



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante, con
polvo de mármol y cal, Av. California – Chosica, Lima 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero civil

AUTOR:

Vasquez Soto, Cristian Giovanni (orcid.org/0000-0002-5267-3632)

ASESOR:

Msc. Díaz Huiza, Luis Humberto (orcid.org/0000-0003-1304-5008)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de infraestructura vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A mis padres y a mi hermana por su apoyo incondicional, que hicieron posible culminar mis estudios.

A mi abuela que se encuentra en el cielo y que desde ahí guía mis pasos para cumplir mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser mi guía en cada momento de mi vida.

A la universidad que hizo posible la realización de mis estudios.

A mi asesor Luis Díaz Huiza por su guía y apoyo para lograr culminar mi trabajo de investigación.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	MARCO TEÓRICO	5
III.	METODOLOGÍA	16
	3.1. Tipo y diseño de investigación	16
	3.2. Variables y operacionalización	17
	3.3. Población, muestra y muestreo	17
	3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
	3.5. Procedimiento	19
	3.6. Método de análisis de datos	19
	3.7. Aspectos éticos	20
IV.	RESULTADOS	21
	4.1 Ensayos de la subrasante	21
	4.2 Obtención del polvo de mármol.	23
	4.3 Resultados del suelo natural con adición de polvo de mármol y cal.	24
V.	DISCUSIONES	37
VI.	CONCLUSIONES	39
VII.	RECOMENDACIONES	40
	REFERENCIAS	41
	ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de suelos según el Índice de Plasticidad.....	11
Tabla 2. Composición química del Polvo de mármol.	14
Tabla 3. Muestras para el ensayo de granulometría.	17
Tabla 4. Muestras para el ensayo de contenido de humedad.....	17
Tabla 5. Muestras para el ensayo de límites de consistencia.....	18
Tabla 6. Muestras para el ensayo de Proctor Modificado.	18
Tabla 7. Muestras para el ensayo de CBR.....	18
Tabla 8. Resultados de granulometría.	21
Tabla 9. Límites de consistencia de las calicatas.....	22
Tabla 10. Contenido de humedad de las calicatas.	22
Tabla 11. MDS del suelo natural con polvo de mármol y cal, prueba 01.	25
Tabla 12. MDS del suelo natural con polvo de mármol y cal, prueba 02.	25
Tabla 13. MDS del suelo natural con polvo de mármol y cal, prueba 03.	25
Tabla 14. OCH del suelo natural con polvo de mármol y cal, prueba 01.....	26
Tabla 15. OCH del suelo natural con polvo de mármol y cal, prueba 02.....	27
Tabla 16. OCH del suelo natural con polvo de mármol y cal, prueba 03.....	27
Tabla 17. Ensayo CBR de las muestras, prueba 01.....	28
Tabla 18. Ensayo CBR de las muestras, prueba 02.....	28
Tabla 19. Ensayo CBR de las muestras, prueba 03.....	29
Tabla 20. Resultados de prueba de normalidad para la MDS.	30
Tabla 21. Obtención de la significancia con ANOVA para la MDS.....	31
Tabla 22. Prueba de HSD de Tukey para la MDS.....	31
Tabla 23. <i>Subconjuntos de Tukey para la MDS.</i>	32
Tabla 24. Resultados de prueba de normalidad para el OCH.....	32
Tabla 25. Significancia con Kruskal-Wallis para OCH.	33
Tabla 26. Comparación por pareja para OCH.	33
Tabla 27. Resultados de prueba de normalidad para ensayo CBR.....	34
Tabla 28. Obtención de la significancia con ANOVA para ensayo CBR.	35
Tabla 29. Prueba de HSD de Tukey para el CBR.	35
Tabla 30. Subconjunto de Tukey para el ensayo CBR.....	36

Índice de figuras

Figura 1. Curvas de compactación encontradas en suelos.	12
Figura 2. Esquema del equipo CBR.	13
Figura 3. Polvo de mármol.	14
Figura 4. Análisis granulométrico.	21
Figura 5. Límites de consistencia.	22
Figura 6. Contenido de humedad.	23
Figura 7. Corte de bloques de mármol a láminas.	23
Figura 8. Residuos de mármol discurriendo en agua.	24
Figura 9. Sacos de polvo de mármol.	24
Figura 10. Promedio de la MDS, con porcentajes de polvo de mármol y cal.	26
Figura 11. Promedio de la OCH, con porcentajes de polvo de mármol y cal.	27
Figura 12. Promedio del CBR (95% 0.1”) con porcentajes de polvo de mármol y cal.	29

Índice de abreviaturas

NTP: Norma técnica Peruana.

SUCS: Sistema unificado de clasificación de suelo.

AASHTO: Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes.

IP: Índice de plasticidad.

LL: Límite líquido.

LP: Límite plástico.

MDS: Máxima densidad seca.

OCH: Óptimo contenido de humedad.

PM: Polvo de mármol.

ASTM: American society for testing and materials.

ISO: Internacional organization for standardization.

CBR: California Bearing Ration.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general determinar la influencia de la adición del polvo de mármol y cal en el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante en la Av. California - Chosica, Lima 2022. Se empleó el polvo de mármol y cal como materiales para mejorar la subrasante, debido a que el polvo de mármol es un material de residuo.

Esta investigación fue de tipo aplicada, de diseño experimental. Las adiciones, que se realizaron al suelo natural, fueron de (3% polvo de mármol y 4% de cal), (6% polvo de mármol y 4% de cal) y (9% polvo de mármol y 4% de cal). Los resultados muestran que la adición de (6% polvo de mármol y 4% de cal) al suelo natural, incrementó los valores de CBR de 10.6% a 16.3%, así mismo, la MDS se incrementó de 2.109 gr/cm³ a 2.127 gr/cm³.

Se concluyó que la incorporación de polvo de mármol y cal, influye mejorando las propiedades mecánicas de la subrasante, notándose un incremento en los valores de CBR y MDS. La adición de (6% polvo de mármol y 4% de cal) fue la que mostró mejores resultados en los ensayos de laboratorio.

Palabras clave: Subrasante, propiedades mecánicas, polvo de mármol y cal.

ABSTRACT

The general objective of this research was to determine the influence of the addition of marble and lime powder on the improvement of the mechanical properties of the subgrade on California Avenue - Chosica, Lima 2022. Marble powder and lime were used as materials to improve the subgrade, because marble powder is a waste material.

This research was of an applied experimental design. The additions made to the natural soil were (3% marble powder and 4% lime), (6% marble powder and 4% lime) and (9% marble powder and 4% lime). The results show that the addition of (6% marble powder and 4% lime) to the natural soil increased the CBR values from 10.6% to 16.3%, likewise, the maximum dry density increased from 2.109 g/cm³ to 2.127 g/cm³.

It was concluded that the addition of marble powder and lime improves the mechanical properties of the subgrade, showing an increase in the values of CBR and maximum dry density. The addition of (6% marble powder and 4% lime) showed the best results in the laboratory tests.

Keywords: subgrade, mechanical properties, marble powder and lime.

I. INTRODUCCIÓN

El suelo es uno de los materiales de ingeniería más importantes, sin embargo el suelo al ser un material de origen natural, sus propiedades no pueden determinarse. El ingeniero puede tomar medidas para mejorar sus propiedades con estabilizadores de suelos hasta alcanzar el estado requerido del suelo. Es fundamental la estabilidad del suelo en el campo de la ingeniería civil. (Ayininuola y Olaosebikan, 2013). Los distritos de Puente Piedra, Comas, Villa María del triunfo y Carabaylo tienen elevada población, que están asentado sobre suelos arcillosos. (León, 2016). En algunos casos las construcciones sobre subrasantes arcillosas no son recomendables porque su capacidad de soporte de este tipo de suelo no es el adecuado para resistir las cargas de tránsito que se transmiten por la estructura del pavimento. Por ello, el mejoramiento de suelos es una técnica bastante utilizada al momento de construir vías pavimentadas y no pavimentadas que están sobre subrasante pobres. Se debe esto a que los métodos de estabilización posibilitan una mejoría en las propiedades de ingeniería y de durabilidad de las subrasantes. (Quispe Et. Al, 2020).

Se ha utilizado el mármol en la construcción con usos variados en todo el mundo. Por lo general la extracción del mármol, se lleva a cabo a cielo abierto cortando con sierras y/o hilos diamantados. Su extracción como toda industria genera miles de toneladas de desperdicios. (Betancourt et al., 2015). El corte es un proceso donde se producen desechos de lodo y polvo, en los cuales los bloques son cortados y transformados en piezas y planchas. Este proceso se realiza con discos diamantado, que necesitan agua como medio de refrigeración para evitar que se dañe el equipo de corte. Al mezclarse el agua y la granalla producida en el corte llegan a formar lodos. Estos llevan partículas finas que generalmente se recogen luego de sedimentarse. (Santos, 2012).

El parque automotor se ha intensificado en los últimos años. Según estadísticas del MTC en el año 2007 había un total de 5 341 unidades vehiculares de las principales marcas, para el año 2012 la cifra aumento a 8 448 vehículos, en el año 2016 la cifra llegó a 12 621 y para el año 2019 las unidades vehiculares fueron de 15 900. (MTC - Dirección General de Transporte Terrestre, 2019). Se prevé un incremento del parque automotriz por ello es importante una correcta realización de proyectos viales.

Según el científico David K. Adam de la UNAM, el calentamiento global influye en el incremento de las lluvias. Al aumentar la temperatura de la atmosfera y el mar habrá más vapor de agua, lo cual producirá lluvias más intensas. Se necesita tener más datos consecutivos para cerciorarse de las consecuencias del calentamiento global. En los próximos años se notará el efecto del calentamiento global, ya que el valor calorífico del mar es alto. (Animal político, 2017). A lo largo de su historia Lima ha sido afectada por el aniego, especialmente desde los años 60 y desde los años 80 las inundaciones fueron en aumento. A finales del año 1966, el desborde de un regadío inundó la plaza Grau y sus alrededores, alcanzando hasta Paseo Colón y el Museo de Arte. En 1978 se formó una laguna de aguas negras en Canto Grande. A inicios del año de 1991, se produjo un forado en las avenidas Tacna y emancipación. En el 2002 un camión se hundió completamente en Puente Piedra, los técnicos de Sedapal mencionaron que se debió a la explosión de una tubería matriz, el agua y lodo afectó los pavimentos y casas de doce manzanas de Puente Piedra. (Batalla, 2019). Se prevé un cambio de clima que ocasionen lluvias inesperadas, también se tiene registro de problemas de aniego que pueden volver a repetirse y pueden afectar las vías y sus estructuras. El agua cuando se presenta en los suelos ocasiona problemas y por esa razón es necesario un tratamiento con el fin de mitigar la erosión, migración de finos y presiones indeseables.

Por lo expuesto anteriormente surge la interrogante

Problema general:

- ✓ ¿En qué manera el polvo de mármol y cal influye en el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante en la Av. California - Chosica, Lima 2022?

Problemas específicos:

- ✓ ¿De qué manera la adición de polvo de mármol y cal influye en la Máxima densidad seca de la subrasante en la Av. California - Chosica, Lima 2022?
- ✓ ¿De qué manera la adición de polvo de mármol y cal influye en el Óptimo contenido de humedad de la subrasante en la Av. California - Chosica, Lima 2022?
- ✓ ¿De qué manera la adición de polvo de mármol y cal influye en el CBR de la subrasante en la Av. California - Chosica, Lima 2022?

Objetivo general:

- ✓ Determinar la influencia de la adición del polvo de mármol y cal en el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante en la Av. California - Chosica, Lima 2022.

Objetivos específicos:

- ✓ Determinar la influencia de la adición del polvo de mármol y cal en la Máxima densidad seca de la subrasante en la Av. California - Chosica, Lima 2022.
- ✓ Analizar la influencia de la adición del polvo de mármol y cal en el Óptimo contenido de humedad de la subrasante en la Av. California - Chosica, Lima 2022.
- ✓ Analizar la influencia de la adición del polvo de mármol y cal en el CBR de la subrasante en la Av. California - Chosica, Lima 2022.

Hipótesis general:

- ✓ La adición del polvo de mármol y cal, influye de manera positiva en el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante en la Av. California - Chosica, Lima 2022.

Hipótesis específicas:

- ✓ La adición del polvo de mármol y cal influye de manera significativa en la Máxima densidad seca de la subrasante en la Av. California - Chosica, Lima 2022.
- ✓ La adición del polvo de mármol y cal incide de manera significativa en el Óptimo contenido de humedad de la subrasante en la Av. California - Chosica, Lima 2022.
- ✓ La adición del polvo de mármol y cal influye de manera positiva en el CBR de la subrasante en la Av. California - Chosica, Lima 2022.

Justificación teórica

Es importante el mejoramiento de suelos en la construcción de vías, y de ese modo garantizar una adecuada resistencia del suelo para evitar deformaciones. Los suelos con contenido de arcilla cambian su volumen a causa de la variación de humedad. Estos suelos pueden ocasionar daños a la vías terrestres como por ejemplo ahuellamientos, fisuras, entre otros. Se presenta al polvo de mármol y cal como alternativa para mejorar la subrasante modificando sus propiedades de manera positiva. Y de ese modo tener

conocimientos nuevos para el mejoramiento de subrasantes inadecuadas, para ser utilizadas en el campo de la ingeniería civil.

Justificación práctica

Como justificación práctica se propone dar solución a las fallas del pavimento ocasionadas por el deterioro de sus propiedades mecánicas producto de cargas excesivas de tránsito e infiltración de agua. La subrasante recibe mayor carga proveniente de las capas superiores, y debido a eso sufre hundimientos que se reflejan en la superficie con las patologías del pavimento. Con la incorporación de polvo de mármol y cal se busca atenuar estos efectos mejorando las propiedades de la subrasante. Los pavimentos al recibir cargas vehiculares no previstas en su diseño ocasionando que las capas soporten mayor carga, y sumado a esto la infiltración de agua debilita las capas del pavimento arrastrando finos que ocasiona una disminución de los espesores de sus capas.

Justificación metodológica

Se justifica metodológicamente, debido a que se hizo uso de fichas de observación para analizar los cambios que tuvo la subrasante en sus propiedades mecánicas, aportando nuevas formas de análisis que servirán como fuente para realizar futuras investigaciones referentes al tema.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes internacionales

Najwa et al. (2020), en su artículo “Utilización de residuos de polvo de mármol como materiales de estabilización sostenibles para la capa de subrasante”, el objetivo es investigar cómo el polvo de mármol afecta el rendimiento del suelo de la subrasante. Se emplearon diferentes porcentajes de polvo de mármol (MD) (0, 3, 6, 9, 12, 15). El estudio encontró que agregar un 3 % de polvo de mármol al suelo sin tratar produce los mejores resultados en comparación con otros porcentajes de polvo de mármol. El IP disminuyó aproximadamente un 22 % con el incremento del contenido de MD de 0 % a 12 %. Se concluyó que se puede obtener una reducción en el desplazamiento vertical (ahuellamiento) para pavimento flexible de aproximadamente (55,3 %) cuando el suelo de la subrasante se estabiliza con (3 %) polvo de mármol de desecho.

Amena y Kabeta (2022), en su artículo “Comportamiento mecánico de suelos expansivos reforzados con tiras de plástico estabilizados con polvo de residuo de mármol”, el objetivo fue utilizar desperdicios de plástico y mármol. Se realizaron varias pruebas de laboratorio en suelo expansivo agregando 10, 15 y 20% de mármol y 0,25, 0,5 y 0,75% de tiras de plástico de $5 \times 8 \text{ mm}^2$. Los resultados de laboratorio mostraron que hay buenas mejoras en los parámetros de resistencia a causa de la incorporación de polvo de mármol y tiras de plástico. Con un aumento en las dosificaciones de polvo de mármol y tiras de plástico, aumentan los valores de CBR.

Deboucha et al. (2020), en su artículo “Efectos de los residuos cerámicos, polvo de mármol y cemento en la capa base y subbase de pavimentos”, tuvo como objetivo estimar los efectos de residuos cerámicos (CW), polvo de mármol (PM) y cemento portland ordinario (OPC) en el desempeño de subbase mejorando sus propiedades de ingeniería, como la densidad en seco y la capacidad de carga medida por California Bearing Ration (CBR). Investigó las características de la capa. Se realizó diferentes mezclas de suelos que contienen 5, 10 y 15% de CW, y 2, 3, 4 y 5% de PM (suelo y polvo de mármol), y 1,5 y 2% de OPC por peso seco. Se hizo la investigación con suelo – CW, suelo – PM, suelo – OPC y suelo – CW – OPC. Los resultados mostraron que los valores CBR de subbase aumentan con la adición de desechos reciclados y OPC. Los valores de CBR de las mezclas con OPC solamente y OPC con CW fueron mayores que los de CW y PM solamente. De acuerdo a los resultados de los ensayos, observamos que PM aumenta con

el aumento de CW y PM añadidos al suelo. Además, los resultados de CBR aumentan con la añadidura de CW y PM. Este trabajo ofrece la posibilidad de mejorar la subbase mediante la adición de CW, PM y OPC para obtener una mayor sostenibilidad económica y ambiental a través de una mejor utilización de los recursos.

Antecedentes nacionales

Tacca Huaracca (2021), en su trabajo de investigación “Estabilización de suelo arcilloso con adición de cal para el mejoramiento de la subrasante, Vía de evitamiento, Abancay – Apurímac, 2021”, tuvo como objetivo adicionar cal al suelo arcilloso para mejorar la subrasante de la vía de evitamiento. En su metodología, fue un estudio cuantitativo, tipo de investigación aplicada y de nivel experimental. La tesis dio como resultado que al añadir 4, 8 y 12% de cal, se ve una mejoría en la capacidad de soporte, por ende una mejoría en la estabilización de la subrasante. La adición de 12% de cal al suelo arrojó un CBR de 28.5%, la adición de 8% de cal arrojó un valor de CBR de 24.95%, y el suelo con 4 por ciento de cal mostró un CBR de 19.2%, los cuales llegaron a tener un mayor valor de CBR en comparación con el suelo natural de 9.4%. Respecto al IP, el suelo patrón dio como resultado un valor de 4.17, y con las adiciones de 4, 8 y 12% dieron 3.12, 4.29 y 5.3 respectivamente, respecto al límite líquido los resultados fueron 24.41, 26.05, 26.075 y 27.475 con 0%, 4%, 8% y 12% de adiciones respectivamente, respecto al límite plástico los resultados fueron 20.24, 22.93, 21.79 y 22.18 con las adiciones en porcentajes anteriormente mencionados. Como conclusión en la presente investigación, las adiciones de 4,8 y 12% de cal mejoran el CBR del suelo que conlleva a una mejoría de la subrasante, siendo la adición de 8% la proporción más óptima.

Velásquez Pereyra (2018), en su trabajo de investigación “Influencia del cemento portland tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector La Molina”, se propuso el objetivo de analizar la manera en que influye el cemento Portland Tipo I en la estabilización de un suelo con contenido de arcilla en la subrasante. La incorporación del cemento tipo I fue en los siguientes porcentajes (1, 3 y 5) del peso seco de la muestra de suelo. Se utilizó un diseño de tipo experimental. Con una adición de 5% de cemento, se aprecia una reducción de 44% a 15% en su IP, respecto a su índice de contracción disminuyó de 27 a 19%, respecto a su CBR se obtuvo un aumento de 1.30% a 13.75% al 95% MDS. El autor tuvo como conclusiones, el cemento Portland Tipo I influye, en estabilizar el suelo con contenido de arcilla de la subrasante

de la avenida, se evidenció una disminución de su IP e índice de contracción y un aumento en su CBR.

Curasma Mayta (2021), en su trabajo de investigación “Estabilización de subrasantes blandas con insumos inorgánicos, avenida Integración Este - Torre Torre, Huancayo, Junín 2021”, se planteó el objetivo de determinar el cambio de la estabilización de subrasante blandas con la incorporación de materiales inorgánicos. En sus resultados la dosificación con 35% de materiales inorgánicos (ceniza con cal), arrojó un descenso de 8% a NP en su IP, el OCH aumentó de 9.5% a 14.2%, la MDS disminuyó de 2.058 g/cm³ a un 1.831g/cm³, su CBR aumentó de 7.4 % hasta un 23.40 %. El autor encontró las siguientes conclusiones, la subrasante con 35% de ceniza con cal logra un CBR de 23.40%, un OCH de 14.20%, MDS de 1.831 gr/cm³, y su IP se redujo a No Plástico; lo que indica un aumento de 16% en CBR, una reducción de 11% en la MDS, en la plasticidad disminuyó a un valor de no plástico.

Teoría relacionada al tema

➤ Pavimento

El pavimento es un sistema conformado por varios materiales que forman un grupo de capas que se apoyan en la subrasante, cuyo objetivo es disipar de manera uniforme las cargas de tránsito que estas reciben, las cargas son transmitidas a las capas inferiores. (Tapia, 2011). El pavimento está conformado por un grupo de capas que se superponen, diseñado y construido con componentes adecuados y compactados. (Montejo, 2002).

Las capas hacen posible que los vehículos puedan circular, por un tiempo, por la vía de manera cómoda y segura, incluso bajo variadas condiciones climáticas que pudiesen ocurrir. De acuerdo a esta idea las terracerías, subrasante y terreno natural no lo conformarían. (Tapia, 2011).

El pavimento es un elemento estructural de una o varias capas, cuyo fin es dar soporte a las cargas vehiculares por un tiempo determinado, para extender su vida de servicio es necesario que reciba algún tratamiento. Las capas que lo conforman tienen diferentes espesores y calidades, su principal función es brindar una superficie que resista al desgaste y que tenga un suave deslizamiento, otra de su

función es ser un cuerpo estable y permanente que soporte las cargas de tránsito. (Vivar, 1995).

Pavimento flexible

El pavimento flexible llamado también asfáltico tiene una capa superficial compuesta de una mezcla bituminosa. Son económicos, pero se tienen que hacer mantenimiento regularmente para que cumpla su tiempo de vida. (Tapia, 2011). El pavimento flexible es un tipo de pavimento conformado por una capa bituminosa que se apoya en la base. (Montejo, 2002).

El incremento de las cargas que soportaban los pavimentos creó la necesidad de realizar pavimentos que contengan una mayor capacidad estructural, con mezclas asfálticas de espesores mayores, las llamadas “full depth. Estos son incluidos dentro de pavimentos flexibles por tener asfalto en sus capas superficiales, el comportamiento estructural es diferente, la rigidez de las capas inferiores son iguales e inclusive llegan a ser mayores que las capas superiores. (Tapia, 2011).

Los pavimentos flexibles están constituidos de una capa bituminosa que es soportada por otras capas inferiores flexibles, las cuales transfieren esfuerzos al terreno de fundación, estos esfuerzos disminuyen conforme aumenta la profundidad. (Higuera, 2011).

Deterioro estructural

Los deterioros estructurales son fallas superficiales que se originan por la degradación de las capas que constituyen las partes del pavimento, se podría decir que se ha terminado o está por terminar su tiempo de diseño en las partes afectadas. (INVIAS, 2008).

La estructura del pavimento tiene las siguientes funciones; 1) Brindar a las personas que circulan; seguridad, comodidad y confortabilidad. 2) Brindar a los vehículos la facilidad de circular en diversas condiciones climáticas. 3) Minimizar y distribuir la carga de tráfico para evitar daños a la subrasante. 4) Disminuir la bulla y la contaminación del aire. (Menendez, 2009).

Funciones de la estructura de un pavimento

A continuación mencionaremos las funciones de las capas de los pavimentos flexibles; la subrasante sirve como terreno de fundación para el pavimento. La subbase tiene un ahorro en economía al preferir colocar capas de mayor calidad en la parte cercana a la superficie y de menor calidad en la capa alejada de la superficie. Como capa de transición; al estar bien diseñada la subbase, ofrece protección a la base y a la subrasante, no permite que los materiales finos de la subrasante pasen a la base y a su vez también evita que parte del material de la base penetren hacia la capa inferior del pavimento. Su función distribuyendo esfuerzos; se disipan los esfuerzos transferidos por la base, disminuyendo las presiones verticales a la subrasante. En resistencia; la subbase soporta las cargas que transmiten las cargas vehiculares de capas superiores a inferiores, y las transmite hacia la subrasante. (Higuera, 2011).

La base del pavimento como función económica; contempla una similitud con la subbase. Su función como drenaje; drena el agua que ingresa por la carpeta o bermas, a su vez evita la capilaridad. En su función distribuyendo cargas; su función principal es disipar esfuerzos horizontales de tracción que se originan en la carpeta asfáltica. En resistencia; transmite, a una magnitud adecuada, los esfuerzos del tránsito a la subbase y subrasante. (Higuera, 2011).

La carpeta asfáltica cumple las siguientes funciones: impermeabilidad, superficie de rodamiento, distribución de esfuerzos, y resistencia. Como capa superficial; ofrece una superficie homogénea, fija y segura al tránsito, y resiste la abrasión del tránsito. Impermeabilidad; en su posibilidad evita el avance del agua a las capas inferiores. Distribuyendo esfuerzos; la carpeta asfáltica resiste esfuerzos de compresión y tensión, disipa esfuerzos horizontales de las cargas de tránsito, evitando agrietamientos en la capa. En resistencia; la capacidad estructural es complementada debido a su resistencia a la tensión. (Higuera, 2011).

➤ **Subrasante**

Es la parte superior del movimiento de tierras, sobre él se realiza la construcción de la estructura del pavimento, la cual está conformada regularmente por subbase, base y carpeta asfáltica u hormigón. (Manual de ensayo de materiales MTC, 2016). La subrasante en sí debe tener ciertas propiedades, principalmente resistencia a los

cambios de temperatura y humedad, con poco o ningún cambio de volumen. Si no están presentes en los suelos naturales, deben ser transformados mediante un tratamiento especial o recubrimiento con materiales de suficientes propiedades. (Llanos, 1947).

➤ **Clasificación de suelos**

Los suelos que tengan propiedades parecidas se pueden clasificar, de acuerdo a su comportamiento para la ingeniería y sus características mecánicas. Actualmente se usa el AASHTO y SUCS para clasificar los suelos, mediante la repartición granulométrica y la plasticidad de los suelos, para su aplicación en obra de ingeniería. (Braja Ma Das y González, 2015). La clasificación de suelos basado en granulometría, es popular. (Juarez y Rico, 2005).

Sistema de clasificación AASHTO

El sistema AASHTO fue creado en el año mil novecientos veintinueve como Sistema de Clasificación de Administración de Carreteras. Clasifica al suelo en siete grupos primordiales que comprenden desde A-1 hasta A-7. Los materiales granulares están clasificados en los grupos A-1, A-2 y A-3, estos materiales tienen el 35% o menos de partículas que pasan a través del tamiz #200. En los suelos que pasan más del 35% por el tamiz #200 están clasificados en los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7, y principalmente son limo y materiales del tipo arcilla. Para la clasificación el sistema AASHTO considera el tamaño de grano, plasticidad, y si se hallan guijarros (tamaño > 75 mm). (Braja Ma Das y González, 2015).

Sistema unificado de clasificación de suelo

Originalmente el Sistema Unificado de Clasificación de suelo fue expuesto por Casagrande para ser usado en la construcción de un aeródromo. Dicho sistema clasifica a los suelos en 2 categorías. 1) Los suelos de grano grueso (grava y arena en estado natural) donde menos del de la mitad pasa por el tamiz #200. Cuyos símbolos son S o G, S para arena o suelo arenoso, y G para suelo de grava o grava. 2) Los suelos de grano fino que la mitad o más pasan por el tamiz # 200. Cuyos símbolos son M, C y O. El símbolo M es para limo orgánico, C para arcilla inorgánica, O para limos orgánicos y arcillas. Para la turba, lodo y otros suelos muy orgánicos se usa la simbología Pt. (Das y González, 2015).

Asimismo se utilizan otras letras para clasificarlos; H (alta plasticidad, límite líquido mayor de 50). L (baja plasticidad, límite líquido menor de 50), P (mal clasificado), W (bien clasificado). (Das y González, 2015).

Tabla 1. Clasificación de suelos según el Índice de Plasticidad.

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 Suelos y Pavimentos (MTC, 2014).

➤ Compactación de suelos

La compactación del suelo es la densificación-reducción de la proporción de huecos del suelo por medio de la expulsión del aire, usando compactadores mecánicos, rodillos y apisonadores y agregando agua. La compactación se usa para mejorar los suelos, es una técnica económica y popular. Mediante un esfuerzo mecánico, y con adición o no de agua, la tela del suelo se torna densa debido a la expulsión de aire. Al realizar la compactación se logra una mayor resistencia del suelo, mayor capacidad de soporte, reducción del asentamiento (menor compresibilidad), mayor estabilidad del suelo, entre otros. Si la compactación no es adecuada pueden ocurrir agrietamientos en los pavimentos. (Budhu, 2015). Cuando se construyen vías y otras edificaciones, se compactan los suelos sueltos con el fin de incrementar sus pesos unitarios. Por medio de la compactación las características de resistencia del suelo aumentan, se incrementa su capacidad de carga. Para densificar los suelos granulares se usan rodillos vibratorios. (Braja Ma Das y González, 2015).

