 7: Resultado de cálculos de los límites de consistencia c-2	34
Tabla 8: Clasificación de suelo c-2	35
Tabla 9: Porcentajes retenidos y porcentajes que pasa c-3	36
Tabla 10: Resultado de cálculos de los límites de consistencia c-3	36
Tabla 11: Clasificación de suelo c-3	37
Tabla 12: Compactación y contenido de Humedad de la muestra c-3	38
Tabla 13: Ensayo de CBR de la muestra c-3	39
Tabla 14: Compactación y contenido de Humedad de la muestra c-3 + terrasil al 0.5%	40
Tabla 15: Ensayo de CBR de la muestra c-3 + terrasil al 0.5%	41
Tabla 16: Compactación y contenido de Humedad de la muestra c-3 + terrasil al 1.0 %	42
Tabla 17: Ensayo de CBR de la muestra c-3 + terrasil al 1.0%	43
Tabla 18: Compactación y contenido de Humedad de la muestra c-3 + terrasil al 2.0 %	44
Tabla 19: Ensayo de CBR de la muestra c-3 + terrasil al 2.0%	45

Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Ubicación geográfica del proyecto	16
Figura 2: Estado actual del tramo Pumahuasi – Porvenir de Marona	17
Figura 3: Plataforma sin superficie de rodadura se puede apreciar la necesidad de colocar una capa de afirmado.	19
Figura 4 : Extracción de muestra de suelo	20
Figura 5 : Ensayo de granulometria por tamizado	22
Figura 6 : Tamizado de muestra de suelo	23
Figura 7 : Pesando la muestra de suelo	23
Figura 8 : Muestras pasantes la malla n° 40 para realizar el ensayo de limites de Atterberg	24
Figura 9 : Humedeciendo la muestra de suelo	25
Figura 10 : Copa casa grande para realizar el límite líquido	25
Figura 11 : Muestra de suelo para realizar el límite plastico	26
Figura 12 : Formando pequeños rollos para obtener el límite plastico	27
Figura 13 : Llenando los moldes para realizar el proctor modificado	28
Figura 14 : Procedimiento de compactación por 5 capas	29
Figura 15: Se sumergen por 96 horas los moldes	29
Figura 16 : Prensa multiusos para ensayo de CBR	30
Figura 17 : Penetrando en la prensa CBR	31
Figura 18 : Se registra las lecturas de carga	31
Figura 19: Curva granulométrica c-1	33
Figura 20: Curva granulométrica c-2	35
Figura 21: Curva granulométrica c-3	37
Figura 22: curva de compactación c-3	38
Figura 23: CBR muestra c-3, curva de compactación y curva CBR	40
Figura 24: curva de compactación c-3 + terrasil al 0.5%	41
Figura 25: CBR muestra c-3 + terrasil al 0.5%, curva de compactación y curva CBR	42
Figura 26: Curva de compactación c-3 + terrasil al 1.0 %	43

Figura 27: CBR muestra c-3 + terrasil al 1.0%, curva de compactación y curva CBR	44
Figura 28: Curva de compactación c-3 + terrasil al 2.0 %	45
Figura 29: CBR muestra c-3 + terrasil al 2.0%, curva de compactación y curva CBR	46
Gráfico 1: Variación de la Densidad Máxima Seca gr/cm ³ del suelo natural y del aditivo terrasil en diferentes proporciones	48
Gráfico 2: Variación del optimo contenido de humedad (%) del suelo natural y del aditivo terrasil en diferentes proporciones	49
Gráfico 3: Variación del CBR al 100% del suelo natural y del aditivo terrasil en diferentes proporciones	49
Gráfico 4: Variación del CBR al 95% del suelo natural y del aditivo terrasil en diferentes proporciones	50

Resumen

La investigación tuvo como propósito determinar de qué forma la utilización de Terrasil, mejora la estabilidad del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona – Huánuco

Este estudio reúne las características metodológicas de una investigación de tipo aplicada. El nivel de la presente investigación es descriptivo y explicativo y el diseño de la investigación es experimental, se consideró como muestra al km 19+840 del camino Pumahuasi-Porvenir de Marona, distrito Daniel Alomia Robles, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. Se utilizó como técnica a la observación directa in situ. Debido a que se realizó durante la experimentación de los ensayos de laboratorio al proceder de forma lógica al recojo de datos, de las muestras ensayadas en su estado natural se determinó que el tipo de suelo corresponde según la clasificación del método AASHTO: A-7-6(11) y SUCS: CL con un CBR al 100% =10.0% y CBR al 95%=7.8% El ensayo realizado al suelo natural + Terrasil al 0.5%, 1.0% y 2.0% se determina un CBR al 95% de 62.5%, 64.0% y 62.9% respectivamente, aumentando en más de ocho veces el CBR del suelo natural Todos los resultados provenientes de los ensayos fueron adecuadamente registrados en una ficha de formato técnico individual. Determinándose que La combinación de la subrasante con el aditivo Terrasil mejora la estabilidad de la sub base del camino vecinal estudiado, por cuanto es ventajoso ya que impermeabiliza el suelo y mejora su capacidad de soporte como en arcillas, limos y arenas, comprobándose la hipótesis general.

Palabras Claves: Terrasil, estabilidad, subbase, proporciones, camino.

Abstract

The purpose of the investigation was to determine how the use of Terrasil, in different proportions, improves the stability of the Pumahuasi-Porvenir de Marona-Topa neighborhood road, Daniel Alomia Robles district in the Leoncio Prado Province - Huánuco

This study brings together the methodological characteristics of applied research. The level of this research is descriptive and explanatory and the research design is experimental, it was considered as a sample at km 19 + 840 of the Pumahuasi-Porvenir de Marona road, Daniel Alomia Robles district, Leoncio Prado province, department of Huánuco. Direct observation in situ was used as a technique. Due to the fact that it was carried out during the experimentation of the laboratory tests when proceeding in a logical way to collect data, from the samples tested in their natural state it was determined that the type of soil corresponds according to the classification of the AASHTO method: A-7- 6 (11) and SUCS: CL with a CBR at 100% = 10.0% and CBR at 95% = 7.8% The test carried out on natural soil + Terrasil at 0.5%, 1.0% and 2.0% determines a CBR at 95% of 62.5%, 64.0% and 62.9% respectively, increasing by more than eight times the CBR of the natural soil. All the results from the tests were properly recorded in an individual technical format sheet. Determining that the combination of the subgrade with the Terrasil additive improves the stability of the sub-base of the studied neighborhood road, as it is advantageous since it waterproofs the soil and improves its bearing capacity as in clays, silts and sands, verifying the general hypothesis.

Keywords: Terrasil, stability, subbase, proportions, path

I. INTRODUCCIÓN

Analizar la calidad del suelo para construir carreteras es de gran relevancia. Este tipo de construcción son frecuentes obras que, a ejecutarse en todo el Perú, entre los procesos que se siguen, está el proceso de estabilizar suelos.

La estabilización es una técnica para mejorar las propiedades ingenieriles de un suelo física o mecánicamente; sin embargo, el término "estabilización" se refiere principalmente a mejoras en las propiedades del suelo mediante la adición de productos químicos. En este sentido, la estabilización química es un procedimiento que ha surgido como alternativa para mejorar propiedades de los suelos tales como plasticidad, permeabilidad, compresibilidad, resistencia mecánica [incluida resistencia al corte y resistencia a la compresión], deformación, inestabilidad volumétrica, asentamiento, cantidad de partículas de arcilla / limo, módulo elástico y durabilidad bajo condiciones ambientales desfavorables, erosión y desgaste (Martel, y Mestanza, 2018).

Terrasil es un compuesto soluble en agua que forma una solución transparente de agua. Terrasil. La nanotecnología ofrece una nanocapa repelente al agua permanente en todo tipo de suelos, áridos y otros materiales inorgánicos para la construcción de carreteras. La reacción conduce a nanosiliconización permanente de las superficies al convertir los grupos silanol amantes del agua en enlaces de siloxano repelentes al agua (Sarango, 2019).

El terrasil es un compuesto organosilano que reacciona con las partículas del suelo y forma capas hidrófobas [aceitosas] en la superficie del suelo y partículas de arcilla. Esto hace que las partículas del suelo sean insensibles al agua y se pueden compactar para mejorar estado de interbloqueo de partículas por equipo y fuerzas de tráfico. Terrasil puede tratar materiales que van desde arcillas hasta arena limosa y grava (Sarango, 2019).

Analizar el mecanismo de los suelos es de importancia económica considerable, por cuanto el suelo es el material más disponible de construcción en cualquier lugar. Además, porque las estructuras que se encuentran encima de la superficie son soportadas bien por roca o por suelo y diversas fuentes de agua pública se encaminan a través del suelo [hacia pozos] o son retenidas en depósitos por él (Sarango, 2019).

En el campo específico de los cursos de tierra, los suelos reciben una variedad e imprevisibilidad prácticamente ilimitada. No obstante, las calles de los barrios son las más desatendidas por los especialistas, en general están trabajadas con suelos no sugeridos, o bombardeando que, sus cualidades físicas y seguras son bajas. Éstos pueden mejorarse de forma individual; Para la situación del avance de este trabajo de examen, se utilizará una sustancia agregada llamada terrasil (Sufiyan y Mohammed, 2019).

La pregunta principal fue, ¿De qué manera la utilización de Terrasil mejora la estabilidad del camino vecinal Pumahuasi, Porvenir de Marona-Huanuco?

Las preguntas específicas fueron las siguientes: PE1. ¿De qué manera el uso del Terrasil puede mejorar la resistencia del camino vecinal Pumahuasi - Porvenir de Marona -Huánuco?; PE2. ¿De qué manera incide la utilización de Terrasil en la máxima densidad seca del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Huánuco? PE3. ¿Cuánto contribuye la utilización de Terrasil en el óptimo contenido de humedad del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Huánuco?

Por ello, la presente investigación propone un objetivo principal: Determinar de qué manera la utilización de Terrasil mejora la estabilidad del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Huánuco, a fin de presentar un estudio diagnóstico que consolide los problemas de la zona en cuestión; que permita brindar alternativas apoyadas con la tecnología que mejoren en las personas la calidad de vida.

Asimismo, entre los objetivos específicos fueron los siguientes: OE1. Analizar de qué manera el uso del Terrasil puede mejorar la resistencia del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Huánuco; OE2. Determinar de qué manera incide la

utilización de Terrasil en la máxima densidad seca del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Huánuco, 2020 OE3. Determinar cuánto contribuye la utilización de Terrasil en el óptimo contenido de humedad del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Huánuco.

Finalmente, la hipótesis general se expresa de manera siguiente: H1. La utilización de Terrasil mejora la estabilidad del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Huánuco. H0. La utilización de Terrasil no mejora la estabilidad del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Huanuco.

Las hipótesis específicas se formularon de la manera siguiente: HE1. La utilización de Terrasil mejora la resistencia del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Huánuco. HE2. La utilización de Terrasil aumenta la máxima densidad seca del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Huánuco. HE3. La utilización de Terrasil contribuye en el óptimo contenido de humedad del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Huánuco.

II. MARCO TEÓRICO

En relación con el tema de investigación presentado existen diversos estudios de las maneras de estabilizar la sub base utilizando Terrasil. A continuación, se muestran investigaciones de tesis similares internacionales y nacionales.

A nivel nacional, se analizó la mejora de la capacidad del suelo en cuanto al soporte en la base del pavimento industrial con distintas dosificaciones del aditivo químico Terrasil en el almacén de concentrados mineros Logisminsa en el distrito de Ventanilla. este estudio se ha realizado con material de cantera, cumpliendo con los estándares de calidad de agregados vigentes para una base, con la excepción del valor de soporte del terreno CBR, siendo esta inferior al parámetro establecido por el plan de carreteras: geología, suelos y pavimentos, esto al tratarse de vehículos industriales, y además de presentar altas cargas concentradas y distribuidas por los concentrados mineros puede ocasionar daños en la losa de concreto lo que implicará un adicional de costo en el mantenimiento, reparación, tiempo de trabajo y horas máquinas. En cuanto a la conclusión el suelo en el proyecto de la presente investigación posee un CBR inadecuado para la conformación de la capa de Base, el cual tenía un valor de CBR de 46%. Por ello, se determina necesaria la estabilización, la cual debe ser de bajo costo y confiable, considerando el alcance del proyecto.

Asimismo, una investigación evaluó la incidencia del aditivo Eco Road 2000 en las características de los suelos cohesivos en el anexo de Palian - Huancayo - Junín. En cuanto a la población usada para esta investigación se tuvo en cuenta 10 calicatas en Palian. Se realizó la identificación de la tecnología usada y del material en la etapa de exploración de los suelos y uso del aditivo en la estabilización de suelos, los autores llegaron a la conclusión del uso del aditivo Eco Road 2000 al natural suelo se notaron cambios notables en la parte mecánica y física, por cuanto el aditivo acelera el proceso de contracción y expansión para lograr un suelo más estable.

Además, otra tesis buscó conocer los propios materiales de la zona y evaluar las propiedades físicas y mecánicas. En cuanto al tipo de investigación fue de tipo aplicada mediante ensayos del CBR. En cuanto a la conclusión se resuelve que el CBR al 100% habla de una expansión del 17%, 36%, 63%; con respecto al CBR del suelo normal. Al utilizar hormigón y Con-help como especialistas en equilibrio en suelos de tierra, se presume que la estimación CBR del tipo de suelo A7-5 [11] aparentemente aumenta en un 9,1%, 10,6%, 12,7%, lo que afecta la ejecución de la calle; Límite de rodamiento más prominente, versatilidad, penetrabilidad, que disminuirá el daño que podría ocasionar la presencia de agua. Verificando que en caso de que sea concebible asentar suelos de tierra con Cemento y Con-Aid para su uso como subrasante en la calle cercana Ruta PA-701.

En la misma línea, se buscó construir la alternativa más ideal dependiendo de los aprendizajes de prueba a nivel de laboratorio, para equilibrar la suciedad de la calle de bajo tráfico en el segmento Poncos - Kochayoc [Ancash] situado en la región de la sierra a más de 2,000 metros sobre el nivel del mar, a partir de las mediciones esperadas de poliacrilamida aniónica, organosilanos subsidiarios o sulfonados, según la pieza característica del material de cantera, limitando gastos. En cuanto al plan de investigación, presenta un plan exploratorio. El segmento solicitado para el examen está ubicado en la división de Ancash, a una altura de más de 2.000 metros sobre el nivel del mar. Para esta propuesta se considera una parte de aproximadamente 10 km de largo. En cuanto al final del examen, se considera la opción más idónea a partir de la prueba aprende a nivel de centro de investigación, se adquiere con el estabilizador aniónico de poliacrilamida, pensando en las propiedades comunes del material certificado de las canteras 1 y 2 de los Poncos - Área de Kochayoc [Ancash], al 0.02% en peso [4gr / m³], ampliando en conjunto el límite de mantenimiento de CBR pensando en 7 días de curado.

También se observó una tesis que buscaba realizar un estudio de adecuación de arcillas, arenas y afirmados, instalando extensiones de los hormigones Pacasmayo Vía fuerte, Mochica y Qhuna en la zona de Lambayeque. En cuanto al

enfoque La exploración es cuantitativa y de prueba, se utilizaron métodos de datos, por ejemplo, la percepción e investigación de registros, para lograr el ajuste del suelo de concreto conforme a los estándares normalizados para cada prueba; era concebible poner a prueba la especulación de asentar las suciedades con hormigón, con una tasa para cada tipo de suelo. Se equilibró, en varias tasas en un rango de 4% a 19% para obtener diversas protecciones y tener la opción de contrastar los resultados y el del suelo común. Razonando que el hormigón Qhuna tiene mejor oposición para los tres tipos de suelo, en ese punto Mochica y con menos obstrucción Viaforte, averiguando cómo asentar los tres tipos de suelo; Examinar que en los lodos y atestiguar su oposición es como la curva de espesor de humedad que llega a un punto más extremo y luego disminuye, no como las arenas que constantemente ascenderán en general. [7]

Por otro lado, en un contexto internacional, se identificó un estudio que buscaba estabilizar un tramo de 1600 m de longitud en la capa de subbase, parte conformante del pavimento de la vía colectora E182 [Carchi]. En la porción de prueba se usó como subbase materia prima de la cantera Cueva Candela, es decir volcánoclastico material que proviene del volcán Chiles. En nuestro país es imperante la necesidad de mejorar, mantener y construir la red viaria en todas sus clases, ya sea esta de primero, segundo, tercero y cuarto orden y las técnicas convencionales que se han utilizado tradicionalmente han generado impacto económico y ambiental. En cuanto a la conclusión se recomienda realizar líneas de investigación de modelos predictivos de deterioro de este tipo de estructuras bajo las consideraciones de clima, tráfico, y materiales, con módulos resilientes que permitirán reducir la brecha de incertidumbre y proponer modelos que se ajusten en mayor precisión a la situación del proyecto, porque no todas las estabilizaciones que existen encajan a una situación similar.

Además, un estudio realizado en Nigeria, evaluó la estabilización de suelos lateríticos utilizando solución de Terrasil. Se llevaron a cabo pruebas preliminares en seis muestras de suelo natural de tres ubicaciones de pozo de préstamo: dos

muestras de suelo de una ubicación de pozo de préstamo particular, para el propósito de identificación y clasificación. Se encontró que las muestras de suelo 1 y 2 del pozo de préstamo 3 eran pobres, por lo tanto, necesitaba estabilización. Mientras que las otras cuatro muestras de los pozos de préstamo 1 y 2 resultaron ser buenas suficiente. Resistencia a la compresión no confinada [UCS], pruebas de propiedades de CBR, y pruebas de compactación se realizaron tanto en las muestras de suelo natural como en el suelo laterítico estabilizado muestras que se estabilizaron mediante la adición de solución de terrasil en porcentajes que van del 0% al 16% en un intervalo del 2%. Los resultados mostraron que la adición de solución de terrasil mejoró la resistencia de las dos muestras de suelo de prestado pozo 3. Para la muestra de suelo 1, los valores de CBR sin remojar aumentaron de 8.4% a 0% al valor óptimo de 30,3% en solución de tierra al 12%, mientras que para la muestra de suelo 2, los valores de CBR sin remojar aumentaron de 6,2% a valor óptimo de 32,0% al 12% de solución de terrasil. Por tanto, se concluyó que la solución terrasil sirve como un Agente estabilizador económico y eficaz para suelos pobres.

Asimismo, una investigación realizada en la India, estudió el comportamiento del suelo de Black Cotton con y sin estabilización. Se utilizó un nanoquímico llamado Terrasil [en diferentes dosis, a saber: 0,03%, 0,05%, 0,07%, 0,09% en peso de suelo seco] y cal [fijado al 2% en peso de suelo seco añadido con toda la variación de suelo seco], como estabilizadores y se examinó el comportamiento del suelo a varias pruebas de laboratorio. Los resultantes de la prueba muestran que el límite líquido, el índice de plasticidad y la DFS del suelo expansivo disminuyeron con el aumento en el porcentaje de tierra y la cantidad óptima de tierra se encontró como 0.07% por peso de suelo seco que es aún más efectivo cuando se agrega cal [2% en peso de suelo seco] con suelo.

En esa misma línea, un estudio realizado en California, tuvo como objetivo determinar la dosis óptima de químico Terrasil usando 30% de arena y 3% de cemento como constante para mejorar las características de resistencia del suelo. La

efectividad de Terrasil se prueba mediante la realización de varias pruebas como UCS, SPT, CBR. Sobre la muestra de suelo tratada con diferentes dosis de Terrasil en 0.6Kg / m³, 0.75Kg / m³ y 1Kg / m³. la combinación de todos estos, es decir, 30% de arena, 3% de cemento y Las diferentes dosis del químico Terrasil tienen una gran influencia en comportamiento de hinchamiento del suelo de algodón negro. Resulto ser valioso y versátil estabilizador en caso de suelo expansivo, ya que mejora casi todos los aspectos geotécnicos propiedades del suelo.

Asimismo, es útil comprender algunos conceptos básicos sobre el mejoramiento de la estabilidad de la sub base utilizando Terrasil, con la finalidad de contar con una más amplia visión del tema de investigación.

Para Sufiyan y Mohammed (2019) el terrasil es un elemento que se compone de organosilano, es soluble en agua, pero se mantiene estable a los rayos UV y al calor. Una de las funciones que resaltan los autores respecto al terrasil es que se caracteriza por ser un modificador de suelo reactivo utilizado para impermeabilizar la subrasante del suelo y bases de piedra.

El terrasil reacciona con grupos de silanol amantes del agua de arena, limo y agregados de arcilla para convertirlos altamente estables. Entonces, se define que el terrasil es un componente que se puede evidenciar en forma de líquido concentrado y se requiere diluir con agua en las especificaciones proporción antes de mezclar con el suelo. Terrasil es nanotecnología basada 100 por ciento organosilano, suelo reactivo soluble en agua, ultravioleta y termoestable modificador para impermeabilizar la subrasante. Reacciona con grupos de silanol amantes del agua de arena, limo, arcilla y agregados para convertirlo en agua altamente estable (Ulloa, 2015).

Para el MTC (2014) respecto al peso del suelo y óptimo contenido de humedad, el descubrimiento de problemas en los asfaltos, la invasión extrema de agua en las estaciones y en los repositorios en miniatura incita a la necesidad de

ampliar la información sobre la conducta volumétrica de los suelos sucios cuando existen variedades en el contenido de humedad de compactación, para adquirir datos y configuración establecer reglas para la planificación y desarrollo de movimientos de tierras, que deciden marcos convincentes para su actividad.

La compactación del suelo es la técnica mediante la cual se aplica la energía mecánica vital y se agrega suficiente contenido de humedad a la masa de suciedad para disminuir el volumen de huecos al remover el aire que envuelve los poros, y posteriormente el volumen completo de la misma, ampliando de esta manera su espesor para mejorar las propiedades de la suciedad (Ulloa, 2015).

El contenido de humedad es significativo en la compactación, ya que se basa en la medida de agua en la masa de suciedad con el objetivo de que las partículas y la acumulación de partículas minerales puedan ser reelaboradas bajo una energía de compactación específica, así mismo condiciona las propiedades del suelo (Ulloa, 2015).

“La subbase es aquella capa de material granular, debajo se ubica la capa más interna o subrasante también llamada la base del pavimento, y sobre la cual está superpuesta la granular base, que casi siempre es de calidad mejor que la anterior” (Llique y Guerrero, 2014, p. 23).

Además, para Ulloa (2015) Es fundamental retratar y evaluar las propiedades de los materiales que formarán la subbase y la base, para que sean adecuadamente impermeables a las deformaciones provocadas por las cargas del tráfico.

A opinión de Kumar y Jain (2017) la subbase es el material elegido e introducido utilizando una estrategia particular, puesta en el terreno de establecimiento, de esta manera aclarando que el desarrollo constante de sub-bases para calles o pistas de aterrizaje requiere una información geotécnica punto por punto sobre los materiales en cuestión. La subbase debe permitir el desperdicio, controlar los cambios en el volumen del terreno del establecimiento y controlar la escasa subida de las aguas subterráneas, evitando así distorsiones inadecuadas.

Puede ser necesaria la disposición del suelo, tonos adicionales de tierra o material desengrasado, además, se puede observar el caso de contraste de sombreado identificado con la asociación subyacente de la suciedad, por ejemplo, las superficies de los totales.

Más claramente, la FAO (2009) sostiene que la disposición del suelo depende de las propiedades del suelo, caracterizadas en cuanto a horizontes, propiedades y materiales sintomáticos, que deberían ser cuantificables y perceptibles en el campo bastante lejos.

Llano y otros (2020) consideran que los suelos que podrían simplemente enmarcarse en atmósferas húmedas están actualmente protegidos en atmósferas secas en ciertos lugares. Dichos suelos tienen componentes importantes para reflejar el sistema de humedad anterior y diferentes reflejos que reflejan el sistema de humedad actual.

