



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

“Mejoramiento de suelos arcillosos a nivel de Subrasantes con la incorporación del polvo de cáscara de huevo en Pichiwillca – La Mar - Ayacucho, 2021”

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

AUTOR:

Vilca Cuarez Royer Anghelo (ORCID: 0000-0003-1453-2019)

ASESOR:

Mg. Arévalo Vidal Augusto Samir (ORCID: 0000-0002-6559-0334)

LÍNEA DE INVESTIGACION:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERU

2021

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo de investigación a mi Dios, mi familia, a mis padres que son la alegría de mi vida por formarme como la persona que soy y los valores inculcados a mi persona, debiendo muchos de mis logros a ellos, quienes permanentemente me apoyaron alentándome a lograr mis metas y objetivos propuestos.

Agradecimiento

Agradezco a mi docente por apoyarme en mi centro de labores el Ing. Maxwill Morote y asesor Samir Arévalo por la ayuda de poder lograr mis objetivos fundamentales para mi formación profesional sin antes mencionar a mis amigos y demás compañeros de mi centro laboral que me dieron la motivación y ayuda de poder seguir con mis metas estos años.

Índice de contenidos

Carátula.....	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	5
III. METODOLOGÍA	22
3.1. Tipo y diseño de investigación	22
3.2. Variables y operacionalización.....	24
3.3. Población, muestra y muestreo.....	29
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.5. Procedimientos	32
3.6. Método de análisis de datos.....	52
3.7. Aspectos éticos	54
IV. RESULTADOS.....	55
V. DISCUSIÓN	68
VI. CONCLUSIONES	72
VII. RECOMENDACIONES.....	73
REFERENCIAS.....	74
ANEXOS	78

Índice de tablas

Tabla nº 1: Análisis químico de cáscara de huevo	10
Tabla nº 2: Clasificación de carreteras en función al IMD	11
Tabla nº 3: Categorías de subrasantes en función al CBR	13
Tabla nº 4: Composición química de un suelo arcilloso A-6(7)	14
Tabla nº 5: Relación suelo-plasticidad IP	15
Tabla nº 6: Clasificación de suelos AASHTO	17
Tabla nº 7: Correlación de tipos de suelo AASHTO- SUCS	17
Tabla nº 8: Índice de grupo para subrasantes.....	18
Tabla nº 9: Esquema del diseño experimental	23
Tabla nº 10: Clasificación de calizas según el contenido de Carbonato de Calcio	26
Tabla nº 11: Matriz de Operacionalización de Variables	28
Tabla nº 12: Técnicas de exploración en campo EMS	30
Tabla nº 13: Descripción de ensayos entre Normas del MTC	31
Tabla nº 14: Cuadro de ensayos en laboratorio	52
Tabla nº 15: Cuadro de los ensayos LL-LP-IP	55
Tabla nº 16: Cuadro del ensayo granulométrico.	57
Tabla nº 17: Clasificación del suelo arcilloso C-6.....	58
Tabla nº 18: Resumen del Proctor modificado C-6.	59
Tabla nº 19: Resumen del CBR en la C-6.....	64

Índice de figuras

Figura nº 1: Cáscara de huevo	9
Figura nº 2: Partes del huevo	9
Figura nº 3: Estructura y composición del huevo	10
Figura nº 4: Vías de transporte.....	11
Figura nº 5: Vías sin pavimentar	12
Figura nº 6: Estabilización de suelo-cemento.....	12
Figura nº 7: Sección transversal de una Subrasantes.....	13
Figura nº 8: Suelos arcillosos	14
Figura nº 9: Fórmula del Índice de Plasticidad	15
Figura nº 10: Tamices para el ensayo granulométrico	16
Figura nº 11: Molde cilíndrico y martillos del ensayo Proctor	18
Figura nº 12: Molde cilíndrico de 4.0pulg del ensayo Proctor.....	19
Figura nº 13: Molde cilíndrico de 6.0pulg del ensayo Proctor.....	19
Figura nº 14: Fórmula del contenido de humedad.....	20
Figura nº 15: Agua contaminada vs agua limpia	20
Figura nº 16: Molde cilíndrico del ensayo CBR	21
Figura nº 17: Instrumentos y equipos de laboratorio	31
Figura nº 18: Localización Regional y Distrital.	32
Figura nº 19: Ubicación del Área de estudio.	34
Figura nº 20: Ubicación del Área crítica C-6 de las subrasantes.....	35
Figura nº 21: Vista en campo de la calicata.	36
Figura nº 22: Descripción de las características del suelo.	37
Figura nº 23: Cáscara de huevo recolectado y lavado.	38
Figura nº 24: Secado natural de la cáscara de huevo y recolectado.....	38
Figura nº 25: Molienda de la cáscara de huevo.	39
Figura nº 26: Obtención polvo de cáscara de huevo.....	39
Figura nº 27: Tamizado del polvo de cáscara de huevo.....	40
Figura nº 28: Cuarteo del suelo arcilloso.....	40
Figura nº 29: Ensayo del LL-LP suelo arcilloso.	41
Figura nº 30: Ensayo de granulometría suelo arcilloso.	42
Figura nº 31: Adición del PCH al suelo arcilloso.	43

Figura nº 32: Compactación del suelo en estado natural.	44
Figura nº 33: Pesos de las dosificaciones del PCH en 5%,10%, 12% y 15% Proctor.	44
Figura nº 34: Ensayo de Proctor con adición del PCH en 5%.	46
Figura nº 35: Ensayo de Proctor con adición del PCH en 10%.	46
Figura nº 36: Ensayo de Proctor con adición del PCH en 12%.	47
Figura nº 37: Ensayo de Proctor con adición del PCH en 15%.	47
Figura nº 38: Ensayo CBR con adición del PCH en 5%,10%, 12% y 15%.	49
Figura nº 39: Ensayo CBR del suelo en estado natural.	50
Figura nº 40: Ensayo CBR con adición del PCH en 5%.	50
Figura nº 41: Pesos de las dosificaciones del PCH en 5%,10%, 12% y 15% CBR.	51
Figura nº 42: Flujograma Método de Análisis De Datos	53
Figura nº 43: Límite líquido vs nº de golpes.	56
Figura nº 44: Índice plástico vs Límite líquido de la C-6	56
Figura nº 45: Curva granulométrica de la C-6.	58
Figura nº 46: Curva de MDS de la C-6 estado natural.	60
Figura nº 47: Curva de MDS de la C-6 con dosificación del 5% de PCH.	60
Figura nº 48: Curva de MDS de la C-6 con dosificación del 10% de PCH.	61
Figura nº 49: Curva de MDS de la C-6 con dosificación del 12% de PCH.	61
Figura nº 50: Curva de MDS de la C-6 con dosificación del 15% de PCH.	62
Figura nº 51: MDS de la C-6 con dosificación del PCH.	62
Figura nº 52: Curva del % CBR vs Densidad seca en estado natural.	64
Figura nº 53: Curva del % CBR vs Densidad seca con dosificación del 5% de PCH.	65
Figura nº 54: Curva del % CBR vs Densidad seca con dosificación del 10% de PCH.	65
Figura nº 55: Curva del % CBR vs Densidad seca con dosificación del 12% de PCH.	66
Figura nº 56: Curva del % CBR vs Densidad seca con dosificación del 15% de PCH.	66
Figura nº 57: Resistencias del % CBR con dosificación del PCH.	67

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo determinar de qué manera las propiedades de la incorporación del PCH mejoran los suelos arcillosos a nivel de subrasantes; dicha investigación utilizó la metodología experimental, realizando ensayos en Laboratorio de Suelos para determinar el CBR y la MDS de un suelo arcilloso en estado natural y con la incorporación del PCH en dosificaciones de 5%, 10%, 12% y 15%.

En esta investigación se realizaron dosificaciones del PCH reaccionando de manera positiva para el mejoramiento de subrasante, se tomaron referencias de trabajos de investigación donde recomiendan el uso de la cáscara de huevo para suelos los cuales incentivaron a seguir con las investigaciones del uso de la cáscara de huevo para mejoramientos de carreteras, el cual puede reducir costos en usos de aditivos químicos.

En conclusión, se observó un incremento en los ensayos de PROCTOR dándonos como resultados en estado natural 1.343 gr/cm³ y con adición del PCH, 1.463gr/cm³(5%), 1.584gr/cm³(10%), 1.635gr/cm³(12%), 1.711gr/cm³(15%), en el ensayo de CBR al 95% de la máxima densidad seca en estado natural 2.3%, con adición del PCH, 3.2%, 5.2%, 6.1%, 7.0% respecto a las dosificaciones de 5%, 10%, 12% y 15%, donde se recomienda seguir investigando con dosificaciones mayores a las investigadas.

Palabras claves: PCH, Proctor, resistencia CBR, Subrasante.

Abstract

This research aimed to determine how the properties of the incorporation of PCH improve clay soils at the subgrade level; This research used the experimental methodology, tests in the Soil Laboratory to determine the CBR and the MDS of a clay soil in its natural state and with the incorporation of PCH in dosages of 5%, 10%, 12% and 15%.

In this research, PCH dosages were made reacting positively for the improvement of the subgrade, references were taken from research works where they recommend the use of eggshell for soils which encouraged to continue with the investigations of the use of the shell of egg for road improvements, which can reduce costs in the use of chemical additives.

In conclusion, an increase was observed in the PROCTOR tests, giving us 1,343 gr/cm³ as results in the natural state and with the addition of PCH, 1.463gr / cm³ (5%), 1.584gr/cm³ (10%), 1,635gr/cm³ (12%), 1.711gr/cm³ (15%), in the CBR test at 95% of the maximum dry density in the natural state 2.3%, with the addition of PCH, 3.2%, 5.2%, 6.1%, 7.0% with respect to at dosages of 5%, 10%, 12% and 15%, where it is recommended to continue investigating with dosages higher than those investigated.

Keywords: PCH, Proctor, CBR resistance, Subgrade

I. INTRODUCCION

Como **Realidad problemática** Los proyectos viales a nivel mundial son trabajos esenciales y fuentes de desarrollo para un país generando acceso e intercomunicación entre: países, ciudades, pueblos, zonas rurales entre otros. Las cuales sirven de desarrollo para las actividades: económicas, sociales, turísticas, ganaderas, agrícolas y de producción. Otros autores han afirmado que: Una carretera, es un factor de desarrollo económico, incluso en el ámbito social para un territorio. Existen relaciones entre motivo-consecuencia lo que hace posible el desarrollo, aún sin provocarlo directamente, aunque no provoquen por sí mismos el crecimiento en la sociedad y la economía, incitan a generar cambios de reordenamiento en la población como creación y construcciones de calles, jirones, avenidas, ya sea para actividades recreativas y de producción de una población. (Obregón Biosca, 2008). Una edificación o construcción de carretera significa implementar varias actividades para el trabajo, esto conlleva a la identificación de la zona, el movimiento de tierra, nivelación, compactado, imprimación y el asfaltado, esto debe entenderse la estabilización del terreno, para evitar las deficiencias del suelo, mayormente estos eventos de inestabilidad ocurren en zona arcillosas. (Landa Alarcón, Torres Montesinos, 2019). En el Perú existen zonas con suelos arcillosos como es la selva peruana, donde se observan superficies que no superan las especificaciones requeridas para capas de subrasantes y vías no asfaltadas de escaso tránsito con un IMD de vehículos menores. Además, existen trochas y caminos vecinales deteriorados, lo cual genera problemas de accesibilidad en las vías. La localidad de Pichiwillca-Samugari-La Mar, actualmente cuenta con varias calles arcillosas a nivel de subrasantes, según el (SUCS) los terrenos arcillosos, son suelos con una estadística alta Plasticidad, evitadas para trabajar por muchos Ingenieros, Ejecutores y Contratistas de Obras , ya que estos suelos necesitan de un mejoramiento y uso de aditivos lo que genera un mayor gasto presupuestal en la construcción de una obra vial; de este modo se busca una nueva alternativa de menor costos y mayores beneficios en el mejoramiento de subrasantes con la incorporación del PCH y sobre la gran importancia de usar un material biodegradable y reciclable. Siendo la **Formulación del problema,**

Como formulación del problema general, tenemos: ¿De qué manera mejora los suelos arcillosos a nivel de subrasantes con la incorporación del polvo de cáscara de huevo en Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021?, Y como formulación de los problemas específicos tenemos a: ¿Qué propiedades físicas tienen los suelos arcillosos a nivel de subrasantes en Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021?, ¿De qué manera influye la incorporación del polvo de cáscara de huevo en el ensayo de Proctor Modificado a nivel de subrasantes en Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021?, ¿De qué manera influye la incorporación del polvo de cáscara de huevo en el ensayo CBR a nivel de subrasantes Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021?, y la **Justificación de la investigación**, se tiene lo siguiente **La justificación Teórico práctico**, la aceptación de un suelo mejorado a nivel de subrasante en carreteras está considerado por el ensayo de (CBR) y por las especificaciones generales de la Norma del MTC, por lo tanto las propiedades de un material arcilloso, no llega a tener resistencia al esfuerzo sin un previo uso adicional de algún otro material o aditivo, tras varios trabajos realizados con suelos en un laboratorio y la experiencia práctica y teórica y cursos llevados por mi persona en el ámbito de Obras de Ingeniería, estos suelos siempre necesitan, un estudio delicado al momento de implementarlos en algunas obras viales. En la actualidad hay una variedad de productos de estabilización de suelos, los cuales son: cemento-cal, aditivos megasoil, conAid, polímeros estabilizantes, entre otros; los cuales generan mayores sobrecostos en una obra. Por lo que se busca una nueva alternativa de estabilización y utilización de un material reciclado. Para lo cual, se hará uso del polvo de cáscara de huevo, ya que este material cumple con propiedades químicas de CARBONATO DE CALCIO las cuales se encuentra en mayor cantidad en su composición, además están formadas por partículas cristalinas las cuales brindan más cualidades a este material y asimismo por tener similitud con la cal en su composición química. Respecto a la estabilización de suelos se puede concluir que: “La resistencia de un CBR, capa subrasante y del afirmado, estarán diseñados según las normas del MTC y los valores inferiores no se considerarán.” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015, p. 155). Otros autores han afirmado que: El ensayo CBR sirve para determinar si un suelo está en óptimas

condiciones, para ello el CBR deberá arrojar un valor mayor al 6% para considerarse apto, de no ser así se tendrá que realizar la estabilización del terreno, utilizando métodos apropiados afín de mejorarlo. (Landa Alarcón, Torres Montesinos, 2019). **La justificación Ámbito social**, según Defensoría Informe Defensorial N.º 181, (2019): los residuos generados en el Perú al año son de 7 millones de ton (toneladas), tal manera que, entre los 365 días, dan resultados de 20 mil ton/día, considerándose que el 70% de los residuos sólidos urbanos llegan a ser generados en hogares y negocios, a la vez los departamentos involucrados en el aumento representativo de residuos sólidos son poblaciones como: Lima, Puno, Loreto, Cusco, Arequipa, Ucayali con mayores actividades de contaminación, según informe de la defensoría n°181. Se tiene en cuenta que las empresas productoras de ovoproductos, los restaurantes, las granjas y otros negocios relacionados al desecho de cáscara de huevo, generan cantidades notables de residuos, por lo que en la actualidad se buscan sistemas nuevos de bioconstrucción con incorporaciones de residuos renovables y biodegradables que generen nuevas alternativas de construcción, de tal manera, se busca que las viviendas que generan residuos domésticos, negocios de comida y los residuos municipales, se involucren a los PMR y PIGARS para generar un adecuado reciclado con el avance de estas nuevas tecnologías de construcción y comercialización de la cáscara de huevo, además que este tipo de actividades llevan consigo la fomentación de campañas municipales de Gestión de Residuos Sólidos. **La justificación Ámbito ambiental**, según la UE (Unión Europea) los residuos podrían tener un uso de segunda vida, como por ejemplo las cáscaras de huevo que serían aprovechables para las nuevas alternativas constructivas, además estos residuos que terminan en la basura no son reutilizados; por lo cual se aprovecharía el 90% de estas como los desechos del huevo que serían las cáscaras, se usaría como elemento base, para disminuir la extracción y explotación del carbonato de calcio en la naturaleza más conocida como la cal. Un ejemplo en la actualidad es el proyecto Life Eggshellence que se está llevando a cabo por la UE con el país de España en el cual este proyecto experimental, tiene una gran visión, puesto que en España se desechan 16 mil toneladas de cáscaras de huevos al año,

una cifra que se eleva a 300 mil toneladas teniendo en cuenta toda la producción europea. Además, estas nuevas alternativas de utilización de la cáscara de huevo ayudarían a disminuir los porcentajes y las emisiones del CO₂ y disminuir la huella de carbono de cada persona en nuestro planeta los cuales son interpretadas por la página Global Footprint Network dándonos porcentajes sobre el impacto en el planeta. Según Contreras, S., Gutiérrez, N y Osorio, L. (2017) La cáscara de huevo que se genera en el Perú conlleva a una estimación de 42 mil toneladas en el año 2019 en la capital Lima; por tal motivo se busca la eficiencia en disminuir la contaminación de residuos sólidos, la utilización de estos residuos generaría una reducción por año de 2 ton de CO₂ el cual tiene consecuencia a largo plazo en los efectos invernaderos. Esta reducción también generaría 13 millones de litros por año de agua y ahorros en la obtención de energías de 3 millones de kilovatios hora (kwh) por año, cuyos valores se simbolizan en la conservación de los sectores empresariales datos extrapolados por las estimaciones y conclusiones de los trabajos presentados por Egnovo (2016) y Sádaba (2017), y los **Objetivos del proyecto**, serían **Objetivo general** Evaluar el mejoramiento de los suelos arcillosos a nivel de subrasantes con la incorporación del polvo de cáscara de huevo en Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021, y los **Objetivos específicos** serían, Evaluar las propiedades físicas que tienen los suelos arcillosos a nivel de subrasantes en Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021, y como segundo tendríamos, Evaluar la influencia de la incorporación del polvo de cáscara de huevo en el ensayo de Proctor Modificado a nivel de Subrasantes en Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021, y como tercero serian, Evaluar la influencia de la incorporación del polvo de cáscara de huevo en el ensayo CBR a nivel de subrasantes Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021, y la **Hipótesis**, se tendría como **Hipótesis general**, Los suelos arcillosos a nivel de subrasantes, mejora de una manera favorable con la incorporación del polvo de cáscara de huevo en Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021, y las **Hipótesis específicas** serian, Las propiedades físicas que tienen los suelos arcillosos a nivel de subrasantes en Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021 son inadecuadas, y como segunda sería, La incorporación del polvo de cáscara de huevo influye de manera favorable en el ensayo de Proctor Modificado a

nivel de subrasantes en Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021, y como tercero se tendría, La incorporación del Polvo de Cáscara de Huevo influye de manera favorable en el ensayo CBR a nivel de Subrasantes en Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021.

II. MARCO TEORICO

Los **antecedentes internacionales**, serían los siguientes autores: Según **Ramos Vásquez & Lozano Gómez (2019)**, en su tesis titulada: “Estabilización de Suelo mediante Aditivos Alternativos”. Por la Universidad Católica de Colombia. En este estudio se tuvo como objetivo el estudio de las propiedades del terreno mejorado con cal y cenizas de carbón como aditivo, estas proporciones se agregaron al terreno arcilloso a un porcentaje de 10%, 20% y 40%, con la finalidad de dejarlo en condiciones óptimas de estabilización del suelo, para ello se realizaron los ensayos para verificar si efectivamente cumplen con las propiedades físicas y mecánicas, de acuerdo a la mezcla que se realizaron, de los resultados se obtuvo un valor apropiado de 0.684N/m², corroborando que la ceniza es un buen estabilizador de terreno, se concluye que la combinación cal y cenizas de carbón cumplen con estabilizar el terreno. **Moncaleano, C (2021)**, en su trabajo de tesis titulada “Melhoramento de um solo granular por ativação alcalina de resíduos de vidro e cal de casca de ovo”, esta investigación se determina que nuestra sociedad es la más perjudicada, al estar inmerso a diferentes tipos de contaminación que afectan el suelo, agua y aire, es muy escasa los estudios que se realizan para reciclar y reutilizar los desechos sólidos y efluentes que son arrojados al suelo y a los ríos, en este trabajo se realizó la mezcla de la cáscara de huevo con la cal tradicional, con la finalidad de utilizarlo en los procesos constructivos, con este aporte se mitigara el impacto ambiental, uno se reciclara los desechos del huevos utilizando como cal, y lo otro se evitara el consumo de cal, la extracción de este material provoca serios daños ambientales, por ese motivo se considera acertada la investigación, asimismo también se realizó la combinación de vidrio triturado y la cáscara de huevo, como alternativa de uso del cemento alcalisis con hidróxido de sodio y silicato de sodio, para obtener una buen resistencia a la comprensión, concluyendo que la cáscara de huevo calcinada cumple con la

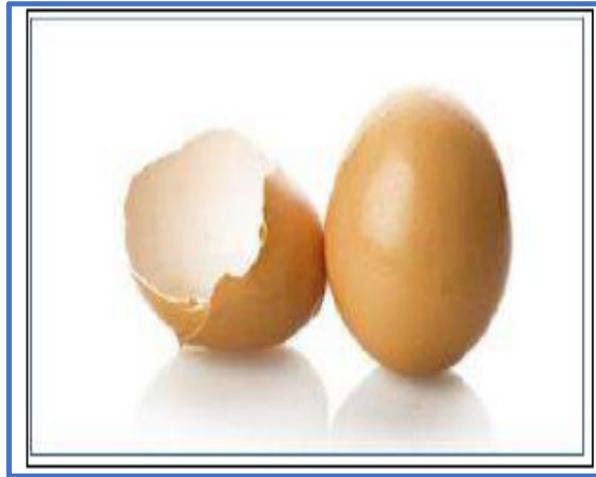
función de aditivo para la estabilización del suelo o terreno, este desecho se ha demostrado que es muy eficaz y tiene muchos usos, cumpliendo así con la densidad, resistencia y rigidez del terreno según los ensayos realizados. **Olaya, A (2018)**, como trabajo de investigación propuso “Aplicación de agente químico como estabilizador de suelos arcillosos para la construcción de vías” en esta investigación se determina como propuesta el uso de la cáscara de huevo calcinada, en reemplazo de la cal convencional, debido a que su composición es ideal para estabilizar suelos o usarse como aditivo en las actividades de construcción de obras, los diferentes elementos químicos usados como estabilizadores de terreno resultan tener un costo alto, así como también su extracción representa un costo alto de contaminación para el medio ambiente, de acuerdo a los ensayos se ha demostrado al usarse la cáscara de huevo calcinado al 94% + el fosfato de tricálcico al 1% + el carbonato de Magnesio al 1%, cumplen como aditivos para la estabilización del suelo, arrojando resultados óptimos, en el mejoramiento de los suelos arcillosos. **Serrano, E & Padilla, E (2019)**, en su artículo científico sostiene “Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados” Esta investigación contempla el estudio de la utilización de la malla raschel reciclada como elemento polietileno en combinación con el cemento para estabilizar el suelo, otorgando una alta resistencia y larga durabilidad, se opta por este trabajo debido a que muchos investigadores no apuestan por el reciclaje de estos elementos, debido a que no cuentan con mucha información, y el desconocimiento de este material y su uso limitan a investigar, sin embargo se demuestra que su uso es aceptable para estabilizar o mejorar el suelo, como **Antecedentes nacionales**, tenemos a: Según **Alvarado Maguiña (2019)**, en su tesis titulada: “Resistencia a la compresión de un concreto sustituyendo al cemento en 12% y 20% por la combinación de cáscara de huevo y arcilla”. Llegó a las siguientes conclusiones: la finalidad de esta investigación es identificar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en reemplazo de la cáscara de huevo calcinado a temperaturas de 700°C obteniendo valores altos de óxido de calcio, la metodología fue experimental, se realizaron 27 probetas de concreto, 9 del patrón, 9 experimentales al 12% y 9 experimentales al 20%, posteriormente se

hicieron las roturas a los 7, 14 y 28 días, en donde fueron analizado y comparado sobre todo la Resistencias a la Compresión de los pilotes que son muestras experimentales. De acuerdo al ensayo a la resistencia a la compresión del concreto, que se realizó en el día 28 arrojó un resultado de 218.1 kg/cm² (104.0%). En otro ensayo a la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de 12% de cáscara de huevo y arcilla, en el día 28 arrojó un resultado de 217.8 kg/cm² (103.7%). La resistencia a la compresión del concreto con incorporación del 20% de cáscara de huevo y arcilla, en el día 28 arrojó 166.6. kg/cm² (79.3%). En conclusión, se demuestra que la resistencia del concreto a la compresión disminuye con el incremento porcentual de cáscara de huevo y arcilla, determinando que los elementos químicos no son favorables con los agregados. Según **Matías Quispe (2018)**, en su tesis titulada: “Resistencia de un concreto F´C=210kg/cm² sustituyendo el 10% y 16% de cemento por una combinación de cáscara de huevo y ceniza de hoja de eucalipto.”. Por la universidad San Pedro del Perú, el siguiente trabajo de investigación se tuvo como finalidad determinar la resistencia del concreto de F´c 210kg/cm², sustituyendo la cáscara de huevo calcinado y las cenizas del árbol de eucalipto a un porcentaje de 10% y 16% con cemento, esta investigación experimental se tuvo como principio reemplazar el puzolánico por la combinación de las cáscaras de huevo + las cenizas del árbol de eucalipto, estas mezcla se realizaron teniendo en consideración los días de roturas y las cantidades de muestras realizadas, la sustitución fue de 2.5% CHE y 7.5% PCH para 10% y para 16% fueron 4% CHE y 12% PCH, finalmente después de realizar los ensayos arrojaron los siguientes valores 101% para el de 10% y 102% para el de 16%, concluyendo que al usar CHE y PCH en combinación, elevan la resistencia. Según **Ventura Martel & Alarcón Mestanza (2018)**, en su estudio que realizó como tesis: “Suelos arcillosos mejorados con Cemento y Aditivo Con-Aid, para la estabilización de la subrasante, camino vecinal Ruta PA-701, Pasco, 2018”. Por la universidad Cesar Vallejo llegó a las siguientes conclusiones: El objetivo de investigación fue analizar si es posible, usar los diferentes materiales de la zona para evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos arcillosos, afín de obtener el mejoramiento de la sub rasante aplicando aditivos, para cuyo efecto se tomaron muestra para la

combinación al 6%, 7.2% y 8.4% + cemento + 0.007lts de Con – Aid como aditivo, los resultados obtenidos fueron que el CBR al 95% nos da un valor de 6.2% en estado natural ,7.0% (6% con cemento + aditivo Con-Aid), 8.4% (7.2% con cemento + aditivo Con-Aid), 10.1% (8.4% con cemento + aditivo Con-Aid). Además, obtenemos la MDS en los ensayos de Proctor con valores de 1.636gr/cm³ en estado natural, 1.626gr/cm³ (6% con cemento + aditivo), 1.629gr/cm³ (7.2% con cemento + aditivo), 1.644gr/cm³ (8.4% con cemento + aditivo), finalmente se concluye al utilizar el cemento + Con – Aid como aditivo, para la estabilización de suelos arcillosos, arroja valores de incremento de resistencia en 9.1%. 10.6% y 12.7% según el CBR, indicativos de mejor capacidad, buena plasticidad y permeabilidad, determinando que es viable dicha combinación. **Landa, J & Torres, S (2019)**, en su tesis plantea “Mejoramiento de Suelos Arcillosos en Subrasante mediante el uso de Cenizas Volantes de Bagazo de Caña de Azúcar y Cal”, esta investigación consiste en utilizar las cenizas del bagazo de la caña de azúcar y la cal, como aditivo para mejorar los terrenos arcillosos, estos residuos agroindustriales se han demostrado que su uso es eficaz tanto para mitigar el medio ambiente así como su uso para mejorar el suelo, se ha demostrado que sus propiedades físicas y químicas mejoran al combinarse estas mezclas, este trabajo experimental tuvo como finalidad la combinación del suelo natural al 5%, 15% y 25%, para ello se realizaron 4 mezclas o combinaciones al 100%CBCA, luego 75%CBCA + 25%Cal, posteriormente 50%CBCA + 50%Cal y finalmente al 100%, destacando y actuando mucho mejor en la estabilización del suelo, reduciendo así el 50% de la cal convencional, asimismo según resultado de los ensayos el aumento del 5% como mejoramiento en las 50%CBCA + 50%cal, en donde el ensayo CBR arroja un resultado de 110.81% con respecto al terreno natural. y como **Bases teóricas** se tiene, **La cáscara de huevo**, es un componente de sustancias minerales, por las cual está representado el 94% de carbonato de calcio CaCO₃, el cual es un importante componente estructural, además de representar el 8-13% del peso de la cáscara de huevo, sus componentes también incluyen otros minerales como el carbonato de magnesio (MgCO₃) y el fosfato tricálcico Ca₃(PO₄)₂, (Valdés,2009). Asimismo, se ha demostrado que las aves no contienen células que generen el calcio en la cáscara, esto es

producto de la sedimentación de las aves, la cáscara de los huevos que esta más dura esta mineralizados que la cascara más frágil.

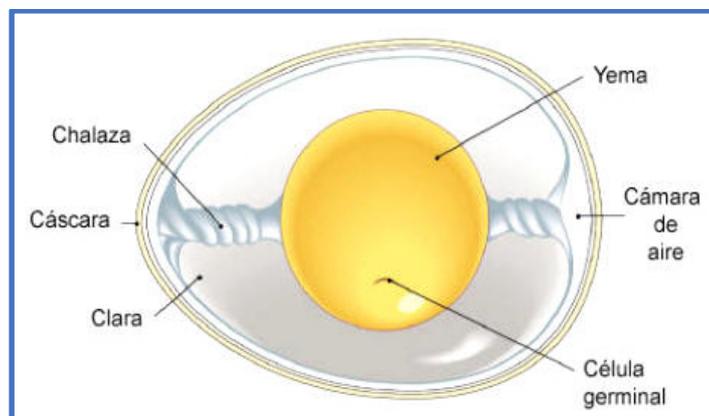
Figura n° 1: Cáscara de huevo



Fuente: (Sánchez & Huanio, 2017)

Estructura de la cáscara de huevo, el 98 % de la cáscara de huevo corresponde a carbonato de calcio y solo el 2% es proteína, y escasos magnesio y fosforo, siendo su espesor entre los promedios de 300 y 400µm, la cual se denomina cristal de carbonato, cuyo diámetro es 0.1mm, en esta estructura existen unos túneles que permiten el intercambio gaseoso entre lo externo e interno del huevo (Buxadé, 1993), asimismo contiene 2 membranas que están unidas, en donde la parte interna esta adherida a la cáscara, siendo muy difícil su separación (Allcroft, 1962).

Figura n° 2: Partes del huevo



Fuente: (Sánchez & Huanio, 2017)

Características químicas de la cáscara de huevo,

Estas contienen agua al 1.6% y minerales al 95.1% este porcentaje se sub divide en 93.6% son de carbonato de calcio, esto sería la composición de cascara de huevo (Sánchez & Huanio, 2017).

Figura n° 3: Estructura y composición del huevo



Fuente: (Daniel Pérez, 2014)

En la tabla n° 1, se ve la representación de un análisis químico de la cáscara de huevo, realizado en un laboratorio para la presente tesis, obteniendo valores similares a la figura n°3. Los resultados del análisis químico del PCH se presentan al final en los Anexos.

Tabla n° 1: Análisis químico de cáscara de huevo

ANALISIS QUIMICO	
Componentes	Cantidad (%)
Humedad (Agua)	0.99
Materia Orgánica	5.63
Carbonato de Calcio (CaCO ₃)	91.2
Carbonato de Magnesio (MgCO ₃)	1.68
Fosfato Tricálcico [Ca ₃ (PO ₄) ₂]	0.55

Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Vías de transporte y carreteras, las carreteras son infraestructuras que sirven de tránsito para las personas y vehículos las cuales pueden estar pavimentadas, afirmadas, o sin pavimentar. Las carreteras también incluyen preparación en su construcción además del diseño geométrico para fines de protección y eficiencia vial asimismo amenice con los paisajes de la zona de construcción. (MTC, 2018)

Figura n° 4: Vías de transporte



Fuente: (Manual de carreteras y mantenimiento o conservación vial, 2018)

Catalogación de Carreteras, según el (MTC, 2018). Los tramos viales se catalogan en base a elementos funcionales para un territorio de distinta zona, los entes encargados son las que definen la clase de vía además del modelo de carreteras de preparación.

Tabla n° 2: Clasificación de carreteras en función al IMD

Clasificación por Demanda	n° vehículo. x día
Autopista de primer orden	IMD mayor a 6000
Autopista de segundo orden	IMD de 6000 y 4001
Carretera de primer orden	IMD de 4000 y 2001
Carretera de segunda orden	IMD de 2000 y 400
Carretera de tercer orden	IMD menores a 400
Trocha carrozable	IMD menor a 200

Fuente: (MTC, 2018)

Vías no pavimentadas, según el (MTC, 2018), una vía no pavimentada está conformada por un afirmado; donde la circulación es baja, teniendo en cuenta

que estas vías son generadoras de polvo asimismo se encuentran en estado de deterioro las cuales son producidas por la rodadura de vehículos, dependiendo además de sus zonas o climas; los cuales son factores que provocan una mayor generación de polvareda por lo que necesitan de un riego y usos de aditivos aplicados en las construcciones de una carretera para su mejoramiento.

Figura n° 5: Vías sin pavimentar



Fuente: (Manual de mantenimiento o conservación vial, 2018)

Estabilización de suelos y criterios geotécnicos, se sabe que el CBR debe cumplir con cierto parámetro las cuales se ven reflejadas en la Tabla n°03, además de cumplir con ciertos requerimientos como la clasificación de suelos SUCS y AASHTO para determinar las características del suelo a trabajar.

Figura n° 6: Estabilización de suelo-cemento

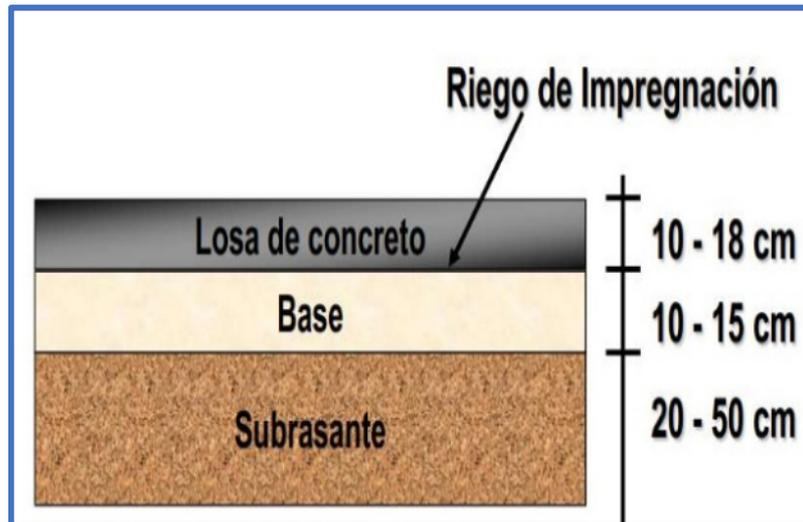


Fuente: QUINTERO ESQUIVEL, Juan Manuel, 2017)

Estructura de Subrasante, una subrasante se califica como; suelo de terreno natural que ejerce el trabajo de soportar las cargas estructurales de un

pavimento, las cuales están basados en las propiedades ingenieriles, (Ingeniero Hugo, 2010). Además, una subrasante de poca resistencia se considera un problema en las obras viales, normalmente las subrasantes que no cumplan con ciertos parámetros de resistencia, se optan por mejorarlas y reemplazarlas por otros materiales de estabilización.

Figura n° 7: Sección transversal de una Subrasantes



Fuente: Pavimentos / Cátedra Ing. Civil I / Dept. de Ingeniería 2017)

Tabla n° 3: Categorías de subrasantes en función al CBR

Categorías de Sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: (Manual de Carreteras Suelos, MTC 2014)

Suelos arcillosos, su composición contempla caolinita, illita y montmorillonita, y pertenece al grupo de suelo más inestables, su fragilidad se debe a la unión

de la lámina aluminica + el sílice, en la cual penetra el agua a la matriz haciéndola vulnerable al cambio volumétrico del suelo.

Figura n° 8: Suelos arcillosos



Fuente: Yeliz Roa, 2017)

Tabla n° 4: Composición química de un suelo arcilloso A-6(7)

Elemento	Oxido	Oxido %
C	CO ₂	29.79
O	-	-
Na	Na ₂ O	1.33
Mg	MgO	1.75
Al	Al ₂ O ₃	15.7
Si	SiO ₂	40.54
K	K ₂ O	1.25
Ca	CaO	1.6
Ti	TiO ₂	0.72
Mn	MnO	0.19
Fe	FeO	7.13

Fuente: (Landa Alarcón, Torres Montesino, 2019)

En la tabla n°4, se observa las cantidades de elementos encontrados como es el silicio; de simbología (Si) en mayor cantidad el cual se encuentran en la

superficie terrestre los cuales forman la los árboles genealógicos de las arcillas, además se observa otro componente en cantidad moderada como es el aluminio (Al) el cual da las características al suelo arcilloso como material de silicato de aluminio hidratados en donde proceden de la descomposición de las rocas que están formado por feldespato. Asimismo, el suelo arcilloso A-6 (7) se considera un suelo de plasticidad media según su índice grupo 7 vistos en dicha tabla. **Ensayo de plasticidad**, es fundamental un ensayo de plasticidad para saber la cantidad de materia fina que contiene un suelo en estudio. Cabe precisar, que el ensayo granulométrico no nos permite obtener este valor por lo que se utiliza los Límites de Atterberg, obteniendo valores de un suelo como el Límite líquido (LL), Límite contracción (LC) y Límite plástico (LP) los cuales están normados por el MTC E 110, y MTC E 112, precisando la fórmula siguiente el cual nos da la verificación de un suelo arcilloso e índice de plasticidad IP.