La compactación es el fortalecimiento del suelo por medio de la expulsión del aire, mediante energía mecánica. Se mide el grado de compactación de un suelo por medio de su peso unitario seco. Después de la compactación el peso unitario seco se incrementa conforme se incrementa el contenido de humedad. La unidad de peso húmedo y la unidad de peso seco son iguales, cuando el contenido de humedad es cero. (Braja Ma Das y González, 2015).

Para hallar los valores de peso unitario seco máximo de compactación y el OCH, se realiza en una prueba de laboratorio llamada Proctor. (Braja Ma Das y González, 2015).

El contenido de humedad influye en el grado de compactación alcanzado por un suelo. También el tipo de suelo y el esfuerzo de compactación, influyen en la compactación. (Braja Ma Das y González, 2015).

El tipo de suelo; la distribución del tamaño de sus granos, forma con los granos del suelo el peso específico de sólidos del suelo y las arcillas presentes según su tipo y cantidad, influyen en la unidad de peso seco máximo y en el OCH. En la figura se muestran diferentes tipos de suelo y sus curvas de compactación. (Braja Ma Das y González, 2015).

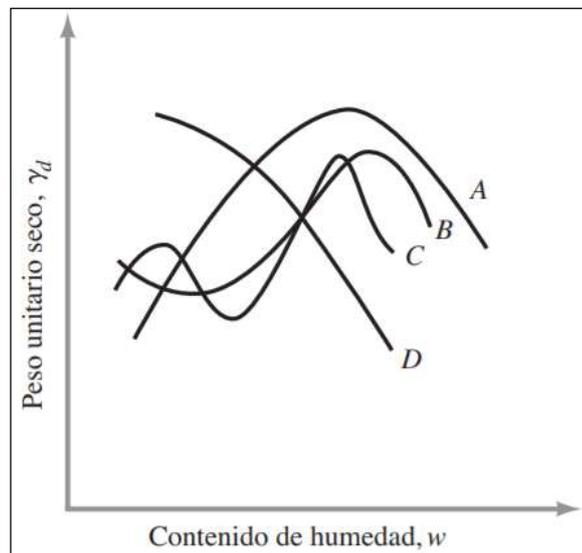


Figura 1. Curvas de compactación encontradas en suelos.

Las curvas de compactación que tienen un solo pico son las de tipo A, están los suelos cuyo límite líquido (LL) está entre 30 y 70. El tipo B de curva tiene un pico y medio, el de tipo C tiene curva de doble pico, los de tipo B y C poseen un LL menor a 30. Las de tipo D no tiene definido un pico. No son muy comunes los suelos con curvas de tipo C y D. (Braja Ma Das y González, 2015).

➤ Valor de relación de soporte CBR

El índice de resistencia de los suelos se denomina valor de la relación de soporte, más conocido como (CBR). Normalmente el ensayo se hace sobre suelo preparado

en laboratorio en determinadas condiciones de densidad y humedad, asimismo puede realizarse el procedimiento de forma similar con muestras inalteradas sacadas del terreno. (Manual de ensayo de materiales MTC E 132, 2016).

Con el ensayo se halla la resistencia potencial de las capas del pavimento concernientes al suelo como la subrasante, subbase y material de base, además se incluyen materiales reutilizados para su uso en pavimentos. La prueba arroja un valor CBR, que es utilizado en diversos diseños de pavimentos flexibles. (Manual de ensayo de materiales MTC E 132, 2016).

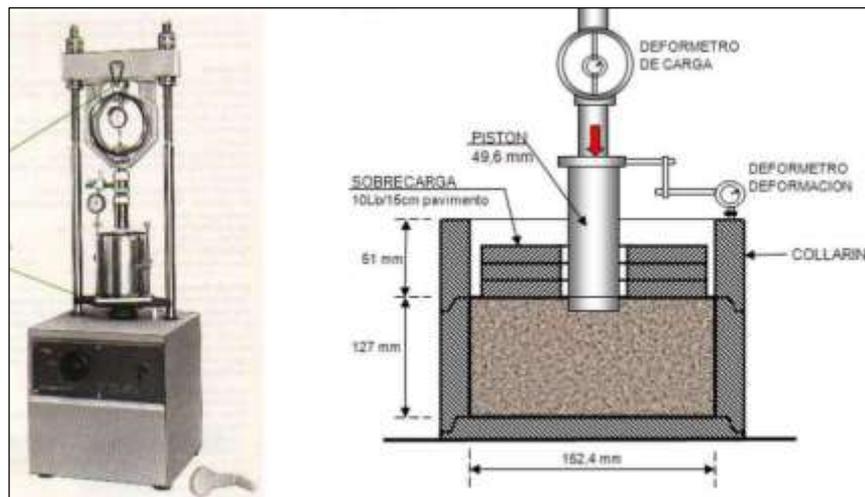


Figura 2. Esquema del equipo CBR.

➤ **Aglomerantes**

Se le conoce como aglomerantes a los elementos que sirven para unir o pegar [...], mediante reacciones químicas en presencia de agua y aire. (Cedeño, 2011).

➤ **Mármol**

El mármol es una roca metamórfica compactada, formada desde rocas caliza, al estar sometidas a altas temperatura y presiones, logra un elevado grado de cristalización. Tiene una variedad de materiales de acuerdo al cromatismo que nos ofrece la naturales, hacen posible su uso en la construcción de diversos ambiente y en las decoraciones actuales. (Banco Central del Ecuador, 2017). En los últimos años la extracción de mármol se ha ido modernizando. Se realizan las explotaciones a cielo abierto. Es necesario conocer las condiciones geológicas de la cantera, para realizar la extracción adecuada, para una adecuada justificación de la inversión. (Díaz, 2003).

Los residuos de mármol aumentan conforme aumenta la producción de mármol. El mármol se produce realizando cortes para dividir el bloque en lámina, para realizar otros cortes se usan sierras. Luego se pule y realizan los acabados. Se estima que por m³ de mármol producido, se obtiene hasta 30% de residuos. (Betancourt et al., 2015).

Polvo de mármol

Químicamente está compuesta por abundante cantidad de carbonato de calcio. Asimismo está compuesto de otros elementos como manganeso, magnesio, hierro, sílice en pequeñas cantidades. (Resser, s.f.). El mármol tiene como componente básico a la calcita (CaCO₃), su contenido es mayor al 90%; además está conformada por arcilla, cuarzo, mica, óxido de hierro, entre otros, consideradas como impurezas, estas últimas son las que dan colores diversos a los mármoles y definen sus características físicas. (Betancourt et al., 2015).

Tabla 2. *Composición química del Polvo de mármol.*

Componentes	CaCO ₃	Fe	Al	SiO ₂
Valor	95%	0.038%	0.10%	1.02%

Fuente: Santos et al., 2012

El polvo de mármol se obtiene cuando se corta o tritura el mármol. Químicamente tiene composición similar que el mármol en bloque. Dicho de otra manera, el polvo es un mineral que tiene elevado carbonato de calcio que mantiene su color original. Y cuando se cristalizan mantienen sus características como resistencia a la intemperie y a microorganismos. (Huertas, 2010).



Figura 3. Polvo de mármol.

➤ **Cal**

La cal es el óxido de calcio que se obtiene quemando piedra caliza, cuyo proceso de fabricación suele explicar que el material sea maleable, pero su forma natural no lo es. Primero se extrae la piedra caliza y luego se calcina para producir la cal viva. (Palma, 2009).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo

La investigación aplicada se diferencia porque tiene propósitos prácticos que están definidos, dicho de otra manera, se realiza la investigación para transformar, actuar, producir o modificar cambios en sectores de la realidad definidos. (Carrasco, 2005).

La investigación es de tipo aplicada porque no se buscará generar nuevos conocimientos de valor universal, se aplicará procedimientos ya definidos y establecidos para conocer la influencia de un material en las propiedades de la subrasante y obtener nuevos resultados.

Diseño

En los experimento se manipulan intencionalmente a las variables independientes para observar el efecto que causa en las variables llamadas dependientes. Se mide la variable dependiente para observar el efecto que la variable independiente tiene en la dependiente. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Se busca probar una relación de causa. (Ávila, 2006). El diseño de investigación es experimental porque se manipula la variable independiente, debido a que se incorporará el polvo de mármol (3%, 6% y 9%) y cal (4%) hasta observar la influencia en las propiedades de la subrasante (variables dependientes).

La investigación es transversal porque los datos son obtenidos en un determinado tiempo.

Enfoque

Una investigación es de enfoque cuantitativo ya que representa a un conjunto de procesos, tiene secuencias y es probatorio. Se caracteriza porque se miden y estiman magnitudes de los problemas de investigación. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). La investigación cuantitativa, por medio de recolección y análisis de datos, busca conocer la realidad de una manera confiable, con las cuales se pueden responden las preguntas de investigación e hipótesis. (Borja,

2012). Esta investigación es cuantitativo porque se medirán las variables en sus unidades de medidas correspondientes.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Polvo de mármol y cal.

Variable dependiente: Propiedades subrasante.

Operacionalización: La operacionalización se encuentra en el anexo 01.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Se llama población a un grupo homogéneo de elementos, en los que se estudia una característica en particular. (Dicovski, 2008). La población es el grupo de casos que coinciden con un grupo de especificaciones. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). La población son las 03 calicatas obtenidas de la subrasante de la avenida California, de profundidad de 1.50m.

Muestra

La muestra será el suelo de la calicata más desfavorable de la subrasante (calicata 01), que se usarán en los ensayos de granulometría, contenido de humedad, límite de consistencia, proctor modificado y CBR.

Tabla 3. Muestras para el ensayo de granulometría.

Suelo natural	Muestras	Total
Calicata 01	1	1
Calicata 02	1	1
Calicata 03	1	1
Total muestras		3

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Muestras para el ensayo de contenido de humedad.

Suelo natural	Muestras	Total
Calicata 01	1	1
Calicata 02	1	1
Calicata 03	1	1
Total muestras		3

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Muestras para el ensayo de límites de consistencia.

Suelo natural	Muestras	Total
Calicata 01	1	1
Calicata 02	1	1
Calicata 03	1	1
Total muestras		3

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Muestras para el ensayo de Proctor Modificado.

Adición de polvo de mármol y cal a la subrasante	Muestras	Total
Patrón	3	3
Patrón + (3%P. Mármol + 4%Cal)	3	3
Patrón + (6% P. Mármol + 4%Cal)	3	3
Patrón + (9% P. Mármol + 4%Cal)	3	3
Total muestras		12

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Muestras para el ensayo de CBR.

Adición de polvo de mármol y cal a la subrasante	Muestras	Total
Patrón	3	3
Patrón + (3%P. Mármol + 4%Cal)	3	3
Patrón + (6% P. Mármol + 4%Cal)	3	3
Patrón + (9% P. Mármol + 4%Cal)	3	3
Total muestras		12

Fuente: elaboración propia.

Muestreo

La muestra no probabilística es un subgrupo de la población, donde los elementos se eligen sin depender de la probabilidad, se eligen de acuerdo a las características y necesidades de la investigación. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014)

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La observación es la percepción que se tiene de los fenómenos o hechos. (Borja, 2012). Esta investigación usará la técnica de la observación.

Para la recolección de datos se usarán guías de observación y manuales. Se realizarán pruebas de laboratorio con el fin de obtener y recolectar datos. Los formatos para recolectar datos están acorde a las normativas correspondientes.

Los instrumentos de recolección serán las fichas técnicas de laboratorio, para observar la granulometría del material se usará la ficha técnica de laboratorio correspondiente a la ASTM – D6913-04, para la observación de límite líquido y plástico se usará la ficha técnica de laboratorio correspondiente a la ASTM D4318, para la observación de contenido de humedad se usará la ficha técnica de laboratorio correspondiente a ASTM D2216, para la observación de Próctor Modificado se usará la ficha técnica de laboratorio correspondiente a (MTC-E115, ASTM D-1557, AASHTO T-180) para la observación de CBR se usará la ficha técnica de laboratorio correspondiente a (MTC E132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

3.5. Procedimiento

Extracción de la subrasante de las tres calicatas.

Ensayos de la subrasante para identificar sus características y condiciones.

Adición del polvo de mármol y cal a las muestras de subrasante, en diferentes porcentajes.

Nuevamente se realizan ensayos de laboratorio del material con la adición del polvo de mármol y cal.

Organización de resultados.

Análisis de resultados, mediante gráficos y tablas.

Conclusiones a partir del análisis de los resultados.

3.6. Método de análisis de datos

En esta parte se detallan las acciones que se realizarán a los datos obtenidos, las operaciones son: clasificación, registro, tabulación y codificación de ser el caso. (Arias, 2006). Después de realizar la recolección y procesamiento de datos se realiza el análisis de datos, siendo una de las fases de mayor importancia de la investigación (Ávila, 2006).

Se realizará el análisis de datos alcanzados de la presente investigación, haciendo uso de hojas de cálculo del software Excel, también mediante gráficos de barras que faciliten su interpretación.

3.7. Aspectos éticos

El trabajo de investigación es pasado por el software turniting, indicando un bajo nivel de similitud, lo que es un indicador de que se está respetando la propiedad intelectual de otras investigaciones sin realizar copias. La bibliografía utilizada ha sido correctamente citada respetando la autoría de las investigaciones, la citación se realiza en formato ISO.

La confiabilidad es la capacidad del instrumento para obtener datos o mediciones de una realidad que se quiere conocer, es decir, medición exacta, del mismo modo la consistencia de la medición en diversos momentos. Un instrumento es confiable cuando las medidas o datos que se obtienen, representan el valor real de variable que está en medición. (Monje, 2011). Los ensayos se realizarán con personal calificado.

Para medir una variable, en primer lugar se mide el instrumento para determinar el grado de validez de nuestra información. (Ospina, 2004). Los instrumentos serán validados con los certificados de calibración de los equipos, los que garantizarán una adecuada medición de las variables.

IV. RESULTADOS

4.1 Ensayos de la subrasante

➤ Granulometría de calicatas

La subrasante fue obtenida de la Av. California – Lurigancho – Chosica. Para realizar el ensayo se utilizó una cantidad representativa.

Tabla 8. Resultados de granulometría.

Descripción	Unidades	Calicata 01	Calicata 02	Calicata 03
Grava	%	0	0	0
Arena	%	36	40	39
Finos	%	64	60	61

Fuente: elaboración propia.

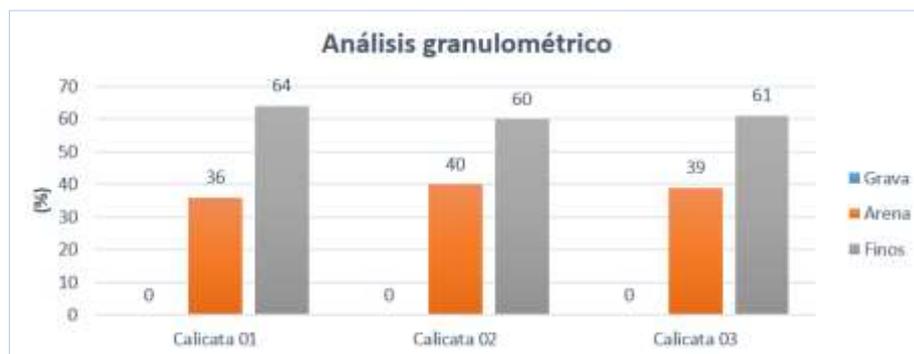


Figura 4. Análisis granulométrico.

En la figura 4 se puede observar los resultados del análisis granulométrico por tamizado de la subrasante, el ensayo se realizó considerando la norma ASTM D6913. La calicata 01 presenta 0% de grava, 36% de arena y 64% de finos, dentro de la clasificación SUCS corresponde a CL (arcilla de baja plasticidad con arena), y dentro de la clasificación AASHTO corresponde a A-6(6). La calicata 02 presenta 0% de grava, 40% de arena y 60% de finos, dentro de la clasificación SUCS corresponde a CL (arcilla de baja plasticidad con arena), y dentro de la clasificación AASHTO corresponde a A-6(6). La calicata 03 presenta 0% de grava, 39% de arena y 61% de finos, dentro de la clasificación SUCS corresponde a CL (arcilla de baja plasticidad con arena), y dentro de la clasificación AASHTO corresponde a A-6(6). Los resultados de las 03 calicatas poseen el mismo tipo de suelo.

➤ Límites de Consistencia

El ensayo de límite de consistencia fue realizado según la norma ASTM D2216, se realizaron los ensayos de las 03 calicatas.

Tabla 9. Límites de consistencia de las calicatas.

Descripción	Calicata 01	Calicata 02	Calicata 03
Límite líquido	27	27	27
Límite plástico	16	15	15
Índice de plasticidad	11	12	12

Fuente: elaboración propia.

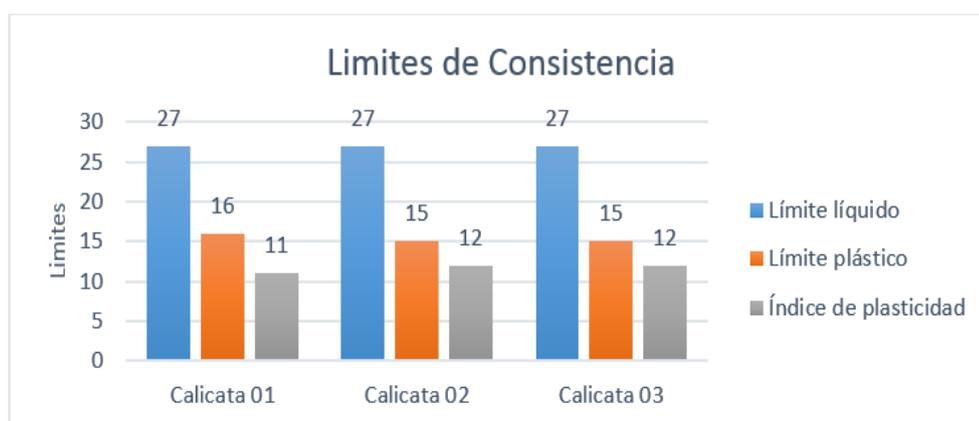


Figura 5. Límites de consistencia.

Como resultados se obtuvo que el índice de plasticidad de la subrasante de las calicatas 01, 02 y 03 fueron de 11,12 y 12 respectivamente. El valor corresponde a suelo arcilloso según el manual de suelos y pavimentos del MTC, donde los valores son mayores a 7.

➤ Contenido de humedad

El ensayo de contenido de humedad fue realizado según la norma ASTM D2216, se hicieron los ensayos de las 03 calicatas.

Tabla 10. Contenido de humedad de las calicatas.

Descripción	Unidades	Calicata 01	Calicata 02	Calicata 03
Contenido de humedad	%	4.0	4.8	3.3

Fuente: elaboración propia.



Figura 6. Contenido de humedad.

Como resultados se obtuvo que el porcentaje de humedad de la subrasante de las calicatas 01, 02 y 03 fue de 4.0%, 4.8% y 3.3% respectivamente.

4.2 Obtención del polvo de mármol.

Se obtuvo de una planta que corta bloques de mármol en láminas delgadas, estas láminas son usadas para acabados en el sector construcción.



Figura 7. Corte de bloques de mármol a láminas.

Al realizar el corte con cierras y agua quedan residuos, lodos de mármol, que luego se sedimentan y finalmente se secan y queda el polvo de mármol.



Figura 8. Residuos de mármol discurriendo en agua.



Figura 9. Sacos de polvo de mármol.

4.3 Resultados del suelo natural con adición de polvo de mármol y cal.

➤ **Máxima densidad seca**

Los resultados de Máxima densidad seca se obtuvieron con el ensayo de Próctor Modificado realizado a la subrasante, se realizaron según las normas MTC E115, ASTM D-1557 y AASHTO T-180, obteniendo los siguientes resultados de las muestras de la calicata 01.

Prueba 01

Tabla 11. *MDS del suelo natural con polvo de mármol y cal, prueba 01.*

Descripción	MDS (gr/cm³)
Suelo natural	2.107
Suelo natural + (3% polvo de mármol + 4% cal)	2.112
Suelo natural + (6% polvo de mármol + 4% cal)	2.125
Suelo natural + (9% polvo de mármol + 4% cal)	2.105

Fuente: elaboración propia.

Prueba 02

Tabla 12. *MDS del suelo natural con polvo de mármol y cal, prueba 02.*

Descripción	MDS (gr/cm³)
Suelo natural	2.110
Suelo natural + (3% polvo de mármol + 4% cal)	2.114
Suelo natural + (6% polvo de mármol + 4% cal)	2.129
Suelo natural + (9% polvo de mármol + 4% cal)	2.102

Fuente: elaboración propia.

Prueba 03

Tabla 13. *MDS del suelo natural con polvo de mármol y cal, prueba 03.*

Descripción	MDS (gr/cm³)
Suelo natural	2.109
Suelo natural + (3% polvo de mármol + 4% cal)	2.117
Suelo natural + (6% polvo de mármol + 4% cal)	2.127
Suelo natural + (9% polvo de mármol + 4% cal)	2.107

Fuente: elaboración propia.



Figura 10. Promedio de la MDS, con porcentajes de polvo de mármol y cal.

En la figura se muestra que la MDS del suelo natural alcanza el valor de 2.109 gr/cm³; con las adiciones de (3% polvo de mármol +4% cal), (6% polvo de mármol +4% cal) y (9% polvo de mármol +4% cal) alcanzan valores de 2.114, 2.127 y 2.105 (gr/cm³) respectivamente. Los resultados del suelo natural y de cada adición corresponden al promedio de 03 pruebas.

- PROCTOR MODIFICADO
- Óptimo contenido de humedad (OCH)

Los resultados de OCH se obtuvieron con el ensayo de Próctor Modificado realizado a la subrasante, se realizaron según las normas MTC E115, ASTM D-1557 y AASHTO T-180, obteniendo los siguientes resultados de las muestras de la calicata 01.

Prueba 01

Tabla 14. OCH del suelo natural con polvo de mármol y cal, prueba 01.

Descripción	OCH (%)
Suelo natural	8.7
Suelo natural + (3% polvo de mármol + 4% cal)	9.1
Suelo natural + (6% polvo de mármol + 4% cal)	9.1
Suelo natural + (9% polvo de mármol + 4% cal)	9

Fuente: elaboración propia.

Prueba 02

Tabla 15. OCH del suelo natural con polvo de mármol y cal, prueba 02.

Descripción	OCH (%)
Suelo natural	8.6
Suelo natural + (3% polvo de mármol + 4% cal)	9.6
Suelo natural + (6% polvo de mármol + 4% cal)	9
Suelo natural + (9% polvo de mármol + 4% cal)	9.1

Fuente: elaboración propia.

Prueba 03

Tabla 16. OCH del suelo natural con polvo de mármol y cal, prueba 03.

Descripción	OCH (%)
Suelo natural	8.5
Suelo natural + (3% polvo de mármol + 4% cal)	9.1
Suelo natural + (6% polvo de mármol + 4% cal)	9.3
Suelo natural + (9% polvo de mármol + 4% cal)	9

Fuente: elaboración propia.

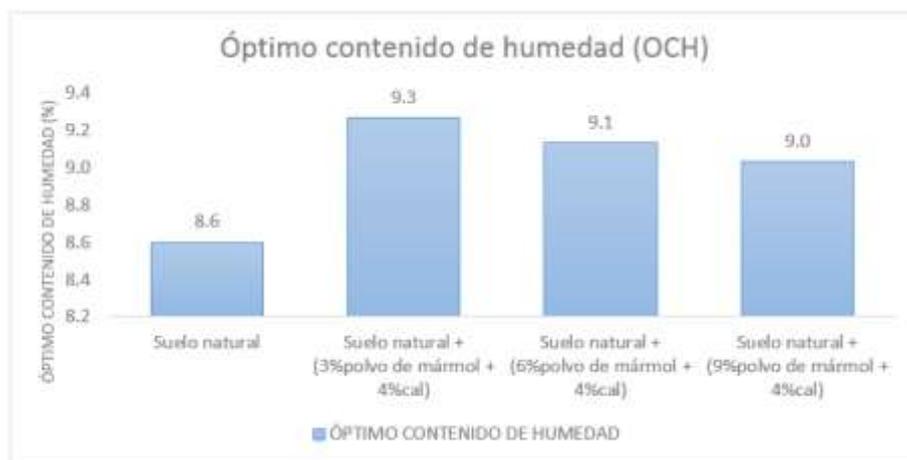


Figura 11. Promedio de la OCH, con porcentajes de polvo de mármol y cal.

En la figura se muestra que el OCH del suelo natural alcanza el valor de 8.6%; con las adiciones de (3% polvo de mármol +4%cal), (6% polvo de mármol +4%cal) y (9% polvo de mármol +4%cal) alcanzan valores de 9.3, 9.1 y 9.0 (%) respectivamente. Los resultados del suelo natural y de cada adición corresponden al promedio de 03 pruebas.

➤ CBR.

El ensayo de CBR realizado a la subrasante fue según la norma MTC E-132, AASHTO T-193 y ASTM D 1883, obteniendo los siguientes resultados de las muestras de la calicata 01.

Prueba 01

Tabla 17. *Ensayo CBR de las muestras, prueba 01.*

Descripción	0.1"		0.2"	
	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%
Suelo natural	14.8	10.2	17.6	13.6
Suelo natural + (3%polvo de mármol + 4%cal)	18.2	14.4	20.9	16.3
Suelo natural + (6%polvo de mármol + 4%cal)	20.8	16.2	23.5	19.7
Suelo natural + (9%polvo de mármol + 4%cal)	18.9	15.9	22.9	19.3

Fuente: elaboración propia.

Prueba 02

Tabla 18. *Ensayo CBR de las muestras, prueba 02.*

Descripción	0.1"		0.2"	
	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%
Suelo natural	14.7	11.5	17.3	14.7
Suelo natural + (3%polvo de mármol + 4%cal)	18	14.3	20.8	16.2
Suelo natural + (6%polvo de mármol + 4%cal)	20.8	16.5	24.5	20.8
Suelo natural + (9%polvo de mármol + 4%cal)	19.8	15.8	21.9	18.9

Fuente: elaboración propia.

Prueba 03

Tabla 19. Ensayo CBR de las muestras, prueba 03.

Descripción	0.1"		0.2"	
	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%
Suelo natural	15	10.3	17.2	14.6
Suelo natural + (3%polvo de mármol + 4%cal)	18.1	13.8	20.7	16.2
Suelo natural + (6%polvo de mármol + 4%cal)	21.4	16.1	24.8	19.9
Suelo natural + (9%polvo de mármol + 4%cal)	20.3	15.4	21.9	18.6

Fuente: elaboración propia.

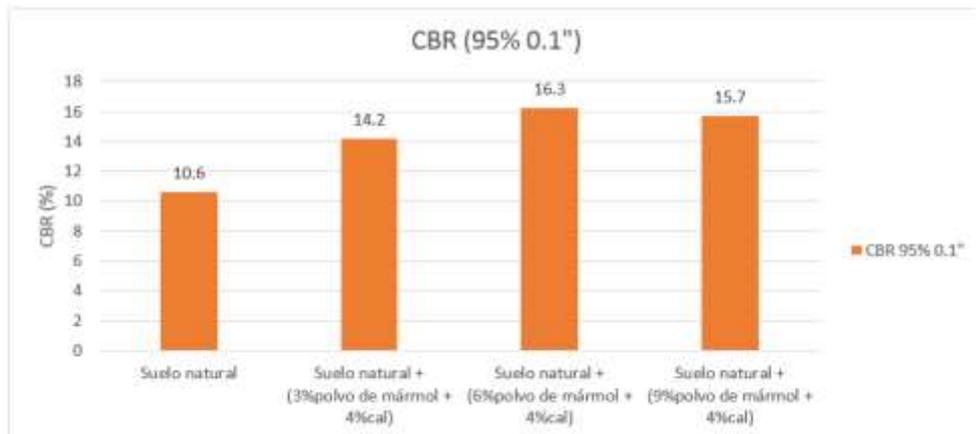


Figura 12. Promedio del CBR (95% 0.1") con porcentajes de polvo de mármol y cal.

El resultado del CBR al 95% del suelo natural fue de 10.6%, con las adiciones de polvo de mármol y cal los valores de CBR se incrementan, luego de ello empieza a disminuir. Los valores más altos de CBR se encuentran con la adición de (6% de polvo de mármol y 4% de cal), alcanzando el valor de 16.3%. Luego, con la adición de (9% de polvo de mármol y 4% de cal) el valor decrece hasta alcanzar un CBR de 15.7%. Los resultados del suelo natural y de cada adición corresponden al promedio de 03 pruebas.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Hipótesis específica 1:

La adición del polvo de mármol y cal influye de manera significativa en la Máxima densidad seca de la subrasante de la Av. California.