La superficie del suelo alude a la extensión general de las clases de tamaño de molécula [o particiones o fracciones del suelo] en un volumen de suelo dado y se describe como una clase de textura del suelo (Llano y otros, 2020).

La FAO (2009) sostiene que los nombres para las clases de tamaño de partícula corresponden estrechamente con la terminología estándar comúnmente utilizada, incluida aquella del sistema utilizado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA]. Sin embargo, muchos sistemas nacionales que describen el tamaño de las partículas y las clases texturales usan más o menos los mismos nombres, pero diferentes fracciones de grano de arena, limo y arcilla, y clases texturales. Esta publicación utiliza el sistema 2000-63-2- μm para las fracciones del tamaño de partícula.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Este estudio reúne las características metodológicas de una investigación de tipo aplicada. Este tipo de trabajos buscan darles solución a problemas prácticos con el apoyo de métodos científicos. Esto explica su interés de aplicar nuevas tecnologías y conocer las consecuencias de su implementación.

El nivel de la presente investigación es descriptivo y explicativo. Un estudio descriptivo tiene como fin la descripción del contexto del objeto de estudio, las partes que lo componen, las clases, las categorías o los vínculos que se establezcan entre distintos objetos. Todas estas acciones se llevan a cabo para encontrar una verdad, comprobar un enunciado o una hipótesis (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Además, posee un nivel explicativo, describe fenómenos o conceptos del trabajo y sus relaciones de relaciones entre variables, están orientados a dar respuesta de las causas de los eventos y fenómenos sociales o físicos. Centra su interés en la explicación de fenómenos y en las condiciones en que se encuentra o por qué se asocian dos o más variables (Niño, 2001).

El diseño de la investigación es experimental, quiere decir que se manipuló variables de forma intencional de una acción para analizar sus posibles resultados. Los diseños experimentales son utilizados cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

En el desarrollo de esta tesis se utiliza un diseño experimental, porque se producirán relaciones de causa – efecto en la variable de investigación, con la utilización del aditivo Terrasil en cantidades respectivas mejorando la estabilidad del camino vecinal. Posee, además, un nivel explicativo porque se interpretarán los resultados de ensayos de laboratorio del camino vecinal y otro con la incorporación

de Terrasil; finalmente se realiza una explicación detallada de la mejora de la estabilización del camino vecinal.

3.2. Variables y operacionalización

Tabla 1. Operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDIDA
VARIABLE INDEPENDIENTE: TERRASIL	Terrasil está disponible en forma de líquido concentrado y se requiere diluir con agua en las especificaciones de proporción antes de mezclar con el suelo. Terrasil es nanotecnología basada en 100 % organosilano, se disuelve en agua, brillante y calor constante, receptivo modificador del suelo para impermeabilizar subrasante del suelo. [11]	Se han considerado como única dimensión: <ul style="list-style-type: none"> Proporción respecto al peso del suelo y contenido de humedad (11) 	Proporción respecto al peso del suelo y contenido de humedad	0.5 Lt/m3 de Terrasil	%
			optimo	1.0 Lt/m3 de Terrasil	%
			humedad	2.0 Lt/m3 de Terrasil	%
VARIABLE DEPENDIENTE: SUBBASE	Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa utiliza granular material [CBR ~ 40%] o tratada con cal, asfalto, o cemento. [18]	Se han considerado las siguientes dimensiones: <ul style="list-style-type: none"> Clasificación de suelos Calidad de la fracción fina del camino Calidad de la fracción gruesa del camino Resistencia del camino (18) 	Clasificación de suelos	Análisis granulométrico Límite Líquido Índice de plasticidad	%
			Calidad de la fracción fina del camino	Gravedad específica y absorción	%
			Resistencia del Camino	Contenido de humedad Proctor modificado California Bearing Ratio [CBR]	

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población, muestra y muestreo

“Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (Niño, 2011, p. 22)

La población de esta investigación estuvo comprendida en el km 19 del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Topa, de Huánuco, 2020.

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014) la muestra es, principalmente, un subconjunto de la población. Es un sub grupo de elementos pertenecientes a la población, definido en sus características.

En esta investigación se empleó el tipo de muestra no probabilística y se consideró como la muestra: el km 19+840 del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Topa, distrito Daniel Alomia Robles, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, 2020.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas se entienden como los procedimientos, operaciones o actividades de investigación, así tenemos, la entrevista y la observación. Otros las nombran “métodos”, por ser procedimientos de investigación. También se indican como los instrumentos o medios de investigación (Niño, 2011).

En esta investigación se utilizaron como técnica a la observación. Debido a que se realizó durante la experimentación de los ensayos de laboratorio al proceder de forma lógica al recojo de datos. Todos los resultados provenientes de los ensayos fueron adecuadamente registrados en una ficha de formato técnico individual, para que posteriormente se realice un correcto análisis.

“Un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente” (Niño, 2011, p. 33).

El instrumento usado en la investigación fue una ficha técnica individual por ensayo a realizar a la muestra natural, y también a muestras modificadas. Por cada ensayo en específico, fueron realizados por medio de equipos de laboratorio de suelos y agregados.

3.5. Procedimientos

Para esta investigación se tomaron procesos de duración periódica, incluyendo la recolección de la muestra para la experimentación. La muestra será netamente proveniente del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona, de Huánuco, para la cual se hará un muestreo de suelos.

Se obtuvo el aditivo químico Terrasil en cantidades necesarias para el proceso de experimentación. Se realizarán los ensayos de laboratorio en los establecimientos del laboratorio INGEOCONTROL

3.6. Método de análisis de datos

En el examen, la información registrada se investigó y evaluó mediante métodos de tablas, figuras y cualidades cuantitativas; para el correcto control y correlación de resultados en los ejemplos de suelos comunes y modificados con las medidas caracterizadas de la sustancia añadida Terrasil.

Todos los resultados de las pruebas fueron proporcionados por el laboratorio de suelos y agregados.

3.7. Aspectos éticos

Se respetó la autenticidad completa del contenido en general y sobre los resultados logrados.

Se incluyó las citas debidas de las teorías relacionadas al tema en esta investigación respetando la autoría de los autores responsables.

A través de evidencias los datos recolectados en el proceso de los ensayos de laboratorio fueron de condición verificable, incluyendo además a las personas que se involucraron en el desarrollo de toda la investigación.

IV. RESULTADOS

4.1. Ubicación geográfica del Proyecto:

El proyecto se encuentra ubicado en:

REGIÓN : Huanuco.
PROVINCIA : Leoncio Prado
DISTRITO : Daniel Alomia Robles
LOCALIDAD : Pumahuasi – Porvenir de Marona - Topa.

La vía de acceso para llegar a la zona del proyecto es de la siguiente manera:

Ingresando por la Ruta Nacional Eje Longitudinal, de la Sierra Norte, Lima – Huánuco – Tingo María, hasta el Km. 426+000 localidad de Tingo María, de ahí se sigue por la ruta vecinal N° 105, (Tingo María - Pumahuasi), recorriendo una longitud de 20.00 Km. hasta llegar a la localidad de Pumahuasi lugar que será el inicio del Proyecto. La distancia desde la ciudad de Huánuco a la localidad de Tingo María, es de 120.00 Km. En un tramo con superficie asfaltada.

Posteriormente se accede al tramo del proyecto mediante las rutas que se describen en los planos clave del presente estudio, cuyas longitudes se encuentran plenamente descritas en el numeral precedente.

UBICACIÓN	
DEPARTAMENTO	HUANUCO
PROVINCIA	HUANUCO
DISTRITO	DANIEL ALOMIA ROBLES
LOCALIDADES	PUMAHUASI - PORVENIR DE MARONA - TOPA
REGION GEOGRAFICA	SELVA
ALTITUD	665 M.S.N.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	ESTA A 09°11'13.35" DE LATITUD SUR Y A 75°57'19.02" LONGITUD OESTE

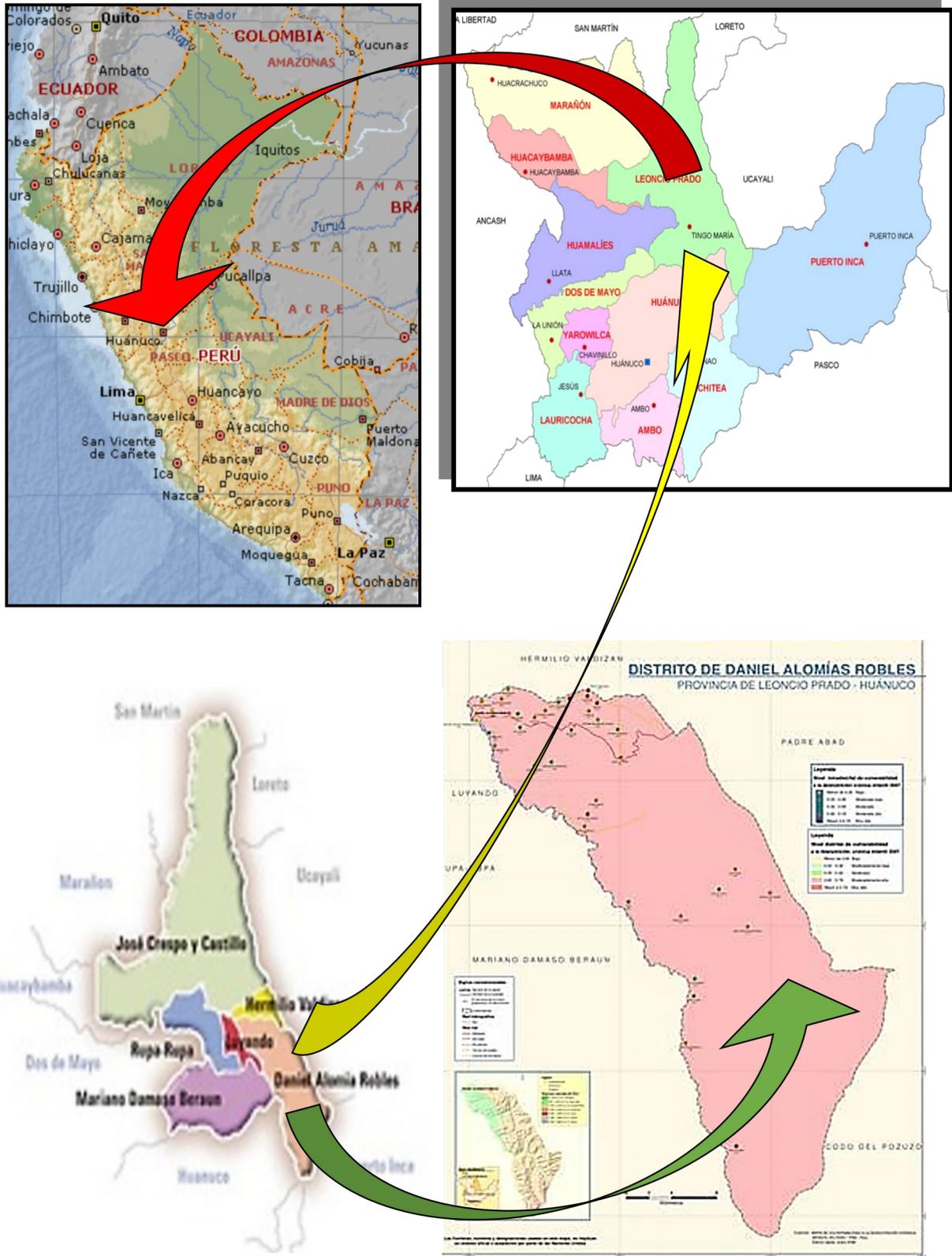


Figura 1: Ubicación geográfica del proyecto
 Fuente: Elaboración propia

4.2. Descripción del tramo de investigación

El TRAMO I: PUMAHUSI – PORVENIR DE MARONA – TOPA, se encuentra en mal estado, transitable solamente en épocas de estiaje, la superficie de rodadura se encuentra a nivel de subrasante natural, sin ningún tipo de mejoramiento ni capa de afirmado, presenta problemas de ahuellamiento y erosión longitudinal de la plataforma. Contempla cunetas de tierra en poca longitud, las mismas que se encuentran colmatadas, por falta de mantenimiento. Su ancho de plataforma es variable de 3.30 a 4.40 metros y en su mayoría contempla una plataforma de 4.00 m. las cuales están en malas condiciones.

En el alineamiento horizontal se aprecian algunas curvas y falta de tangentes mínimas. Las curvas con radios menores y sin visibilidad obligan a cambios bruscos de velocidad, careciendo de señalización preventiva.

Se aprecia también zonas donde es necesario realizar cortes, limpieza y desquinche ya que existe una pendiente muy pronunciada y por el tipo de suelo arcilloso limoso, constituye una zona muy vulnerable en cualquier época del año ya que al menor movimiento este tiende a deslizarse.

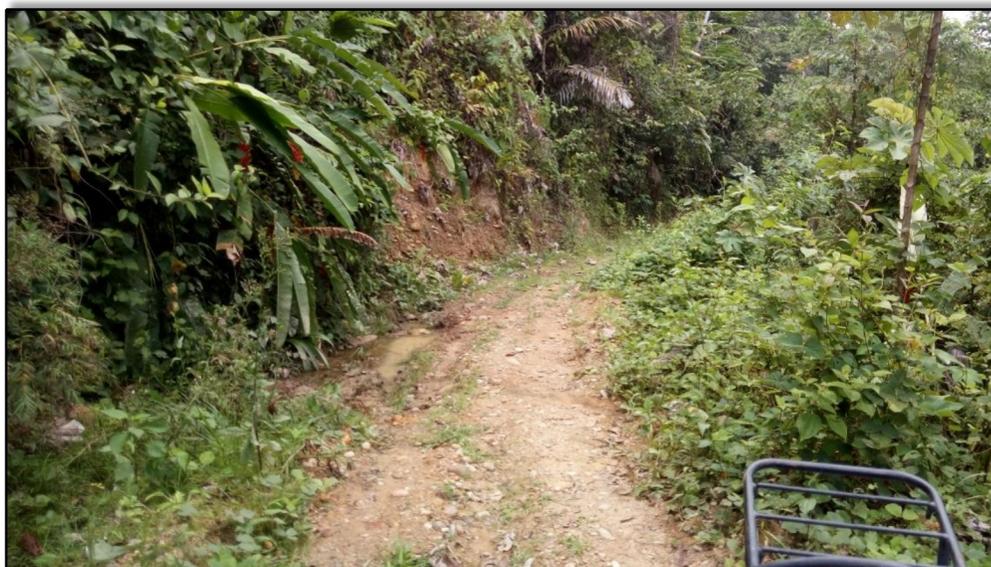


Figura 2: Estado actual del tramo Pumahuasi – Porvenir de Marona

Se observó que a las alcantarillas existentes se encuentra en regular estado, en la mayor parte del tramo no existe alcantarillas, existen gran cantidad de cruces de agua sobre la vía, que son utilizados para riego, en algunas se han construido tajeas rusticas y las demás corren sobre la plataforma, erosionándola y volviéndola intransitable. Cabe indicar que las tajeas existentes son de concreto, con dimensiones bastante pequeñas, encontrándose muchas de ellas obstruidas e inoperativas, permitiendo que el agua corra sobre la plataforma.

La carretera se encuentra en malas condiciones, existen tramos en las que la pendiente es ascendente con pendiente promedio de 7.00%, a partir de ese punto continua el tramo con pendiente descendente promedio de 6.50%. La pendiente máxima del tramo es 12.00%.

Durante las épocas de estiaje la transitabilidad vehicular se ve dificultada por la presencia de nubes de polvo, originadas por el aire que arrastra las partículas finas de la subrasante; este polvo perturba la visibilidad en el vehículo. En época lluviosa, se producen patinajes de los vehículos; y baches debido al desgaste natural y a la formación de barro sobre la subrasante, por estas razones es necesario mejorar la carretera.

Todo el tramo, desde la progresiva 00+000 (Pasando la localidad de Pumahuasi) hasta la progresiva 05+100, se encuentra transitable durante todo el año, conformada por una capa de afirmado pobre y en otros casos de regular estado, que promedia los 7 cm, presenta problemas de ahuellamiento y erosión longitudinal de la plataforma. Contempla cunetas de tierra en poca longitud, las mismas que se encuentran colmatadas y sin mantenimiento alguno. Su ancho de plataforma es variable de 3.30 a 4.00 metros y en su mayoría contempla una plataforma de 4.00 m. las cuales están en regulares condiciones



Figura 3: *Plataforma sin superficie de rodadura se puede apreciar la necesidad de colocar una capa de afirmado.*

Se observó que a las alcantarillas existentes (de concreto) les falta hacer su mantenimiento y limpieza, ya que en su mayoría se encuentran obstaculizados por derrumbes y/o colmataciones, en su recorrido del cauce del agua. Existen cruces de agua sobre la vía, que son utilizados para riego, en donde se han construido tajeas rusticas de piedras, con dimensiones bastante pequeñas, encontrándose muchas de ellas obstruidas e inoperativas, permitiendo que el agua corra sobre la plataforma. Existen tramos con pendiente promedio de 6.50%, La pendiente máxima del tramo es 11.00%.El tipo de terreno predominante en este tramo es tierra compacta, pero existe pequeños tramos de roca suelta. La problemática existente es que en época de estiaje la transitabilidad vehicular se ve dificultada por la presencia de nubes de polvo, originadas por el aire que arrastra los agregados finos de la capa de afirmado; este polvo perturba la visibilidad en el vehículo. En época lluviosa, se producen patinajes de los vehículos; y baches debido al desgaste natural, por estas razones es necesario rehabilitar la carretera

4.3. Ubicación de la muestra

El lugar elegido para la extracción de las muestras C-1, C-2 y C-3 fueron km 19+540, km 19+690, km 19+840, respectivamente, del tramo Alto Huayhuante

4.4. Extracción de la muestra de suelo

La extracción de las muestras de suelo se realizó de acuerdo al manual de carreteras suelos y pavimentos (MTC, 2014, página 26); donde indica que para vías de bajo volumen de tránsito se recomienda una (01) calicata por kilómetro a una profundidad de 1.50 m.

En esta etapa se realizó la excavación de la calicata, se procedió a extraer muestras con ayuda de herramientas manuales como pico, lampa y barreta de una profundidad de 1.50 metros, respecto a la rasante del camino existente que luego se colocó en sacos de 60kg, para proceder a sellar la calicata a fin de evitar accidentes. Finalmente, se envió las muestras al laboratorio INGEOCONTROL ubicado en Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - San Martín de Porres - Lima, para su posterior análisis y ensayo.



Figura 4 : *Extracción de muestra de suelo*

4.5. Ensayo del suelo en laboratorio

Se realizaron los ensayos de suelo natural de acuerdo con las NORMA ASTM D6913, NORMA ASTM D2216, NORMA ASTM D4318, NORMA ASTM D2487, NORMA ASTM D3282 NORMA ASTM D1557/ASTM D1883; con los resultados se procedió a realizar el diseño de mezcla entre el suelo natural y el terrasil con el fin de obtener la resistencia a la compresión en diferentes proporciones (0.5%, 1.0% y 2.0%)

Tabla 2: *Calicatas realizadas y sus ensayos*

CALICATA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD	ENSAYOS PRACTICADOS
C-1	km 19+540	1.5 m	TAMIZADO, LIMITES, SUCS, AASHTO
C-2	km 19+690	1.5 m	TAMIZADO, LIMITES, SUCS, AASHTO
C-3	km 19+840	1.5 m	TAMIZADO, LIMITES, SUCS, AASHTO, PROCTOR MODIFICADO, CBR

Fuente: *Elaboración propia*

4.5.1. Análisis granulométrico por tamizado del suelo natural

El objetivo de este análisis es obtener el porcentaje pasante del suelo por los diferentes diámetros de tamiz, basados en la Norma ASTM D6913

En primer lugar, con una muestra representativa del material se hizo el cuarteo, la cual se apoya en dividir la muestra en 4 partes equivalentes, posteriormente se recogió la cuarta parte del material de aproximadamente. 500gr, en un recipiente, procediendo a secarla, para después pesar en una báscula electrónica; también se procedió a lavar comentado material en la malla doscientos (Nº 200) afín de remover el fino inferior a la malla 200, hasta que el agua pasante sea clara. Llevado a cabo este proceso se vuelve a secar hablado

material lavado, seguidamente se proviene pesar con la intención de seguir con el ensayo de estudio granulométrico.

Después de lo mencionado en el acápite anterior, se procedió con el zarandeo de la muestra en el tamiz de malla circular, después se procedió a pesar las muestras retenidas en cada diámetro de malla, con la finalidad de hacer los cálculos granulométricos respectivos. Los resultados del ensayo llevado a cabo se adjuntan en el anexo, del cual se desprenden las fotos y los siguientes resultados.



Figura 5 : *Ensayo de granulometria por tamizado*



Figura 6 : Tamizado de muestra de suelo



Figura 7 : Pesando la muestra de suelo

4.5.2. Límites de Atterberg

Consiste en determinar la conducta del contenido de humedad del suelo, evaluando la alteración para establecer las diversas etapas de estabilidad.

Límite líquido:

Este ensayo se hizo con las muestras pasantes la malla N° 40, en la cuchara de Casagrande (Juárez & Rico, 2012) quienes proponen registrar valores de entre los 6 y los 35 golpes.

Se hizo el amasado de la muestra; se procedió a prolongar en la cuchara Casagrande y con un acanalador se procedió a hacer un surco de 2 mm, de ancho en la parte baja. (Sánchez, 2014) asegura que, “el LL es la humedad de la muestra una vez que con 25 golpes de la cuchara de Casagrande se consigue cerrar este surco” (p. 22).



Figura 8 : Muestras pasantes la malla n° 40 para realizar el ensayo de límites de Atterberg

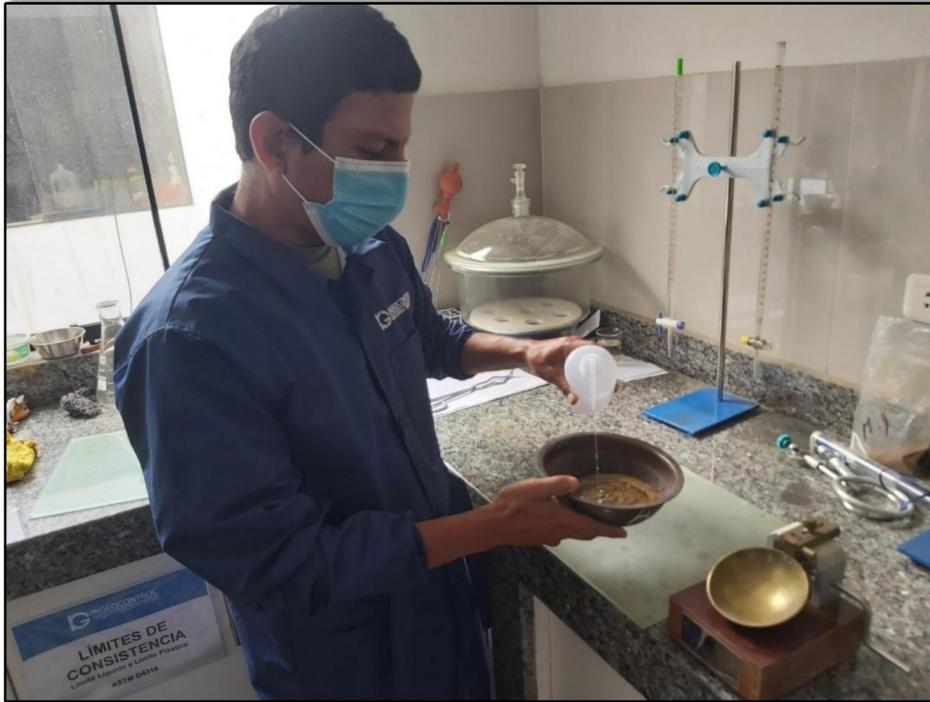


Figura 9 : Humedeciendo la muestra de suelo



Figura 10 : Copa casa grande para realizar el límite líquido

Límite Plástico:

Este límite separa el estado semisólido del plástico; se recibe llevando a cabo el amasado al suelo seco pasante la malla N° 40, con un poco de agua, después se forma pequeños rollos con la palma de la mano sobre una plancha de vidrio (superficie lisa), hasta obtener un diámetro de 3mm, y una longitud de 25 a 30mm. (Sánchez, 2014) Asegura que, “al instante en que se comienzan a conformar fisuras en fracciones de cerca de 6mm, su humedad es la que corresponde al límite plástico” (p. 12).