Figura n° 9: Fórmula del Índice de Plasticidad

$I.P = LL - LP$

Donde:

LL = Límite Líquido

LP = Límite Plástico

LL y LP, son números enteros

Fuente: (Manual de laboratorio, MTC 2016)

Tabla n° 5: Relación suelo-plasticidad IP

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Fuente: (Manual de Carreteras Suelos, MTC 2014)

Ensayo de Granulometría, Este procedimiento se usa de manera primordial para poder establecer la granulometría de los agregados propuestos que serán usados en las obras de construcción. Los datos arrojados de estos se emplean para explicar la gradación y la distribución de las partículas según su tamaño dándonos una idea de la clasificación del suelo además de obtener los porcentajes representativos de gravas, arenas y finos para poder determinar si un suelo es arenoso, gravoso u arcilloso. Además, este ensayo es uno de los más importantes para poder determinar el estado en el que se encuentran los materiales que serán utilizados en las mezclas de concretos o agregados. Y como se mencionó en el párrafo anterior los resultados de este ensayo son necesarios para la verificación de las gradaciones de un suelo y la utilización de los agregados para mezclas de concreto.

Figura nº 10: Tamices para el ensayo granulométrico



Fuente: (Manual de laboratorio, MTC 2016)

Sistema de Clasificación de Suelos AASHTO, esta estructura describe suelos en dos categorías, las cuales están vinculadas además con los ensayos granulométricos y los ensayos de plasticidad para sus respectivos resultados.

Tabla n° 6: Clasificación de suelos AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)							Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)			
	A-1		A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Grupo:	A-1-a	A-1-b									
Porcentaje que pasa: N° 10 (2mm) N° 40 (0,425mm) N° 200 (0,075mm)	50 máx 30 máx 15 máx	- 50 máx 25 máx	- 51 mín 10 máx	- - 35 máx			- - 36 mín				
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40 Límite líquido Índice de plasticidad	- 6 máx		- NP (1)	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín 11 mín	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín (2) 11 mín
Constituyentes principales	Fracmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa			Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Características como subgrado	Excelente a bueno							Pobre a malo			
(1):	No plástico										
(2):	El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor al LL menos 30 El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL menos 30										

Fuente: (Braja M. Cuarta edición)

Las cuales se clasifican en 7 grupos primordiales, vista en la Tabla n° 6, el sistema además emplea una colección como archivos; obteniendo la alternativa a considerar Varios. (Bowles, 1981) aluden en su libro a "si dos suelos dan una clasificación cómo, un A-2-6 (2) este se considerará un material notable para una carretera que un A-4 (4) el cual se considerará un material bajo".

Tabla n° 7: Correlación de tipos de suelo AASHTO- SUCS

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

Fuente: (Manual de Carreteras Suelos, MTC 2014)

Índice de grupo, es un índice obtenido por la clasificación del AASHTO de un suelo, el cual se obtiene de previos ensayos de límites de Atterberg los cuales nos define estos parámetros de índice de grupo. Seguidamente se puede observar las tablas que indican la calidad del suelo según su índice obtenido.

Tabla n° 8: Índice de grupo para subrasantes

Índice de grupo	Suelo de subrasante
IG > 9	Muy pobre
IG está entre 4 a 9	Pobre
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 - 2	Bueno
IG está entre 0 - 1	Muy bueno

Fuente: (Manual de Carreteras Suelos, MTC 2014)

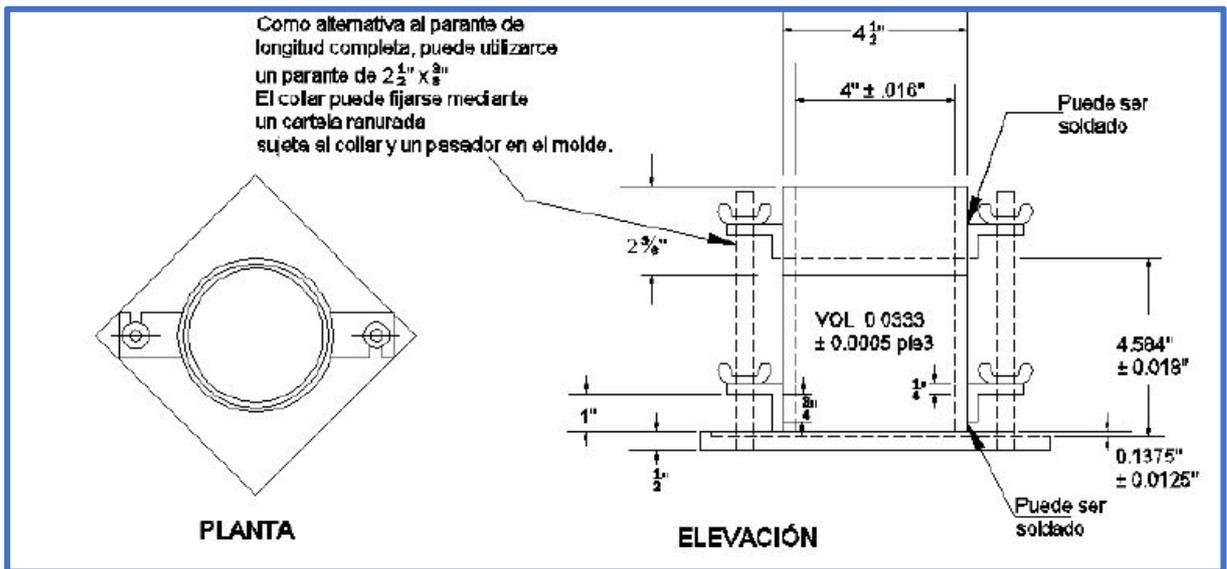
Ensayo de Proctor, es un ensayo que determina la máxima densidad seca (MDS) de un suelo, además de obtener el óptimo contenido de humedad analizado en un laboratorio, dándole una utilización en obras que requieran de un control de grado de Compactación del Suelo, los métodos de ensayo a realizar dependen de las normas ASTM D 696 Y ASTM D 1557, las cuales describen el uso dependiendo a la energía de compactación a usar, como apisonadores y rodillos compactadores.

Figura n° 11: Molde cilíndrico y martillos del ensayo Proctor



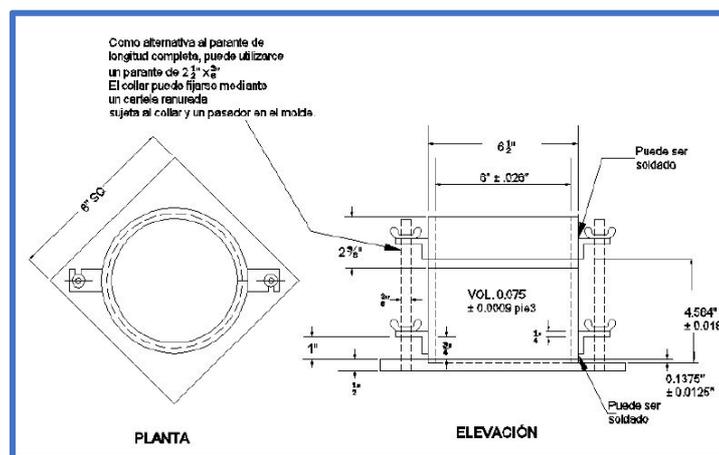
Fuente: (ASTM D 698)

Figura n° 12: Molde cilíndrico de 4.0pulg del ensayo Proctor



Fuente: (Manual de laboratorio, MTC 2016).

Figura n° 13: Molde cilíndrico de 6.0pulg del ensayo Proctor



Fuente: (Manual de laboratorio, MTC 2016)

Ensayo de Contenido de Humedad, ensayo que determina el modelo de la humedad en que se encuentra un suelo de tierra, las cuales pueden estar conformadas por mezclas de agua, el procedimiento del ensayo del laboratorio en donde se hará el secado en horno para eliminar la humedad de la tierra y su relación es expresada en proporción entre el peso del agua que existe en un determinado porción de suelo y el peso seco de las partículas sólidas. Se determina que este ensayo da como resultados el porcentaje de humedad de un suelo, como se menciona el método normalmente usado es colocar dicha

muestra natural de suelo húmedo previamente pesado en una balanza para luego ser llevado al horno y secarlo obteniendo su peso seco final.

Figura n° 14: Fórmula del contenido de humedad

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$
$$W = \frac{M_{\text{OVS}} - M_{\text{CS}}}{M_{\text{CS}} - M_{\text{C}}} \times 100 = \frac{M_{\text{W}}}{M_{\text{S}}} \times 100$$

Donde:

- W = es el contenido de humedad, (%)
- M_{OVS} = es el peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos
- M_{CS} = es el peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos
- M_C = es el peso del contenedor, en gramos
- M_W = es el peso del agua, en gramos
- M_S = es el peso de las partículas sólidas, en gramos

Fuente: (Manual de laboratorio, MTC 2016)

Utilización del agua, según (Cortes & Fernández, 2015) manifiesta que el uso del agua es muy importante en el ámbito constructivo, por lo cual se piden análisis químicos de fuentes de agua para evitar contenidos de sulfatos (SO₄) según la norma ASTM D-516 no se debe emplear aguas contaminadas las cuales deben estar entre los rangos 5.5 y 8.0 de pH para considerarlos aptas. De forma similar, el uso de agua potable está apta para el empleo constructivo mientras no se observan impurezas dañinas o de deterioro, de tal manera la utilización del agua se podrá hacer sin ningún análisis previo a su utilización.

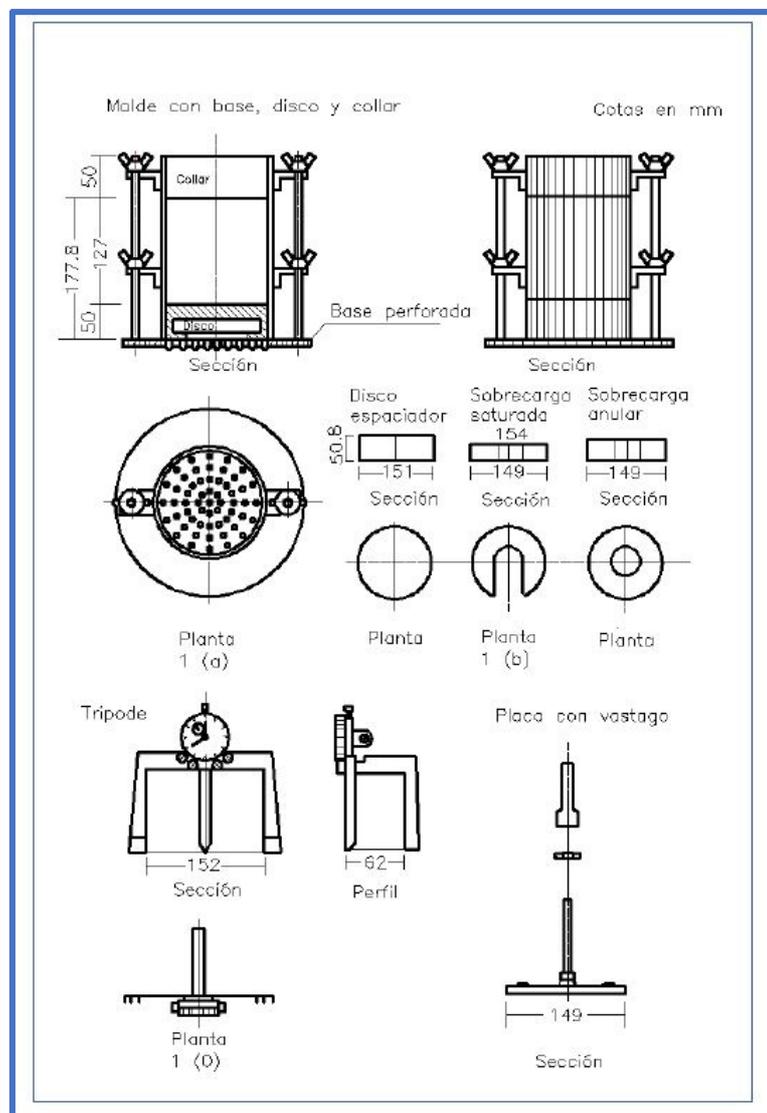
Figura n° 15: Agua contaminada vs agua limpia



Fuente: (Sólidos disueltos y purificación de agua, 2020)

Ensayos CBR: Son métodos de ensayo que calculan la resistencia de un suelo designada la Relación del Soporte de California conocida como el ensayo de CBR. Estos ensayos son correlacionados con los valores de la clasificación AASHTO-SUCS comparándolos con el índice de grupo (IG) lo cual podemos observar en la Tabla n°8. Tal fin nos sirve para determinar el estado de la subrasante en la que se encuentra dicho suelo; determinando así la resistencia al esfuerzo cortante, obteniendo además mediante este ensayo otros valores como la humedad y la máxima densidad seca de los CBR AL 95% Y AL 100%, valores que nos sirven para verificar la resistencia de subrasantes, bases y subbases de materiales de préstamos o propios en una obra.

Figura n° 16: Molde cilíndrico del ensayo CBR



Fuente: (Manual de laboratorio, MTC 2016)

Definición de términos, Como definición de términos, tenemos: **PCH**: Siglas del “Polvo Cáscara de Huevo”, **PMR**: Planes Distritales de Manejo de Residuos Sólidos, **PIGARS**: son los Planes Integrales de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos, programa de mejoramiento de la gestión de residuos, **MEJORAMIENTO**: Modificación de un elemento en estado pobre e insuficiente que precisa un cambio para mejora, **SUCS**: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, método de clasificación de suelos en la ingeniería y carreras afines como la geología que describen el tamaño+ la textura de las partículas de un suelo, **SUBSARANTE**: Llamado también terreno de fundación o terreno natural que forma parte de la estructura de un pavimento cuyo fin es de trasmisión y distribución de las cargas, **CARBONATO DE CALCIO**: Compuesto químico de fórmula CaCO_3 , conformado por formaciones de rocas calizas además de ser componentes de la cáscara de huevo y con propiedades similares al del concreto, **SUELO**: Se describe como la corteza superficial o terrestre, generada por la desintegración química de rocas, sedimentación y meteorizaciones y alteraciones físicas con actividades biológicamente activas en la superficie, **ARCILLA**: Son roca sedimentadas descompuesta, está constituida por partículas de silicatos de aluminio hidratados, estas preceden de la descomposición o fragmentación de rocas que contienen feldespato, siendo el granito como ejemplo. Tiene varios colores de acuerdo a sus impurezas los colores desde rojo hasta el blanco cuando es realmente pura., **RESISTENCIA**: Propiedad de un suelo o material, esta propiedad nos indica si un suelo necesita de un método de estabilización ya sea mecánica o química además de saber las propiedades mecánicas-físicas, **CBR**: California Bearing Ratio, ensayo que tiene la finalidad de medir la resistencia a la penetración de suelos de diferentes características.

III. METODOLOGÍA

1.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Para Ibáñez (2017), nos indica: "Se espera que la exploración aplicada dé respuestas razonables para problemas explícitos, y no se propone crear especulaciones o estándares". Este

trabajo de investigación es del tipo **aplicada** e innovadora caracterizada por el empleo de información, para aplicarla, y de conceptos ya creados sobre comportamientos de suelos arcillosos además de la resistencia de los ensayos de CBR y Proctor, esperando aclarar lo que se utilizó en las pruebas de investigación. Se representan en que los factores se estiman primero y luego, a través de pruebas teóricas ilustrativas y la utilización de estrategias medibles, se evalúa la aclaración.

Diseño de investigación: Según Arias (2015), nos dice: es experimental la investigación cuando es esforzado la actividad sobre objetos y compuestos de individuos, en el cual un analista controla una variable bajo condiciones específicas (factor libre) y decide las respuestas que comienzan (variable subordinada)".

El tipo de análisis que se utilizará será **experimental**. La señal fundamental es el control de los factores. Este mejoramiento experimental se desarrollará bajo las definiciones y condiciones de la estructura existente los cuales provocarán cambios en su estado, ya que muestra una medida de control, en la cual el tesista controla deliberadamente el factor libre para poder analizar los resultados en la variable necesaria.

El diseño de esta investigación es experimental con rumbo cuantitativo, ya que agregamos el PCH en ciertas cantidades en el suelo extraído de la subrasante y ver el afecto que hay en la resistencia al esfuerzo cortante.

Tabla n° 9: Esquema del diseño experimental

EE	P	M
EE (01)	P (5%)	M1
EE (02)	P (10%)	M2
EE (03)	P (12%)	M3
EE (04)	P (15%)	M4

Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Donde:

EE: Grupo de ensayo experimental para PROCTOR Y CBR

P: Dosificación del Polvo de cáscara de huevo

M: Porcentaje de medición

Los porcentajes de la dosificación del PCH se realizarán con cada peso de muestra de la bandeja, como ejemplo tenemos:

Ensayo Proctor Modificado = 1 bandeja con peso de la muestra de 3000gr

Dosificación del PCH en un 5% = $3000\text{gr} \times 0.05 = 150\text{gr}$

Dosificación del PCH en un 10% = $3000\text{gr} \times 0.10 = 300\text{gr}$

Dosificación del PCH en un 12% = $3000\text{gr} \times 0.12 = 360\text{gr}$

Dosificación del PCH en un 15% = $3000\text{gr} \times 0.15 = 450\text{gr}$

Esta dosificación se hace para 04 moldes respectivos usando solo 3kg de la muestra natural y de acuerdo al uso del método de Proctor Modificado. De igual forma se procederá para el Ensayo del CBR en sus respectivos moldes de ensayos con 6kg de muestra en estado natural.

Ensayo de CBR= 1 bandeja con peso de la muestra de 6000gr

Dosificación del PCH en un 5% = $6000\text{gr} \times 0.05 = 300\text{gr}$

Dosificación del PCH en un 10% = $6000\text{gr} \times 0.10 = 600\text{gr}$

Dosificación del PCH en un 12% = $6000\text{gr} \times 0.12 = 720\text{gr}$

Dosificación del PCH en un 15% = $6000\text{gr} \times 0.15 = 900\text{gr}$

Las dosificaciones del PCH se pueden observar en las figuras n°33 y n°41 respectivamente

1.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Pino (2017), nos dice: "El factor libre es uno que el experimentador aclimata deliberadamente para ver si sus ajustes causan cambios en los diversos factores existentes".

VI (X): Incorporación del Polvo de Cáscara de Huevo.

Definición conceptual: El Polvo de Cáscara de Huevo es un componente de sustancias minerales, por las cual está representado el 94% de carbonato de calcio CaCO_3 , el cual es un importante componente estructural, sus componentes también incluyen otros minerales como el carbonato de magnesio (MgCO_3) y el fosfato tricálcico $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, (Valdés,2009).

Definición operacional: Para medir la Incorporación del Polvo de Cáscara de Huevo, se llevará a cabo su dosificación aplicando 5%, 10%, 12% y 15% del PCH a la muestra del suelo arcilloso en estado natural. Asimismo, se realizará los ensayos en laboratorio, respetando las consideraciones del reglamento nacional de Suelos y Cimentaciones y Manual de ensayos del MTC.

Indicadores: Dosificación del Polvo de Cáscara de Huevo en un 5%, 10%, 12% y 15%, Composición Química (%).

Escala de medición: Dosificación del Polvo de Cáscara de Huevo (Razón), Composición Química (Razón). Presentadas al final en los anexos de la presente tesis.

Propiedades del PCH

Las propiedades químicas principales del PCH son: el alto contenido de CARBONATO DE CALCIO, el cual tiene una similitud a las propiedades de una caliza de roca sedimentaria de igual forma se compone de carbonato de calcio (CaCO_3), en sus propiedades químicas también figura el carbonato de magnesio (MgCO_3), componente que da coloración blanquecina al PCH, además otra propiedad que existe es la comparación con la clasificación de calizas, presentada en el siguiente cuadro de acuerdo al carbonato de calcio que presentan.

Tabla n° 10: Clasificación de calizas según el contenido de Carbonato de Calcio

Categoría	Porcentaje de calcio (CaCO₃)
Muy Alta Pureza	> 98.5
Alta Pureza	97.0 – 98.5
Media Pureza	92.5 – 97.0
Baja Pureza	85.0 – 92.5
Impura	< 85.0

Fuente: (Elaborado por Alfaro León W.J, 2011)

Según la tabla podemos decir que la categoría en la que se encuentra la muestra del PCH por el análisis químico representando el 91.2% del (CaCO₃) está entre una categoría de media pureza, el cual tiene propiedades similares al de una cal.

Esta comparativa nos induce a fomentar la reducción de la explotación en canteras de la cal y poder dar un uso alternativo al PCH como material reciclable.

Variable dependiente:

VD (Y): Mejoramiento a Nivel de Subrasantes

Definición conceptual: El mejoramiento de una Subrasante, es aumentar las propiedades físicas y también las mecánicas, la resistencia y disminución del índice de plasticidad; asimismo se busca garantizar la rigidez de la estructura a través métodos de estabilización. También, se obtienen otros datos como la identificación de suelos, el índice de plasticidad y el porcentaje del CBR adecuado para garantizar la seguridad estructural y económica. (Ingeniero Hugo, 2010).

Definición operacional: La variable se medirá a través de los ensayos en laboratorio y usos de softwares y equipos computacionales para poder desarrollar el mejoramiento de la subrasante.

Indicadores: Clasificación SUCS-AASHTO (Ordinal), Plasticidad (%), Ensayo Proctor Modificado (gr/cm³), Ensayo CBR (%).

Escala de medición: Clasificación SUCS- AASHTO (Razón), Ensayo de Índice de plasticidad (Razón), Ensayo de CBR (Razón), Ensayo de Proctor (Razón), Hojas de cálculo (Razón). Presentadas al final en los anexos de la presente tesis.

En la presente tesis se realizó un diseño de pavimento rígido de acuerdo resultados positivos obtenidos por los ensayos del CBR el cual se contrasta en los Anexos, “Resultado de laboratorio y diseño de mezcla del pavimento rígido por el método AASHTO93”.

Tabla n° 11: Matriz de Operacionalización de Variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN					
Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Incorporación del Polvo de Cáscara de Huevo (Independiente)	El Polvo de Cáscara de Huevo es un componente de sustancias minerales, por las cual está representado el 94% de carbonato de calcio CaCO ₃ , el cual es un importante componente estructural, sus componentes también incluyen otros minerales como el carbonato de magnesio (MgCO ₃) y el fosfato tricálcico Ca ₃ (PO ₄) ₂ , (Valdés,2009).	Para medir la Incorporación del Polvo de Cáscara de Huevo, se llevará a cabo su dosificación aplicando 5%, 10%, 12% y 15% del PCH a la muestra del suelo arcilloso en estado natural.	Dosificación	5%PCH	De razón
				10%PCH	
				12%PCH	
				15%PCH	
			Propiedades Químicas	Composición Química (%)	
Mejoramiento a Nivel de Subrasantes (Dependiente)	El mejoramiento de una Subrasante, es aumentar de las propiedades físicas y mecánicas, la resistencia y disminución del índice de plasticidad; asimismo se busca garantizar la rigidez de la estructura a través métodos de estabilización. También, se obtienen otros datos como la clasificación de suelos, el índice de plasticidad y el porcentaje del CBR adecuado para garantizar la seguridad estructural y económica,(Ingeniero Hugo, 2010).	La variable se medirá a través de los ensayos en laboratorio y usos de softwares y equipos computacionales para poder desarrollar el mejoramiento de la subrasante.	Propiedades físicas (subrasante)	Clasificación SUCS- AASHTO (Ordinal)	De razón
				Plasticidad (%)	
			Propiedades mecánicas (con dosificación)	Ensayo Proctor Modificado (gr/cm ³)	
				Ensayo CBR (%)	

Fuente: (Elaboración propia, 2021)

1.3. Población, muestra y muestreo

Población: Se comprende por población al conjunto total de personas, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado. (Hernández Hermosillo, 2013).

Esta investigación tomará el conjunto de muestras extraídas, calicatas de subrasantes en las Av. Los Ángeles ensayadas para la obtención de datos del proyecto de Pistas y Veredas en la localidad de Pichiwillca para el análisis de suelos arcillosos del distrito de Samugari de la Provincia de La Mar en la región Ayacucho.

Muestra: Las muestras representan una parte poblacional, asimismo refleja que es una fracción de componentes que corresponden a ese grupo delimitado acorde a su naturaleza al que denominamos población. (Fernández y Baptista, 2014).

Para el presente trabajo se tomaron como muestras 3 calicatas de tal manera que se realizó 5 ensayos de Proctor y CBR los cuales son: 01 ensayo de Proctor y CBR en estado natural del suelo arcilloso, sin dosificación del Polvo de Cáscara de huevo y 4 ensayos de Proctor y CBR con dosificación de 5%, 10%, 12% y 15% del Polvo de Cáscara de huevo en relación al peso de la muestra.

Muestreo: Según Ñaupas, Valdivia, Palacios, Romero (2018), nos dice: son las técnicas que no utilizan la ley de posibilidad o el conteo de probabilidades y de esta manera los ejemplos que se obtienen son unilaterales y está más allá del ámbito de la imaginación esperar reconocer cuál es el nivel de calidad inquebrantable. De los resultados de la investigación.

Por lo mencionado el tipo de estudio de este proyecto no es “probabilístico” debido al hecho de que podría haber un impacto irrefutable del analista académico, ya que elige el ejemplo por razones de comodidad.

Unidad de análisis: Ensayos de Proctor y CBR, calicatas de los Suelos arcillosos de Pichiwillca.

1.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para conseguir la recolección de datos, se emplean los siguientes instrumentos y técnicas de observación, las cuales son técnicas de recopilación usadas en todo el rubro de investigaciones, además es el analizar el comportamiento o sucesos de un objeto en estudio (Deza y Muñoz, 2016).

La presente tesis usó la técnica de observación estructurada en la que se determina el estudio exacto de lo que se pretendía estudiar y además el empleo del análisis documental la cual se presenta en la presente tesis, tal procedimiento nos ayudó a lograr los resultados.

Tabla n° 12: Técnicas de exploración en campo EMS

DESCRIPCION	NORMA APLICABLE*
SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos SUCS).	NTP 339.134
SUELOS. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – manual.	NTP 339.150
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica (DPL).	NTP 339.159
SUELOS. Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción.	NTP 339.162

Fuente: (Norma E-050 – 2018)

Instrumentos de recolección de datos, para la recolección de datos en esta tesis se usaron fichas normalizadas de ensayos de laboratorios permitiéndonos digitar los valores y datos para lograr los objetivos generales y específicos de la investigación.

Para las fichas técnicas normalizadas, se emplearon Normas del MTC y manual de ensayos de laboratorio:

Tabla n° 13: Descripción de ensayos entre Normas del MTC

Obtención de muestras representativas cuarteo	(ASTM C 702 MTC E 105)
Análisis Granulométrico por Tamizado	(NTP 339.129, ASTM D-422)
Límites de Consistencia de <u>Atterberg</u>	(NTP 339.129, ASTM D-4318)
Ensayo de Clasificación de Suelos	(NTP 339.139, ASTM D-2487)
Próctor Modificado	(ASTM D 1557, MTC E 115)
CBR de suelos (laboratorio)	(ASTM D 1883, MTC E 132)

Fuente: (Manual de laboratorio, MTC 2016)

Validez y confiabilidad, los modelos de validez y confiabilidad son un factor fundamental en la investigación que demuestran la veracidad del proceso y resultados de la investigación en el cual se usaron normas estándares y equipos de calidad que verifican la confiabilidad y calidad de los ensayos elaborados por las normas AASHTO, ASTM, Manuales de Ensayos de Laboratorio y el MTC.

Se presenta la certificación del laboratorio Ingeniera Geotécnica Al Máximo S.A.C (INGEOMAX) en el cual se realizaron las pruebas de ensayos certificando el apoyo de la parte profesional y técnica por parte del profesional de Ingeniería Civil. Los certificados de calibración y calidad se encuentran en los ANEXOS para su verificación.

Figura n° 17: Instrumentos y equipos de laboratorio



Fuente: (Ventura Martel, Alarcón Mestanza. Tesis: 2020)

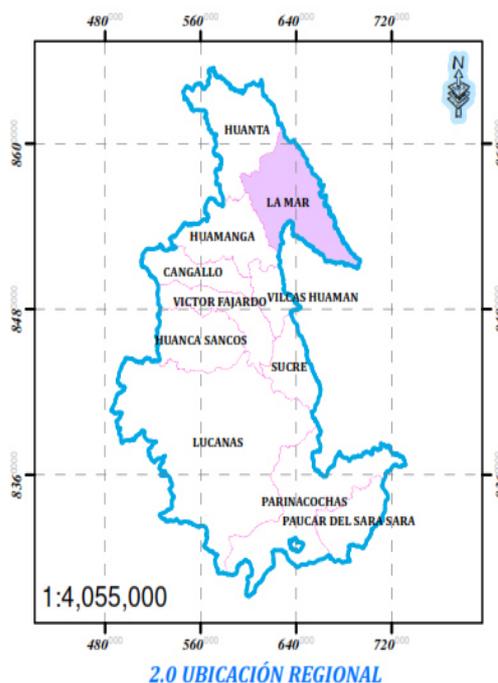
1.5. Procedimientos

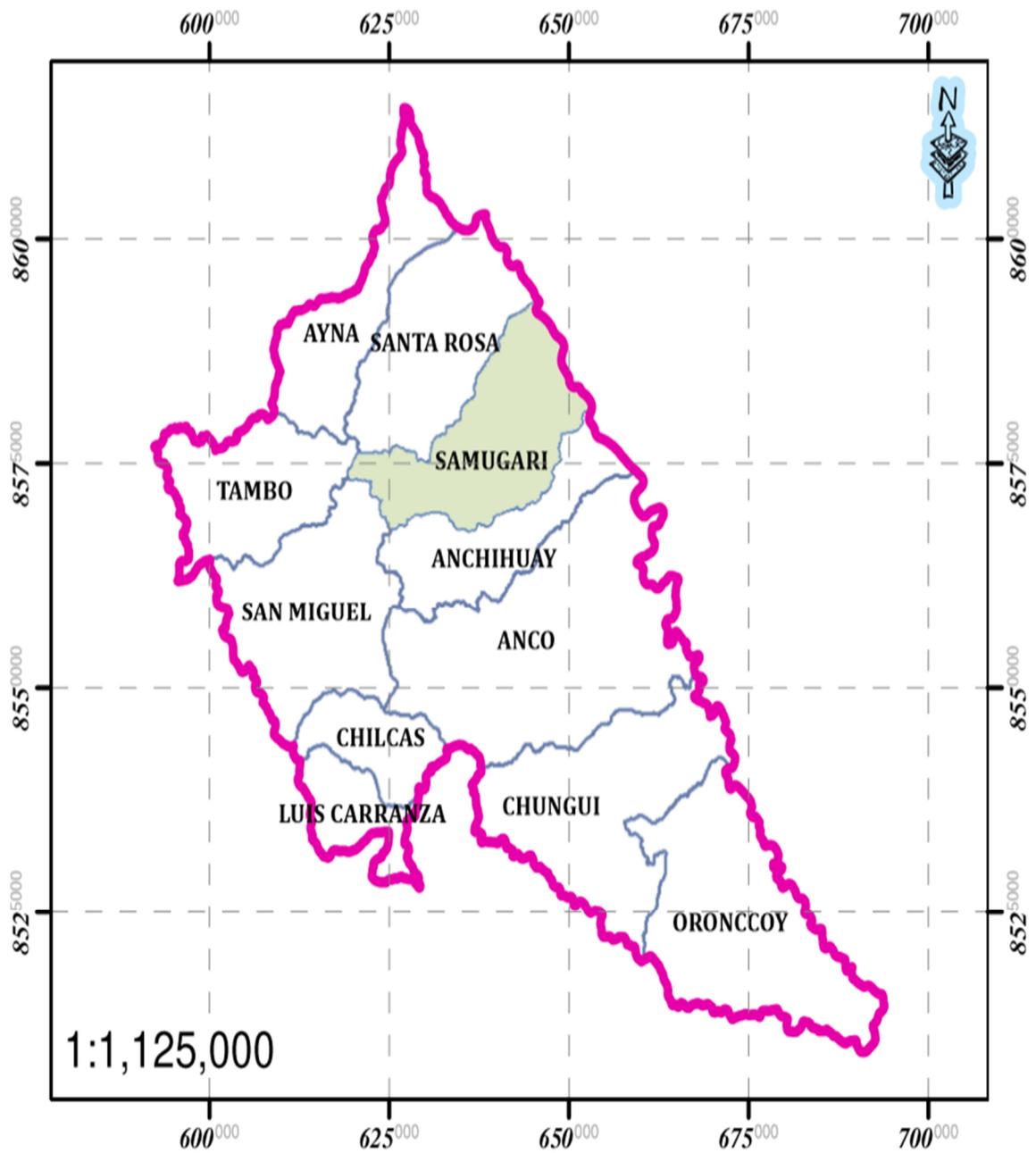
El desarrollo de la presente investigación adoptó la metodología de recolección de información de manera de visual y buen análisis documental dándonos a comprender la realidad problemática del lugar, la manipulación de los suelos observados en la recolección de información a nivel de subrasantes supuso un criterio de mejoramiento, además de otros estudios que nos ayudó a conocer los antecedentes de dichas zonas críticas para la ejecución de los ensayos en laboratorio; finalmente se hizo el procesamiento de datos del proyecto y desarrollo.

Además, esta investigación tuvo coordinaciones institucionales para los requerimientos de especialistas en el campo de Suelos por parte de la Universidad César Vallejo y del laboratorio de la empresa INGEOMAX S.A.C.

Localización y ubicación de muestras, las calicatas más críticas a nivel de subrasantes se encuentran ubicadas en las Jr. Los ángeles y Av. Los cocos del centro poblado de Pichiwilca, en la provincia La Mar y distrito Samugari de la región Ayacucho.

Figura n° 18: Localización Regional y Distrital.

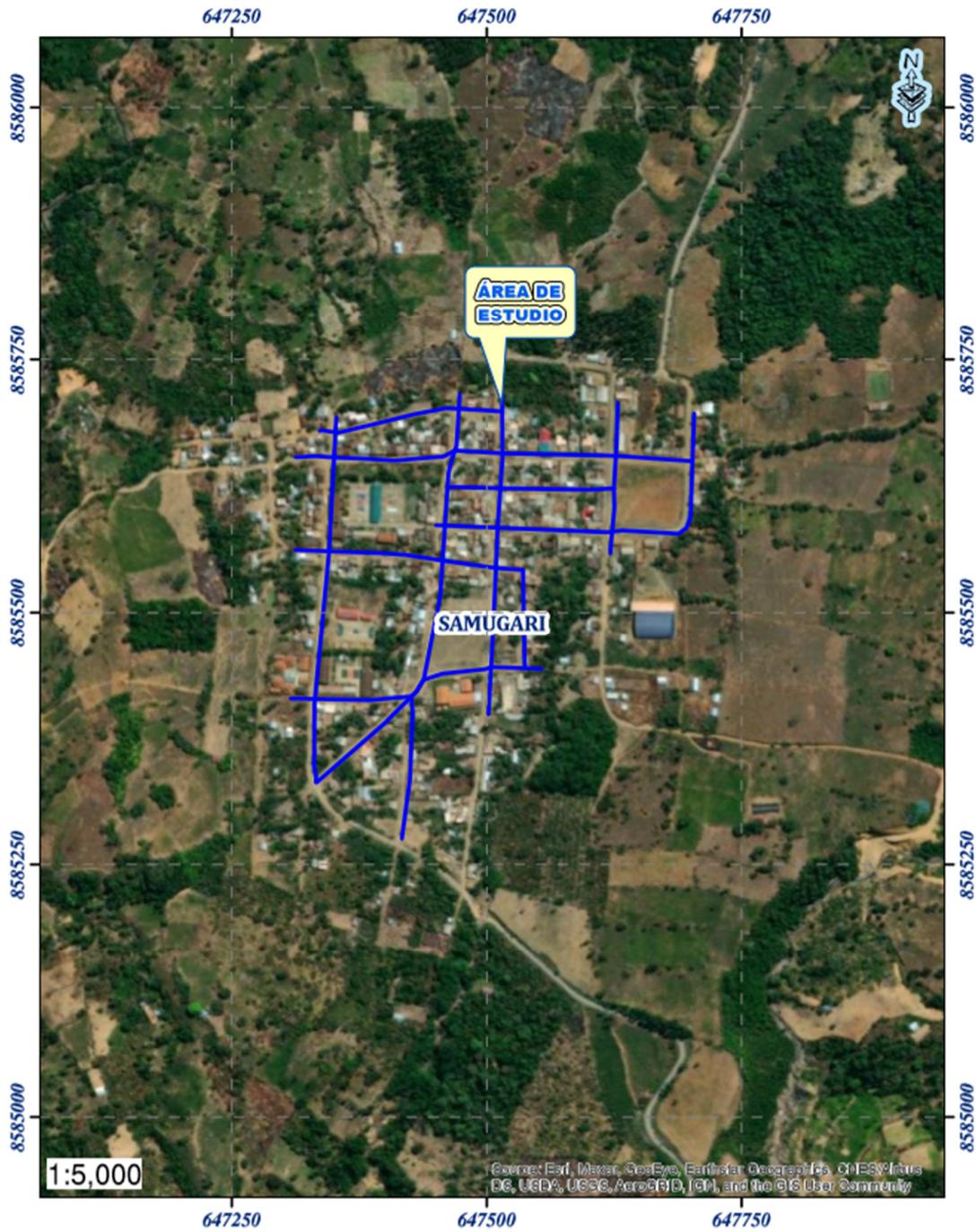




3.0 UBICACIÓN DISTRITAL

Fuente: (ARGIS - INGEOMAX, 2021)

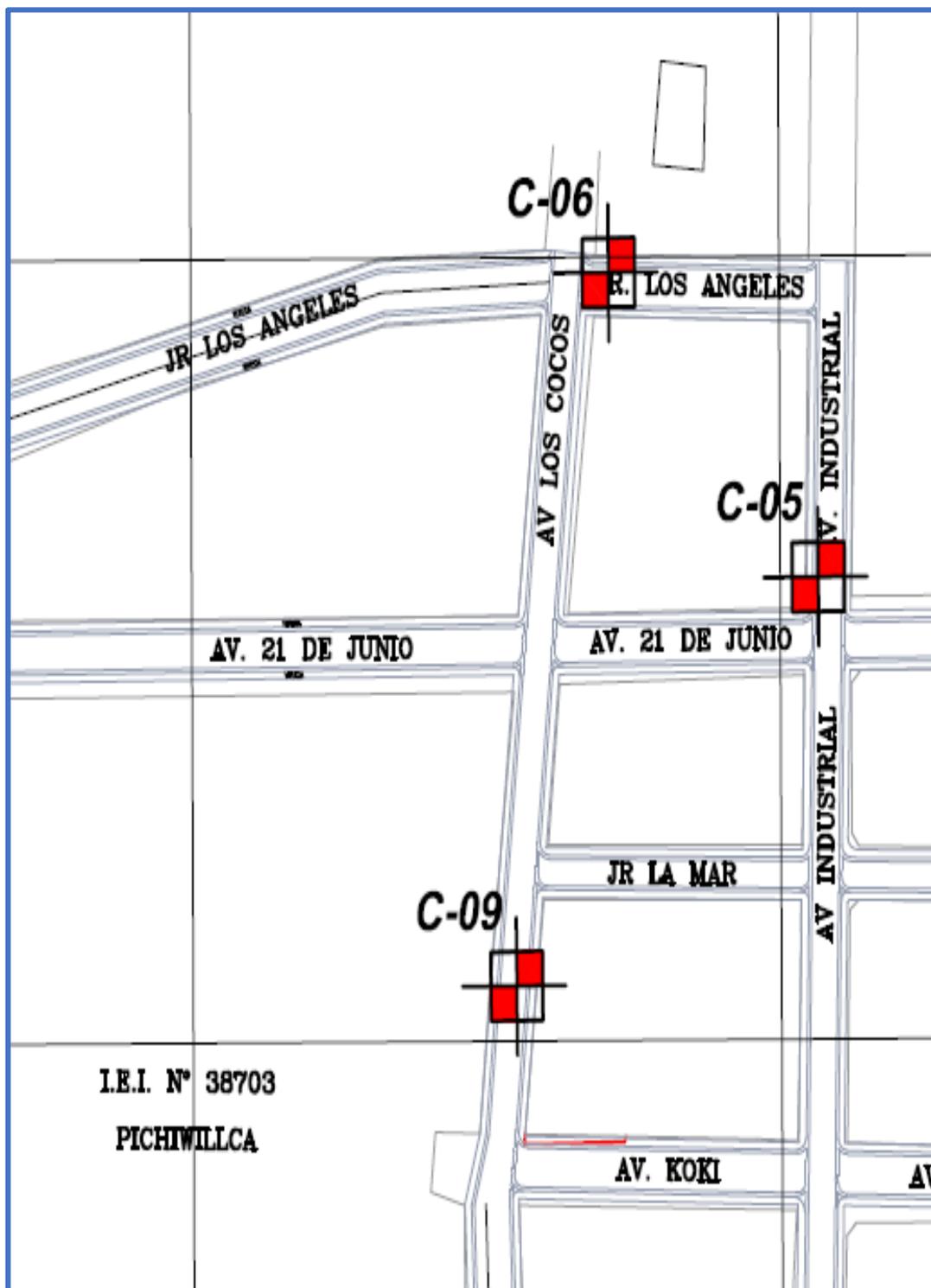
Figura n° 19: Ubicación del Área de estudio.