Contrastación de hipótesis:

Se efectuó la prueba de normalidad para ver si los resultados de MDS tienen distribución normal o no. En este caso corresponde usar la prueba Shapiro Will por tratarse de muestras menores a 30. La prueba de normalidad se realizó mediante el software SPSS versión 2021.

Tabla 20. Resultados de prueba de normalidad para la MDS.

Pruebas de normalidad							
GRUPOS		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Máxima densidad seca	SN	,253	3	.	,964	3	,637
	SN + (3%PM + 4% Cal)	,219	3	.	,987	3	,780
	SN + (6%PM + 4% Cal)	,175	3	.	1,000	3	1,000
	SN + (9%PM + 4% Cal)	,219	3	.	,987	3	,780

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 20, los valores de significancia de los datos de la MDS son mayores a 0.05, lo que indica que tienen distribución normal, ello hace posible realizar la prueba paramétrica análisis de varianza (ANOVA).

Formulación de las hipótesis nula y alterna.

Ho: La adición del polvo de mármol y cal no influye de manera significativa en la MDS de la subrasante de la Av. California.

H1: La adición del polvo de mármol y cal influye de manera significativa en la MDS de la subrasante de la Av. California.

Tabla 21. Obtención de la significancia con ANOVA para la MDS.

ANOVA de un factor					
Máxima densidad seca					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,001	3	,000	59,836	,000
Intra-grupos	,000	8	,000		
Total	,001	11			

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 21, la significancia tiene un valor de 0.000, que es menor de 0.05, por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, entonces la adición de polvo de mármol y cal influye significativamente sobre la MDS del suelo de la subrasante.

Para analizar la dosificación de polvo de mármol y cal, que influyó más sobre la MDS se hicieron comparaciones múltiples de los grupos mediante la post prueba de Tukey.

Tabla 22. Prueba de HSD de Tukey para la MDS.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Máxima densidad seca						
HSD de Tukey						
(I) GRUPOS	(J) GRUPOS	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
SN	SN + (3%PM + 4% Cal)	-,005667	,001780	,051	-,01137	,00003
	SN + (6%PM + 4% Cal)	-,018333*	,001780	,000	-,02403	-,01263
	SN + (9%PM + 4% Cal)	,004000	,001780	,190	-,00170	,00970

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 23. Subconjuntos de Tukey para la MDS.

Máxima densidad seca				
HSD de Tukey ^a				
GRUPOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
SN + (9%PM + 4% Cal)	3	2,10467		
SN	3	2,10867	2,10867	
SN + (3%PM + 4% Cal)	3		2,11433	
SN + (6%PM + 4% Cal)	3			2,12700
Sig.		,190	,051	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

Fuente: elaboración propia.

La dosificación de polvo de mármol y cal, que más influyó de manera significativa en la MDS del suelo de subrasante es la adición de (6%PM + 4% de cal), porque el valor promedio está ubicado en una columna distinta respecto al suelo natural.

Hipótesis específica 2:

La adición del polvo de mármol y cal incide de manera significativa en el Óptimo contenido de humedad de la subrasante de la Av. California.

Contrastación de hipótesis:

Se efectuó la prueba de normalidad para ver si los resultados de OCH tienen distribución normal o no. En este caso corresponde usar la prueba Shapiro Will por tratarse de muestras menores a 30. La prueba de normalidad se realizó mediante el software SPSS versión 2021.

Tabla 24. Resultados de prueba de normalidad para el OCH.

Pruebas de normalidad							
GRUPOS		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Óptimo contenido de humedad	SN	,175	3	.	1,000	3	1,000
	SN + (3%PM + 4% Cal)	,385	3	.	,750	3	,000
	SN + (6%PM + 4% Cal)	,253	3	.	,964	3	,637
	SN + (9%PM + 4% Cal)	,385	3	.	,750	3	,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla, los valores de significancia de los datos del OCH no son mayores a 0.05, lo que indica que no tienen distribución normal. Se realiza la prueba no paramétrica Kruskal Wallis

Formulación de las hipótesis nula y alterna.

Ho: La adición del polvo de mármol y cal no incide de manera significativa en el OCH de la subrasante de la Av. California.

H1: La adición del polvo de mármol y cal incide de manera significativa en el OCH de la subrasante de la Av. California.

Tabla 25. Significancia con Kruskal-Wallis para OCH.

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Óptimo contenido de humedad es la misma entre las categorías de GRUPOS.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,045	Rechazar la hipótesis nula.
Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.				

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 25, la significancia tiene un valor de 0.045, que es menor de 0.05, por lo cual se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna, entonces la adición del polvo de mármol y cal incide de manera significativa en el Óptimo contenido de humedad de la subrasante de la Av. California.

Tabla 26. Comparación por pareja para OCH.

Muestra1-Muestra2	Prueba estadística	Error típico	Desv. Prueba estadística	Sig.	Sig. ady.
SN-SN + (9%PM + 4% Cal)	-4,167	2,871	-1,451	,147	,880
SN-SN + (6%PM + 4% Cal)	-6,167	2,871	-2,148	,032	,190
SN-SN + (3%PM + 4% Cal)	-7,667	2,871	-2,670	,008	,045

Fuente: elaboración propia.

Según la tabla el porcentaje de adición que incidió significativamente en el OCH del suelo fue la adición de (3% de polvo de mármol y 4% de cal), porque el valor de significación tiene un valor menor a 0.05.

Hipótesis específica 3:

La adición del polvo de mármol y cal influye de manera positiva en el CBR de la subrasante de la Av. California.

Contrastación de hipótesis:

Se efectuó la prueba de normalidad para ver si los resultados de CBR tienen distribución normal o no. En este caso corresponde usar la prueba Shapiro Will por tratarse de muestras menores a 30. La prueba de normalidad se realizó mediante el software SPSS versión 2021.

Tabla 27. Resultados de prueba de normalidad para ensayo CBR.

Pruebas de normalidad							
GRUPOS		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CBR (95% - 0.1")	SN	,361	3	.	,807	3	,132
	SN + (3%PM + 4% Cal)	,328	3	.	,871	3	,298
	SN + (6%PM + 4% Cal)	,292	3	.	,923	3	,463
	SN + (9%PM + 4% Cal)	,314	3	.	,893	3	,363

Fuente: elaboración propia.

Formulación de la hipótesis nula y alterna.

H₀: La adición del polvo de mármol y cal no influye de manera positiva en el CBR de la subrasante en la Av. California.

H₁: La adición del polvo de mármol y cal influye de manera positiva en el CBR de la subrasante en la Av. California.

Tabla 28. Obtención de la significancia con ANOVA para ensayo CBR.

ANOVA de un factor					
CBR (95% - 0.1")					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	57,020	3	19,007	102,739	,000
Intra-grupos	1,480	8	,185		
Total	58,500	11			

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 28, la significancia tiene un valor de 0.000, que es menor de 0.05, por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador, entonces la adición de polvo de mármol y cal influye de manera positiva en el CBR del suelo de la subrasante.

Para analizar la dosificación de polvo de mármol y cal, que influyó más sobre el CBR se hicieron comparaciones múltiples a través de la post prueba de Tukey.

Tabla 29. Prueba de HSD de Tukey para el CBR.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: CBR (95% - 0.1")						
HSD de Tukey						
(I) GRUPOS	(J) GRUPOS	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
SN	SN + (3%PM + 4% Cal)	-3,50000*	,35119	,000	-4,6246	-2,3754
	SN + (6%PM + 4% Cal)	-5,60000*	,35119	,000	-6,7246	-4,4754
	SN + (9%PM + 4% Cal)	-5,03333*	,35119	,000	-6,1580	-3,9087

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 30. Subconjunto de Tukey para el ensayo CBR.

CBR (95% - 0.1")				
HSD de Tukey ^a				
GRUPOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
SN	3	10,6667		
SN + (3%PM + 4% Cal)	3		14,1667	
SN + (9%PM + 4% Cal)	3			15,7000
SN + (6%PM + 4% Cal)	3			16,2667
Sig.		1,000	1,000	,423

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

Fuente: elaboración propia.

La dosificación de polvo de mármol y cal, que más influyó positivamente en el CBR del suelo de la subrasante es la adición de (6% de PM + 4 % cal), porque el valor promedio se encuentra ubicado en una columna distinta respecto al suelo natural.

V. DISCUSIONES

En el trabajo de investigación de Tacca (2021), titulada “Estabilización de suelo arcilloso con adición de cal para el mejoramiento de la subrasante, Vía de evitamiento, Abancay – Apurímac, 2021” llegó a la conclusión que al adicionar 4% de cal a un suelo arcilloso su CBR (95% 0.1”) se incrementó de 9.4% a 19.2%. En el presente trabajo de investigación al adicionar (3% de polvo de mármol y 4% de cal) al suelo natural, el CBR (95% 0.1”) se incrementó de 10.6% a 14.2%. Evidenciándose un incremento en ambas investigaciones, sin embargo, como se puede notar, el incremento de CBR, en la presente investigación no se llegó a duplicar como si lo fue en los resultados de Tacca. Así mismo, Deboucha et al. (2020), en su artículo “Efectos de los residuos cerámicos, polvo de mármol y cemento en la capa base y subbase de pavimentos” obtuvo como resultados al añadir 4% y 5% de polvo de mármol al suelo natural, valores de CBR de 51.64, 81.57, 91.55 % respectivamente, evidenciándose un incremento en los valores de CBR conforme aumentaban los porcentajes de adiciones. En la presente investigación y en los dos antecedentes mencionados, las adiciones, influyen incrementando los valores de CBR.

Al realizar los ensayos de Proctor modificado se encontraron los siguientes resultados de la MDS. La MDS del suelo natural alcanza el valor de 2.109 gr/cm³, con las adiciones de (3% polvo de mármol +4%cal), (6% polvo de mármol +4%cal) y de (9% polvo de mármol +4%cal) alcanzaron los valores de 2.114 gr/cm³, 2.127 gr/cm³, y 2.105 gr/cm³ respectivamente. Conforme aumentan los porcentajes de adición de polvo de mármol y cal, en el suelo natural, la MDS también aumenta hasta la segunda adición (6% polvo de mármol +4%cal). Najwa et al. (2020), en su artículo “Utilización de residuos de polvo de mármol como materiales de estabilización sostenibles para la capa de subrasante”, utilizaron polvo de mármol en los porcentajes de 3,6,9,12 y 15 % en suelos arcillosos. Sus resultados también mostraron que al aumentar los porcentajes de polvo de mármol, la MDS también aumentaba. Los resultados de MDS, del antecedente mencionado, fueron de 1.60 gr/cm³, 1.67 gr/cm³, 1.72 gr/cm³, 1.78 gr/cm³, 1.8 gr/cm³, y 1.81 gr/cm³, notándose un incremento en sus valores.

El Óptimo contenido de humedad (OCH) del suelo natural fue de 8.6%, con la adición de (3% polvo de mármol +4%cal) el OCH alcanzó el valor de 9.3%, con la adición de (6% polvo de mármol +4%cal) el OCH alcanzó el valor de 9.1%, y con la adición de (9% polvo de mármol +4%cal) el OCH alcanzó el valor de 9%. El OCH aumenta con la

primera adición luego para las siguientes adiciones empieza a disminuir sus valores. Así mismo, Tacca (2021), adicionó cal a un suelo arcilloso, cuando adicionó 4% de cal el valor de OCH aumento en comparación con el suelo natural, luego con la adición de 8% de cal el OCH disminuye. A diferencia, la investigación de Najwa et al. (2020), mencionado como antecedente, los valores de OCH disminuyen conforme se incrementan las adiciones de polvo de mármol.

VI. CONCLUSIONES

La adición de polvo de mármol y cal influyó de manera positiva en las propiedades mecánicas de la subrasante de la avenida California. Notándose incrementos en los valores de CBR y MDS con las adiciones de (3% de polvo de mármol + 4% cal), (6% de polvo de mármol + 4% cal), y (9% de polvo de mármol + 4% cal).

La adición de polvo de mármol y cal influyó de manera significativa en la MDS de la subrasante de la avenida California. Con las adiciones de (3% de polvo de mármol + 4% cal), (6% de polvo de mármol + 4% cal) los valores de MDS fueron de 2.114 gr/cm³ y 2.127 gr/cm³ respectivamente, mientras que el valor de la MDS del suelo natural fue de 2.109 gr/cm³. Notándose un incremento en los valores de su MDS respecto al suelo natural.

La adición de polvo de mármol y cal incidieron de manera significativa en el OCH del suelo de la subrasante de la avenida California. El OCH del suelo natural fue de 8.6 %, mientras que con las adiciones de (3 % polvo de mármol + 4 % de cal), (6 % polvo de mármol + 4 % de cal, 9 % polvo de mármol + 4 %) de cal se encontraron valores de OCH de 9.3 %, 9.1 % y 9.0 % respectivamente, donde estas dos últimas dosificaciones no resultaron significativas estadísticamente de acuerdo a la comparación de grupos por el estadístico de Kruskal Wallis.

La adición de polvo de mármol y cal incidió de manera positiva en el CBR de la subrasante de la avenida California. Con las adiciones de (3% de polvo de mármol + 4% cal), (6% de polvo de mármol + 4% cal) y (9% de polvo de mármol + 4% cal) los valores de CBR (95% 0.1'') fueron de 14.2%, 16.3% y 15.7% respectivamente, mientras que el valor de CBR (95% 0.1'') del suelo natural fue de 10.6%. Notándose un incremento en los valores de CBR (95% 0.1'') con las adiciones, respecto al suelo natural.

VII. RECOMENDACIONES

Para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de subrasantes similares a la presente investigación, se recomienda el uso de polvo de mármol y cal conjuntamente, ya que los resultados de la presente investigación muestran que hay mejora en los valores de CBR y MDS.

Se recomienda emplear conjuntamente, 6% de polvo de mármol y 4% de cal, para mejorar las propiedades mecánicas de subrasantes similares a la presente investigación, debido a que esos porcentajes de adiciones obtuvieron mejores resultados en esta investigación.

Así mismo se recomienda emplear el polvo de mármol en subrasantes similares a la presente investigación, ya que es un material de residuo, que se obtiene al cortar los bloques de mármol.

REFERENCIAS

AMENA, Shelema; KABETA, Worku Firomsa. Mechanical Behavior of Plastic Strips-Reinforced Expansive Soils Stabilized with Waste Marble Dust. *Advances in Civil Engineering*, 2022, vol. 2022.

ARIAS, Fidias. *El proyecto de Investigación introducción a la Metodología Científica* [en línea]. 6 ed. Venezuela: Episteme, 2006 [fecha de consulta: 11 mayo 2021].

ÁVILA, Hector. *Introducción a la metodología de la investigación*. Edición electrónica [en línea]. Mexico: Eumed, 2006 [fecha de consulta: 14 de mayo de 2021]. *Disponible en: www.eumed.net/libros/2006c/203*. ISBN: 84690199996

AYININUOLA, Gbenga., & OLAOSEBIKAN, Oluwatobi. *Influence of Rice husk ash on soil permeability*. *Magazine Transnational Journal of Science and Technology*, 3(10), 29-33, 2013.

BANCO Central del Ecuador. *Sector minero. Cartilla informativa*. 2017 [fecha de consulta: 04 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/Hidrocarburos/cartilla00.pdf>

BATALLA, Carlos. *Lima bajo aguas oscuras* [en línea]. *El Comercio* 20 de enero de 2019. [fecha de consulta: 06 de abril de 2021]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/archivo-elcomercio/lima-aguas-oscuras-noticia-598941-noticia/?ref=ecr>

BORJA, Manuel. *Metodología de la investigación científica para ingenieros* [en línea]. *Chiclayo*, 2012. Disponible en: <https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil>

BUDHU, Muniram. *Soil mechanics fundamentals*. John Wiley & Sons, United Kingdom 1. 2015. ISBN 9780470577950

CARRASCO, Sergio. *Metodología de la Investigación científica* [en línea]. 1a ed. Lima: Editorial San Marcos, 2005. [fecha de consulta: 20 de mayo de 2021]. Disponible en: http://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-de-la-investigacion-cientifica_45761. ISBN: 9789972383441

CEDEÑO, Valdiviezo. *Aglomerantes, morteros y aplanados adecuados para proteger el medioambiente*. Revista de Arquitectura (Bogotá) [en línea]. 2011, 13 (), 106-117 [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=125121298012>
ISSN: 1657-0308

CURASMA, Wilbert. *Estabilización de subrasantes blandas con insumos inorgánicos, avenida Integración Este-Torre Torre, Huancayo, Junín 2021*. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Huancayo: Universidad Continental, 2021. 137 pp.

DAS, Braja M. *Fundamentos de ingeniería geotécnica* [en línea]. 4a. ed. Mexico: Cengage Learning, 2015. [fecha de consulta: 18 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://latinoamerica.cengage.com>
ISBN: 9786075193724

DEBOUCHA, S., Aissa Mamoune, S., Sail, Y., & Ziani, H. *Effects of ceramic waste, marble dust, and cement in pavement sub-base layer*. Magazine Geotechnical and Geological Engineering, 38(3), 2020.
ISSN: 3331-3340.

DÍAZ, Alejandra. *Rocas ornamentales en el Perú: Mercados y perspectivas*-[Boletín B 13] [en línea]. Lima: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET, 2003, 257 pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/211>

DICOVSKIY Riobóo, Luis María. *Estadística básica para ingenieros*. Nicaragua: Universidad Nacional de Ingeniería, 2008, 111 pp. Disponible en: <https://luisdi.files.wordpress.com/2008/08/curso-i-de-estadc3adstica.pdf>

HERNÁNDEZ Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6a. ed.)

HIGUERA, Carlos. *Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras* [en línea]. Vol. 2. Colombia: UPTC, 2011 [fecha de consulta: 18 de octubre de 2022]. Disponible en: <ftp://ftp.unicauca.edu.co/cuentas/harenas/docs/pavimentos/documentos%20de%20consulta/higueradise%c3%91opavimlibro1.pdf>

HUERTAS, Manuel. *Materiales, procedimientos y técnicas pictóricas I: Soportes, materiales y útiles empleados en la pintura de caballete* [en línea]. Madrid: Ediciones AKAL, 2010 [fecha de consulta: 18 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=TDbyFkZGru4C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
ISBN: 9788446018629

INSTITUTO Nacional de Vías. *Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras*. Colombia: Ministerio de Transporte, 509 pp., 2008. Disponible en: <https://es.slideshare.net/castilloaroni/gua-metodologica-para-el-diseo-de-obras-de-rehabilitacin-de-pavimentos-asflicos-de-carreteras>

JASSIM, Najwa Wasif, HASSAN, Hanan Adnan, MOHAMMED, Hadeel Ammar y FATTAH, Mohammed Yousif, Utilization of waste marble powder as sustainable stabilization materials for subgrade layer. Results in Engineering [en línea], vol. 14, no. April, pp. 100436. 2022. ISSN 25901230. DOI 10.1016/j.rineng.2022.100436. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100436>.

JUAREZ, E, & Rico, A. *Mecánica De Suelos I/Ground Mechanics I: Fundamentos de la Mecánica de Suelos/Fundamentals of Ground Mechanics*. México: Editorial Limusa, 644 pp., 2005. Disponible en: https://suelos.milaulas.com/pluginfile.php/128/mod_resource/content/1/Mecanica%20de%20suelos%20-%20Juarez%20Badillo.pdf
ISBN: 9681800699

LLANOS, Mauro. *La mecánica de los suelos y su aplicación al diseño de los pavimentos* [en línea]. Lima: Escuela Nacional de Ingenieros, 1947. [Fecha de consulta: 08 de octubre de 2022].

MENDOZA, M.; GUADARRAMA, J. *Bases y subbases*. Tesis (Pregrado). México: Escuela superior de ingeniería y arquitectura unidad Zacatenco, Instituto Politecnico Nacional, 2008. 170 pp.

MENÉNDEZ, José. *Ingeniería de Pavimentos- Materiales, Diseño y Conservación* [en línea]. 1a. ed. Lima: Editorial Instituto de la Construcción y Gerencia, 108 pp., 2009 [fecha de consulta: 18 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://civilarq.com/libro/ingenieria-de-pavimentos-materiales-diseno-y-conservacion-jose-rafael-menendez-acurio/>

Ministerio de Transportes y comunicaciones. *Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección suelos y pavimentos*. Lima: MTC, 280 pp., 2014. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Manual de ensayo de materiales MTC E 132*. Lima: MTC, 2016. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones - Dirección General de Transporte Terrestre. *Parque vehicular autorizado del transporte de pasajeros, según principales marcas: 2007-2019*. 2019 [fecha de consulta: 02 de octubre de 2022].

MONJE, Carlos. *Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa*. Colombia: Universidad Surcolombiana, 216 pp. 2011. Disponible en: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>

MONTEJO, Alfonso. (2002). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*.

OSPINA, Jairo. Metodología de la investigación en ciencias de la salud. Bogotá: Universidad Cooperativa de Colombia, 2004 [fecha de consulta: 11 mayo 2021].

PALMA, Vladimira. *Historia de la producción de cal en el norte de la cuenca de México*. CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva [en línea]. 2009, 16(3), 227-234 [fecha de consulta: 14 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10412057002>

QUISPE SALAZAR, Fernando Raúl, et al. *Estabilización de una subrasante arcillosa de baja plasticidad con cenizas de cáscara de arroz*. 2020

RAMÍREZ (1997). *Metodología de la información*. [Documento en línea]. Recuperado el 28 de junio del 2021. Disponible en: <http://www.slideshare.net/oladys/analisis-de-un-informede-investigación>.

REDACCIÓN ANIMAL POLÍTICO. Ni tan atípicas, científico de la UNAM explica por qué las lluvias inundan la CDMX. *Animal Político* [en línea]. México, 01 de setiembre 2017 [fecha de consulta: 11 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.animalpolitico.com/2017/09/lluvias-inundaciones-cdmx-atipicas/>

Resser, C. (s.f.). ehow en Español. Disponible en: http://www.ehowenespanol.com/usuarios-polvo-marmol-sobre_175230/

Revisión sobre el uso de residuos de mármol, para elaborar materiales para la construcción por, Julio Roberto Betancourt Chávez [et al]. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, [en línea]. 9 (3): 1-12, 2015. [Fecha de consulta: 29 de junio de 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/308036774_Revision_sobre_el_uso_de_residuos_de_marmol_para_elaborar_materiales_para_la_construccion. ISSN 1990-8830

SANTOS, A.; VILLEGAS, Noé; BETANCOURT, Julio. Residuo de mármol como insumo en la construcción civil: diagnóstico de la Comarca Lagunera. *Revista de la Construcción* [en línea]. 2012, vol. 12 (N°22), pp. 17-26 [Fecha de consulta: 29 de junio de 2021]. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-915X2012000200003&script=sci_abstract

TACCA, Jose. *Estabilización de suelo arcilloso con adición de cal para el mejoramiento de la subrasante, Vía de evitamiento, Abancay–Apurímac, 2021*. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021. 114pp.

TAPIA, Miguel. *Pavimentos*. [s.l], 2011 [fecha de consulta: 25 abril 2021].

Tomado de sitio web El Comercio, artículo: La vida por los suelos: expansión urbana pone en riesgo sísmico a miles de limeños (León, 2016). Disponible en: <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/vida-suelos-expansion-urbana-pone-riesgo-sismico-mileslimenos-noticia-452637>

VELÁSQUEZ, César. *Influencia del cemento portland tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector La Molina, 2018*. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2018. 155 pp.

VIVAR, German. *Diseño y construcción de pavimentos* [en línea]. 2 ed. Lima: Colecciones del Ingeniero Civil, 1995 [fecha de consulta: 13 mayo 2021].

ANEXO 01. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE Polvo de mármol y cal	El polvo de mármol es un mineral que tiene elevado carbonato de calcio, cuando se cristalizan mantienen sus características como resistencia a la intemperie y a microorganismos. (Huertas, 2010).	El polvo de mármol es obtenido al cortar los bloques con cierras, y agua para refrigerar. Luego los residuos se sedimentan y recogen. Para esta investigación se utilizarán los porcentajes de 3, 6 y 9% de polvo de mármol y 4% de cal.	Dosificación	3% de polvo de mármol+ 4% de cal	Razón
				6% de polvo de mármol+ 4% de cal	Razón
				9% de polvo de mármol+ 4% de cal	Razón
DEPENDIENTE Propiedades de Subrasante	La subrasante es nivel superior del movimiento de tierras y sobre el cual se construye la estructura del pavimento. (Manual ensayo de materiales MTC E 132, 2016). Con la estabilización se mejoran las propiedades de la subrasante. (Quispe et al., 2020).	Las propiedades serán determinadas mediante las pruebas de compactación Proctor y CBR.	Propiedades mecánicas	Máxima densidad seca	Razón
				Óptimo contenido de humedad	Razón
				CBR	Razón

ANEXO 02. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante, con polvo de mármol y cal, Av. California - Chosica, Lima 2022						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	Tipo de investigación: Aplicada Diseño de investigación: Experimental Enfoque: Cuantitativo Nivel de investigación: Aplicativo Población: 03 calicatas de la subrasante de Av. California Muestra: Suelo de la calicata más desfavorable Muestreo: No probabilístico.
PROBLEMA ESPECÍFICOS	OBJETIVO ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	
¿En qué manera el polvo de mármol y cal influye en el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante en la Av. California - Chosica, Lima 2022?	Determinar la influencia de la adición del polvo de mármol y cal en el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante en la Av. California - Chosica, Lima 2022.	La adición del polvo de mármol y cal, influye de manera positiva en el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante en la Av. California - Chosica, Lima 2022.	Polvo de mármol y cal	Dosificación	3% de polvo de mármol + 4% de cal 6% de polvo de mármol + 4% de cal 9% de polvo de mármol + 4% de cal	
¿De qué manera la adición de polvo de mármol y cal influye en la Máxima densidad seca de la subrasante en la Av. California - Chosica, Lima 2022?	Determinar la influencia de la adición del polvo de mármol y cal en la Máxima densidad seca de la subrasante en la Av. California - Chosica, Lima 2022.	La adición del polvo de mármol y cal influye de manera significativa en la Máxima densidad seca de la subrasante en la Av. California - Chosica, Lima 2022.	Propiedades de subrasante	Propiedades mecánicas	Máxima densidad seca	
¿De qué manera la adición de polvo de mármol y cal influye en el Óptimo contenido de humedad de la subrasante en la Av. California - Chosica, Lima 2022?	Analizar la influencia de la adición del polvo de mármol y cal en el Óptimo contenido de humedad de la subrasante en Av. California - Chosica, Lima 2022.	La adición del polvo de mármol y cal incide de manera significativa en el Óptimo contenido de humedad de la subrasante en la Av. California - Chosica, Lima 2022.			Óptimo contenido de humedad	
¿De qué manera la adición de polvo de mármol y cal influye en el CBR de la subrasante en la Av. California - Chosica, Lima 2022?	Analizar la influencia de la adición del polvo de mármol y cal en el CBR de la subrasante en Av. California - Chosica, Lima 2022.	La adición del polvo de mármol y cal influye de manera positiva en el CBR de la subrasante en la Av. California - Chosica, Lima 2022.			CBR	

ANEXO 03. PANEL FOTOGRÁFICO.



Fig. Corte de bloques de mármol.



Fig. Obtención del polvo de mármol.



Fig. Mármol discurriendo en agua.



Fig. Polvo de mármol en sacos.



Fig. Ubicación calicata 01.



Fig. Ubicación calicata 02.



Fig. Calicata 01.



Fig. Calicata 02.



Fig. Calicata 03.



Fig. Porcentaje retenido en cada tamiz.



Fig. Secado de muestras en el horno para determinar el contenido de humedad.



Fig. Secado de muestras en el horno.



Fig. Preparación de muestras de las calicatas para ensayo de límites de consistencia.



Fig. Ensayo Casagrande de la calicata.



Fig. Ensayo Casagrande de la calicata.



Fig. Muestra de suelo con polvo de mármol y cal para ensayo de CBR.



Fig. Pesado de las muestras.



Fig. Pesado del molde CBR.



Fig. Moldes de CBR sumergidos en agua.



Fig. Prensa CBR.