Figura 11 : *Muestra de suelo para realizar el límite plástico*



Figura 12 : *Formando pequeños rollos para obtener el límite plástico*

4.5.3. Ensayo Proctor modificado del suelo natural

Este ensayo se realizó con el fin de decidir la compactación del suelo con el propósito de obtener la interacción densidad – humedad; basándonos en la Norma ASTM D 1557.

Para este proceso se procedió a secar la muestra al aire independiente sobre una bandeja, en seguida se elaboró 04 especímenes con contenido de agua más cercanos a lo óptimo preciado, que varían en torno al 02%, usándose 01 báscula, moldes y pisón manual; el método del ensayo se hizo según lo indicado en el manual MTC E 115, (MTC, 2016). Los resultados del ensayo llevado a cabo se adjuntan en el anexo, del cual se desprenden los próximos cuadros.



Figura 13 : *Llenando los moldes para realizar el proctor modificado*



Figura 14 : *Procedimiento de compactación por 5 capas*



Figura 15 : *Se sumergen por 96 horas los moldes*

4.5.4. Ensayo de valor de soporte de California - CBR

El ensayo se hizo con el objetivo de obtener la capacidad portante del suelo natural; esta se hizo con base a la Regla AASHTO T-193, ASTM D 1883.

Se procedió a elaborar los especímenes, pesando el molde más su base; también se compactó el espécimen en su interior implementando un sistema dinámico de compactación, usando en cada molde la cantidad de agua y energía correctas (número de capas y de golpes en cada capa), para que quede con humedad y densidad esperada. El método del ensayo se hizo según lo indicado en el manual MTC E 132, (MTC, 2016).



Figura 16 : Prensa multiusos para ensayo de CBR



Figura 17 : *Penetrando en la prensa CBR*



Figura 18 : *Se registra las lecturas de carga*

Muestra de suelo natural C-1

Tabla 3: Porcentajes retenidos y porcentajes que pasa c-1

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE PARCIAL	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASA
3"	76.200			100.00
2"	50.800			100.00
1 1/2"	38.100			100.00
1"	25.400			100.00
3/4"	19.000			100.00
3/8"	9.500			100.00
Nº 4	4.750	0.30	0.30	99.70
Nº 10	2.000	2.23	2.53	97.47
Nº 20	0.840	3.38	5.91	94.09
Nº 40	0.425	2.68	8.59	91.41
Nº 60	0.250	2.10	10.68	89.32
Nº 100	0.150	4.76	15.45	84.55
Nº 140	0.106	1.79	17.23	82.77
Nº 200	0.075	1.80	19.03	80.97
< Nº 200	---	80.97	100.00	

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 4: Resultado de cálculos de los límites de consistencia c-1

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	42
LÍMITE PLÁSTICO	21
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	21
INDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	1.8
INDICE DE LIQUIDEZ (IL)	-0.8
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 5: Clasificación de suelo c-1

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	CL
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-7-6 (9)
NOMBRE DEL GRUPO	Arcilla de baja plasticidad con arena

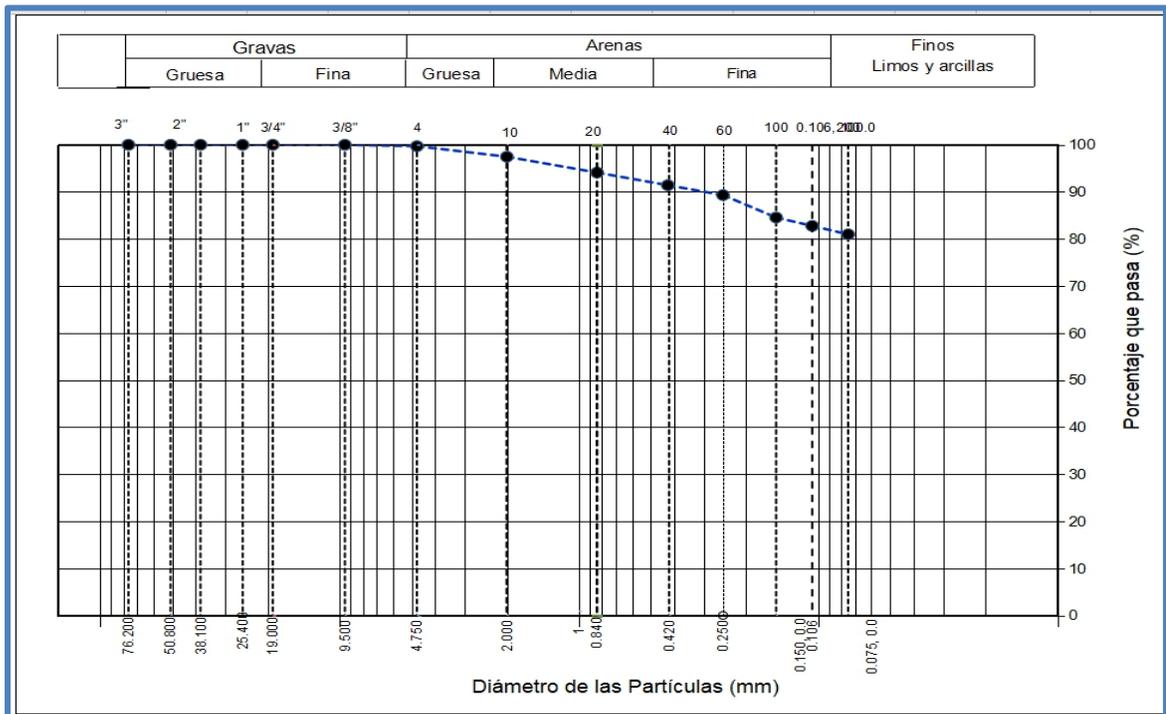


Figura 19: Curva granulométrica c-1

Fuente: Elaboración propia

Muestra de suelo C-2

Tabla 6: Porcentajes retenidos y porcentajes que pasa c-2

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE PARCIAL	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASA
3"	76.200			100.00
2"	50.800			100.00
1 1/2"	38.100			100.00
1"	25.400			100.00
3/4"	19.000			100.00
3/8"	9.500			100.00
Nº 4	4.750			100.00
Nº 10	2.000	0.85	0.85	99.15
Nº 20	0.840	1.53	2.38	97.62
Nº 40	0.425	1.36	3.74	96.26
Nº 60	0.250	2.07	5.81	94.19
Nº 100	0.150	2.57	8.38	91.62
Nº 140	0.106	2.18	10.55	89.45
Nº 200	0.075	5.78	16.33	83.67
< Nº 200	---	83.67	100.00	

Tabla 7: Resultado de cálculos de los límites de consistencia c-2

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	43
LÍMITE PLÁSTICO	20
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	23
INDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	1.6
INDICE DE LIQUIDEZ (IL)	-0.6
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

Tabla 8: Clasificación de suelo c-2

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	CL
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-7-6 (10)
NOMBRE DEL GRUPO	Arcilla de baja plasticidad con arena

Fuente: *Elaboración propia*

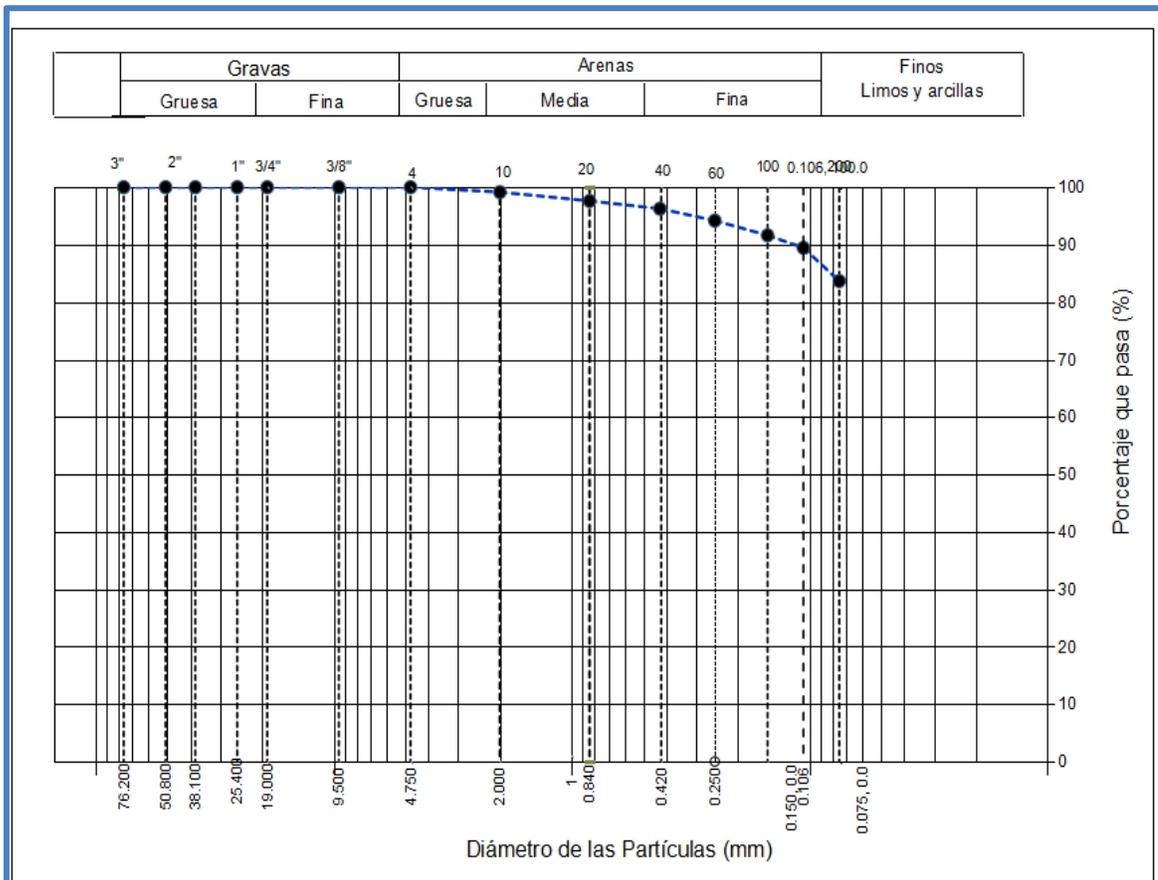


Figura 20: Curva granulométrica c-2

Fuente: *Elaboración propia*

Muestra de suelo C-3

Tabla 9: Porcentajes retenidos y porcentajes que pasa c-3

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE PARCIAL	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASA
3"	76.200			100.00
2"	50.800			100.00
1 1/2"	38.100			100.00
1"	25.400			100.00
3/4"	19.000			100.00
3/8"	9.500			100.00
Nº 4	4.750			100.00
Nº 10	2.000	1.08	1.08	98.92
Nº 20	0.840	2.17	3.25	96.75
Nº 40	0.425	5.60	8.84	91.16
Nº 60	0.250	2.17	11.01	88.99
Nº 100	0.150	2.18	13.19	86.81
Nº 140	0.106	2.71	15.90	84.10
Nº 200	0.075	1.44	17.35	82.65
< Nº 200	---	82.65	100.00	

Fuente: *Elaboración propia*

Límites de consistencia

Tabla 10: Resultado de cálculos de los límites de consistencia c-3

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	47
LÍMITE PLÁSTICO	19
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	28
INDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	1.3
INDICE DE LIQUIDEZ (IL)	-0.3
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

Fuente: *Elaboración propia*

Clasificación de suelo

Tabla 11: Clasificación de suelo c-3

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	CL
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-7-6 (11)
NOMBRE DEL GRUPO	Arcilla de baja plasticidad con arena

Fuente: Elaboración propia

Curva granulométrica

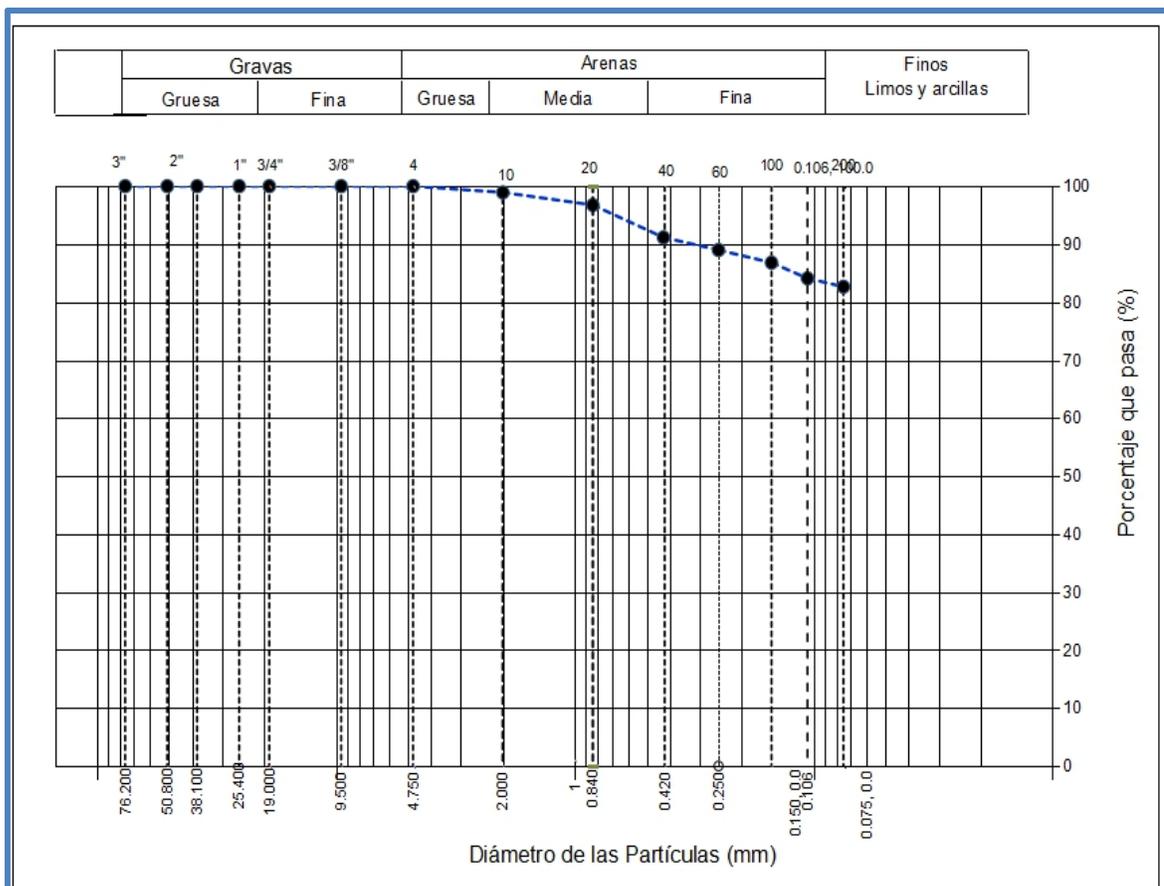


Figura 21: Curva granulométrica c-3

Tabla 12: Compactación y contenido de Humedad de la muestra c-3

Proyecto	: Mejoramiento de la estabilidad de la subbase utilizando Terrasil en diferentes proporciones del camino vecinal Pumahuasi - Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomia Robles, Leoncio Prado, Huánuco		Registro N°:	IGC20-LEM-031-04		
Solicitante/Propietario	: Joel Martín Urquiza Muro		Muestreado por :	Solicitante		
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	B. Melgar		
Ubicación de Proyecto	: Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomia Robles, Leoncio Prado, Huánuco		Fecha de Ensayo:	17/12/2020		
Material	: Terreno natural		Turno:	Diurno		
Identificación	: Suelo natural		Profundidad:	0.00 - 1.50 m		
Sondaje / Calicata	: C-3		Norte:	---		
N° de Muestra	: M-1		Este:	---		
Progresiva	: ---		Cota:	---		
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883						
			Volumen Molde	2123 cm ³		
			Peso Molde	6292 gr.		
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,676	10,981	11,285	11,130	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,384	4,689	4,993	4,838	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2,065	2,209	2,352	2,279	
Recipiente Numero						
Peso de la Tara	gr.	123.4	152.3	148.4	148.0	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	373.6	675.2	815.8	742.1	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	336.5	587.0	691.0	619.5	
Peso del agua	gr.	37.1	88.2	124.8	122.6	
Peso del suelo seco	gr.	213	435	543	472	
Contenido de agua	%	17.4	20.3	23.0	26.0	
Densidad Seca	gr/cc	1.759	1.836	1.912	1.809	

Fuente: Elaboración propia

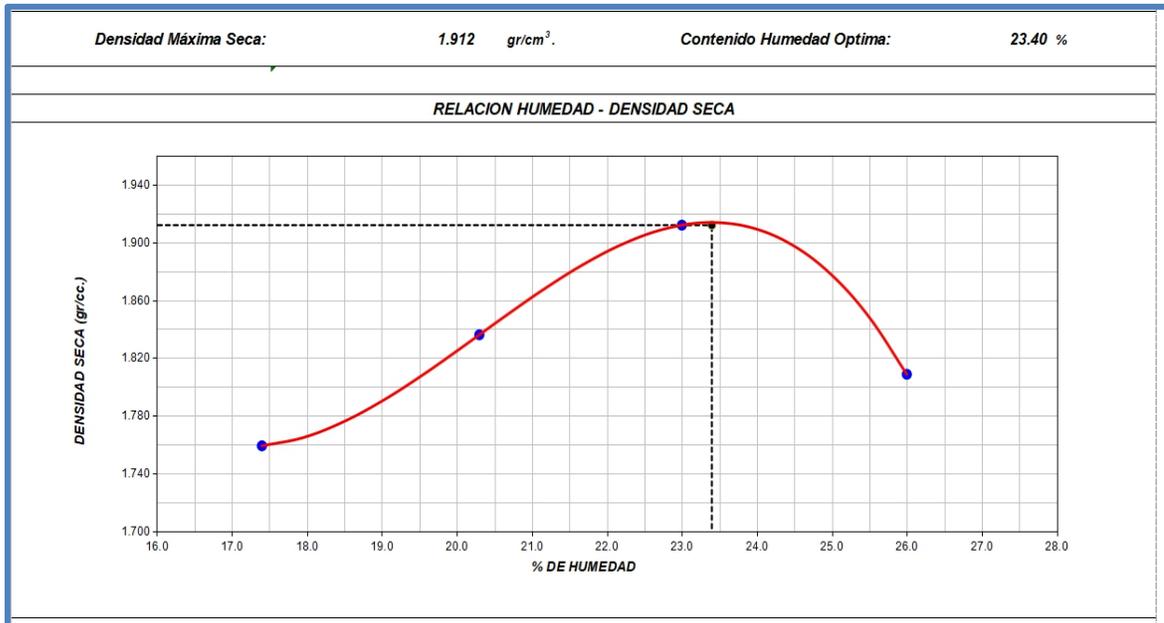


Figura 22: curva de compactación c-3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Ensayo de CBR de la muestra c-3

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883													
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	1				2				3				
Número de capas	5				5				5				
Número de golpes	56				25				10				
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		
Peso suelo + molde (gr.)	9,742				9,532				9,431				
Peso molde (gr.)	4,698				4,762				4,794				
Peso suelo compactado (gr.)	5,044				4,770				4,637				
Volumen del molde (cm ³)	2,135				2,129				2,122				
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,363				2,240				2,185				
Humedad (%)	23.5				23.3				23.6				
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,913				1,817				1,768				
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	148.4				147.1				148.0				
Tara + suelo húmedo (gr.)	797.3				806.1				729.0				
Tara + suelo seco (gr.)	673.8				681.6				618.1				
Peso de agua (gr.)	123.5				124.5				110.9				
Peso de suelo seco (gr.)	525.4				534.5				470.1				
Humedad (%)	23.5				23.3				23.6				
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
02-Dec	14:00	0	110	0.00	0.00	110	0.00	0.00	110	0.00	0.00		
03-Dec	14:00	24	190	2.03	1.75	187	1.96	1.68	178	1.73	1.48		
04-Dec	14:00	48	200	2.29	1.96	198	2.24	1.92	196	2.18	1.88		
05-Dec	14:00	72	210	2.54	2.18	217	2.72	2.33	200	2.29	1.96		
06-Dec	14:00	96	234	3.15	2.71	222	2.84	2.44	212	2.59	2.23		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		Indicador	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	Indicador	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	Indicador	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		3	1.2			3	1.1			2	1.0		
0.050		9	2.6			8	2.3			7	2.0		
0.075		16	4.1			14	3.6			12	3.1		
0.100	70.307	30	7.2	7.0	10.0	23	5.7	5.5	7.8	21	5.2	4.8	6.8
0.150		43	10.1			35	8.4			31	7.5		
0.200	105.460	57	13.2	13.6	12.9	48	11.3	11.0	10.4	41	9.7	9.5	9.0
0.300		78	17.9			66	15.3			56	13.1		
0.400		106	24.2			90	20.6			77	17.6		
0.500		125	28.4			106	24.2			90	20.7		

Fuente: Elaboración propia

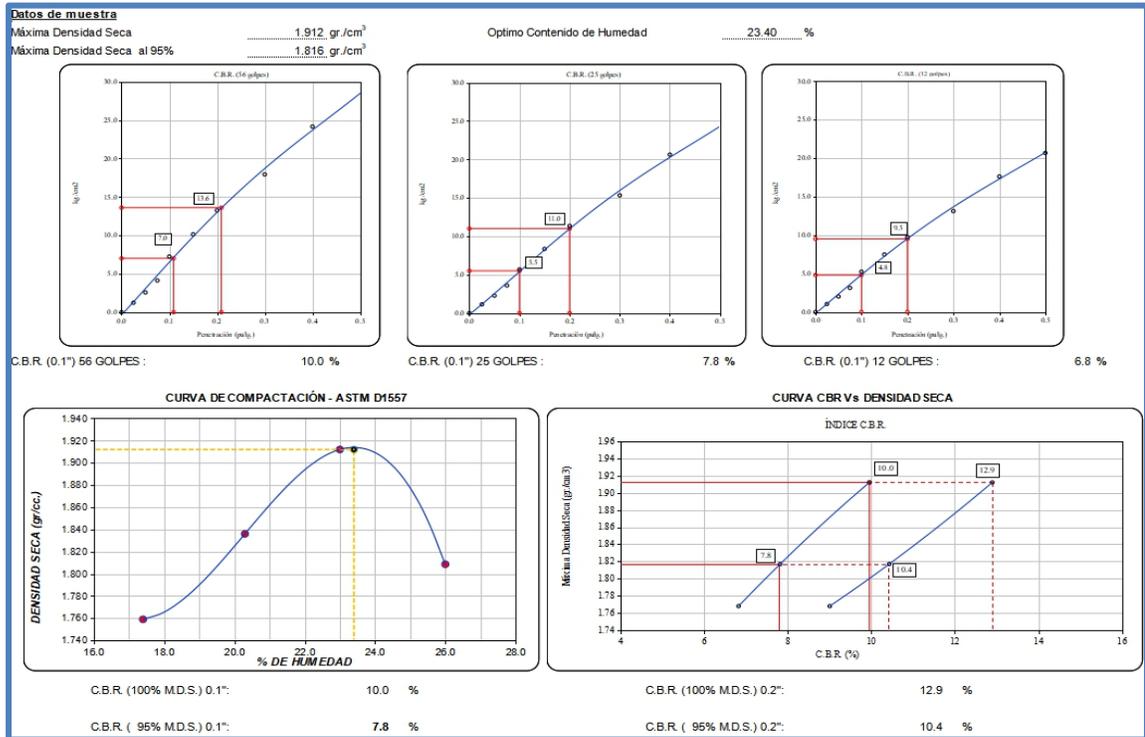


Figura 23: CBR muestra c-3, curva de compactación y curva CBR
Fuente: *Elaboración propia*