4.0 UBICACIÓN LOCAL

Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Figura n° 20: Ubicación del Área crítica C-6 de las subrasantes.



Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Extracción de las muestras, se ejecutaron trabajos de prospección en campo como la realización de excavaciones de las calicatas de 1.60x1.00m ancho y largo además de la excavación de profundidades de 1.50m.

Figura n° 21: Vista en campo de la calicata.



Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Asimismo, se identificó in situ el suelo según la normativa ASTM D 2488, este procedimiento se realizó mediante procedimiento manual y visual, en donde se tomaron en cuenta el tipo de suelo, espesor, humedad, olor. Color y consistencia.

Figura n° 22: Descripción de las características del suelo.



Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Posteriormente de recolectar la muestra, de acuerdo con la norma MTC E 104, se utilizó un medio de transporte adecuado para el almacenamiento de las muestras y el traslado de estas al laboratorio INGEOMAX para poder realizar los ensayos correspondientes.

Los procesos realizados fueron los siguientes:

Obtención del Material Cáscara de Huevo, se optó por conseguir el material de cáscaras de huevo en locales de chifas, restaurantes, panaderías y zonas de Huamanga- Ayacucho, recolectando un promedio de 2kg por día, para luego ser llevadas y almacenadas; en dos semanas se logró recolectar un promedio de 30 kg de cáscara de huevo después se procedió con el lavado, el secado al aire libre y

por último la molienda o trituración de la cáscara de huevo. Luego de ello se inició el traslado hasta el laboratorio donde se procedió con los ensayos respectivos; se consideró que el polvo de la cáscara de huevo sea tamizado por la malla de N° 200” y retenida en el fondo, las impurezas retenidas en la malla N° 200 se desecharan tal sea el caso de encontrarse materia orgánica o impurezas, el cual no se encontró.

Figura n° 23: Cáscara de huevo recolectado y lavado.



Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Figura n° 24: Secado natural de la cáscara de huevo recolectado.



Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Figura n° 25: Molienda de la cáscara de huevo.



Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Figura n° 26: Obtención polvo de cáscara de huevo.



Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Figura n° 27: Tamizado del polvo de cáscara de huevo.



Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Proceso de cuarteo de la muestra arcillosa, el cuarteo consistió en dividir en cuatro partes iguales la muestra, el cual servirá como muestra representativa del suelo para los ensayos de límite líquido y límite plástico, además para el ensayo de granulometría

Figura n° 28: Cuarteo del suelo arcilloso.



Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Proceso del ensayo Límite Líquido y plástico, en este ensayo se seleccionó 300gr para realizar la muestra; primeramente se hizo el tamizado en la malla #40 , con un recipiente de agua destilada como adicional, todo ello se mezcló utilizando una espátula, para posteriormente colocarlo en la muestra de copa grande, siendo el espesor de 1cm y con una longitud de 13mm, dividiendo en 2 partes con el acanalador, asimismo se contabilizaron los golpes, para ello primero se giró la manecilla, los intervalos fueron golpes 12,25,35, concluyendo con contenido por intervalo de la humedad (MTC Manual de Ensayo de materiales, 2016)

Para esta etapa se tomó la muestra preparada antes, en donde se realizó el enrollado en la placa de vidrio amoldando en forma de hilo con un diámetro de 3mm donde se agrieta luego se obtuvieron los datos: Peso Recipiente + Suelo Húmedo, después fueron llevados al horno para obtener el Peso Recipiente + Suelo Seco. (MTC Manual de Ensayo de materiales, 2016).

Figura n° 29: Ensayo del LL-LP suelo arcilloso.



Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Proceso del ensayo Granulométrico por Tamizado, inicialmente se preparó la muestra, luego se cuarteo, seco y peso la muestra obteniendo (Peso seco inicial), Luego lavamos la muestra en la malla 200 para asegurarnos de no perder partículas mayores a 0.074 mm que se agregaron proporcionalmente. Una vez lavado la muestra en el del tamiz #. 200, todo material retenido se llevó al horno para su secado a una temperatura de 110 ± 5 °C hasta determinar una variación en su peso de ± 1 gr. Terminado esta etapa, se esperó el enfriamiento de la mezcla y para proceder a pesarla. Los pesos que se obtuvieron antes de lavar y después de secar la muestra fueron: peso seco inicial y peso seco lavado de la muestra. Finalmente se vertió en la parte superior la mezcla preparada a los tamices elegidos, y se agito por un periodo de 10 minutos con el respectivo cuidado de no perder material durante el proceso de agitación, todo material que es retenido en cada tamiz se pesó cuidadosamente, posteriormente se calculó el % retenido y el % acumulativo en cada malla para así determinar la curva granulométrica, (MTC Manual de Ensayo de materiales, 2016).

Figura n° 30: Ensayo de granulometría suelo arcilloso.



Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Proceso de ensayo Proctor Modificado, lo primero que se hizo, fue determinar el suelo y molde a utilizar; optando por el método A y molde 4" a utilizar, con referencia a la norma ASTM D 1557 , después se prosiguió a colocar en la bandeja la muestra de suelo arcilloso, considerando que el suelo este seco sin porcentaje de humedad al iniciar el ensayo, posteriormente se incrementaron las cantidades de agua correspondientes para conseguir el óptimo contenido de humedad , después con el molde en el piso, se procedió con el llenado del cucharón en 5 capas; cada capa colocada se compactó y apisonó, dando 25 golpes en diferentes puntos de manera circular, luego la segunda capa se compacto con el apisonador dando 25 golpes así sucesivamente hasta llegar a la quinta capa, se recomienda pasar el nivel del collarín, de la última capa. Se llevó a la mesa el molde con muestra compactada, y se procedió a retirar el collarín y se enraso a nivel con una regla, una vez nivelado, se pesó el molde con el material compactado. Después se llevó al piso el molde y con el apisonador se procedió a retirar el material compactado y se tomó la muestra representativa pequeña en un recipiente previamente pesado, se anotó el peso de la muestra húmeda del recipiente y luego se le llevó al horno para su secado.

Primero se trabajó el Suelo en estado Natural sin adicionar el PCH, luego se trabajaron 04 Proctor con adición del PCH con dosificaciones de 5%,10%, 12% y 15%, en relación al peso de las muestras de cada bandeja y se realizó el mismo procedimiento del ensayo.

Figura nº 31: Adición del PCH al suelo arcilloso.



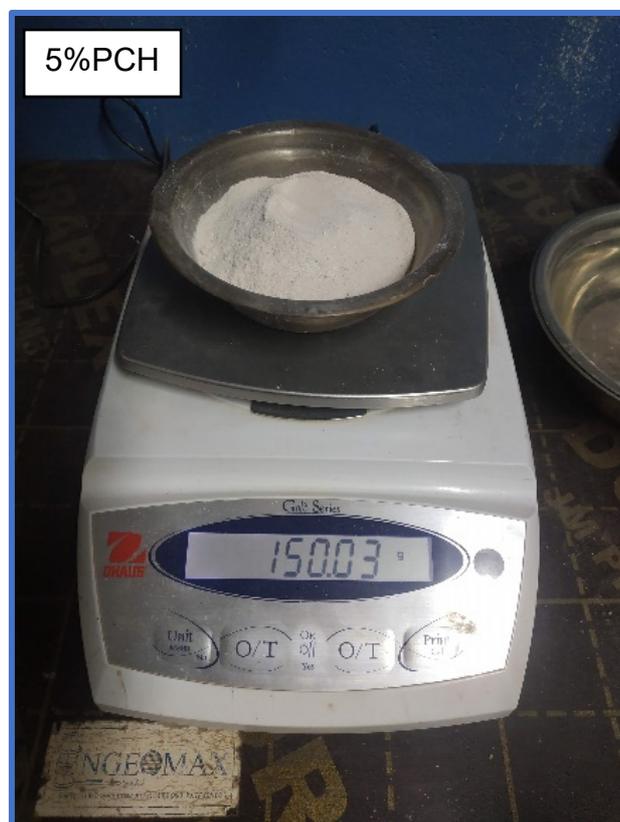
Fuente: (Elaboración propia, 2021)

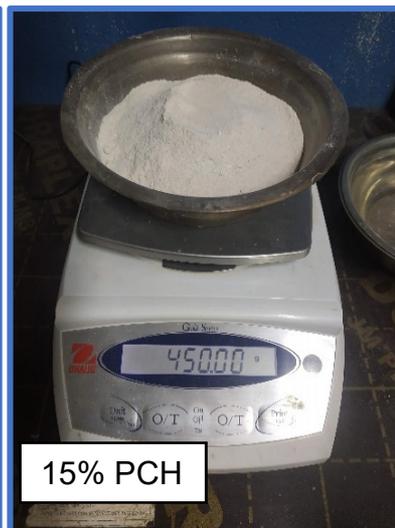
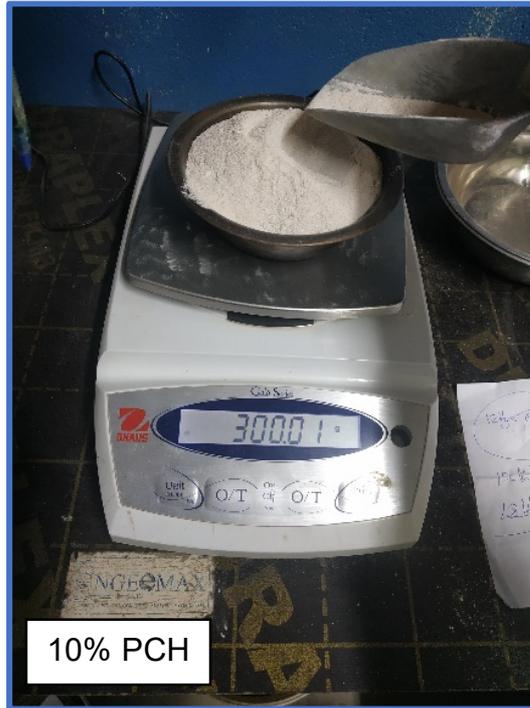
Figura n° 32: Compactación del suelo en estado natural.



Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Figura n° 33: Pesos de las dosificaciones del PCH en 5%, 10%, 12% y 15% Proctor.





Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Figura n° 34: Ensayo de Proctor con adición del PCH en 5%.



Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Figura n° 35: Ensayo de Proctor con adición del PCH en 10%.



Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Figura n° 36: Ensayo de Proctor con adición del PCH en 12%.



Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Figura n° 37: Ensayo de Proctor con adición del PCH en 15%.



Fuente: (Elaboración propia, 2021)

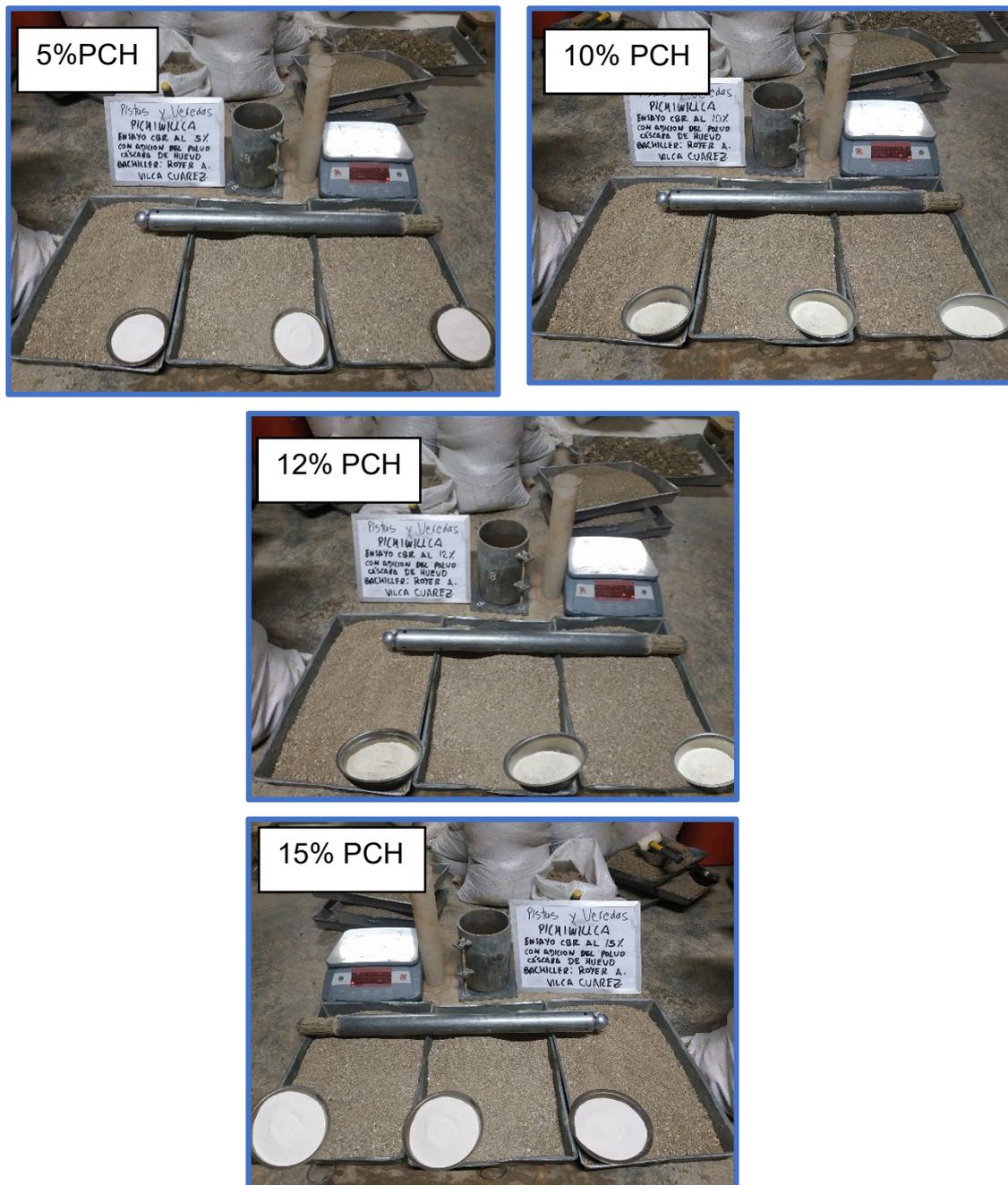
Proceso de Ensayo de CBR, lo primero que se hizo fue preparar el suelo en estado natural, luego tamizamos la muestra a través de la malla n°4 por ser arcillosa", después secamos al horno a 60°C de temperatura y tomamos la cantidad de 6 kg de muestra para cada espécimen de CBR, después con ayuda de un guante impermeable se procedió a la mezcla del suelo más el agua en una bandeja, hasta alcanzar la humedad óptima obtenida anteriormente del ensayo de Proctor modificado.

Luego se procedió a pesar el molde cilíndrico y seguir con el colocado del disco espaciador empleando el papel filtro, seguidamente se llenó la muestra al molde en 5 capas, dicho proceso se realizó en los tres moldes de CBR, a los 10, 25 y 56 golpes, posteriormente se puso las sobrecargas necesarias de 4.5 Kg, para luego ponerlas en un pozo lleno de agua lo suficiente para cubrir completamente el molde, después se instaló el trípode de expansión, se tomaron las lecturas de expansión de inicio y final, el cual se realizó cada 24 horas, dependiendo de la expansión del material. Por tanto, después de cumplir los 4 días de sumersión de los moldes, se procedió al secado e inclinado de los moldes por 15 minutos para drenar el agua.

Luego se procedió al pesado y adicionamiento de la sobrecarga los cuales asemejan el peso de un pavimento, (Por lo general, podemos usar el contrapeso usado en la saturación). Seguidamente se colocó la muestra en la prensa con el dial en cero y se empezó con la aplicación de la carga de 10 libras, comenzando con una velocidad de penetración a 05 pulgadas / minuto, tomando una lectura cada 0.025 pulgadas y registramos la carga alcanzada cada 0.025. Cuando alcanza un valor de 0.300 pulgadas liberamos las cargas de la prensa y retiramos la muestra (MTC Manual de Ensayo de materiales, 2016).

Dicho procedimiento se repite agregando el 5%, 10%, 12% y 15% de la cáscara de huevo en relación al peso de las muestras de cada bandeja.

Figura n° 38: Ensayo CBR con adición del PCH en 5%, 10%, 12% y 15%.



Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Figura n° 39: Ensayo CBR del suelo en estado natural.



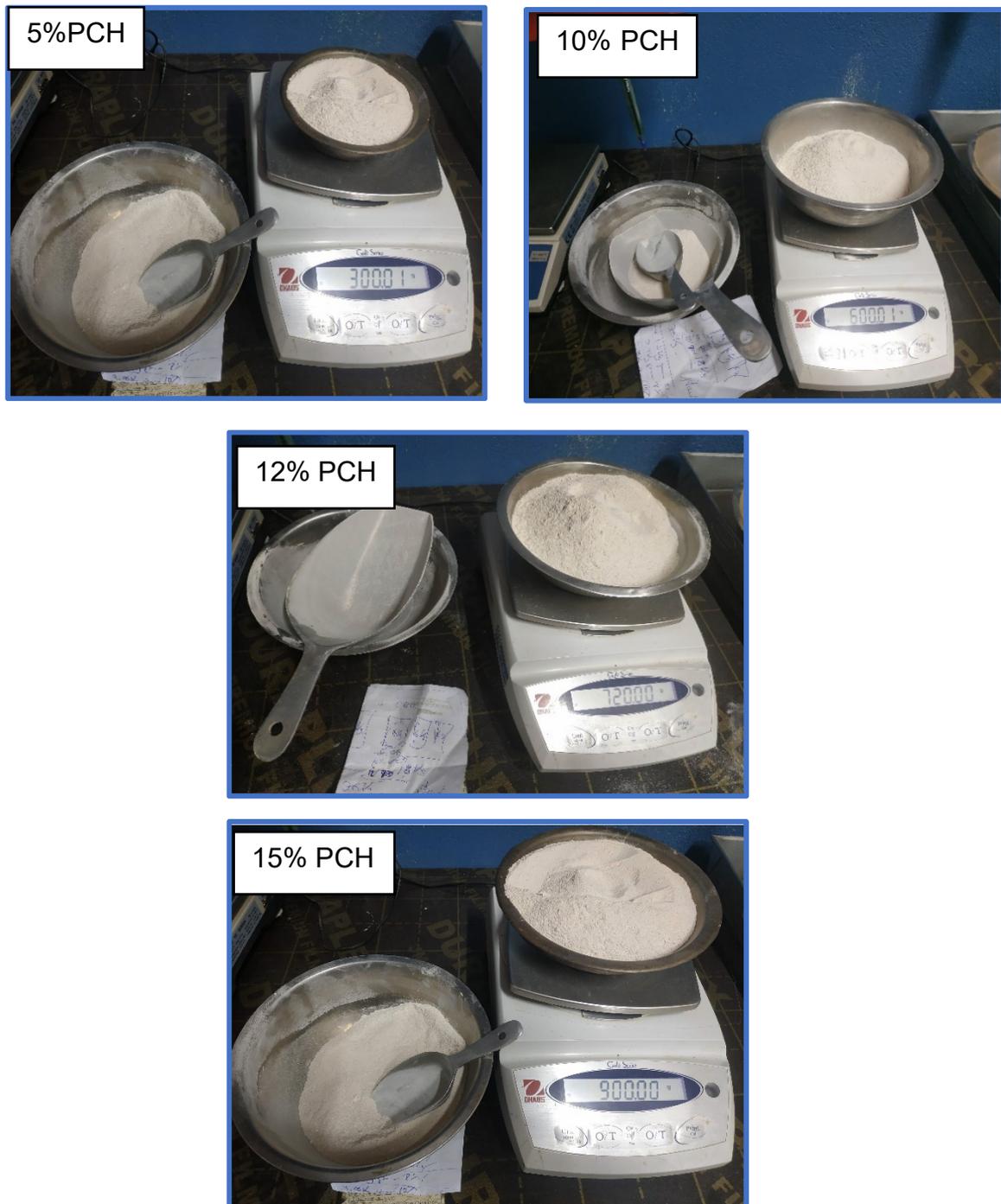
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Figura n° 40: Ensayo CBR con adición del PCH en 5%.



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Figura n° 41: Pesos de las dosificaciones del PCH en 5%,10%, 12% y 15% CBR.



Fuente: Elaboración propia, 2021.

1.6. Método de análisis de datos

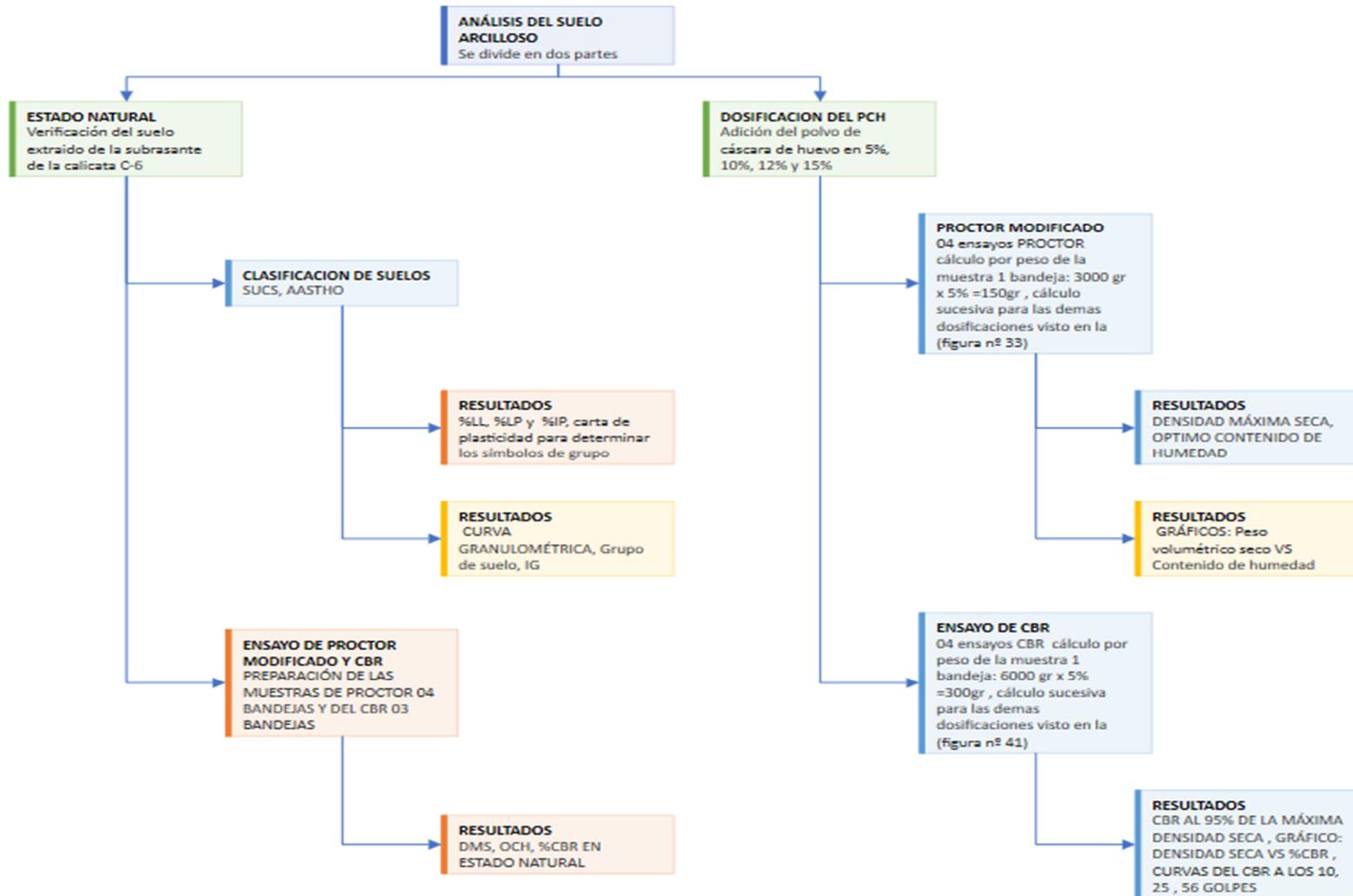
Para este proceso se analizaron cuadros, gráficos estadísticos con la finalidad de poder determinar datos exactos para ser empleado en esta investigación, para fue determinante contar con profesionales especializados, los resultados de los ensayos se realizaron contando con los protocolos e instrumentos según la norma lo prevé, determinando la eficacia de la cáscara de huevo como aditivo para la estabilización y mejoramiento de los suelos arcillosos.

Tabla n° 14: Cuadro de ensayos en laboratorio

CUADRO DE ENSAYOS EN LABORATORIO		
Cantidad de ensayos	Descripción del ensayo	Duración de los ensayos
SUELO EN ESTADO NATURAL		
01	Cuarteo	1 día
01	Granulometria	1 día
01	LL-LP	1 día
01	PROCTOR MODIFICADO	1 día
04	Contenidos de Humedad del proctor	1 día
01	CBR	(4 días de saturación en el pozo + 1 día de moldeo) 5 días
03	Contenidos de Humedad del CBR	1 día
CON DOSIFICACIONES DE 5%,10%,12% Y 15% DE POLVO CÁSCARA DE HUEVO		
04	PROCTORS MODIFICADOS	2 días
16	Contenidos de Humedad del proctor	2 día
04	CBR	(4 días de saturación en el pozo + 1 día de moldeo) 5 días
12	Contenidos de Humedad del CBR	1 día

Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Figura n° 42: Flujograma Método de Análisis De Datos



Fuente: (Elaboración propia, 2021)

1.7. Aspectos éticos

Los criterios éticos nacionales, según el (Código de Ética del Colegio de Ingenieros del Perú, 1987), menciona que los ingenieros tienen la responsabilidad de sumar en el servicio a la sociedad para brindar bienestar humano, usando adecuadamente los recursos del estado o recursos privados, desempeñando sus funciones ingenieriles adecuando a los principios éticos en el ejercicio de su profesión, además de defender la honradez y dignidad e implementando la imparcialidad para lograr prestigio y calidad a sus clientes, las principales conductas que llevara un ingeniero serán: la honestidad, la responsabilidad, la lealtad profesional, la solidaridad, la justicia, la inclusión social y el respeto.

Los criterios éticos internacionales, según la (Declaración de los Principios Éticos de los Ingenieros de Colombia, 2017), menciona que la ingeniería colombiana presta en el cumplimiento de principios éticos rigiendo su conducta profesional, las cuales fueron promulgada por el Consejo Profesional de Ingeniería y ACOFI, implicando la vocación personal y social del ingeniero para mejorar las condiciones y mejorando el crecimiento sostenibles en la sociedad, las cuales son: la integridad, la veracidad, la responsabilidad, la precisión.

El tesista (mi persona) me comprometo a cumplir los siguientes aspectos éticos: la veracidad y la honestidad de los resultados, de la misma forma se ha analizado los antecedentes de los investigadores los cuales fueron citados en el presente proyecto, respetando la confiabilidad de los datos trabajados por mi persona y por la parte profesional brindada por la asesoría de la universidad UCV; para que dicho proyecto de tesis no contenga plagio además de la elaboración del tema basados en la sinceridad y el compromiso, por otra parte el trabajo de investigación cumple las guías Normativas de los Ensayo de Materiales y el manual del MTC “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”. Para concluir los ensayos están validados por especialistas y expertos en el tema, en el revisado y uso de los instrumentos de la presente investigación.

II. RESULTADOS

5.1 Propiedades físicas del suelo

Índice de plasticidad, en la siguiente tabla; se observa el resumen del LL y LP.

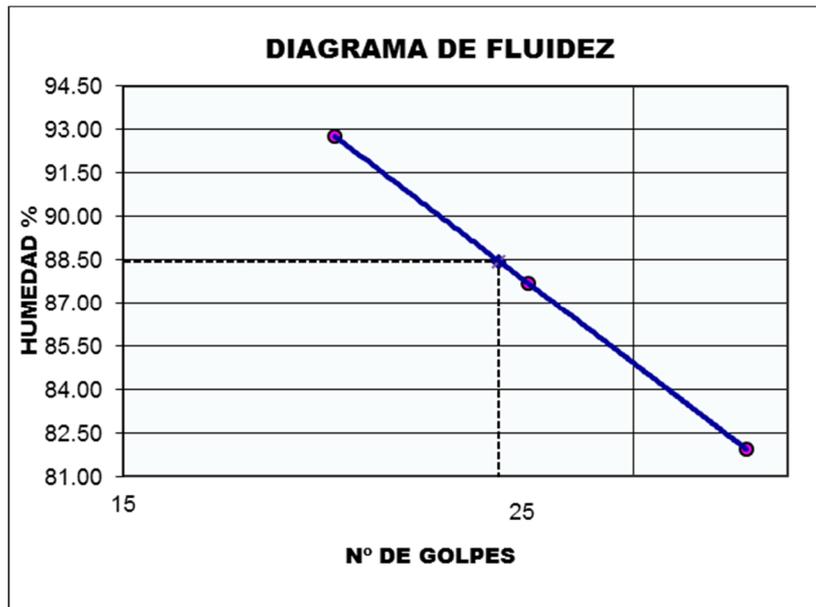
Tabla n° 15: Cuadro de los ensayos LL-LP-IP

LIMITES DE ATTERBERG					
LUGAR	MUESTRA		LL	LP	IP
: CENTRO POBLADO DE PICHIWILLCA	: C-6 ESTADO NATURAL	: E-2 SUBRASANTE	88.5%	38.7%	49.8%
COORDENADAS	647471	8585698			

Fuente: (Elaboración propia, 2021)

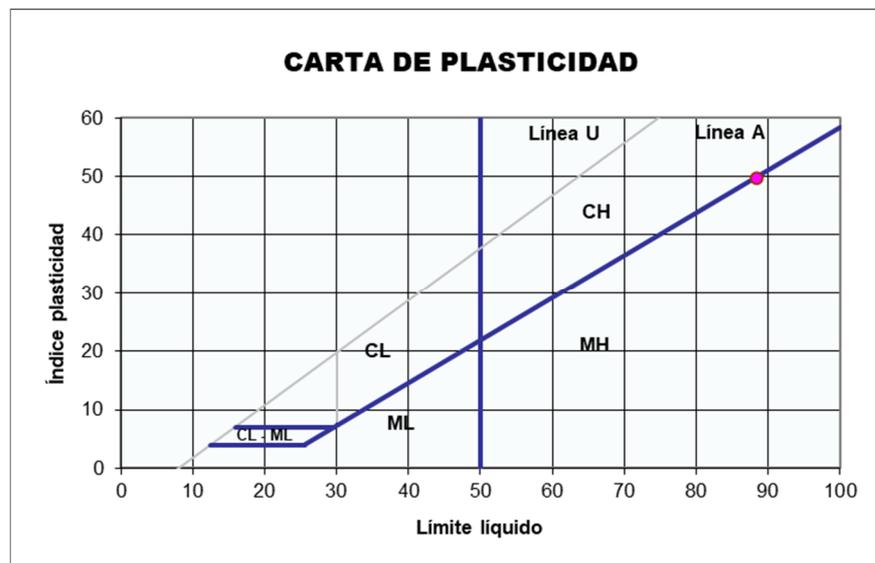
En esta tabla n°15 se puede interpretar de que el suelo arcilloso de la C-6 extraída del centro poblado Pichiwillca según el ensayo se definió un límite líquido de 88.5% en base a los golpes de 20, 26, 35 de la copa de casa grande y un límite plástico-LP de 38.7% y un índice de plasticidad-IP de 49.8% el cual se denomina un suelo de plasticidad alta según la tabla n°5.

Figura n° 43: Límite líquido vs n° de golpes.



Fuente: Elaboración propia, 2021

Figura n° 44: Índice plástico vs límite líquido de la C-6



Fuente: Elaboración propia, 2021

Análisis granulométrico, según la norma ASTM C 136 define el tipo de suelo de la calicata C-6 el cual fue analizado del Jr- Los Ángeles.

Tabla n° 16: Cuadro del ensayo granulométrico.

DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		ENSAYO ESTANDAR	
Peso seco inicial (gr)	922.96	% Grava	1.65
peso seco lavado (gr)	62.44	% Arena	5.12
Pérdida por lavado (gr)	860.52	% Finos	93.23

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				100.00
3/8"	9.525	3.10	0.34	0.34	99.66
1/4"	6.350	8.54	0.93	1.26	98.74
N° 4	4.750	3.59	0.39	1.65	98.35
N° 8	2.380	7.25	0.79	2.44	97.56
N° 10	2.000	1.60	0.17	2.61	97.39
N° 16	1.190	5.22	0.57	3.17	96.83
N° 20	0.840	3.84	0.42	3.59	96.41
N° 30	0.590	3.58	0.39	3.98	96.02
N° 40	0.426	3.93	0.43	4.40	95.60
N° 50	0.297	4.60	0.50	4.90	95.10
N° 60	0.250	2.43	0.26	5.17	94.83
N° 80	0.177	4.77	0.52	5.68	94.32
N° 100	0.149	2.97	0.32	6.00	94.00
N° 200	0.075	7.02	0.76	6.77	93.23
FONDO LAVADO		860.52	93.23	100.00	0.00
TOTAL		922.96			

Fuente: (Elaboración propia, 2021)

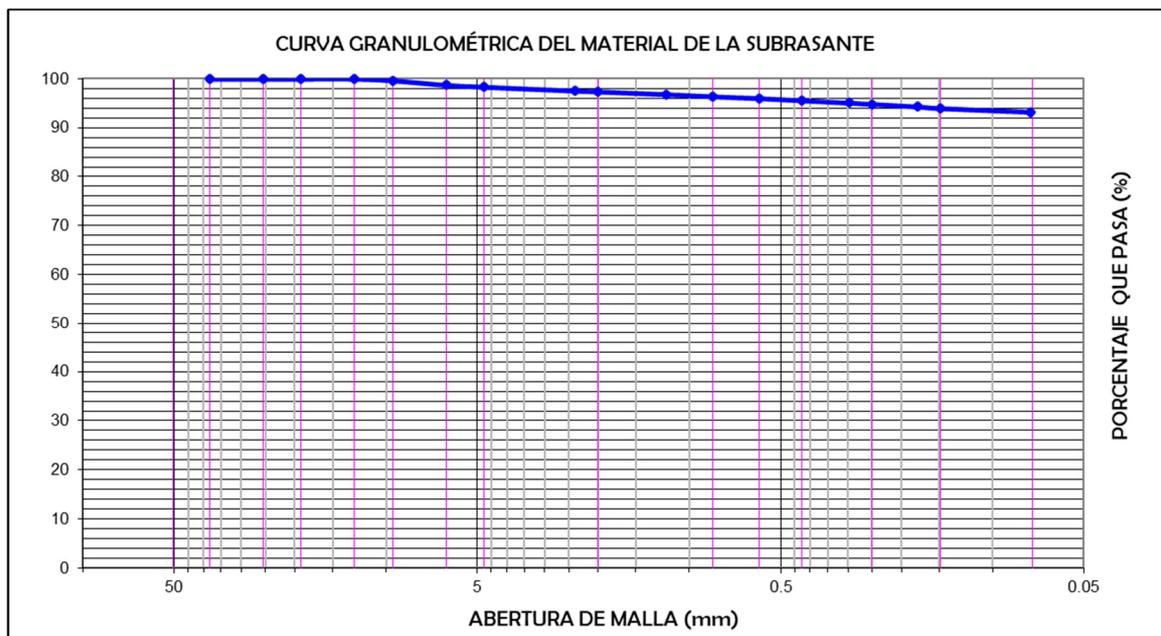
En esta tabla n° 16, se puede observar los resultados de la granulometría del material de la C-6 con un peso seco inicial de 922.96 gr y un peso seco lavado de 62.44, con pérdida por lavado de 860.52 gr dándonos porcentajes generales del contenido de gravas en 1.65%, de arena 5.12% y de finos 93.23% criterio por el cual se tiene más % que pasa en la malla N°200 por ser una muestra arcillosa, además podemos apreciar la clasificación del suelo en la tabla °17, se observa también un índice de grupo muy pobre (57) según la tabla n°8.