ANEXO 04. RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO

SOLICITANTE	: VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI		
PROYECTO	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL. Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"		
UBICACIÓN	: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA		
Cód. de Muestra	: C-1	N° MUESTRA	M-1
Profundidad (m)	: 0.60 - 1.50 m.	MUESTRA	SUELO EN SACO
Zona	:		
Fecha	: 10/10/2022	N° INFORME	JCM-056_2022

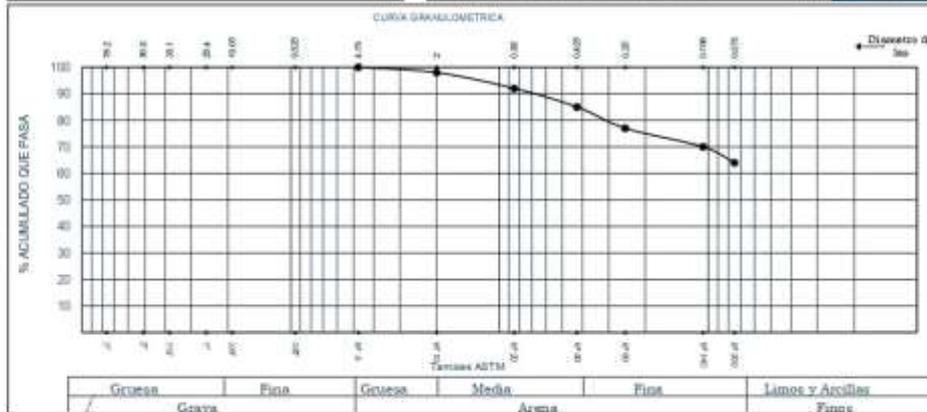
Granulometría por tamizado - ASTM D6913		
MALLA	ABERTURA mm	% QUE PASA
3"	76.20	
2"	50.80	
1 1/2"	38.10	
1"	25.40	
3/4"	19.05	
3/8"	9.525	
N° 4	4.750	100
N° 10	2.000	98
N° 20	0.850	92
N° 40	0.425	85
N° 60	0.250	77
N° 140	0.106	70
N° 200	0.075	64

Límites de consistencia ASTM D4318 / D4943	Límite líquido (%)	27
	Límite plástico (%)	16
	Índice plástico (%)	11
	Límite de contracción (%)	-

Resultados del material ensayado - Granulometría por tamizado	Coeficiente de Uniformidad (Cu)		
	Coeficiente de Curvatura (Cc)		
	-Grava (%)	0	
	-Arena (%)	36	
	-Finos (%)	64	

Clasificación ASTM D3282 / D2487		
-AASHTO:	A-6 (6)	
-SUCS:	CL	Arcilla de baja plasticidad con arena

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	(%)	4.0
------------------------------------	-----	-----



NOTA: La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.

NOTA 2:

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Segovia Herrera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 146026

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C. Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
S.C.A

SOLICITANTE	: VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI		
PROYECTO	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL. Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"		
UBICACIÓN	: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA		
Cód. de Muestra	: C-2	N° MUESTRA	M-1
Profundidad (m)	: 0.60 - 1.50 m	MUESTRA	SUELO EN SACO
Zona	:		
Fecha	: 10/10/2022	N° INFORME	JCM-056_2022

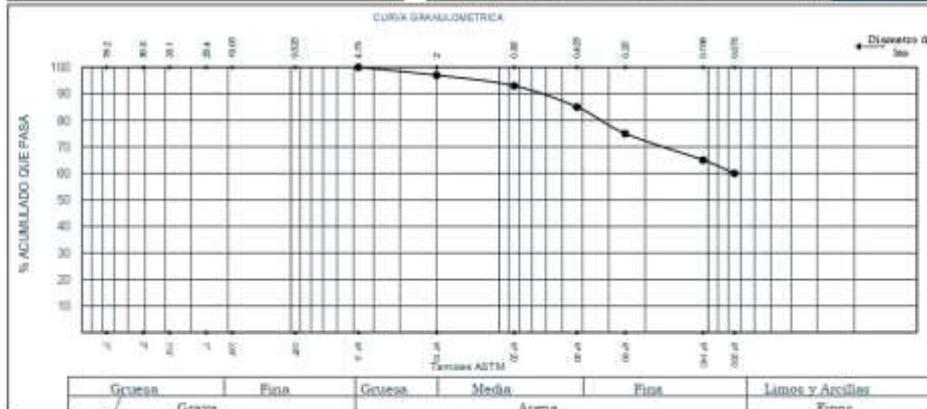
Granulometría por tamizado - ASTM D6913		
MALLA	ABERTURA mm	% QUE PASA
3"	76.20	
2"	50.80	
1 1/2"	38.10	
1"	25.40	
3/4"	19.05	
3/8"	9.525	
N° 4	4.750	100
N° 10	2.000	97
N° 20	0.850	93
N° 40	0.425	85
N° 60	0.250	75
N° 140	0.106	65
N° 200	0.075	60

Límites de consistencia ASTM D4318 / D4943	Límite líquido (%)	27
	Límite plástico (%)	15
	Índice plástico (%)	12
	Límite de contracción (%)	-

Resultados del material ensayado - Granulometría por tamizado	Coeficiente de Uniformidad (Cu)	
	Coeficiente de Curvatura (Cc)	
	-Grava (%)	0
	-Arena (%)	40
	-Finos (%)	60

Clasificación ASTM D3282 / D2487	
-AASHTO:	A-6 (6)
-SUCS:	CL Arcilla de baja plasticidad con arena

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	(%)	4.8
------------------------------------	-----	-----



NOTA: La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.

NOTA 2:

[Firma]
JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Segovia Herrera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 148028

[Firma]
JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C. Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
S.C.A

SOLICITANTE	: VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI	N° MUESTRA	M-1
PROYECTO	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL. Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"	MUESTRA	SUELO EN SACO
UBICACIÓN	: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA	N° INFORME	JCM-056_2022
Cód. de Muestra	: C-3		
Profundidad (m)	: 0.60 - 1.50 m		
Zona	:		
Fecha	: 10/10/2022		

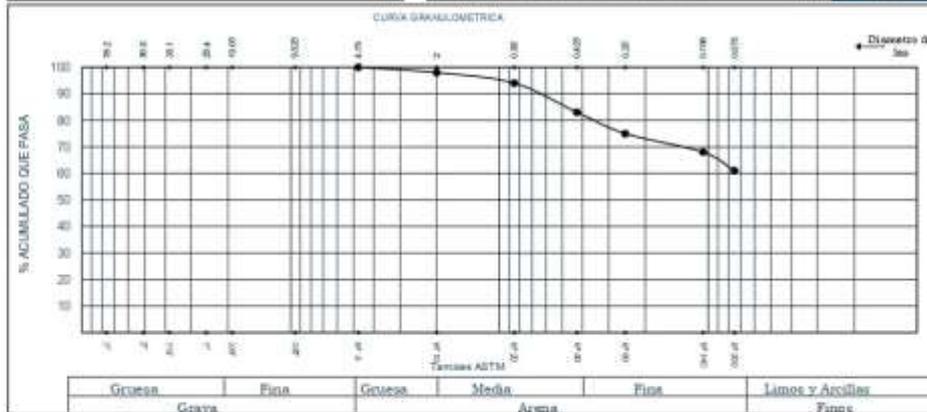
Granulometría por tamizado - ASTM D6913		
MALLA	ABERTURA mm	% QUE PASA
3"	76.20	
2"	50.80	
1 1/2"	38.10	
1"	25.40	
3/4"	19.05	
3/8"	9.525	
N° 4	4.750	100
N° 10	2.000	98
N° 20	0.850	94
N° 40	0.425	83
N° 60	0.250	75
N° 140	0.106	68
N° 200	0.075	61

Límites de consistencia ASTM D4318 / D4943	Límite líquido (%)	27
	Límite plástico (%)	15
	Índice plástico (%)	12
	Límite de contracción (%)	-

Resultados del material ensayado - Granulometría por tamizado	Coeficiente de Uniformidad (Cu)		
	Coeficiente de Curvatura (Cc)		
	-Grava (%)		0
	-Arena (%)		39
	-Finos (%)		61

Clasificación ASTM D3282 / D2487	
-AASHTO:	A-6 (6)
-SUCS:	CL Arcilla de baja plasticidad con arena

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	(%)	3.3
------------------------------------	-----	-----



NOTA: La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.

NOTA 2: —


JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Segovia Herrera
INGENIERO CIVIL
C. P. N° 146028


JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C. Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
S.C.A

SOLICITANTE	: VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI		
PROYECTO	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"		
UBICACIÓN	: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA		
Cód. de Muestra	: C-1	N° Muestra	BOLSA 1
Profundidad (m)	: 0.60 - 1.50 m.	Tipo de Muestra	MUESTRA EN BOLSA
Zona	: S/N		
Fecha	: 10/10/2022	N° Informe	GEO-056-2022

N° PRUEBA		1	2	3
(1)	Peso Suelo Húmedo (g)	187.3	191	183.3
(2)	Peso suelo Seco (g)	180	184.1	176.1
(3)	Peso Recipiente (g)	-	-	-
(4)	Peso del Agua (1) - (2)	7.3	6.9	7.2
(5)	Peso del Suelo Seco (2) - (3)	180	184.1	176.1
(6)	Humedad (4/5)*100 %	4.1	3.7	4.1
Humedad Promedio %		4.0		

OBSERVACIONES: las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el cliente.



JCM INGENIERÍA E.I.R.L.
William A. Segovia Herrera
INGENIERO CIVIL
C. I. P. N° 148028

PAG. RESPONSABLE



JCM INGENIERÍA E.I.R.L.
José C. Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
S.C.A.

TÉC. LABORATORIO

SOLICITANTE	: VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI		
PROYECTO	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"		
UBICACIÓN	: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA		
Cód. de Muestra	: C-2	N° Muestra	BOLSA 1
Profundidad (m)	: 0.60 - 1.30 ml	Tipo de Muestra	MUESTRA EN BOLSA
Zona	: S/N		
Fecha	: 10/10/2022	N° Informe	GEO-056-2022

N° PRUEBA		1	2	3
(1)	Peso Suelo Húmedo (g)	153.3	172.5	174.7
(2)	Peso suelo Seco (g)	146.5	164.2	167
(3)	Peso Recipiente (g)	-	-	-
(4)	Peso del Agua (1) - (2)	6.8	8.3	7.7
(5)	Peso del Suelo Seco (2) - (3)	146.5	164.2	167
(6)	Humedad (4/5)*100 %	4.6	5.1	4.6
Humedad Promedio %		4.8		

OBSERVACIONES: las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el cliente.



JCM INGENIERÍA E.I.R.L.
William A. Segovia Herrera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 148028

ING. RESPONSABLE



JCM INGENIERÍA E.I.R.L.
José C. Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
S.C.A.

TÉC. LABORATORIO

SOLICITANTE	: VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI		
PROYECTO	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"		
UBICACIÓN	: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA		
Cód. de Muestra	: C-3	N° Muestra	BOLSA 1
Profundidad (m)	: 0.60 - 1.30 m	Tipo de Muestra	MUESTRA EN BOLSA
Zona	: S/N		
Fecha	: 10/10/2022	N° Informe	GEO-056-2022

N° PRUEBA		1	2	3
(1)	Peso Suelo Húmedo (g)	197.8	172.6	202.2
(2)	Peso suelo Seco (g)	191.4	167.2	195.7
(3)	Peso Recipiente (g)	-	-	-
(4)	Peso del Agua (1) - (2)	6.4	5.4	6.5
(5)	Peso del Suelo Seco (2) - (3)	191.4	167.2	195.7
(6)	Humedad (4/5)*100 %	3.3	3.2	3.3
Humedad Promedio %		3.3		

OBSERVACIONES: las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el cliente.



JCM INGENIERÍA E.I.R.L.
William A. Segovia Herrera
INGENIERO CIVIL
C. P. N° 148028
PAG. RESPONSABLE



JCM INGENIERÍA E.I.R.L.
José C. Escabote Fernández
JEFE DE LABORATORIO
S.C.A.
TÉC. LABORATORIO

SOLICITANTE	: VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI		
PROYECTO	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"		
UBICACIÓN	: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA		
Cód. de muestra	: C-1	N° MUESTRA	: M-1
Profundidad (m)	: 0.60 - 1.50 m.	Tipo de Muestra	: NATURAL
Zona	: AV. CALIFORNIA		
Fecha	: 10/10/2022	N° Informe	: JCM-056-2022

DATOS DE LA MUESTRA							
N° RECIPIENTE	Und	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
		1	2	3	5	6	Promedio
PESO RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	(g)	36.99	34.06	35.50	28.98	32.12	
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO	(g)	32.40	29.75	31.11	26.50	29.31	
PESO DE AGUA	(g)	4.59	4.31	4.39	2.5	2.8	
PESO DEL RECIPIENTE	(g)	14.71	13.86	15.29	10.56	11.37	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	17.7	15.9	15.8	15.9	17.9	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	25.9	27.1	27.7	15.6	15.7	16
NUMERO DE GOLPES	-	33	22	19	-	-	-



RESULTADOS	
LL =	27
LP =	16
IP =	11


JCM INGENIERÍA E.I.R.L.
 William A. Segovia Herrera
 INGENIERO CIVIL
 C. I. P. N° 148028
 ING. RESPONSABLE


JCM INGENIERÍA E.I.R.L.
 José C. Escalante Fernández
 JEFE DE LABORATORIO
 S.C.A.
 TEC. LABORATORIO

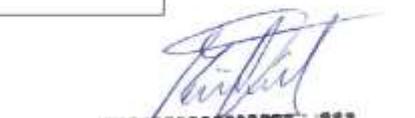
SOLICITANTE	: VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI		
PROYECTO	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"		
UBICACIÓN	: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA		
Cód. de muestra	: C-2	N° MUESTRA	M-1
Profundidad (m)	: 0.60 - 1.50 m.	Tipo de Muestra	NATURAL
Zona	: AV. CALIFORNIA		
Fecha	: 10/10/2022	N° Informe	JCM-056-2022

DATOS DE LA MUESTRA							
N° RECIPIENTE	Und	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
		1	2	3	5	6	Promedio
PESO RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	(g)	41.20	36.26	37.40	27.86	29.08	
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO	(g)	35.77	31.81	32.46	25.58	27.13	
PESO DE AGUA	(g)	5.43	4.45	4.94	2.3	2.0	
PESO DEL RECIPIENTE	(g)	14.84	15.06	14.60	10.80	14.58	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	20.9	16.8	17.9	14.8	12.6	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	25.9	26.6	27.7	15.4	15.5	15
NUMERO DE GOLPES	-	34	28	17	-	-	-



RESULTADOS	
LL =	27
LP =	15
IP =	12


 JCM INGENIERIA E.I.R.L.
 William A. Segovia Herrera
 INGENIERO CIVIL
 C. I. P. N° 148028
 ING. RESPONSABLE


 JCM INGENIERIA E.I.R.L.
 José C. Escalante Fernández
 JEFE DE LABORATORIO
 S.C.A
 TÈC. LABORATORIO

SOLICITANTE	: VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI		
PROYECTO	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"		
UBICACIÓN	: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA		
Cód. de muestra	: C-3	N° MUESTRA	: M-1
Profundidad (m)	: 0.60 - 1.50 m.	Tipo de Muestra	: NATURAL
Zona	: AV. CALIFORNIA		
Fecha	: 10/10/2022	N° Informe	: JCM-056-2022

DATOS DE LA MUESTRA							
N° RECIPIENTE	Und	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
		1	2	3	5	6	Promedio
PESO RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	(g)	35.11	34.01	30.07	25.74	30.11	
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO	(g)	30.97	30.21	27.49	23.96	27.73	
PESO DE AGUA	(g)	4.14	3.80	3.38	1.8	2.4	
PESO DEL RECIPIENTE	(g)	14.72	16.06	15.23	12.35	11.97	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	16.3	14.2	12.3	11.6	15.8	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	25.5	26.9	27.6	15.3	15.1	15
NUMERO DE GOLPES	-	34	26	19	-	-	-



RESULTADOS	
LL =	27
LP =	15
IP =	12


 JCM INGENIERÍA E.I.R.L.
 William A. Segovia Herrera
 INGENIERO CIVIL
 C. I. P. N° 146026
 ING. RESPONSABLE


 JCM INGENIERÍA E.I.R.L.
 José C. Escalante Fernández
 JEFE DE LABORATORIO
 S.C.A.
 TEC. LABORATORIO

SOLICITANTE : VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

UBICACIÓN : LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

MATERIAL : CL

Lado : -

Acceso : -

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA C - 01 M-1

MUESTRA TERRENO NATURAL

PROF. (m) 0.60 - 1.50 m.

PROGRESIVA : -

CLASF. (SUCS) : CL

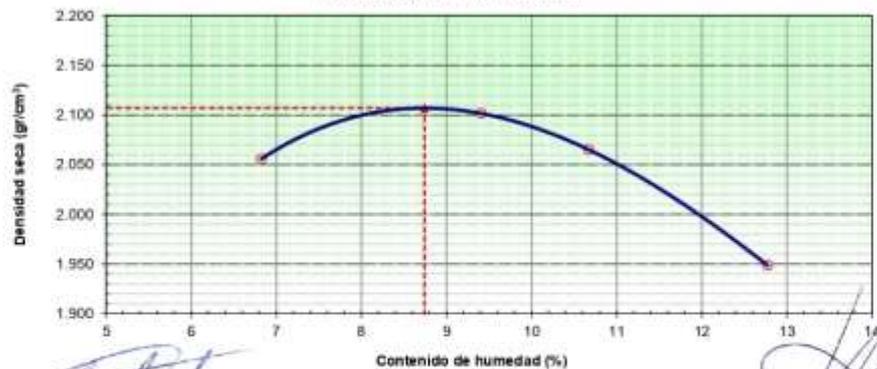
CLASF. (AASHTO) : A-6 (S)

METODO DE COMPACTACION : C

FECHA DE ENSAYO: 8/10/2022

Peso suelo + molde	g	11320.0	11539.0	11510.0	11323.0
Peso molde	g	6660.0	6660.0	6660.0	6660.0
Peso suelo húmedo compactado	g	4660.0	4879.0	4850.0	4663.0
Volumen del molde	cm ³	2122.0	2122.0	2122.0	2122.0
Peso volumétrico húmedo	g	2.196	2.299	2.286	2.197
Recipiente N°		L-9	L-12	L-11	L-2
Peso del suelo húmedo+tara	g	339.5	342.9	306.1	302.1
Peso del suelo seco + tara	g	311.1	316.5	279.3	271.9
Tara	g	26.8	35.9	28.1	35.5
Peso de agua	g	19.4	26.4	26.8	30.2
Peso del suelo seco	g	284.3	280.6	251.2	236.4
Contenido de agua	%	6.8	9.4	10.7	12.8
Peso volumétrico seco	g/cm ³	2.056	2.102	2.065	1.949
Densidad máxima (g/cm ³)					2.107
Humedad óptima (%)					8.7

RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
TÉCNICO DE LABORATORIO
S.C.A

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Segovia Herrera
INGENIERO CIVIL
C. I. P. N° 148028
ING. JEFE DE LABORATORIO



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

SOLICITANTE : VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

UBICACIÓN: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

MATERIAL : CL

Lado : -

Acceso : -

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01
MUESTRA : TERRENO NATURAL
PROGRESIVA : -
CLASF. (SUCS) : CL
Prof. (m) : 0.60 - 1.50 m.
CLASF. (AASHTO) : A-E (6)

COMPACTACION

	1		2		3	
Molde N°						
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12224	12484	12752	13022	11820	12259
Peso de molde (g)	7360	7360	8026	8026	7421	7421
Peso del suelo húmedo (g)	4864	5124	4726	4996	4399	4838
Volumen del molde (cm ³)	2127	2127	2127	2127	2127	2127
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.287	2.409	2.222	2.349	2.068	2.275
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	281.4	316.9	306.9	309.4	288.2	324.4
Peso suelo seco + tara (g)	260.3	283.3	284.7	269.1	266.4	276.3
Peso de tara (g)	32.10	62.30	32.40	42.10	35.80	43.50
Peso de agua (g)	21.1	33.6	24.2	40.3	21.8	48.1
Peso de suelo seco (g)	228.2	221.0	252.3	227.0	230.6	232.8
Contenido de humedad (%)	9.2	15.2	9.6	17.8	9.5	20.7
Densidad seca (g/cm ³)	2.093	2.091	2.027	1.995	1.890	1.885

EXPANSION

FECHA		DIAL			EXPANSION	DIAL			EXPANSION	DIAL			EXPANSION
INICIO	FINAL	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%
10/10/2022	14/10/2022	0.00	0.59		0.51	0.00	1.05		0.90	0.00	1.39		1.19

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		4	30.7			4	30.7			3	25.2		
1.270		11	62.3			9	53.2			7	44.2		
1.905		21	107.3			11	62.3			10	57.7		
2.540	70.5	35	170.3	212.8	14.1	23	116.3	164.8	10.9	15	80.3	103.8	6.9
3.180		51	242.2			40	192.8			28	138.8		
3.810		70	327.5			58	273.6			37	179.3		
5.080	105.7	90	417.0	385.6	17.0	75	349.9	325.1	14.4	51	242.2	235.9	10.4
7.620		111	510.9			99	457.3			72	336.4		
10.160		196	888.8			182	826.8			89	408.1		
13.000		270	1215.3			233	1052.4			102	475.7		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C. Escamote Fernández
JEFE DE LABORATORIO
TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Segura Herrera
INGENIERO CIVIL
C.I.B. N° 148024
ING. JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE: VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

MATERIAL: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

UBICACION: CL

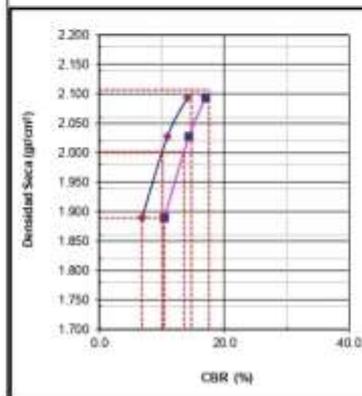
Lado: -

Acceso: -

DATOS DE LA MUESTRA

CAJICATA : C-01
MUESTRA : TERRENO NATURAL
PROFUNDIDAD : 0.60 - 1.50 m.

PROGRESIVA :
CLASF. (SUCS) : CL
CLASF. (AASHTO) : A-6 (II)

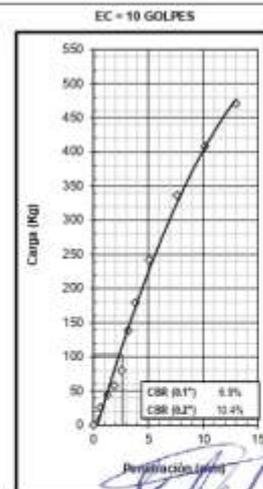
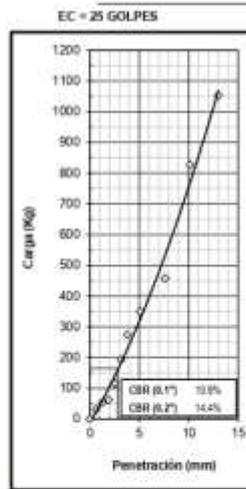
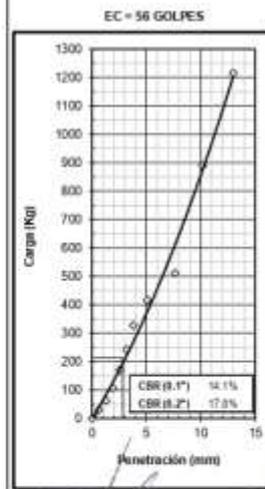


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.107
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.7
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.002

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1%	14.8	0.2%	17.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1%	10.2	0.2%	13.6

RESULTADOS:
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 17.6 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 13.6 (%)

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Segovia Herrera
ING. INGENIERO DE LABORATORIO
C.I.P. N° 146028

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C. Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
TÉCNICO DE LABORATORIO

SOLICITANTE : VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA - LIMA 2022"
 UBICACIÓN : LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA
 MATERIAL : CL Lado : - Acceso : -

DATOS DE LA MUESTRA

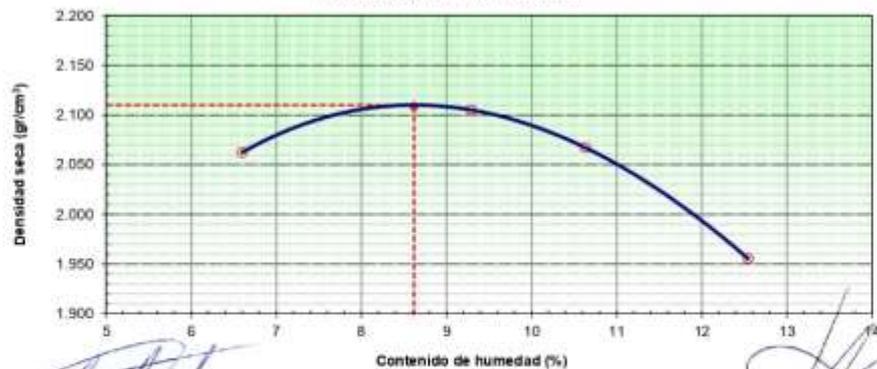
CALICATA C - 01 M-2 PROGRESIVA : -
 MUESTRA TERRENO NATURAL CLASF. (SUCS) : CL
 PROF. (m) 0.60 - 1.50 m. CLASF. (AASHTO) : A-6 (S)

METODO DE COMPACTACION : C

FECHA DE ENSAYO: 8/10/2022

Peso suelo + molde	g	11325.0	11542.0	11513.0	11330.0
Peso molde	g	6660.0	6660.0	6660.0	6660.0
Peso suelo húmedo compactado	g	4665.0	4882.0	4853.0	4670.0
Volumen del molde	cm ³	2122.0	2122.0	2122.0	2122.0
Peso volumétrico húmedo	g	2.198	2.301	2.287	2.201
Recipiente N°		S-11	L-1	L-12	S-13
Peso del suelo húmedo+tara	g	255.6	269.9	271.0	288.8
Peso del suelo seco + tara	g	242.0	249.9	248.4	260.1
Tara	g	35.9	34.5	35.8	31.3
Peso de agua	g	13.6	20.0	22.6	28.7
Peso del suelo seco	g	206.1	215.3	212.6	228.8
Contenido de agua	%	6.6	9.3	10.6	12.5
Peso volumétrico seco	g/cm ³	2.062	2.105	2.067	1.955
Densidad máxima (g/cm ³)					2.110
Humedad óptima (%)					8.6

RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
 José C. Escalante Fernández
 JEFE DE LABORATORIO
 TÉCNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
 William A. Segura Herrera
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 148028
 ING. JEFE DE LABORATORIO



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

SOLICITANTE : VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

UBICACIÓN: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

MATERIAL : CL

Lado : -

Acceso : -

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA C - 01 M-2 PROGRESIVA : -
MUESTRA TERRENO NATURAL CLASF. (SUCS) : CL
PROF. (m) 0.60 - 1.50 m. CLASF. (AASHTO) : A-E (6)

COMPACTACION

	1		2		3	
Molde N°						
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13055	13301	12711	13087	12467	12913
Peso de molde (g)	8172	8172	8074	8074	8012	8012
Peso del suelo húmedo (g)	4883	5129	4637	5013	4455	4901
Volumen del molde (cm ³)	2127	2127	2127	2127	2127	2127
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.296	2.411	2.180	2.357	2.094	2.304
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	214.3	256.7	300.4	281.6	277.7	301.1
Peso suelo seco + tara (g)	200.1	230.1	279.6	246.0	257.4	258.1
Peso de tara (g)	43.11	55.80	50.20	49.90	38.70	47.10
Peso de agua (g)	14.2	26.6	20.8	35.6	20.3	43.0
Peso de suelo seco (g)	157.0	174.3	229.4	196.1	218.7	211.0
Contenido de humedad (%)	9.0	15.3	9.1	18.2	9.3	20.4
Densidad seca (g/cm ³)	2.105	2.092	1.999	1.995	1.917	1.914

EXPANSION

FECHA		DIAL			EXPANSION	DIAL			EXPANSION	DIAL			EXPANSION
INICIO	FINAL	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%
10/10/2022	14/10/2022	0.00	0.61		0.52	0.00	1.03		0.88	0.00	1.40		1.20

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		7	44.2			5	35.2			4	30.7		
1.270		13	71.3			10	57.7			7	44.2		
1.905		22	111.8			13	71.3			11	62.3		
2.540	70.5	36	174.8	219.8	14.6	24	120.8	170.9	11.3	17	89.3	99.0	6.6
3.180		54	255.7			42	201.8			24	120.8		
3.810		73	340.9			60	282.6			36	174.8		
5.080	105.7	92	426.0	388.4	17.2	77	358.8	330.4	14.6	50	237.7	223.8	9.9
7.620		109	501.9			101	466.2			69	323.0		
10.160		189	857.8			188	853.4			85	394.6		
13.000		266	1197.7			244	1100.9			99	457.2		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C. Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
TECNICO LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Segovia Herrera
INGENIERO CIVIL
C.I.B. N° 148024
ING. JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE: VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

MATERIAL: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

UBICACION: CL

Lado: -

Acceso: -

DATOS DE LA MUESTRA

CAJICATA: C - 01 M2

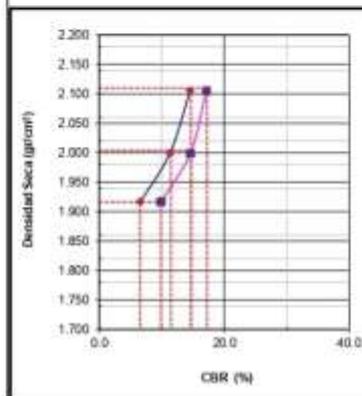
MUESTRA: TERRENO NATURAL

PROFUNDIDAD: 0.60 - 1.50 m

PROGRESIVA: -

CLASF. (SUCS): CL

CLASF. (AASHTO): A-6 (II)

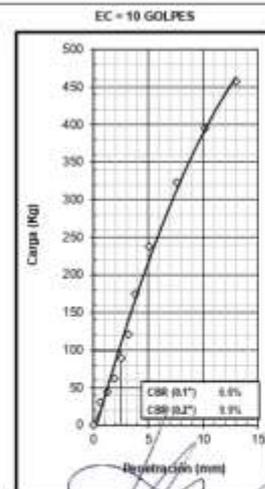
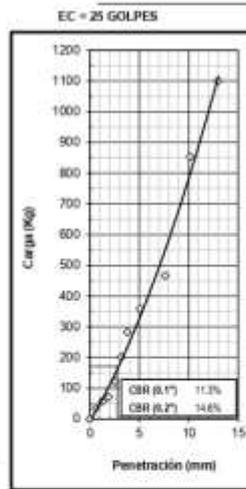
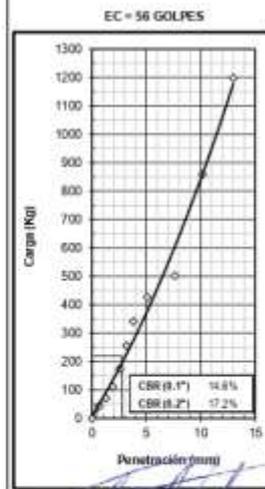


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.110
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8.6
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.095

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	14.7	0.2"	17.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	11.5	0.2"	14.7

RESULTADOS:
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 17.3 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 14.7 (%)

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
S.C.A

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Segovia Herrera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 148028
ING. JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA - LIMA 2022"

UBICACIÓN : LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

MATERIAL : CL

Lado : -

Acceso : -

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA C - 01 M-3

MUESTRA TERRENO NATURAL

PROF. (m) 0.60 - 1.50 m.