4.5.5. Muestra de suelo C-3 + Terrasil al 0.5 %

Tabla 14: Compactación y contenido de Humedad de la muestra c-3 + terrasil al 0.5%

Proyecto	: Mejoramiento de la estabilidad de la subbase utilizando Terrasil en diferentes proporciones del camino vecinal Pumahuasi - Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco		Registro N°:	IGC20-LEM-031-05		
Propietario	: Joel Martín Urquiza Muro		Muestreado por :	Solicitante		
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	B. Melgar		
Ubicación de Proyecto	: Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco		Fecha de Ensayo:	17/12/2020		
Material	: Terreno natural		Turno:	Diurno		
Identificación	: Suelo + Terrasil al 0.5%		Profundidad:	0.00 - 1.50 m		
Sondaje / Calicata	: C-3		Norte:	---		
N° de Muestra	: M-1		Este:	---		
Progresiva	: ---		Cota:	---		
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883						
	Volumen Molde	2123	cm ³			
	Peso Molde	6292	gr.			
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,749	11,032	11,338	11,211	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,457	4,740	5,046	4,919	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2,099	2,233	2,377	2,317	
Recipiente Numero		0	0	0	0	
Peso de la Tara	gr.	123.4	145.1	98.7	105.7	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	405.5	360.4	386.7	412.1	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	367.0	328.4	339.5	356.9	
Peso del agua	gr.	38.5	32.1	47.2	55.3	
Peso del suelo seco	gr.	244	183	241	251	
Contenido de agua	%	15.8	17.5	19.6	22.0	
Densidad Seca	gr/cc	1.813	1.900	1.987	1.899	

Fuente: *Elaboración propia*

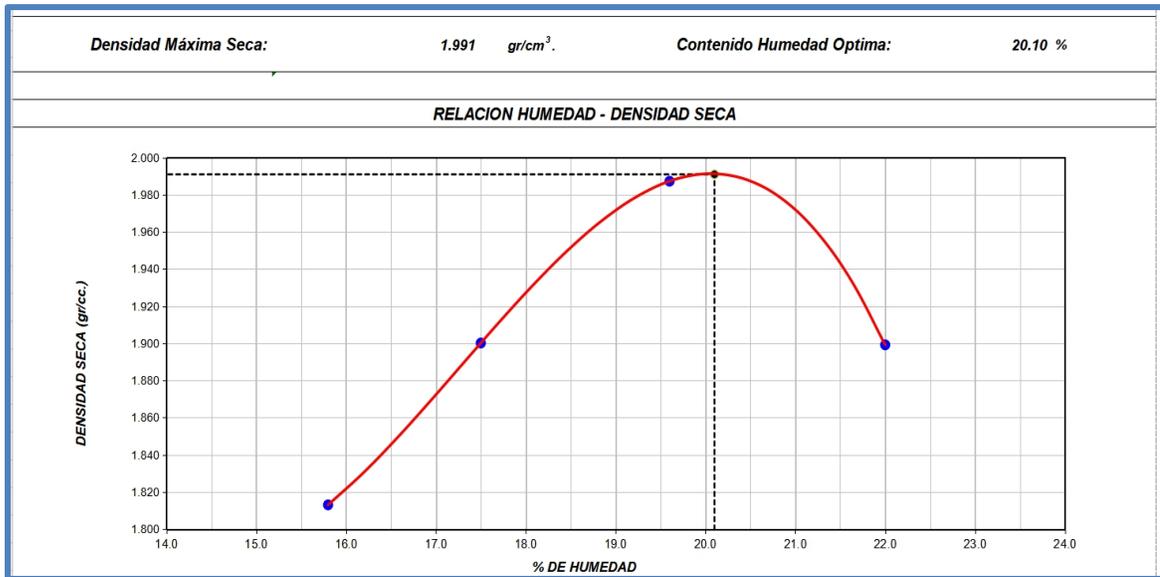


Figura 24: curva de compactación c-3 + terrasil al 0.5%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Ensayo de CBR de la muestra c-3 + terrasil al 0.5%

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883																
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)																
Molde N°	2				4				1							
Número de capas	5				5				5							
Número de golpes	55				25				10							
Condición de la muestra	NO SATURADO				SATURADO				NO SATURADO				SATURADO			
Peso suelo + molde (gr.)	9.884				9.674				9.435				9.435			
Peso molde (gr.)	4.812				4.732				4.827				4.827			
Peso suelo compactado (gr.)	5.072				4.942				4.608				4.608			
Volumen del molde (cm ³)	2.127				2.131				2.128				2.128			
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.384				2.319				2.165				2.165			
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.987				1.928				1.806				1.806			
CONTENIDO DE HUMEDAD																
Peso de tara (gr.)	91.4				86.3				86.7				86.7			
Tara + suelo húmedo (gr.)	355.3				418.9				364.4				364.4			
Tara + suelo seco (gr.)	311.3				362.8				318.3				318.3			
Peso de agua (gr.)	44.0				56.1				46.1				46.1			
Peso de suelo seco (gr.)	219.9				276.5				231.6				231.6			
Humedad (%)	20.0				20.3				19.9				19.9			
EXPANSIÓN																
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión						
				mm	%		mm	%		mm	%					
23-May	14:00	0	110	0.00	0.00	110	0.00	0.00	110	0.00	0.00					
24-May	14:00	24	113	0.08	0.07	112	0.05	0.04	111	0.03	0.02					
25-May	14:00	48	115	0.13	0.11	113	0.08	0.07	112	0.05	0.04					
26-May	14:00	72	119	0.23	0.20	115	0.13	0.11	113	0.08	0.07					
27-May	14:00	96	121	0.28	0.24	116	0.15	0.13	115	0.13	0.11					
PENETRACIÓN																
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 2				Molde N° 4				Molde N° 1						
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección				
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %			
0.025		411	20.4			224	11.1			172	8.5					
0.050		870	43.1			537	26.6			383	19.0					
0.075		1132	56.0			759	37.6			565	28.0					
0.100	70.307	1319	65.3	70.0	99.6	978	48.4	49.0	69.7	712	35.3	36.0	51.2			
0.150		1939	96.0			1434	71.0			1012	50.1					
0.200	105.460	2345	116.1	116.0	110.0	1947	96.4	92.0	87.2	1220	60.4	59.0	55.9			
0.300		2993	148.2			2380	117.8			1376	68.1					
0.400		3386	167.7			2841	140.7			1551	76.8					
0.500		3612	178.8			2853	141.3			1631	80.8					

Fuente: Elaboración propia

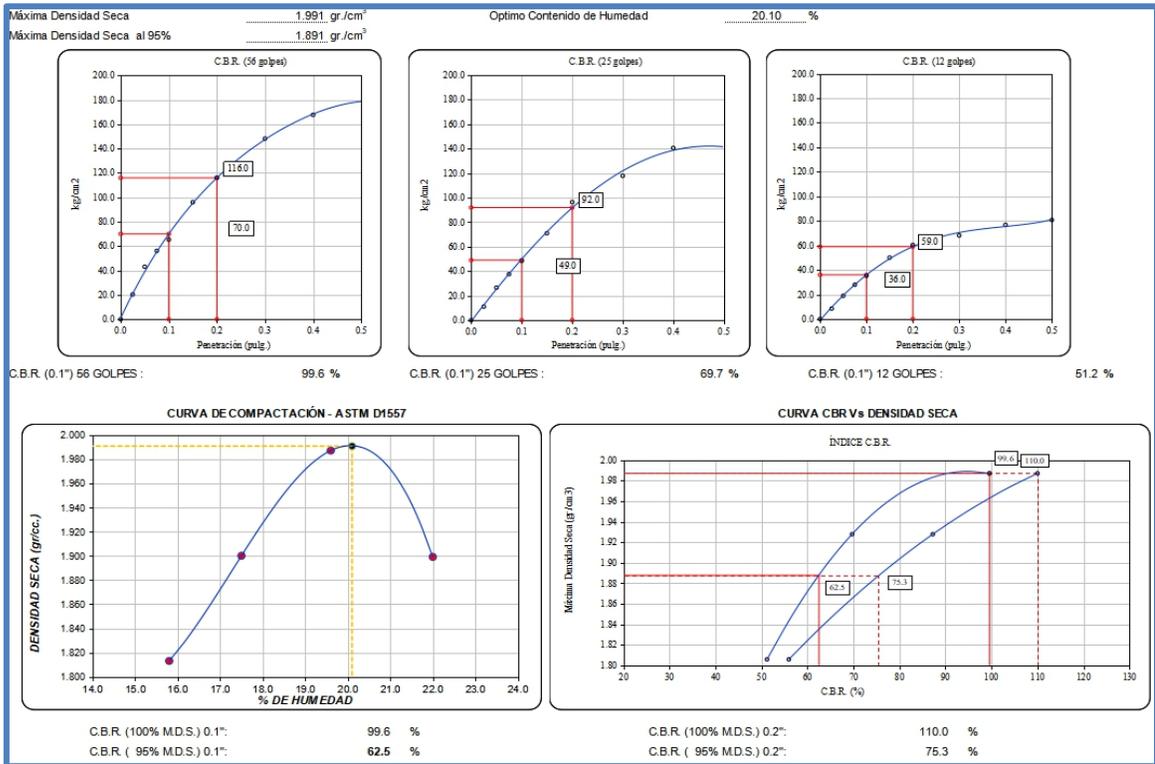


Figura 25: CBR muestra c-3 + terrasil al 0.5%, curva de compactación y curva CBR

Fuente: Elaboración propia

4.5.6. Muestra de suelo C-3 + Terrasil al 1.0 %

Tabla 16: Compactación y contenido de Humedad de la muestra c-3 + terrasil al 1.0 %

Proyecto	: Mejoramiento de la estabilidad de la subbase utilizando Terrasil en diferentes proporciones del camino vecinal Pumahuasi - Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomia Robles, Leoncio Prado, Huánuco		Registro N°:	IGC20-LEM-031-06		
Propietario	: Joel Martín Urquiza Muro		Muestreado por :	Solicitante		
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	B. Melgar		
Ubicación de Proyecto	: Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomia Robles, Leoncio Prado, Huánuco		Fecha de Ensayo:	17/12/2020		
Material	: Terreno natural		Turno:	Diurno		
Identificación	: Suelo + Terrasil al 1.0%		Profundidad:	0.00 - 1.50 m		
Sondaje / Calicata	: C-3		Norte:	---		
N° de Muestra	: M-1		Este:	---		
Progresiva	: ---		Cota:	---		
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883						
		Volumen Molde	2123	cm ³		
		Peso Molde	6292	gr.		
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,719	11,074	11,323	11,202	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,427	4,782	5,031	4,910	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2,085	2,252	2,370	2,313	
Recipiente Numero		0	0	0	0	
Peso de la Tara	gr.	125.6	134.2	154.2	146.8	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	321.5	361.8	306.7	312.1	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	295.7	327.4	281.8	282.0	
Peso del agua	gr.	25.8	34.4	24.9	30.1	
Peso del suelo seco	gr.	170	193	128	135	
Contenido de agua	%	15.2	17.8	19.5	22.3	
Densidad Seca	gr/cc	1.810	1.912	1.983	1.891	

Fuente: Elaboración propia

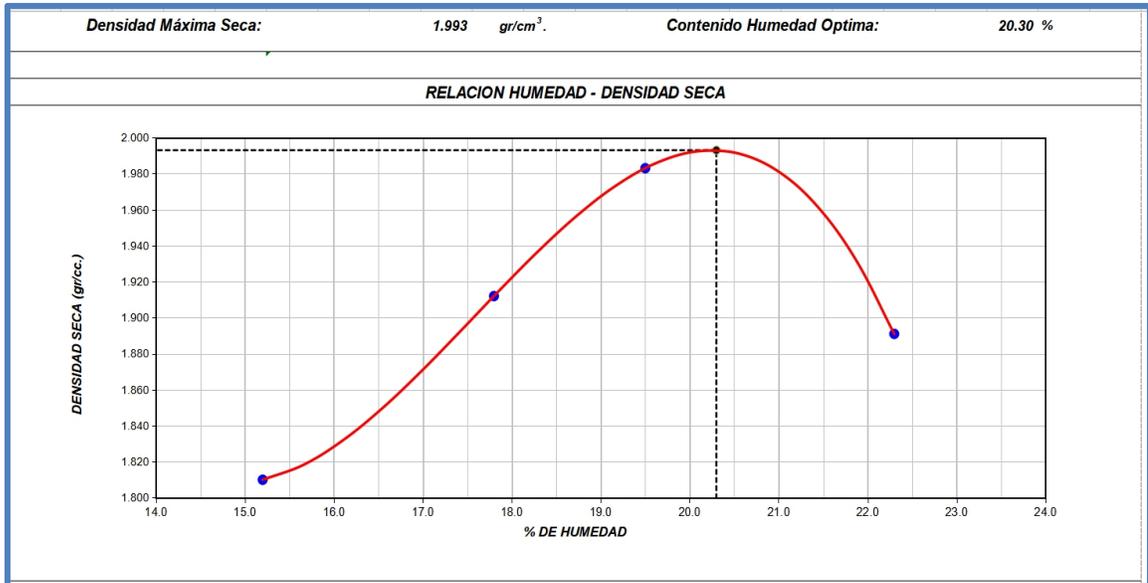


Figura 26: Curva de compactación c-3 + terrasil al 1.0 %
Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Ensayo de CBR de la muestra c-3 + terrasil al 1.0%

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883													
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	2				4				1				
Número de capas	5				5				5				
Número de golpes	55				25				10				
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		
Peso suelo + molde (gr.)	9,845				9,600				9,440				
Peso molde (gr.)	4,812				4,732				4,827				
Peso suelo compactado (gr.)	5,033				4,868				4,613				
Volumen del molde (cm ³)	2,127				2,131				2,128				
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,366				2,284				2,168				
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,995				1,931				1,823				
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	91.4				86.3				86.7				
Tara + suelo húmedo (gr.)	356.1				413.4				362.1				
Tara + suelo seco (gr.)	313.7				362.8				318.3				
Peso de agua (gr.)	41.4				50.6				43.8				
Peso de suelo seco (gr.)	222.3				276.5				231.6				
Humedad (%)	18.6				18.3				18.9				
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
23-May	14:00	0	110	0.00	0.00	110	0.00	0.00	110	0.00	0.00		
24-May	14:00	24	114	0.10	0.09	112	0.05	0.04	111	0.03	0.02		
25-May	14:00	48	115	0.13	0.11	114	0.10	0.09	111	0.03	0.02		
26-May	14:00	72	116	0.15	0.13	115	0.13	0.11	112	0.05	0.04		
27-May	14:00	96	122	0.30	0.26	117	0.18	0.15	114	0.10	0.09		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 2				Molde N° 4				Molde N° 1			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		435	21.5			225	11.1			169	8.4		
0.050		865	42.8			526	26.0			392	19.4		
0.075		1128	55.9			762	37.7			578	28.6		
0.100	70.307	1326	65.7	69.0	98.1	984	48.7	50.0	71.1	745	36.9	37.0	52.6
0.150		1906	94.4			1436	71.1			1026	50.8		
0.200	105.460	2298	113.8	114.0	108.1	1952	96.7	92.0	87.2	1294	64.1	61.3	58.1
0.300		2964	146.8			2371	117.4			1399	69.3		
0.400		3321	164.4			2840	140.6			1602	79.3		
0.500		3597	178.1			2859	141.6			1645	81.4		

Fuente: Elaboración propia

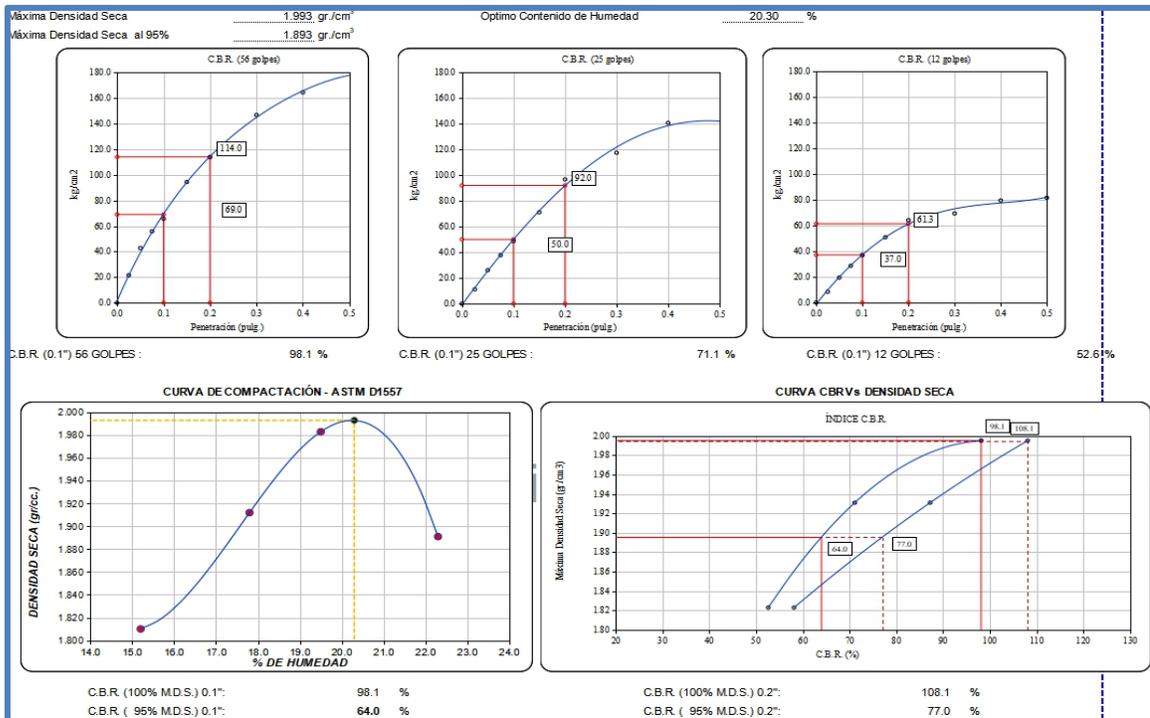


Figura 27: CBR muestra c-3 + terrasil al 1.0%, curva de compactación y curva CBR

Fuente: Elaboración propia

4.5.7. Muestra de suelo C-3 + Terrasil al 2.0 %

Tabla 18: Compactación y contenido de Humedad de la muestra c-3 + terrasil al 2.0 %

Proyecto	Mejoramiento de la estabilidad de la subbase utilizando Terrasil en diferentes proporciones del camino vecinal Pumahuasi - Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco		Registro N°:	IGC20-LEM-031-07		
Propietario	Joel Martín Urquiza Muro		Muestreado por:	Solicitante		
Código del Proyecto	---		Ensayado por:	B. Melgar		
Ubicación de Proyecto	Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco		Fecha de Ensayo:	17/12/2020		
Material	Terreno natural		Turno:	Diurno		
Identificación	Suelo + Terrasil al 2.0%		Profundidad:	0.00 - 1.50 m		
Sondaje / Calicata	C-3		Norte:	---		
N° de Muestra	M-1		Este:	---		
Progresiva	---		Cota:	---		
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883						
		Volumen Molde	2123	cm ³		
		Peso Molde	6292	gr.		
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,811	11,059	11,305	11,233	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,519	4,767	5,013	4,941	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2,129	2,246	2,361	2,328	
Recipiente Numero		0	0	0	0	
Peso de la Tara	gr.	167.2	154.8	145.6	149.1	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	395.4	351.8	391.2	321.8	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	364.8	322.9	351.6	290.9	
Peso del agua	gr.	30.6	28.9	39.6	30.9	
Peso del suelo seco	gr.	198	168	206	142	
Contenido de agua	%	15.5	17.2	19.2	21.8	
Densidad Seca	gr/cc	1.843	1.916	1.981	1.911	

Fuente: Elaboración propia

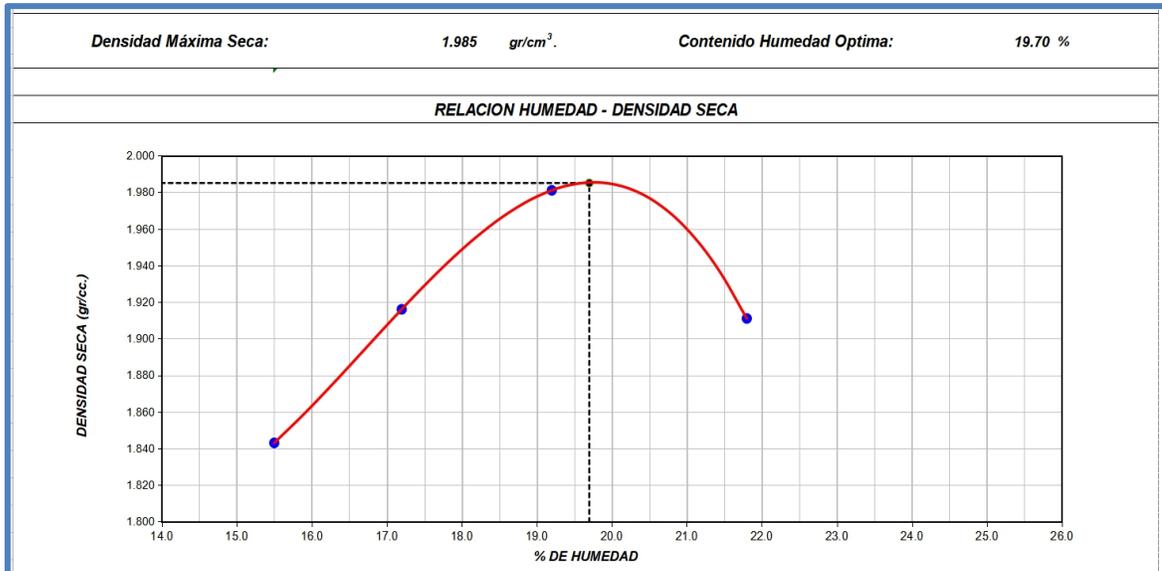


Figura 28: Curva de compactación c-3 + terrasil al 2.0 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Ensayo de CBR de la muestra c-3 + terrasil al 2.0%

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883													
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	2			4			1						
Número de capas	5			5			5						
Número de golpes	56			25			10						
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO	NO SATURADO		SATURADO	NO SATURADO		SATURADO				
Peso suelo + molde (gr.)	9,851			9,597			9,537						
Peso molde (gr.)	4,812			4,732			4,827						
Peso suelo compactado (gr.)	5,049			4,865			4,710						
Volumen del molde (cm ³)	2,127			2,131			2,128						
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,374			2,283			2,213						
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,983			1,912			1,846						
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	121.3			154.3			143.2						
Tara + suelo húmedo (gr.)	384.5			402.3			358.4						
Tara + suelo seco (gr.)	341.2			362.0			322.7						
Peso de agua (gr.)	43.3			40.3			35.7						
Peso de suelo seco (gr.)	219.9			207.7			179.5						
Humedad (%)	19.7			19.4			19.9						
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
31-Mar	14:00	0	110	0.00	0.00	110	0.00	0.00	110	0.00	0.00		
01-Apr	14:00	24	112	0.05	0.04	111	0.03	0.02	111	0.03	0.02		
02-Apr	14:00	48	114	0.10	0.09	112	0.05	0.04	111	0.03	0.02		
03-Apr	14:00	72	118	0.20	0.17	114	0.10	0.09	113	0.08	0.07		
04-Apr	14:00	96	120	0.25	0.22	116	0.15	0.13	114	0.10	0.09		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 2				Molde N° 4				Molde N° 1			
		Carga kg	kg/cm ²	Corrección kg/cm ²	CBR %	Carga kg	kg/cm ²	Corrección kg/cm ²	CBR %	Carga kg	kg/cm ²	Corrección kg/cm ²	CBR %
0.025		398	19.7			218	10.8			184	9.1		
0.050		856	42.4			541	26.8			391	19.4		
0.075		1124	55.7			769	38.1			581	28.8		
0.100	70.307	1298	64.3	69.0	98.1	964	47.7	50.0	71.1	724	35.8	37.0	52.6
0.150		1896	93.9			1468	72.7			1064	52.7		
0.200	105.460	2297	113.7	113.0	107.1	1952	96.7	92.0	87.2	1219	60.4	59.6	56.5
0.300		2893	143.2			2374	117.5			1345	66.6		
0.400		3299	163.3			2861	141.7			1526	75.6		
0.500		3602	178.3			2896	143.4			1612	79.8		