Tabla n° 17: Clasificación del suelo arcilloso C-6.

CLASIFICACION DE SUELOS			
AASHTO		SUCS	
A-7-6	(57)	MH	LIMO ELASTICO ARENOSO

Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Figura n° 45: Curva granulométrica de la C-6.



Fuente: Elaboración propia, 2021

5.2 Propiedades mecánicas del suelo

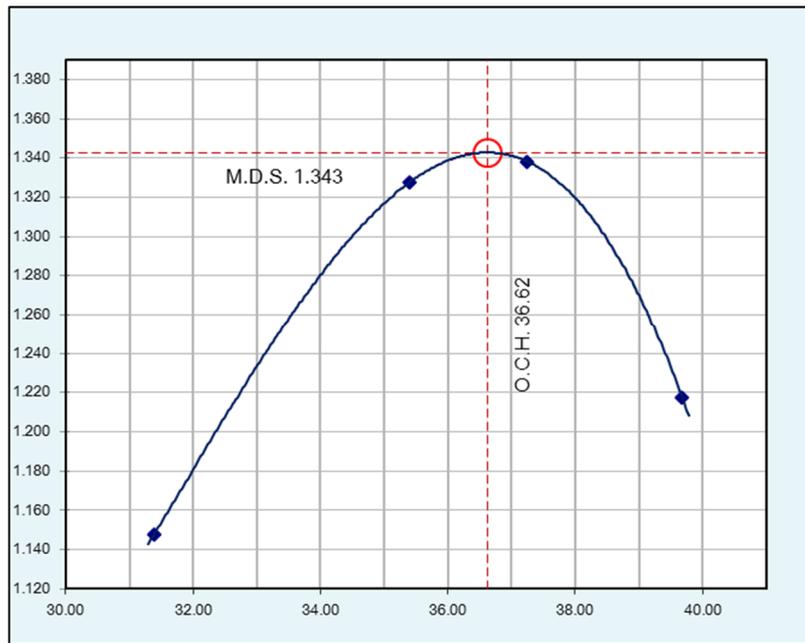
Ensayo Proctor modificado, se determinó la máxima densidad seca vs el óptimo contenido de humedad dándonos valores de aumento según su dosificación del PCH a diferencia del Proctor en estado natural el cual se ve con una MDS baja, en la tabla n°18 se puede observar estos valores con sus respectivos OCH para poder alcanzar su compactación al 100% además de tener este rango para el control de la humedad óptima en campo. Dándonos como resultado una MDS mayor con una dosificación de PCH en un 15% y una humedad de 19.2%.

Tabla n° 18: Resumen del Proctor modificado C-6.

LUGAR	MUESTRA		MDS (gr/cm ³)	OCH
: CENTRO POBLADO DE PICHIWILLCA	: C-6 ESTADO NATURAL	: E-2 SUBRASANTE	1.34	36.6%
: CENTRO POBLADO DE PICHIWILLCA	: C-6 DOSIFICACION DEL PCH 5%	: E-2 SUBRASANTE	1.46	29.5%
: CENTRO POBLADO DE PICHIWILLCA	: C-6 DOSIFICACION DEL PCH 10%	: E-2 SUBRASANTE	1.58	23.9%
: CENTRO POBLADO DE PICHIWILLCA	: C-6 DOSIFICACION DEL PCH 12%	: E-2 SUBRASANTE	1.64	22.3%
: CENTRO POBLADO DE PICHIWILLCA	: C-6 DOSIFICACION DEL PCH 15%	: E-2 SUBRASANTE	1.71	19.2%

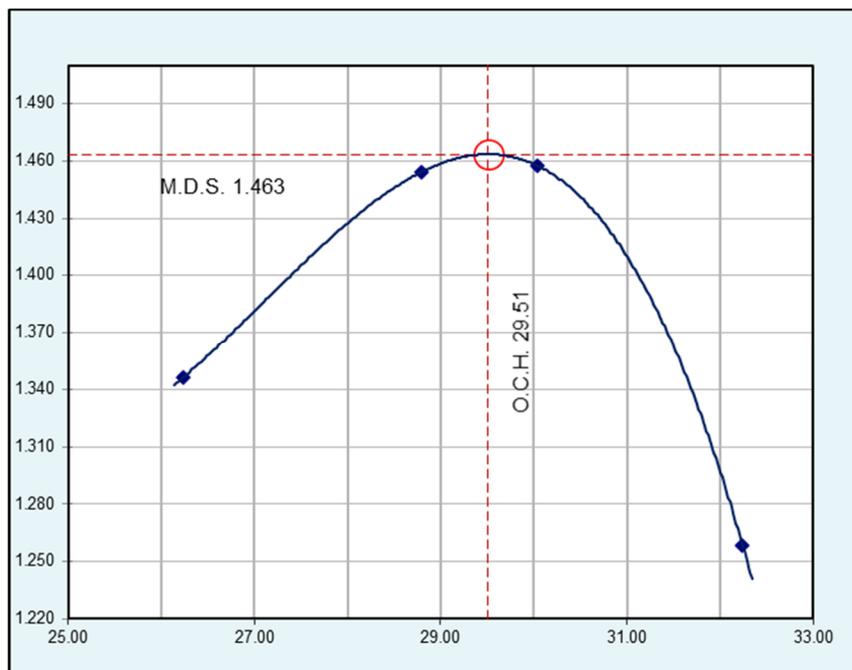
Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Figura n° 46: Curva de MDS de la C-6 estado natural.



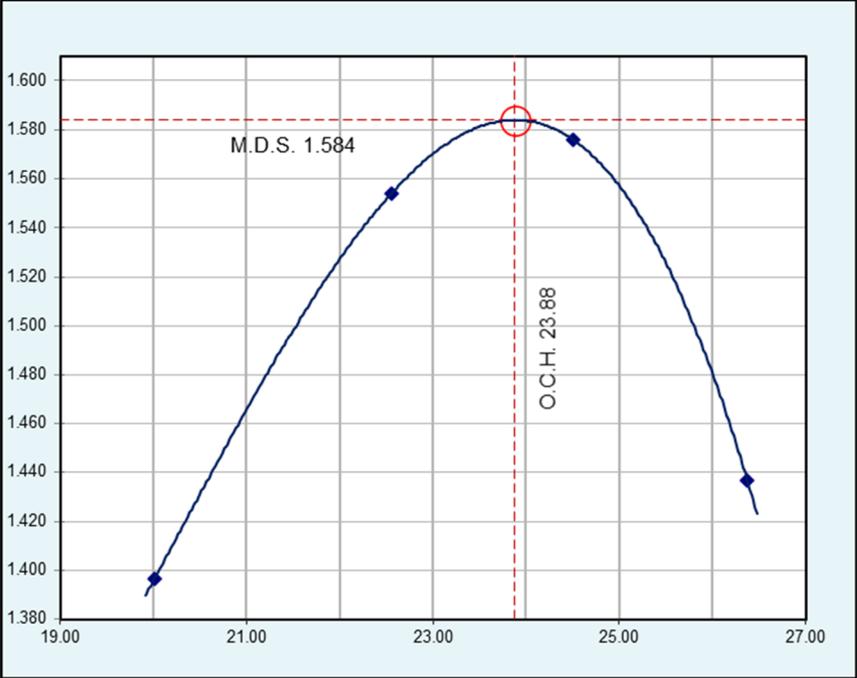
Fuente: Elaboración propia, 2021

Figura n° 47: Curva de MDS de la C-6 con dosificación del 5% de PCH.



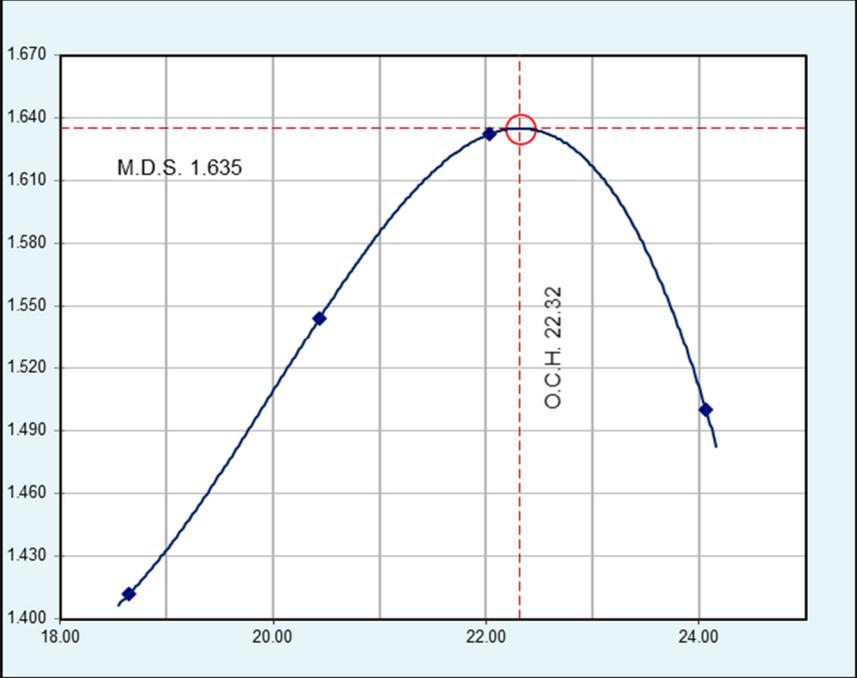
Fuente: Elaboración propia, 2021

Figura n° 48: Curva de MDS de la C-6 con dosificación del 10% de PCH.



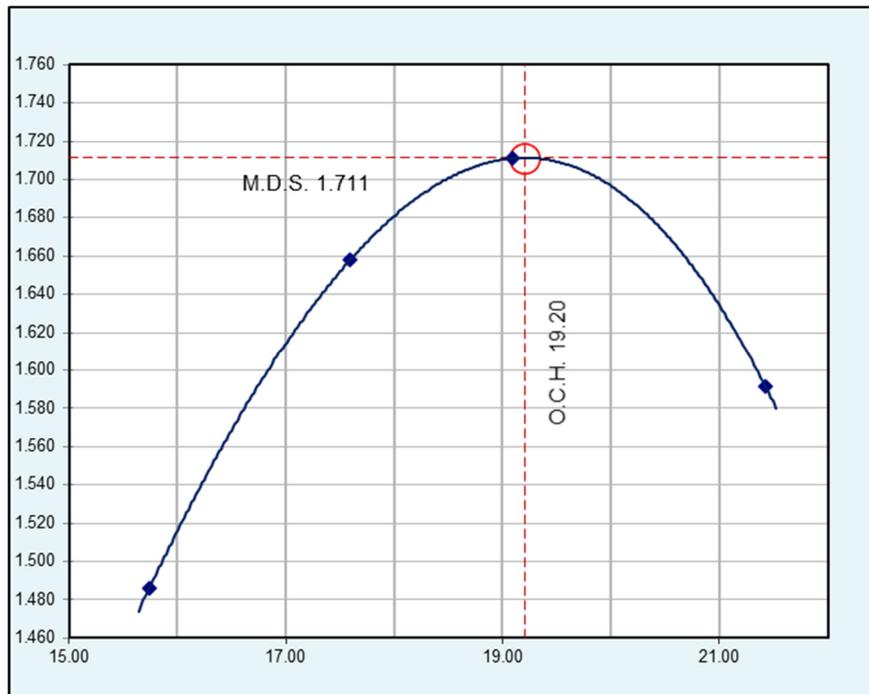
Fuente: Elaboración propia, 2021

Figura n° 49: Curva de MDS de la C-6 con dosificación del 12% de PCH.



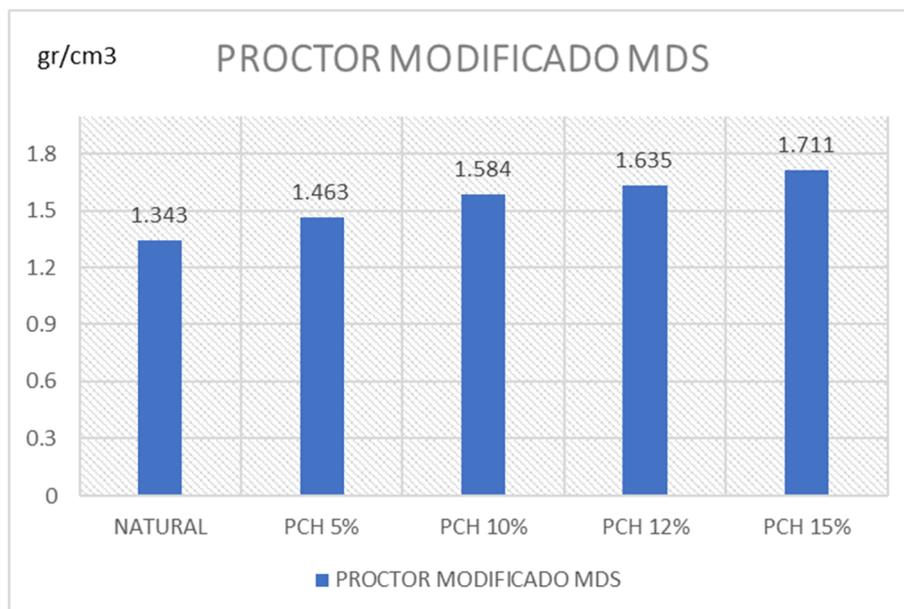
Fuente: Elaboración propia, 2021

Figura n° 50: Curva de MDS de la C-6 con dosificación del 15% de PCH.



Fuente: Elaboración propia, 2021

Figura n° 51: MDS de la C-6 con dosificación del PCH.



Fuente: Elaboración propia, 2021

En el gráfico mostrado como figura n°51, podemos evidenciar los aumentos de la máxima densidad seca (MDS) de los ensayos de Proctor modificado variando su densidad seca (gr/cm³) de acuerdo a las dosificaciones incorporadas por el PCH en sus porcentajes descritos y correlacionándolos con el suelo arcilloso en estado natural dándonos como resultados la disminución de su óptimo contenido de humedad (OCH) generando así una idea de las propiedades químicas que presenta el PCH. Como podemos observar el Proctor en estado natural con relación a la dosificación del 5% aumentó en un 0.12%, en estado natural con relación a la dosificación del 10% aumentó en un 0.241%, en estado natural con relación a la dosificación del 12% aumentó en un 0.292%, en estado natural con relación a la dosificación del 15% aumentó en un 0.368%.

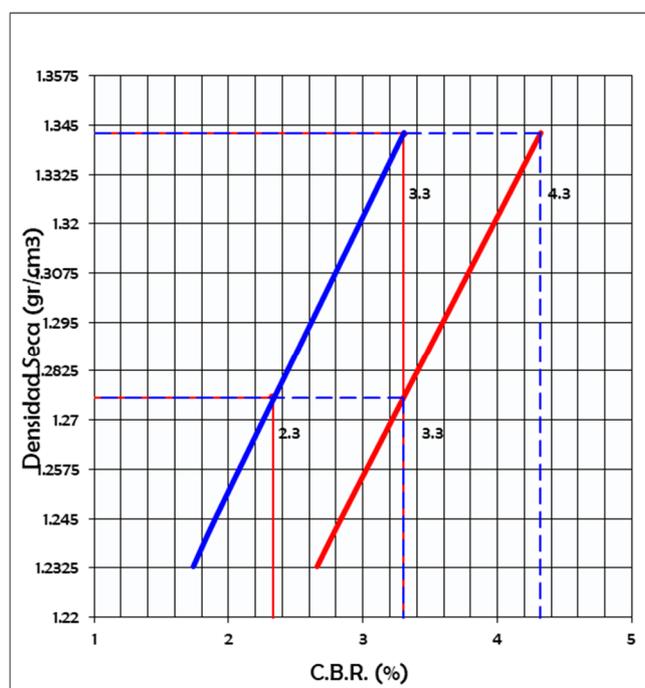
Ensayo CBR, de igual manera el resultado arrojado por el software en este ensayo nos da una idea del aumento del CBR con las dosificaciones del PCH además que la prensa mecánica de penetraciones de 0.1" determina rangos del CBR al 95% de la MDS los cuales son controles para determinar la resistencia del suelo como las subrasantes, en la tabla n° 19 se pueden observar los valores, dándonos como resultado un aumento con la dosificación del 15% del PCH, obteniendo un CBR al 95% MDS en 0.1" de 7.00% el cual se encuentra según la tabla n°03, en una subrasante regular; dándonos una idea de diferencia del ensayo de CBR en estado natural el cual tiene un valor muy bajo de 2.3% considerado una subrasante muy pobre o inadecuada. De tal manera el CBR al 15% del PCH es idóneo para usarse como subrasante de diseño.

Tabla n° 19: Resumen del CBR en la C-6.

LUGAR	MUESTRA		CBR AL 100% MDS (0.1")	CBR AL 95% MDS (0.1")	EXPANSION
: CENTRO POBLADO DE PICHIWILLCA	: C-6 ESTADO NATURAL	: E-2 SUBRASANTE	3.3%	2.3%	0.06%
: CENTRO POBLADO DE PICHIWILLCA	: C-6 DOSIFICACION DEL PCH 5%	: E-2 SUBRASANTE	3.9%	3.2%	0.03%
: CENTRO POBLADO DE PICHIWILLCA	: C-6 DOSIFICACION DEL PCH 10%	: E-2 SUBRASANTE	6.5%	5.2%	0.03%
: CENTRO POBLADO DE PICHIWILLCA	: C-6 DOSIFICACION DEL PCH 12%	: E-2 SUBRASANTE	7.3%	6.1%	0.04%
: CENTRO POBLADO DE PICHIWILLCA	: C-6 DOSIFICACION DEL PCH 15%	: E-2 SUBRASANTE	9.1%	7.0%	0.02%

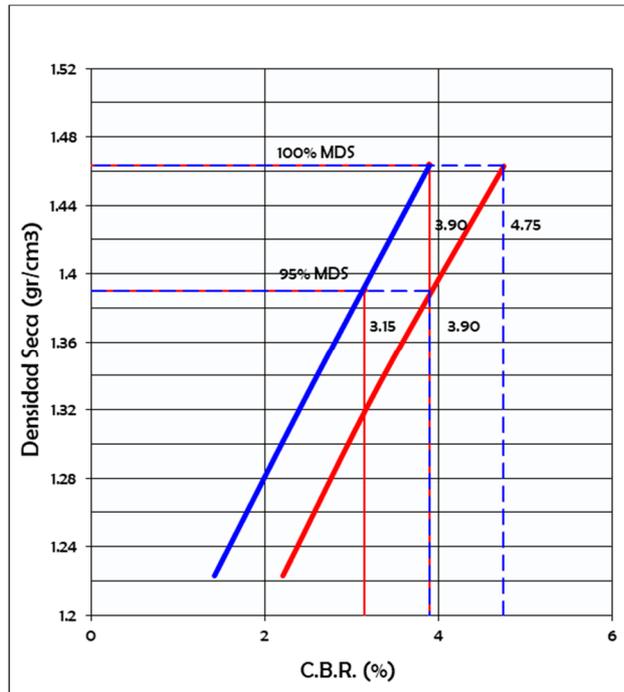
Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Figura n° 52: Curva del % CBR vs Densidad seca en estado natural.



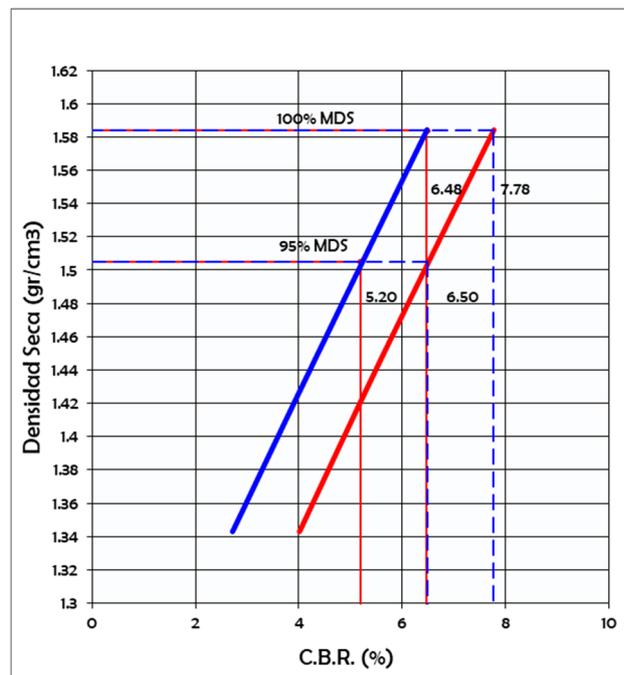
Fuente: Elaboración propia, 2021

Figura n° 53: Curva del % CBR vs Densidad seca con dosificación del 5% de PCH.



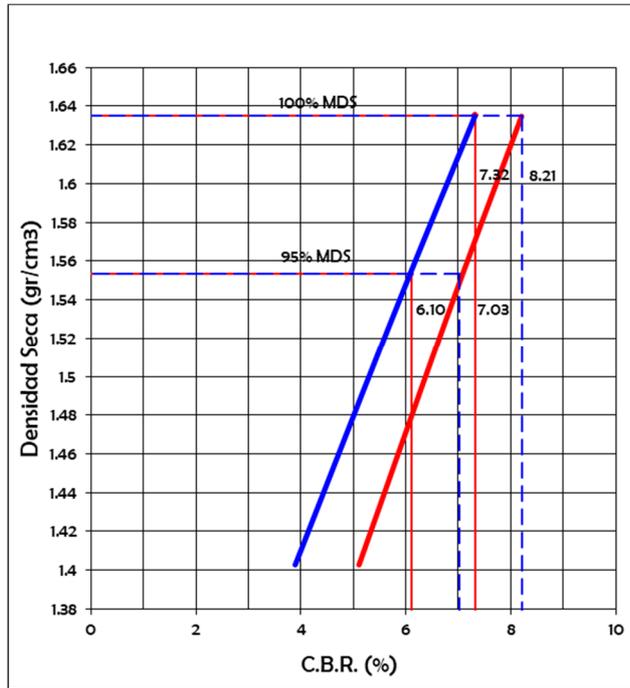
Fuente: Elaboración propia, 2021

Figura n° 54: Curva del % CBR vs Densidad seca con dosificación del 10% de PCH.



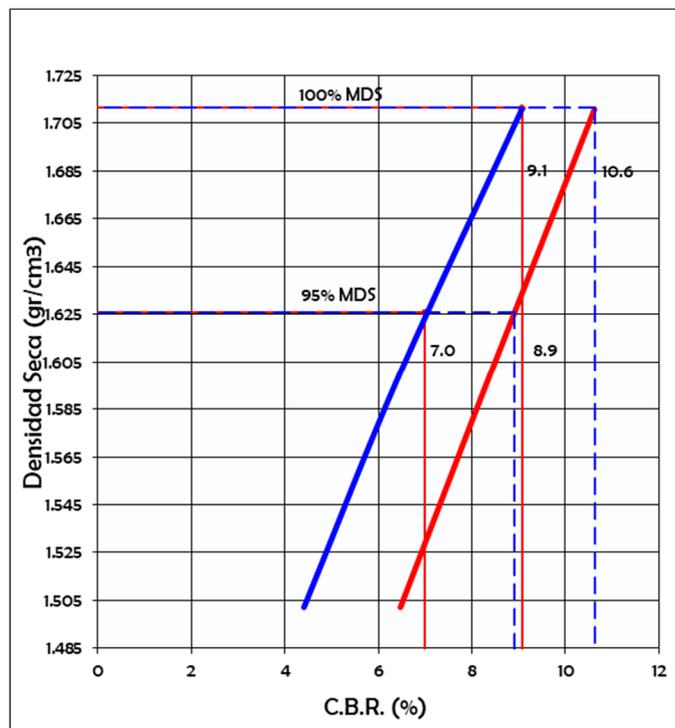
Fuente: Elaboración propia, 2021

Figura n° 55: Curva del % CBR vs Densidad seca con dosificación del 12% de PCH.



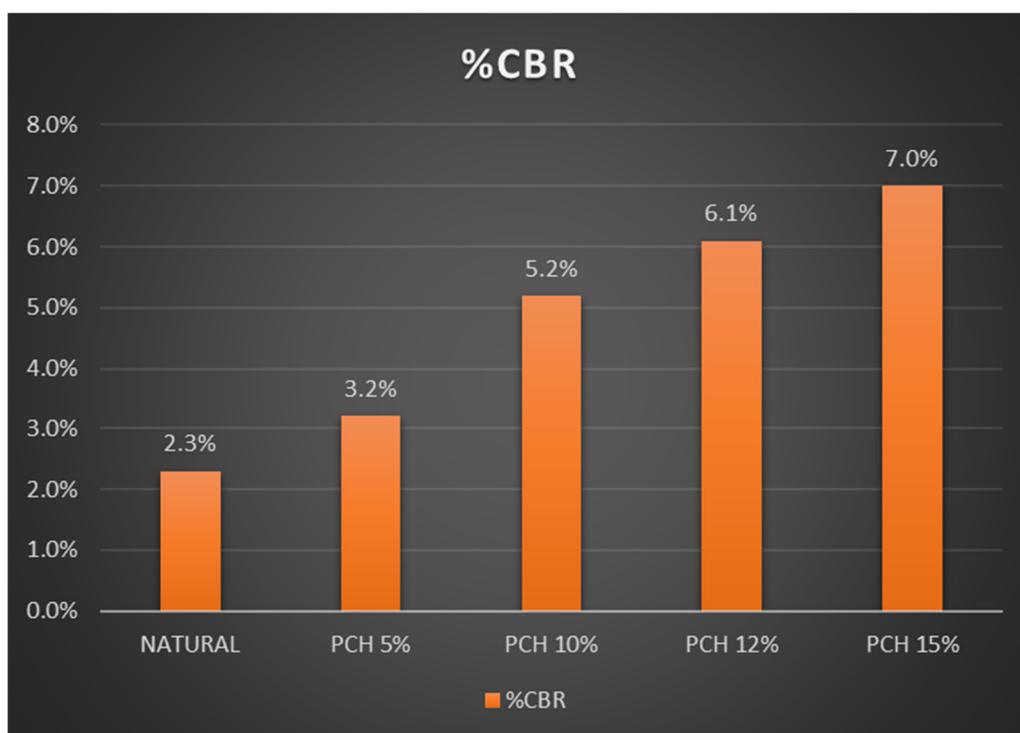
Fuente: Elaboración propia, 2021

Figura n° 56: Curva del % CBR vs Densidad seca con dosificación del 15% de PCH.



Fuente: Elaboración propia, 2021

Figura n° 57: Resistencias del % CBR con dosificación del PCH.



Fuente: Elaboración propia, 2021

En el gráfico mostrado como figura n°57 de los ensayos de CBR se ve una mejora del material o suelo arcilloso, como se evidencia en estado natural tiende a tener poca resistencia al esfuerzo cortante mientras que con las dosificaciones del PCH se ve una mejora en el aumento progresivo de la resistencia en el presente ensayo según las dosificaciones del 5%, 10%, 12 y 15% lo cual según las categorías de subrasantes en función al CBR dadas por el MTC, 2013 se encuentran en una subrasante S2: subrasante regular de 7% CBR dado por lo cual este valor nos sirve para el diseño de un pavimento rígido o flexible de acuerdo al requerimiento de un proyecto vial.

Como podemos observar el %CBR, en estado natural con relación a la dosificación del 5% aumentó en un 0.9%, en estado natural con relación a la dosificación del 10% aumentó en un 2.90%, en estado natural con relación a la dosificación del 12% aumentó en un 3.80%, en estado natural con relación a la dosificación del 15% aumentó en un 4.70%.

III. DISCUSIÓN

Ramos Vásquez & Lozano Gómez (2019), en su tesis titulada: “Estabilización de Suelo mediante Aditivos Alternativos”. Nos da una idea de discusión en los resultados de su tesis, en el cual; tuvo como objetivo determinar el comportamiento mecánico de un suelo arcilloso (caolín) según sus especificaciones técnicas el caolín es considerado como un material de plasticidad baja, en el cual; la cal se incorporó en dosificaciones del 10%,20% y 40%. De este modo nos enfocamos en la cal, el cual contiene $\text{CaCO}_3= 80\%$, según las dosificaciones los cuales están simbolizados como S90-C10 (90% del suelo natural y 10% cal), S80-C20 y S60-C40 denominadas así sucesivamente para las demás combinaciones, obtuvimos valores de la cal como óxidos de calcio $\text{CaO}=45\%$ resultante de la calcinación ($\text{CaCO}_3 + \text{calor}$), consiguiendo un valor de 1.81gr/cm^3 en el ensayo de Proctor realizadas al caolín en estado natural el cual tiende a tener un valor de densidad regular a diferencia del resultado de la dosificación S90-C10 el cual nos da una MDS de 1.745gr/cm^3 , donde vemos la reducción de su densidad a comparación de su MDS en estado natural, de igual manera obtenemos en la dosificación del S80-C20 una reducción de la MDS a 1.73gr/cm^3 y finalmente en la dosificación del S60-C40 se incrementa la MDS a 1.76gr/cm^3 . Comparando estos resultados con mi tesis de investigación podemos decir que nuestra muestra del PCH contiene carbonato de calcio ($\text{CaCO}_3=91.2\%$) las cuales consideramos cantidades considerables, dándonos como resultados incrementos en nuestras dosificaciones como la MDS la cual a diferencia de la tesis de Ramos Vásquez & Lozano Gómez, como mencionamos; donde realizaron la calcinación al PCH para obtener componentes de óxido de calcio, trabajando así con un componente puzolánico el cual debió obtener aumentos en la MDS, al contrario no tuvo un aumento en las dosificaciones del S90-C10 y S80-C20 a diferencia del S60-S40 donde si se obtuvo un aumento considerable, por consiguiente podemos decir que existen diferencias en sus dosificaciones como la variación de las dosificaciones del suelo arcilloso(caolín) con la cal donde vemos que en la dosificación del S90-C10 se tiene más cantidad de suelo natural a diferencia de la mezcla S60-C40 en donde se incrementa el porcentaje de la cal por tener poco suelo natural , además que su cantidad de CaCO_3 difiere en un 11.2% respecto a nuestro porcentaje obtenido, además

debemos tener en consideración que influye también la cantidad de carbonato de calcio presentes en la cascara de huevo el cual tiene un efecto positivo si este se encuentra en un mayor porcentaje.

Alvarado Maguiña (2019), en su tesis titulada: “Resistencia a la compresión de un concreto sustituyendo al cemento en 12% y 20% por la combinación de cáscara de huevo y arcilla”, los resultados obtenidos en su proyecto de investigación fueron la disminución del porcentaje de resistencias en sus testigos de concretos moldeados para 7, 14, y 28 días con las dosificaciones del 12% equivalente a (9% cáscara de huevo + 3% de arcilla) y 20% de igual manera equivale a (15% cáscara de huevo + 5% de arcilla), asimismo se moldeo un testigo patrón dosificado con el cemento tipo I dando un porcentaje de resistencia a la compresión a los 28 días(104%), de esta manera se compararon las muestras con las dosificación del 12% a los 28 días obteniendo así las resistencias respectivas de (103.7%) y con dosificación del 20% a los 28 días(79.3%) observándose la disminución de estas. En lo que podemos mencionar que el tipo de suelo arcilloso natural usado en la dosificación de dicha tesis tuvo como resultados un LL=42.75% , LP=24.39% y un IP=18.36% el cual se considera como un suelo arcilloso de plasticidad media con una clasificación de grupo CL(arcilla inorgánica de baja plasticidad), además que el contenido del PCH usado en dicha tesis tiene un porcentaje de $\text{CaCO}_3=88.80\%$ donde podemos ver la diferencia de porcentajes del carbonato de calcio respecto a mi proyecto de tesis que tiene una cantidad de $\text{CaCO}_3=91.20\%$ además que la clasificación de mi suelo arcilloso natural; el cual se utilizó para las dosificaciones el mejoramiento de suelos arcillosos a nivel de subrasantes tiende a clasificarse como un suelo altamente arcilloso con un índice de plasticidad alta a diferencia del tesis de Alvarado Maguiña. Por consiguiente podemos decir que la adicción de la arcilla en la tesis de resistencia del concreto con adición del PCH y arcilla no es tan efectiva, por que la arcilla no es un buen material adherente para una mezcla de concreto, en donde podemos observar que la muestra patrón a los 28 días tiene una resistencia de 104% el cual tiene una buena resistencia, a comparación de la dosificación del 12% el cual utiliza el 9% PCH + 3 % de arcilla dándonos un porcentaje de resistencia de 103.7% a los 28 días respecto a su ensayo de resistencia a la

comprensión donde podemos ver que la reducción de su resistencia no es abismal dándonos así una idea de que aun las propiedades del carbonato de calcio reacción con la mezcla del concreto de tal manera que con la otra dosificación del 20% si se observa una reducción de la resistencia del concreto el cual utiliza más porcentaje de arcilla.

Matías Quispe (2018), en su tesis titulada: “Resistencia de un concreto $F'_{C}=210\text{kg/cm}^2$ sustituyendo el 10% y 16% de cemento por una combinación de cáscara de huevo y ceniza de hoja de eucalipto”. Obtuvieron como resultado que la muestra patrón de las probetas a los 28 días dan porcentajes de resistencias de 101% en los ensayos de resistencia a la comprensión y las dosificaciones del 90% del cemento + 10% (7.5% PCH + 2.5% CHE) a los 28 días dan resultados de resistencia a 102%, asimismo para la dosificación 84% del cemento + 16% (12% PCH + 4% CHE) a los 28 días dan resultados de resistencia a 110.80%. El polvo de la cáscara de huevo no es calcinado y la ceniza de hoja de eucalipto se calcina a una temperatura de 750°C además estos son tamizados por la malla N°200 pasando toda la muestra. Respecto a mi línea de investigación los valores que se comparan con las resistencias de las probetas a los 28 días se ven reflejadas en las dosificaciones de mi proyecto en el 10% del PCH y del 12% del PCH, los cuales se relacionan con el aumento de las resistencias a la comprensión como podemos observar con las muestras patrones de sus testigos de concreto realizadas a los 28 días dándonos porcentajes de resistencia de 100.1%, con dosificaciones del 10% a los 28 días (102%) y por la dosificación del 16%(110.8%) obteniendo valores buenos según estas dosificaciones, otra discusión respecto a mi tesis es el porcentaje de óxido de calcio respecto a la tesis de Matías Quispe el cual contiene el 88.29% de la cáscara de huevo, además de que las cenizas de hoja de eucalipto(CHE) también tiene estos componentes en un 61.25% generando así más cantidades de carbonato de calcio los cuales tiene mejora en los testigos de concreto de dicha tesis; respecto a nuestro proyecto de tesis, tenemos una diferencia en comparación al proyecto de Matías Quispe, él cual es el uso del cemento y las cenizas de hoja de eucalipto; ayudándose así con adiciones de otros

materiales de apoyo los cuales pueden tener una mejora e incremento con la combinación del PCH.

Ventura Martel & Alarcón Mestanza (2018), en su tesis titulada: "Suelos arcillosos mejorados con Cemento y Aditivo Con-Aid, para la estabilización de la subrasante, camino vecinal Ruta PA-701, Pasco, 2018", se obtuvieron valores de suelo arcilloso como el LL= 48.08%, LP=35.35%, IP=12.73% el cual se trataría de un suelo de media plasticidad, además se clasifica en un grupo OL A-7-5 con un IG(11) por el cual se categoriza como una subrasante muy pobre, el cual comparándolo con mi proyecto de tesis tiene similitud, respecto al ensayo Proctor Modificado la MDS en estado natural de la arcilla es de 1.636gr/cm³, con un OCH DE 22.4% el ensayo realizado fue al Suelo Natural + 6%,7.2%,8.4% de Cemento adicionando 0.007lts de aditivo Con-Aid, Los resultados obtenidos fueron que el CBR al 95% nos da un valor de 6.2% en estado natural, 7.0% (6% con cemento + aditivo Con-Aid), 8.4% (7.2% con cemento + aditivo Con-Aid), 10.1% (8.4% con cemento + aditivo Con-Aid). Además, obtenemos la MDS en los ensayos de Proctor con valores de 1.636gr/cm³ en estado natural, 1.626gr/cm³ (6% con cemento + aditivo), 1.629gr/cm³ (7.2% con cemento + aditivo), 1.644gr/cm³ (8.4% con cemento + aditivo). Referente a mi proyecto de tesis mi muestra natural es de alta plasticidad, con un grupo MH A-7-6 con un IG (57) categoriza subrasante muy pobre, por lo cual mi proyecto de investigación cuenta con una plasticidad alta a diferencia de la otra tesis el cual contiene plasticidad media. Por otra parte, las cantidades de CaCO₃ de mi tesis varía según los ensayos a realizarse como el Proctor y el CBR porcentajes descritos en las figuras n° 33 y 41 a diferencia del aditivo Con-Aid el cual su porcentaje equivale a 7gr cambiando solo el porcentaje de cemento a incorporar. Por último, tenemos una diferencia de simbología en los grupos de la carta de plasticidad con mención a mi muestra el cual es un suelo MH= suelo de alta plasticidad y con diferencia de la otra tesis con una simbología de OL= Suelo orgánico de baja plasticidad. Según los resultados obtenido por la adición del aditivo con referencia a mi proyecto de tesis vemos un aumento de igual forma en los ensayos de Proctor modificado y ensayo de CBR el cual también mejoran nuestros suelos arcillosos con diferencia que el uso del PCH necesita de dosificaciones un poco elevadas para poder llegar a mejorar suelos de este tipo.