PROGRESIVA : -

CLASF. (SUCS) : CL

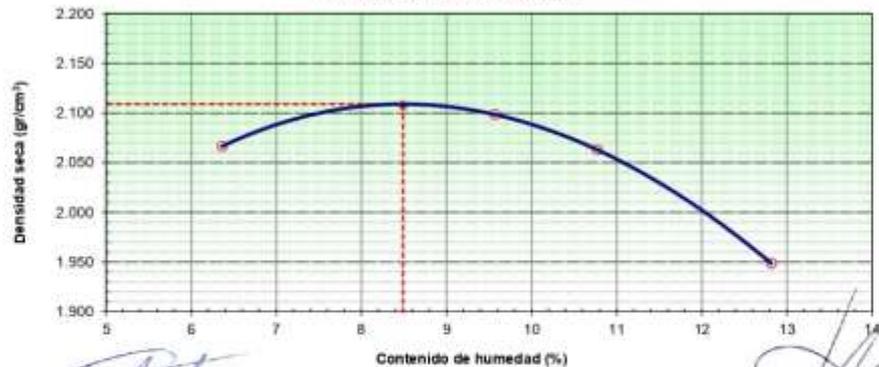
CLASF. (AASHTO) : A-6 (S)

METODO DE COMPACTACION : C

FECHA DE ENSAYO: 8/10/2022

Peso suelo + molde	g	11324.0	11539.0	11509.0	11325.0
Peso molde	g	6660.0	6660.0	6660.0	6660.0
Peso suelo húmedo compactado	g	4664.0	4879.0	4849.0	4665.0
Volumen del molde	cm ³	2122.0	2122.0	2122.0	2122.0
Peso volumétrico húmedo	g	2.198	2.299	2.285	2.198
Recipiente N°		JC-1	JC-22	S-4	JC-7
Peso del suelo húmedo+tara	g	250.8	271.6	266.4	251.7
Peso del suelo seco + tara	g	238.2	251.1	243.3	226.9
Tara	g	40.2	36.9	28.9	33.4
Peso de agua	g	12.6	20.5	23.1	24.8
Peso del suelo seco	g	196.0	214.2	214.4	193.5
Contenido de agua	%	6.4	9.6	10.8	12.8
Peso volumétrico seco	g/cm ³	2.066	2.098	2.063	1.949
Densidad máxima (g/cm ³)					2.109
Humedad óptima (%)					8.5

RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
S.C.A

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Segovia Herrera
INGENIERO CIVIL
C - P. N° 148028
ING. JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

UBICACIÓN : LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

MATERIAL : CL

Lado : -

Acceso : -

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01

PROGRESIVA : -

MUESTRA : TERRENO NATURAL + 3% POLVO DE MARMO Y 4% CAL M-1

CLASF. (SUCS) : CL

PROF. (m) : 0.50 - 1.50 m.

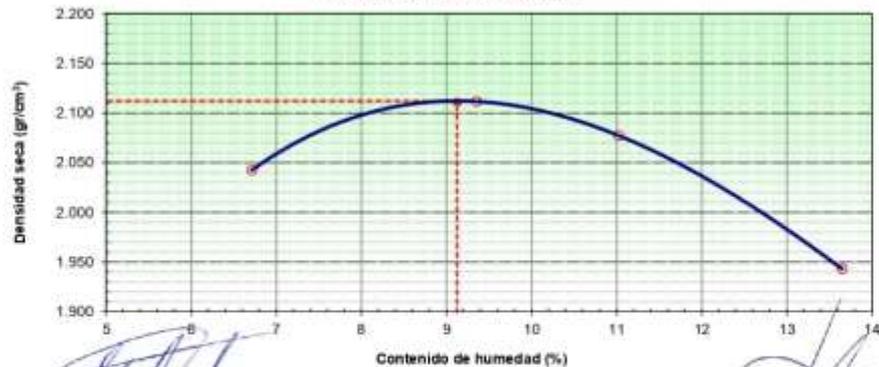
CLASF. (AASHTO) : A-6 (S)

METODO DE COMPACTACION : C

FECHA DE ENSAYO : 8/10/2022

Peso suelo + molde	g	11285.0	11560.0	11554.0	11346.0
Peso molde	g	6660.0	6660.0	6660.0	6660.0
Peso suelo húmedo compactado	g	4625.0	4900.0	4894.0	4686.0
Volumen del molde	cm ³	2122.0	2122.0	2122.0	2122.0
Peso volumétrico húmedo	g	2.180	2.309	2.306	2.208
Recipiente N°		L-5	L-8	L-10	L-3
Peso del suelo húmedo+tara	g	346.4	357.9	353.7	333.6
Peso del suelo seco + tara	g	326.8	329.6	321.1	297.8
Tara	g	34.8	27.1	25.3	35.5
Peso de agua	g	19.6	28.3	32.6	35.8
Peso del suelo seco	g	292.0	302.5	295.8	262.3
Contenido de agua	%	6.7	9.4	11.0	13.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	2.042	2.112	2.077	1.943
Densidad máxima (g/cm ³)					2.112
Humedad óptima (%)					9.1

RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Segovia Herrera
INGENIERO CIVIL
ING. JEFE DE LABORATORIO



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

SOLICITANTE : VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

UBICACIÓN: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

MATERIAL : CL

Lado : -

Acceso : -

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 3% POLVO DE MÁRMOL Y 4% CAL M-1
PROGRESIVA : -
CLASF. (SUCS) : CL
CLASF. (AASHTO) : A-E (6)
PROF. (m) : 0.60 - 1.50 m.

COMPACTACION

	1	2	3
Molde Nº	1	2	3
Capas Nº	5	5	5
Golpes por capa Nº	56	25	10
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12069	12289	12020
Peso de molde (g)	7171	7171	7327
Peso del suelo húmedo (g)	4898	5118	4693
Volumen del molde (cm ³)	2127	2127	2127
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.303	2.406	2.206
Tara (Nº)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	247.3	214.4	256.8
Peso suelo seco + tara (g)	229.0	186.6	237.0
Peso de tara (g)	25.30	34.90	34.60
Peso de agua (g)	18.3	25.8	19.8
Peso de suelo seco (g)	203.7	153.7	202.4
Contenido de humedad (%)	9.0	16.8	9.8
Densidad seca (g/cm ³)	2.113	2.060	2.010

EXPANSION

FECHA		DIAL			EXPANSION	DIAL			EXPANSION	DIAL			EXPANSION
INICIO	FINAL	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%
10/10/2022	14/10/2022	0.00	0.55		0.47	0.00	0.65		0.56	0.00	0.88		0.76

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº				MOLDE Nº				MOLDE Nº			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		8	48.7			4	30.7			4	30.7		
1.270		20	102.8			16	84.8			10	67.7		
1.905		39	188.3			33	161.3			17	89.3		
2.540	70.5	52	246.7	275.2	18.2	43	206.3	220.5	14.6	21	107.3	107.7	7.1
3.180		69	323.0			54	256.7			26	129.8		
3.810		85	394.6			65	305.0			29	143.3		
5.080	105.7	108	497.5	474.2	21.0	83	385.7	374.1	16.5	44	210.8	194.2	8.6
7.620		129	591.2			96	443.9			52	246.7		
10.160		178	809.0			112	515.3			86	228.6		
13.000		221	999.4			140	640.2			70	327.5		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Sepúlveda Herrera
INGENIERO CIVIL
C.P. Nº 146028
ING. JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE: VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

MATERIAL: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

UBICACION: CL

Lado: -

Acceso: -

DATOS DE LA MUESTRA

CAJICATA : C-01

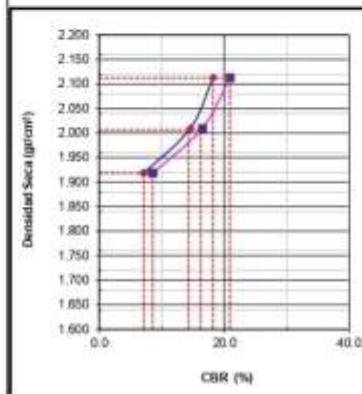
PROGRESIVA : -

MUESTRA : TERRENO NATURAL + 3% POLVO DE MÁRMOL Y 4% CAL M.T

CLASF. (SUCS) : CL

PROFUNDIDAD : 0.60 - 1.50 m.

CLASF. (AASHTO) : A-6 (II)

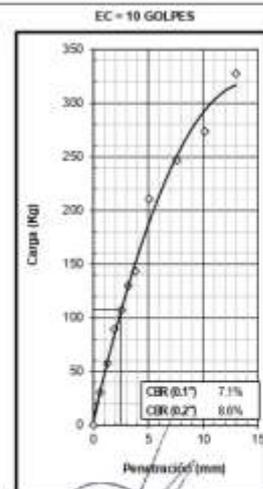
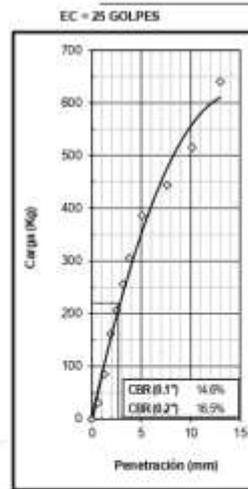
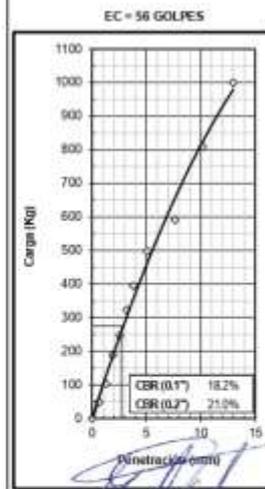


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.112
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.1
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.007

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	18.2	0.2"	20.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	14.4	0.2"	16.3

RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 20.9 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 16.3 (%)

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
 José C Escalante Fernández
 JEFE DE LABORATORIO
 R.C.A.
 TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
 William A. Segovia Herrera
 INGENIERO CIVIL
 ING. JEF. DE LABORATORIO

SOLICITANTE : VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

UBICACIÓN : LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

MATERIAL : CL

Lado : -

Acceso : -

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01

PROGRESIVA : -

MUESTRA : TERRENO NATURAL + 3% POLVO DE MARMO Y 4%CAL M-2

CLASF. (SUCS) : CL

PROF. (m) : 0.50 - 1.50 m.

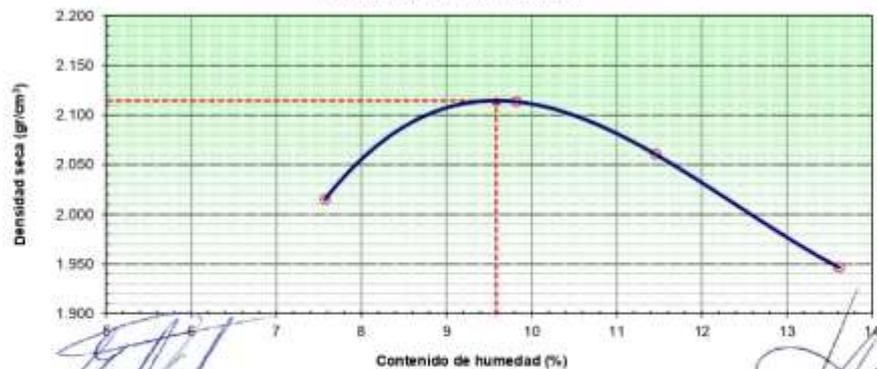
CLASF. (AASHTO) : A-6 (S)

METODO DE COMPACTACION : C

FECHA DE ENSAYO: 8/10/2022

Peso suelo + molde	g	11260.0	11585.0	11533.0	11353.0
Peso molde	g	6660.0	6660.0	6660.0	6660.0
Peso suelo húmedo compactado	g	4600.0	4925.0	4873.0	4693.0
Volumen del molde	cm ³	2122.0	2122.0	2122.0	2122.0
Peso volumétrico húmedo	g	2.168	2.321	2.296	2.212
Recipiente N°		JC-1	JC-16	P-9	JC-11
Peso del suelo húmedo+tara	g	289.6	300.4	311.3	297.9
Peso del suelo seco + tara	g	272.0	277.3	283.0	267.1
Tara	g	39.6	42.1	36.0	40.8
Peso de agua	g	17.6	23.1	28.3	30.8
Peso del suelo seco	g	232.4	235.2	247.0	226.3
Contenido de agua	%	7.6	9.8	11.5	13.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	2.015	2.113	2.060	1.947
Densidad máxima (g/cm ³)					2.114
Humedad óptima (%)					9.6

RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
S.C.A.
TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Sepúlveda Herrera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 148028
ING. JEFE DE LABORATORIO



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

SOLICITANTE : VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

UBICACIÓN: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

MATERIAL : CL

Lado : -

Acceso : -

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 3% POLVO DE MÁRMOL Y 4% CAL M-2
PROGRESIVA : -
CLASF. (SUCS) : CL
CLASF. (AASHTO) : A-E (6)
PROF. (m) : 0.60 - 1.50 m.

COMPACTACION

	1		2		3	
Molde Nº						
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12459	12680	11937	12240	12096	12476
Peso de molde (g)	7550	7550	7236	7236	7612	7612
Peso del suelo húmedo (g)	4909	5130	4701	5004	4484	4864
Volumen del molde (cm ³)	2127	2127	2127	2127	2127	2127
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.308	2.412	2.210	2.353	2.108	2.287
Tara (Nº)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	247.3	300.2	288.5	271.0	266.3	289.4
Peso suelo seco + tara (g)	229.3	263.5	267.4	237.3	246.2	244.8
Peso de tara (g)	34.60	42.80	50.10	55.60	40.90	36.70
Peso de agua (g)	18.0	36.7	21.1	33.7	20.1	44.6
Peso de suelo seco (g)	194.7	220.7	217.3	181.7	205.3	208.1
Contenido de humedad (%)	9.2	16.6	9.7	18.5	9.8	21.4
Densidad seca (g/cm ³)	2.113	2.068	2.015	1.985	1.920	1.883

EXPANSION

FECHA		DIAL			EXPANSION	DIAL			EXPANSION	DIAL			EXPANSION
INICIO	FINAL	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%
10/10/2022	14/10/2022	0.00	0.58		0.50	0.00	0.68		0.58	0.00	0.91		0.78

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº				MOLDE Nº				MOLDE Nº			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		10	57.7			6	39.7			4	30.7		
1.270		20	102.8			16	84.8			9	53.2		
1.905		40	192.8			30	147.8			15	80.3		
2.540	70.5	51	242.2	270.8	18.0	42	201.8	223.1	14.8	20	102.8	105.2	7.0
3.180		72	336.4			66	260.2			26	129.8		
3.810		84	390.2			69	323.0			30	147.8		
5.080	105.7	103	475.1	468.4	20.7	85	394.6	378.6	16.7	45	215.3	199.3	8.8
7.620		130	595.6			96	443.9			55	260.2		
10.160		172	782.4			117	637.7			63	296.1		
13.000		214	968.5			134	613.4			71	340.9		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Segovia Herrera
INGENIERO CIVIL
ING. JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE: VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

MATERIAL: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

UBICACION: CL

Lado: -

Acceso: -

DATOS DE LA MUESTRA

CAJICATA : C-01

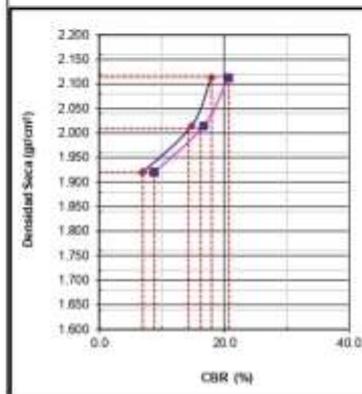
PROGRESIVA : -

MUESTRA : TERRENO NATURAL + 3% POLVO DE MÁRMOL Y 4% CAL M-2

CLASF. (SUCS) : CL

PROFUNDIDAD : 0.60 - 1.50 m

CLASF. (AASHTO) : A-6 (II)

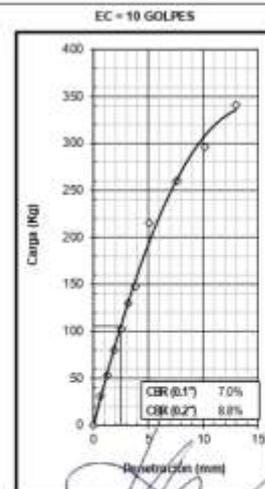
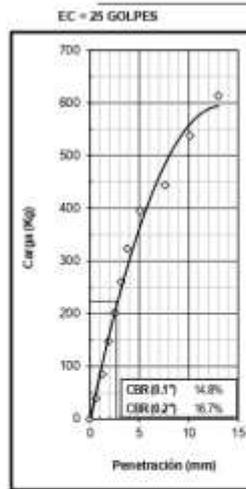
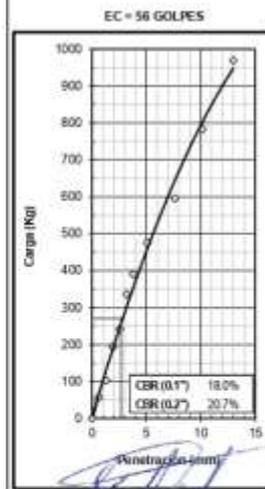


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.114
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.6
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.009

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	16.0	0.2"	20.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	14.3	0.2"	16.2

RESULTADOS:
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 20.8 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 16.2 (%)

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: LAS FUERZAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Segovia Herrera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 148028
ING. JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

UBICACIÓN : LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

MATERIAL : CL

Lado : -

Acceso : -

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01

PROGRESIVA : -

MUESTRA : TERRENO NATURAL + 3% POLVO DE MARMO Y 4% CAL M-3

CLASF. (SUCS) : CL

PROF. (m) : 0.50 - 1.50 m.

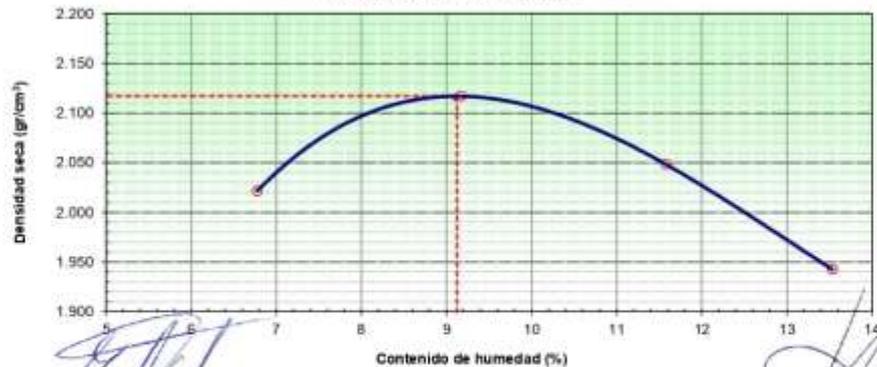
CLASF. (AASHTO) : A-6 (S)

METODO DE COMPACTACION : C

FECHA DE ENSAYO : 8/10/2022

Peso suelo + molde	g	11240.0	11564.0	11510.0	11340.0
Peso molde	g	6660.0	6660.0	6660.0	6660.0
Peso suelo húmedo compactado	g	4580.0	4904.0	4850.0	4680.0
Volumen del molde	cm ³	2122.0	2122.0	2122.0	2122.0
Peso volumétrico húmedo	g	2.158	2.311	2.286	2.205
Recipiente N°		S-14	S-11	S-1	JC-17
Peso del suelo húmedo+tara	g	326.1	341.8	389.4	250.5
Peso del suelo seco + tara	g	307.4	316.1	263.1	225.0
Tara	g	31.4	35.9	35.9	36.6
Peso de agua	g	18.7	25.7	26.3	25.5
Peso del suelo seco	g	276.0	280.2	227.2	188.4
Contenido de agua	%	6.8	9.2	11.6	13.5
Peso volumétrico seco	g/cm ³	2.021	2.117	2.048	1.943
Densidad máxima (g/cm ³)					2.117
Humedad óptima (%)					9.1

RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
S.C.A.
TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Segovia Herrera
INGENIERO CIVIL
C. R. N° 145028
ING. JEFE DE LABORATORIO



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

SOLICITANTE : VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

UBICACIÓN : LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

MATERIAL : CL

Lado : -

Acceso : -

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 3% POLVO DE MÁRMOL Y 4% CAL M-3
PROF. (m) : 0.60 - 1.50 m.
PROGRESIVA : -
CLASF. (SUCS) : CL
CLASF. (AASHTO) : A-E (6)

COMPACTACION

	1		2		3	
Molde Nº						
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12916	13268	12876	13312	12382	12663
Peso de molde (g)	8007	8007	8176	8176	7946	7946
Peso del suelo húmedo (g)	4909	5261	4700	5136	4436	4917
Volumen del molde (cm ³)	2127	2127	2127	2127	2127	2127
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.308	2.473	2.210	2.415	2.086	2.312
Tara (Nº)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	311.5	264.1	223.9	240.5	233.3	300.4
Peso suelo seco + tara (g)	289.7	234.6	208.1	208.3	216.6	256.8
Peso de tara (g)	52.10	60.80	39.70	42.00	35.80	51.40
Peso de agua (g)	21.8	29.5	15.8	32.2	16.7	43.6
Peso de suelo seco (g)	237.6	173.8	168.4	166.3	180.8	205.4
Contenido de humedad (%)	9.2	17.0	9.4	19.4	9.2	21.2
Densidad seca (g/cm ³)	2.114	2.115	2.020	2.023	1.909	1.907

EXPANSION

FECHA		DIAL			EXPANSION	DIAL			EXPANSION	DIAL			EXPANSION
INICIO	FINAL	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%
10/10/2022	14/10/2022	0.00	0.59		0.51	0.00	0.69		0.59	0.00	0.90		0.77

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº				MOLDE Nº				MOLDE Nº			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		11	62.3			8	48.7			3	25.2		
1.270		23	116.3			18	93.8			9	53.2		
1.905		42	201.8			32	196.8			14	75.8		
2.540	70.5	55	260.2	271.8	18.0	40	192.8	217.2	14.4	19	98.3	101.9	6.8
3.180		73	340.9			55	260.2			24	120.8		
3.810		79	367.8			66	309.5			30	147.8		
5.080	105.7	105	484.1	466.2	20.6	88	408.1	382.3	16.9	44	210.8	195.6	8.6
7.620		130	595.6			99	457.3			54	255.7		
10.160		170	773.5			114	524.3			62	291.6		
13.000		208	941.9			143	653.5			70	327.5		

OBSERVACION: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C. Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
S.C.A.
TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Segovia Herrera
INGENIERO CIVIL
C. P. N° 146028
ING. JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE: VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

MATERIAL: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

UBICACION: CL

Lado: -

Acceso: -

DATOS DE LA MUESTRA

CAJICATA : C-01

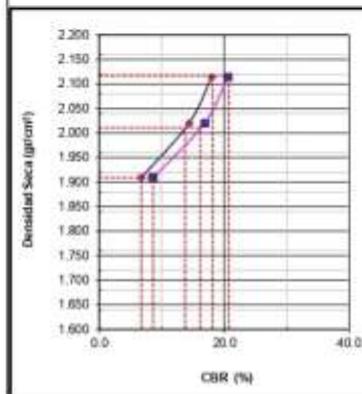
PROGRESIVA : -

MUESTRA : TERRENO NATURAL + 3% POLVO DE MÁRMOL Y 4% CAL M-3

CLASF. (SUCS) : CL

PROFUNDIDAD : 0.60 - 1.50 m.