Fuente: Elaboración propia

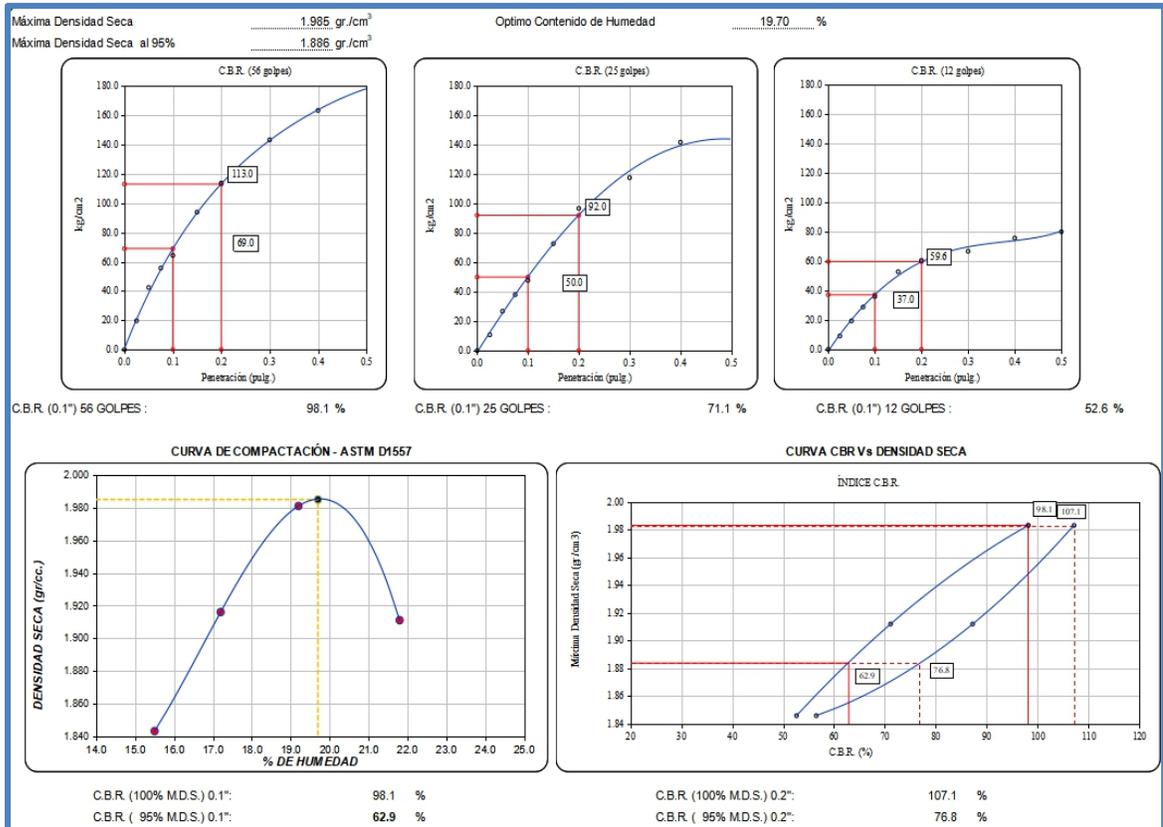


Figura 29: CBR muestra c-3 + terrasil al 2.0%, curva de compactación y curva CBR
Fuente: Elaboración propia

CLASIFICACIÓN DE SUELO NATURAL C-1:

- AASHTO: A-7-6 (9)
- SUCS: CL

LÍMITES DE CONSISTENCIA:

- Límite Líquido: 42%
- Límite Plástico: 21%
- Índice de Plasticidad: 21%

CLASIFICACIÓN DE SUELO NATURAL C-2:

- AASHTO: A-7-6 (10)
- SUCS: CL

LÍMITES DE CONSISTENCIA:

- Límite Líquido: 43%
- Límite Plástico: 20%
- Índice de Plasticidad: 23%

CLASIFICACIÓN DE SUELO NATURAL C-3:

- AASHTO: A-7-6 (11)
- SUCS: CL

LÍMITES DE CONSISTENCIA:

- Límite Líquido: 47%
- Límite Plástico: 19%
- Índice de Plasticidad: 28%

PROCTOR MODIFICADO:

- Densidad Máxima Seca: 1.912 gr/cm³
- Optimo contenido de humedad: 23.40%

VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA-CBR:

- Valor de CBR al 100% de la M.D.S: 10.0%
- Valor de CBR al 95% de la M.D.S.: 7.8%

PROCTOR MODIFICADO (SUELO + TERRASIL AL 0.5%)

- Densidad Máxima Seca: 1.991 gr/cm³
- Optimo contenido de humedad: 20.10%

VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA-CBR (SUELO + TERRASIL AL 0.5%)

- Valor de CBR al 100% de la M.D.S: 99.6%
- Valor de CBR al 95% de la M.D.S.: 62.5%

PROCTOR MODIFICADO (SUELO + TERRASIL AL 1.0%)

- Densidad Máxima Seca: 1.993 gr/cm³
- Optimo contenido de humedad: 20.30%

VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA-CBR (SUELO + TERRASIL AL 1.0%)

- Valor de CBR al 100% de la M.D.S: 98.1%
- Valor de CBR al 95% de la M.D.S.: 64.0%

PROCTOR MODIFICADO (SUELO + TERRASIL AL 2.0%)

- Densidad Máxima Seca: 1.985 gr/cm³
- Optimo contenido de humedad: 19.70%

VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA-CBR (SUELO + TERRASIL AL 2.0%)

- Valor de CBR al 100% de la M.D.S: 98.1%
- Valor de CBR al 95% de la M.D.S.: 62.9%

GRAFICOS COMPARATIVOS

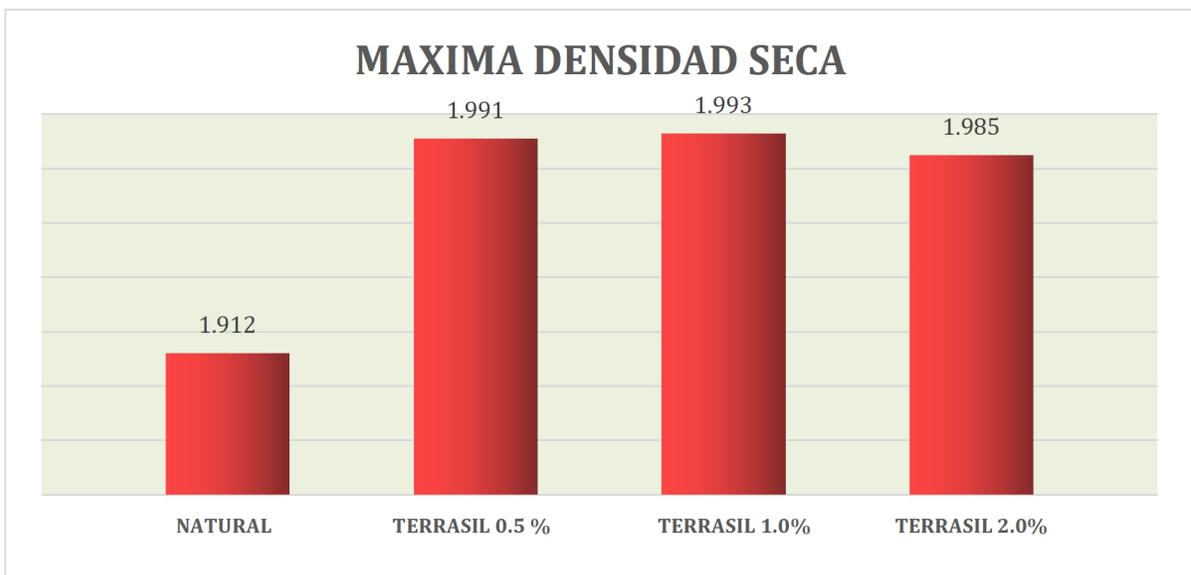


Gráfico 1: Variación de la Densidad Máxima Seca gr/cm³ del suelo natural y del aditivo terrasil en diferentes proporciones

Fuente: Elaboración propia

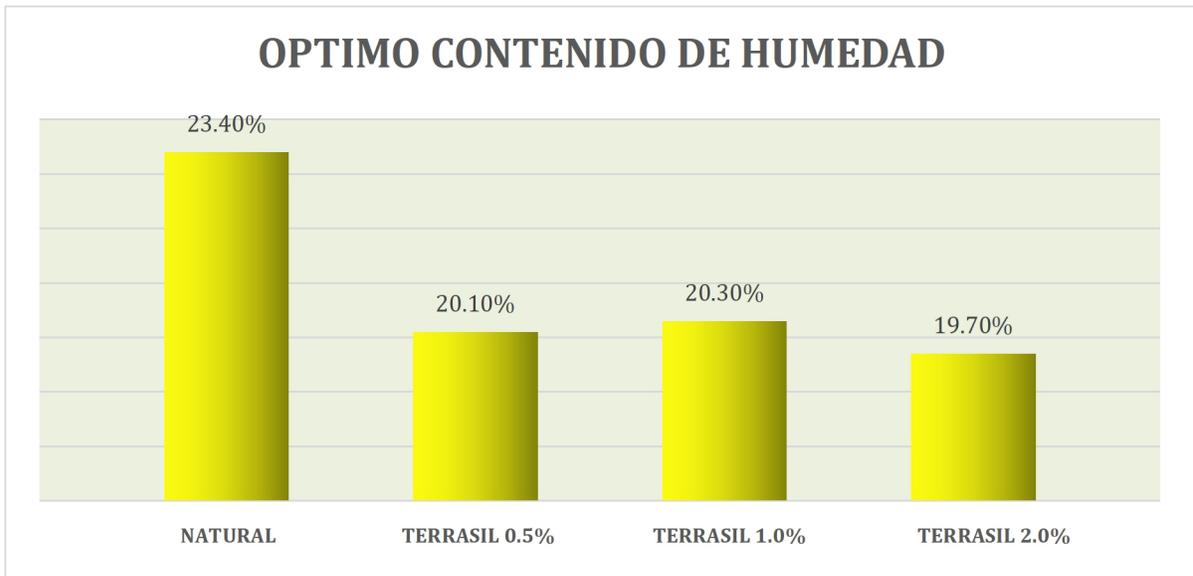


Gráfico 2: Variación del optimo contenido de humedad (%) del suelo natural y del aditivo terrasil en diferentes proporciones.

Fuente: Elaboración propia

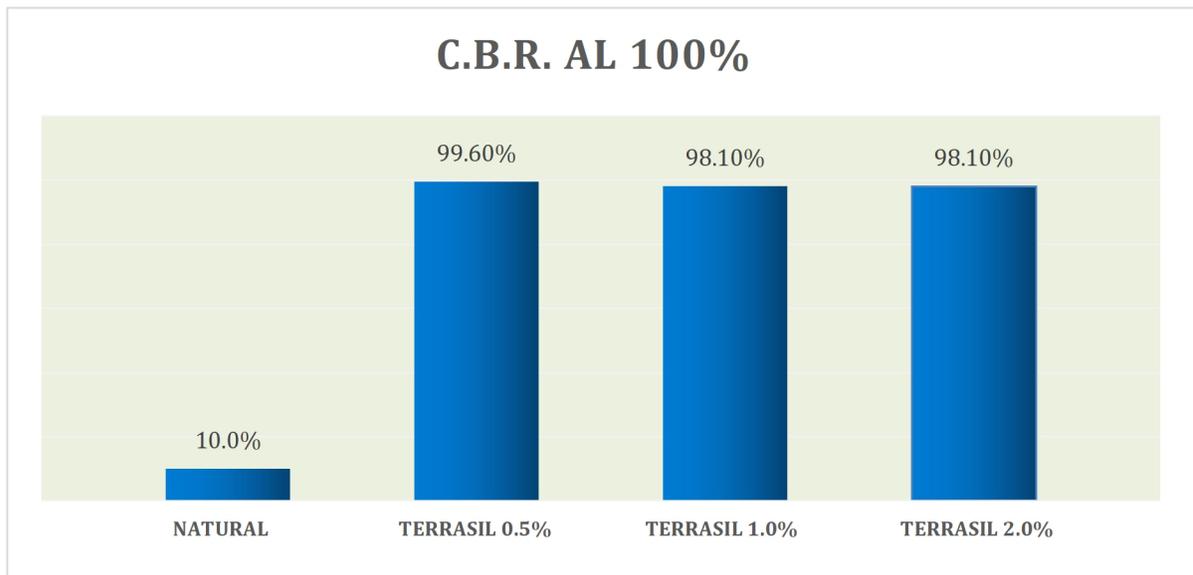


Gráfico 3: Variación del CBR al 100% del suelo natural y del aditivo terrasil en diferentes proporciones.

Fuente: Elaboración propia

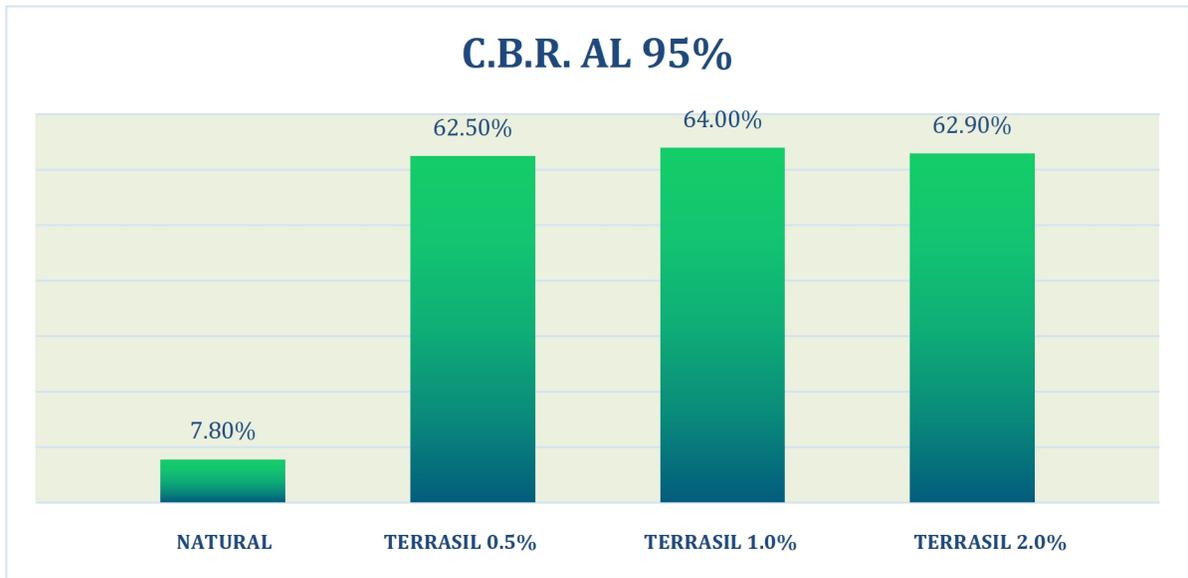


Gráfico 4: Variación del CBR al 95% del suelo natural y del aditivo terrasil en diferentes proporciones.

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS:

En esta parte se analiza y discute los resultados, la teoría y antecedentes de la investigación partiendo desde lo general a lo particular por lo que se considera, en primer lugar, al objetivo general: Determinar de qué manera la utilización de Terrasil mejora la estabilidad del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Topa, distrito Daniel Alomia Robles en la Provincia de Leoncio Prado-Huanuco, por lo que el Valor de Soporte de California-CBR (Suelo + Terrasil al 1.0%) da como resultado = Valor de CBR al 95% de = 64.0% por lo que se afirma que con la inclusión del aditivo Terrasil en el camino vecinal logró mejorar la estabilidad de la vía en mención, disminuyendo la cantidad de material pétreo, reduciendo así espesores de la sub base y que son utilizados para la construcción de una vía, concordando con Ansu (2016) quien evaluó la estabilización de suelos lateríticos utilizando solución de Terrasil. Se llevaron a cabo pruebas preliminares en seis muestras de suelo natural de tres ubicaciones de pozo de préstamo: dos muestras de suelo de una ubicación de pozo de préstamo particular, para el propósito de identificación y clasificación. Los resultados mostraron que la adición de solución de terrasil mejoró la resistencia de las dos muestras de suelo de prestado pozo 3. Para la muestra de suelo 1, los valores de CBR sin remojar aumentaron de 8.4% a 0% al valor óptimo de 30,3% en solución de tierra al 12%, mientras que para la muestra de suelo 2, los valores de CBR sin remojar aumentaron de 6,2% a valor óptimo de 32,0% al 12% de solución de terrasil. Por tanto, se concluyó que la solución terrasil sirve como un Agente estabilizador económico y eficaz para suelos pobres.

En cuanto al objetivo específico: Analizar de qué manera el uso del Terrasil puede mejorar la capacidad de soporte del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Topa, distrito Daniel Alomia Robles en la Provincia de Leoncio Prado-Huánuco. Después de obtener los resultados de cada uno de los ensayos en su estado normal y con aditivo Terrasil (el camino en mención), se procedió a evidenciar los resultados que muestran el Proctor Modificado (Suelo + Terrasil al

1.0%), siendo los datos resultantes la densidad máxima seca: 1.993 gr/cm³ y el óptimo contenido de humedad: 20.30%, mejorando así las características del suelo, además, aumenta la capacidad impermeabilizante de Terrasil, disminuyendo más la absorción e hinchamiento, por lo que cita a Aderinola y Nnochiri (2017) en su estudio realizado en California, tuvo como objetivo determinar la dosis óptima de químico Terrasil usando 30% de arena y 3% de cemento como constante para mejorar las características de resistencia del suelo. La efectividad de Terrasil se prueba mediante la realización de varias pruebas como UCS, SPT, CBR. Sobre la muestra de suelo tratada con diferentes dosis de Terrasil en 0.6Kg / m³, 0.75Kg / m³ y 1Kg / m³. la combinación de todos estos, es decir, 30% de arena, 3% de cemento y Las diferentes dosis del químico Terrasil tienen una gran influencia en comportamiento de hinchamiento del suelo de algodón negro. Resulto ser valioso y versátil estabilizador en caso de suelo expansivo, ya que mejora casi todos los aspectos geotécnicos propiedades del suelo

En relación al objetivo específico: Determinar de qué manera incide la utilización de Terrasil en la máxima densidad seca del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Topa, distrito Daniel Alomía Robles en la Provincia de Leoncio Prado-Huánuco, se concluye que la adición de Terrasil tiene como resultado una mejora significativa en la estabilidad de la sub base en diferentes proporciones del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir. Este efecto se nota con claridad en los valores obtenidos, donde el Límite Líquido = 47%, el Límite Plástico = 19% y el índice de Plasticidad = 28%, destacando la consistencia en las diferentes proporciones en el CBR del camino vecinal, se concuerda con lo establecido por Sufiyan y Mohammed (2019) el terrasil es un elemento que se compone de organosilano, es soluble en agua, pero se mantiene estable a los rayos UV y al calor. Una de las funciones que resaltan los autores respecto al terrasil es que se caracteriza por ser un modificador de suelo reactivo utilizado para impermeabilizar la subrasante del suelo y bases de piedra. También Ulloa (2015) quien sostiene que el terrasil reacciona con grupos de silanol amantes del agua de arena, limo y

agregados de arcilla para convertirlos altamente estables. Entonces, se define que el terrasil es un componente que se puede evidenciar en forma de líquido concentrado y se requiere diluir con agua en las especificaciones proporción antes de mezclar con el suelo. Terrasil es nanotecnología basada 100 por ciento organosilano, suelo reactivo soluble en agua, ultravioleta y termoestable modificador para impermeabilizar la subrasante. Reacciona con grupos de silanol amantes del agua de arena, limo, arcilla y agregados para convertirlo en agua altamente estable.

Por último, en el objetivo específico: Determinar cuánto contribuye la utilización de Terrasil en el óptimo contenido de humedad del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Topa, distrito Daniel Alomía Robles en la Provincia de Leoncio Prado-Huánuco, se concluye que el Terrasil es una opción estándar para el mejoramiento de cualquier tipo de suelo, permitiendo una importante reducción de espesores de las capas que conforman la estructura de una vía como: Base y principalmente, como es el caso de esta investigación la Sub Base y es una sencilla y económica solución para prevenir problemas asociados a la humedad, elevando el nivel de resistencia del camino vecinal en mención, Por lo que se cita, concordantemente a Vásquez (2018) buscó construir la alternativa más ideal dependiendo de los aprendizajes de prueba a nivel de laboratorio, para equilibrar la suciedad de la calle de bajo tráfico en el segmento Poncos - Kochayoc (Ancash) situado en la región de la sierra a más de 2,000 metros sobre el nivel del mar, a partir de las mediciones esperado de poliacrilamida aniónica, organosilanos subsidiarios o sulfonados, según la pieza característica del material de cantera, limitando gastos. En cuanto al plan de investigación, presenta un plan exploratorio. El segmento solicitado para el examen está ubicado en la división de Ancash, a una altura de más de 2.000 metros sobre el nivel del mar. Para esta propuesta se considera una parte de aproximadamente 10 km de largo. En cuanto al final del examen, se considera la opción más idónea a partir de la prueba aprende a nivel de centro de investigación, se adquiere con el estabilizador aniónico de poliacrilamida, pensando en las

propiedades comunes del material certificado de las canteras 1 y 2 de los Poncos - Área de Kochayoc [Ancash], al 0.02% en peso [4gr / m³], ampliando en conjunto el límite de mantenimiento de CBR pensando en 7 días de curado.

VI. CONCLUSIONES:

1. La combinación de la subrasante con el aditivo Terrasil mejora la estabilidad de la sub base del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Topa, de Huánuco, por cuanto es ventajoso ya que impermeabiliza el suelo, mejora su resistencia, elimina la expansión y absorción como en arcillas, limos y arenas.
2. La utilización de Terrasil mejora significativamente la capacidad de soporte del camino vecinal Pumahuasi -Porvenir de Marona-Topa, Huánuco, pues de acuerdo a los ensayos en su estado normal y con aditivo Terrasil. El suelo natural con un CBR al 100% =10.0% y CBR al 95%=7.8% El ensayo realizado al suelo natural + Terrasil al 0.5%, 1.0% y 2.0% se determina un CBR al 95% de 62.5%, 64.0% y 62.9% respectivamente, aumentando en más de ocho veces el CBR del suelo natural
3. La utilización de Terrasil incide favorablemente en la máxima densidad seca del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Topa, la máxima densidad seca para suelo natural es: 1.912 gr/cm³ la aplicación de este aditivo suelo + terrasil al 0.5%, 1.0% y 2.0% tiene como resultado la maxima densidad seca de 1.991 gr/cm³, 1.993 gr/cm³ y 1.985 gr/cm³ respectivamente, aumentando la máxima densidad seca significa una mejora en la estabilidad de la sub base del tipo de suelo estudiado.
4. La utilización de Terrasil contribuye de manera significativa en el óptimo contenido de humedad del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Topa, el óptimo contenido de humedad para suelo natural es: 23.40% la aplicación de este aditivo suelo + terrasil al 0.5%, 1.0% y 2.0% tiene como resultado el óptimo contenido de humedad de 20.10%, 20.30% y 19.70% respectivamente, lo que es un indicativo de mejora en la estabilidad de la sub base del tipo de suelo estudiado.