IV. CONCLUSIONES

Se evaluó que las propiedades físicas que tienen los suelos arcillosos a nivel de subrasantes en Pichiwillca-La Mar, son inadecuados para su uso como material propio siendo la C-6 la más desfavorable respecto a los ensayo del LL=88.5%, LP=38.7%, IP=49.8% y del ensayo granulométrico dándonos una clasificación SUCS-AASHTO con simbología de grupo MH A-7-6 (57) el cual representa un suelo arcilloso de plasticidad alta y una subrasante muy pobre de acuerdo a su IG, de esta manera se evaluó el mejoramiento de la subrasante empleando la incorporación del PCH; tendiendo un incremento en las propiedades físicas-mecánicas, además de mejorar la categorización de la subrasante de pobre a regular en los ensayos de CBR con dosificación del 15% del PCH. Previamente a comparaciones de ensayos en estado natural el cual nos dan valores bajos sin el uso del PCH, además para el mejoramiento del suelo arcilloso influyó mucho las propiedades de CARBONATO DE CALCIO en un 91.2%.

Las dosificaciones con la incorporación del PCH del 5%, 10%, 12% y del 15% influyen de una manera significativa en el ensayo de CBR mejorando sus resistencias al esfuerzo dándole valores en los respectivos ensayos de CBR al 95% de la máxima densidad seca para un 0.1" de penetración en estado natural da un valor de 2.3% , con adición del PCH en un 5% un CBR de 3.20%, con adición del PCH en un 10% un CBR de 5.20%, con adición del PCH en un 12% un CBR de 6.10%, con adición del PCH en un 15% un CBR de 7.0%, el cual es el valor más alto del CBR.

Las dosificaciones con la incorporación del PCH del 5%, 10%, 12% y del 15% influyen de una manera significativa en el ensayo de Proctor Modificado dándonos un aumento de la MDS y reducción de su OCH como valores en los respectivos ensayos de Proctor; en estado natural de 1.343 gr/cm³, con adición del PCH 1.463gr/cm³ con dosificación de (5%), 1.584gr/cm³ con dosificación de (10%), 1.635gr/cm³ con dosificación de (12%), 1.711gr/cm³ con dosificación de (15%), por lo cual el valor más alto de la MDS es de la dosificación del PCH en un 15%.

V. RECOMENDACIONES

Se recomienda seguir con nuevas investigaciones del PCH para definir las dosificaciones adecuadas y el comportamiento con dosificaciones mayores al 15%; dependiendo de la gradación y clasificación SUCS de otros suelos arcillosos además se recomienda probar con un material de apoyo como es el cemento u otro material innovador para reducir costos en un mejoramiento de carretera a nivel de subrasante evitando usos de aditivos de alto costo y mejorando aún más las propiedades físicas-mecánicas y resistencia, asimismo se recomienda guiarse por la dosificación de la presente investigación para poder llegar a obtener categorías de subrasantes buenas.

Se recomienda optar por la dosificación mayor, el cual es el 15% del PCH en los suelos arcillosos para los ensayos de CBR y Proctor Modificado; por obtener resultados de mejora en su resistencia y densidad a nivel de subrasantes, también se recomienda realizar otros métodos en ensayos experimentales como la calcinación del PCH en el ensayo de Proctor y CBR para verificar las reacciones y mejoras de las propiedades químicas del PCH más la calcinación de estas ($\text{CaCO}_3 + \text{calor}$). De igual manera se recomienda para los ensayos de CBR-Proctor usar agua potable y no el empleo de agua contaminada para no cambiar las propiedades químicas del material o la composición química del PCH.

Se recomienda incentivar a la concientización del uso y reciclado de esta nueva tecnología biodegradable por parte de las municipalidades de cada provincia para considerar una opción a futuro de la incorporación del PCH en proyectos de mejoramientos y caminos vecinales a nivel de subrasantes.

Referencias

- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2015). *Manual de conservación de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito*. Lima, Perú.
- Allcroft, W. (1962). *Incubadoras e incubación*. Sandoval, J (trad). Zaragoza. Acribia.
- Alvarado Maguiña, E. S. (2019). "Resistencia a la compresión de un concreto sustituyendo al cemento en 12% y 20% por la combinación de cáscara de huevo y arcilla". Huaraz-Perú.
- Arias, F. G. (2015). *Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa*.
- Asociación de Colombia de Ingenieros ACIEM. (2017). *Declaración de los principios Éticos de los Ingenieros*. Bogota, Colombia .
- Bowles, J. E. (1981). *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil*. Bogota, Colombia.
- Braja M., D. (2013). *Fundamentos de Ingeniería geotécnica cuarta edición*. México: Cengage Learning.
- Buxadé, C. (1993). *El sector porcino: aspectos basicos*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Cairo Venjamin, V., & Adilio Luis , A. (2018). "Suelos arcillosos mejorados con Cemento y Aditivo Con-Aid, para la estabilización de la subrasante, camino vecinal Ruta PA-701. Pasco.
- Colegio de Ingenieros del Perú. (1987). *Código de Ética - Disposiciones Generales*. Perú.
- Comunicaciones, M. d., & D. G. (2018). *Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial*.
- Contreras, S., Gutierrez, N., & Osorio, L. (2017). *Boletín estadístico mensual de la producción y comercialización avícola*. Lima.
- Cortes, C. &. (2015). *Influencia de las zeolitas y biopolimeros en el mejoramiento de la resistencia de suelos del sur, este y norte de lima para vias a nivel de*

- afirmado. (Para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Universidad Ricaldo Palma, Lima.*
- Defensoria del Pueblo. (2019). *El Informe Defensorial N° 181 "¿ Dónde va nuestra basura? Recomendaciones para mejorar la gestión de los residuos sólidos municipales".* Lima, Perú.
- Deza, & Muñoz. (2016). *Metodología de la Investigación Científica.* Lima UAP.
- Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P., & Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la Investigación.* México.
- Figeroa., J. V. (2009). " *La Cáscara del huevo: ¿Desecho o valor agregado para la salud humana y la producción avícola? Una experiencia cubana*".
- Hernández Herмосillo, M. (2013). *Seminario de Tesis-Población y Muestra.*
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación (6ta Edición).* México D.F.: Mac Graw Hill Education.
- Ibañez, R. (2017). *El Resumen de artículos de investigación científica: Variación disciplinar a nivel local y global.*
- Ingeniero Hugo. (2010). *Características de la Subrasante.*
- Lambe, T., & Whitman, R. (1969). "Soil Mechanics". New York: Jhon Wiley.
- Landa Alarcon , J. Y., & Torres Montesinos, S. F. (2019). "Mejoramiento de Suelos Arcillosos en Subrasante mediante el uso de Cenizas". Lima: UPC.
- Loayza León, J. L., & Chavez Porras, R. F. (2015). *Diseño de un edificio de concreto armado de 5 niveles (Tesis de pregrado).* Obtenido de Repositorio Digital de Tesis y Trabajos de Investigación PUCP: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6106>
- Lozano Gomez, J. P., & Ramos Vasquez, J. D. (2019). "Estabilización de Suelos Mediante Aditivos Alternativos". Bogota D.C.

- Matías Quispe, S. (2018). *Resistencia de un concreto $F'_{C}=210\text{kg/cm}^2$ sustituyendo el 10% y 16% de cemento por una combinación de cascara de huevo y ceniza de hoja de eucalipto*. Huaraz - Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, & Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. (D.G-2018). *Manual de Carreteras Diseño Geométrico*.
- Ñaupas Paitan, H., Valdivia Dueñas, M., Palacios Vilela, J., & Romero Vilela, H. (2018). *Metodología de la Investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. México: 5ta edición.
- Obregón Biosca, S. A. (2008). *Impactos sociales y económicos de las infraestructuras de transporte viario: estudio comparativo de dos ejes, el "Eix Transversal de Catalunya" y la Carretera MEX120 en México*. Barcelona.
- Ruiz, J. D. (2017). *Síntesis de la Investigación sobre Variabilidad y Dispersion en Estadística*.
- Sádaba. (2016, 2017). *Eggnovo, la empresa navarra que aplica la cáscara de huevo a la salud*. (R. de, Ed.) Obtenido de <https://www.efemprende.com/noticia/eggnovo-la-empresa-navarra-aplica-la-cascarahuevo-la-salud-exporta-diez-paises/>.
- Sanchez Bermudez, E. J., & Huanio Estrada, L. N. (2017). *Determinación de la granulometría óptima del carbonato de calcio obtenido de la cáscara de huevo para el mejoramiento de suelos ácidos del Valle del Santa*.
- Terzaghi, K., & Peck, R. (1967). *"Soil Mechanics in Engineering Practice"*. New York: John Wiley.
- Moncaleano, C (2021). " *Melhoramento de um solo granular por ativação alcalina de resíduos de vidro e cal de casca de ovo*". Portó alegre - Brasil. Obtenido de <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/229465>
- Olaya, A (2018). " *Aplicación de agente químico como estabilizador de suelos arcillosos para la construcción de vías*". Buranga - Santader. Obtenido de

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20215/1098695948.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Landa, J & Torres, S (2019), en su tesis indica " *Mejoramiento de Suelos Arcillosos en Subrasante mediante el uso de Cenizas Volantes de Bagazo de Caña de Azúcar y Cal*". Lima - Perú. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626177/Landa_A_J.pdf?sequence=6&isAllowed=y

Serrano, E & Padilla, E (2019), " Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados". Bogotá - Colombia. Obtenido de <file:///C:/Users/CORE%20i3/Downloads/2695-Article%20Text-6267-3-10-20200801.pdf>

ANEXOS

-ANEXO 01. MATRIZ DE CONSISTENCIA

-ANEXO 02. INFORME DE LABORATORIO Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO AASHTO 93

-ANEXO 03. PANEL FOTOGRÁFICO

-ANEXO 04. TURNITIN- PORCENTAJE DE SIMILITUD

-ANEXO 05. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ANEXO 01. MATRIZ DE CONSISTENCIA.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: "MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTES CON LA INCORPORACIÓN DEL POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN PICHIWILLCA-LA MAR-AYACUCHO, 2021"

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIBLE INDEPENDIENTE:	Dosificación	5% PCH	Experimento aplicando las dosificaciones del polvo de cáscara de huevo en el suelo arcilloso natural	Método: (Científico) Tipo: (Aplicada) Nivel: (Explicativa) Diseño: (Cuasi Experimental) Enfoque: (Cuantitativo) Población: Conjunto de muestras extraídas calicatas de subrasantes en las Av. Los Ángeles ensayadas para la obtención de datos Muestra: 5 ensayos proctor y 5 ensayos CBR Técnica: Observación Experimental. Instrumentos: Fichas técnicas de los ensayos realizados.
¿De qué manera mejora los suelos arcillosos a nivel de subrasantes con la incorporación del polvo de cáscara de huevo en Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021?	Evaluar el mejoramiento de los suelos arcillosos a nivel de subrasantes con la incorporación del polvo de cáscara de huevo en Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021	Los suelos arcillosos a nivel de subrasantes, mejora de una manera favorable con la incorporación del polvo de cáscara de huevo en Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021	Incorporación del Polvo de Cáscara de Huevo		10% PCH		
				12% PCH			
¿De qué manera mejora los suelos arcillosos a nivel de subrasantes con la incorporación del polvo de cáscara de huevo en Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021?	Evaluar el mejoramiento de los suelos arcillosos a nivel de subrasantes con la incorporación del polvo de cáscara de huevo en Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021	Los suelos arcillosos a nivel de subrasantes, mejora de una manera favorable con la incorporación del polvo de cáscara de huevo en Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021	Incorporación del Polvo de Cáscara de Huevo	Propiedades Químicas	Composición Química (%)	Ensayo Químico	
				PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	
¿Qué propiedades físicas tienen los suelos arcillosos a nivel de subrasantes en Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021?	Evaluar las propiedades físicas que tienen los suelos arcillosos a nivel de subrasantes en Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021	Las propiedades físicas que tienen los suelos arcillosos a nivel de subrasantes en Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021 son inadecuadas.	Mejoramiento a Nivel de Subrasantes	Propiedades mecánicas (con dosificación)	Plasticidad (%)	Ensayo Límites de Consistencia de Atterberg (ASTM D-4318)	
¿De qué manera influye la incorporación del polvo de cáscara de huevo en el ensayo de Proctor Modificado a nivel de subrasantes en Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021?	Evaluar la influencia de la incorporación del polvo de cáscara de huevo en el ensayo de Proctor Modificado a nivel de SubRasantes en Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021	La incorporación del polvo de cáscara de huevo influye de manera favorable en el ensayo de Proctor Modificado a nivel de subrasantes en Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021			Mejoramiento a Nivel de Subrasantes	Propiedades mecánicas (con dosificación)	
¿De qué manera influye la incorporación del polvo de cáscara de huevo en el ensayo CBR a nivel de subrasantes Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021?	Evaluar la influencia de la incorporación del polvo de cáscara de huevo en el ensayo CBR a nivel de subrasantes Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021	La incorporación del Polvo de Cáscara de Huevo influye de manera favorable en el ensayo CBR a nivel de SubRasantes en Pichiwillca-La Mar-Ayacucho, 2021	Mejoramiento a Nivel de Subrasantes	Propiedades mecánicas (con dosificación)			

**ANEXO 02. INFORME DE
LABORATORIO Y DISEÑO DE
PAVIMENTO RÍGIDO POR EL
MÉTODO AASHTO 93**

“MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTES CON LA INCORPORACIÓN DEL POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN PICHIWILLCA LA MAR- AYACUCHO, 2021”

Pristas y Uridades
PICHIWILLCA
ENSAYO CBR ADICIÓN
DE PCH en un 5 %
TESISTA: ROYER ANGHELO
VILCA CUAREZ

TESISTA:

**BACH. VILCA CUAREZ ROYER
ANGHELO**

Ubicación:

SAMUGARI / LA MAR / AYACUCHO

Fecha:

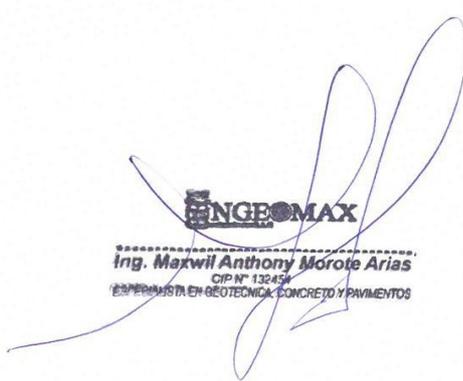
JUNIO DE 2021



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

INDICE

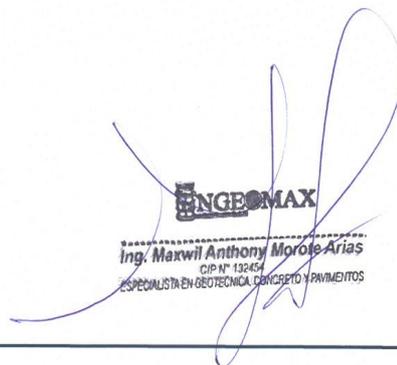
- 1. GENERALIDADES**
 - 1.1 Introducción
 - 1.2 Objeto del Estudio
 - 1.3 Metodología
 - 1.4 Tipo de estudio
 - 1.5 Normatividad
 - 1.6 Participantes
 - 1.7 Ubicación del área en Estudio
 - 1.7.1 Ubicación
 - 1.8 Características del Proyecto
- 2. GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA**
 - 2.1 Geomorfología
 - 2.2 Geología
 - 2.2.1 Geología Regional
 - 2.2.2 Geología Local
- 3. INVESTIGACIÓN GEOTECNICA**
 - 3.1 Calicatas de exploración
 - 3.2 Toma de Muestras y obtención de datos.
- 4. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTATIGRÁFICO**
- 5. ENSAYOS DE LABORATORIO**
 - 5.1 Ensayos Estándares.
 - 5.2 Ensayos Especiales
- 6. ANÁLISIS DE LA INFORMACION**
 - 6.1 Análisis de los resultados en laboratorio
 - 6.2 Análisis del CBR (Capacidad de soporte de suelos) para el diseño de pavimentos.
 - 6.3 Capacidad de soporte de la Sub rasante (k).
 - 6.4 Consideraciones de drenaje en el diseño de pavimentos.
- 7. PARAMETROS PARA EL DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTOS.**
 - 7.1 Parámetros tomados en consideración para el diseño.
- 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
- 9. REFERENCIAS**



INGEOMAX
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
CIP N° 132454
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de la zona de estudio 7
Figura 2: Vista Panorámica de la zona de estudio..... 8
Figura 3: Vista de la geomorfología de la zona de estudio 9
Figura 4: Vista de los depósitos residuales, hacia la C-06..... 11
Figura 5: Perfiles estratigráficos de la zona de estudio. 13


INGEOMAX
Ing. Maxwil Anthony Morole Arias
CIP N° 132454
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGEOMAX
S.A.C

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Resumen de suelos encontrados en campo.....	12
Cuadro 2: Resumen de los ensayos de clasificación de suelos.....	14
Cuadro 3: Resumen de los ensayos de Próctor Modificado con incorporación PCH.	15
Cuadro 4: Resumen de los ensayos de CBR con dosificaciones del PCH.	16
Cuadro 5: Categorías de Sub rasante en función al CBR.....	16
Cuadro 6: Tiempos de drenaje para capas granulares.	18
Cuadro 7: Calidad de drenaje en función al tiempo de exposición de los pavimentos a niveles de humedad.....	19

INGEOMAX

.....
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
CIP Nº 132454
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGEOMAX

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

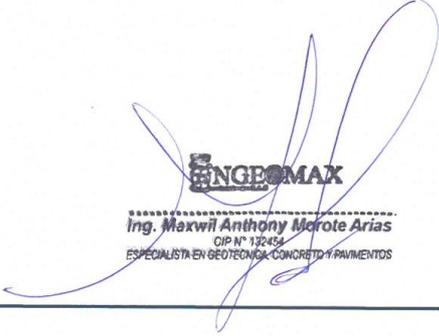
La tesis de investigación desarrollada por el tesista Royer Anghelo Vilca Cuarez, busca una alternativa de mejoramiento e innovación del uso de materiales reciclables para una infraestructura vial, presentando el proyecto: "Mejoramiento de Suelos arcillosos a Nivel de Subrasantes con la Incorporación del Polvo de Cáscara de Huevo, Pichiwillca, La mar - Ayacucho 2021." en el cual desarrolla sus estudios de Mecánica de Suelos en el laboratorio INGEOMAX S.A.C (Ingeniería Geotécnica al Máximo), dicho propósito de determinar los resultado en los ensayos de Proctor y CBR con dosificaciones del PCH en un 5%, 10%, 12% y 15% respectivamente, de esta forma incentivando al uso de materiales de bioconstrucción sostenibles.

1.2 Objeto del Estudio

El objetivo del presente Informe Técnico es dar resultados sobre los Ensayos de Mecánica de Suelos del proyecto realizado por el tesista en mención realizando así los siguientes objetivos:

- Clasificación de suelos (SUCS) y (AASHTO)
- Determinación del perfil estratigráfico del suelo y propiedades geomecánicas del lugar.
- Determinación de los ensayos granulométricos
- Determinación del ensayo Proctor Modificado
- Determinación del la MDS (Máxima densidad seca)
- Determinación del contenido de humedad
- Determinación del ensayo CBR (California Bearing Ratio)

Los determinados ensayos en laboratorio se realizaron a las calicatas en mención en su estado natural, posteriormente se verifico y determinó la calicata más desfavorable para su estudio siendo la C-6, donde se procedió con la dosificación del PCH en sus porcentajes determinados por el tesista con el 5%, 10%, 12% y 15% tanto para el ensayo del Proctor Modificado y ensayo de CBR



INGEOMAX

Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
CIP N° 132454
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

1.3 Metodología

Se procederá a realizar los objetivos solicitados por el tesista y se desarrollara de acuerdo al orden de actividades:

- ✓ Información y recolección de datos de las calicatas.
- ✓ Análisis de la información previa proporcionada por el tesista.
- ✓ Determinación de los posibles parámetros geológicos, geomorfológicos y geotécnicos de importancia para el tesista.
- ✓ Descripción de las características del suelo y estratigrafía relacionadas a la extracción de la calicata.
- ✓ Trabajos de los ensayos en laboratorio y análisis de la información obtenida.
- ✓ Elaboración de las recomendaciones correspondientes
- ✓ Informe final

1.4 Tipo de estudio

El presente estudio por parte del tesista fue experimental, determinando un análisis definitivo dando las recomendaciones para la parte constructiva del proyecto.

Las recomendaciones hechas son solo para fines del presente proyecto el cual servirá de referencia o antecedente.

1.5 Normatividad

La normatividad en el presente estudio, conforma las actuales normas técnicas como:

- ✓ Norma Técnica de Pavimentos Urbanos C.E 010 Pavimento Urbanos
- ✓ E.050 Suelos y Cimentaciones.

1.6 Participantes

En el presente estudio ha participado el Ing. MAXWILL ANTHONY MOROTE ARIAS como profesional responsable del presente estudio.


ENGEOMAX
Ing. Maxwill Anthony Morote Arias
CIP N° 132454
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

1.7 Ubicación del área en Estudio

1.7.1 Ubicación

El proyecto de la presente tesis se ubica específicamente en el distrito de Samugari, provincia de la mar, departamento de Ayacucho.

Políticamente el área de estudio se encuentra ubicada:

- DEPARTAMENTO : Ayacucho.
- PROVINCIA : La Mar.
- DISTRITO : Samugari.
- LUGAR : Centro Poblado de Pichiwillca.
- DIRECCIÓN : Jr. Los ángeles y Av. Los cocos

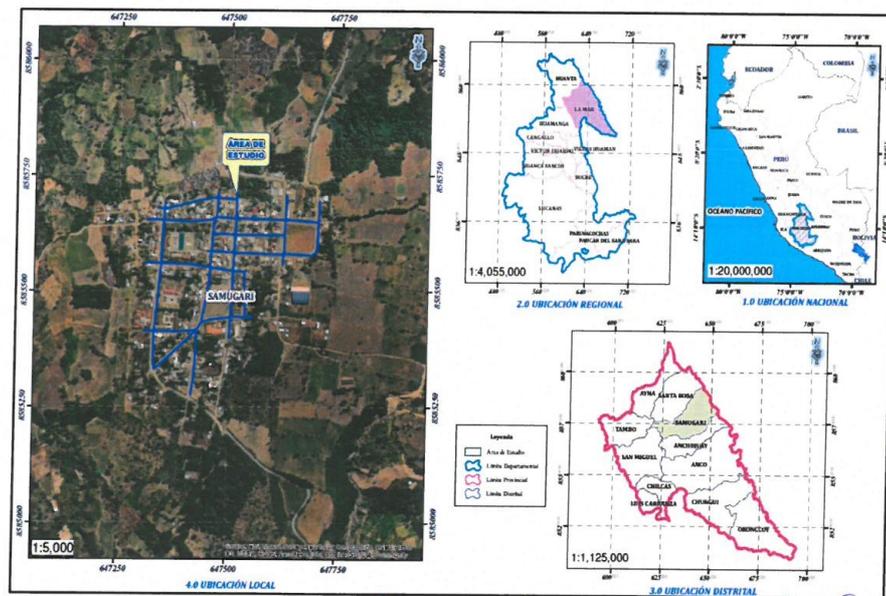


Figura 1: Ubicación de la zona de estudio

Fuente: Elaboración propia.



1.8 Características del Proyecto

El presente estudio servirá para el Proyecto de tesis en mención, además de determinar las características del suelo de la resistencia del CBR de la subrasante de un diseño de construcción de un pavimento rígido.

Se verificará la capacidad de soporte de la subrasante representado en el módulo de reacción del suelo K en función a lo cual se podrá elegir la opción técnica adecuada, así como espesores del pavimento, en función de las características propias del terreno.

2. GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA Y SISMICIDAD

2.1 Geomorfología

El área en estudio se encuentra en las coordenadas DATUM WGS 84 ZONA 18 HUSO L, coordenada Este = 647624m y coordenada Norte = 8585620m.



Figura 2: Vista Panorámica de la zona de estudio.

Fuente: Google Earth Pro-2017.

La zona de estudio se encuentra entre las unidades geomorfológicas denominadas Colina y lomada en roca sedimentaria (RCL-rs) y cerca de la unidad geomorfológica Montaña en roca sedimentaria (Rm-rs), presenta

INGEOMAX

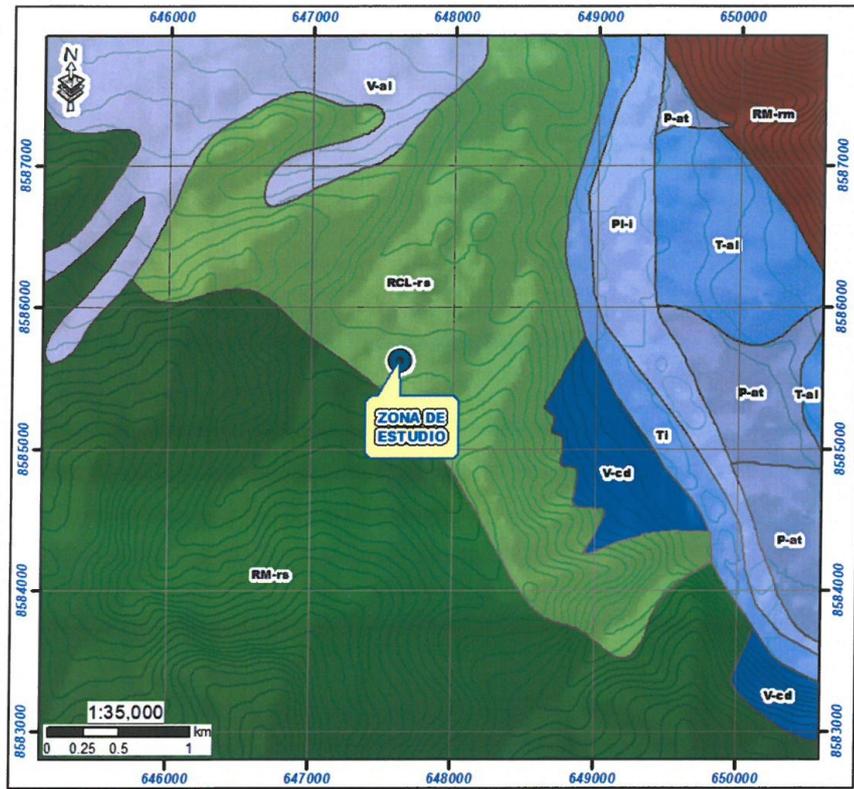
Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
CIP N° 132454
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGEOMAX
S.A.C.

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

pendientes Moderadamente inclinadas, con presencia de asientos humanos a los alrededores.



COLO	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA
R	
	RCL-rs, Colina y lomada en roca sedimentaria.
	Ti, Terraza indiferenciada.
	Rm-rs, Montaña en roca sedimentaria.

Figura 3: Vista de la geomorfología de la zona de estudio

Fuente: INGEMMET - GEOCATMIN.

INGEOMAX

Ing. Maxwil Anthony Morote Arias

CIP N° 13264

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGEOMAX
S.A.C

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

2.2 Geología

2.2.1 Geología Regional

Las características geológicas regionales y sus alrededores se presentan en la figura geológica adjunta del anexo I, la cual ha sido tomada de la carta geológica N° 26-o del INGEMMET.

A nivel regional y basado en la información geológica existente, en el área de estudio se han reconocido unidades lito estratigráficas que son:

FORMACION ANANEA (SD-a)

En el área de estudio de esta unidad aflora como una gruesa secuencia de pizarras, pizarras-limolíticas y areniscas cuarzosas muy subordinadas en capas delgadas.

Las pizarras afloran principalmente en el extremo sur del cuadrángulo de Río Picha y se prolongan hacia la hoja de Llochegua; en la quebrada Manogali y quebrada Toro Bravo, se tienen las mejores exposiciones y su acceso es factible. En esta zona la secuencia está fuertemente plegada formando anticlinales y sinclinales apretados.

La Formación Ananea morfológicamente se caracteriza por presentar relieves suaves con buena cobertura, en muchos casos inestables debido a las pendientes pronunciadas y la constante deforestación que originan deslizamientos.

La Formación Ananea suprayace a la Formación Sandia aparentemente en concordancia e infrayace a la secuencia samítico-pelítica de la Formación Cabanillas en una ligera discordancia. En algunas áreas sus relaciones de contacto infra y suprayacente son por lo general de falla inversa. El grosor es aproximadamente de 1 200 m, medido en el cuadrángulo de Chuanquiri (UNSAAC) y cuya estructura se prolonga al área de trabajo.

FORMACION CABANILLAS (D-c)

Fue definido en el sur del Perú como grupo por NEWELL (1949). PALACIOS O., et. al (1993) vuelve a definirlo como grupo, esta vez incluyendo las formaciones Chagrapi y Lampa, del Siluro-Devónico respectivamente.

En el área de estudio el Grupo Cabanillas se encuentra bien expuesto en el cuadrángulo de San Francisco, principalmente en las riberas del río Apurímac en el cuadrángulo de Llochegua aflora en el río Quimbiri y en la hoja del Río Picha se encuentra más completo principalmente a lo largo de la quebrada Manogali. Esta unidad se prolonga al sur formando parte del sinclinorio.

DEPOSITOS ALUVIALES (Qh-al)

INGEOMAX

.....
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
CIP N° 132454
.....
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Estos depósitos se encuentran distribuidos en toda el área de estudio rellenando el fondo de los valles o quebradas principales, la mayoría de éstos alcanzan el nivel freático.

Estos depósitos predominan principalmente a lo largo del lecho de los ríos Apurímac, Mantaro, Ene, Picha y Quimbiri, etc., los materiales que lo constituyen son de composición heterogénea, constituido por bloques, guijas, gravas, arenas, limos y arcillas. En el área se diferencian estos depósitos en dos unidades.

Todos estos depósitos se vienen acumulando con diferente intensidad desde el Holoceno hasta los tiempos actuales, tapizando las depresiones morfológicas. Junto con los depósitos aluviales se han cartografiado los depósitos de escombros de talud, que generalmente cubren parcialmente los flancos escarpados de las elevaciones y valles.

2.2.2 Geología Local

En el presente ítem se describen los principales afloramientos rocosos y depósitos, circundantes en un área de influencia del área de estudio. La descripción se efectúa en base a la información obtenida a partir de mapas regionales a escala 1:100 000 y 1:50 000 del INGEMMET y mapeo geológico local para describir las secuencias estratigráficas donde está proyectado la construcción.

La zona de estudio está constituida por depósitos aluviales, las mismas que consisten en acumulaciones sedimentarias de materiales medianamente compuestos por arenas y limos-arcillosos, envueltos por una matriz limosa, lo que se evidencio en todas las calicatas de exploración.



Figura 4: Vista de los depósitos residuales, hacia la C-06.

Fuente Elaboración propia.



3. INVESTIGACIÓN GEOTECNICA

La investigación se ha efectuado de acuerdo con la Normas existentes. Los trabajos efectuados sirven para determinar las características físicas mecánicas del suelo, así como su estructura actual y comportamiento ante cargas externas.

3.1 Calicatas de exploración

Se realizó la excavación de 03 calicatas de exploración a cielo abierto de tal manera que se cubriera el área de influencia del posible emplazamiento del proyecto (de las estructuras a proyectar). Extrayéndose muestras para el estudio de la presente tesis en cantidad suficiente que nos ha permitido inferir características del terreno y poder trabajar el suelo más desfavorable como la C-6 para el presente trabajo de investigación.

Los materiales encontrados en la zona de estudio son depósitos de origen sedimentario aluvial de cementación media y cohesión baja-media. Se ha encontrado al terreno húmedo sin presencia visible de agua

Cuadro 1: Resumen de suelos encontrados en campo.

EXPLORACIÓN	ESTRATO/ MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR	TIPO DE SUELO
C - 05	E1M1	0.00 - 1.10	1.10	RELLENO ANTROPICO
	E2M2	1.10 - 1.50	0.40	GRAVA LIMOSA CON ARENA
C - 06	E1M1	0.00 - 1.20	1.20	RELLENO ANTROPICO
	E2M2	1.20 - 1.50	0.30	LIMO ELASTICO ARENOSO
C - 07	E1M1	0.00 - 0.30	0.30	MATERIAL GRANULAR EXISTENTE
	E2M2	0.30 - 1.50	1.20	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA

Fuente: Elaboración propia.

INGEOMAX

Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
CIP N° 132454
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



3.2 Toma de Muestras y obtención de datos.

De las excavaciones se extrajo muestras de los estratos más desfavorables como la C-6 y representativos de la zona de estudio, según la inspección visual realizada en campo, se obtuvo muestras alteradas de las calicatas para los ensayos estándares, así como muestras para el contenido de humedad en recipientes herméticamente cerrados.

Las muestras obtenidas en la cantidad suficiente son alteradas del tipo Mab (Muestra alterada en bolsa de polietileno) y del tipo Mah (Muestra alterada en recipientes herméticamente cerrados), los cuales fueron identificadas conveniente y debidamente protegidas para ser remitidas al laboratorio para la realización de los ensayos estándares y especiales.

4. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Basándose en las exploraciones de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio se ha definido el siguiente perfil estratigráfico del área de estudio, los depósitos encontrados son básicamente depósitos aluviales:

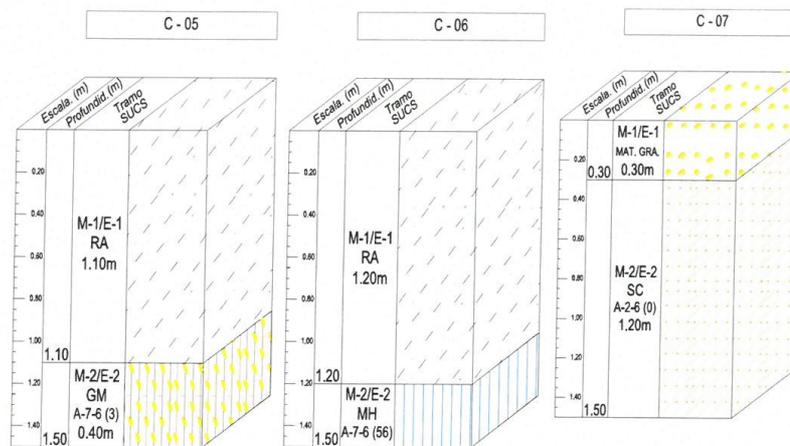


Figura 5: Perfiles estratigráficos de la zona de estudio.

Fuente: Elaboración Propia



Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
CIP N° 152454
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



5. ENSAYOS DE LABORATORIO

5.1 Ensayos Estándares.

Se efectuaron los siguientes ensayos estándar de Laboratorio, para la clasificación de suelos y determinar las propiedades físicas, siguiendo la Norma Técnica Peruana (N.T.P) y las Normas establecidas por la por la American Society for Testing Materials (ASTM) de los Estados Unidos de Norte América.

- Obtención de muestras representativas cuarteo (ASTM C 702 MTC E 105)
- Análisis Granulométrico por Tamizado (NTP 339.129, ASTM D-422)
- Límites de Consistencia de Atterberg (NTP 339.129, ASTM D-4318)
- Ensayo de Clasificación de Suelos (NTP 339.139, ASTM D-2487)

En el cuadro siguiente se presenta el resumen de los resultados obtenidos en los ensayos estándar:

Cuadro 2: Resumen de los ensayos de clasificación de suelos.

CALICATA	ESTRATO	% GRAVA	% ARENA	% FINOS	D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	Cu	Cc
:C-05	:E-02	29.19	25.20	45.61	0.016	0.049	1.550	94.28	0.10
:C-06	:E-02	1.65	5.12	93.23	0.008	0.024	0.048	6.00	1.50
:C-07	:E-02	26.34	41.57	32.09	0.023	0.070	2.413	103.26	0.09

Leyenda: D₁₀, D₃₀ y D₆₀ son los diámetros por los cuales pasa el 10%, 30% y 60% de la muestra total analizada, Cu es el coeficiente de Uniformidad del suelo, Cc es el coeficiente de curvatura del suelo.

CALICATA	ESTRATO	LL %	LP %	IP %	AASHTO	SUCS	Nombre de Grupo (ASTM 2016) D-2487
:C-05	:E-02	41.4	28.3	13.2	A-7-6 (3)	GM	GRAVA LIMOSA CON ARENA
:C-06	:E-02	88.5	38.7	49.8	A-7-6 (57)	MH	LIMO ELASTICO ARENOSO
:C-07	:E-02	32.2	21.4	10.8	A-2-6 (0)	SC	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA

Leyenda: LL es el Limite Liquido; LP es el Limite Platico; IP es el Índice de Plasticidad del suelo. AASHTO

INGEOMAX

Ing. Maxwil Anthony Morote Arias

ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



5.2 Ensayos Especiales

Se efectuó ensayos especiales de Laboratorio, con fines de la presente tesis en la sub rasante, para poder determinar las propiedades resistentes y poder correlacionarlos con los parámetros geotécnicos de diseño como son el Módulo de Reacción del suelo y el Módulo Resiliente de la Sub Rasante, siguiendo las Normas establecidas por la American Society for Testing Materials (ASTM) de los Estados Unidos de Norte América y las Normas del MTC – Ensayo de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Siendo estos:

- Próctor Modificado (ASTM D 1557, MTC E 115)
- CBR de suelos (laboratorio) (ASTM D 1883, MTC E 132)

Cuadro 3: Resumen de los ensayos de Próctor Modificado con incorporación PCH.

LUGAR	MUESTRA	MDS (gr/cm3)	OCH	
: CENTRO POBLADO DE PICHIMULLLCA	: C-6 ESTADO NATURAL	: E-2 SUBRASANTE	1.34	36.6%
: CENTRO POBLADO DE PICHIMULLLCA	: C-6 DOSIFICACION DEL PCH 5%	: E-2 SUBRASANTE	1.46	29.5%
: CENTRO POBLADO DE PICHIMULLLCA	: C-6 DOSIFICACION DEL PCH 10%	: E-2 SUBRASANTE	1.58	23.9%
: CENTRO POBLADO DE PICHIMULLLCA	: C-6 DOSIFICACION DEL PCH 12%	: E-2 SUBRASANTE	1.64	22.3%
: CENTRO POBLADO DE PICHIMULLLCA	: C-6 DOSIFICACION DEL PCH 15%	: E-2 SUBRASANTE	1.71	19.2%

Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro 3, podemos observar los incrementos de los valores de la MDS y la disminución de OCH con las dosificaciones correspondientes a la C-6 mejorando el suelo arcilloso previo al estado natural.