CLASF. (AASHTO) : A-6 (II)



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.117

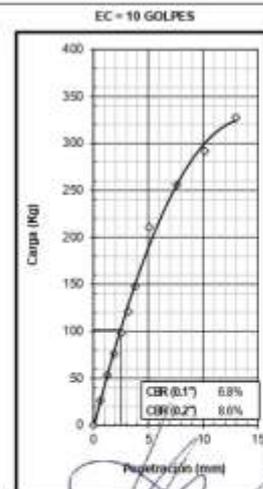
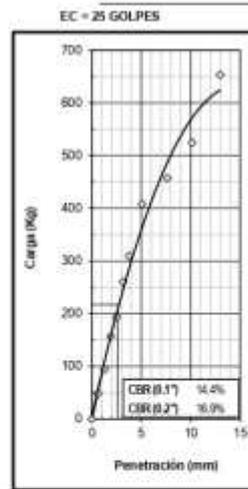
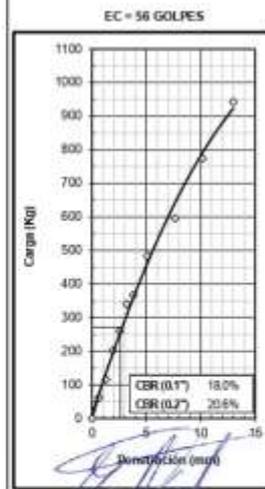
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.1

95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.011

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	18.1	0.2"	20.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	13.8	0.2"	16.2

RESULTADOS:
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 20.7 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 16.2 (%)

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: LA MUESTRA FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
S.C.A

TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Sepulveda Herrera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 146028

ING. JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"
 UBICACIÓN : LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA
 MATERIAL : CL Lado : - Acceso : -

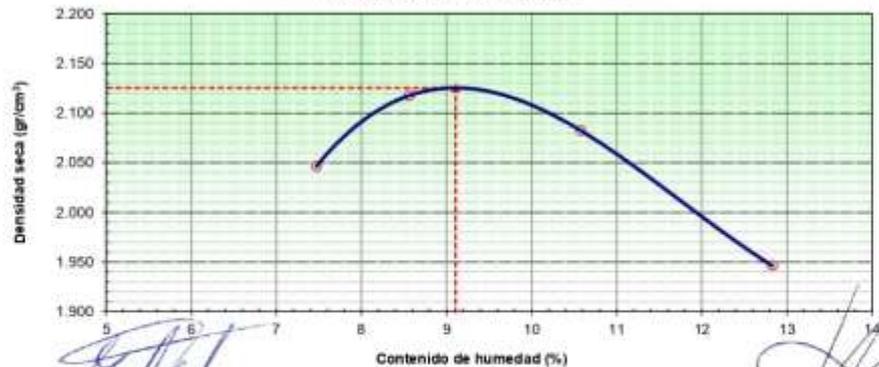
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA C-01 M-1 PROGRESIVA : -
 MUESTRA TERRENO NATURAL + 6% POLVO DE MARMO Y 4%CAL CLASF. (SUCS) : CL
 PROF. (m) 0.60 - 1.50 m. CLASF. (AASHTO) : A-6 (S)

METODO DE COMPACTACION : C FECHA DE ENSAYO: 8/10/2022

Peso suelo + molde	g	11327.0	11538.0	11546.0	11320.0
Peso molde	g	6660.0	6660.0	6660.0	6660.0
Peso suelo húmedo compactado	g	4667.0	4878.0	4886.0	4660.0
Volumen del molde	cm ³	2122.0	2122.0	2122.0	2122.0
Peso volumétrico húmedo	g	2.199	2.299	2.303	2.196
Recipiente N°		S-3	S-1	S-2	L-6
Peso del suelo húmedo+tara	g	424.1	365.5	400.7	344.2
Peso del suelo seco + tara	g	397.0	339.5	365.6	309.1
Tara	g	34.3	35.8	33.8	35.5
Peso de agua	g	27.1	26.0	35.1	35.1
Peso del suelo seco	g	362.7	303.7	331.8	273.6
Contenido de agua	%	7.5	8.6	10.6	12.8
Peso volumétrico seco	g/cm ³	2.046	2.117	2.082	1.946
Densidad máxima (g/cm ³)					2.125
Humedad óptima (%)					9.1

RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



OBSERVACION: SI LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
 José C. Escalante Fernández
 JEFE DE LABORATORIO
 TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
 Wilian A. Segovia Herrera
 INGENIERO CIVIL
 C. P. N° 149028
 ING. JEFE DE LABORATORIO



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

SOLICITANTE : VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

UBICACIÓN: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

MATERIAL : CL

Lado : -

Acceso : -

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA C-01 M-1 PROGRESIVA : -
MUESTRA TERRENO NATURAL + 6% POLVO DE MÁRMOL Y 4% CAL CLASF. (SUCS) : CL
PROF. (m) 0.60 - 1.50 m. CLASF. (AASHTO) : A-E (6)

COMPACTACION

	1		2		3	
Molde Nº						
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12465	12720	12322	12630	11303	11721
Peso de molde (g)	7499	7499	7581	7581	6786	6786
Peso del suelo húmedo (g)	4966	5221	4741	5049	4517	4935
Volumen del molde (cm ³)	2127	2127	2127	2127	2127	2127
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.335	2.455	2.229	2.374	2.124	2.320
Tara (Nº)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	289.6	316.9	270.6	309.4	319.2	324.4
Peso suelo seco + tara (g)	266.8	280.6	249.1	268.3	293.1	274.7
Peso de tara (g)	31.30	50.60	34.40	40.40	35.90	33.90
Peso de agua (g)	22.8	36.3	21.5	41.1	26.1	49.7
Peso de suelo seco (g)	235.5	230.0	214.7	227.9	257.2	240.8
Contenido de humedad (%)	9.7	15.8	10.0	18.0	10.1	20.6
Densidad seca (g/cm ³)	2.129	2.120	2.026	2.011	1.928	1.923

EXPANSION

FECHA		DIAL			EXPANSION	DIAL			EXPANSION	DIAL			EXPANSION
INICIO	FINAL	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%
14/10/2022	18/10/2022	0.00	0.57		0.49	0.00	0.64		0.55	0.00	0.84		0.72

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº				MOLDE Nº				MOLDE Nº			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		15	80.3			8	48.7			7	44.2		
1.270		34	165.8			16	84.8			13	71.3		
1.905		39	188.3			29	143.3			19	98.3		
2.540	70.5	59	278.1	315.2	20.9	41	197.3	254.8	16.9	23	116.3	107.7	7.1
3.180		80	372.3			64	300.6			27	134.3		
3.810		103	475.1			90	417.0			31	152.3		
5.080	105.7	126	577.8	533.4	23.6	101	466.2	465.6	20.6	44	210.8	199.2	8.8
7.620		145	662.4			122	560.0			59	278.1		
10.180		210	950.8			146	666.9			67	314.6		
13.000		264	1188.9			200	906.5			82	381.2		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
S.C.A.
TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
Wladimir A Segovia Herrera
INGENIERO CIVIL
C. B. N. 146028
ING. JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE: VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, A. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

MATERIAL: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

UBICACION: CL

Lado: -

Acceso: -

DATOS DE LA MUESTRA

CAJICATA: C-01 M-1

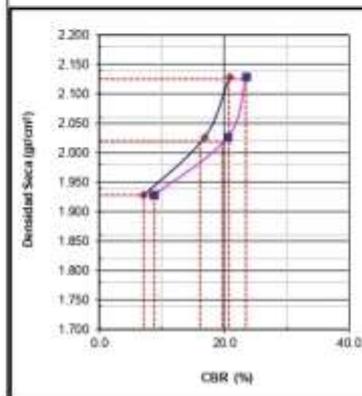
PROGRESIVA: -

MUESTRA: TERRENO NATURAL + 6% POLVO DE MÁRMOL Y 4% CAL

CLASF. (SUCS): CL

PROFUNDIDAD: 0.60 - 1.50 m

CLASF. (AASHTO): A-6 (II)

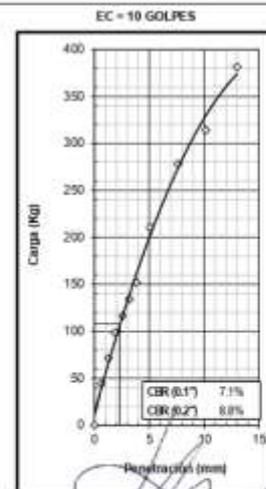
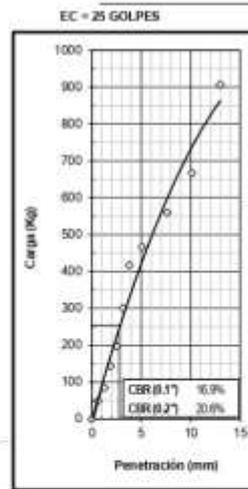
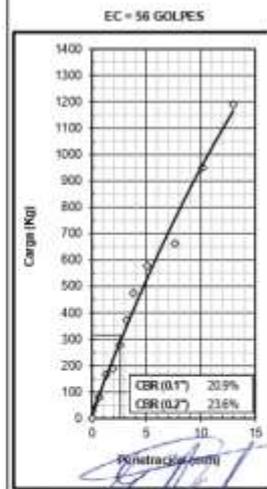


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.125
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.1
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.019

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	20.8	0.2"	23.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	16.2	0.2"	19.7

RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 23.5 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 19.7 (%)

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
 José C Escalante Fernández
 JEFE DE LABORATORIO
 S.C.A.
 TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
 William A. Segovia Herrera
 INGENIERO CIVIL
 C. I. P. N° 148028
 ING. JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

UBICACIÓN : LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

MATERIAL : CL

Lado : -

Acceso : -

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01 M-2

PROGRESIVA : -

MUESTRA : TERRENO NATURAL + 6% POLVO DE MARMO Y 4%CAL

CLASF. (SUCS) : CL

PROF. (m) : 0.60 - 1.50 m.

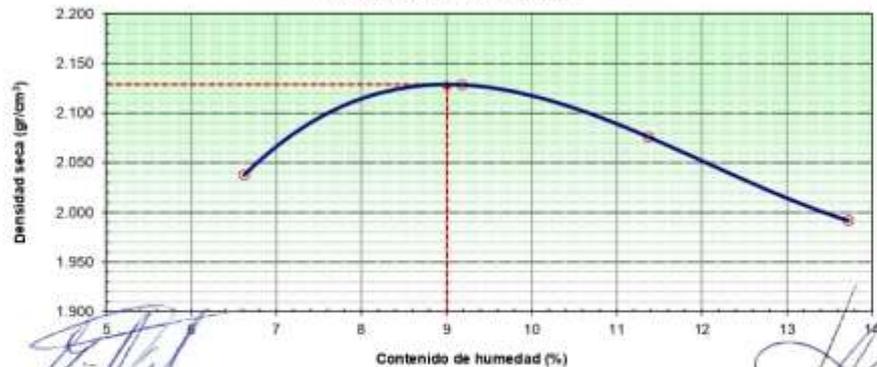
CLASF. (AASHTO) : A-6 (S)

METODO DE COMPACTACION : C

FECHA DE ENSAYO : 8/10/2022

Peso suelo + molde	g	11270.0	11591.0	11566.0	11466.0
Peso molde	g	6660.0	6660.0	6660.0	6660.0
Peso suelo húmedo compactado	g	4610.0	4931.0	4906.0	4806.0
Volumen del molde	cm ³	2122.0	2122.0	2122.0	2122.0
Peso volumétrico húmedo	g	2.172	2.324	2.312	2.265
Recipiente N°		JC-1	JC-11	JC-16	M-4
Peso del suelo húmedo+tara	g	323.8	302.6	311.6	250.4
Peso del suelo seco + tara	g	306.2	281.0	283.5	225.0
Tara	g	40.5	45.8	36.4	39.9
Peso de agua	g	17.6	21.6	28.1	25.4
Peso del suelo seco	g	265.7	235.2	247.1	185.1
Contenido de agua	%	6.6	9.2	11.4	13.7
Peso volumétrico seco	g/cm ³	2.038	2.128	2.076	1.992
Densidad máxima (g/cm ³)					2.129
Humedad óptima (%)					9.0

RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



RESULTADOS Y MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.
JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C. Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
S.C.A

TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Segovia Herrera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 148028

ING. JEFE DE LABORATORIO



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

SOLICITANTE : VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

UBICACIÓN: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

MATERIAL : CL

Lado : -

Acceso : -

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA C-01 M-2 PROGRESIVA : -
MUESTRA TERRENO NATURAL + 6% POLVO DE MÁRMOL Y 4% CAL CLASF. (SUCS) : CL
PROF. (m) 0.60 - 1.50 m. CLASF. (AASHTO) : A-E (6)

COMPACTACION

	1		2		3	
Molde Nº						
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13109	13423	12552	12934	12485	12956
Peso de molde (g)	8176	8176	7887	7887	8017	8017
Peso del suelo húmedo (g)	4933	5247	4665	5047	4468	4939
Volumen del molde (cm ³)	2127	2127	2127	2127	2127	2127
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.319	2.467	2.193	2.373	2.101	2.322
Tara (Nº)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	291.7	300.6	288.1	256.4	310.3	297.4
Peso suelo seco + tara (g)	270.5	264.3	267.4	223.7	288.4	252.7
Peso de tara (g)	42.50	37.70	40.20	44.90	50.20	40.40
Peso de agua (g)	21.2	36.3	20.7	32.7	21.9	46.7
Peso de suelo seco (g)	228.0	226.6	227.2	178.8	238.2	212.3
Contenido de humedad (%)	9.3	16.0	9.1	18.3	9.2	21.1
Densidad seca (g/cm ³)	2.122	2.126	2.010	2.006	1.924	1.918

EXPANSION

FECHA		DIAL			EXPANSION	DIAL			EXPANSION	DIAL			EXPANSION
INICIO	FINAL	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%
14/10/2022	18/10/2022	0.00	0.55		0.47	0.00	0.63		0.54	0.00	0.83		0.71

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº				MOLDE Nº				MOLDE Nº			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		18	93.8			9	53.2			6	39.7		
1.270		29	143.3			18	93.8			11	62.3		
1.905		44	210.8			27	134.3			18	93.8		
2.540	70.5	55	260.2	309.6	20.5	39	188.3	241.4	16.0	22	111.8	108.4	7.2
3.180		80	372.3			62	291.6			27	134.3		
3.810		101	466.2			87	403.6			32	156.8		
5.080	105.7	132	504.5	548.1	24.2	99	457.3	461.8	20.4	45	215.7	204.2	9.0
7.620		151	689.1			126	577.8			60	282.6		
10.160		209	946.4			145	662.4			70	325.5		
13.008		277	1246.1			208	941.9			86	398.1		

OBSERVACIONES: CASI TODAS LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
B.C.A.
TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Segovia Herrera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 148028
ING. JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE: VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

MATERIAL: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

UBICACION: CL

Lado: -

Acceso: -

DATOS DE LA MUESTRA

CAJICATA: C-01 M-2

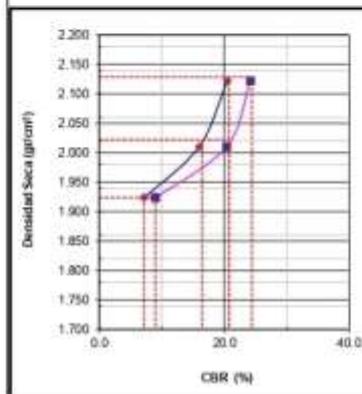
PROGRESIVA: -

MUESTRA: TERRENO NATURAL + 6% POLVO DE MÁRMOL Y 4% CAL

CLASF. (SUCS): CL

PROFUNDIDAD: 0.60 - 1.50 m

CLASF. (AASHTO): A-6 (II)



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.129

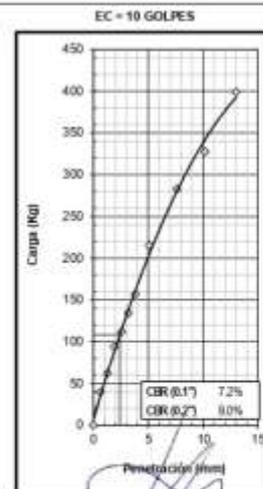
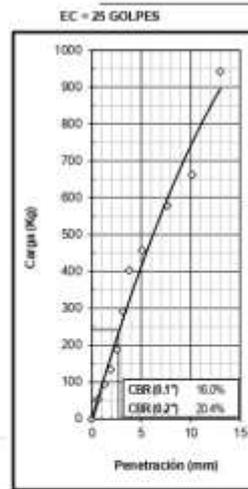
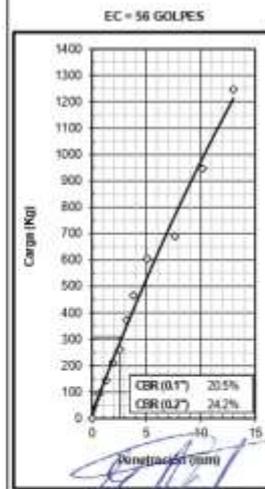
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.0

95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.022

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	20.8	0.2"	24.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	16.5	0.2"	20.8

RESULTADOS:
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 24.5 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 20.8 (%)

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: LA MUESTRA SE ENCONTRÓ EN PROPORCIONES E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C. Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
S.C.A.
TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Segovia Herrera
INGENIERO CIVIL
C. P. N° 146028
ING. JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"
 UBICACIÓN : LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA
 MATERIAL : CL Lado : - Acceso : -

DATOS DE LA MUESTRA

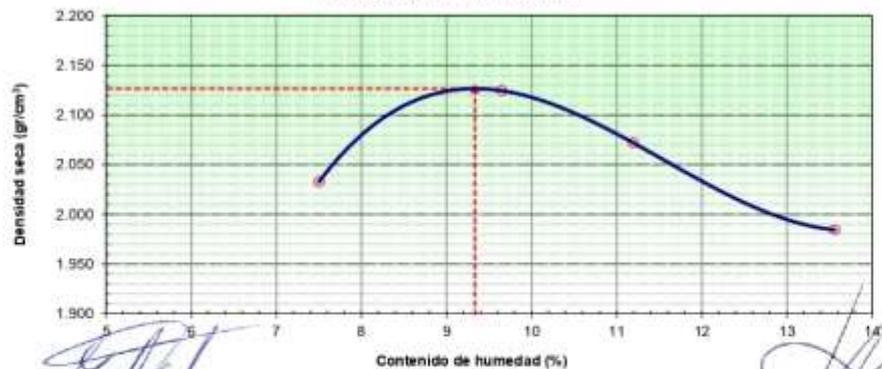
CALICATA C-01 M-3 PROGRESIVA : -
 MUESTRA TERRENO NATURAL + 6% POLVO DE MARMO Y 4%CAL CLASF. (SUCS) : CL
 PROF. (m) 0.60 - 1.50 m. CLASF. (AASHTO) : A-6 (S)

METODO DE COMPACTACION : C

FECHA DE ENSAYO: 8/10/2022

Peso suelo + molde	g	11297.0	11603.0	11549.0	11442.0
Peso molde	g	6660.0	6660.0	6660.0	6660.0
Peso suelo húmedo compactado	g	4637.0	4943.0	4889.0	4782.0
Volumen del molde	cm ³	2122.0	2122.0	2122.0	2122.0
Peso volumétrico húmedo	g	2.185	2.329	2.304	2.254
Recipiente N°		L-02	L-09	JC-12	JC-04
Peso del suelo húmedo+tara	g	251.6	223.2	202.1	214.1
Peso del suelo seco + tara	g	236.8	207.1	187.0	195.1
Tara	g	39.5	40.2	52.1	55.0
Peso de agua	g	14.8	16.1	15.1	19.0
Peso del suelo seco	g	197.3	166.9	134.9	140.1
Contenido de agua	%	7.5	9.6	11.2	13.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	2.033	2.124	2.072	1.984
Densidad máxima (g/cm ³)					2.127
Humedad óptima (%)					9.3

RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
 José C. Escalante Fernández
 JEFE DE LABORATORIO
 TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
 William A. Segovia Herrera
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 148028
 ING. JEFE DE LABORATORIO



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

SOLICITANTE : VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

UBICACIÓN: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

MATERIAL : CL

Lado : -

Acceso : -

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA C-01 M-3 PROGRESIVA : -
MUESTRA TERRENO NATURAL + 6% POLVO DE MÁRMOL Y 4% CAL CLASF. (SUCS) : CL
PROF. (m) 0.60 - 1.50 m. CLASF. (AASHTO) : A-E (6)

COMPACTACION

	1		2		3	
Molde Nº						
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12798	13103	12671	13052	12096	12590
Peso de molde (g)	7864	7864	7946	7946	7612	7612
Peso del suelo húmedo (g)	4934	5239	4725	5106	4484	4978
Volumen del molde (cm ³)	2127	2127	2127	2127	2127	2127
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.320	2.463	2.221	2.401	2.108	2.340
Tara (Nº)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	225.6	244.6	271.0	310.5	286.3	246.1
Peso suelo seco + tara (g)	209.2	214.3	251.1	267.4	265.5	211.5
Peso de tara (g)	33.30	30.70	39.50	35.60	44.10	51.20
Peso de agua (g)	16.4	30.3	19.9	43.1	20.8	34.6
Peso de suelo seco (g)	175.9	183.6	211.6	231.8	221.4	160.3
Contenido de humedad (%)	9.3	16.5	9.4	18.6	9.4	21.6
Densidad seca (g/cm ³)	2.122	2.114	2.030	2.024	1.927	1.925

EXPANSION

FECHA		DIAL			EXPANSION	DIAL			EXPANSION	DIAL			EXPANSION
INICIO	FINAL	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%
14/10/2022	18/10/2022	0.00	0.57		0.49	0.00	0.63		0.54	0.00	0.85		0.73

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº				MOLDE Nº				MOLDE Nº			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		21	107.3			11	62.3			9	53.2		
1.270		33	161.3			20	102.8			14	75.8		
1.905		49	233.2			31	152.3			20	102.8		
2.540	70.5	57	269.1	319.7	21.2	43	206.3	256.7	17.0	24	120.8	114.0	7.6
3.180		85	394.6			66	309.5			30	147.8		
3.810		103	475.1			91	421.5			35	170.3		
5.080	105.7	134	613.4	556.9	24.6	104	479.6	476.6	21.1	48	229.7	216.4	9.6
7.620		154	702.5			129	591.2			66	309.5		
10.160		210	950.8			152	693.6			76	354.8		
13.000		281	1263.7			214	968.5			90	417.6		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Segovia Herrera
INGENIERO CIVIL
C. I. P. N. 146028
ING. JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE: VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

MATERIAL: LURIGAÑCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

UBICACION: CL

Lado: -

Acceso: -

DATOS DE LA MUESTRA

CAJICATA: C-01 M-3

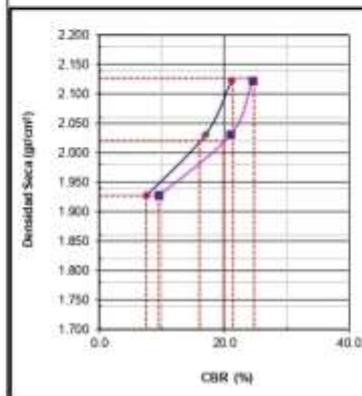
PROGRESIVA: -

MUESTRA: TERRENO NATURAL + 6% POLVO DE MÁRMOL Y 4% CAL

CLASF. (SUCS): CL

PROFUNDIDAD: 0.60 - 1.50 m

CLASF. (AASHTO): A-6 (II)



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.127

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.3

95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.020

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	8.1 ^o	21.4	0.2 ^o	24.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	8.1 ^o	16.1	0.2 ^o	19.9

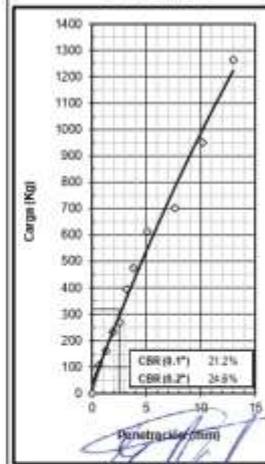
RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 24.8 (%)

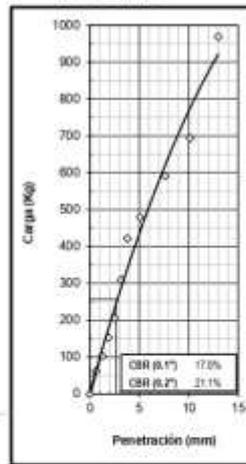
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 19.9 (%)

OBSERVACIONES:

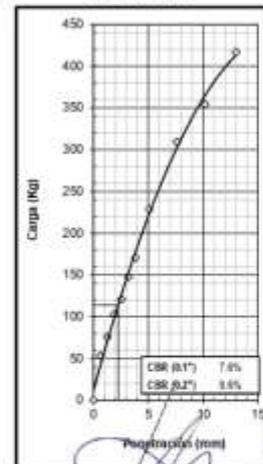
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 10 GOLPES



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C. Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
S.C.A.
TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Segovia Herrera
INGENIERO CIVIL
C. P. N° 148024
ING. JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

UBICACIÓN : LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

MATERIAL : CL

Lado : -

Acceso : -

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA C - 01 M-1

PROGRESIVA : -

MUESTRA TERRENO NATURAL + 9% POLVO DE MARMO Y 4%CAL

CLASF. (SUCS) : CL

PROF. (m) 0.60 - 1.50 m.

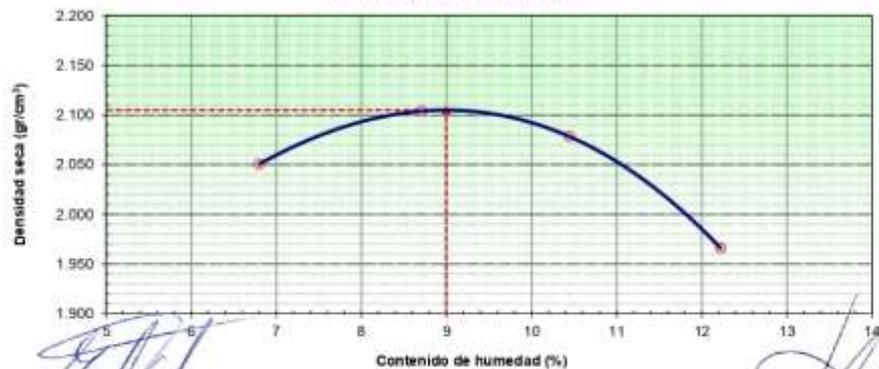
CLASF. (AASHTO) : A-6 (S)

METODO DE COMPACTACION : C

FECHA DE ENSAYO: 8/10/2022

Peso suelo + molde	g	11307.0	11513.0	11531.0	11342.0
Peso molde	g	6660.0	6660.0	6660.0	6660.0
Peso suelo húmedo compactado	g	4647.0	4853.0	4871.0	4682.0
Volumen del molde	cm ³	2122.0	2122.0	2122.0	2122.0
Peso volumétrico húmedo	g	2.190	2.287	2.295	2.206
Recipiente N°		S-11	S-5	S-4	S-9
Peso del suelo húmedo+tara	g	584.6	380.2	372.9	365.2
Peso del suelo seco + tara	g	362.4	352.6	340.9	329.3
Tara	g	35.9	35.5	34.4	35.5
Peso de agua	g	22.2	27.6	32.0	35.9
Peso del suelo seco	g	326.5	317.1	306.5	293.8
Contenido de agua	%	6.8	8.7	10.4	12.2
Peso volumétrico seco	g/cm ³	2.050	2.104	2.078	1.966
Densidad máxima (g/cm ³)					2.105
Humedad óptima (%)					9.0

RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
S.C.A.
TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Sepúlveda Herrera
INGENIERO CIVIL
C.I.B. N° 346028
ING. JEFE DE LABORATORIO



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

SOLICITANTE : VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

UBICACIÓN: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

MATERIAL : CL

Lado : -

Acceso : -

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA C - 01 M-1 PROGRESIVA : -
MUESTRA TERRENO NATURAL + 9% POLVO DE MÁRMOL Y 4% CAL CLASF. (SUCS) : CL
PROF. (m) 0.60 - 1.50 m. CLASF. (AASHTO) : A-E (6)

COMPACTACION

	1		2		3	
Molde N°						
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11288	13101	11623	12866	11175	12611
Peso de molde (g)	6382	6382	6953	6953	6732	6732
Peso del suelo húmedo (g)	4906	6719	4670	5913	4443	5879
Volumen del molde (cm ³)	2127	2127	2127	2127	2127	2127
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.307	3.159	2.196	2.780	2.089	2.764
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	319.2	316.9	288.1	309.4	318.1	324.4
Peso suelo seco + tara (g)	294.1	283.3	265.5	269.1	293.3	276.3
Peso de tara (g)	35.60	62.30	33.90	42.10	35.90	43.50
Peso de agua (g)	25.1	33.6	22.6	40.3	24.8	48.1
Peso de suelo seco (g)	258.5	221.0	231.6	227.0	257.4	232.8
Contenido de humedad (%)	9.7	15.2	9.8	17.8	9.6	20.7
Densidad seca (g/cm ³)	2.102	2.742	2.000	2.361	1.905	2.291

EXPANSION

FECHA		DIAL			EXPANSION	DIAL			EXPANSION	DIAL			EXPANSION
INICIO	FINAL	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%
14/10/2022	14/10/2022	0.00	0.77		0.66	0.00	0.89		0.76	0.00	0.98		0.84

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		14	75.8			7	44.2			5	35.2		
1.270		33	161.3			14	75.8			9	53.2		
1.905		47	224.2			31	152.3			15	80.3		
2.540	70.5	54	255.7	284.1	18.8	40	192.8	240.5	15.9	19	98.3	100.6	6.7
3.180		79	367.8			56	264.7			25	125.3		
3.810		96	443.9			84	390.2			28	138.8		
5.080	105.7	106	488.5	515.9	22.8	97	448.3	438.5	19.4	43	206.3	186.3	8.2
7.620		157	715.8			114	524.3			50	237.7		
10.160		190	862.2			136	622.4			56	268.7		
13.000		253	1140.5			168	755.8			63	296.1		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
S.C.A.
TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A Sepúlveda Herrera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 148028
ING. JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE: VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, A: CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

MATERIAL: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

UBICACION: CL

Lado: -

Acceso: -

DATOS DE LA MUESTRA

CAJICATA: C - 01 M-1

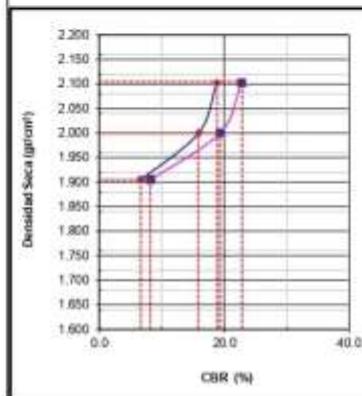
PROGRESIVA: -

MUESTRA: TERRENO NATURAL + 8% POLVO DE MÁRMOL Y 4% CAL

CLASF. (SUCS): CL

PROFUNDIDAD: 0.60 - 1.50 m.