VI. RECOMENDACIONES:

A la empresa encargada del mejoramiento del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Topa, de Huánuco:

1. Considerar los resultados de esta investigación para seguir mejorando la estabilidad de la sub base del camino vecinal utilizando el aditivo Terrasil por cuanto sus propiedades son adecuadas.
2. Utilizar el aditivo Terrasil por cuanto está comprobado que interviene de manera adecuada en la calidad de la fracción fina del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Topa.
3. Capacitar al personal indicado en lo relacionado al uso, características, proporciones y propiedades del Terrasil, con la finalidad de obtener mejores resultados en las obras asignadas a las cuales se les puede incluir este aditivo.

A los investigadores:

4. Adecuar esta investigación para comprobar el mejoramiento de la estabilidad de la sub base utilizando Terrasil en diferentes obras de esta índole
5. Los resultados de los ensayos salieron positivos para el tipo de suelo CL (SUCS) se recomienda seguir las investigaciones con otros tipos de suelos a fin de ampliar la visión de la influencia del Terrasil en otro tipo de suelos.

REFERENCIAS

- Aderinola, S. y Nnochiri, S. (2017) *Stabilizing Lateritic Soil Using Terrasil Solution*. 1, Selected Scientific Papers - Journal of Civil Engineering, Vol. 12.
- Aiassa, G. y Arrúa, P. (2007) *Diseño de mezclas de suelo compactado para la construcción de terraplenes*. 7, Revista EIA, págs. 51-61.
- Ansu, T. (2016) *Soil Stabilisation Using Terrasil*. 3, International Journal of Earth Sciences and Engineering, Vol. 9, págs. 1049-1052
- Becerra, A. y Herrera, A. (2018) *Estabilización de arcillas, arenas y afirmados, empleando los cementos Pacasmayo Víaforte, Mochica y Qhuna*; Lambayeque. Pimentel: s.n.
- De La Cruz, I. y Salcedo, K. (2016) *Estabilización de los suelos cohesivos por medio de aditivos [Eco Road 2000] para pavimentación en Palian- Huancayo - Junin*. Huancayo: s.n.
- Gutiérrez, J. y Cerón, E. (2020) *Análisis de la optimización del suelo de la base con aditivo químico terrasil para el diseño de pavimentos industriales del almacén de concentrados mineros – almacenes Logisminsa, Ventanilla – Callao*. Lima.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista L. (2014) *Metodología de la investigación*. México D.F.: Mcgraw Hill.
- Kumar, A. y Jain, R. (2017) *Experimental Study on Index Properties of Black Cotton Soil Stabilized with Terrasil*. 1, International Research Journal of Engineering and Technology [IRJET], Vol. 4, págs. 1337-1343.
- Llano, E., Ríos, D. y Restrepo, G. (2020) *Evaluación de tecnologías para la estabilización de suelos viales empleando intemperismo acelerado. Una estrategia de análisis de impactos sobre la biodiversidad*. 49, TecnoLógicas, Vol. 23, págs. 185-199.

- Llique M. y Guerrero P. (2014) *Influencia de la humedad de compactación en el comportamiento volumétrico de los suelos arcillosos*. 4, Ciencia y Tecnología, págs. 9-21.
- Martel, C. y Mestanza, A. (2018) *Suelos arcillosos mejorados con Cemento y Aditivo Con-Aid, para la estabilización de la subrasante*, camino vecinal Ruta PA-701, Pasco Lima: s.n.
- MTC. (2014) *Manual de Carreteras. Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos*
- Niño, Víctor (2011) *Metodología de la investigación*. Bogotá: Ediciones de la U
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación [FAO] (2009) *Guía para la descripción de suelos*. 4. Roma
- Villanueva, S. (2017) *Propuesta de estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando Poliacrilamida Aniónica, Organosilano y un Sulfonato*. Lima: s.n.
- Sarango, G. (2019) *Estabilización de capas granulares para construcción y mantenimiento vial con organosilanos en la vía colectora E182 [Carchi]*. Quito: s.n.
- Sufiyan A. Mohammed, H. (2019) *IRJET- Stabilization of Subgrade Soil using Sand, Cement and Terrasil Chemical as an Additive*. 5, International Research Journal of Engineering and Technology [IRJET], Vol. 6, págs. 6768-6771.
- Ulloa C. (2015) *Guía de pruebas de laboratorio y muestreo en campo para la verificación de calidad en materiales de un pavimento asfáltico*. Métodos y Materiales, Vol. 1, págs. 39-50.

ANEXOS

Anexo 1.

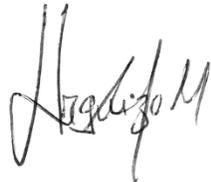
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR

Yo, URQUIZO MURO joel martin alumno de la facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo filial San Juan de Lurigancho, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Proyecto de Investigación titulado: “Mejoramiento de la estabilidad de la sub base utilizando Terrasil en el camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona- Huánuco 2020”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Proyecto de Investigación:

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

En tal sentido asumo 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, 05 de marzo del 2021.

URQUIZO MURO joel martin	
DNI: 40507314	
ORCID: 0000-0002-0939-2077	

Anexo 2.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, PRINCIPE REYES, Roger, docente de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo filial San Juan de Lurigancho, asesor del Proyecto de Investigación titulado:

“Mejoramiento de la estabilidad de la sub base utilizando Terrasil en el camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Huánuco 2020”, del autor URQUIZO MURO, Joel Martín, constato que la investigación tiene un índice de similitud del 12 % 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 el proyecto de investigación cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lima, 05 de marzo de 2021.

Dr. PRINCIPE REYES, Roger	
DNI: 02805945	
ORCID: 0000-0002-0498-9544	

Anexo 3: Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
¿De qué manera la utilización de Terrasil mejora la estabilidad del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Huánuco?	Determinar de qué manera la utilización de Terrasil mejora la estabilidad del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Huánuco.	La utilización de Terrasil mejora la estabilidad del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Huánuco.	TERRASIL	<ul style="list-style-type: none"> • Proporción respecto al peso del suelo y óptimo contenido de humedad 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de estudio: Descriptivo • Diseño de estudio: Experimental • Población: Km 19 del camino vecinal • Muestra: Km 19+840 del camino vecinal
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	DEPENDIENTE		
¿De qué manera el uso del Terrasil puede mejorar la capacidad de soporte del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona Huánuco?	Analizar de qué manera el uso del Terrasil puede mejorar la capacidad de soporte del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Huánuco.	La utilización de Terrasil mejora la capacidad de soporte del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Huánuco.	SUBBASE DEL CAMINO	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificación de suelos • Proctor modificado para CBR • Resistencia del Camino 	<ul style="list-style-type: none"> • Método de investigación: Cuantitativo • Técnica e instrumentos de recolección de datos: Observación – ficha técnica • Métodos de análisis de datos: SPSS
¿De qué manera incide la utilización de Terrasil en la máxima densidad seca del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Huánuco?	Determinar de qué manera incide la utilización de Terrasil en la máxima densidad seca del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Huánuco.	La utilización de Terrasil aumenta la máxima densidad seca del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Huánuco.			

¿Cuánto contribuye la utilización de Terrasil en el óptimo contenido de humedad del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Huánuco?	Determinar cuánto contribuye la utilización de Terrasil en el óptimo contenido de humedad del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Huánuco.	La utilización de Terrasil contribuye en el óptimo contenido de humedad del camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona-Huánuco.
--	--	--

Anexo 4: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDIDA
VARIABLE INDEPENDIENTE: TERRASIL	Terrasil está disponible en forma de líquido concentrado y se requiere diluir con agua en las especificaciones proporción antes de mezclar con el suelo. Terrasil es nanotecnología basada 100 % organosilano, se disuelve en agua, brillante y calor constante, receptivo modificador del suelo para impermeabilizar subrasante del suelo. (Thomas et al., 2016, p.1050)	De acuerdo Thomas et al. (2016) se han considerado como única dimensión: <ul style="list-style-type: none"> • Proporción respecto al peso del suelo y optimo contenido de humedad 	Proporción respecto al peso del suelo y optimo contenido de humedad	0.5 Lt/m3 de Terrasil	%
				1.00 Lt/m3 de Terrasil	%
				2.00 Lt/m3 de Terrasil	%
VARIABLE DEPENDIENTE: SUBBASE	Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular (CBR ~ 40%) o tratada con asfalto, cal o cemento. (MTC, 2014, p.21)	Según MTC (2014) se han considerado las siguientes dimensiones: <ul style="list-style-type: none"> • Clasificación de suelos • Resistencia del camino 	Clasificación de suelos Resistencia del Camino	Análisis granulométrico Límite líquido Índice de plasticidad Proctor modificado California Bearing Ratio (CBR)	%

**Anexo 5. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN
LABORATORIO**

	INFORME	Código	AE-FO-01
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

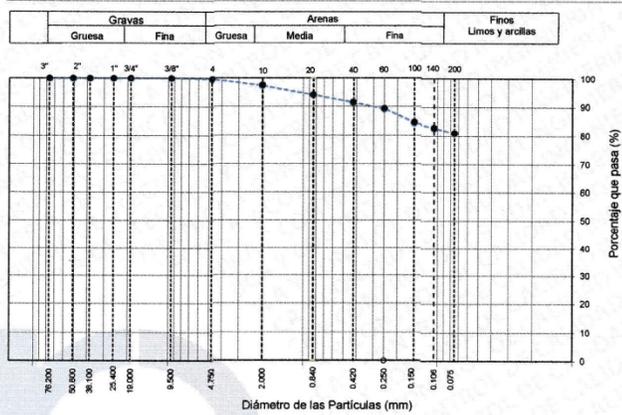
Proyecto : Mejoramiento de la estabilidad de la subbase utilizando Terrasil en diferentes proporciones del camino vecinal Pumahuasi - Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco
 Propietario : Joel Martín Urquiza Muro
 Código del Proyecto : ---
 Ubicación de Proyecto : Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco
 Material : Terreno natural

Registro N°: **IGC20-LEM-031-01**
 Muestreado por : Solicitante
 Ensayado por : L. Melgar
 Fecha de Ensayo: 14/12/2020
 Turno: Diurno

Código de Muestra : ---
 Sondaje / Calicata : ---
 N° de Muestra : C-1
 Progresiva : ---

Profundidad: 0.00 - 1.50 m m
 Norte: ---
 Este: ---
 Cota: ---

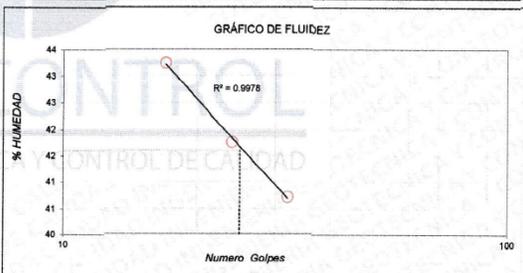
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	100.0	
3/8"	9.500	100.0	
N° 4	4.750	99.7	
N° 10	2.000	97.5	
N° 20	0.840	94.1	
N° 40	0.425	91.4	
N° 60	0.250	89.3	
N° 100	0.150	84.6	
N° 140	0.106	82.8	
N° 200	0.075	81.0	



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.0
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	CL- Arcilla de baja plasticidad con arena en condición parcialmente húmeda color beige claro.
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

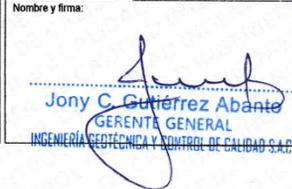
PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	42
LÍMITE PLÁSTICO	21
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	21
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	1.8
ÍNDICE DE LIQUEZ (IL)	-0.8
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SÚCS (ASTM D2487)	CL
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-7-5 (9)
NOMBRE DEL GRUPO	Arcilla de baja plasticidad con arena

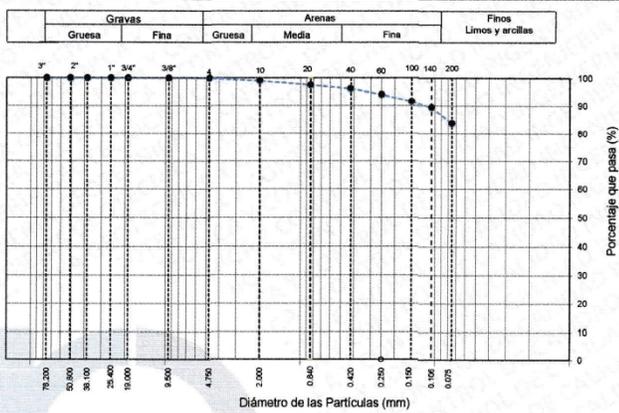
COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTICULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	0.3
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	18.7
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	81.0

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abante GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-01
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Mejoramiento de la estabilidad de la subbase utilizando Terrasil en diferentes proporciones del camino vecinal Pumahuasi - Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco
 Registro N°: **IGC20-LEM-031-02**
 Propietario : Joel Martín Urquiza Muro
 Muestreado por : Solicitante
 Código del Proyecto : ---
 Ensayado por : L. Melgar
 Ubicación de Proyecto : Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco
 Fecha de Ensayo: 14/12/2020
 Material : Terreno natural
 Turno: Diurno
 Código de Muestra : ---
 Profundidad: 0.00 - 1.50 m m
 Sondaje / Calicata : ---
 Norte: ---
 N° de Muestra : C-2
 Este: ---
 Progresiva : ---
 Cota: ---

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	100.0	
3/8"	9.500	100.0	
N° 4	4.750	100.0	
N° 10	2.000	99.2	
N° 20	0.840	97.6	
N° 40	0.425	96.3	
N° 60	0.250	94.2	
N° 100	0.150	91.6	
N° 140	0.106	89.4	
N° 200	0.075	83.7	



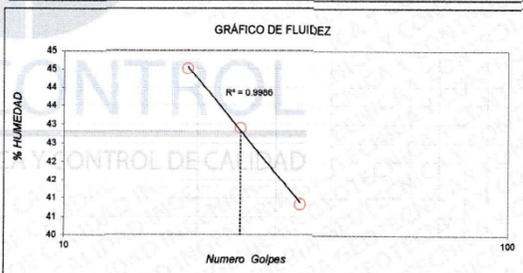
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.6
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"

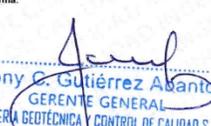
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	43
LÍMITE PLÁSTICO	20
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	23
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	1.6
ÍNDICE DE LIQUEZ (IL)	-0.6
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	0.0
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	16.3
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	83.7

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	CL- Arcilla de baja plasticidad con arena en condición parcialmente húmeda color beige claro.
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo



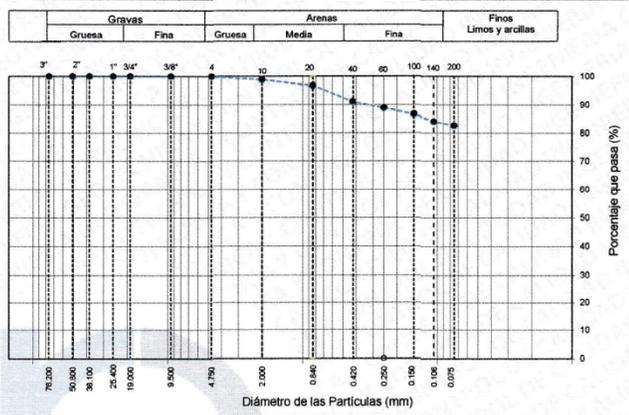
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	CL
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-7-6 (10)
NOMBRE DEL GRUPO	Arcilla de baja plasticidad con arena

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma: 	JEFE LEM Nombre y firma:  Noemi Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	CCO - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-01
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Mejoramiento de la estabilidad de la subbase utilizando Terrasil en diferentes proporciones del camino vecinal Pumahuasi - Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco
 Propietario : Joel Martín Urquiza Muro
 Código del Proyecto : ---
 Ubicación de Proyecto : Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco
 Material : Terreno natural
 Registro N°: IGC20-LEM-031-03
 Muestreado por : Solicitante
 Ensayado por : L. Melgar
 Fecha de Ensayo: 14/12/2020
 Turno: Diurno
 Código de Muestra : ---
 Sondaje / Calicata : ---
 N° de Muestra : C-3
 Progresiva : ---
 Profundidad: 0.00 - 1.50 m m
 Norte: ---
 Este: ---
 Cota: ---

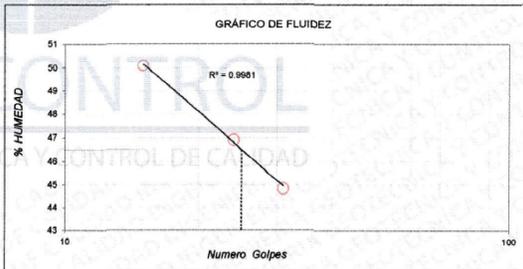
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	100.0	
3/8"	9.500	100.0	
N° 4	4.750	100.0	
N° 10	2.000	98.9	
N° 20	0.840	96.8	
N° 40	0.425	91.2	
N° 60	0.250	89.0	
N° 100	0.150	86.8	
N° 140	0.106	84.1	
N° 200	0.075	82.7	



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.1
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno
PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	CL- Arcilla de baja plasticidad con arena en condición parcialmente húmeda color beige claro.
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	47
LÍMITE PLÁSTICO	19
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	28
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	1.3
ÍNDICE DE LIQUEZ (IL)	-0.3
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto



COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	0.0
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	17.3
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	82.7

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	CL
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-7-6 (11)
NOMBRE DEL GRUPO	Arcilla de baja plasticidad con arena

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
		

	INFORME	Código	AE-FO-15
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 3

Proyecto	: Mejoramiento de la estabilidad de la subbase utilizando Terrasil en diferentes proporciones del camino vecinal Pumahuasi - Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco	Registro N°:	IGC20-LEM-031-04
Propietario	: Joel Martín Urquiza Muro	Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	B. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco	Fecha de Ensayo:	17/12/2020
Material	: Terreno natural	Turno:	Diurno
Identificación	: Suelo natural	Profundidad:	0.00 - 1.50
Procedencia	: C-3	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

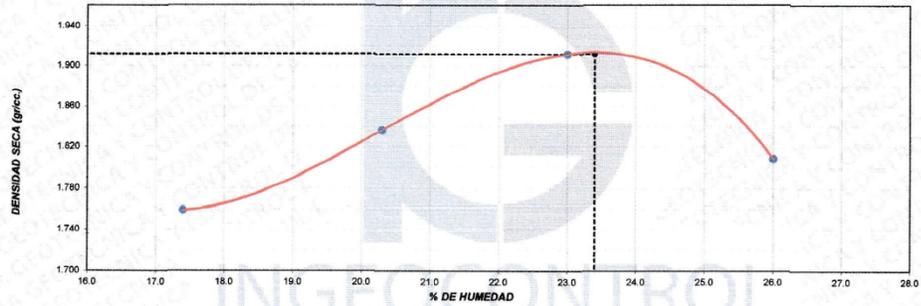
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2123	cm ³
Peso Molde	6292	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.065	2.209	2.352	2.279
Contenido de agua	%	17.4	20.3	23.0	26.0
Densidad Seca	gr/cc	1.759	1.836	1.912	1.809

Densidad Máxima Seca:	1.912	gr/cm³.	Contenido Humedad Optima:	23.40	%
------------------------------	--------------	---------------------------	----------------------------------	--------------	----------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CGC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	2 de 3

Proyecto	: Mejoramiento de la estabilidad de la subbase utilizando Terrasil en diferentes proporciones del camino vecinal Pumahuasi - Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco	Registro N°:	IGC20-LEM-031-04
Propietario	: Joel Martín Urquiza Muro	Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	B. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco	Fecha de Ensayo:	21/12/2020
Material	: Terreno natural	Turno:	Dilmo
Identificación	: Suelo natural	Profundidad:	0.00 - 1.50 m
Procedencia	: C-3	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

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

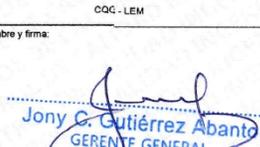
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	1		2		3	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		26		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	9,742		9,532		9,431	
Peso molde (gr.)	4,898		4,762		4,784	
Peso suelo compactado (gr.)	5,044		4,770		4,637	
Volumen del molde (cm³)	2,135		2,129		2,122	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,363		2,240		2,185	
Humedad (%)	23.5		23.3		23.6	
Densidad Seca (gr./cm³)	1,913		1,817		1,789	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	146.4		147.1		148.0	
Tara + suelo húmedo (gr.)	797.3		806.1		729.0	
Tara + suelo seco (gr.)	673.8		681.6		618.1	
Peso de agua (gr.)	123.5		124.5		110.9	
Peso de suelo seco (gr.)	525.4		534.5		470.1	
Humedad (%)	23.5		23.3		23.6	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
2-May	14:00	0	110	0.00	0.00	110	0.00	0.00	110	0.00	0.00
3-May	14:00	24	190	2.03	1.75	167	1.96	1.68	176	1.73	1.48
4-May	14:00	48	200	2.29	1.96	196	2.24	1.92	196	2.18	1.88
5-May	14:00	72	210	2.54	2.18	217	2.72	2.33	200	2.29	1.96
6-May	14:00	96	234	3.15	2.71	222	2.84	2.44	212	2.59	2.23

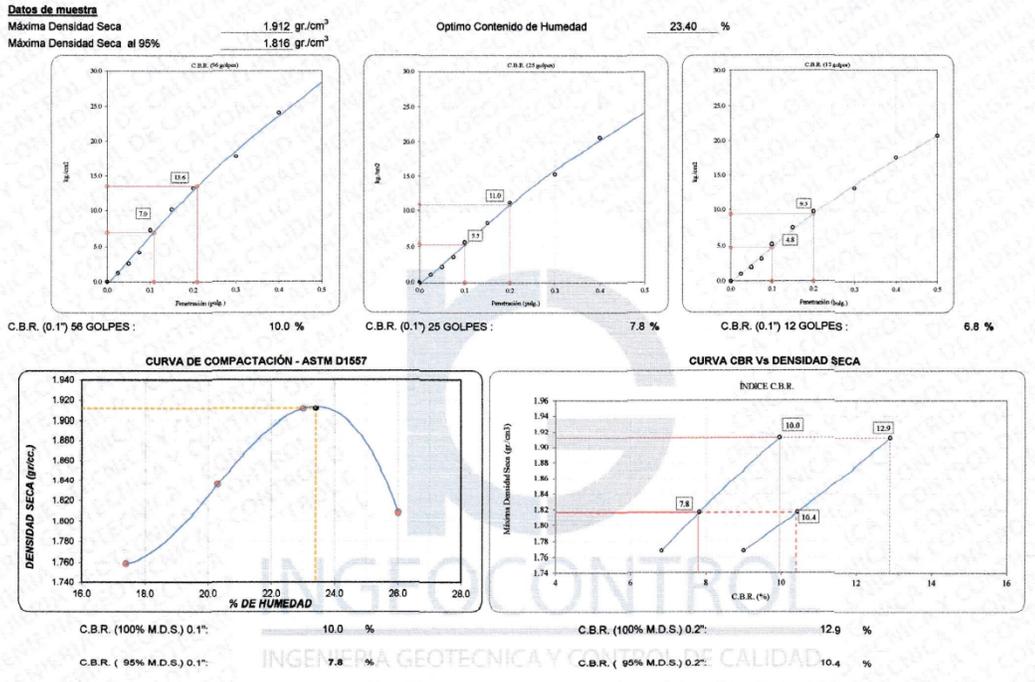
PENETRACIÓN											
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1			Molde N° 2			Molde N° 3			
		Indicador	kg/cm²	Corrección CBR %	Indicador	kg/cm²	Corrección CBR %	Indicador	kg/cm²	Corrección CBR %	
0.025		3	1.2		3	1.1		2	1.0		
0.050		9	2.6		8	2.3		7	2.0		
0.075		16	4.1		14	3.6		12	3.1		
0.100	70.307	30	7.2	7.0	23	5.7	5.5	7.8	5.2	4.8	
0.150		43	10.1		35	8.4		31	7.5		
0.200	105.460	57	13.2	13.6	48	11.3	11.0	10.4	9.7	9.5	
0.300		78	17.9		66	15.3		56	13.1		
0.400		106	24.2		90	20.6		77	17.6		
0.500		125	28.4		106	24.2		90	20.7		

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COG - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí G. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	3 de 3
Proyecto	: Mejoramiento de la estabilidad de la subbase utilizando Terrasil en diferentes proporciones del camino vecinal Pumahuasi - Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco	Registro N°:	IGC20-LEM-031-04
Propietario	: Joel Martín Urquiza Muro	Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	B. Meigar
Ubicación de Proyecto	: Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco	Fecha de Ensayo:	21/12/2020
Material	: Terreno natural	Turno:	Diurno
Identificación	: Suelo natural	Profundidad:	0.00 - 1.50 m
Procedencia	: C-3	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

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



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-15
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 3

Proyecto	: Mejoramiento de la estabilidad de la subbase utilizando Terrasil en diferentes proporciones del camino vecinal Pumahuasi - Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco	Registro N°:	IGC20-LEM-031-05
Propietario	: Joel Martín Urquiza Muro	Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	B. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Poryenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco	Fecha de Ensayo:	17/12/2020
Material	: Terreno natural	Turno:	Diurno
Identificación	: Suelo + Terrasil al 0.5%	Profundidad:	0.00 - 1.50
Procedencia	: C-3	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

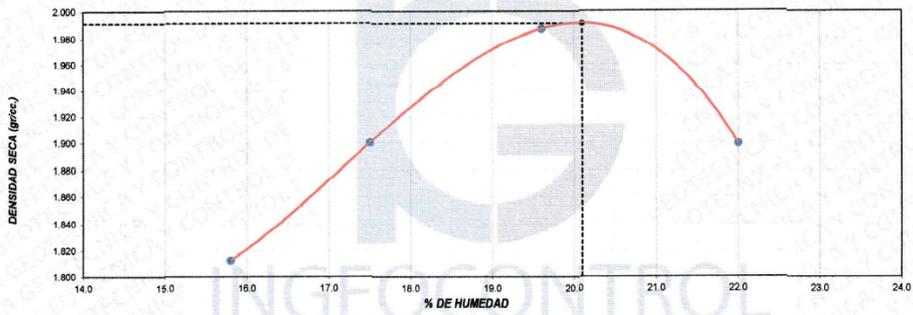
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1567 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2123	cm ³
Peso Molde	6292	gr.

NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	2.099	2.233	2.377	2.317
Contenido de agua	15.8	17.5	19.6	22.0
Densidad Seca	1.813	1.900	1.987	1.899

Densidad Máxima Seca: 1.991 gr/cm³. **Contenido Humedad Optima:** 20.10 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma: 	JEFE LEM Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	CQC - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	2 de 3
Proyecto	Mejoramiento de la estabilidad de la subbase utilizando Terrasil en diferentes proporciones del camino vecinal Pumahuasi - Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco		Registro N°:	IGC20-LEM-031-05
Propietario	Joel Martín Urquiza Muro		Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	---		Ensayado por :	B. Melgar
Ubicación de Proyecto	Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco		Fecha de Ensayo :	21/12/2020
Material	Terreno natural		Turno:	Diumo
Identificación	Suelo + Terrasil al 0.5%		Profundidad:	0.00 - 1.50 m
Procedencia	C-3		Norte:	---
N° de Muestra	M-1		Este:	---
Progresiva	---		Cota:	---

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

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	2		4		1	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		10	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	9.884		9.674		9.435	
Peso molde (gr.)	4.812		4.732		4.627	
Peso suelo compactado (gr.)	5.072		4.942		4.808	
Volumen del molde (cm³)	2.127		2.131		2.128	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.384		2.319		2.165	
Densidad Seca (gr./cm³)	1.987		1.928		1.806	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de tara (gr.)	91.4		86.3		86.7	
Tara + suelo húmedo (gr.)	355.3		418.9		364.4	
Tara + suelo seco (gr.)	311.3		352.8		318.3	
Peso de agua (gr.)	44.0		56.1		46.1	
Peso de suelo seco (gr.)	219.9		276.5		231.6	
Humedad (%)	20.0		20.3		19.9	

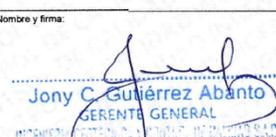
EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
23-May	14:00	0	110	0.00	0.00	110	0.00	0.00	110	0.00	0.00
24-May	14:00	24	113	0.08	0.07	112	0.05	0.04	111	0.03	0.02
25-May	14:00	48	115	0.13	0.11	113	0.08	0.07	112	0.05	0.04
26-May	14:00	72	119	0.23	0.20	115	0.13	0.11	113	0.08	0.07
27-May	14:00	96	121	0.28	0.24	116	0.15	0.13	115	0.13	0.11

PENETRACION

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 2				Molde N° 4				Molde N° 1			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		411	20.4			224	11.1			172	8.5		
0.050		870	43.1			537	26.6			383	19.0		
0.075		1132	56.0			759	37.6			565	28.0		
0.100	70.307	1319	65.3	70.0	99.6	978	48.4	49.0	69.7	712	35.3	36.0	51.2
0.150		1939	96.0			1434	71.0			1012	50.1		
0.200	105.460	2345	116.1	116.0	110.0	1947	96.4	92.0	87.2	1220	60.4	59.0	55.9
0.300		2993	148.2			2380	117.8			1376	66.1		
0.400		3385	167.7			2841	140.7			1551	76.8		
0.500		3812	178.8			2853	141.3			1631	80.8		

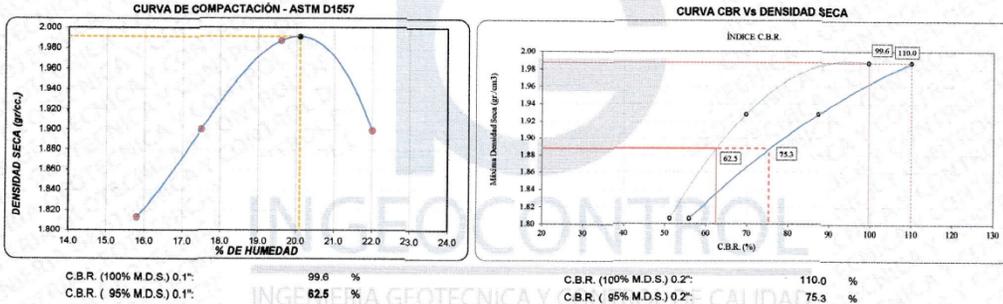
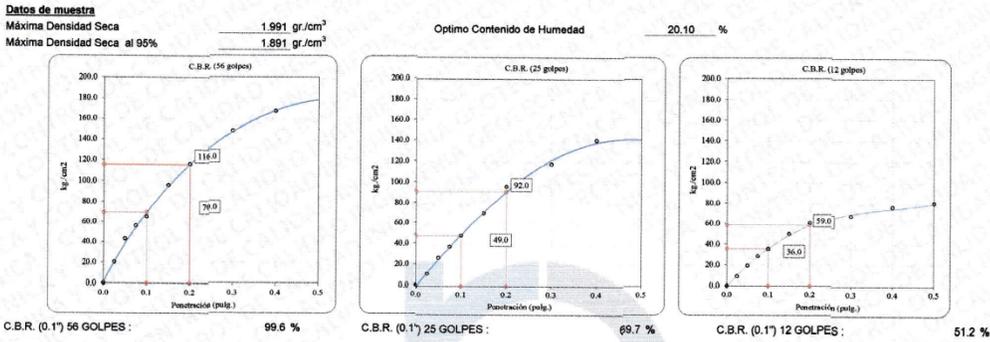
- OBSERVACIONES:**
- * Muestra provista e identificada por el solicitante
 - * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
 -

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
		
Noemí C. Sánchez Guamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Noemí C. Sánchez Guamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	3 de 3

Proyecto : Mejoramiento de la estabilidad de la subbase utilizando Terrasil en diferentes proporciones del camino vecinal Pumahuasi - Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco Propietario : Joel Martín Urquiza Muro Código del Proyecto : --- Ubicación de Proyecto : Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco Material : Terreno natural	Registro N°: IGC20-LEM-031-05 Muestreado por : Solicitante Ensayado por : B. Melgar Fecha de Ensayo: 21/12/2020 Turno: Diurno
Identificación : Suelo + Terrasil al 0.5% Procedencia : C-3 N° de Muestra : M-1 Progresiva : ---	Profundidad: 0.00 - 1.50 m Norte: --- Este: --- Cota: ---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1863**



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Hoamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-15
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 3

Proyecto : Mejoramiento de la estabilidad de la subbase utilizando Terrasil en diferentes proporciones del camino vecinal Pumahuasi - Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco Propietario : Joel Martín Urquiza Muro Código del Proyecto : --- Ubicación de Proyecto : Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco Material : Terreno natural	Registro N°: IGC20-LEM-031-06 Muestreado por : Solicitante Ensayado por : B. Melgar Fecha de Ensayo: 17/12/2020 Turno: Diurno
Identificación : Suelo + Terrasil al 1.0% Procedencia : C-3 N° de Muestra : M-1 Progresiva : ---	Profundidad: 0.00 - 1.50 Norte: --- Este: --- Cota: ---

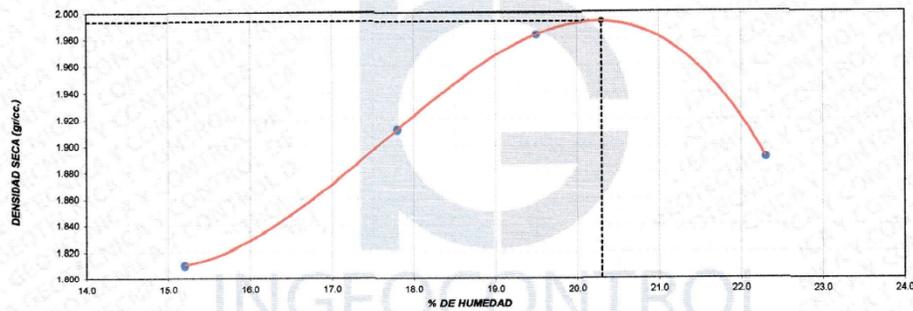
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2123	cm ³
Peso Molde	6292	gr.

NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	2.085	2.252	2.370	2.313
Contenido de agua	15.2	17.8	19.5	22.3
Densidad Seca	1.810	1.912	1.983	1.891

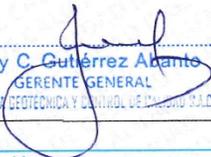
Densidad Máxima Seca:	1.993	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	20.30	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	-------	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma: 	JEFE LEM Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	CQC - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	2 de 3
Proyecto	Mejoramiento de la estabilidad de la subbase utilizando Terrasil en diferentes proporciones del camino vecinal Pumahuasi - Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco		Registro N°:	IGC20-LEM-031-06
Propietario	Joel Martín Urquiza Muro		Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	---		Ensayado por :	B. Melgar
Ubicación de Proyecto	Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco		Fecha de Ensayo:	21/12/2020
Materia	Terreno natural		Turno:	Diurno
Identificación	Suelo + Terrasil al 1.0%		Profundidad:	0.00 - 1.50 m
Procedencia	C-3		Norte:	---
N° de Muestra	M-1		Este:	---
Progresiva	---		Cota:	---

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

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)							
Molde N°	2		4		1		
Número de capas	5		5		5		
Número de golpes	56		25		10		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
Peso suelo + molde (gr.)	9.845		9.600		9.440		
Peso molde (gr.)	4.812		4.732		4.827		
Peso suelo compactado (gr.)	5.033		4.868		4.613		
Volumen del molde (cm³)	2.127		2.131		2.128		
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.366		2.284		2.168		
Densidad Seca (gr./cm³)	1.995		1.931		1.823		

CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso de tara (gr.)	91.4		86.3		88.7		
Tara + suelo húmedo (gr.)	355.1		413.4		382.1		
Tara + suelo seco (gr.)	313.7		362.8		318.3		
Peso de agua (gr.)	41.4		50.6		43.8		
Peso de suelo seco (gr.)	222.3		276.5		231.6		
Humedad (%)	18.6		18.3		18.9		

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
23-May	14:00	0	110	0.00	0.00	110	0.00	0.00	110	0.00	0.00
24-May	14:00	24	114	0.10	0.09	112	0.05	0.04	111	0.03	0.02
25-May	14:00	48	115	0.13	0.11	114	0.10	0.09	111	0.03	0.02
26-May	14:00	72	116	0.15	0.13	115	0.13	0.11	112	0.05	0.04
27-May	14:00	96	122	0.30	0.26	117	0.18	0.15	114	0.10	0.09

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 2				Molde N° 4				Molde N° 1			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		435	21.5			225	11.1			169	8.4		
0.050		865	42.8			526	26.0			392	19.4		
0.075		1128	55.9			782	37.7			578	28.6		
0.100	70.307	1328	65.7	69.0	98.1	994	48.7	60.0	71.1	745	36.9	37.0	52.6
0.150		1906	94.4			1436	71.1			1026	50.8		
0.200	105.460	2298	113.8	114.0	108.1	1952	96.7	92.0	87.2	1294	64.1	61.3	58.1
0.300		2904	146.8			2371	117.4			1399	69.3		
0.400		3321	164.4			2840	140.6			1602	79.3		
0.500		3597	178.1			2869	141.6			1645	81.4		

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	3 de 3

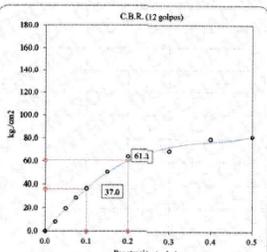
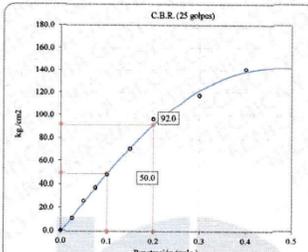
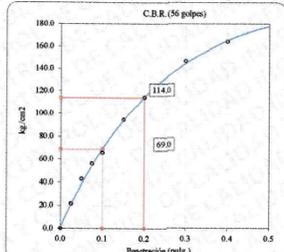
Proyecto : Mejoramiento de la estabilidad de la subbase utilizando Terrasil en diferentes proporciones del camino vecinal Pumahuasi - Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco Propietario : Joel Martín Urquiza Muro Código del Proyecto : --- Ubicación de Proyecto : Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco Material : Terreno natural	Registro N°: IGC20-LEM-031-06 Muestreado por : Solicitante Ensayado por : B. Melgar Fecha de Ensayo: 21/12/2020 Turno: Diurno
Identificación : Suelo + Terrasil al 1.0% Procedencia : C-3 N° de Muestra : M-1 Progresiva : ---	Profundidad: 0.00 - 1.50 m Norte: --- Este: --- Cola: ---

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

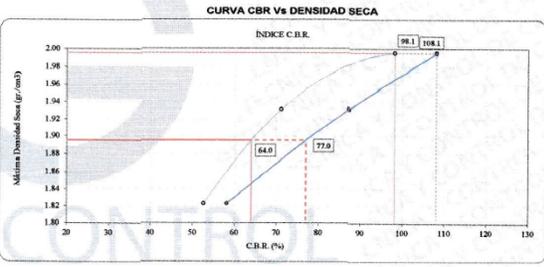
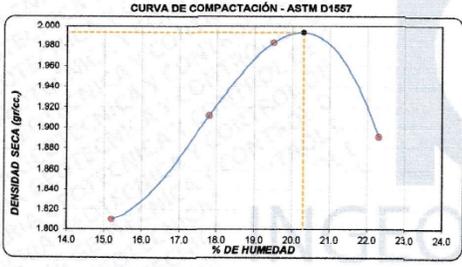
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca : 1.993 gr./cm³
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.893 gr./cm³

Optimo Contenido de Humedad : 20.30 %



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 98.1 % C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 71.1 % C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 52.6 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 98.1 % C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 108.1 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 64.0 % C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 77.0 %

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-15
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 3

Proyecto	: Mejoramiento de la estabilidad de la subbase utilizando Terrasil en diferentes proporciones del camino vecinal Pumahuasi - Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco	Registro N°:	IGC20-LEM-031-07
Propietario	: Joel Martín Urquiza Muro	Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	B. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco	Fecha de Ensayo:	17/12/2020
Material	: Terreno natural	Turno:	Diurno
Identificación	: Suelo + Terrasil al 2.0%	Profundidad:	0.00 - 1.50
Procedencia	: C-3	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

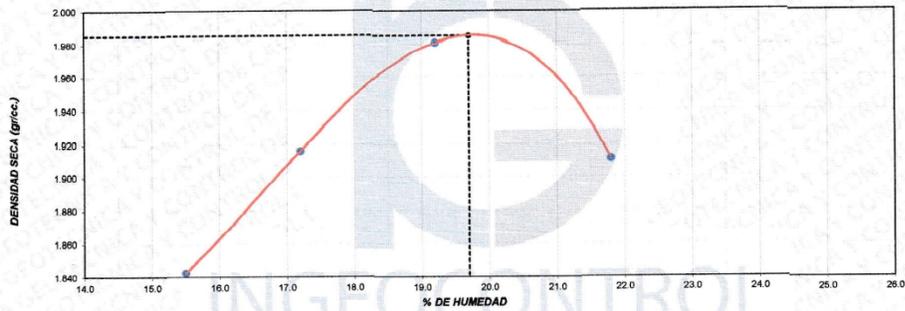
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2123	cm ³
Peso Molde	6292	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.129	2.246	2.361	2.328
Contenido de agua	%	15.5	17.2	19.2	21.8
Densidad Seca	gr/cc	1.843	1.916	1.981	1.911

Densidad Máxima Seca:	1.985	gr/cm³.	Contenido Humedad Óptima:	19.70 %
------------------------------	--------------	---------------------------	----------------------------------	----------------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	2 de 3
Proyecto	Mejoramiento de la estabilidad de la subbase utilizando Terrasil en diferentes proporciones del camino vecinal Pumahuasi - Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco		Registro N°:	IGC20-LEM-031-07
Propietario	Joel Martín Urquiza Muro		Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	---		Ensayado por :	B. Melgar
Ubicación de Proyecto	Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco		Fecha de Ensayo:	21/12/2020
Material	Terreno natural		Turno:	Diurno
Identificación	Suelo + Terrasil al 2.0%		Profundidad:	0.00 - 1.50 m
Procedencia	C-3		Norte:	---
N° de Muestra	M-1		Este:	---
Progresiva	---		Cota:	---

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

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	2		4		10	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	55		25		10	
Condición de la muestra						
Peso suelo + molde (gr.)	9.861		9.597		9.537	
Peso molde (gr.)	4.812		4.732		4.710	
Peso suelo compactado (gr.)	5.049		4.865		4.710	
Volumen del molde (cm³)	2.127		2.131		2.128	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.374		2.283		2.213	
Densidad Seca (gr./cm³)	1.983		1.912		1.846	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de tara (gr.)	121.3	154.3	143.2
Tara + suelo húmedo (gr.)	384.5	402.9	358.4
Tara + suelo seco (gr.)	341.2	352.0	322.7
Peso de agua (gr.)	43.3	40.3	35.7
Peso de suelo seco (gr.)	219.9	207.7	179.5
Humedad (%)	19.7	19.4	19.9

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
31-Mar	14:00	0	110	0.00	0.00	110	0.00	0.00	110	0.00	0.00
1-Abr	14:00	24	112	0.05	0.04	111	0.03	0.02	111	0.03	0.02
2-Abr	14:00	48	114	0.10	0.09	112	0.05	0.04	111	0.03	0.02
3-Abr	14:00	72	118	0.20	0.17	114	0.10	0.09	113	0.08	0.07
4-Abr	14:00	96	120	0.25	0.22	116	0.15	0.13	114	0.10	0.09

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 2				Molde N° 4				Molde N° 1			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		398	19.7			218	10.8			184	9.1		
0.050		856	42.4			541	26.8			381	19.4		
0.075		1124	55.7			769	38.1			581	28.8		
0.100	70.307	1298	64.3	69.0	98.1	954	47.7	50.0	71.1	724	35.8	37.0	52.6
0.150		1896	93.9			1468	72.7			1054	52.7		
0.200	105.460	2297	113.7	113.0	107.1	1952	96.7	92.0	87.2	1219	60.4	59.6	56.5
0.300		2893	143.2			2374	117.5			1345	66.6		
0.400		3299	163.3			2861	141.7			1526	75.6		
0.500		3802	178.3			2895	143.4			1612	79.8		

OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

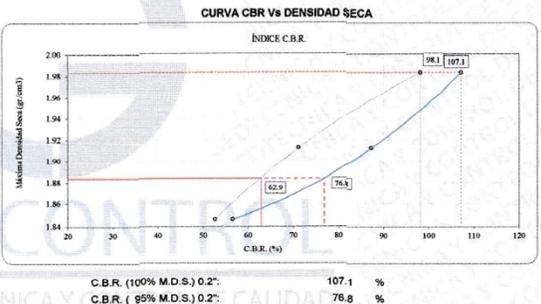
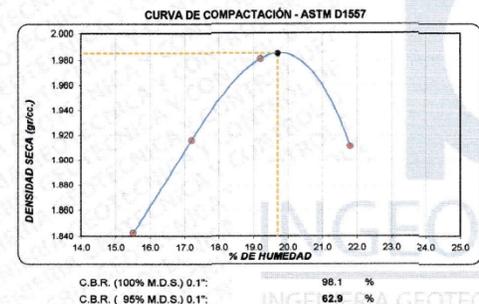
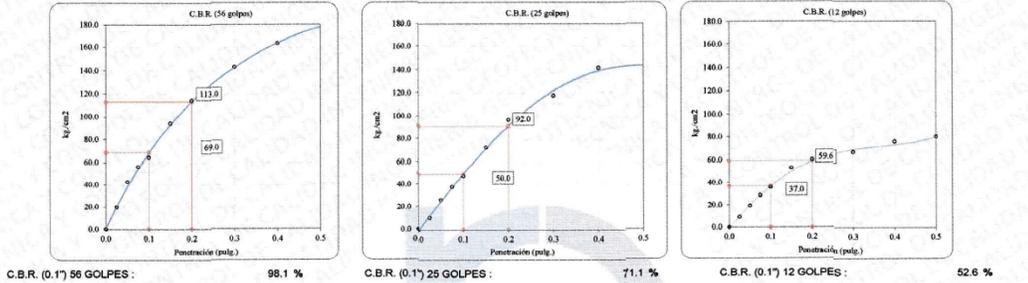
INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	3 de 3
Proyecto	Mejoramiento de la estabilidad de la subbase utilizando Terrasil en diferentes proporciones del camino vecinal Pumahuasi - Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco	Registro N°:	IGC20-LEM-031-07
Propietario	Joel Martín Urquiza Muro	Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	---	Ensayado por :	B. Melgar
Ubicación de Proyecto	Porvenir de Marona - Topa, distrito Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco	Fecha de Ensayo:	21/12/2020
Material	Terreno natural	Turno:	Diurno
Identificación	Suelo + Terrasil al 2.0%	Profundidad:	0.00 - 1.50 m
Procedencia	C-3	Norte:	---
N° de Muestra	M-1	Este:	---
Progresiva	---	Cota:	---

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

Datos de muestra
 Máxima Densidad Seca _____ 1.985 gr/cm³
 Máxima Densidad Seca al 95% _____ 1.888 gr/cm³

Optimo Contenido de Humedad _____ 19.70 %



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENCOCONTROL
 * ---
 * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Anexo 6. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS UTILIZADOS



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 051 - 2020**

*Área de Metrología
Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1. Expediente | 0317-2020 |
| 2. Solicitante | INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |
| 3. Dirección | MZA. A LOTE, 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES |
| 4. Equipo de medición | BALANZA ELECTRÓNICA |
| Capacidad Máxima | 30000 g |
| División de escala (d) | 1 g |
| Div. de verificación (e) | 1 g |
| Clase de exactitud | III |
| Marca | OHAUS |
| Modelo | R21PE30ZH |
| Número de Serie | B847537449 |
| Capacidad mínima | 20 g |
| Procedencia | CHINA |
| Identificación | NO INDICA |
| 5. Fecha de Calibración | 2020-03-02 |

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

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

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

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

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

Fecha de Emisión

2020-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALAGA TORRES

Sello



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 051 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	22.7 °C	22.8 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.2	0.3
2	14,999	0.5	-1.0	29,999	0.5	-1.0
3	14,999	0.6	-1.1	30,000	0.4	0.1
4	14,999	0.8	-1.3	30,000	0.4	0.1
5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
6	15,000	0.4	0.1	29,999	0.6	-1.1
7	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.4	0.1
8	15,001	0.8	0.7	30,000	0.5	0.0
9	14,999	0.7	-1.2	30,001	0.8	0.7
10	15,000	0.4	0.1	30,000	0.8	-0.3
	Diferencia Máxima		2.0	Diferencia Máxima		1.8
	Error Máximo Permisible		± 2.0	Error Máximo Permisible		± 3.0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	22.7 °C	22.8 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1		10	0.7	-0.2		10,000	0.5	0.0	0.2
2		10	0.3	0.2		10,000	0.6	-0.1	-0.3
3	10 g	10	0.4	0.1	10,000	9,999	0.2	-0.7	-0.8
4		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1
5		10	0.4	0.1		10,001	0.8	0.7	0.6
						Error máximo permisible			± 2.0

* Valor entre 0 y 10e



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LLA - 102 - 2020

Laboratorio de Longitud y Angulo

Página 1 de 7

Expediente	1036927
Solicitante	PERUTEST S.A.C.
Dirección	Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos
Instrumento de Medición	BLOQUES PATRON DE LONGITUD
Valor Nominal	1 mm a 20 mm
Grado	0 (*)
Marca	INSIZE
Modelo	4100-32 (*)
Número de Serie	140099 (*)
Cantidad	11
Material	ACERO
Fecha de Calibración	2020-03-02

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

La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).

La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.



Responsable del área



Firmado digitalmente
por DE LA CRUZ
GARCIA Leonardo FAU
20600283015 soft
Fecha: 2020-03-03
17:55:13

Dirección de Metrología

Responsable del laboratorio



Firmado digitalmente
por CANO URIBE Daniel
Adolfo FAU 20600283015
soft
Fecha: 2020-03-03
10:44:39

Dirección de Metrología



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° M-0882-2019



EXP.: 88124

Pág. 1 de 2

Fecha de emisión: 2019 - 07 - 04

1. **Solicitante** : PERUTEST S.A.C.
2. **Dirección** : Jr. La Madrid Mz. E Lote 14 - Urb. Los Olivos
- San Martín de Porres - Lima
3. **Medida materializada** : **Pesas**
 - **Marca** : No indica
 - **Material** : Hierro fundido
 - **Color** : Negro
 - **Procedencia** : Perú
 - **Código Identificación** : Ver tabla de resultados
 - **Valor Nominal** : 5 kg a 20 kg
 - **Clase de exactitud** : M2
 - **Cantidad** : 03 unidades
 - **Ubicación** : No indica
4. **Lugar de calibración** : Laboratorio de Masa - METROIL S.A.C.
5. **Fecha de calibración** : 2019 - 07 - 04

6. Método de calibración

La calibración se efectuó mediante el método de sustitución simple con los patrones del laboratorio según el PC-008: 2ª Ed., "Procedimiento para la Calibración de Pesas de trabajo de las clases de exactitud M₂, M₂₋₃ y M₃" del INDECOPI - SNM.

7. Trazabilidad

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

Código	Instrumento Patrón	Certificado de calibración
IM-001	Pesa patrón Clase : M1	M-1044-2018 / METROIL S.A.C.
IM-002	Pesa patrón Clase : M1	M-1045-2018 / METROIL S.A.C.
IM-003	Pesa patrón Clase : M1	M-1046-2018 / METROIL S.A.C.

8. Condiciones de calibración

- Temperatura Ambiental : 21,1 °C a 21,2 °C
- Humedad Relativa : 54 %H.R. a 55 %H.R.
- Presión Atmosférica : 1002 mbar

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

CESAR GUIZA VILLANUEVA
Jefe de Laboratorio

CALIBRACION DE SISTEMA CELDA DE CARGA

1. GENERALIDADES.

PERUTEST S.A.C. solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú efectuar la calibración de un sistema de medición de carga comprendido por una celda de carga y un indicador digital.

Esta operación fue efectuada por personal del Laboratorio de Estructuras. La calibración se efectuó en el Laboratorio de Estructuras el día 25 de abril de 2019.

2. EQUIPO CALIBRADO.

Celda de carga:

- Marca : OAP Tipo: ZSF-A
- N° serie : 55P4331
- Capacidad : 10000 kg (nominal)

Indicador Digital: HIGH WEIGHT

- Modelo : TP9901
- N° serie : 0284064
- Carga nominal : 10000 kg
- Resolución : 0.5 kg

3 EQUIPO EMPLEADO.

- Marco de reacción de perfiles mecano.
- Celda de carga, HBM, C3H, N° 98950, 200 KN, con última calibración efectuada el 15 de febrero de 2019.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch1
- Celda de carga, HBM, U1, N° 6727, 50 KN, con última calibración efectuada el 16 de abril de 2019.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch6
- Gata hidráulica, LUKAS, HP 200/200, 500bar, Nr.300
- Bomba hidráulica manual, LUKAS, ZPH3/8, PN: 700 SER N°: 263915

4. PROCEDIMIENTO SEGUIDO.

Para la realización de la calibración se tomó como referencia la norma ASTM E74-18 y de acuerdo con el cliente se procedió a aplicar los valores de carga indicados en la página 3/3.

El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga a la celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

5. RESULTADOS.

En la página 3/3 se presentan los resultados de la calibración efectuada.

Se recomienda recalibrar el equipo a intervalos apropiados.



**LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS
ANTISISMICAS**



PUCP

Celda calibrada: OAP
N° serie: 55P4331

Tipo: ZSF-A
Capacidad: 10t

Indicador Digital : HIGH WEIGHT
N° serie: 0284064

Modelo: TP9901

Celda patrón: HBM #serie: 98950 Capacidad: 200 kN
Amplificador usado: HBM-MGCplus1 ch1
Calibrada en LEDI-PUCP el 15 de febrero 2019
Celda patrón: HBM #serie: 6727 Capacidad: 50 kN
Amplificador usado: HBM-MGCplus1 ch6
Calibrada en LEDI-PUCP el 16 de abril 2019
Celdas patrones calibradas con patrones trazables al DKD-Alemania

Norma de referencia: ASTM E74-18
Fecha: 2019-04-25 Ejecutores: S. Llanos I. - M. Bernardo L.
La calibración está referida a 23 °C

PATRON (kg)			INDICADOR HIGH WEIGHT (kg)		
1019.6	1019.6	1019.6	1018.0	1017.5	1018.5
2039.3	2039.2	2039.1	2037.5	2037.5	2039.0
3059.5	3059.3	3059.3	3060.0	3061.5	3064.5
4080.7	4080.4	4080.4	4082.0	4083.0	4084.0
5101.9	5101.6	5101.6	5103.0	5104.0	5105.5
6123.1	6122.8	6122.8	6125.5	6125.5	6127.0
7144.4	7144.0	7144.0	7146.5	7146.5	7148.5
8165.7	8165.3	8165.3	8169.0	8167.5	8170.5
9187.1	9186.6	9186.6	9191.0	9191.0	9192.0
9902.0	9901.5	9901.5	9905.0	9906.0	9908.5

La ecuación de ajuste por el método de mínimos cuadrados según la norma citada es:

$$\text{DEFLEXION} = A + B (\text{CARGA}) + C (\text{CARGA})^2$$

Siendo los coeficientes:

A = -2.7227030797
B = 1.0014098063
C = -0.0000000701

Obteniéndose como resultado:

Desviación Standard S = 1.4 kg
LLF(Lower Limit Factor) = 3.3 kg
U = 13 kg

La Incertidumbre expandida, para k=2, ha sido calculada para 10000 kg
Nota: DEFLEXION es la lectura directa del indicador digital HIGH WEIGHT

Este informe contiene 3 páginas.

Prohibida la reproducción parcial de este Informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas.





Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



Registro N° LC-014

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-1268-2019

SERV - 1197 - 2019

Pág. 1 de 2

1. Cliente : PERUTEST S.A.C.
Dirección : Jr. La Madrid Mza. E Lote 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima - Lima

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

2. Instrumento de Medición : TERMÓMETRO DE INDICACION DIGITAL

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es válido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Marca : Digi-Sense
Modelo : 92800-05
Número de Serie : G93004772
Procedencia : No indica
Intervalo de Indicación : No indica
Resolución : 0,1 °C
Elemento Sensor : Diez Termopares Tipo T
Identificación : No indica

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

3. Fecha y Lugar de calibración
Fecha de calibración : 2019-11-20
Lugar de calibración : Laboratorio de Temperatura de SAT S.A.C.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

4. Método de Calibración :
La calibración se realizó por comparación directa según el procedimiento PC-017 2da. Ed , "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales" del INDECOPI-SNM.

SAT S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

5. Trazabilidad :
Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

El certificado de calibración sin la firma y sellos del responsable de SAT. carecen de validez.

Instrumento patrón	Certificado de calibración N°
Termómetro de código LT-T-12 con incertidumbre del orden desde 0,016 °C	LT-272-2018 del INACAL-DM.
Termómetro de código LT-T-13 con incertidumbre del orden desde 0,016 °C	LT-271-2018 del INACAL-DM.

6. Condiciones Ambientales :
Temperatura ambiental : Mínima : 21,9 °C Máxima : 22,3 °C
Humedad relativa : Mínima : 56 % H.R. Máxima : 58 % H.R.

Fecha de emisión: 2019-11-25

JORGE R. QUILLE RAMOS
Jefe de Laboratorio de Temperatura (e)

Ing. YANET I. MALDONADO PANÉZ
Jefe de División de Metrología

F-DM-08/4ta/Febrero 2018



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



Certificado de Calibración N° LT-1268-2019
Pág. 2 de 2

7. Resultados:

TCV (°C)	CORRECCIONES (°C)										Incertidumbre (°C)
	CH-01	CH-02	CH-03	CH-04	CH-05	CH-06	CH-07	CH-08	CH-09	CH-10	
	PT-01	PT-02	PT-03	PT-04	PT-05	PT-06	PT-07	PT-08	PT-09	PT-10	
0,00	-1,30	-1,20	-1,20	-1,15	-1,30	-1,00	-1,15	-1,20	-1,35	-1,25	0,25
60,00	-1,05	-1,00	-1,10	-1,10	-1,35	-1,25	-1,30	-1,35	-1,50	-1,30	0,25
110,00	0,20	0,10	0,10	-0,05	-0,05	-0,10	-0,05	-0,05	-0,10	-0,20	0,25

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:
 $TCV = \text{Indicación del termómetro} + \text{corrección}$

CH: Canal de entrada del indicador

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k = 2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

8. Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La profundidad de inmersión de los sensores fue de 30 cm.
- El tiempo de estabilización no menor a 5 minutos.
- Las identificaciones PT-01 hasta PT-10 están grabadas en etiquetas adheridas a sus respectivos conectores.



F-DM-08/4ta/Febrero 2018



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LF - 030 - 2020**

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	0386-2020	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Equipo	PRENSA DE ENSAYO CBR	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Capacidad	5000 kgf	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Marca	RUMISTONE	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Procedencia	PERU	
Identificación	202052-6	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIGH WEIGHT	
Modelo	315-X5	
Número de Serie	215463	
Resolución	1 kgf	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2020-03-05	

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

2020-03-06

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 030 - 2020

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

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

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.8 °C	21.8 °C
Humedad Relativa	72 % HR	72 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE 092-19

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 030 - 2020

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	500	499.4	499.2	499.3	499.3
20	1000	1000.7	1000.6	1000.6	1000.6
30	1500	1500.3	1500.4	1500.7	1500.4
40	2000	2001.8	2002.3	2004.8	2003.1
50	2500	2500.0	2500.0	2500.4	2500.2
60	3000	2999.4	2999.5	2999.8	2999.6
70	3500	3499.5	3499.6	3499.7	3499.6
80	4000	3999.8	3999.9	3999.9	3999.9
90	4500	4499.9	4499.8	4500.1	4500.0
100	5000	4999.5	5000.0	5000.4	4999.9
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa α (%)	
500	0.13	0.04	-0.04	0.20	0.36
1000	-0.06	0.01	0.01	0.10	0.34
1500	-0.03	0.03	0.01	0.07	0.34
2000	-0.15	0.15	-0.05	0.05	0.35
2500	-0.01	0.02	-0.02	0.04	0.34
3000	0.01	0.01	0.00	0.03	0.34
3500	0.01	0.01	0.00	0.03	0.34
4000	0.00	0.00	0.00	0.03	0.34
4500	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.34
5000	0.00	0.02	0.01	0.02	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) 0.00 %



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

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

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 026 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente 0386-2020
2. Solicitante INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
3. Dirección MZA. A LOTE 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES
4. Equipo HORNO
- Alcance Máximo 300 °C
- Marca PERUTEST
- Modelo PT-H76
- Número de Serie 0135
- Procedencia PERÚ
- Identificación NO INDICA
- Ubicación NO INDICA

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

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

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

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

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

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMOMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2020-06-17

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología Sello

2020-06-17

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 026 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT-90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018, 2da edición, Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

MZA. A LOTE, 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22.5	22.5
Humedad Relativa	63%	63%

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
SAT - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-014	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LT-1268-2019
METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001	TERMOMIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	T-1695-2019

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT-LT-026-2020

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 21 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
El controlador se seteo en 110

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	106.9	107.1	111.0	115.1	112.4	104.2	109.0	112.4	112.4	109.7	110.0	10.9
02	110.0	107.3	107.1	109.7	115.7	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.1	11.7
04	110.0	107.0	106.9	111.3	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.6	110.1	11.2
06	110.0	107.4	107.0	110.5	115.3	112.6	104.0	108.6	112.4	112.6	109.7	110.0	11.3
08	110.0	106.9	107.1	111.0	115.1	112.4	104.0	109.0	113.0	112.4	109.7	110.1	11.1
10	110.0	107.3	107.0	109.7	115.7	113.0	104.1	108.6	112.6	113.0	109.6	110.1	11.6
12	110.0	107.0	107.1	111.0	115.4	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	11.4
14	110.0	107.4	106.9	109.7	115.3	112.6	104.1	109.0	113.0	112.6	109.7	110.0	11.2
16	110.0	106.9	107.0	111.3	115.1	112.4	104.2	108.6	112.6	112.4	109.6	110.0	10.9
18	110.0	107.3	107.1	110.5	115.7	113.0	104.0	109.0	113.0	113.0	109.7	110.2	11.7
20	110.0	107.0	107.1	111.3	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	11.2
22	110.0	107.4	107.1	110.5	115.1	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.6	110.0	11.1
24	110.0	106.9	106.9	111.0	115.7	112.6	104.2	108.6	113.0	112.6	109.7	110.1	11.5
26	110.0	107.3	107.0	109.7	115.4	112.4	104.0	108.6	112.4	112.4	109.7	109.9	11.4
28	110.0	106.9	106.9	111.3	115.3	113.0	104.2	108.6	113.0	113.0	109.6	110.2	11.1
30	110.0	107.3	107.0	110.5	115.4	112.4	104.0	109.0	112.4	112.4	109.7	110.0	11.4
32	110.0	107.0	107.1	111.0	115.3	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.2	11.3
34	110.0	107.4	107.0	109.7	115.1	112.6	104.0	109.0	112.6	112.6	109.6	110.0	11.1
36	110.0	107.4	107.1	111.3	115.7	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.7	110.2	11.5
38	110.0	106.9	107.1	110.5	115.1	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.1	11.1
40	110.0	107.3	106.9	111.0	115.7	112.6	104.0	109.0	112.6	112.6	109.6	110.1	11.7
42	110.0	107.0	107.0	109.7	115.4	112.4	104.2	108.6	112.6	112.4	109.7	109.9	11.2
44	110.0	107.4	107.0	111.0	115.3	113.0	104.0	108.6	112.4	113.0	109.7	110.1	11.3
46	110.0	106.9	107.1	109.7	115.1	112.6	104.2	108.6	113.0	112.6	109.6	109.9	10.9
48	110.0	107.3	107.1	111.3	115.7	112.6	104.2	109.0	112.6	112.6	109.7	110.2	11.6
50	110.0	106.9	106.9	110.5	115.4	112.4	104.2	108.6	113.0	112.4	109.7	110.0	11.2
52	110.0	107.0	107.0	111.3	115.3	113.0	104.0	108.6	112.6	113.0	109.6	110.1	11.3
54	110.0	107.4	107.1	111.0	115.1	112.6	104.0	108.6	113.0	112.6	109.6	110.1	11.1
56	110.0	106.9	107.1	109.7	115.7	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.7	109.9	11.7
58	110.0	107.3	106.9	111.3	115.4	113.0	104.2	109.0	112.6	113.0	109.7	110.2	11.2
60	110.0	106.9	107.0	110.5	115.3	112.6	104.0	108.6	113.0	112.6	109.6	110.0	11.3
T.PROM	110.0	107.1	107.0	110.6	115.4	112.7	104.1	108.7	112.7	112.7	109.7	110.1	
T.MAX	110.0	107.4	107.1	111.3	115.7	113.0	104.2	109.0	113.0	113.0	109.7		
T.MIN	110.0	106.9	106.9	109.7	115.1	112.4	104.0	108.6	112.4	112.4	109.6		
DTT		0.0	0.5	0.2	1.6	0.6	0.2	0.4	0.6	0.6	0.1		



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN - MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 026 - 2020

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	115.7	13.5
Mínima Temperatura Medida	104.0	0.0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.6	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	11.3	13.7
Estabilidad Medida (±)	0.8	0.04
Uniformidad Medida	11.7	13.7

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

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incetidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

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

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

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

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

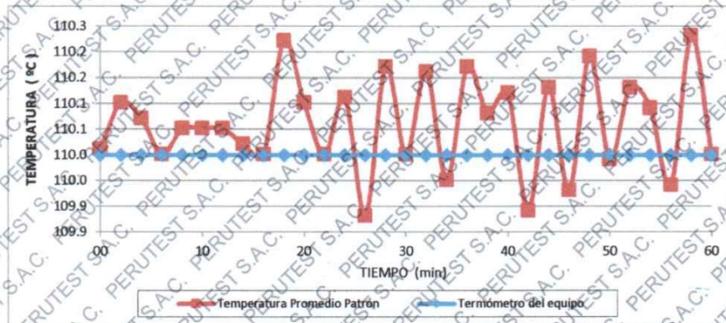
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 026 - 2020

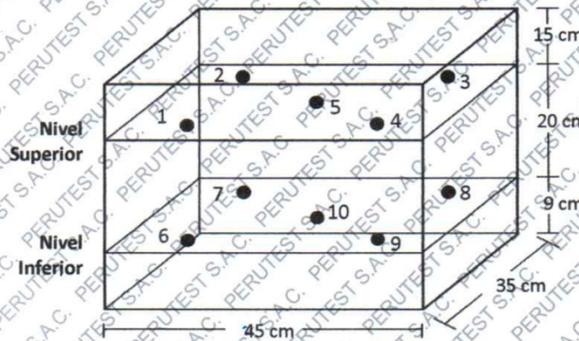
Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



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

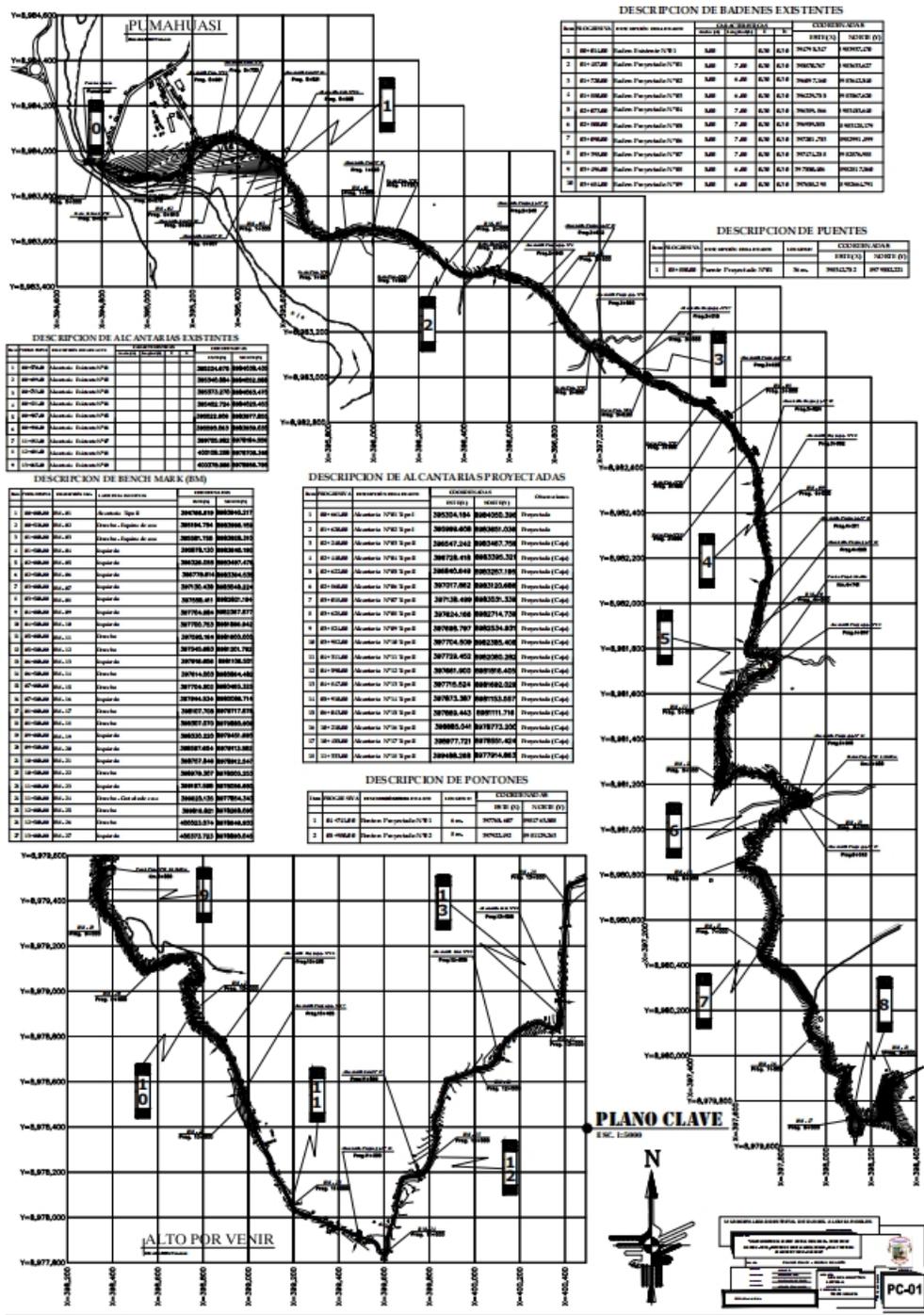
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 9 cm de las paredes laterales y a 9 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

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

Fin del documento

Anexo 7. PLANO



Anexo 8.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo: Roger Alberto Príncipe Reyes con DNI N°: 02805945 Dr. en Administración N° CIP 43516, de profesión Ingeniero Civil Desempeñándome actualmente como Docente a tiempo completo en la Facultad de Ingeniería Escuela Profesional de Ingeniería Civil En la Universidad Cesar Vallejo

- Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento: Ficha técnica: Mejoramiento de la estabilidad de la sub base utilizando Terrasil en el camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona- Huánuco 2020

Ficha de observación.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Lima el 05 de marzo del 2021.

Dr. : Roger Alberto Príncipe Reyes
DNI : 02805945
Especialidad : Ingeniero Civil
E-mail : principe20066@yahoo.es