Además, en el cuadro siguiente se presenta el resumen de los resultados obtenidos del suelo en estado natural y de las dosificaciones con el PCH en los ensayos especiales, se consideró como material de Sub rasante Pobre a Regular a continuación se expone el valor de CBR en cual se usara para el diseño de un pavimento rígido:



INGEOMAX
S.A.C

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

Cuadro 4: Resumen de los ensayos de CBR con dosificaciones del PCH.

LUGAR	MUESTRA		CBR AL 100% MDS (0.1")	CBR AL 95% MDS (0.1")	EXPANSION
: CENTRO POBLADO DE PICHMULLCA	: C-6 ESTADO NATURAL	: E-2 SUBRASAN TE	3.3%	2.3%	0.06%
: CENTRO POBLADO DE PICHMULLCA	: C-6 DOSIFICACION DEL PCH 5%	: E-2 SUBRASAN TE	3.9%	3.2%	0.03%
: CENTRO POBLADO DE PICHMULLCA	: C-6 DOSIFICACION DEL PCH 10%	: E-2 SUBRASAN TE	6.5%	5.2%	0.03%
: CENTRO POBLADO DE PICHMULLCA	: C-6 DOSIFICACION DEL PCH 12%	: E-2 SUBRASAN TE	7.3%	6.1%	0.04%
: CENTRO POBLADO DE PICHMULLCA	: C-6 DOSIFICACION DEL PCH 15%	: E-2 SUBRASAN TE	9.1%	7.0%	0.02%

Fuente: Elaboración Propia.

6. ANÁLISIS DE LA INFORMACION

6.1 Análisis de los resultados en laboratorio

Es necesario conocer la estructura del estado inicial del suelo, donde se apoyará la estructura, para poder comprender como será su comportamiento y estructura ante las diferentes sollicitaciones externas antrópicas y geológicas a la que estará sometida.

Se identifican seis categorías de subrasante en función del CBR de Diseño:

Cuadro 5: Categorías de Sub rasante en función al CBR.

Categoría de Sub rasante	CBR
S0: Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR >= 3% a CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	De CBR >= 6% a CBR < 10%
S3: Subrasante Buena	De CBR >= 10% a CBR < 20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR >= 20% a CBR < 30%
S5: Subrasante Excelente	CBR >= 30%

Fuente: Elaboración Propia.

INGEOMAX

Ing. Maxwii Anthony Morote Arias
CIP N° 182454
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA Y CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGEOMAX
S.A.C.

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

Según los resultados de los ensayos en laboratorio, la C-6 fue la calicata más desfavorable, el cual se le hizo un ensayo experimental con dosificaciones del PCH dándonos una mejora de estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasantes en los ensayos de laboratorio; Obteniendo un resultado de resistencia de 7% del CBR con la dosificación del 15% del PCH el cual es apta y sirve para plantear el diseño del pavimento.

Así mismo se presenta un diseño de pavimento rígido genérico con las características propuestas y estándar en lo cual se dimensiono los espesores del pavimento, con la subrasante mejorada con el Polvo de Cáscara de huevo molido.

6.2 Análisis del CBR (Capacidad de soporte de suelos) para el diseño de pavimentos.

Para la subrasante la capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, constituyen las variables básicas para el diseño del pavimento, que se colocará encima.

Dada la variabilidad que presentan los suelos (aún dentro de un mismo grupo de suelos y en un sector homogéneo), así como los resultados de los ensayos de CBR (capacidad soporte del suelo), se procedió a obtener el valor de CBR de diseño.

Para la zona en estudio y en función de las características del terreno de fundación, con las muestras observadas en los perfiles stratigráficos y con los análisis estándares y especiales en laboratorio, según variación longitudinal y variación de profundidad, teniendo en cuenta además de los mejoramientos planteados, se estableció como CBR de diseño el mínimo de los ensayos en laboratorio el cual es el valor más crítico

CBR DE DISEÑO CBR = 7.0%

6.3 Capacidad de soporte de la Sub rasante (k).

La capacidad de soporte es el módulo de reacción k de la cama de apoyo de un pavimento de concreto, el valor de k para el proyecto será estimado con correlaciones existentes con el CBR, siendo diferente para el diseño de espesores de pavimento rígido usando el método del AASHTO.

Soporte de la subrasante (K) para ser usado por el Método del AASHTO.

Llamado también modulo efectivo de la subrasante, el cual depende del Módulo de Resiliencia del suelo de la subrasante, y del módulo de elasticidad de la subbase.

El módulo resiliente de la subrasante se puede obtener a través de la correlación de la guía AASHTO 2004 (Lister 1987): $M_r = 2555 \text{ CBR}^{0.64}$ (psi), **$M_r = 8877$ psi.**

INGEOMAX

Ing. Maxwell Anthony Morole Arias
CIP N° 132454
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENGEOMAX

S.A.C.

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

El módulo resiliente de la subbase se puede obtener a través de la correlación sugerida en la guía AASHTO 93: **MrSB = 18000 psi.**

Del monograma para determinar el módulo de reacción compuesto de la subrasante, superando una profundidad infinita, para una subbase de 8", se tiene: EL valor compuesto del módulo de reacción: **K = 483 pci.**

Tomando en cuenta el Factor de Perdida de Soporte L_s , que viene a indicar la pérdida de apoyo potencial de las losas debido bien a la erosionabilidad de la subbase o bien a asentamientos diferenciales de la subrasante, interviniendo en una reducción del módulo de reacción efectivo de la superficie en las que se apoyan las losas, considerando un valor recomendado para subbases de materiales granulares sin tratar de un módulo $E_{sb} = 18000$ psi de una pérdida de soporte $L_s = 1.00$.

En el monograma para corregir el módulo de reacción efectivo por pérdida potencial de soporte de la subbase se tiene un K de: **K = 157 pci.**

6.4 Consideraciones de drenaje en el diseño de pavimentos.

La humedad es una característica muy especial de los pavimentos, ya que esta reviste gran importancia sobre las propiedades de los materiales que forman la estructura de un pavimento y sobre el comportamiento de estos.

El drenaje de agua en los pavimentos debe ser considerado como parte importante en el diseño de vías, el exceso del agua combinado con el incremento de volúmenes de tránsito y carcas, se anticipan con el tiempo para ocasionar daño a las estructuras del pavimento.

Un buen drenaje mantiene la capacidad soporte de la subrasante, lo que lo hace una vía de mejor calidad.

En la tabla se dan los tiempos de drenaje que recomienda el AASHTO, dichas recomendaciones se basan en el tiempo que es necesario para que en la capa de subbase elimine la humedad cuando esta tiene un grado de saturación del 50%.

Cuadro 6: Tiempos de drenaje para capas granulares.

CALIDAD DE DRENAJE	50% DE SATURACION
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy pobre	El agua no drena

Fuente: Elaboración Propia.

Se selecciona el Coeficiente de drenaje para pavimentos rígidos (C_d), en función al tiempo de drenaje calculado.

ENGEOMAX
Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
CIP N° 13244
ESPECIALISTAS EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGEOMAX
S.A.C.

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

Cuadro 7: Calidad de drenaje en función al tiempo de exposición de los pavimentos a niveles de humedad.

CALIDAD DE DRENAJE	p = % del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación.			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	> 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: Elaboración Propia.

Según el análisis de drenaje, donde se incluye el análisis del coeficiente de drenaje y el análisis de material de sub base de la cantera analizada como filtro para la sub rasante, se observa que se debe analizar el uso de geotextiles como medida de protección para el lavado de finos, teniendo una calidad de drenaje de Regular y un tiempo mayor al 25% que el pavimento estará expuesto a niveles de humedad cercano a la saturación, para lo cual nos da un coeficiente de drenaje para ser usado en el diseño de pavimentos rígidos de **Cd = 0.90**.

7. PARAMETROS PARA EL DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTOS.

7.1 Parámetros tomados en consideración para el diseño.

El Módulo de Rotura $S'c$ considerado, haciendo las correlaciones respectivas con la resistencia al esfuerzo a la compresión simple de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, es de:

$$S'c = 9 (f'c)^{0.5} \text{ psi.} = 492 \text{ psi.}$$

El módulo de elasticidad del concreto considerado, con las correlaciones respectivas es de: $E_c = 57000 (f'c)^{0.5} \text{ psi} = 3114830 \text{ psi.}$

Se considera una confiabilidad **R del 90%**, recomendado para vías locales y una desviación estándar **So** promedio de **0.35** para pavimentos rígidos.

Se considera una pérdida de serviciabilidad de 2.0, siendo la serviciabilidad inicial de 4.5, se recuerda que la experiencia demuestra que en el Perú los pavimentos rígidos recién construidos llegan en promedio a este valor, para efectos de diseño se recomienda un valor de serviciabilidad inicial de 4.5 y la serviciabilidad final considerada es de 2.5.

El Módulo de reacción de la subrasante obtenida anteriormente de **K = 157 pci**, y un Coeficiente de Drenaje de **Cd = 0.90**.

Se recomienda utilizar el coeficiente de transmisión de carga **J** considerado es de **J=3.8** para pavimentos sin transferencia de cargas en las juntas.

INGEOMAX
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
CIP N° 132414
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENGEOMAX

S.A.C

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- Se ha verificado en las excavaciones realizadas en el área correspondiente a la zona de estudio del proyecto, encontrándose como primer estrato desfavorable la C-6 el cual tiene presencia de terrenos de cobertura compuestos por suelos orgánicos y/o rellenos antrópicos no controlados, además de su clasificación de suelos dándonos un suelo con un LL=88.5%, IP= 49.8% un SUCS "MH" y una clasificación de grupo A-7-6 con un IG (57) los cuales son considerados sub rasantes inadecuadas.

2.- Para la zona en estudio y en función de las características del terreno de fundación, con las muestras observadas en el perfil estratigráfico y con los análisis estándares y especiales en laboratorio, se obtuvo del ensayo de Proctor Modificado una MDS de 1.711gr/cm³ con la dosificación del PCH en un 15% y seguidamente un **CBR de diseño mínimo 7.0%** el cual es el valor alto obtenido de los ensayos realizados con las dosificaciones en laboratorio.

3.- Para el diseño la capacidad de soporte, es el módulo de reacción k de la cama de apoyo de un pavimento de concreto, el valor de K fue estimado con correlaciones existentes con el CBR de diseño, siendo diferente cuando se va a diseñar pavimentos rígidos usando el método del AASHTO.

El Soporte de la subrasante (K) para ser usado por el Método del AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), hallado es de **K = 150pci**.

4.- El drenaje de agua en los pavimentos, debe ser considerado como parte importante en el diseño de vías, el exceso del agua combinado con el incremento de volúmenes de tránsito y cargas, se anticipan con el tiempo para ocasionar daño a las estructuras del pavimento.

Según el análisis geotécnico de drenaje, donde se incluye el análisis del coeficiente de drenaje y el análisis de material de subbase como filtro para la subrasante, se observa que se tiene una calidad de drenaje de Regular y un tiempo mayor al 25% que el pavimento estará expuesto a niveles de humedad cercano a la saturación, para lo cual nos da un coeficiente de drenaje para ser usado en el diseño de pavimentos rígidos de **Cd = 0.90**.

ENGEOMAX

Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
CIP N° 132654
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGEOMAX
S.A.C.

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

5.- Además se deberá tener en cuenta los siguientes parámetros de diseño:

- El Módulo de Rotura $S'c$ considerado, haciendo las correlaciones respectivas con la resistencia al esfuerzo a la compresión simple de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, es de: $S'c = 9 (f'c)^{0.5} \text{ psi.} = 492 \text{ psi.}$
- El módulo de elasticidad del concreto considerado, con las correlaciones respectivas es de: $E_c = 57000 (f'c)^{0.5} \text{ psi} = 3114830 \text{ psi.}$
- Se considera una confiabilidad **R del 90%**, recomendado para vías locales y una desviación estándar **So promedio de 0.35** para pavimentos rígidos.
- Se considera para diseño una **serviciabilidad final de 2.5**, siendo la **serviciabilidad inicial de 4.5**.
- Se recomienda utilizar el coeficiente de transmisión de carga **J** considerado es de **J=3.8** para pavimentos sin transferencia de cargas en las juntas.

6.- Para la construcción de la losa de concreto del pavimento se deberá tener en cuenta para la preparación de concreto (diseño de mezcla), el tema de la durabilidad asociado al desgaste por abrasión, por lo que se recomienda use una consistencia seca - plástica de va de 2" – 3".

7.- Las conclusiones y recomendaciones incluidas en este informe, así como la descripción generalizada del perfil del suelo que presenta, están basados en el programa de exploración de campo descrito en la sección respectiva. De acuerdo con la práctica usual de la Ingeniería de Suelos, dicho programa se considera adecuado, para el terreno estudiado, su extensión y el tipo de estructura de la que se trata.

Los resultados del presente estudio solo son válidos para la zona de estudio investigada.

INGEOMAX

.....
Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
CIP N° 132454
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGEOMAX
S.A.C

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

9. REFERENCIAS

- 1.- Menéndez Acurio J.R. (2013), "Ingeniería de Pavimentos" – 4ta Edición, ICG Lima.
- 2.- Alva Hurtado J., Meneses J. y Guzmán V. (1984), "Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú".
- 3.- Lambe T.W. y Whitman R.V. (1969), "Soil Mechanics", John Wiley, New York.
- 4.- Terzaghi K. y Peck R.B. (1967), "Soil Mechanics in Engineering Practice", John Wiley, New York.
- 5.- Norma de Suelos y Cimentaciones E-050, Reglamento Nacional de Edificaciones.
- 6.- Norma Sismo – Resistente E-030, Reglamento Nacional de Edificaciones.
- 7.- Braja M. Das (2006) "Principios de Ingeniería de Cimentaciones" - Séptima Edición.
- 8.- M. T. C. (2013), "Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras" EG-2013.


INGEOMAX
Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
CIP N° 132454
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

**ENSAYOS EN
LABORATORIO**


INGEOMAX
Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
CIP N° 132454
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

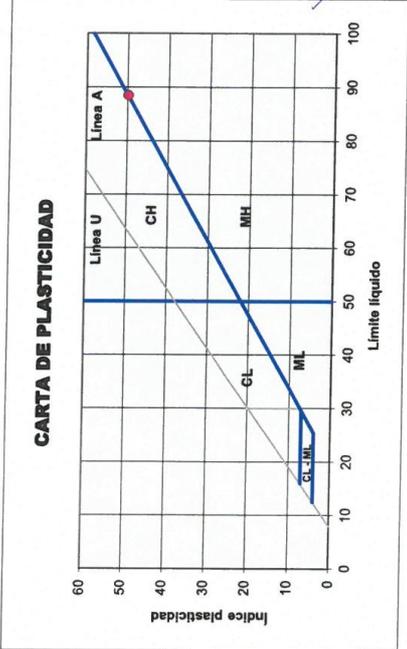
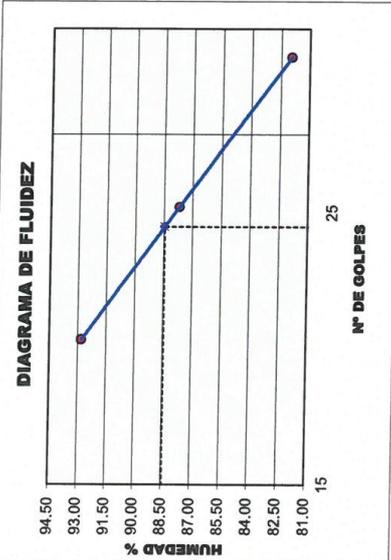


Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTES CON LA INCORPORACION DEL POLVO DE CASCARA DE HUEVO EN PICHIMILLCA - LA MAR - AYACUCHO, 2021"

Solicitante : TESISTA BACH. ROYER ANGHELO VILCA CUAREZ
 Exploración : C-6 ESTADO NATURAL
 Material / Tipo : E-2 SUBRASANTE
 Fecha : MAYO DE 2021

Región : AYACUCHO
 Provincia : LA MAR
 Distrito : SAMUGARI
 Lugar : CENTRO POBLADO DE PICHIMILLCA

LÍMITES DE CONSISTENCIA		LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D-4319, MTC E 111-2016)		LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D-4319, MTC E 111-2016)		LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Tara Número	Unidades	1	8	5	74	123	
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	gr	39.00	34.37	41.51	64.45	64.46	LL (%) = 88.5
Peso Recipiente + Suelo Seco	gr	31.67	26.75	34.75	62.87	62.80	LP (%) = 38.7
Peso del Recipiente	gr	23.77	18.06	26.50	58.71	58.59	LL - LP = IP (%) = 49.8
Peso del Suelo Seco	gr	7.90	8.69	8.25	4.16	4.21	
Peso del Agua	gr	7.33	7.62	6.76	1.58	1.66	
Contenido de Humedad	%	92.8	87.7	81.9	38.0	39.4	
Número de Golpes		20	26	35			



INGEOMAX
 Ing. Maxwell Arias y Miroslav Arias
 CIP: 16101 y 16102
 ESPECIALISTAS EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTES CON LA INCORPORACION DEL POLVO DE CASCARA DE HUEVO EN PICHWILLCA - LA MAR - AYACUCHO, 2021"

Solicitante : TESISTA BACH, ROYER ANGELO VILCA CUAREZ
 Exploración : C-6 ESTADO NATURAL
 Material / Tipo : E-2 SUBRASANTE
 Fecha : MAYO DE 2021

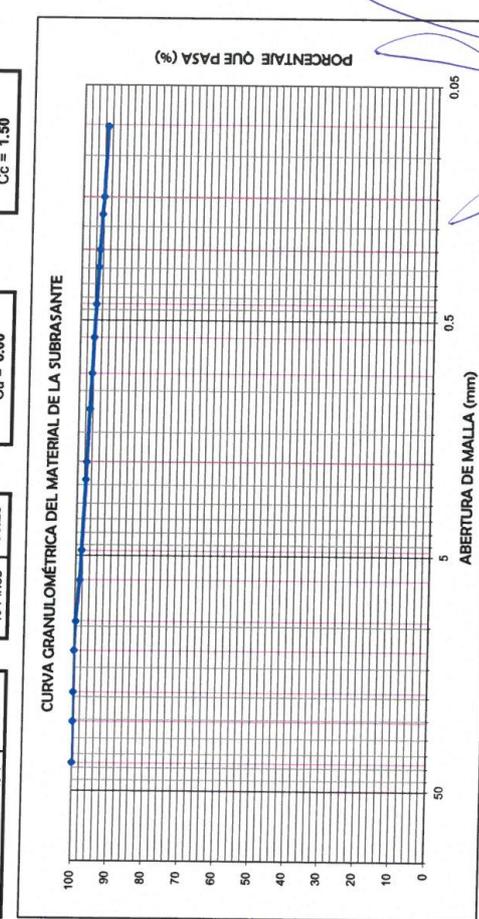
Region : AYACUCHO
 Provincia : LA MAR
 Distrito : SAMUGARI
 Lugar : CENTRO POBLADO DE PICHWILLCA

ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACION DE SUELOS
(ASTM DE 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254)

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				100.00
3/8"	9.525	3.10	0.34	0.34	99.66
1/4"	6.350	8.54	0.93	1.26	98.74
Nº 4	4.750	3.59	0.39	1.65	98.35
Nº 8	2.380	7.25	0.79	2.44	97.56
Nº 10	2.000	1.60	0.17	2.61	97.39
Nº 16	1.190	5.22	0.57	3.17	96.83
Nº 20	0.840	3.84	0.42	3.59	96.41
Nº 30	0.590	3.58	0.39	3.98	96.02
Nº 40	0.426	3.93	0.43	4.40	95.60
Nº 50	0.297	4.60	0.50	4.90	95.10
Nº 60	0.250	2.43	0.26	5.17	94.83
Nº 80	0.177	4.77	0.52	5.68	94.32
Nº 100	0.149	2.97	0.32	6.00	94.00
Nº 200	0.075	7.02	0.76	6.77	93.23
FONDO LAVADO		860.52	93.23	100.00	0.00
TOTAL		922.96			

DATOS DEL ANALISIS GRANULOMETRICO		ENSAYO ESTANDAR	
Peso seco inicial (gr)	922.96	% Grava	1.65
Peso seco lavado (gr)	62.44	% Arena	5.12
Pérdida por lavado (gr)	860.52	% Finos	93.23

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA					
D10 (mm)	0.008	D30 (mm)	0.024	D60 (mm)	0.048
D15 (mm)	0.012	D50 (mm)	0.040	D85 (mm)	0.068
Cu = 6.00		Cc = 1.50			



CLASIFICACION DE SUELOS	
AASHTO	SUCS
A-7-6 (57)	MH LIMO ELASTICO ARENOSO

INGEOMAX
 Ing. Maxwell Anthony Miroche Arias
 ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

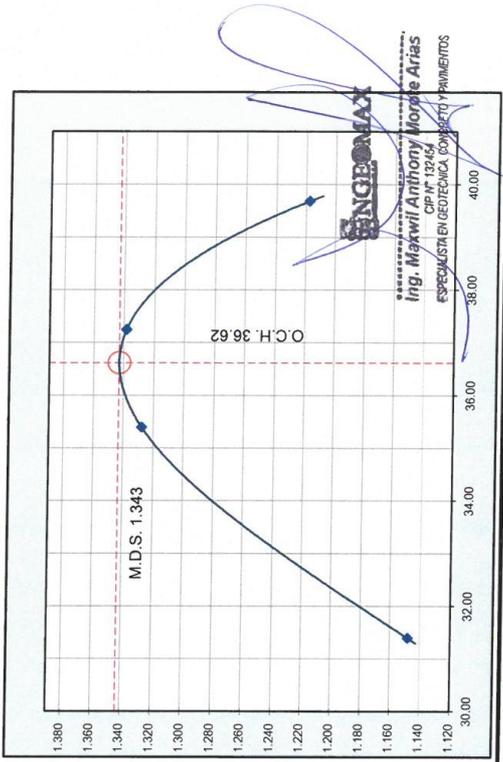


Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTES CON LA INCORPORACION DEL POLVO DE CASCARA DE HUEVO EN PICHIWILLCA - LA MAR - AYACUCHO, 2021"
Solicitante : TESISITA BACH. ROYER ANGHELO VILCA CUAREZ
Calicata : C-6 ESTADO NATURAL
Estrato : E-2 SUBRASANTE
Fecha : MAYO DE 2021
Region : AYACUCHO
Provincia : LA MAR
Distrito : SAMUGARI
Lugar : CENTRO POBLADO DE PICHIWILLCA

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)

DEFINICIÓN : En mecánica de suelos, el ensayo de compactación Proctor es uno de los más importantes procedimientos de estudio y control de calidad de la compactación de un terreno, con el que determinamos el Óptimo Contenido de Humedad (OCH) bajo el cual se alcanza la máxima densidad seca (MDS) de un suelo.

COMPACTACIÓN DEL SUELO			
Equipo de compactación	Manual	Molde N°	N° de Golpes
Método	"A"	Ø del Molde	N° de Capas
Peso suelo + molde	gr	5114	5386
Peso molde	gr	3695	3695
Peso suelo húmedo compactado	gr	1419	1691
Volumen del molde	cm ³	940.79	940.79
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.508	1.797
HUMEDAD DEL SUELO COMPACTADO			
Recipiente	N°	122	104
Peso del suelo húmedo + tara	gr	177.34	180.14
Peso del suelo seco + tara	gr	143.10	141.80
Peso del recipiente	gr	34.03	33.47
Peso de agua	gr	34.2	38.3
Peso del suelo seco	gr	109.1	108.3
Contenido de agua	%	31.40	35.40
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.148	1.327
			1.339
			1.218



Máxima Densidad Seca (gr/cc)	1.343
Óptimo Contenido de Humedad (%)	36.6

NOTA: El material fue proporcionado por el solicitante



Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTES CON LA INCORPORACION DEL POLVO DE CASCARA DE HUEVO EN PICHIVILLCA - LA MAR - AYACUCHO, 2021"

Solicitante : TESISTA BACH. ROYER ANGHELO VILCA CUAREZ
 Calicata : C-6 ESTADO NATURAL
 Estrato : E-2 SUBRASANTE
 Fecha : MAYO DE 2021

Region : AYACUCHO
 Provincia : LA MAR
 Distrito : SAMUGARI
 Lugar : CENTRO POBLADO DE PICHIVILLCA

C.B.R. (California Bearing Ratio) ASTM D-1585, MTC E 132

DEFINICIÓN : El CBR de un suelo es la carga unitaria correspondiente a 0.1" ó 0.2" de penetración, expresada en por ciento con respecto a un valor estándar. El ensayo permite obtener un número de la relación de soporte, que no es constante para un suelo dado sino que se aplica solo al estado en el cual se encontraba el suelo durante el ensayo.

COMPACTACIÓN DEL SUELO			
Molde	N°	26	23
Capas	N°	5	5
Golpes / Capa	N°	56	25
Peso suelo + molde	gr	12486	12131
Peso molde	gr	8584	8441
Peso suelo húmedo compactad	gr	3902	3610
Volumen del molde	cm ³	2126.03	2119.83
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.835	1.703
HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO			
Recipiente	N°	5	9
Peso del suelo húmedo + tara	gr	64.61	66.64
Peso del suelo seco + tara	gr	54.40	56.15
Peso del recipiente	gr	26.50	27.59
Peso de agua	gr	10.2	10.5
Peso del suelo seco	gr	27.9	28.6
Contenido de agua	%	36.6	36.7
Contenido de agua promedio		36.7	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.343	1.246
		1.246	1.233

EXPANSIÓN MOLDE 26			
Fecha	Hora	mm	%
13-May-21	12:00	116.00	0.00%
14-May-21	12:00	116.01	0.01%
15-May-21	12:00	116.03	0.03%
16-May-21	12:00	116.05	0.04%
17-May-21	12:00	116.07	0.06%
EXPANSIÓN MOLDE 23			
13-May-21	12:00	117.15	0.00%
14-May-21	12:00	117.15	0.00%
15-May-21	12:00	117.16	0.01%
16-May-21	12:00	117.18	0.03%
17-May-21	12:00	117.19	0.03%
EXPANSIÓN MOLDE 22			
13-May-21	12:00	117.15	0.00%
14-May-21	12:00	117.15	0.00%
15-May-21	12:00	117.15	0.00%
16-May-21	12:00	117.16	0.01%
17-May-21	12:00	117.17	0.02%

PENETRACIÓN									
CAPACIDAD: 50KN = 11240Lbs (Lector Digital)									
Molde	Penetración (mm)	26		23		22		Carga corregido (Lbs)	CBR corregido (%)
		Carga Estándar (Lbs/cm ²)	Presión corregido (Lbs/cm ²)	Carga (Lbs)	Presión (Lbs/cm ²)	Carga (Lbs)	Presión (Lbs/cm ²)		
0.000	0.000		0	0	0	0	0	0	0
0.635	0.025		24	1	20	1	19	1	1
1.270	0.050		55	3	35	2	22	1	1
1.905	0.075		74	4	50	2	36	2	2
2.540	0.100	154.32	104	5	44.06	3	28.51	3	12.96
3.810	0.150		150	7	90	4	80	4	4
5.080	0.200	231.49	200	10	52.27	131	36.72	130	6
6.350	0.250		233	12	167	8	145	7	7
7.620	0.300		240	12	180	9	162	8	8



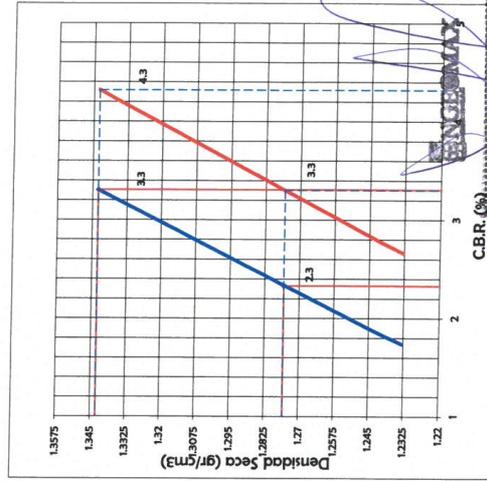
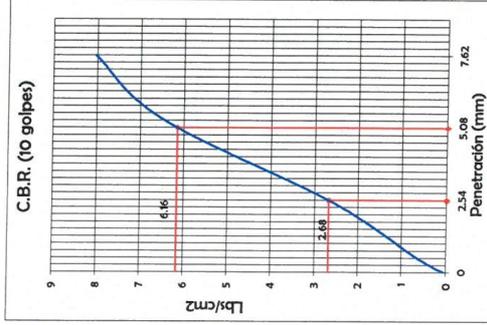
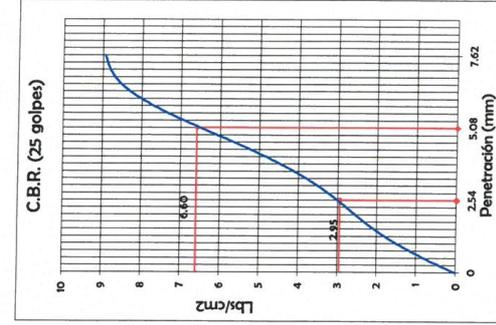
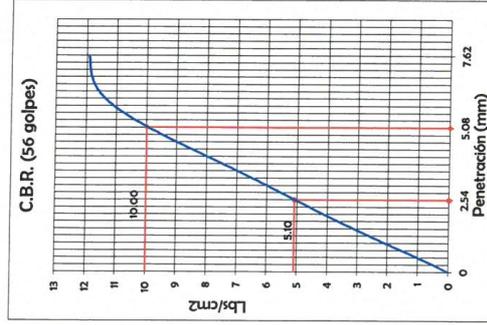
Ing. Maxwell Anthony Morote Arrás
 ESPECIALISTA EN GEOTECNICA Y PAVIMENTOS



Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTES CON LA INCORPORACION DEL POLVO DE CASCARA DE HUEVO EN PICHWILLCA - LA MAR - AYACUCHO, 2021"
 Solicitante : TESISITA BACH, ROYER ANGHELO VILCA CUAREZ
 Calicata : C-6 ESTADO NATURAL
 Estrato : E-2 SUBRASANTE
 Fecha : MAYO DE 2021
 Region : AYACUCHO
 Provincia : LA MAR
 Distrito : SAMUGARI
 Lugar : CENTRO POBLADO DE PICHWILLCA

C.B.R. (California Bearing Ratio) ASTM D-1585, MTC E 132

DEFINICIÓN: El CBR de un suelo es la carga unitaria correspondiente a 0.1" ó 0.2" de penetración, expresada en por ciento con respecto a un valor estándar. El ensayo permite obtener un número de la relación de soporte, que no es constante para un suelo dado sino que se aplica solo al estado en el cual se encontraba el suelo durante el ensayo.



DATOS DE LA COMPACTACIÓN DEL SUELO	
METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.343
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	36.6

C.B.R. A 2.5 mm (0.1") DE PENETRACIÓN	
CBR AL 100% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	3.3%
CBR AL 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	2.3%
EXPANSIÓN (%)	0.06%

C.B.R. A 5 mm (0.2") DE PENETRACIÓN	
CBR AL 100% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	4.3%
CBR AL 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	3.3%
EXPANSIÓN (%)	0.06%

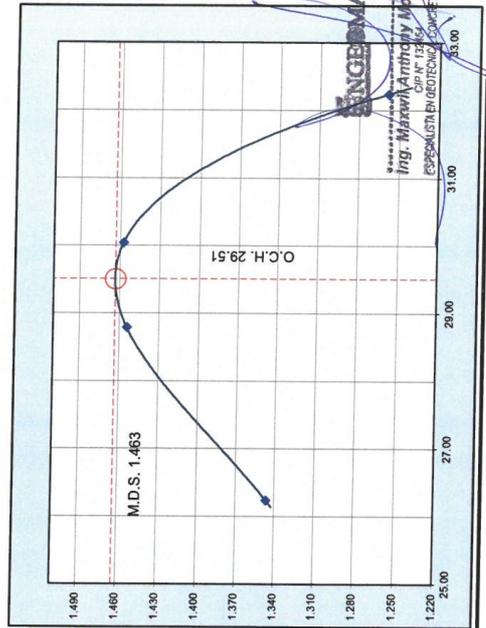
Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTES CON LA INCORPORACION DEL POLVO DE CASCARA DE HUEVO EN PICHIWILLCA - LA MAR - AYACUCHO, 2021"
 Solicitante : TESISTA BACH. ROYER ANGHELO VILCA CUAREZ
 Calicata : C-6 DOSIFICACION DEL PCH 5%
 Estrato : E-2 SUBRASANTE
 Fecha : MAYO DE 2021

Region : AYACUCHO
 Provincia : LA MAR
 Distrito : SAMUGARI
 Lugar : CENTRO POBLADO DE PICHIWILLCA

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)

DEFINICIÓN : En mecánica de suelos, el ensayo de compactación Proctor es uno de los más importantes procedimientos de estudio y control de calidad de la compactación de un terreno, con el que determinamos el Óptimo Contenido de Humedad (OCH) bajo el cual se alcanza la máxima densidad seca (MDS) de un suelo.

COMPACTACIÓN DEL SUELO					
Equipo de compactación	Manual	Molde N°	3	N° de Golpes	25
Método	"A"	Ø del Molde	4"	N° de Capas	5
Peso suelo + molde	gr	5294	5457	5478	5261
Peso molde	gr	3695	3695	3695	3695
Peso suelo húmedo compactado	gr	1599	1762	1783	1566
Volumen del molde	cm ³	940.79	940.79	940.79	940.79
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.700	1.873	1.895	1.665
HUMEDAD DEL SUELO COMPACTADO					
Recipiente	N°	117	108	114	118
Peso del suelo húmedo + tara	gr	180.22	212.19	189.55	189.84
Peso del suelo seco + tara	gr	149.60	172.50	153.50	152.10
Peso del recipiente	gr	32.90	34.65	33.50	35.04
Peso de agua	gr	30.6	39.7	36.1	37.7
Peso del suelo seco	gr	116.7	137.9	120.0	117.1
Contenido de agua	%	26.20	28.80	30.00	32.20
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.347	1.454	1.458	1.259



Máxima Densidad Seca (gr/cc)	1.463
Óptimo Contenido de Humedad (%)	29.5



Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTES CON LA INCORPORACION DEL POLVO DE CASCARA DE HUEVO EN PICHILLICA - LA MAR - AYACUCHO, 2021"
 Solicitante : TESISITA BACH, ROYER ANGELO VILCA CUAREZ
 Calicata : C-6 DOSIFICACION DEL PCH 5%
 Estrato : E-2 SUBRASANTE
 Fecha : MAYO DE 2021

Region : AYACUCHO
 Provincia : LA MAR
 Distrito : SAMUGARI
 Lugar : CENTRO POBLADO DE PICHILLICA

C.B.R. (California Bearing Ratio) ASTM D-1585, MTC E 132

DEFINICIÓN: El CBR de un suelo es la carga unitaria correspondiente a 0.1" ó 0.2" de penetración, expresada en por ciento con respecto a un valor estándar. El ensayo permite obtener un número de la relación de soporte, que no es constante para un suelo dado sino que se aplica solo al estado en el cual se encontraba el suelo durante el ensayo.

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
Molde	N°	19	18	17
Capas	N°	5		
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	11604	11256	10948
Peso molde	gr	7611	7611	7611
Peso suelo húmedo compactad	gr	3993	3645	3337
Volumen del molde	cm³	2106.01	2106.01	2106.01
Peso volumétrico húmedo	gr/cm³	1.896	1.731	1.585
HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	16	20	8
Peso del suelo húmedo + tara	gr	79.02	87.50	87.98
Peso del suelo seco + tara	gr	66.79	73.27	71.96
Peso del recipiente	gr	25.37	25.29	17.70
Peso de agua	gr	12.2	14.2	16.0
Peso del suelo seco	gr	41.4	48.0	54.3
Contenido de agua	%	29.5	29.7	29.5
Contenido de agua promedio		29.6		
Peso volumétrico seco	gr/cm³	1.463	1.336	1.223

EXPANSIÓN MOLDE			19	18	17
Fecha	Hora	mm	%		
13-May-19	13:00	116.00	0.00%		
14-May-19	13:00	116.03	0.03%		
15-May-19	13:00	116.03	0.03%		
16-May-19	13:00	116.03	0.03%		
17-May-19	13:00	116.03	0.03%		
EXPANSIÓN MOLDE			18	17	
13-May-19	13:00	117.15	0.00%		
14-May-19	13:00	117.18	0.03%		
15-May-19	13:00	117.18	0.03%		
16-May-19	13:00	117.18	0.03%		
17-May-19	13:00	117.18	0.03%		
EXPANSIÓN MOLDE			17		
13-May-19	13:00	117.15	0.00%		
14-May-19	13:00	117.18	0.03%		
15-May-19	13:00	117.18	0.03%		
16-May-19	13:00	117.18	0.03%		
17-May-19	13:00	117.18	0.03%		

PENETRACIÓN											
CAPACIDAD: 5.0 Tn (Lector Digital)											
Molde			19			18			17		
Penetración (mm)	Carga Estándar (Lbs/cm2)	Carga (Lbs)	Penetración (mm)	Carga Estándar (Lbs/cm2)	Carga (Lbs)	Penetración (mm)	Carga Estándar (Lbs/cm2)	Carga (Lbs)	Penetración (mm)	Carga Estándar (Lbs/cm2)	Carga (Lbs)
0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.635	0.025	35	2	2	29	1	1	1	7	7	0
1.270	0.050	68	3	3	51	3	3	26	1	26	1
1.905	0.075	92	5	5	72	4	4	28	1	28	1
2.540	0.100	118	6	6	90	4	4	37	2	37	2
3.810	0.150	180	9	9	121	6	6	86	4	86	4
5.080	0.200	231.49	11	11	153	8	8	95	5	95	5
6.350	0.250	252	13	13	184	9	9	125	6	125	6
7.620	0.300	275	14	14	195	10	10	130	6	130	6

Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
 CP N° 13941
 ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DIRECCION: JR. JOSE SANTOS CHOCANO N° 164 - Barrio Magallanes - Ayacucho, CEL: 99524600, RPM: 99524600, EMAIL: ingenmax@hotmail.com, laboratorio.ingenmax@gmail.com

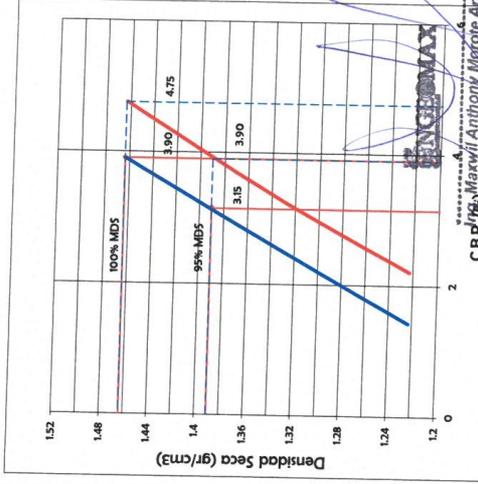
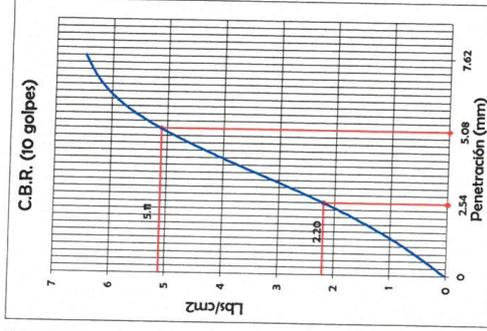
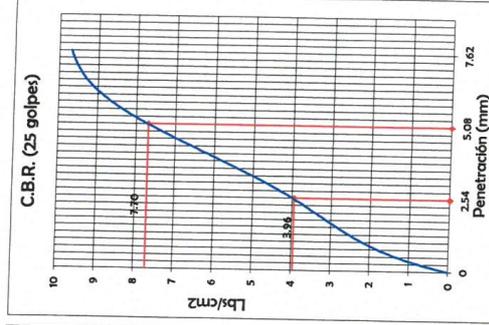
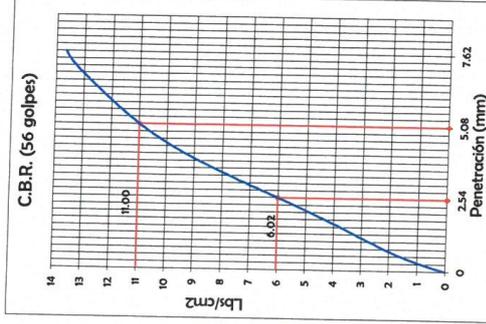


Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTES CON LA INCORPORACION DEL POLVO DE CASCARA DE HUEVO EN PICHWILLCA - LA MAR - AYACUCHO, 2021"
 Solicitante : TESISTA BACH. ROYER ANGELO VILCA CUAREZ
 Calicata : C-6 DOSIFICACION DEL PCH 5%
 Estrato : E-2 SUBRASANTE
 Fecha : MAYO DE 2021

Region : AYACUCHO
 Provincia : LA MAR
 Distrito : SAMUGARI
 Lugar : CENTRO POBLADO DE PICHWILLCA

C.B.R. (California Bearing Ratio) ASTM D-1585, MTC E 132

DEFINICIÓN : El CBR de un suelo es la carga unitaria correspondiente a 0.1" ó 0.2" de penetración, expresada en por ciento con respecto a un valor estándar. El ensayo permite obtener un número de la relación de soporte, que no es constante para un suelo dado sino que se aplica solo al estado en el cual se encontraba el suelo durante el ensayo.