CLASF. (AASHTO): A-6 (II)

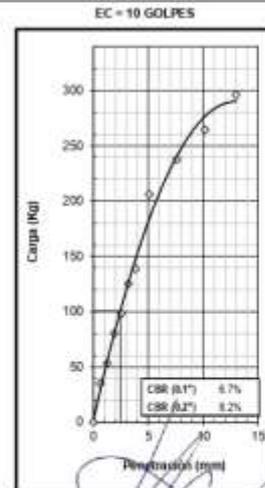
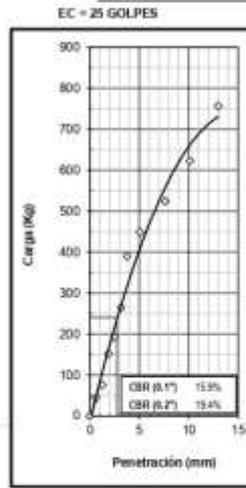
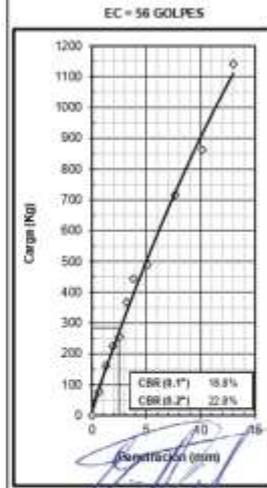


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.105
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.0
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.000

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	16.9	0.2"	22.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	15.9	0.2"	19.3

RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 22.9 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 19.3 (%)

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
 José C. Escobar Fernández
 JEFE DE LABORATORIO
 S.C.A.
 TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
 William A. Segovia Herrera
 INGENIERO CIVIL
 C. I. P. N° 149026
 ING. JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

UBICACIÓN : LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

MATERIAL : CL

Lado : -

Acceso : -

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA C - 01 M-2

PROGRESIVA : -

MUESTRA TERRENO NATURAL + 9% POLVO DE MARMO Y 4%CAL

CLASF. (SUCS) : CL

PROF. (m) 0.60 - 1.50 m.

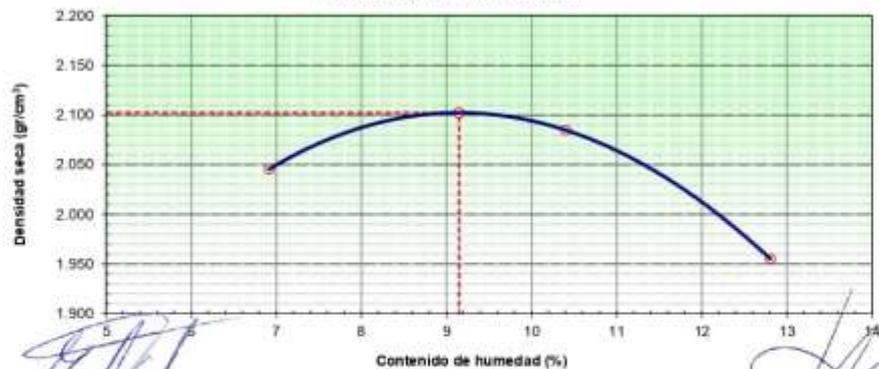
CLASF. (AASHTO) : A-6 (S)

METODO DE COMPACTACION : C

FECHA DE ENSAYO: 8/10/2022

Peso suelo + molde	g	11301.0	11529.0	11544.0	11340.0
Peso molde	g	6660.0	6660.0	6660.0	6660.0
Peso suelo húmedo compactado	g	4641.0	4869.0	4884.0	4680.0
Volumen del molde	cm ³	2122.0	2122.0	2122.0	2122.0
Peso volumétrico húmedo	g	2.187	2.295	2.302	2.205
Recipiente N°		M-1	L-5	JC-26	JC-31
Peso del suelo húmedo+tara	g	269.8	311.8	342.0	326.9
Peso del suelo seco + tara	g	295.1	289.0	312.8	296.1
Tara	g	42.6	39.7	32.1	66.6
Peso de agua	g	14.7	22.8	29.2	30.8
Peso del suelo seco	g	212.5	249.3	280.7	240.5
Contenido de agua	%	6.9	9.1	10.4	12.8
Peso volumétrico seco	g/cm ³	2.046	2.102	2.085	1.955
Densidad máxima (g/cm ³)					2.102
Humedad óptima (%)					9.1

RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C. Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
S.C.A.
TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Segura Herrera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 148028
ING. JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

UBICACIÓN: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

MATERIAL : CL

Lado : -

Acceso : -

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA C - 01 M-2 PROGRESIVA : -
MUESTRA TERRENO NATURAL + 9% POLVO DE MÁRMOL Y 4% CAL CLASF. (SUCS) : CL
PROF. (m) 0.60 - 1.50 m. CLASF. (AASHTO) : A-E (6)

COMPACTACION

	1		2		3	
Molde N°						
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11389	13101	11897	12866	12440	12611
Peso de molde (g)	6510	6510	7236	7236	8017	8017
Peso del suelo húmedo (g)	4879	6591	4661	5630	4423	4594
Volumen del molde (cm ³)	2127	2127	2127	2127	2127	2127
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.294	3.099	2.191	2.647	2.079	2.160
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	256.3	341.2	296.5	310.4	241.1	277.3
Peso suelo seco + tara (g)	238.7	301.3	275.3	269.2	223.8	238.4
Peso de tara (g)	44.30	55.60	39.40	40.50	36.60	55.80
Peso de agua (g)	17.6	39.9	21.2	41.2	17.3	38.9
Peso de suelo seco (g)	194.4	245.7	235.9	228.7	187.2	182.6
Contenido de humedad (%)	9.1	16.2	9.0	18.0	9.2	21.3
Densidad seca (g/cm ³)	2.103	2.666	2.011	2.243	1.904	1.781

EXPANSION

FECHA		DIAL			EXPANSION	DIAL			EXPANSION	DIAL			EXPANSION
INICIO	FINAL	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%
14/10/2022	14/10/2022	0.00	0.70		0.60	0.00	0.77		0.66	0.00	0.87		0.75

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		15	80.3			7	44.2			7	44.2		
1.270		31	152.3			14	75.8			11	62.3		
1.905		45	215.3			33	161.3			18	93.8		
2.540	70.5	59	278.1	299.6	19.9	45	215.3	257.3	17.1	23	116.3	109.5	7.3
3.180		77	358.8			58	273.6			26	129.8		
3.810		93	430.4			90	417.0			30	147.8		
5.080	105.7	114	524.3	495.4	21.9	102	470.7	460.8	20.4	48	228.7	200.9	8.9
7.620		133	609.0			118	542.1			55	260.2		
10.160		177	804.6			141	644.6			63	295.1		
13.000		240	1083.2			170	773.5			74	345.4		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
S.C.A.
TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
William A. Segovia Herrera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 148028
ING. JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE: VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, A. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

MATERIAL: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

UBICACION: CL

Lado: -

Acceso: -

DATOS DE LA MUESTRA

CALCATA: C - 01 M2

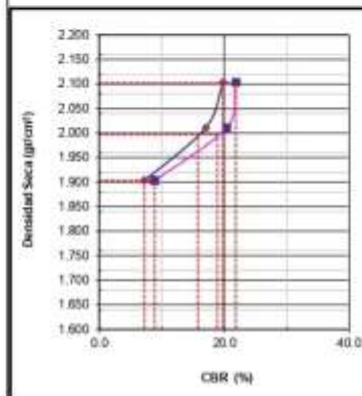
PROGRESIVA: -

MUESTRA: TERRENO NATURAL + 8% POLVO DE MÁRMOL Y 4% CAL

CLASIF. (SUCS): CL

PROFUNDIDAD: 0.60 - 1.50 m

CLASIF. (AASHTO): A-6 (II)

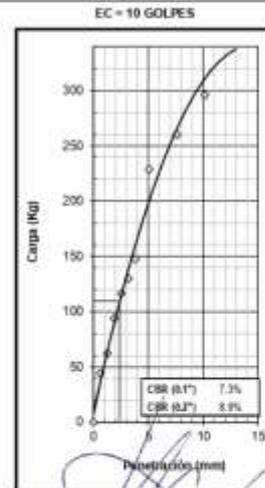
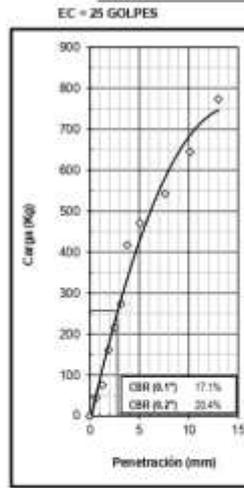
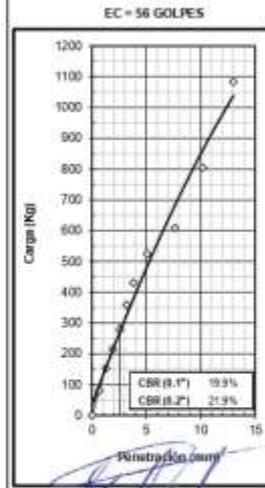


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.102
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.1
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.997

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	19.8	0.2"	21.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	15.8	0.2"	18.9

RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 21.9 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 18.9 (%)

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: VALORES ESTIMADOS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
 José C Escalante Fernández
 JEFE DE LABORATORIO
 TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
 William A. Segovia Herrera
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 146028
 ING. JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"
 UBICACIÓN : LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA
 MATERIAL : CL Lado : - Acceso : -

DATOS DE LA MUESTRA

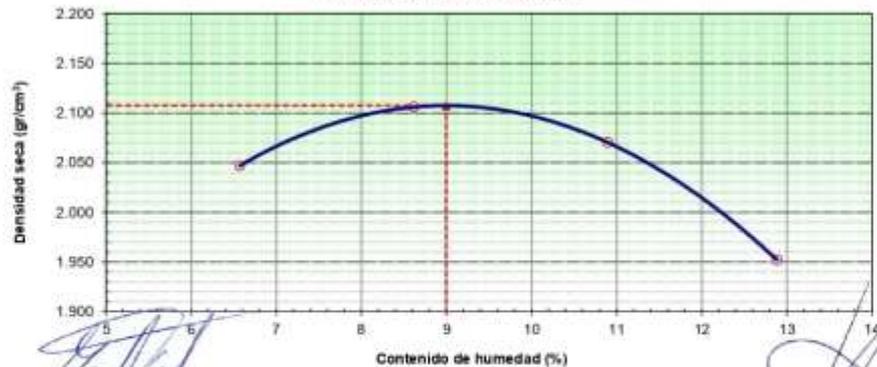
CALICATA C - 01 M-3 PROGRESIVA : -
 MUESTRA TERRENO NATURAL + 9% POLVO DE MARMO Y 4%CAL CLASF. (SUCS) : CL
 PROF. (m) 0.60 - 1.50 m. CLASF. (AASHTO) : A-6 (S)

METODO DE COMPACTACION : C

FECHA DE ENSAYO: 8/10/2022

Peso suelo + molde	g	11289.0	11514.0	11532.0	11336.0
Peso molde	g	6660.0	6660.0	6660.0	6660.0
Peso suelo húmedo compactado	g	4629.0	4854.0	4872.0	4676.0
Volumen del molde	cm ³	2122.0	2122.0	2122.0	2122.0
Peso volumétrico húmedo	g	2.181	2.287	2.296	2.204
Recipiente N°		JC-32	JC-09	M-12	M-17
Peso del suelo húmedo+tara	g	311.6	289.4	322.2	288.4
Peso del suelo seco + tara	g	295.6	270.0	296.1	262.0
Tara	g	52.1	44.9	56.5	57.1
Peso de agua	g	16.0	19.4	26.1	26.4
Peso del suelo seco	g	243.5	225.1	239.6	204.9
Contenido de agua	%	6.6	8.6	10.9	12.9
Peso volumétrico seco	g/cm ³	2.047	2.106	2.070	1.952
Densidad máxima (g/cm ³)					2.107
Humedad óptima (%)					9.0

RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
 José C. Escalante Fernández
 JEFE DE LABORATORIO
 S.C.A.
 TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
 William A. Segovia Herrera
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 146028
 ING. JEFE DE LABORATORIO



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

SOLICITANTE : VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

UBICACIÓN: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

MATERIAL : CL

Lado : -

Acceso : -

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA C - 01 M-3 PROGRESIVA : -
MUESTRA TERRENO NATURAL + 9% POLVO DE MÁRMOL Y 4% CAL CLASF. (SUCS) : CL
PROF. (m) 0.60 - 1.50 m. CLASF. (AASHTO) : A-E (6)

COMPACTACION

	1		2		3	
Molde Nº						
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12733	13101	12714	13101	12532	13056
Peso de molde (g)	7833	7833	8042	8042	8113	8113
Peso del suelo húmedo (g)	4900	5268	4672	5059	4419	4943
Volumen del molde (cm ³)	2127	2127	2127	2127	2127	2127
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.304	2.477	2.197	2.378	2.078	2.324
Tara (Nº)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	311.1	288.2	333.4	317.9	288.8	297.3
Peso suelo seco + tara (g)	289.6	250.1	309.9	277.4	268.2	252.1
Peso de tara (g)	60.50	35.90	55.40	62.60	39.90	44.70
Peso de agua (g)	21.5	38.1	23.5	40.5	20.6	45.2
Peso de suelo seco (g)	229.1	214.2	254.5	214.8	228.3	207.4
Contenido de humedad (%)	9.4	17.8	9.2	18.9	9.0	21.8
Densidad seca (g/cm ³)	2.106	2.103	2.011	2.001	1.906	1.908

EXPANSION

FECHA		DIAL			EXPANSION	DIAL			EXPANSION	DIAL			EXPANSION
INICIO	FINAL	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%	INICIAL (mm)	FINAL (mm)	(mm)	%
14/10/2022	14/10/2022	0.00	0.72		0.62	0.00	0.80		0.69	0.00	0.88		0.76

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº				MOLDE Nº				MOLDE Nº			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		13	71.3			7	44.2			5	35.2		
1.270		28	138.8			12	66.8			10	67.7		
1.905		42	201.8			30	147.8			15	80.3		
2.540	70.5	60	282.6	305.1	20.2	43	206.3	344.1	16.2	19	98.3	102.1	6.8
3.180		78	363.3			56	264.7			24	120.8		
3.810		96	443.9			87	403.6			29	143.3		
5.080	105.7	112	515.3	495.0	21.9	95	439.4	443.9	19.6	37	179.3	170.3	7.5
7.620		128	586.7			116	533.2			44	210.8		
10.160		169	769.1			137	626.8			53	251.2		
13.000		234	1056.8			165	751.3			67	314.0		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
José C. Escalante Fernández
JEFE DE LABORATORIO
TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
Wladimir A. Sepúlveda Herrera
INGENIERO CIVIL
C. P. N. 148024
ING. JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE: VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, Av. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022"

MATERIAL: LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA

UBICACION: CL

Lado: -

Acceso: -

DATOS DE LA MUESTRA

CAJICATA: C - 01 M3

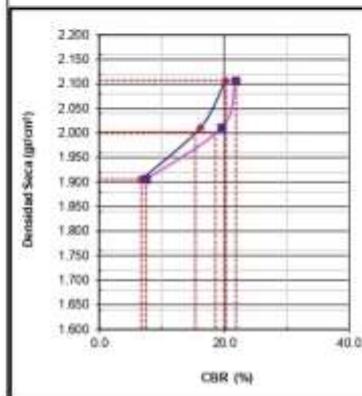
PROGRESIVA: -

MUESTRA: TERRENO NATURAL + 8% POLVO DE MÁRMOL Y 4% CAL

CLASF. (SUCS): CL

PROFUNDIDAD: 0.60 - 1.50 m

CLASF. (AASHTO): A-6 (II)

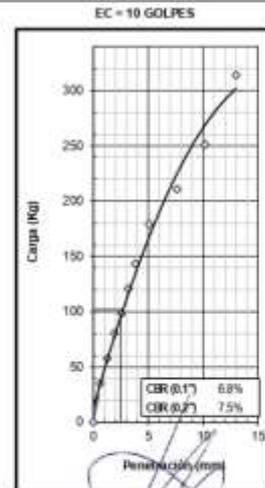
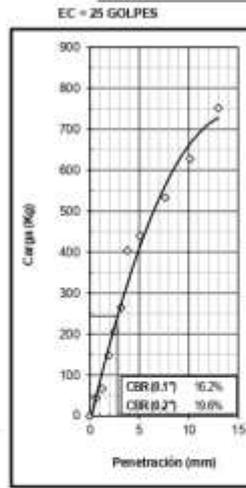
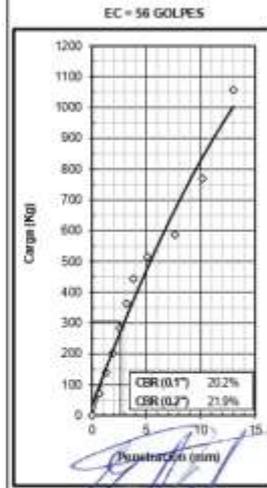


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.107
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.0
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.002

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	20.3	0.2"	21.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	15.4	0.2"	18.6

RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 21.9 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 18.6 (%)

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: LAS PRUEBAS FUERON PROPORCIONADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE.

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
 José C Escalante Fernández
 JEFE DE LABORATORIO
 S.C.A.
 TECNICO DE LABORATORIO

JCM INGENIERIA E.I.R.L.
 William A. Segovia Herrera
 INGENIERO CIVIL
 C. I. P. N° 146026
 ING. JEFE DE LABORATORIO

ANEXO 05. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

Certificado de Calibración

TC - 05724 - 2022

Proforma : 9612A Fecha de emisión : 2022-04-06

Solicitante : JCM INGENIERIA E.I.R.L.
Dirección : Cal. Sin Nombre Mza. F1 Lote. 60 Agru Pachacamac Sect 4 1Ra Etapa Lima-Lima-Villa El Salvador

Instrumento de medición : **Balanza**
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : R21PE3024
N° de Serie : B847537442
Capacidad Máxima : 30 kg
Resolución : 0,001 kg
División de Verificación : 0,01 kg
Clase de Exactitud : III
Capacidad Mínima : 0,2 kg
Procedencia : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2022-04-04

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Lugar de calibración
Instalaciones de JCM INGENIERIA E.I.R.L.

Método de calibración
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2	TC-07157-2021 Mayo 2021
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 2 kg Clase de Exactitud M2	TC-07381-2021 Mayo 2021
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 5 kg Clase de Exactitud M2	TC-08046-2021 Mayo 2021
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 10 kg Clase de Exactitud M2	TC-08047-2021 Mayo 2021
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 20 kg Clase de Exactitud M2	TC-06807-2021 Julio 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

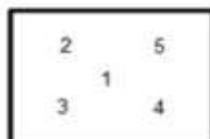
Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,3 °C	24,2 °C
Humedad Relativa	72 %	73 %

Medición N°	Carga (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)
1	15	15,000	0,5	0,0	1	30	30,001	0,5	1,0
2		15,000	0,5	0,0	2		30,001	0,5	1,0
3		15,000	0,7	-0,2	3		30,001	0,9	0,6
4		15,000	0,7	-0,2	4		30,001	0,6	0,9
5		15,000	0,5	0,0	5		30,001	0,6	0,9
6		15,000	0,4	0,1	6		30,001	0,5	1,0
7		15,000	0,4	0,1	7		30,001	0,5	1,0
8		15,000	0,5	0,0	8		30,001	0,7	0,8
9		15,000	0,5	0,0	9		30,001	0,7	0,8
10		15,000	0,7	-0,2	10		30,001	0,5	1,0
Emax - Emin (g)				0,3	Emax - Emin (g)				0,4
e.m.p. ± (g)				20	e.m.p. ± (g)				30

Certificado de Calibración
TC - 05724 - 2022



Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,3 °C	24,3 °C
Humedad Relativa	72 %	72 %

N°	Determinación de Eo				Determinación del Error Corregido Ec					e.m.p. ± (g)
	Carga (kg)	I (kg)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	0,1	0,100	0,8	-0,3	10	10,000	0,7	-0,2	0,1	20
2		0,100	0,7	-0,2		10,000	0,5	0,0	0,2	
3		0,100	0,5	0,0		10,000	0,9	-0,4	-0,4	
4		0,100	0,5	0,0		9,999	0,7	-1,2	-1,2	
5		0,100	0,7	-0,2		9,999	0,5	-1,0	-0,8	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,2 °C	24,3 °C
Humedad Relativa	72 %	73 %

Carga (kg)	Carga Creciente				Carga Decreciente				e.m.p. ± (g)
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0,100 0	0,100	0,5	0,0						
0,200 0	0,200	0,7	-0,2	-0,2	0,200	0,4	0,1	0,1	10
0,500 0	0,500	0,5	0,0	0,0	0,500	0,5	0,0	0,0	10
1,000 0	1,000	0,5	0,0	0,0	1,000	0,7	-0,2	-0,2	10
6,000 2	6,000	0,7	-0,4	-0,4	6,000	0,9	-0,6	-0,6	20
10,000 3	10,000	0,7	-0,5	-0,5	10,000	0,7	-0,5	-0,5	20
12,000 3	12,000	0,5	-0,3	-0,3	12,000	0,5	-0,3	-0,3	20
15,000 4	15,000	0,5	-0,4	-0,4	15,000	0,7	-0,6	-0,6	20
20,000 5	20,001	0,5	0,5	0,5	20,001	0,9	0,1	0,1	20
25,000 6	25,002	0,4	1,5	1,5	25,002	0,9	1,0	1,0	30
30,000 8	30,005	0,7	4,0	4,0	30,005	0,5	4,2	4,2	30

Donde:

I : Indicación de la balanza
e.m.p. : Error máximo permitido
ΔL : Carga incrementada
E : Error encontrado
Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

$$\text{Lectura Corregida} = R - 8,77 \times 10^{-6} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{7,63 \times 10^{-6} \text{ kg}^2 + 3,55 \times 10^{-8} \times R^2}$$

R : Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración (kg)

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 30,001 kg para una carga de valor nominal 30 kg.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del documento

Certificado de Calibración

TC - 05726 - 2022

Proforma : 9612A Fecha de emisión : 2022-04-06

Solicitante : JCM INGENIERIA E.I.R.L.

Dirección : Cal.Sin Nombre Mza. F1 Lote. 60 Agru Pachacamac Sect 4 1Ra Etapa Lima-Lima-Villa El Salvador

Instrumento de medición : **Balanza**
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : NVT62012ZH
N° de Serie : 8341276625
Capacidad Máxima : 620 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : III
Capacidad Mínima : 2 g
Procedencia : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2022-04-04

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISOMETEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Lugar de calibración

Instalaciones de JCM INGENIERIA E.I.R.L.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y III". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2	TC-07157-2021 Mayo 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

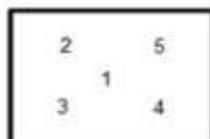
Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,0 °C	24,1 °C
Humedad Relativa	72 %	72 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔI (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔI (mg)	E (mg)
1	310	309,99	5	-10	1	620	620,00	9	-4
2		310,01	7	8	2		620,01	5	10
3		310,00	7	-2	3		620,01	7	8
4		310,00	5	0	4		620,00	7	-2
5		310,01	6	9	5		620,01	5	10
6		310,01	6	9	6		620,00	5	0
7		310,00	4	1	7		620,00	7	-2
8		310,00	4	1	8		620,00	5	0
9		310,00	5	0	9		620,01	6	9
10		310,00	7	-2	10		620,00	7	-2
Emax - Emin (mg)				19	Emax - Emin (mg)				14
e.m.p. ± (mg)				300	e.m.p. ± (mg)				300

Certificado de Calibración
TC - 05726 - 2022



Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,0 °C	23,9 °C
Humedad Relativa	71 %	71 %

N°	Determinación de Eo				Determinación del Error Corregido Ec					e.m.p. ± (mg)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1	1	1,00	5	0	200	199,99	5	-10	-10	200
2		0,99	7	-12		199,99	7	-12	0	
3		1,01	5	10		200,00	6	-1	-11	
4		1,00	5	0		199,99	6	-11	-11	
5		0,99	6	-11		199,99	7	-12	-1	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,0 °C	23,9 °C
Humedad Relativa	72 %	71 %

Carga (g)	Carga Creciente				Carga Decreciente				e.m.p. ± (mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1,000	1,00	5	0						
2,000	2,00	6	-1	-1	2,00	5	0	0	100
50,001	50,00	7	-3	-3	50,00	7	-3	-3	100
100,001	100,00	7	-3	-3	100,00	5	-1	-1	200
150,002	150,00	9	-6	-6	150,00	6	-3	-3	200
200,001	200,00	9	-5	-5	200,00	7	-3	-3	200
300,002	300,00	7	-4	-4	300,00	4	-1	-1	300
400,002	400,00	7	-4	-4	400,00	7	-4	-4	300
500,001	500,00	5	-1	-1	500,00	7	-3	-3	300
600,002	600,00	5	-2	-2	600,00	5	-2	-2	300
620,002	620,00	7	-4	-4	620,00	6	-3	-3	300

Donde:

I : Indicación de la balanza
e.m.p. : Error máximo permitido
ΔL : Carga incrementada
E : Error encontrado
Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

$$\text{Lectura Corregida} = R + 1,24 \times 10^{-5} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{1,72 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 3,36 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R : Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración (g)

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
La indicación de la balanza fue de 620,01 g para una carga de valor nominal 620 g.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del documento



Certificado de Calibración

TC - 05725 - 2022

Proforma : 9612A Fecha de emisión : 2022-04-06

Solicitante : JCM INGENIERIA E.I.R.L.

Dirección : Cal. Sin Nombre Mza. F1 Lote. 60 Agru Pachacamac Sect 4 1Ra Etapa Lima-Lima-Villa El Salvador

Instrumento de medición : **Balanza**
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : NVT62012H
N° de Serie : 8341346474
Capacidad Máxima : 6200 g
Resolución : 0,1 g
División de Verificación : 1 g
Clase de Exactitud : III
Capacidad Mínima : 20 g
Procedencia : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2022-04-04

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Lugar de calibración

Instalaciones de JCM INGENIERIA E.I.R.L.

Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de LOJUSTO S.A.C.	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud M1	E031-L-046B-2022-1 Marzo 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2	TC-07157-2021 Mayo 2021
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 2 kg Clase de Exactitud M2	TC-07381-2021 Mayo 2021
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 5 kg Clase de Exactitud M2	TC-08046-2021 Mayo 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

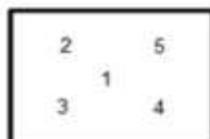
Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,2 °C	24,2 °C
Humedad Relativa	72 %	72 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3000	3 000,0	0,07	-0,02	1	6200	6 199,9	0,05	-0,10
2		3 000,0	0,05	0,00	2		6 199,9	0,05	-0,10
3		3 000,0	0,05	0,00	3		6 199,9	0,04	-0,09
4		3 000,0	0,07	-0,02	4		6 200,0	0,07	-0,02
5		3 000,0	0,05	0,00	5		6 200,0	0,07	-0,02
6		3 000,0	0,05	0,00	6		6 200,0	0,07	-0,02
7		3 000,0	0,04	0,01	7		6 200,0	0,05	0,00
8		3 000,0	0,04	0,01	8		6 199,9	0,05	-0,10
9		3 000,0	0,05	0,00	9		6 199,9	0,07	-0,12
10		3 000,0	0,05	0,00	10		6 200,0	0,09	-0,04
Emax - Emin (g)				0,03	Emax - Emin (g)				0,12
e.m.p. \pm (g)				3	e.m.p. \pm (g)				3

Certificado de Calibración
TC - 05725 - 2022



Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,2 °C	24,3 °C
Humedad Relativa	72 %	71 %

N°	Determinación de Eo				Determinación del Error Corregido Ec				e.m.p. ± (g)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)		Ec (g)
1	10	10,0	0,04	0,01	2000	2 000,0	0,07	-0,02	-0,03	2
2		10,0	0,04	0,01		2 000,0	0,05	0,00	-0,01	
3		10,0	0,03	0,02		2 000,1	0,07	0,08	0,06	
4		10,0	0,05	0,00		2 000,1	0,05	0,10	0,10	
5		10,0	0,05	0,00		2 000,0	0,09	-0,04	-0,04	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,2 °C	24,2 °C
Humedad Relativa	72 %	72 %

Carga (g)	Carga Creciente				Carga Decreciente				e.m.p. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10,00	10,0	0,07	-0,02						
20,00	20,0	0,05	0,00	0,02	20,0	0,05	0,00	0,02	1
500,00	500,0	0,07	-0,02	0,00	500,0	0,07	-0,02	0,00	1
999,99	1 000,0	0,05	0,01	0,03	1 000,0	0,05	0,01	0,03	2
1 249,99	1 250,0	0,07	-0,01	0,01	1 250,0	0,05	0,01	0,03	2
1 499,99	1 500,1	0,07	0,09	0,11	1 500,0	0,07	-0,01	0,01	2
2 000,04	2 000,0	0,05	-0,04	-0,02	2 000,0	0,05	-0,04	-0,02	2
4 000,13	4 000,0	0,07	-0,15	-0,13	4 000,0	0,07	-0,15	-0,13	3
5 000,13	4 999,9	0,05	-0,23	-0,21	5 000,0	0,05	-0,13	-0,11	3
6 000,12	5 999,8	0,05	-0,32	-0,30	6 000,0	0,05	-0,12	-0,10	3
6 200,12	6 199,8	0,07	-0,34	-0,32	6 200,0	0,07	-0,14	-0,12	3

Donde:

I : Indicación de la balanza
e.m.p. : Error máximo permitido
ΔL : Carga incrementada
E : Error encontrado
Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

$$\text{Lectura Corregida} = R + 1,50 \times 10^{-5} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{7,63 \times 10^{-6} \text{ g}^2 + 3,55 \times 10^{-8} \times R^2}$$

R : Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración (g)

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 6 199,9 g para una carga de valor nominal 6200 g.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 05727 - 2022

Proforma : 9612A

Fecha de Emisión : 2022-04-06

SOLICITANTE : JCM INGENIERIA E.I.R.L.

Dirección : CAL.SIN NOMBRE MZA. F1 LOTE. 60 AGRU PACHACAMAC SECT 4 1RA ETAPA LIMA-LIMA
VILLA EL SALVADOR

EQUIPO : HORNO
 Marca : PERUTEST
 Modelo : PT-H136
 Número de Serie : NO INDICA
 Identificación : NO INDICA
 Procedencia : NO INDICA
 Circulación del aire : Ventilación natural
 Ubicación : LABORATORIO
 Fecha de Calibración : 2022-04-04

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	DIGITAL	-90 °C a 300 °C	0,1 °C
Selector	DIGITAL	-90 °C a 300 °C	0,1 °C

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

LUGAR DE LA CALIBRACIÓN

Instalaciones de JCM INGENIERIA E.I.R.L.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, Junio 2009: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático" publicada por el SNM/ INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

	Temperatura	Humedad	Tensión
Inicial	24,9 °C	77 %hr	221 V
Final	24,8 °C	77 %hr	220 V

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

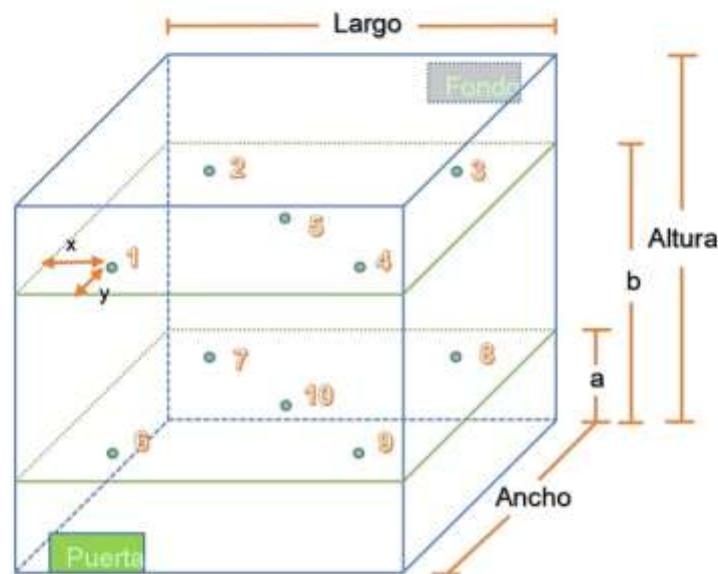


Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrones de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia del SAT	Indicador digital con termopares tipo K con incertidumbres del orden desde 0,13 °C hasta 0,16 °C.	LT - 0346 - 2021 Abril 2021

UBICACIÓN DE LOS SENSORES DENTRO DEL MEDIO ISOTERMO



Largo :	54,5 cm	a :	10,5 cm	x :	5,5 cm
Ancho :	45,0 cm	b :	31,5 cm	y :	5,5 cm
Altura :	54,5 cm				

Los termopares 5 y 10 se ubicaron en el centro de su respectivos niveles.
El medio isoterma tenía 2 parrillas al momento de iniciar la calibración.

NOMENCLATURA DE ABREVIATURAS

t	: Instante de tiempo en minutos.	T.PROM	: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de
I	: Indicación del termómetro del equipo.	Tprom	: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante
T. MÁX	: Temperatura máxima por sensor	DTT	: Desviación de temperatura en el tiempo.
T. MÍN	: Temperatura mínima por sensor		
T. max	: Temperatura máxima para un instante dado.		
T. min	: Temperatura mínima para un instante dado.		

RESULTADOS DE MEDICIÓN (1ER PUNTO DE CALIBRACIÓN)

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador/ Selector	Tiempo de Calentamiento Estabilización	Porcentaje de carga	Descripción de la carga
110 °C ± 5 °C	110 °C	90 min	80%	MUESTRA DE ARENA FINA, GRUESA Y SUELOS

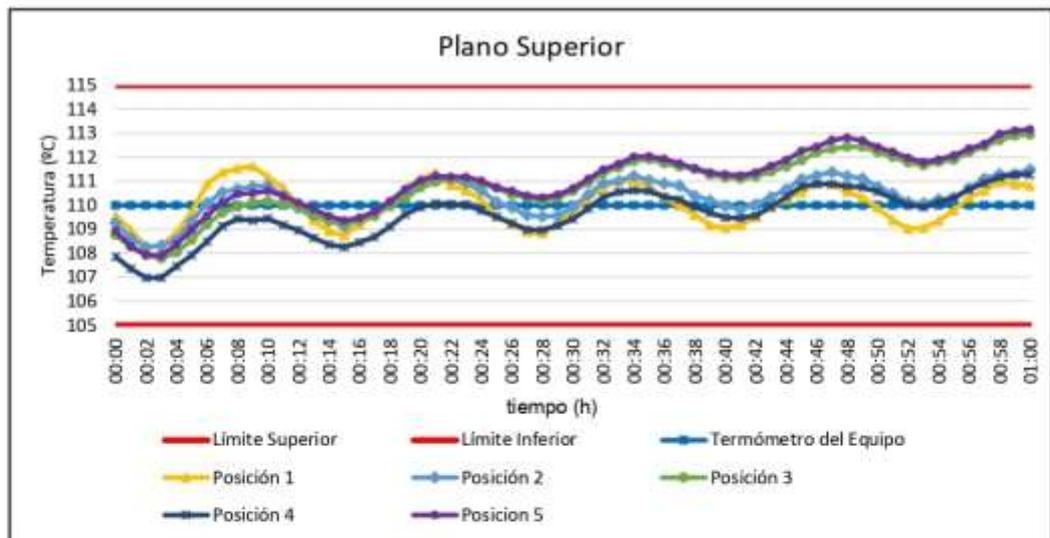
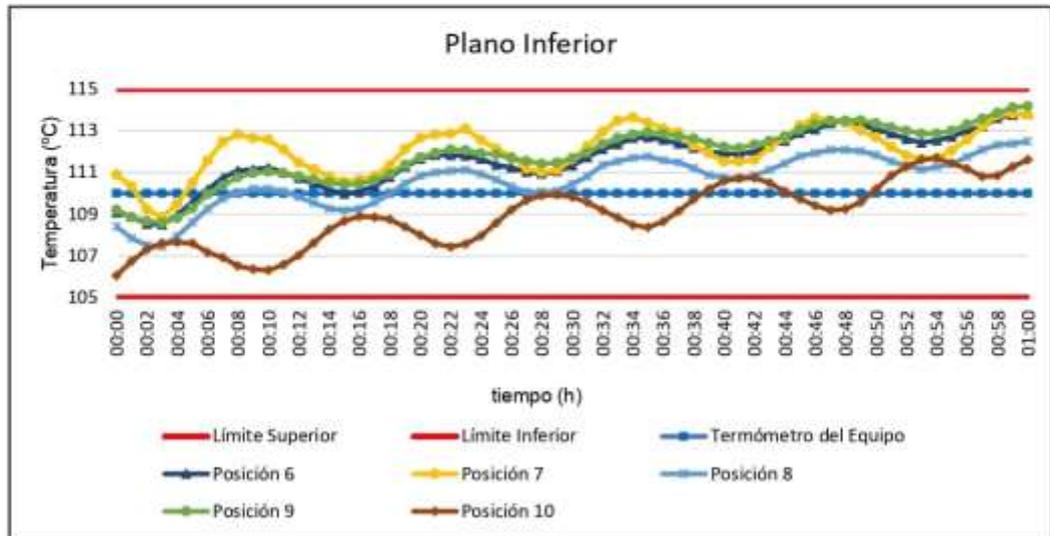
t (h)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{máx} - T _{mín} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110,0	109,6	109,3	108,8	107,9	108,9	109,1	110,9	108,4	109,2	106,1	108,8	4,8
00:01	110,0	109,0	108,6	108,3	107,4	108,3	108,9	110,3	107,9	108,9	106,7	108,4	3,6
00:02	110,0	108,3	108,3	107,9	107,0	107,9	108,5	109,2	107,5	108,7	107,3	108,1	2,3
00:03	110,0	108,3	108,3	107,8	107,0	107,9	108,5	108,9	107,5	108,6	107,6	108,0	1,9
00:04	110,0	108,9	108,6	108,0	107,5	108,4	109,0	109,5	107,9	108,8	107,7	108,4	2,0
00:05	110,0	109,7	109,3	108,6	107,9	109,0	109,6	110,5	108,6	109,3	107,6	109,0	2,9
00:06	110,0	110,9	110,1	109,2	108,5	109,6	110,2	111,6	109,3	110,0	107,2	109,6	4,4
00:07	110,0	111,4	110,5	109,7	109,1	110,1	110,7	112,5	109,7	110,4	106,9	110,1	5,6
00:08	110,0	111,5	110,7	109,9	109,4	110,5	111,1	112,8	110,0	110,8	106,5	110,3	6,3
00:09	110,0	111,6	110,8	110,1	109,4	110,5	111,1	112,6	110,2	111,0	106,4	110,4	6,3
00:10	110,0	111,2	110,8	110,2	109,4	110,6	111,2	112,6	110,2	111,0	106,3	110,4	6,3
00:11	110,0	110,7	110,4	110,1	109,2	110,4	111,0	112,1	110,1	111,0	106,6	110,2	5,5
00:12	110,0	110,0	110,0	109,9	109,0	110,1	110,7	111,5	109,8	110,8	107,0	109,9	4,4
00:13	110,0	109,4	109,6	109,6	108,6	109,8	110,5	111,1	109,5	110,7	107,6	109,7	3,5
00:14	110,0	108,9	109,4	109,3	108,4	109,6	110,2	110,8	109,3	110,5	108,3	109,5	2,5
00:15	110,0	108,7	109,1	109,3	108,3	109,4	110,0	110,6	109,2	110,4	108,7	109,4	2,3
00:16	110,0	109,2	109,4	109,4	108,5	109,5	110,1	110,7	109,3	110,4	108,9	109,5	2,2
00:17	110,0	109,6	109,7	109,6	108,7	109,7	110,3	110,8	109,6	110,6	108,9	109,7	2,1
00:18	110,0	110,0	110,0	110,0	109,1	110,2	110,8	111,3	110,0	110,9	108,8	110,1	2,6
00:19	110,0	110,7	110,5	110,3	109,6	110,7	111,3	112,1	110,5	111,4	108,4	110,5	3,7
00:20	110,0	111,1	111,0	110,7	109,9	111,0	111,6	112,7	110,8	111,7	108,0	110,9	4,7
00:21	110,0	111,4	111,2	111,0	110,1	111,2	111,8	112,8	111,0	111,9	107,6	111,0	5,2
00:22	110,0	110,8	111,1	111,1	110,1	111,2	111,8	112,9	111,1	112,1	107,4	111,0	5,4
00:23	110,0	110,6	110,9	111,1	110,0	111,2	111,8	113,1	111,1	112,1	107,6	110,9	5,5
00:24	110,0	110,2	110,6	110,9	109,8	111,0	111,6	112,6	110,9	111,9	108,0	110,8	4,6
00:25	110,0	109,5	110,1	110,7	109,5	110,7	111,4	112,1	110,7	111,9	108,6	110,5	3,5
00:26	110,0	109,2	109,9	110,4	109,3	110,6	111,2	111,8	110,3	111,7	109,2	110,4	2,6
00:27	110,0	108,9	109,6	110,3	109,0	110,4	111,0	111,2	110,1	111,5	109,7	110,2	2,6
00:28	110,0	108,8	109,5	110,2	109,0	110,3	110,9	111,0	110,1	111,4	109,9	110,1	2,6
00:29	110,0	109,2	109,6	110,3	109,2	110,4	111,1	111,1	110,1	111,5	109,9	110,2	2,3
00:30	110,0	109,7	109,9	110,6	109,4	110,7	111,3	111,6	110,4	111,7	109,8	110,5	2,2

t (h)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{máx} - T _{mín} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:31	110,0	110,3	110,4	110,9	109,9	111,1	111,7	112,2	110,8	112,0	109,6	110,9	2,7
00:32	110,0	110,8	110,9	111,3	110,3	111,5	112,1	112,9	111,3	112,4	109,2	111,3	3,8
00:33	110,0	111,0	111,0	111,6	110,6	111,7	112,3	113,5	111,5	112,7	108,8	111,5	4,6
00:34	110,0	111,0	111,2	111,8	110,6	112,0	112,7	113,6	111,7	112,8	108,5	111,6	5,2
00:35	110,0	110,8	111,1	111,9	110,6	112,0	112,7	113,4	111,8	112,9	108,4	111,5	5,0
00:36	110,0	110,3	110,9	111,8	110,4	111,9	112,6	113,1	111,6	112,9	108,7	111,4	4,5
00:37	110,0	110,0	110,8	111,6	110,2	111,7	112,4	112,9	111,5	112,7	109,1	111,3	3,8
00:38	110,0	109,6	110,4	111,5	109,9	111,5	112,2	112,3	111,2	112,6	109,7	111,1	3,0
00:39	110,0	109,2	110,2	111,3	109,7	111,4	112,0	111,9	110,9	112,4	110,2	110,9	3,2
00:40	110,0	109,0	110,0	111,2	109,5	111,3	111,9	111,5	110,8	112,2	110,6	110,8	3,2
00:41	110,0	109,2	109,8	111,1	109,5	111,2	111,9	111,5	110,7	112,2	110,7	110,8	3,0
00:42	110,0	109,5	110,0	111,2	109,6	111,4	112,0	111,6	110,9	112,3	110,7	110,9	2,8
00:43	110,0	109,9	110,3	111,4	109,9	111,6	112,3	112,2	111,1	112,5	110,5	111,2	2,6
00:44	110,0	110,3	110,7	111,6	110,4	111,9	112,5	112,7	111,4	112,7	110,1	111,4	2,6
00:45	110,0	110,5	111,1	111,9	110,8	112,3	112,9	113,3	111,8	113,1	109,7	111,7	3,5
00:46	110,0	110,9	111,2	112,2	110,9	112,4	113,1	113,6	111,9	113,3	109,4	111,9	4,2
00:47	110,0	110,9	111,4	112,4	110,9	112,7	113,4	113,5	112,1	113,5	109,2	112,0	4,3
00:48	110,0	110,6	111,2	112,4	110,8	112,8	113,5	113,4	112,1	113,5	109,2	111,9	4,2
00:49	110,0	110,3	111,1	112,4	110,7	112,7	113,3	113,0	112,0	113,5	109,6	111,9	3,9
00:50	110,0	109,9	110,8	112,2	110,6	112,4	113,1	112,7	111,8	113,4	110,2	111,7	3,5
00:51	110,0	109,4	110,5	112,0	110,3	112,2	112,9	112,2	111,5	113,2	110,8	111,5	3,8
00:52	110,0	109,0	110,1	111,8	110,0	112,0	112,6	111,8	111,3	113,0	111,3	111,3	4,0
00:53	110,0	109,1	110,1	111,7	109,9	111,8	112,4	111,7	111,1	112,9	111,6	111,2	3,8
00:54	110,0	109,4	110,2	111,8	110,1	111,9	112,5	111,7	111,3	112,9	111,7	111,3	3,5
00:55	110,0	109,8	110,3	111,9	110,3	112,1	112,7	112,1	111,4	113,0	111,4	111,5	3,2
00:56	110,0	110,3	110,7	112,2	110,7	112,4	113,0	112,6	111,8	113,3	111,2	111,8	3,0
00:57	110,0	110,6	111,1	112,4	110,9	112,6	113,2	113,2	112,1	113,6	110,8	112,0	3,0
00:58	110,0	111,0	111,3	112,7	111,2	113,0	113,6	113,7	112,3	113,8	110,8	112,3	3,0
00:59	110,0	110,9	111,3	112,9	111,3	113,1	113,8	113,8	112,4	114,1	111,3	112,5	3,2
01:00	110,0	110,8	111,5	113,0	111,3	113,2	113,8	113,8	112,5	114,2	111,6	112,6	3,4
T.PROM	110,0	110,0	110,3	110,8	109,6	111,0	111,6	112,1	110,6	111,8	109,0	110,7	
T.MAX	110,0	111,6	111,5	113,0	111,3	113,2	113,8	113,8	112,5	114,2	111,7		
T.MIN	110,0	108,3	108,3	107,8	107,0	107,9	108,5	108,9	107,5	108,6	106,1		
DTT	0,0	3,3	3,2	5,2	4,3	5,3	5,3	5,0	5,0	5,6	5,6		

RESUMEN DE RESULTADOS

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	114,2	0,6
Temperatura Mínima Medida	106,1	1,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	3,1	0,2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	5,6	0,1
Estabilidad Medida (±)	2,8	0,05
Uniformidad Medida	6,3	0,6

GRÁFICA PARA LA TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C



DECLARACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LIMITES ESPECIFICADOS DE TEMPERATURA

Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio isoterma:

- Cumple con los límites especificados de temperatura.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperaturas registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

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

La incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del equipo es 0,03 °C.
La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.

Fotografía del medio isoterma:



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%

Fin del Documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-18213-2022

PROFORMA : 14715A

Fecha de emisión : 2022-10-13

Página : 1 de 3

SOLICITANTE : JCM INGENIERIA E.I.R.L.

Dirección : Cal.Sin Nombre Mza. F1 Lote. 60 Agru Pachacamac Sect 4 1Ra Etapa Lima-Lima-Villa El Salvador

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MÁQUINA DE ENSAYO CBR

Marca : METROTEST
Modelo : MS-9
Serie : 471
Alcance : NO INDICA
Procedencia : PERÚ
Identificación : NO INDICA
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2022-10-11

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

DATOS DEL INDICADOR : DIAL INDICADOR

Marca : NO INDICA
Modelo : SS10
Serie : 388
Alcance de Indicación : 0,2 in
Div. Escala : 0,0001 in

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de JCM INGENIERIA E.I.R.L.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación indirecta tomando como referencia la norma UNE-EN ISO 376. Calibración de los instrumentos de medida de fuerza utilizados para la verificación de las maquinas de ensayo uniaxial.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	22,5 °C	22,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	55 % HR	53 % HR

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolas Ramos Paucar
Gerente Técnico.
CFP :0316

Certificado : TC-18213-2022

Página : 2 de 3

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
AEP TRANSDUCERS	Celda de Carga 3 MN Serie 922606	12821C

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Valor del patrón (kg)	Valor del equipo (in)	Error (in)	Incertidumbre (in)
0,0	0,0000	0,0000	0,0001
500,0	0,0109	0,0003	0,0001
1000,0	0,0212	-0,0001	0,0001
1500,0	0,0318	-0,0001	0,0002
2000,0	0,0423	-0,0002	0,0002
2500,0	0,0529	-0,0003	0,0003
3000,0	0,0637	-0,0001	0,0003
4000,0	0,0851	0,0001	0,0004
4500,0	0,0959	0,0002	0,0004



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 0154 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	1327-2020	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	JCM INGENIERIA E.I.R.L.	
3. Dirección	CAL SIN NOMBRE MZA. F1 LOTE. 60 AGRU PACHACAMAC SECT 4 1RA ETAPA LIMA - LIMA - VILLA EL SALVADOR	
4. Instrumento de medición	EQUIPO LÍMITE LÍQUIDO (CAZUELA CASAGRANDE)	Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Marca	PERUTEST	
Modelo	PT-CC	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Procedencia	PERÚ	
Número de Serie	072	
Código de Identificación	NO INDICA	
Tipo de contador	ANALÓGICO	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Verificación	2020-11-27	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2020-11-27

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



913028621 - 913028622
913028623 - 913028624
ventas@perutest.com.pe
www.perutest.com.pe

Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320-la Victoria - Chiclayo



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA
RUC N° 20602182721

INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 0154 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

7. Lugar de Verificación

En el laboratorio de Longitud de PERUTEST S.A.C.
Jr. La Madrid Mz. D Lt. 25 Urb. Los Olivos - San Martín De Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21 °C	21 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	BLOQUES DE PATRON DE LONGITUD	LLA - 102 - 2020
METROIL	"PIE DE REY DIGITAL de 200 mm MARCA: INSIZE"	L-0433-2020
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1131- 2020

10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICACIÓN.
(*) Serie grabado en el instrumento



INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 0154 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

DIMENSIONES DE LA BASE DE GOMA DURA

Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)
50.20	150.20	125.40

HERRAMIENTA DE RANURADO

EXTREMO CURVADO

Esesor (mm)	Borde Cortante (mm)	Ancho (mm)
10.02	1.99	13.01

DIMENSIONES DE LA COPA

Radio de la copa (mm)	Esesor de la copa (mm)	Altura desde la guía del elevador hasta la base (mm)
46.80	1.95	47.01



Fin del Documento

ANEXO 06. PERFIL ESTRATIGRÁFICO



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

FECHA DE REGISTRO:

Setiembre 2022

PERFIL ESTRATIGRAFICO / CALICATA

REPORTE:

BRIGADA: 01

SOLICITANTE: VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MARMOL Y CAL, AV CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022

DESCRIPCION DE CALICATA

(NTP 339.116, 339.150/ASTM D 2488 - 09a)

	DESCRIPCION DE CALICATA	
	UBICACION :	AV. CALIFORNIA - LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA
	CALICATA :	C- 1
	PROFUNDIDAD:	1.50 m.
	NIVEL FREATICO:	N.E.
	EXPLORACION TIPO:	Calicata a cielo abierto
	COORDENADAS UTM	
	Este :	
	Norte :	
	Cota :	
Progresiva :		

ESTRATIGRAFIA															
PROF. (m)	MUESTRA N°	DESCRIPCION DEL MATERIAL (Nombre del grupo/Símbolo del grupo), Plasticidad, color, olor, humedad, reacción con el HCl, consistencia, características adicionales.	Clasificación SUCS	Gráfico	% SOBRETAMANO	% Grava :	% ARENA :	% FINOS :	COLOR	CONSISTENCIA 1-2	PLASTICIDAD	CEMENTACION *	OTROS TESTS **,		
0.10		0.00 - 0.60 m. Relleno de limo arenoso, suelta con presencia de restos de construcción, seco, de color beige claro, medianamente compacto.													
0.20															
0.30															
0.40															
0.50															
0.60	M-1	0.60 - 1.50 m. Arcilla de baja plasticidad con arena, de color beige claro, ligeramente húmedo, compacto, presenta límite líquido = 27, límite plástico = 16 e índice de plasticidad 11, CL según la clasificación SUCS, presenta Grava = 0%, Arena = 36% y Finos 64%. las paredes de la excavación son estables al momento de la excavación.	CL												
0.70															
0.80															
0.90															
1.00															

NOTAS:

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Protongram 1 y 2 etapas. 2. Datos de grava, arena y limo -100% 3. Para suelos de grano fino: Muy líquido, líquido, plástico, denso y muy denso -líquido. | <ol style="list-style-type: none"> 4. Para suelos de grano grueso: muy suelta, suelta, compacto, denso, muy denso. 5. Líquido, no líquido, rígido. 6. Menor límite de liquidez, denso y rígido. 7. Indefinido, laminado, frías, pegajoso, en bloques, entrecruzado, homogéneo. |
|---|--|

OBSERVACIONES: * ---
** ---



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

FECHA DE REGISTRO:

Setiembre 2022

PERFIL ESTRATIGRAFICO / CALICATA

REPORTE:

BRIGADA 01

SOLICITANTE: VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, AV. CALIFORNIA - CHOSICA, LIMA 2022

DESCRIPCION DE CALICATA

(NTP 339.116, 339.150/ASTM D 2488 - 09a)



DESCRIPCION DE CALICATA

UBICACIÓN :	AV. CALIFORNIA - LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA
CALICATA :	C- 2
PROFUNDIDAD:	1.50 m.
NIVEL FREATICO:	N.E.
EXPLORACIÓN TIPO:	Calicata a cielo abierto

COORDENADAS UTM

Este	
Norte	
Cota	
Progresiva	

ESTIMACIÓN VISUAL

PROF. (m)	MUESTRA N°	DESCRIPCION DEL MATERIAL (Nombre del grupo/Símbolo del grupo)Plasticidad, color, olor, humedad, reacción con el HCl, consistencia, características adicionales.	Clasificación SUCS	Gráfico	% SOBRETAMANO				COLOR	CONSISTENCIA 1,2	PLASTICIDAD	CEMENTACION 1	OTROS TESTES 1,2
					% Grava	% ARENA 1	% FINOS 1						
0.00		0.00 - 0.60 m. Refeno de limo arenoso, suelta con presencia de restos de construcción, seco, de color beige claro, medianamente compacto.											
0.60	M-1	0.60 - 1.50 m. Arcilla de baja plasticidad con arena, de color beige claro, ligeramente húmedo, compacto, presenta límite líquido = 27, límite plástico= 15 e índice de plasticidad 12, CL según la clasificación SUCS, presenta Grava= 0%, Arena = 40% y Finos 60% las paredes de la excavación son estables al momento de la excavación.	CL			0	40	60					

NOTAS:

- | | |
|--|--|
| 1. Fomentar y proteger | 4. Para suelos de gran grueso muy sueltos, sueltos, compactos, densos, muy densos, |
| 2. Suelo de granos, arena y fino 100% | 5. Suelo, mediano, fuerte |
| 3. Para suelos de gran fino fino, mediano, denso, firme, denso y muy denso muy firme | 6. Resulto medio de sobado, expresado en % |
| | 7. Distribución, contenido, tamaño, estado, en términos, relación homogénea |

OBSERVACIONES:



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

FECHA DE REGISTRO:

Setiembre 2022

PERFIL ESTRATIGRAFICO / CALICATA

REPORTE:

BRIGADA 01

SOLICITANTE: VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CON POLVO DE MÁRMOL Y CAL, AV. CALIFORNIA -CHOSICA, LIMA 2022

DESCRIPCION DE CALICATA

(NTP 339.116, 339.150/ASTM D 2489 - 09a)



DESCRIPCION DE CALICATA

UBICACIÓN :	AV. CALIFORNIA - LURIGANCHO CHOSICA - LIMA - LIMA
CALICATA :	C- 3
PROFUNDIDAD:	1.50 m.
NIVEL FREATICO:	N.E.
EXPLORACIÓN TIPO:	Calicata a cielo abierto

COORDENADAS UTM

Este	-
Norte	-
Cota	-
Progresiva	-

ESTIMACION VISUAL

PROF. (m)	MUESTRA N°	DESCRIPCION DEL MATERIAL (Nombre del grupo/Símbolo del grupo)Plasticidad, color, olor, humedad, reacción con el HCl, consistencia, características adicionales.	Clasificación SUCS	Gráfico	% SOBRETAMANO	% Grava ¹	% ARENA ²	% FINOS ³	COLOR	CONSISTENCIA ⁴	PLASTICIDAD	CEMENTACION ⁵	OTROS TESTS ⁶
0.00		0.00 0.60 m. Relleno de limo arenoso, suelta con presencia de restos de construcción, seco, de color beige claro, medianamente compacto.											
0.60	M-1	0.60 - 1.50 m. Arcilla de baja plasticidad con arena, de color beige claro, ligeramente húmedo, compacto, presenta límite líquido = 27, límite plástico= 15 e índice de plasticidad 12, CL según la clasificación SUCS, presenta Grava= 0%, Arena = 39% y Finos 61%. las paredes de la excavación son estables al momento de la excavación.	CL			0	39	61					

NOTAS:

1. Procentaje 0 porcentaje
2. Grava de gruesa, arena y fino<10%
3. Fino menor de grano fino: Muy fino(0.075), Medio fino, fino y muy fino mayor
4. Fino menor de grano grueso: Muy suelta, suelta, compacto, denso, muy denso.
5. Otros: No definido, fuerte
6. Presente: medio de líquido, semisólido o sólido
7. Indefinido: laminado, fríasido, regular, no cohesion, entricado, homogéneo

OBSERVACIONES: * ---
** ---



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DIAZ HUIZA LUIS HUMBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante, con polvo de mármol y cal, Av. California - Chosica, Lima 2022", cuyo autor es VASQUEZ SOTO CRISTIAN GIOVANNI, constato que la investigación tiene un índice de similitud de %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

ATE VITARTE, 19 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DIAZ HUIZA LUIS HUMBERTO : 08196873 ORCID: 0000-0003-1304-5008	Firmado electrónicamente por: LHDIAZH el 19-12- 2022 14:23:28

Código documento Trilce: INV - 1037971