DATOS DE LA COMPACTACIÓN DEL SUELO	
METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.463
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	29.5

C.B.R. A 2.5 mm (0.1") DE PENETRACIÓN	
C.B.R. AL 100% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	3.9%
C.B.R. AL 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	3.2%
EXPANSIÓN (%)	0.03%

C.B.R. A 5 mm (0.2") DE PENETRACIÓN	
C.B.R. AL 100% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	4.8%
C.B.R. AL 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	3.9%
EXPANSIÓN (%)	0.03%

C.B.R. (%) **Maxwell Anthony Morote Arias**
 CIP N° 12164
 ESPECIALISTAS EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



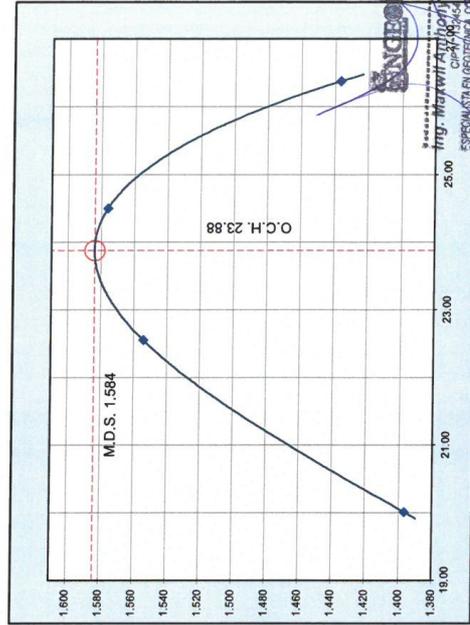
Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTES CON LA INCORPORACION DEL POLVO DE CASCARA DE HUEVO EN PICHIWILLCA - LA MAR - AYACUCHO, 2021"
Solicitante : TESISTA BACH. ROYER ANGELO VILCA CUAREZ
Calicata : C-6 DOSIFICACION DEL PCH 10%
Estrato : E-2 SUBRASANTE
Fecha : MAYO DE 2021

Region : AYACUCHO
Provincia : LA MAR
Distrito : SAMUGARI
Lugar : CENTRO POBLADO DE PICHIWILLCA

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)

DEFINICIÓN : En mecánica de suelos, el ensayo de compactación Proctor es uno de los más importantes procedimientos de estudio y control de calidad de la compactación de un terreno, con el que determinamos el Optimo Contenido de Humedad (OCH) bajo el cual se alcanza la máxima densidad seca (MDS) de un suelo.

COMPACTACIÓN DEL SUELO					
Equipo de compactación	Manual	Molde N°	3	4"	N° de Golpes
Método	"A"	Ø del Molde	5487	3695	5
Peso suelo + molde	gr	5272	5487	3695	5403
Peso molde	gr	3695	3695	3695	3695
Peso suelo húmedo compactado	gr	1577	1792	1846	1708
Volumen del molde	cm ³	940.79	940.79	940.79	940.79
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.676	1.905	1.962	1.815
HUMEDAD DEL SUELO COMPACTADO					
Recipiente	N°	116	105	111	122
Peso del suelo húmedo + tara	gr	203.59	213.37	196.43	179.17
Peso del suelo seco + tara	gr	175.36	180.44	164.48	148.88
Peso del recipiente	gr	34.31	34.45	34.08	34.03
Peso de agua	gr	28.2	32.9	32.0	30.3
Peso del suelo seco	gr	141.1	146.0	130.4	114.9
Contenido de agua	%	20.00	22.60	24.50	26.40
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.397	1.554	1.576	1.436



Máxima Densidad Seca (gr/cc)	1.584
Optimo Contenido de Humedad (%)	23.9



Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTES CON LA INCORPORACION DEL POLVO DE CASCARA DE HUEVO EN PICHIMILCA - LA MAR - AYACUCHO, 2021"

Solicitante : TESISTA BACH. ROYER ANGELO VILCA CUAREZ

Calicata : C-6 DOSIFICACION DEL PCH 10%

Estrato : E-2 SUBRASANTE

Fecha : MAYO DE 2021

Region : AYACUCHO

Provincia : LA MAR

Distrito : SAMUGARI

Lugar : CENTRO POBLADO DE PICHIMILCA

C.B.R. (California Bearing Ratio) ASTM D-1585, MTC E 132

DEFINICIÓN: El CBR de un suelo es la carga unitaria correspondiente a 0.1" ó 0.2" de penetración, expresada en por ciento con respecto a un valor estándar. El ensayo permite obtener un número de la relación de soporte, que no es constante para un suelo dado sino que se aplica solo al estado en el cual se encontraba el suelo durante el ensayo.

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
Molde	N°	27	29	30
Capas	N°	56	25	10
Golpes / Capa	gr	11737	11382	11110
Peso suelo + molde	gr	7611	7611	7611
Peso suelo húmedo compactado	gr	4126	3771	3499
Volumen del molde	cm ³	2106.01	2106.01	2106.01
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.959	1.791	1.661
HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	24	18	25
Peso del suelo húmedo + tara	gr	55.72	59.45	61.85
Peso del suelo seco + tara	gr	50.38	53.15	55.45
Peso del recipiente	gr	28.02	26.48	28.18
Peso de agua	gr	5.3	6.3	6.4
Peso del suelo seco	gr	22.4	26.7	27.3
Contenido de agua	%	23.9	23.6	23.5
Contenido de agua promedio			23.66	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.584	1.448	1.343

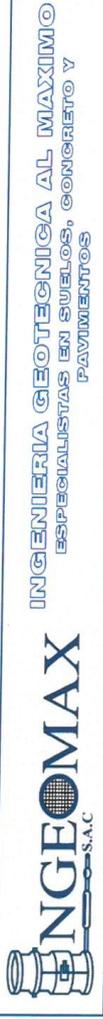
EXPANSIÓN MOLDE			27
Fecha	Hora	mm	%
13-May-19	09:00	116.00	0.00%
14-May-19	09:00	116.00	0.00%
15-May-19	09:00	116.03	0.03%
16-May-19	09:00	116.03	0.03%
17-May-19	09:00	116.03	0.03%
EXPANSIÓN MOLDE			29
13-May-19	09:00	117.15	0.00%
14-May-19	09:00	117.15	0.00%
15-May-19	09:00	117.18	0.03%
16-May-19	09:00	117.18	0.03%
17-May-19	09:00	117.18	0.03%
EXPANSIÓN MOLDE			30
13-May-19	09:00	117.15	0.00%
14-May-19	09:00	117.15	0.00%
15-May-19	09:00	117.18	0.03%
16-May-19	09:00	117.18	0.03%
17-May-19	09:00	117.18	0.03%

PENETRACIÓN											
CAPACIDAD: 5.0 Tn (Lector Digital)											
Molde				27			29			30	
Penetración (mm)	Capa Estándar (lb/cm ²)	Carga (Lbs)	CBR corregido (%)	Presión (lb/cm ²)	Carga (Lbs)	CBR corregido (%)	Presión (lb/cm ²)	Carga (Lbs)	CBR corregido (%)	Presión (lb/cm ²)	CBR corregido (%)
0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.635	0.025	65	3	3	45	2	24	1	24	1	1
1.270	0.050	122	6	6	68	3	35	2	35	2	2
1.905	0.075	169	8	8	112	6	60	3	60	3	3
2.540	0.100	154.32	9	9	132	7	191	82	4	4	1.74
3.810	0.150	290	14	14	198	10	147	147	7	7	7
5.080	0.200	231.49	18	18	260	13	285	178	9	9	2.66
6.350	0.250	415	21	21	300	15	240	240	12	12	12
7.620	0.300	426	21	21	316	16	267	267	13	13	13



Ing. Markwil Anthony Morales Alías
ESPECIALISTA EN GEO TÉCNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DIRECCION: JR. JOSE SANTOS CHOCANO N° 104 - Barrio Magdalena - Ayacucho, CEL: 999224405, RPM: 999224405, EMAIL: ingenomax@ingenomax.com, laboratorio.ingenomax@gmail.com



Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTES CON LA INCORPORACION DEL POLVO DE CASCARA DE HUEVO EN PICHWILLCA - LA MAR - AYACUCHO, 2021"

Solicitante : TESISTA BACH. ROYER ANGELO VILCA CUAREZ

Calicata : C-6 DOSIFICACION DEL PCH 10%

Estrato : E-2 SUBRASANTE

Fecha : MAYO DE 2021

Region : AYACUCHO

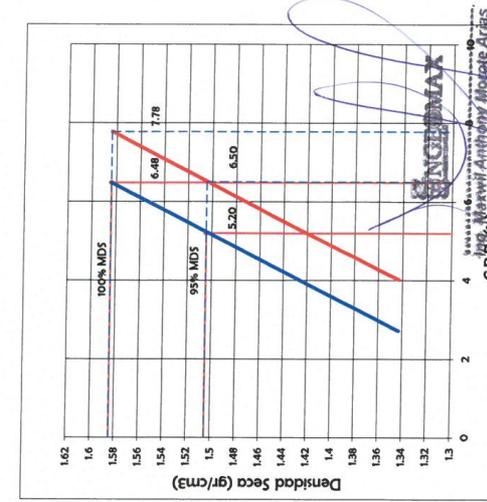
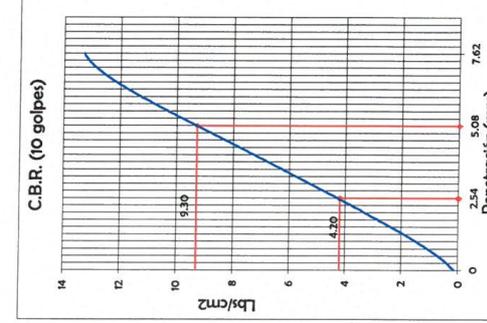
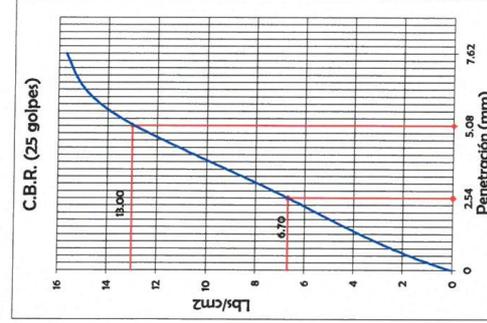
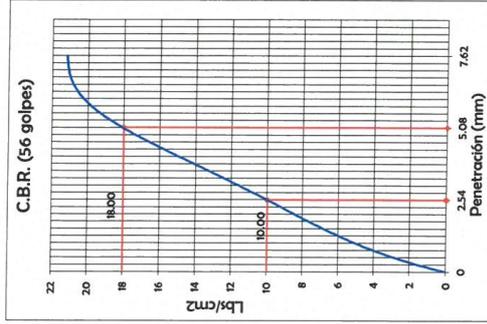
Provincia : LA MAR

Distrito : SAMUGARI

Lugar : CENTRO POBLADO DE PICHWILLCA

C.B.R. (California Bearing Ratio) ASTM D-1585, MTC E 132

DEFINICIÓN: El CBR de un suelo es la carga unitaria correspondiente a 0.1" ó 0.2" de penetración, expresada en por ciento con respecto a un valor estándar. El ensayo permite obtener un número de la relación de soporte, que no es consistente para un suelo dado sino que se aplica solo al estado en el cual se encontraba el suelo durante el ensayo.



DATOS DE LA COMPACTACIÓN DEL SUELO	
METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.584
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	23.9

C.B.R. A 2.5 mm (0.1") DE PENETRACIÓN	
C.B.R. AL 100% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	6.5%
C.B.R. AL 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	5.2%
EXPANSION (%)	0.03%

C.B.R. A 5 mm (0.2") DE PENETRACIÓN	
C.B.R. AL 100% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	7.8%
C.B.R. AL 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	6.5%
EXPANSION (%)	0.03%

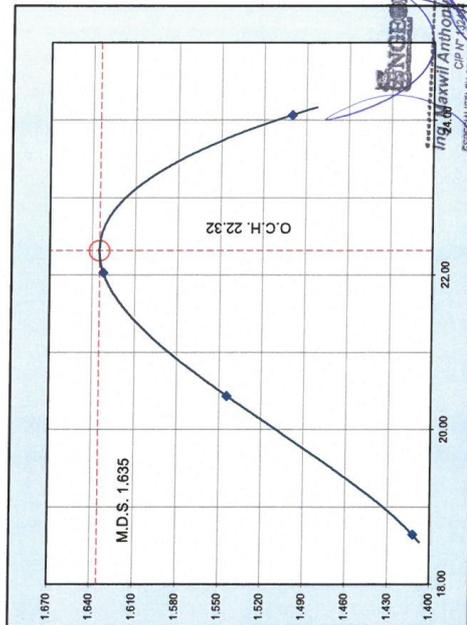
Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTES CON LA INCORPORACION DEL POLVO DE CASCARA DE HUEVO EN PICHIWILLCA - LA MAR - AYACUCHO, 2021"
 Solicitante : TESISTA BACH. ROYER ANGELO VILCA CUAREZ
 Calicata : C-6 DOSIFICACION DEL PCH 12%
 Estrato : E-2 SUBRASANTE
 Fecha : MAYO DE 2021

Region : AYACUCHO
 Provincia : LA MAR
 Distrito : SAMUGARI
 Lugar : CENTRO POBLADO DE PICHIWILLCA

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)

DEFINICIÓN : En mecánica de suelos, el ensayo de compactación Proctor es uno de los más importantes procedimientos de estudio y control de calidad de la compactación de un terreno, con el que determinamos el Óptimo Contenido de Humedad (OCH) bajo el cual se alcanza la máxima densidad seca (MDS) de un suelo.

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
Equipo de compactación	Manual	Molde N°	3	N° de Golpes
Método	"A"	Ø del Molde	4"	N° de Capas
Peso suelo + molde	gr	5271	5445	5569
Peso molde	gr	3695	3695	3695
Peso suelo húmedo compactado	gr	1576	1750	1874
Volumen del molde	cm ³	940.79	940.79	940.79
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.675	1.860	1.992
HUMEDAD DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	120	119	105
Peso del suelo húmedo + tara	gr	156.29	192.83	187.16
Peso del suelo seco + tara	gr	137.24	165.94	159.59
Peso del recipiente	gr	35.06	34.37	34.45
Peso de agua	gr	19.1	26.9	27.6
Peso del suelo seco	gr	102.2	131.6	125.1
Contenido de agua	%	18.60	20.40	22.00
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.412	1.545	1.633



Máxima Densidad Seca (gr/cc)	1.635
Óptimo Contenido de Humedad (%)	22.3



Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTES CON LA INCORPORACION DEL POLVO DE CASCARA DE HUEVO EN PICHILLCA - LA MAR - AYACUCHO, 2021"

Solicitante : TESISTA BACH. ROYER ANGELO VILCA CUAREZ

Calicata : C-6 DOSIFICACION DEL PCH 12%

Estrato : E-2 SUBRASANTE

Fecha : MAYO DE 2021

Region : AYACUCHO

Provincia : LA MAR

Distrito : SAMUGARI

Lugar : CENTRO POBLADO DE PICHILLCA

C.B.R. (California Bearing Ratio) ASTM D-1585, MTC E 132

DEFINICIÓN: El CBR de un suelo es la carga unitaria correspondiente a 0.1" ó 0.2" de penetración, expresada en por ciento con respecto a un valor estándar. El ensayo permite obtener un número de la relación de soporte, que no es constante para un suelo dado sino que se aplica solo al estado en el cual se encontraba el suelo durante el ensayo.

COMPACTACIÓN DEL SUELO			
Molde	N°	21	16
Capas	N°	5	5
Golpes / Capa	N°	56	25
Peso suelo + molde	gr	11819	11575
Peso molde	gr	7611	7611
Peso suelo húmedo compactado	gr	4208	3964
Volumen del molde	cm ³	2106.01	2106.01
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.998	1.882
HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO			
Recipiente	N°	13	15
Peso del suelo húmedo + tara	gr	57.09	58.60
Peso del suelo seco + tara	gr	49.94	52.64
Peso del recipiente	gr	17.87	25.76
Peso de agua	gr	7.2	6.0
Peso del suelo seco	gr	32.1	26.9
Contenido de agua	%	22.3	22.2
Contenido de agua promedio		22.17	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.635	1.541
		1.403	

EXPANSIÓN MOLDE 21			
Fecha	Hora	mm	%
14-May-21	09:00	116.00	0.00%
15-May-21	09:00	116.01	0.01%
16-May-21	09:00	116.05	0.04%
17-May-21	09:00	116.05	0.04%
18-May-21	09:00	116.05	0.04%
EXPANSIÓN MOLDE 16			
14-May-21	09:00	117.15	0.00%
15-May-21	09:00	117.15	0.00%
16-May-21	09:00	117.20	0.04%
17-May-21	09:00	117.20	0.04%
18-May-21	09:00	117.20	0.04%
EXPANSIÓN MOLDE 28			
14-May-21	09:00	117.15	0.00%
15-May-21	09:00	117.15	0.00%
16-May-21	09:00	117.20	0.04%
17-May-21	09:00	117.20	0.04%
18-May-21	09:00	117.20	0.04%

PENETRACIÓN											
CAPACIDAD: 5.0 Tn (Lector Digital)											
Molde			21			16			28		
Penetración (mm)	Carga Estándar (pulg)	Carga (Lbs/cm ²)	Carga (Lbs)	Presión corregida (Lbs/cm ²)	CBR corregido (%)	Carga (Lbs)	Presión corregida (Lbs/cm ²)	CBR corregido (%)	Carga (Lbs)	Presión corregida (Lbs/cm ²)	CBR corregido (%)
0.000	0.000		0	0		0	0		0	0	
0.635	0.025		41	2		40	2		24	1	
1.270	0.050		101	5		81	4		79	4	
1.905	0.075		151	8		115	6		82	4	
2.540	0.100	154.32	250	12	7.26	206	10	5.90	126	6	3.89
3.810	0.150		290	14		250	12		172	9	
5.080	0.200	231.49	390	19	8.21	328	16	6.91	242	12	5.10
6.350	0.250		450	22		358	18		385	14	
7.620	0.300		478	24		380	19		306	15	

INGEOMAX
 Ing. Maxwil Antonio Alvarado Alpas
 CIP N° 12345
 ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DIRECCION: JR. JOSE SANTOS CHOCANO N° 164 - Barrio Magdalena - Ayacucho, CEL: 99525400, RPM: 999525400, EMAIL: ingeomax@hotmail.com, laboratorio.ingeomax@gmail.com

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTES CON LA INCORPORACION DEL POLVO DE CASCARA DE HUEVO EN PICHWILLCA - LA MAR - AYACUCHO, 2021"

Solicitante : TESISTA BACH. ROYER ANGELO VILCA CUAREZ

Calicata : C-8 DOSIFICACION DEL PCH 12%

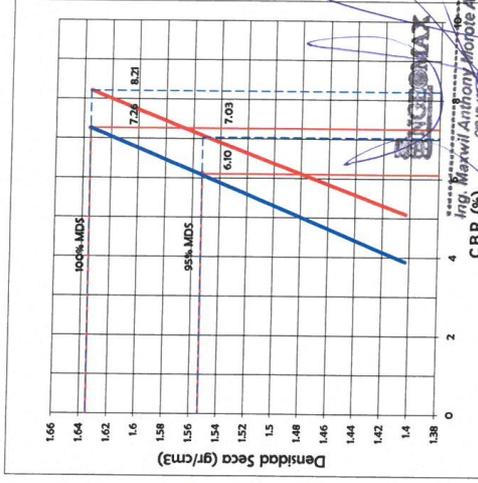
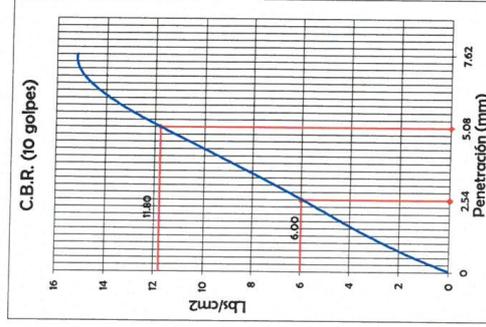
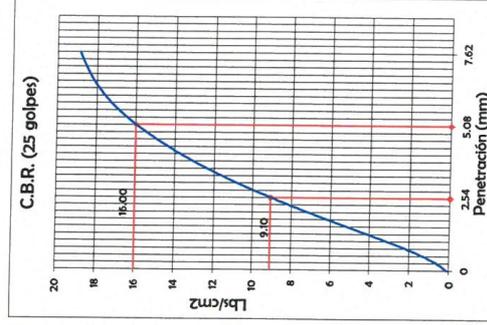
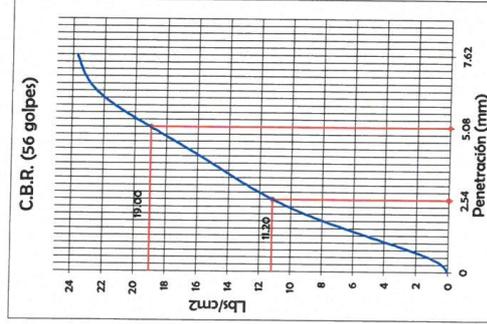
Estrato : E-2 SUBRASANTE

Fecha : MAYO DE 2021

Region : AYACUCHO
Provincia : LA MAR
Distrito : SAMUGARI
Lugar : CENTRO POBLADO DE PICHWILLCA

C.B.R. (California Bearing Ratio) ASTM D-1585, MTC E 132

DEFINICIÓN : El CBR de un suelo es la carga unitaria correspondiente a 0.1" ó 0.2" de penetración, expresada en por ciento con respecto a un valor estándar. El ensayo permite obtener un número de la relación de soporte, que no es constante para un suelo dado sino que se aplica solo al estado en el cual se encontraba el suelo durante el ensayo.



DATOS DE LA COMPACTACIÓN DEL SUELO	
METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.635
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	22.3

C.B.R. A 2.5 mm (0.1") DE PENETRACIÓN	
C.B.R. AL 100% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	7.3%
C.B.R. AL 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	6.1%
EXPANSIÓN (%)	0.04%

C.B.R. A 5 mm (0.2") DE PENETRACIÓN	
C.B.R. AL 100% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	8.2%
C.B.R. AL 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	7.0%
EXPANSIÓN (%)	0.04%

Ing. Maxwil Anthony Morote Altas
OPN° 4257
PERU
INGENIERIA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



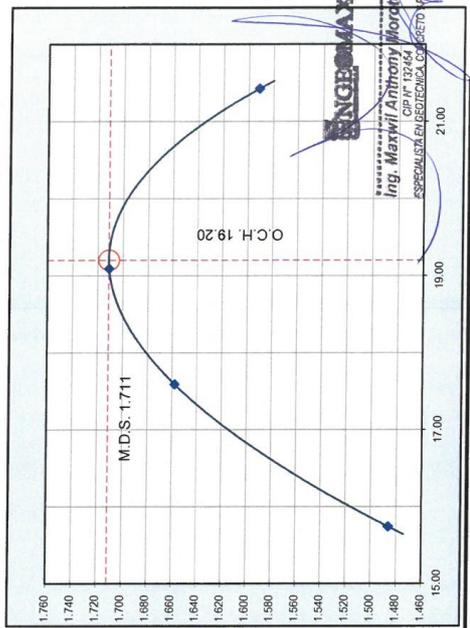
Proyecto : MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTES CON LA INCORPORACION DEL POLVO DE CASCARA DE HUEVO EN PICHIWILLCA - LA MAR - AYACUCHO, 2021*
Solicitante : TESISTA BACH. ROYER ANGHELO VILCA CUAREZ
Calicata : C-6 DOSIFICACION DEL PCH 15%
Estrato : E-2 SUBRASANTE
Fecha : MAYO DE 2021

Region : AYACUCHO
Provincia : LA MAR
Distrito : SAMUGARI
Lugar : CENTRO POBLADO DE PICHIWILLCA

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)

DEFINICIÓN : En mecánica de suelos, el ensayo de compactación Proctor es uno de los más importantes procedimientos de estudio y control de calidad de la compactación de un terreno, con el que determinamos el Óptimo Contenido de Humedad (OCH) bajo el cual se alcanza la máxima densidad seca (MDS) de un suelo.

COMPACTACIÓN DEL SUELO			
Equipo de compactación	Manual	Molde N° 3	N° de Golpes 25
Método	"A"	Ø del Molde 4"	N° de Capas 5
Peso suelo + molde	gr	5313	5529
Peso molde	gr	3695	3695
Peso suelo húmedo compactado	gr	1618	1834
Volumen del molde	cm ³	940.79	940.79
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.720	1.949
HUMEDAD DEL SUELO COMPACTADO			
Recipiente	N°	110	125
Peso del suelo húmedo + tara	gr	169.54	175.36
Peso del suelo seco + tara	gr	151.25	157.75
Peso del recipiente	gr	35.05	57.64
Peso de agua	gr	18.3	17.6
Peso del suelo seco	gr	116.2	100.1
Contenido de agua	%	15.70	17.60
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.487	1.657



Máxima Densidad Seca (gr/cc)	1.711
Óptimo Contenido de Humedad (%)	19.2

NOTA: El material fue proporcionado por el solicitante



Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTES CON LA INCORPORACION DEL POLVO DE CASCARA DE HUEVO EN PICHWILLCA - LA MAR - AYACUCHO, 2021"

Solicitante : TESISTA BACH. ROYER ANGHELO VILCA CUAREZ

Calicata : C-6 DOSIFICACION DEL PCH 15%

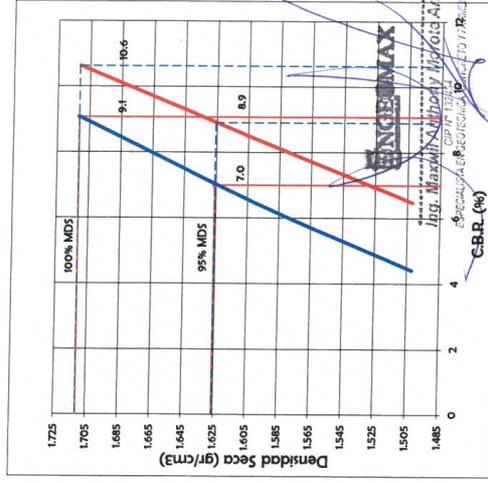
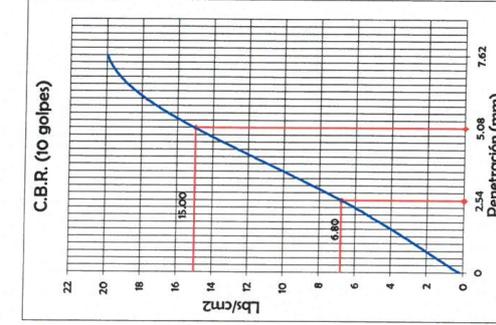
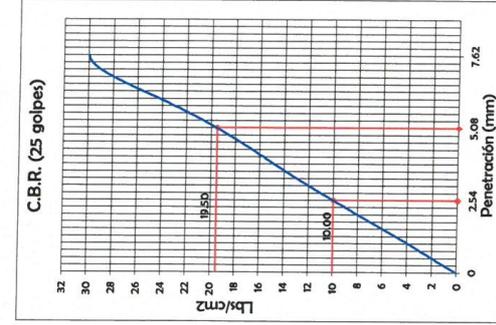
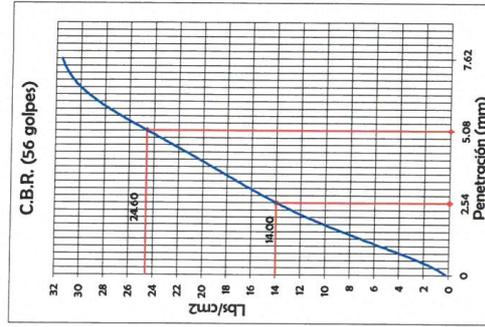
Estrato : E-2 SUBRASANTE

Fecha : MAYO DE 2021

Region : AYACUCHO
 Provincia : LA MAR
 Distrito : SAMUGARI
 Lugar : CENTRO POBLADO DE PICHWILLCA

C.B.R. (California Bearing Ratio) ASTM D-1585, MTC E 132

DEFINICIÓN: El CBR de un suelo es la carga unitaria correspondiente a 0,1" ó 0,2" de penetración, expresada en por ciento con respecto a un valor estándar. El ensayo permite obtener un número de la relación de soporte, que no es constante para un suelo dado sino que se aplica solo al estado en el cual se encontraba el suelo durante el ensayo.

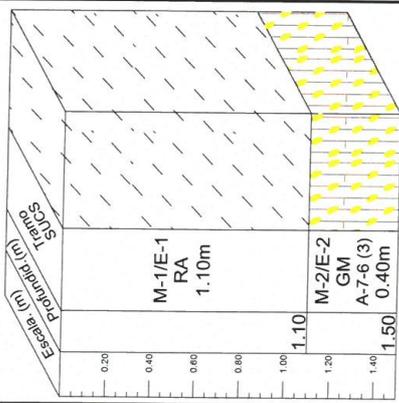


DATOS DE LA COMPACTACION DEL SUELO	
METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.711
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19.2

C.B.R. A 2.5 mm (0.1") DE PENETRACION	
CBR AL 100% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	9.1%
CBR AL 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	7.0%
EXPANSION (%)	0.02%

C.B.R. A 5 mm (0.2") DE PENETRACION	
CBR AL 100% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	10.6%
CBR AL 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	8.9%
EXPANSION (%)	0.02%

PERFIL DE LAS CALICATAS.

 <p>INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO ESTRUCTURAS EN SUELOS, CIMENTOS Y PAVIMENTOS</p>	<p>PROYECTO : MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTES CON LA INCORPORACION DEL POLVO DE CASCARA DE HUEVO EN PICHIWILCA - LA MAR - AYACUCHO, 2021</p>																																																												
<p>DESCRIPCION E IDENTIFICACION DE SUELOS (VISUAL - MANUAL) NORMA ASTM D-2488, NTP 339.150</p>																																																													
<p>Solicitante : BACH. TESISITA ROYER ANGELO VILCA CUAREZ</p> <p>Calicata : C - 05</p> <p>Ubicación : CENTRO POBLADO DE PICHIWILCA / SAMUGARI / LA MAR / AYACUCHO</p> <p>Fecha : MAYO DE 2021</p>	<p>Profundidad de Exploración : 0.00m - 1.50m</p> <p>Nivel de exploración : Sub rasante Natural</p> <p>Nivel Freático : No se encontró a la excavación.</p> <p>Realizado por : Laboratorio Ingeomax</p> <p>Revisado por : ING Maxwell Morote Arias</p>																																																												
<p>PERFIL ESTRATIGRAFICO DE CALICATAS - EXPLORACIÓN</p>																																																													
<p>GRAFICO</p> 	<p>COORDENADAS : DATUM WGS84 HUSO 18 ZONA L E=647506m N=656659m</p> <p>DESCRIPCION: De 0.00m a 1.10m</p> <p>Depósitos conformado por rellenos antropicos semi controlados, color marron, con bastante arena y poca cantidad de grava, material suelto, fracción fina de plasticidad baja estrato que se recomienda eliminar o remover.</p> <p>ESTRATO E - 01</p> <p style="text-align: right;">ESTRATO E - 02</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">Tipo de Depósitos:</td> <td colspan="2">Depósitos residuales</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Coloración del terreno:</td> <td colspan="2">Terreno de color beige</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Conformación del suelo:</td> <td>AASHTO</td> <td>SUCS</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>A-7-6</td> <td>GM</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>(3)</td> <td>GRAVA LIMOSA CON ARENA</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Conformación del suelo Granulométricamente:</td> </tr> <tr> <td>Grava (%)</td> <td>Arena (%)</td> <td>Finos (%)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>de poca a mucha cantidad</td> <td>de poca a mucha cantidad</td> <td>de mucha a poca cantidad</td> <td>45.6%</td> </tr> <tr> <td>29.2%</td> <td>25.2%</td> <td>muchísima</td> <td>mediana plasticidad</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Plasticidad del Suelo:</td> <td colspan="2">Índice Plástico (IP) (%) :</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Límite Líquido (LL) (%) :</td> <td colspan="2">13.2</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Fracción fina:</td> <td colspan="2">arcillosa</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Estado del terreno : Húmedo sin presencia visible de agua.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Contenido de Humedad (%) :</td> <td colspan="2">4.80%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Material como Sub-rasante:</td> <td colspan="2">Regular</td> </tr> </table>	Tipo de Depósitos:		Depósitos residuales		Coloración del terreno:		Terreno de color beige		Conformación del suelo:		AASHTO	SUCS			A-7-6	GM			(3)	GRAVA LIMOSA CON ARENA	Conformación del suelo Granulométricamente:				Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)		de poca a mucha cantidad	de poca a mucha cantidad	de mucha a poca cantidad	45.6%	29.2%	25.2%	muchísima	mediana plasticidad	Plasticidad del Suelo:		Índice Plástico (IP) (%) :		Límite Líquido (LL) (%) :		13.2		Fracción fina:		arcillosa		Estado del terreno : Húmedo sin presencia visible de agua.				Contenido de Humedad (%) :		4.80%		Material como Sub-rasante:		Regular	
Tipo de Depósitos:		Depósitos residuales																																																											
Coloración del terreno:		Terreno de color beige																																																											
Conformación del suelo:		AASHTO	SUCS																																																										
		A-7-6	GM																																																										
		(3)	GRAVA LIMOSA CON ARENA																																																										
Conformación del suelo Granulométricamente:																																																													
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)																																																											
de poca a mucha cantidad	de poca a mucha cantidad	de mucha a poca cantidad	45.6%																																																										
29.2%	25.2%	muchísima	mediana plasticidad																																																										
Plasticidad del Suelo:		Índice Plástico (IP) (%) :																																																											
Límite Líquido (LL) (%) :		13.2																																																											
Fracción fina:		arcillosa																																																											
Estado del terreno : Húmedo sin presencia visible de agua.																																																													
Contenido de Humedad (%) :		4.80%																																																											
Material como Sub-rasante:		Regular																																																											
<p>FOTO DE CAMPO</p> 																																																													



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
EXPERIENCIAS EN SUELOS, GEOTEXTOS Y PAVIMENTOS

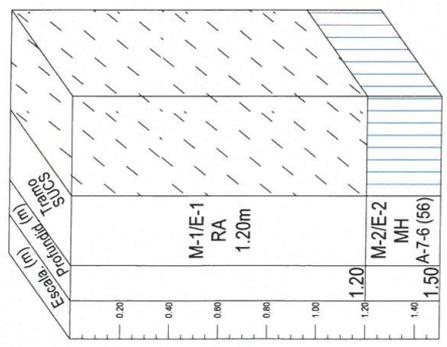
PROYECTO :
MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTES CON LA INCORPORACION DEL POLVO DE CASCARA DE HUEVO EN PICHILLILCA - LA MAR - AYACUCHO, 2021*

DESCRIPCION E IDENTIFICACION DE SUELOS (VISUAL - MANUAL)
NORMA ASTM D-2488, NTP 339.150

Solicitante : BACH. TESISTA ROYER ANGHELO VILCA CUAREZ
 Calicata : C - 06
 Ubicación : CENTRO POBLADO DE PICHILLILCA / SAMUGARI / LA MAR / AYACUCHO
 Fecha : MAYO DE 2021

Profundidad de Exploración : 0.00m - 1.50m

Nivel de exploración : Sub rasante Natural
 Nivel Freatico : No se encontró a la excavación.
 Realizado por : Laboratorio Ingeomax
 Revisado por : ING Maxwell Morote Arias

PERFIL ESTRATIGRAFICO DE CALICATAS - EXPLORACIÓN																																																					
<p style="text-align: center;">GRAFICO</p> 	<p style="text-align: center;">FOTO DE CAMPO</p> 																																																				
<p>COORDENADAS : DATUM WGS84 HUSO 18 ZONA L E-647471m N=8585988m</p>																																																					
<p>DESCRIPCION: De 0.00m a 1.20m</p>																																																					
E-# ESTRATO E - 01	<p>Depósito conformado por arcillas orgánicas, color marrón gris con bastante arena y pequeña cantidad de grava, con presencia de raíces insipientes; material suelto, estrato que se recomienda eliminar.</p> <p style="text-align: center;">De 1.20m a 1.50m</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">Tipo de Depósitos:</td> <td colspan="2">Depósitos aluviales</td> </tr> <tr> <td>Coloración del terreno:</td> <td>Terreno de color beige amarillento</td> <td>AASHTO</td> <td>SUCS</td> </tr> <tr> <td>Conformación del suelo:</td> <td>A-7-6 (57)</td> <td>MH</td> <td>MH</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Conformación del suelo Granulométricamente:</td> </tr> <tr> <td>Grava (%)</td> <td>Arena (%)</td> <td>Finos (%)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Trazos</td> <td>1.7%</td> <td>poca cantidad</td> <td>5.1%</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>bastante cantidad</td> <td>93.2%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Plasticidad del Suelo:</td> <td colspan="2">alta plasticidad</td> </tr> <tr> <td>Limite Líquido (LL) (%) :</td> <td>88.5</td> <td>Indice Plastico (IP) (%) :</td> <td>49.8</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Fracción fina:</td> <td colspan="2">altamente arcillosa</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Estado del terreno : Húmedo sin presencia visible de agua.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Contenido de Humedad (%) :</td> <td colspan="2">7.80%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Material como Sub-rasante:</td> <td colspan="2">Muy pobre</td> </tr> </table>	Tipo de Depósitos:		Depósitos aluviales		Coloración del terreno:	Terreno de color beige amarillento	AASHTO	SUCS	Conformación del suelo:	A-7-6 (57)	MH	MH	Conformación del suelo Granulométricamente:				Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)		Trazos	1.7%	poca cantidad	5.1%			bastante cantidad	93.2%	Plasticidad del Suelo:		alta plasticidad		Limite Líquido (LL) (%) :	88.5	Indice Plastico (IP) (%) :	49.8	Fracción fina:		altamente arcillosa		Estado del terreno : Húmedo sin presencia visible de agua.				Contenido de Humedad (%) :		7.80%		Material como Sub-rasante:		Muy pobre	
Tipo de Depósitos:		Depósitos aluviales																																																			
Coloración del terreno:	Terreno de color beige amarillento	AASHTO	SUCS																																																		
Conformación del suelo:	A-7-6 (57)	MH	MH																																																		
Conformación del suelo Granulométricamente:																																																					
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)																																																			
Trazos	1.7%	poca cantidad	5.1%																																																		
		bastante cantidad	93.2%																																																		
Plasticidad del Suelo:		alta plasticidad																																																			
Limite Líquido (LL) (%) :	88.5	Indice Plastico (IP) (%) :	49.8																																																		
Fracción fina:		altamente arcillosa																																																			
Estado del terreno : Húmedo sin presencia visible de agua.																																																					
Contenido de Humedad (%) :		7.80%																																																			
Material como Sub-rasante:		Muy pobre																																																			
ESTRATO E - 02																																																					



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
SOLUCIONES EN SUELOS, ESTRUCTURAS Y
PAVIMENTOS

PROYECTO :
MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTES CON LA INCORPORACION DEL POLVO DE CASCARA DE HUEVO EN PICHIWILLCA - LA MAR - AYACUCHO, 2021*

DESCRIPCION E IDENTIFICACION DE SUELOS (VISUAL - MANUAL)
NORMA ASTM D-2486, NTP 339.150

Solicitante : BACH. TESISITA ROYER ANGHELO VILCA CUAREZ

Calicata : C - 07

Ubicación : CENTRO POBLADO DE PICHIWILLCA / SAMUGARI / LA MAR / AYACUCHO

Fecha : MAYO DE 2021

Profundidad de Exploración : 0.00m - 1.50m

Nivel de exploración : Sub rasante Natural

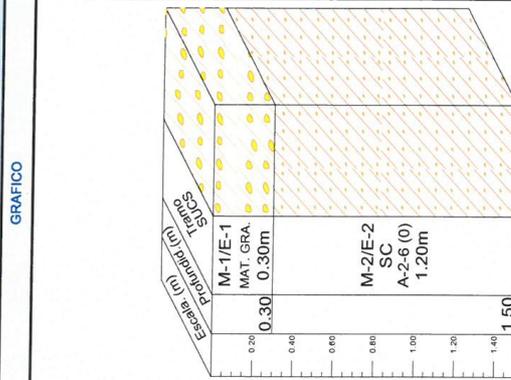
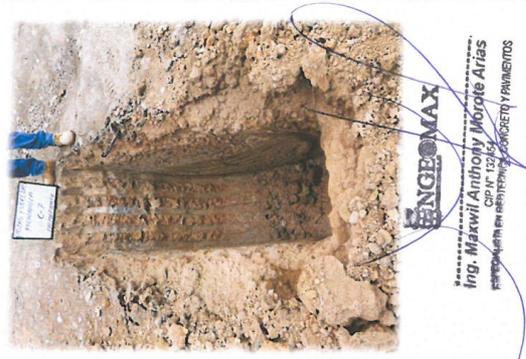
Nivel Freatico : No se encontró a la excavación.

Realizado por : Laboratorio Ingeomax

Revisado por : ING Maxwell Morote Arias

PERFIL ESTRATIGRAFICO DE CALICATAS - EXPLORACION

E-#	COORDENADAS	DESCRIPCION:																																																				
E-01	DATUM WGS84 HUSO 18 ZONA L E=647338m N=656650m	De 0.00m a 0.30m																																																				
ESTRATO E - 02	De 0.30m a 1.50m	<p>Material Granular Tipo Afimado existente, conformado por matriz de Gravas Limosas con Arenas, material compactado, con perfil sub redondeado, fraccion fina es de plasticidad baja.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">Tipo de Depósitos:</td> <td colspan="2">Depósitos residuales</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Coloración del terreno:</td> <td colspan="2">Terreno de color beige</td> </tr> <tr> <td>Conformación del suelo:</td> <td>AASHTO</td> <td>SUCS</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td></td> <td>A-2-6</td> <td>(0)</td> <td>ARENA ARCILLOSA CON GRAVA</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Conformación del suelo Granulométricamente:</td> </tr> <tr> <td>Grava (%)</td> <td>Arena (%)</td> <td colspan="2">Finos (%)</td> </tr> <tr> <td>de pequeña a mucha cantidad</td> <td>26.3%</td> <td>mucha cantidad</td> <td>41.6%</td> </tr> <tr> <td>Plasticidad del Suelo:</td> <td colspan="3">mediana plasticidad</td> </tr> <tr> <td>Limite Liquido (LL) (%) :</td> <td>32.2</td> <td>Indice Plastico (IP) (%) :</td> <td>10.8</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Fracción fina: arcillosa</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Estado del terreno : Húmedo sin presencia visible de agua.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Contenido de Humedad (%) :</td> <td colspan="2">6.60%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Material como Sub-rasante:</td> <td colspan="2">Muy bueno</td> </tr> </table>	Tipo de Depósitos:		Depósitos residuales		Coloración del terreno:		Terreno de color beige		Conformación del suelo:	AASHTO	SUCS	SC		A-2-6	(0)	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	Conformación del suelo Granulométricamente:				Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)		de pequeña a mucha cantidad	26.3%	mucha cantidad	41.6%	Plasticidad del Suelo:	mediana plasticidad			Limite Liquido (LL) (%) :	32.2	Indice Plastico (IP) (%) :	10.8	Fracción fina: arcillosa				Estado del terreno : Húmedo sin presencia visible de agua.				Contenido de Humedad (%) :		6.60%		Material como Sub-rasante:		Muy bueno	
Tipo de Depósitos:		Depósitos residuales																																																				
Coloración del terreno:		Terreno de color beige																																																				
Conformación del suelo:	AASHTO	SUCS	SC																																																			
	A-2-6	(0)	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA																																																			
Conformación del suelo Granulométricamente:																																																						
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)																																																				
de pequeña a mucha cantidad	26.3%	mucha cantidad	41.6%																																																			
Plasticidad del Suelo:	mediana plasticidad																																																					
Limite Liquido (LL) (%) :	32.2	Indice Plastico (IP) (%) :	10.8																																																			
Fracción fina: arcillosa																																																						
Estado del terreno : Húmedo sin presencia visible de agua.																																																						
Contenido de Humedad (%) :		6.60%																																																				
Material como Sub-rasante:		Muy bueno																																																				





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR

Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 966942996

Ayacucho – Perú

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Región : Ayacucho HR. 00010
Provincia : Huamanga
Distrito : Ayacucho
Localidad : Pichiwillca
Proyecto : “Mejoramiento de Suelos Arcillosos a Nivel de Subrasantes con la Incorporación de Polvo de Cáscara de Huevo, Pichiwillca, Ayacucho 2021”
Solicitante : Tesista Royer Anghelo Vilca Cuarez
Muestra : Polvo de Cáscara de Huevo

ANALISIS QUIMICO

Componentes	Cantidad (%)
Humedad (Agua)	0.99
Materia Orgánica	5.63
Carbonato de Calcio (CaCO ₃)	91.2
Carbonato de Magnesio (MgCO ₃)	1.68
Fosfato Tricálcico [Ca ₃ (PO ₄) ₂]	0.55

Ayacucho, 18 de Mayo del 2021.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
RESPONSABLE

Juan B. Girón Molina
C.I.P. 77120

**CALCULO DE DISEÑO DE PAVIMENTOS RIGIDOS
MÉTODO AASHTO-93**

PROYECTO : "Mejoramiento de Suelos Arcillosos a Nivel de SubRasantes con la Incorporación del Polvo de Cáscara de Huevo en Pichiwillca- La mar- Ayacucho, 2021"

FECHA: : JUNIO 2021

DATOS DEL PROYECTO:

PERIODO DE DISEÑO (PD)	:	30 años
TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	:	2.1 %
TASA DE CRECIMIENTO PBI	:	3.5 %
SUELO DE FUNDACION (CBR)	:	7 %
TRANSITO PROMEDIO DIARIO	:	373 Veh/dia

DATOS DE DISEÑO:

ESAL's	:	2.66E+05
ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Po)	:	4.5
ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pf)	:	2.5
MODULO DE RESILIENCIA (MR)	:	8877 psi
COEFICIENTE DE DRENAJE	:	0.9
NIVEL DE CONFIABILIDAD	:	90 %
DESVIACION ESTANDAR NORMAL	:	-1.282
ERROR ESTANDAR COMBINADO	:	0.35
MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE, K	:	157 pci
MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO, Ec	:	3114830 psi
MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO, Sc (PSI)	:	492 psi
COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE CARGA (J)	:	3.8

ECUACION DE DISEÑO

$$\log W_{18} = Z_R(S_o) + 7.35 \log(D+1) - 0.006 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - Pt) \times \log \left[\frac{S'_c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{k}\right) \times 0.25} \right]} \right]$$

DISEÑO DE ESPESORES

Tipo de Pavimento <input type="radio"/> Pavimento flexible <input checked="" type="radio"/> Pavimento rígido		Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So) 90 % Zr=-1.282 So 0.35	
Serviciabilidad inicial y final PSI inicial 4.5 PSI final 2.5		Módulo de reacción de la subrasante k 157 pci	
Información adicional para pavimentos rígidos			
Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)	3114830	Coeficiente de transmisión de carga - (J)	3.8
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)	492	Coeficiente de drenaje - (Cd)	0.9
Tipo de Análisis <input checked="" type="radio"/> Calcular D W18 = 2.66E+05 <input type="radio"/> Calcular W18		Espesor de losa (plg) D = 7.4	


Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
 CIP N° 132454
 ESPECIALISTA EN INGENIERIA DE CONCRETO Y PAVIMENTOS

**CALCULO DE DISEÑO DE PAVIMENTOS RIGIDOS
MÉTODO AASHTO-93**

PROYECTO : "Mejoramiento de Suelos Arcillosos a Nivel de SubRasantes con la Incorporación del Polvo de Cáscara de Huevo en Pichiwillca- La mar- Ayacucho, 2021"

FECHA: : JUNIO 2021



CAPAS DEL PAVIMENTO	ESPESOR DE DISEÑO (plg)	ESPESORES RECOMENDADOS	
		Plg.	Cm.
Losa de Concreto	7.4	8	20
Sub Base	8.0	8	20

ENGEOMAX
 Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
 CIP N° 13244
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**ANEXO 03. PANEL
FOTOGRAFICO.**



ENGEOMAX
S.A.C

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

VISTAS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN CAMPO

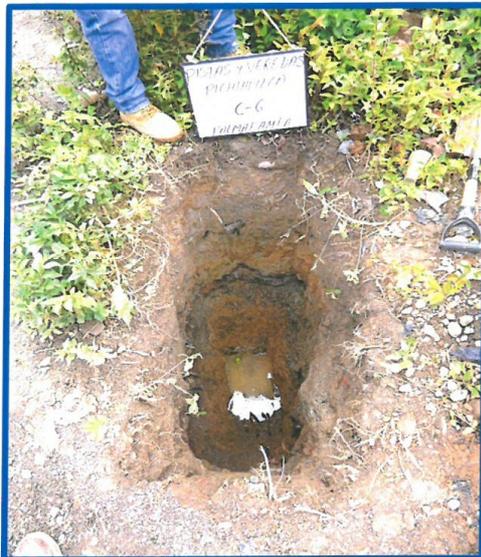


Foto N°01.- Se observa la calicata C-6.



Foto N°02.- Se observa el material extraído de la calicata C-6.



Foto N°03.- Vista general de la ubicación de la calicata C-6.

ENGEOMAX

Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
CIP N° 132854
ESPECIALISTA EN REHABILITACION DE CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENGEOMAX
S.A.C

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

VISTAS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN CAMPO



Foto N°04.- Calles del C.P Pichiwillca.



Foto N°05.- Parque del C.P Pichiwillca..



Foto N°06.- Vista general ubicación de otras calicatas.

ENGEOMAX

Ing. Manuel Anthony Monte Arias

CIP N° 13246
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGEOMAX
S.A.C

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

VISTAS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN LABORATORIO

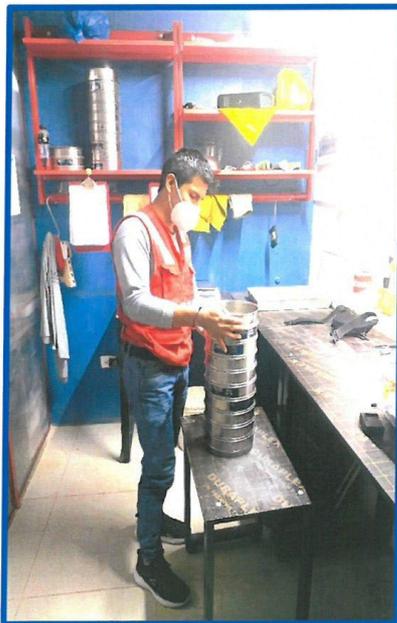


Foto N°07- Ensayo de Análisis
Granulométrico por tamizado

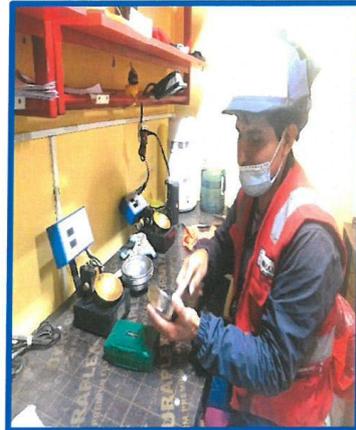


Foto N°08- Ensayo del Limite
Líquido mediante la cuchara de
Casa Grande.



Foto N°09- Ensayo del Limite
Plástico

INGEOMAX

Ing. Makwil Anthony Morote Arias
CIP N° 45223

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGEOMAX
S.A.C.

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

VISTAS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN LABORATORIO



Foto N°10- Compactado de la muestra con el pistón para el ensayo de Proctor Modificado



Foto N°11- Ensayo de Proctor Modificado en estado natural



Foto N°12-Combinación del PCH en las bandejas del Ensayo de Proctor Modificado

INGEOMAX

Ing. Maximiliano Morote Arias
CIP N° 17244
ESPECIALISTAS EN INGENIERIA EN CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGEOMAX
S.A.C

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

VISTAS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN LABORATORIO

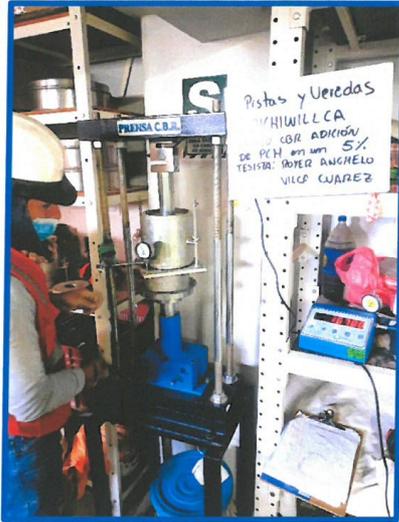


Foto N°13- Ensayo de CBR con incorporación del 5% del PCP



Foto N°14- Ensayo de CBR con incorporación del 10% del PCP



Foto N°15- Ensayo de CBR con incorporación del 12% del PCP

INGEOMAX
Ing. Maxwil Anthony Morole Arias
CIP N° 132444
ESPECIALISTAS EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGEOMAX
S.A.C

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

VISTAS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN LABORATORIO



Foto N°16- Ensayo de CBR con incorporación del 15% del PCH



Foto N°17- Muestras de los moldes después del ensayo de CBR con incorporación del 5% del PCH



Foto N°18- Muestras de los moldes después del ensayo de CBR con incorporación del 10% del PCH

INGEOMAX
Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
CIP 147564
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGEOMAX
S.A.C

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

VISTAS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN LABORATORIO



Foto N°19- Muestras de los moldes después del ensayo de CBR con incorporación del 12% del PCH.



Foto N°20- Muestras de los moldes después del ensayo de CBR con incorporación del 15% del PCH.

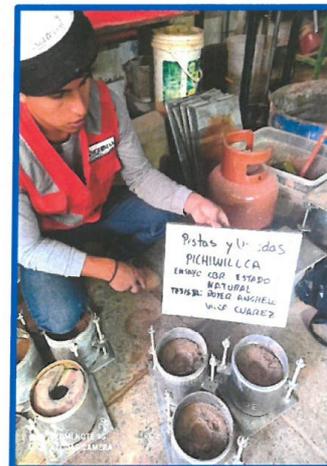


Foto N°21- Muestras de los moldes después del ensayo de CBR, suelo natural.


INGEOMAX
Ing. Makwil Anthony Morote Arias
CIP N° 132454
ESPECIALISTA EN REGISTRO DE CONCRETO Y PAVIMENTOS

**ANEXOS 04. TURNITIN
PORCENTAJE DE SIMILITUD**

PROYECTO - TURNITIN - VILCA

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%	15%	1%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	2%
3	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	1library.co Fuente de Internet	1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
6	publicaciones.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1%

ANEXOS 05. INSTRUMENTO DE PROCESOS DE DATOS.

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN.



LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 134-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-02-28

1. SOLICITANTE : INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

DIRECCIÓN : JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS
AYACUCHO HUAMANGA - JESUS NAZARENO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : R31P30

NÚMERO DE SERIE : 8335460267

ALCANCE DE INDICACIÓN : 30000 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 1 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 10 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-02-25

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 3ª - ENERO, 2009.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C
JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO HUAMANGA - JESUS NAZARENO

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

G & L LABORATORIO 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.

Gilmer Antonio Huamán Poquioma
Responsable del Laboratorio de Metrología



Teléfono:
(01) 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	19.8 °C	19.8 °C
Humedad Relativa	42 %	42 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M1 / M2)	LM - C - 076 - 2020
		CM - 2104 - 2020
		CM - 2105 - 2020
		CM - 2106 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 30000 g, la balanza indicó 29994 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.
Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRASA	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1: 15,000 g kg)	Inicial		Final		Carga L2: 30,000 g kg)	Inicial		Final	
		Temp. (°C)	19.0	19.0	Temp. (°C)		19.0	19.0	ΔL(g)	E(g)
1	14.999	0.5	-1.0	30.000	0.6	-0.1				
2	14.999	0.5	-1.0	30.000	0.5	0.0				
3	14.999	0.5	-1.0	30.000	0.5	0.0				
4	14.999	0.6	-1.1	30.000	0.5	0.0				
5	14.999	0.5	-1.0	30.000	0.5	0.0				
6	14.999	0.5	-1.0	30.000	0.6	-0.1				
7	14.999	0.5	-1.0	30.000	0.6	-0.1				
8	14.999	0.5	-1.0	30.000	0.6	-0.1				
9	14.999	0.5	-1.0	30.000	0.5	0.0				
10	14.999	0.5	-1.0	30.000	0.5	0.0				
Error Máximo			0.1							0.1
Error Máximo permitido ±		20 g		±		30 g				



Teléfono:
(01) 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E_1				Determinación del Error corregido			
	Carga mínima (g)	ΔL (g)	ΔL (g)	E_0 (g)	Carga (g)	ΔL (g)	E_1 (g)	E_0 (g)
1	10	0.5	0.0	0.0	10,000	0.5	0.0	0.0
2	10	0.5	0.0	0.0	9,999	0.4	-0.9	-0.9
3	10	0.5	0.0	0.0	9,999	0.5	-1.0	-1.0
4	10	0.5	0.0	0.0	10,000	0.5	0.0	0.0
5	10	0.5	0.0	0.0	10,000	0.4	0.1	0.1

Temp. (°C) Inicial: 19.8 Final: 19.8

Error máximo permitido: ± 20 g

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(*)
	ΔL (g)	ΔL (g)	E_1 (g)	E_0 (g)	ΔL (g)	ΔL (g)	E_1 (g)	E_0 (g)	
10	10	0.5	0.0	0.0	10	0.5	0.0	0.0	10
20	20	0.5	0.0	0.0	20	0.5	0.0	0.0	10
100	100	0.5	0.0	0.0	100	0.5	0.0	0.0	10
500	500	0.6	-0.1	-0.1	500	0.5	0.0	0.0	10
1,000	1,000	0.5	0.0	0.0	1,000	0.6	-0.1	-0.1	10
5,000	5,000	0.6	-0.1	-0.1	5,000	0.5	0.0	0.0	10
10,000	10,000	0.5	0.0	0.0	10,000	0.5	0.0	0.0	20
15,000	15,000	0.5	0.0	0.0	15,000	0.5	0.0	0.0	20
20,000	20,000	0.6	-0.1	-0.1	20,000	0.5	0.0	0.0	20
25,000	25,000	0.6	-0.1	-0.1	25,000	0.6	-0.1	-0.1	30
30,000	30,000	0.7	-0.2	-0.2	30,000	0.7	-0.2	-0.2	30

Temp. (°C) Inicial: 19.8 Final: 19.8

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 315E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,702E-04 \text{ g}^2 + 1,036E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL : Carga Incrementada E: Error encontrado E_1 : Error en cero E_0 : Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10^{xx} (Ejemplo: E-05 = 10⁻⁵)





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°131-2021 GLT

Página 1 de 4

Fecha de Emisión : 2021-02-26

1. SOLICITANTE : INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

DIRECCIÓN : JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS
AYACUCHO HUAMANGA - JESUS NAZARENO

2. EQUIPO DE MEDICIÓN: HORNO ELÉCTRICO

MARCA : PINZUAR LTDA.

MODELO : PG - 190

NÚMERO DE SERIE : 226

PROCEDENCIA : COLOMBIA

IDENTIFICACIÓN : EQ - HN - 01

UBICACIÓN : Laboratorio

Descripción del Termómetro del Equipo

Tipo : Digital

Alcance de Indicación : 5 °C a 200 °C

División de Escala : 0.1 °C

3. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Calibrado el 2021-02-25

La calibración se realizó en el LAB. DE SUELOS Y CONCRETO - INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, se usó el procedimiento PC-016 "Calibración de Medios con Aire como Medio Termostático", edición 2, Junio 2009, del SNM-INDECOPI - Perú.

5. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

	Inicial	Final
Temperatura °C	20.0	20.2
Humedad Relativa %HR	42	42

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales, reportados de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
TOTAL WEIGHT	Termómetro de indicación digital de 10 termocuplas	CC - 2505 - 2019



Téc. en Metrología
Responsable del Laboratorio de Metrología

Teléfono:
(01) 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°131-2021 GLT

Página 2 de 4

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN

TEMPERATURA DE TRABAJO : 110°C ± 10 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación termómetros patrones (°C)										T. Prom. (°C)	Tmax-Tmin. (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	113.7	110.4	107.5	107.3	105.1	110.3	110.4	105.4	105.6	110.0	109.5	6.4
02	110.0	114.4	110.7	107.8	107.2	105.3	110.6	110.7	105.5	105.7	110.3	109.7	7.2
04	109.8	114.6	110.8	107.9	107.4	105.6	110.3	110.3	105.3	105.3	110.0	109.7	7.2
06	110.0	114.2	110.5	107.9	107.3	105.0	110.0	110.3	105.2	105.1	109.5	109.4	6.9
08	109.9	114.2	110.3	107.5	106.9	105.3	110.3	110.2	105.5	105.7	109.7	109.5	7.3
10	110.0	114.4	110.7	107.9	107.1	105.3	110.4	110.6	105.5	105.4	110.0	109.6	7.3
12	109.9	114.5	110.8	107.7	107.3	105.3	110.5	110.5	105.5	105.4	110.1	109.7	7.2
14	109.9	114.5	110.8	107.7	107.3	105.4	110.3	110.5	105.4	105.4	110.0	109.6	7.2
16	110.0	114.1	110.6	107.9	107.5	105.5	110.4	110.5	105.5	105.3	109.9	109.6	6.6
18	110.0	114.2	110.6	107.7	107.1	105.2	110.2	110.4	105.4	105.2	109.8	109.5	7.1
20	109.8	114.2	110.5	107.6	107.0	105.1	110.1	110.3	105.2	105.2	109.7	109.4	7.2
22	110.0	114.0	110.4	107.4	106.8	105.0	110.0	110.0	105.1	107.9	109.3	109.2	7.2
24	109.8	113.4	110.0	107.1	106.6	107.7	109.7	109.8	107.7	107.7	110.0	109.0	6.8
26	110.0	113.7	110.4	107.5	107.3	105.1	110.3	110.4	105.4	105.6	110.0	109.5	6.4
28	110.0	114.4	110.7	107.8	107.2	105.3	110.6	110.7	105.5	105.7	110.3	109.7	7.2
30	110.0	114.6	110.8	107.9	107.4	105.6	110.3	110.3	105.3	105.3	110.0	109.7	7.2
32	109.9	114.2	110.5	107.9	107.3	105.0	110.0	110.3	105.2	105.1	109.5	109.4	6.9
34	110.0	114.2	110.3	107.5	106.9	105.3	110.3	110.2	105.5	105.7	109.7	109.5	7.3
36	109.9	114.4	110.7	107.9	107.1	105.3	110.4	110.6	105.5	105.4	110.0	109.6	7.3
38	109.9	114.5	110.8	107.7	107.3	105.3	110.5	110.5	105.5	105.4	110.1	109.7	7.2
40	109.9	114.5	110.8	107.7	107.3	105.4	110.3	110.5	105.4	105.4	110.0	109.6	7.2
42	110.0	114.1	110.6	107.9	107.5	105.5	110.4	110.5	105.5	105.3	109.9	109.6	6.6
44	110.0	114.2	110.6	107.7	107.1	105.2	110.2	110.4	105.4	105.2	109.8	109.5	7.1
46	109.8	114.2	110.5	107.6	107.0	105.1	110.1	110.3	105.2	105.2	109.7	109.4	7.2
48	109.8	114.0	110.4	107.4	106.8	105.0	110.0	110.0	105.1	107.9	109.3	109.2	7.2
50	110.0	114.4	110.7	107.9	107.1	105.3	110.4	110.6	105.5	105.4	110.0	109.6	7.3
52	110.0	114.5	110.8	107.7	107.3	105.3	110.5	110.5	105.5	105.4	110.1	109.7	7.2
54	110.0	114.5	110.8	107.7	107.3	105.4	110.3	110.5	105.4	105.4	110.0	109.6	7.2
56	110.0	114.1	110.6	107.9	107.5	105.5	110.4	110.5	105.5	105.3	109.9	109.6	6.6
58	109.9	114.2	110.6	107.7	107.1	105.2	110.2	110.4	105.4	105.2	109.8	109.5	7.1
60	109.9	114.2	110.5	107.6	107.0	105.1	110.1	110.3	105.2	105.2	109.7	109.4	7.2
T. PROM.	109.9	114.2	110.6	107.7	107.2	105.2	110.3	110.4	105.4	105.3	109.9	109.5	
T. MAX	110.0	114.6	110.8	107.9	107.5	105.6	110.6	110.7	105.5	105.7	110.3		
T. MIN	109.8	113.4	110.0	107.1	106.6	107.7	109.7	109.8	107.7	107.7	109.3		
DTT	0.2	1.2	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	1.0	1.0		

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114.6	0.3
Mínima Temperatura Medida	106.6	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.2	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	7.1	0.3
Estabilidad Medida (s)	0.6	0.04
Uniformidad Medida	7.3	0.3

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





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°131-2021 GLT

Página 3 de 4

8. OBSERVACIONES

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerando, luego del tiempo de estabilización.

Las lecturas se iniciaron luego de un precalentamiento y estabilización de 2 min.

El esquema de distribución y posición de los termocuplas calibrados en los puntos de medición se muestra en la página 4.

(*) Código asignado por G&L LABORATORIO S.A.C

Para la temperatura de 110°C.

La calibración se realizó sin carga.

El promedio de temperatura durante la medición fue 110 °C.

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

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

NOTA:

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del equipo durante la calibración. G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que pueda derivarse del uso inadecuado del objeto calibrado.

Una copia de este documento será mantenida en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.



Teléfono:
(01) 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

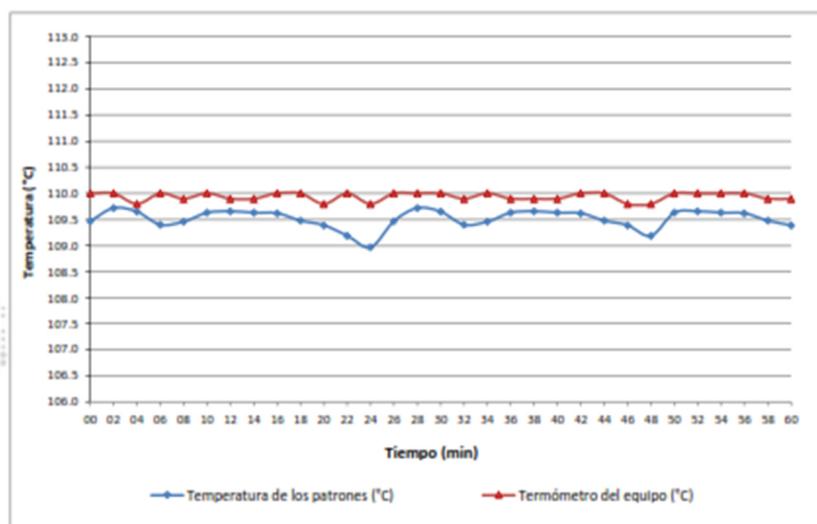
Correo:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

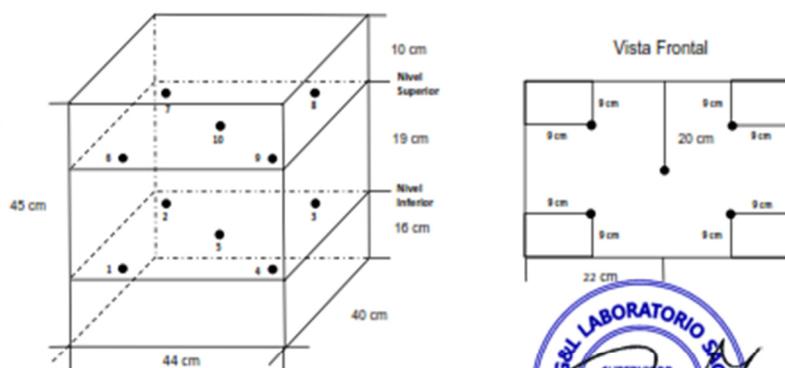
Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C.



DISTRIBUCION DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO 110°C



UBICACIÓN DE LOS SENSORES



Los sensores se colocaron a 6 cm de altura sobre sus respectivos niveles





LABORATORIO DE
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA

Calibration Certificate – Laboratory of Force

OBJETO DE PRUEBA:

Instrument

Rangos

Measurement range

FABRICANTE

Manufacturer

Modelo

Model

Serie

Identification number

Ubicación de la máquina

Location of the machine

Norma de referencia

Name of used reference

Intervalo calibrado

Calibrated interval

Solicitante

Customer

Dirección

Address

Ciudad

City

PATRON(ES) UTILIZADO(S)

Measurement standard

Tipo / Modelo

Type / Model

Rangos

Measurement range

Fabricante

Manufacturer

No. serie

Identification number

Certificado de calibración

Calibration certification

Incertidumbre de medida

Uncertainty of measurement

Método de calibración

Method of calibration

Unidades de medida

Units of measurement

FECHA DE CALIBRACIÓN

Date of calibration

FECHA DE EXPEDICIÓN

Date of issue

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS

Number of pages of the certificate including annexes

FIRMAS AUTORIZADAS

Authorized signatures

Téc. Gilmer A. Huamani Poquioma

Responsable de Metrología

MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

50 kN

PINZUAR LTDA.

PA – 9

051

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO - INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A

NTC – ISO 7500 – 1 (2007 – 07 – 25)

Del 10% al 100% del Rango

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO

HUAMANGA - JESUS NAZARENO

AYACUCHO

T71P / DEF – A

5000 kgf

OHAUS / KELI

B504530209 / AGB8505

N° CC – 2046 – 2020

0.062 %

Comparación Directa

Sistema Internacional de Unidades (SI)

2021 – 03 – 26

2021 – 03 – 31

Pág. 1 de 3

3

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS

Number of pages of the certificate including annexes

FIRMAS AUTORIZADAS

Authorized signatures

Téc. Gilmer A. Huamani Poquioma

Responsable de Metrología

Téc. Gilmer A. Huamani Poquioma

Responsable de Metrología



Teléfono:
(01) 622 – 5814

Celular:
992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo:
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO 074-2021 GLF

Pag. 2 de 3

Método de Calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE
 Tipo de Instrumento: MÁQUINA MANUAL PARA ENSAYOS CBR CON INDICADOR DIGITAL

DATOS DE LA CALIBRACIÓN

Dirección de la Carga: COMPRESIÓN Resolución: 0.002 kN

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patrón				
%	kN	1 (ASC) kN	2 (ASC) kN	2 (DESC) No Aplica	3 (ASC) kN	4 (ASC) No Aplica
10	5.000	5.03	5.10		5.08	
20	10.00	10.01	10.08		10.12	
30	15.00	14.97	14.85		14.89	
40	20.00	19.92	19.87		20.06	
50	25.00	24.82	25.15	No Aplica	25.18	No Aplica
60	30.00	29.70	29.81		29.63	
70	35.00	34.74	35.16		35.07	
80	40.00	39.85	40.08		40.11	
90	45.00	44.99	45.22		45.02	
100	50.00	49.97	49.78		49.84	
Indicación después de Carga:		0.00	0.00		0.00	No Aplica

RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN

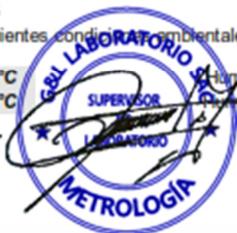
Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución	Incertidumbre
%	kN	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)	Relativa a (%)	Relativa U± (%) k=2
10	5.000	-1.38	1.38			0.040	0.827
20	10.00	-0.70	1.09			0.020	0.646
30	15.00	0.65	0.81			0.013	0.483
40	20.00	0.25	0.95			0.010	0.578
50	25.00	-0.20	1.44	No Aplica	No Aplica	0.008	0.926
60	30.00	0.96	0.61			0.007	0.366
70	35.00	0.03	1.20			0.006	0.736
80	40.00	-0.03	0.65			0.005	0.422
90	45.00	-0.17	0.51			0.004	0.335
100	50.00	0.27	0.38			0.004	0.245
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica	

Técnico de Calibración: Gilmer Huamán Poquioma

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: 26.4 °C Humedad Mínima: 35.0 %Hr
 Temperatura Máxima: 26.7 °C Humedad Máxima: 35.0 %Hr





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO 074-2021 GLF

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

Errores relativos absolutos máximos hallados					
<i>Exactitud</i> q(%)	<i>Repetibilidad</i> b(%)	<i>Reversibilidad</i> v(%)	<i>Accesorios</i> aces(%)	<i>Cero</i> fe(%)	<i>Resolución</i> a(%) en el 20%
0,96	1,44	No Aplica	No Aplica	0,00	0,020

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE 2 Desde el 20%**

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

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

PATRONES DE REFERENCIA

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga tipo "S", con N° de Serie: B504530209 / AGB8505, con incertidumbre del orden de 0,062 % con CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CC - 2046 - 2020.

OBSERVACIONES .

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
2. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez .
3. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre las verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
4. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
5. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
7. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6.4.2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de medición.
8. Se adjunta con el certificado la estampilla de calibración **No. 074-2021 GLF**

FIRMA AUTORIZADA


Téc. **Gilmer A. Huaman Poquioma**
Responsable Técnico de Metrología



☎ Teléfono:
(01) 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

✉ Correo:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

📍 Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima