



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL

**Comparación de la densidad entre métodos gravimétrico y
geofísico en sub base de pavimento, Calle Gordon Magne,
Cusco-2021**

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

AUTORES:

Flores Pinedo Yesid (ORCID:0000-0002-2245-7357)

Villafuerte Espinoza Marco Antonio (ORCID:0000-0003-1282-8705)

ASESOR:

Mg. Robert Wilfredo, Sigüenza Abanto (ORCID:0000-0001-8850-8463)

LINEA DE INVESTIGACION

Diseño de Infraestructura Vial

CUSCO – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico esta presente tesis con mucho cariño y amor: A Dios fuente de inspiración, A mis padres Edgar Hugo Flores Arce y Enma Modesta Pinedo Nava; mi Esposa Yuvisa Calderon Mendoza, mis dos hijos Alejandro y Luisa; y mi Suegra Fortunata Mendoza; quienes son las personas más importantes de mi vida, gracias por su apoyo incondicional que me brindaron durante mis estudios. con sus palabras y consejos que me brindaron, me ayudaron para sobresalir y así poder culminar mi Carrera Profesional, por su paciencia, amor y confianza. **Yesid Flores Pinedo**

Dedico mi tesis: A Dios en primer lugar fuente de inspiración por ser mi guía espiritual que conduce al camino del bien y el éxito. A mis padres Antonio Sócrates Villafuerte Soria y María Concepción Espinoza Hurtado, que a lo largo de mi vida se han preocupado por mi bienestar y educación. Mi Esposa Jushara Liz Requena Diaz y mi menor hija Julie Thaisa Villafuerte Requena quienes son las personas más importantes de mi vida, gracias por su apoyo incondicional que me brindaron durante mis estudios. con sus palabras y consejos que me brindaron, me ayudaron para sobresalir y así poder culminar mi Carrera Profesional, gracias por su paciencia, amor y confianza. **Marco Antonio Villafuerte Espinoza**

Agradecimiento

Agradezco a Dios, a mis padres, a mi asesor por transmitirme sus amplios conocimientos aplicados al tema de mi Tesis y guiarme en el desarrollo de mi Tesis, Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a la Universidad César Vallejo, por haberme educado de manera integral, en la misma medida a los ingenieros, docentes de la facultad de ingeniería civil para mi formación profesional y a todas las personas que hicieron que esto fuera posible, en mi vida académica universitaria como en lo personal. **Autor: Yesid Flores Pinedo**

Agradezco a Dios , que con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presente juntos, De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Cesar Vallejo, a toda la Facultad de Ingeniería y Arquitectura a los ingenieros, docentes de la facultad de ingeniería civil para mi formación profesional, a mi asesor en especial MG. Robert Wilfredo, Sigüenza Abanto quien con la enseñanza y sus amplios conocimientos aplicados al tema de mi Tesis hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad. **Autor: Marco Antonio Villafuerte Espinoza**

Índice de contenidos

Caratula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	viii
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGIA	35
3.1. Tipo y diseño de investigación.	36
3.2. Variables y Operacionalización.	36
3.3 Población, Muestra y Muestreo.	37
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.	38
3.5 Procedimientos.	39
3.6 Método de análisis de datos.	40
3.7 Aspectos éticos.	41
IV RESULTADOS	42
V DISCUSIÓN	70
VI CONCLUSIONES	73
VII RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS	77
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1 Ecuación del ensayo Proctor - Laboratorio	19
Tabla 2 Calibración del cono de Arena	27
Tabla 3 Volúmenes del orificio para el método gravimétrico.....	29
Tabla 4 Resultado del peso de muestra en cada punto.....	47
Tabla 5 Cuadro Resumen del Cono de Arena en Laboratorio	50
Tabla 6 Correlación de Datos.	59
Tabla 7 Ventajas y Desventajas de Cono de Arena.....	64
Tabla 8 Ventajas y desventajas del método geofísico– geófono microtrepidador	65
Tabla 9 Ventajas y Desventajas de Cono de Arena.....	66
Tabla 10 Ventajas y desventajas del método geofísico– geófono microtrepidador	67
Tabla 11 Presupuesto de ensayo del Cono de Arena.....	68
Tabla 12 Presupuesto del ensayo del geofono Microtrepidador	68
Tabla 13 Cuadro comparación de costos por mes.....	69

Índice de figuras

Figura 1 (A) Estado Natural de suelo, (B) Nivel en el suelo (Das.2015).....	10
Figura 2 Muestra de desviación estándar.....	11
Figura 3 Raspberry Shake (Geófono sísmico personalizado)	15
Figura 4 Partes del Raspberry Shake.....	16
Figura 5 Tendido de Material.....	18
Figura 6 Normas Establecidas.....	20
Figura 7 Aparato del Cono de Arena	22
Figura 8 Tamiz N ^o ¾.....	23
Figura 9 Placa Base de Material Metálico	23
Figura 10 Instrumentos de pesaje que funciona por acción de la gravedad altamente sensible para la determinación de la masa.....	24
Figura 11 Medidor de humedad "Tipo Speedy"	25
Figura 12 Ensayo de Cono de arena.....	30
Figura 13 Muestras extraídas en bolsas térmicas	31
Figura 14 Propiedades físico-mecánicas y químicas del material de Sencca- Cusco	34
Figura 15 Ubicación Nacional: Mapa del Perú.....	43
Figura 16 Ubicación Regional: mapa del departamento del Cusco	44
Figura 17 Ubicación local: de la calle Gordon Magne- Cusco	44
Figura 18 Distribución De Los 21 Puntos Aplicano Ambos Métodos.....	45
Figura 19 Tipo de distribución en la toma de muestras del cono de arena y geófono	45
Figura 20 Tamizados	48
Figura 21 Disposición del martillo Proctor durante el ensayo de micro trepidación realizado con un radio de 0.25m.	50
Figura 22 Predisposición del martillo Proctor y el Geófono microtrepador.	51
Figura 23 Grafico de la Onda	52
Figura 24 Base de Datos del JAMASEIS 21 ensayos.	52
Figura 25 Utilización del Software MATLAB R2020a.	53

Figura 26 Proceso de colocado de datos para el análisis en software Matlab	53
Figura 27 Línea De Codificación en el software Matlab r2020a	54
Figura 28 Resultados de la Onda y Amplitud en el Software R2020a.....	54
Figura 29 Interpretación de la onda en el Software Matlab R2020a.....	55
Figura 30 Se selecciona la onda para luego ser procesado e interpretado.....	56
Figura 31 La Onda Resultante en el Software Matlab R2020a.....	56
Figura 32 Tipos de datos Correlacional.....	60
Figura 33 Se realizó el tamizado del material de la sub base del pavimento de la calle Gordon Magne en la malla 3/4.....	62
Figura 34 Obteniendo menos del 30% de material que no pasa por la malla 3/4".	62

Resumen

La presente investigación titulada “Comparación de la Densidad entre Métodos Gravimétrico y Geofísico en Sub Base de Pavimento, en la Calle Gordon Magne, Cusco-2021, teniendo como objetivo comparar la densidad del método gravimétrico y geofísico en la sub base de pavimento. Dicha comparación se realizó mediante los métodos gravimétricos del cono de arena (entiéndase en adelante al cono de arena como el método gravimétrico) y el método geofísico se realizó mediante un geófono microtrepidador (entiéndase en adelante al geófono microtrepidador como método geofísico), este último tiene una precisión aceptable, el cual generara ahorro en tiempo y costo.

La metodología de la investigación es de tipo aplicada, cuantitativa, experimental. Se plantea una muestra de 21 ensayos de campo por el método gravimétrico y 21 ensayos de campo por el método geofísico en la calle Gordon Magne de una longitud 200 m, realizado con material de la cantera de Sencca ubicado en el Distrito de Santiago, Provincia Cusco. La muestra fue tomada de manera probabilística en consideración a los métodos actuales de muestreo de suelos, después de realizar los ensayos de laboratorio, continuarán los protocolos de medición de densidad de campo, El análisis de comparación a través de técnicas de estadística descriptiva en el programa Matlab, teniendo como principal indicador el coeficiente de correlación.

De los 21 ensayos de campo, por cada uno de los métodos se obtuvo como resultado, con el método geofísico en la sub base de pavimento, fueron 37 % y 40 % de similitud al Cono de Arena.

En conclusión, los resultados de los datos que se realizó con el método geofísico (geófono microtrepidador) en la sub base de Pavimento después de un análisis exhaustivo y después de comparar con muchos métodos estadísticos se llega a la conclusión que la densidad de campo guarda correlación con la mediana P_Yulear , y Std_PMUSIC .

por consiguiente, después de analizar los diferentes ensayos y procesamiento de datos llegamos a la conclusión que el método geofísico (geófono microtrepidador)

no es confiable el porcentaje guarda una correlación según los modelos analizados del 40 % con la densidad de campo.

Palabras claves: Densidad de campo, Método gravimétrico, Método geofísico

Abstract

The present investigation entitled "Comparison of Density between Gravimetric and Geophysical Methods in Pavement Subbase, in Gordon Magne Street, Cusco-2021, aiming to compare the density of the gravimetric and geophysical method in the pavement subbase. Said comparison was made using the gravimetric methods of the sand cone (hereinafter understood to be the sand cone as the gravimetric method) and the geophysical method was carried out using a microtrepier geophone (hereinafter the microtrepier geophone as the geophysical method), the latter has an acceptable precision, which will generate savings in time and cost.

The research methodology is applied, quantitative, experimental. A sample of 21 field tests by the gravimetric method and 21 field tests by the geophysical method is proposed on Gordon Magne street with a length of 200 m, carried out with material from the Sencca quarry located in the District of Santiago, Cusco Province. . The sample was taken in a probabilistic way in consideration of the current soil sampling methods, after carrying out the laboratory tests, the field density measurement protocols will continue, The comparison analysis through descriptive statistics techniques in the program Matlab, with the correlation coefficient as the main indicator.

Of the 21 field tests, the result was obtained by each of the methods, with the geophysical method in the sub-base of the pavement, they were 37% and 40% similar to the Sand Cone.

In conclusion, the results of the data that was carried out with the geophysical method (microtrepidator geophone) in the Pavimento subbase after an exhaustive analysis and after comparing with many statistical methods, it is concluded that the field density is correlated with the median P_{Yulear} , and Std_{PMUSIC} .

Therefore, after analyzing the different tests and data processing, we reached the conclusion that the geophysical method (microtrepidator geophone) is not reliable; the percentage maintains a maximum correlation according to the models analyzed of 40% with the field density.

Keywords: Field density, Gravimetric method, Geophysical method.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú la mayoría de construcciones en vías de transporte, los tratamientos de los pavimentos en los trabajos y el estudio de suelos son sumamente importantes, por lo cual se necesitan pruebas más exhaustivas, con mayor número de repeticiones por área de trabajo y estudio de forma in-situ para tomar mejores decisiones al momento de realizar el trabajo en campo; los ingenieros y el personal dedicado al estudio y tratamiento de suelos están de acuerdo en utilizar nuevas tecnologías acorde a nuestros tiempos, siendo una de estas la utilización de sensores de geofísica.

Resulta muchas veces imposible realizar estudios en detalle de reconocimiento de suelos ya sea por temas de costo o por dificultades técnicas, acceso u otros. Los ingenieros y personal dedicado a la rama de geotecnia son conscientes de la variabilidad de los suelos, siendo imposible realizar pruebas de forma in-situ, para definir esta variabilidad ya sea por temas de costo económico y tiempo.

Por otro lado, los sistemas de información introducen métodos más avanzados y novedosos en la velocidad y precisión de los trabajos de ingeniería. La característica de un cualquier sistema informático opera bajo el principio de "input-process-output". Para este caso en particular, las entradas son los sensores quienes reciben la información del suelo.

En los procesos de innovación, investigación y desarrollo de la tecnología para la medición, juega un papel importante para predecir hechos y logros en las actividades de los trabajos productivos y eficientes.

La tecnología propone, busca y da nuevas alternativas de solución más económicas, equipos más pequeños con mayor rendimiento y una de estas alternativas es la utilización de sensores geofísicos de bajo costo y de confiabilidad.

Podemos decir que el uso de tecnologías nuevas y en especial de sensores tiene un gran potencial, para su utilización en obras de ingeniería civil, en particular en la rama de la geotecnia, Sin embargo, como su uso es poco conocido; entonces se crea la necesidad de saber cuál es la correlación de las mediciones del contenido de la densidad de campo por métodos gravimétricos y geofísicos.

En este sentido, el principal Problema de la Investigación es saber. ¿Cuál es la comparación de la densidad entre métodos gravimétrico y geofísico en la sub base de pavimento, calle Gordon Magne, Cusco-2021?

De esta manera se plantea los Problemas Específicos de la presente investigación ¿Cuál es el resultado de la medición de la densidad de campo de una sub base, cuando se aplica el método gravimétrico del cono de arena, calle Gordon Magne, Cusco-2021?, ¿Cuál es el resultado de la medición de la densidad de campo de una sub base, cuando se aplica el método geofísico con un geófono microtrepidador, calle Gordon Magne, Cusco-2021?

La presente investigación es un gran aporte para la sociedad, el cual sirve a profesionales de la ingeniería, en especial para la rama de la geotecnia, quienes podrán tener acceso de forma masiva a datos de densidad de campo, para determinar los resultados, con costos muy bajos y un número ilimitado de repeticiones.

La presente investigación es un gran aporte para la sociedad, el cual sirve a profesionales de la ingeniería, en especial para la rama de la geotecnia, quienes podrán tener acceso de forma masiva a datos de densidad de campo, para determinar los resultados, con costos muy bajos y un número ilimitado de repeticiones.

El resultado de la investigación permitirá tener un mejor control de calidad de suelo a un menor costo, por ejemplo, para las obras viales permitirá una mejor toma de decisión y reducirá el gasto en las obras publicas; la presente investigación trata de obtener el valor porcentual adecuado de densidad de suelo, en la actualidad se hace uso de varios tipos de tecnología, lo cual el resultado es semejante al método gravimétrico, pero no son exactas existiendo una variación.

El Principal Objetivo de la presente investigación es Comparar la densidad del método gravimétrico y geofísico en la sub base de pavimento, calle Gordon Magne, Cusco-2021.

Los Objetivos Específicos es Medir la densidad de campo de una sub base de pavimento aplicando el método gravimétrico (cono de arena) en la calle Gordon

Magne cusco-2021 y Medir la densidad de campo de una sub base de pavimento aplicando el método geofísico con un geófono microtrepidador.

Con lo indicado anteriormente, se plantea la siguiente la Hipótesis Principal, La comparación de la densidad entre estos métodos, radica en que el método geofísico es confiable al igual que al método gravimétrico, sin embargo, el método geofísico genera ahorro de tiempo, costo y sería idóneo para obras públicas.

La Hipótesis Específica es: que, la densidad de campo de una sub base, aplicada al método gravimétrico del cono de arena, en la calle Gordon Magne, Cusco-2021, tiene una precisión por debajo de +/- 2% de variabilidad.

Y La densidad de campo de una sub base, aplicada al método geofísico con un geófono microtrepidador, calle Gordon Magne, Cusco-2021; tiene una precisión por debajo de +/- 60% de similitud, con una variable de 10%.

II. MARCO TEÓRICO

Como Antecedentes Internacionales, tenemos a:

Según (Guerron & Vasquez, 2013) en su tesis titulada “Comparación de Resultados de Densidad de Campo por los Métodos: Cono y Arena, Volumétrico y Densímetro Nuclear.” De la Universidad de Central de Ecuador; Tuvo como objetivo definir el método más fiable en la obtención de datos de la Densidad de Campo usando la metodología comparativa - explicativa, Dándole como resultado durante la investigación, la determinación de la densidad de campo obtenidos por tres métodos: el método de la arena, la utilización del aparato volumétrico y la utilización del densímetro nuclear, concluyendo que los tres métodos son aptos para obtener la densidad de campo, las conclusiones fueron el método volumétrico no es recomendable realizarlo en suelos granulares ya que el espacio de volumen excavado es propensa a tener derrumbes, se desarrolla la comparación entre el método gravimétrico y el del densímetro nuclear, llegando a la conclusión de que ambos métodos son similares en sus resultados o son equivalentes.

Según (Guzman, 2013) en su tesis de pregrado –“Manual Operativo del Aparato de Globo de Hule ASTM D 2167, Análisis Comparativo y Descriptivo con el Método del Cono de Arena ASTM D 1556. Donde tratan de determinar la densidad del suelo en Campo; de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, tuvo como objetivo comparar resultados de las pruebas realizadas y trabajadas en el laboratorio, el Método gravitatorio, medidor de volumen, medidor de densidad en la subrasante, sub base y base según sea el caso de una carretera y hallar cuál de los 3 métodos analizados es el más factible, viable y confiable. Para lo cual utilizo la metodología comparativa y explicativa; teniendo como resultado, que, con el método de la arena resulta ser el más viable más confiable el más factible, sobre los resultados de los instrumentos volumétricos y densímetros nucleares.

Según (Ling, Wei, Canción, & Hong, 2014, págs. 359-367) en su artículo titulado “Medición de la Densidad Aparente del Regolito In Situ Para un Muestreador Tipo Espiral” de la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles en la Revista de Ingeniería Aeroespacial © Asce / Marzo / Abril 2014.

Tuvieron como objetivo medir la densidad de regolitos en el espacio exterior con los Métodos comparativo-explicativo dándoles como resultado, que el método de Welch es mejor que el periodograma en la extracción de características, si la frecuencia de onda de control es de 3 Hz (también mejor que 5 Hz), la medición de la densidad alcanza el 89,22%. Según la teoría de la red neuronal, la precisión de la medición de densidad depende de la calidad de las muestras, proponiendo un método por vibración para medir la densidad aparente del regolito con frecuencia de 3 Hz mediante vibraciones, utilice el método Welch para extraer características la precisión de densidad alcanza el 89,22%.

Como Antecedentes Nacionales, tenemos a:

Según (Zeta, 2019) Análisis Comparativo de la Utilización del Método de Cono de Arena y Densímetro Nuclear para Determinar Densidades de Campo en Suelos Cohesivos para Terraplenes Procedente de la Cantera Ramírez Ubicada En El Km 7+000 De La Carretera Piura-Paita. Perú. 2019.” De la Universidad Nacional de Piura, tuvo como objetivo la Comparación entre ambos métodos (método de cono de arena y densímetro nuclear) para lograr determinar la densidad de campo el Método usado fue de tipo cuantitativo con un diseño experimental, el resultado obtenido, dicho método se presenta como una alternativa verídica y fácil para obtener la densidad de campo; entonces, el densímetro nuclear ofrece más rapidez; en cuanto a la credibilidad de resultados, el periodo de duración es un obstáculo del ensayo, una vez verificado en el trabajo de investigación y con Conclusiones obtenidas, con el método cono de arena la densidad es confiable en cotejo al método densímetro nuclear, en la desviación estándar fue mínimo con respecto para el cono de arena.

Como Antecedentes Locales, tenemos a:

Según (Ccasani & Ferro, 2017) en su tesis titulada “Evaluación y Análisis de Pavimentos en la Ciudad de Abancay, para Proponer una Mejor Alternativa Estructural en el Diseño de Pavimentos” de la Universidad Tecnológica de Los Andes. Tuvo como objetivo determinar la mejora de la evaluación y análisis del pavimento en la estructura de los pavimentos en la Ciudad de Abancay, bajo la metodología hipotético deductivo con un nivel de alcance descriptivo y explicativo, los resultados después de realizar un estudio de la calidad y control de las propiedades de materiales utilizados en la estructura del pavimento, se obtuvo a través de ensayos en laboratorio que los agregados gruesos y finos extraídos del Sector Pachachaca no cumple con los requisitos del ensayo de Análisis Granulométrico, en el ensayo de Abrasión los Ángeles los agregados gruesos presentan una buena resistencia siendo menor al 50% del total al desgaste llegando a la conclusión, que, para un buen sistema de drenaje se recomienda alcantarillas de alivio para la descarga de agua provenientes de las cunetas, las cuales para una zona muy lluviosa como la Ciudad de Abancay, deben estar distribuidas a una longitud máxima de 200m.

BASES TEORICAS

CORRELACIÓN EXISTENTE ENTRE MEDICIONES.

De acuerdo a (Natrella, 2018) existe una variabilidad ligera durante el proceso de medición para un mismo elemento en prueba considerándose su entorno de medición como estable o variable en el transcurso del tiempo.

- Precisión del instrumento se atribuye a la variabilidad a corto plazo.
- La variación en el entorno o medio ambiente, la técnica de manipulación se atribuye a variabilidad a largo plazo.

Según (Devore, 2008) explica, en que consiste el razonamiento de ANOVA, dicho razonamiento se inicia con el estudio de:

La varianza de población común σ^2 , los cuales sus estimaciones son independientes:

- La primera se fundamenta en la variación de las medias muestrales.
- La segunda se fundamenta en la variación de datos dentro de c/u de dichas muestras.

Contrastando ambas estimaciones de σ^2 , se determina lo siguiente: promedios en la población, se verifica la igualdad o diferencia

(Anderson, Sweeney, & Williams, 2008) manifiesta que esta media o promedio representa el punto medio de un conjunto de valores comúnmente utilizados. Existiendo varios tipos de medias: armónica, geométrica, ponderada y aritmética.

LA MEDIA ARITMÉTICA

Se realiza sacando el promedio de los números.

dada por:

$$\frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

EL RANGO

Es la diferencia entre valores de muestra grande y pequeños representado por valores numéricos.

Para (Havbro, 2012), el Rango es la propagación dispersión o variabilidad de una población en el contorno del promedio de una muestra se caracteriza por la varianza:

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

La denotación S es la desviación estándar de una muestra:

$$S = \sqrt{s^2}$$

RELACIÓN GRAVIMÉTRICA Y VOLUMÉTRICA EN EL SUELO.

Según (Das, 2015) el suelo se distinguen tres fases constituyentes los cuales son (véase en figura N° 01):

- Sólido
- Agua
- Aire.

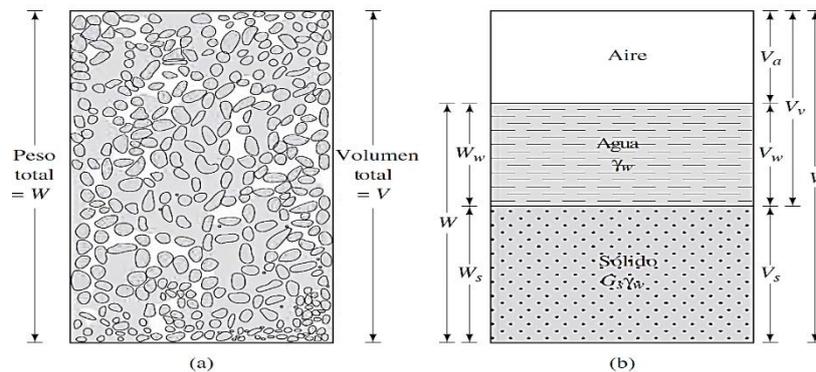


Figura 1 (A) Estado Natural de suelo, (B) Nivel en el suelo (Das.2015)

Fuente Tomado relación gravimétrica y volumétrica en el suelo (Das, 2015).

DESVIACIÓN ESTÁNDAR. -

(Minitab18, 2019). Nos indica que tan alejados se encuentran cada uno de los datos del promedio, cuando la desviación estándar es más alta, más alta será la dispersión de los datos o más alejado del promedio se encontrará (véase en figura 2).

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{n - 1}}$$



Figura 2 Muestra de desviación estándar

Fuente (Minitab18, 2019)

CONTENIDO DE AGUA EN SUELOS GRANULARES.

Según (Das, 2015) , indica que, para mostrar la densidad in situ (densidad relativa), sus valores varían de cero a uno desde un suelo muy suelto a uno muy denso.

En las propiedades del suelo la densidad relativa de suelos granulares es un indicador de suma importancia

Si el volumen de vacíos se encuentra completamente saturado entonces se trata de suelos saturados, si se incrementa la porosidad entonces aumentara el volumen de agua que contiene ese suelo.

PRUEBA DE CORRELACIÓN PEARSON.

(Question pro, 2021) Es una prueba que mide la relación estadística entre dos variables continuas. Si la asociación entre los elementos no es lineal, entonces el coeficiente no se encuentra representado adecuadamente. El coeficiente de correlación puede tomar un rango de valores de +1 a -1.

$$r = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum x)^2\} \times \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Un valor de 0 indica que no hay asociación entre las dos variables. Un valor mayor que 0 indica una asociación positiva. Es decir, a medida que aumenta el valor de una variable, también lo hace el valor de la otra. Un valor menor que 0 indica una asociación negativa; es decir, a medida que aumenta el valor de una variable, el valor de la otra disminuye.

Para llevar a cabo la correlación de Pearson es necesario cumplir lo siguiente:

- La escala de medida debe ser una escala de intervalo o relación.
- Las variables deben estar distribuida de forma aproximada.
- La asociación debe ser lineal.

No debe haber valores atípicos en los datos

GEOFÍSICA.

Es de conocimiento que la geología es una ciencia, estudia las propiedades físicas, su constitución interna de la tierra, el flujo de calor resultante interior de nuestro planeta, la gravedad que es parte del campo gravitacional, la atracción magnética, que se ejerce desde el interior de la Tierra que crea el campo geomagnético, y la propagación de ondas sísmicas en la corteza terrestre.

Para la mejor ubicación de obras viles tenemos a la geofísica y uno de sus aportes es la prevención de desastres naturales cuya mayor optimización es el agua la energía, la extracción de minerales, extracción de minerales de todo tipo.

Durante la línea de tiempo la ciencia toma datos de las ondas sísmicas generadas en el planeta (se considera el método indirecto de la geofísica), definiéndose de esta forma la composición interna de la Tierra, lográndose ver analizar y explicar

detalladamente capas su espesor y el material que las compone, estando fuera de la vista del ser humano.

Es una ciencia, se encarga del estudio de los campos físicos en nuestro planeta a través de métodos físicos de manera indirecta, con la finalidad de conocer la evolución a través del tiempo y características actuales siendo esta la geofísica pura. Encontrándose mayor estreches entre la geología y la física con participación de la geoquímica (Manilla, 2003).

GEOFONO.

El Geófono es un dispositivo que convierte la frecuencia de movimiento en voltaje (como un micrófono geológico); generalmente para este tipo de trabajo necesitamos realizarlo en una superficie liza limpia, tratando de evitar perturbaciones de nivel ambiental y de esta manera enfocarnos en el trabajo propiamente dicho, el geófono detecta el movimiento de las partículas relacionando la velocidad y el tiempo. Según (Griem, 2016) El geófono es el contacto directo con la superficie terrestre, que transforma el movimiento de la Tierra generado por un estímulo por ej. Pueden ser las señales eléctricas. En su mayoría los tipos geófonos utilizados para el análisis y detección sísmica a partir de la superficie de la tierra firme pertenecen al tipo electromagnético. Las señales son recogidas por un sistema instrumental, es información del subsuelo siendo este el producto final.

(Griem, 2016) da a conocer que los geófonos tienen el mismo principio que los sismógrafos, que son usados para registrar ondas de tipo sísmico en terremotos o temblores. Tal y como se pretende registrar los movimientos del suelo de un orden de $10^{-8}\text{cm} = 10^{-10}\text{m} = 0,1\text{nm}$ estos equipos llamados geófonos están se encuentran provistos de amplificadores y también registros eléctricos.

(Griem, 2016) distinguen los siguientes tipos de geófonos:

El geófono electromagnético, siendo este el más simple y el más utilizado de los varios tipos de geófonos. Consta de una bombilla y un imán donde cualquiera de estos elementos está fijado fuertemente a la superficie terrestre por consiguiente se moverá con ella así mismo esto sucederá en los sismos de tal manera. El otro

es el elemento inerte y cuelga sujetado por un resorte en un soporte fijo. El tamaño de los geófonos electromagnéticos no sobrepasa la altura de los 10 cm.

El geófono de reluctancia variable, trata de un sistema de bobina con armadura rodeada por dos imanes equidistantes permanentes en oposición electromagnética.

Estos imanes están unidos con una caja y un resorte los cuales se mueven con el movimiento de partículas existentes en la superficie de la tierra esto podemos ver en un movimiento sísmico.

Podemos decir que este geófono capta el movimiento por ende la velocidad, las vibraciones.

El geófono de capacidad; trata de dos placas del condensador donde a una de ellas se encuentra fijada del condensador y la otra se encuentra fija con respecto al suelo, donde los movimientos de la de la tierra o el suelo produce una variación en la capacidad del condensador.

En el geófono piezoeléctrico; descansa sobre unas de placas que en su composición contiene materiales piezoeléctricos los cuales a presión tienen alta sensibilidad por ejemplo cuarzo, titanio de bario. Un movimiento vertical del suelo incrementará el peso aparente de la masa consecuentemente subirá la presión, que sucede en los materiales cristalinos piezoeléctricos.

GEÓFONO SÍSMICO PERSONALIZADO (RASPBERRY SHAKE)

Según (Rodríguez, 2016) creador del geófono sísmico personalizado llamado comercialmente Raspberry Shake, se trata de una tarjeta electrónica que trabaja conjuntamente con un geófono, el cual detecta ondas sísmicas de propagación y usa como medio al suelo; la pequeña placa que tiene el sensor está conectada a una computadora de nombre Raspberry pi, el cual procesa la información sísmica proveniente del Raspberry Shake, para proyectarla visualmente en ondas sísmicas.

(Rodríguez, 2016) El Raspberry Shake, (véase en figura N°3) es un geófono es de 4,5 Hz de un solo canal extendido electrónicamente con un digitalizador de 24 bits

con una frecuencia de muestreo de 50 sps (muestras por segundo), y los datos se muestran en formato mini SEED.



Figura 3 Raspberry Shake (Geófono sísmico personalizado)

Fuente (Rodríguez, 2016)

COMPONENTE DE GEÓFONO (RASPBERRY SHAKE).

Según (Rodríguez, 2016) este geófono tiene los siguientes componentes (véase en figura N° 4):

1.- El sensor principal es un geófono, un micrófono que se utiliza para la vibración de la tierra. Los geófonos se han utilizado en operaciones de exploración geofísica y de petróleo durante décadas. El geófono es tan pequeño como un tanque de sal. Hay una bobina que se mueve en relación con el imán y genera una pequeña corriente.

2) Amplificador, digitalizador y procesador ARM. La pequeña corriente mencionada anteriormente es amplificada por algunos amplificadores operacionales ultra silenciosos y de última generación. Una vez que se amplifica la señal, se digitaliza

y luego los datos se envían al procesador ARM y se agrupan en un paquete de datos de un segundo, y luego se envían a su Raspberry Pi.

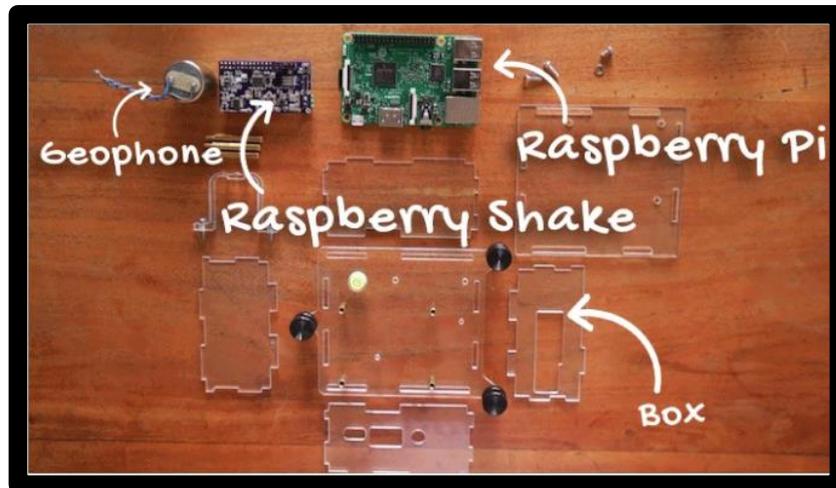


Figura 4 Partes del Raspberry Shake

Fuente (Rodríguez, 2016)

CARACTERÍSTICAS DE GEÓFONO (RASPBERRY SHAKE).

El geófono Raspberry Shake

- ✓ Generará datos de calidad de observatorio que se pueden compartir en el formato estándar mundial de SEED.
- ✓ Puede mostrar datos de forma local o remota en tiempo real, lo que significa que puedes poner Raspberry Shake en un lugar tranquilo y ver los datos a través de Internet.
- ✓ Almacenar datos en formato SEED (estándar para intercambio de datos sísmicos).
- ✓ Permitir compartir datos en tiempo real. Acuerdo de Seed link.
- ✓ Envíe alertas por correo electrónico o telegrama.
- ✓ Soporte vía email y WhatsApp.

- ✓ Crea un resumen de onda diaria como un espectrograma.
- ✓ Protección de calidad.
- ✓ Sensor de geófono de grado industrial.
- ✓ Geófono de eje vertical profesional de bajo costo.
- ✓ Fácil de instalar y usar
- ✓ Licencia gratis para fines educativos y uso en el hogar
- ✓ Actualmente utilizado por institutos profesionales, incluidos USGS, Oklahoma Geological Survey y otros
- ✓ Tarjeta de circuitos impresa para el Sismógrafo Raspberry Shake probado y comprobado.
- ✓ Un sensor de monitoreo de movimiento de tierra vertical (“geófono”, 4.5 Hz) con sus respectivos cables de conexión.
- ✓ Computadora de una sola placa Raspberry Pi
- ✓ Carcasa especial
- ✓ 8 GB de tarjeta Micro SD preprogramada
- ✓ Cable de Ethernet
- ✓ Alimentación de 5Voltios y 2.5 Amperios (enchufe compatibles: A, C, G, I).

MAQUINARIAS DE COMPACTACIÓN.

Según (Das, 2015) las maquinarias que se usan en la compactación de suelos, reducen los espacios vacíos mejorando sus propiedades geomecánicas; mejorando la capacidad de carga reduciendo las deformaciones futuras, esponjamiento, contracción y permeabilidad del suelo.

MOTONIVELADOR

(Flores, 2014), manifiesta en su trabajo de investigación que la maquinaria más usada en los proyectos de carreteras, los trabajos de extendido del material,

nivelación y la compactación es la motoniveladora, el cual realiza movimiento de tierra en grandes cantidades para distancias cortas.

En la presente investigación, la sub base del pavimento es el escenario principal, de igual forma esta maquinaria es esencial en el tema de compactación de suelos.



Figura 5 Tendido de Material

Fuente: Elaboración Propia

MÁQUINAS UTILIZADAS PARA LA COMPACTACIÓN DE SUELOS

(Flores, 2014) Existe gran diversidad de maquinarias que realiza el trabajo de compactación de suelos, el cual dependerá mucho de tipo de suelo a compactar y sus propiedades mecánicas tratando de alcanzar una óptima compactación y conseguir propiedades mecánicas óptimas del suelo. En ocasiones se combinan dos tipos de maquinarias con la misma finalidad, estos suelos se pueden compactar con carga dinámica o estática.

La Carga Dinámica. - En la compactación con esta carga, se deja caer continuamente un peso desde una altura determinada logrando un impacto en el suelo reduciendo los espacios vacíos en el suelo, logrando mejorar las propiedades mecánicas del suelo.

La Carga Estática. - Reduce altamente los vacíos utilizando la carga continua en repetidas ocasiones o pasadas generando una carga y descarga en el área de contacto, obteniéndose reducir los espacios vacíos en el suelo.

METODOLOGÍA DE COMPACTACIÓN IN SITU.

En la presente investigación se realizó la:

COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA. - Este ensayo sirve para encontrar la relación existente del contenido de agua con el peso unitario seco a través de la curva de compactación del suelo mostrando el óptimo contenido (% de humedad) para la compactación del suelo.

Si la masa retenida en el tamiz $\frac{3}{4}$ " $< \text{ó} = 30\%$ retenida entonces es aplicable este ensayo (MTC, 2016)

PROCTOR		
retiene	Malla 3/4	1064 gr
pasa	Malla 3/4	3658
	TOTAL	4722
<hr/>		
% > 3/4	$(1064/4722) \times 100$	
% > 3/4	22,5 %	

Tabla 1 Ecuación del ensayo Proctor - Laboratorio

Fuente Elaboración Propia

Se compacta el suelo en laboratorio utilizando una energía modificada, realizada en la presente investigación (véase gráfico N° 01) a través del ensayo de Proctor se obtuvo que la cantera de Sencca cumple con el porcentaje, con un 22.5 %, adecuado en el marco de la compactación.

EQUIPOS PARA EL CONTROL DE COMPACTACIÓN IN-SITU
DENSIDAD DE CAMPO POR EL MÉTODO DE LA ARENA

1.- AASHTO T191	<i>(Método estándar de prueba para determinar la densidad del suelo en el lugar por el método Sand-Cone)</i>
2.- ASTM D1556	<i>(Método de prueba estándar de densidad y peso unitario del suelo en su lugar por el método de cono de arena)</i>
3.- NTP 339.143	<i>(ensayo estándar para hallar la densidad y el peso unitario en el sitio mediante el método gravimétrico)</i>
4.- MTC E 117	<i>(Densidad hallada en el sitio - Método gravimétrico)</i>

Figura 6 Normas Establecidas

Fuente Elaboración Propia

Densidad por medio del método de la arena

Según (Flores, 2014) determina a este ensayo como un método de determinación de la densidad de suelo. Este ensayo se aplica en suelos que no poseen cantidades altas de rocas de un tamaño de partículas mayor a 1 ½ es requisito que el material donde se realiza el ensayo posea cohesión suficiente y así las paredes del agujero continúen estables. Este ensayo no se realiza en suelos saturados, orgánicos.

A través de este método de cono de arena podemos determinar la densidad del suelo y el peso unitario del suelo en campo (MTC, 2016).

El suelo pasa por un proceso de compactación en campo y es medido a través del Grado de compactación medido en porcentaje para lo cual necesitamos El peso específico, la humedad óptima del material en estudio (es la capa de 20 0

30 cm de material ya trabajado por la compactación). Donde este método nos servirá para hallar el grado de compactación.

El método de cono de cono de arena se caracteriza por ser destructivo y se necesita las muestras extraídas de campo para obtener los valores de peso específico seco.

Este método se utilizó inicialmente por el cuerpo de ingenieros de USA y acogido por las normas A.S.T.M. y A.A.S.T.H.O.

Equipo necesario

Aparato de Densidad

Al comenzar la prueba, tenga en cuenta que el tamaño del orificio depende de la TM El número de partículas de suelo a ensayar, donde Describe la profundidad a realizar según el tamaño máximo Partículas (MTC, 2016)

Consta en una válvula de forma de un cilindro de 12,5mm (4") para la capa sub-base y 18.75 (6") para la capa base, uno de los lados es en forma de embudo y el otro se encuentra ajustando el extremo abierto del envase de plástico o vidrio con capacidad de 3,785cm³. Está diseñada para abrir o cerrar el paso de material necesario para el ensayo.



Figura 7 Aparato del Cono de Arena

Fuente Elaboración Propia

Arena de Ensayo

Arena bien graduada, compuesta por partículas sanas, redondeadas, no cementadas de tamaño aproximado entre 1 a 2 mm. Y pasa en el tamiz No. 20 (0.085mm) retenida por el tamiz No. 30 (0.060mm), lavada y seca al fuego aproximado de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Para su elección la arena deben efectuarse previamente cinco analisis de su densidad aparente empleando la misma muestra representativa. Para ser aceptada los resultados de dichas determinaciones deben tener una variación menor al 1% entre sí. Para nuestro análisis utilizamos arena de densidad de 98lb/ft³.

Tamiz No. ¾”, 16” y 30”

Certificado ASTM de 8” de diámetro de bronce con malla de acero inoxidable (según norma ASTM E-11)



Figura 8 Tamiz N^o ¾

Fuente Elaboración Propia

Bandeja de metal, con base de picnómetro necesario para el tamizado (Cono metálico y frasco transparente con arena).



Figura 9 Placa Base de Material Metálico

Fuente Elaboración Propia

Balanza

Capacidad máxima 30kg.



Figura 10 Instrumentos de pesaje que funciona por acción de la gravedad altamente sensible para la determinación de la masa

Fuente: Elaboración Propia

Equipo para la determinación de la humedad

(ASTM D4944 y AASHTO T-217)

Es comúnmente conocida como “Speedy” (véase figura N^o 9), el cual trata en una bóveda en forma cilíndrica con su manómetro alado en la parte inferior y sirve para leer la presión que se ejerce en la bóveda por el suelo, mezclado con una medida de cinco gramos de carburo de calcio. También contiene una balanza, carburo de calcio.

Un medidor para hallar el volumen de carburo a utilizar, bolas de acero iguales a 0.5cm de radio y todo un equipo de limpieza.



Figura 11 Medidor de humedad "Tipo Speedy"

Fuente (wikipedia.org, s.f.)

Herramientas y accesorios

Cinzel, clavos, martillo, brochas de limpieza, taras preferentemente metálicas (para poner las muestras de arena bien graduada), palitas pequeñas resistente de preferencia metálica para la perforación, wincha o cinta métrica, una libreta para apuntar los datos.

Calibración

La calibración de los equipos es el paso básico de cualquier desarrollo de pruebas, se ajusta al proceso de proveer equipos que puedan brindar datos precisos sobre su capacidad, por eso se brindan los principales aspectos de la calibración de equipos para esta prueba

Calibración del aparato de cono de arena

La clase de la arena encerrada en el equipo y la placa inferior depende de la acumulación de densidad de la arena. Por lo tanto, cuando se encuentra un cambio acumulativo en la densidad de la arena, se debe realizar el procedimiento de calibración para cada dispositivo.

- Hay dos métodos principales para calibrar el aparato Al determinar la calidad de la arena de calibración que se puede contener tanto en el embudo como en la placa inferior.
- La determinación del volumen de la arena necesaria para llenar cada embudo y plato base; y aplicando este volumen constante siempre cuando nuevas acumulaciones en la densidad de la arena son calculadas.
- Método A:
 - Inicialmente se llena el envase de plástico o vidrio con arena bien graduada y seca. Luego se halla la masa del aparato cuando se encuentra lleno.
 - Colocamos el plato base en una superficie plana, bien nivelada, limpia colocamos el plato lo fijamos luego con un cincel y martillo cavamos en el espacio hueco del plato una profundidad que nos permita excavar tratando de no ocasionar caídas y pérdidas de material lateral y tratando de extraer con una pala lo almacenamos en envases para almacenar muestras sin que pierda la humedad. Después de retirar todo el material de sub base se invierte el aparato con la arena sobre el plato fijo.
 - Se abre la válvula o mariposa dejando caer la arena hasta que se sature el agujero y se detenga el descenso de arena completamente
 - Posteriormente Se cierra totalmente la válvula, retiramos el envase con la arena restante y pesamos, se determina la masa de la arena restante y la arena depositada en el agujero
 - La arena contenida en el envase de vidrio o plástico del cono de arena nos alcanzara para repetir la operación aproximadamente unas 3 veces aproximadamente, La máxima variación entre cualquier determinación y el promedio no debe exceder en 1 %. Se usa el promedio de las 3 determinaciones para este valor en los cálculos del ensayo.

CALIBRACION CONO DE ARENA

1.-	PESO ANTES	4894	
	PESO DESPUES	3458	
2.-	PESO ANTES	3460	
	PESO DESPUES	2024	
DENSIDAD DE ARENA			
1.-	PESO MOLDE VACIO	5920	
	PESO MOLDE LLENO	8778	
2.-	PESO MOLDE VACIO	5920	
	PESO MOLDE LLENO	8754	
peso del molde 2147,02 cm ³			

Tabla 2 Calibración del cono de Arena

Fuente: Elaboración propia

En el presente gráfico, se observa la calibración del cono de arena con respecto a los puntos tomados en la calle Gordon Magne.

- Método B:

- Se define el volumen de la arena para abarrotar el embudo del aparato, plato base y reitera los procesos del Método A.
- Se Verifica la masa de embudo y plato base realizados esto ser la acumulación de la densidad de arena entre el volumen determinado en el paso del método A.
- Se ejecuta como mínimo de 3 especificaciones y se calcula un valor promedio. La máxima variación de volumen entre cualquier determinación y el promedio no debe exceder de 1 %. Se usa este promedio de valores para realizar cálculos del ensayo.

En el presente grafico (véase gráfico N°02), se observa la calibración del cono de arena con respecto a los puntos tomados en la calle Gordon Magne.

Procedimiento

Seleccionar el sitio de trabajo y el área donde se va ejecutar el método que a continuación se detalla.

- ✓ Verificación del aparato: se verifica el funcionamiento de la valvula, verificación de la plataforma base, cargar el contenido del cono de arena de Ottawa, se determina la masa total del equipo.
- ✓ Establecer el sitio de ensayo: El sector de estudio tiene que ser un espacio llano, La bandeja se debe destinar para distanciar a una la superficie homogénea suave.
- ✓ Se coloca la elevación en una extensión llana, asegurando que la abertura este en roce con la superficie del terreno. Luego se traza un perímetro del plato en el suelo para verificar que la bandeja este estable a la superficie sin disturbar la superficie a trabajar en el ensayo.
- ✓ Si la nivelación con la superficie no es la adecuada, se realiza un ensayo piloto y podemos constatar el excedente que se extrae en forma horizontal y que será restringido por la parte del embudo, el plato y superficie del terreno

- El volumen que se tiene en superficie debe llenarse con arena del equipo y se debe determinar la calidad de la arena utilizada. Vuelva a llenar el recipiente y determine la nueva masa inicial del equipo y la arena antes de continuar.
- ✓ Se realiza una excavación y se forma un hoyo en el orificio de la base metálica, los espacios del orificio tienen que ser mayores a la tabla siguiente.

TAMAÑO MAXIMO DE PARTICULAS		VOLUMEN MINIMO DEL AGUJERO DEL ENSAYO		CANTIDAD DE MUESTRAS PARA CONTENIDO DEHUEMEDAD
Pulg.	Mm	Cm3	Pies·	Gr
1/2	12,7	1415	0,05	250
1	25,4	2125	0,075	500
1 1/2	38	2830	0,1	750

Tabla 3 Volúmenes del orificio para el método gravimétrico.
Fuente: (MTC, 2016, pág. 117)

Los lados del agujero deben está totalmente encajonado para adentro, la parte central debe ser plana y no debe de haber obstrucciones fluidas y salientes ya que esta podría afectar la precisión del ensayo.

- ✓ Una vez concluido el paso anterior se pasa a quitar lo que hay en el alrededor del agujero en la plataforma base, se le calza el aparato cono de arena colocándose el embudo bien colocado en el agujero. Durante el ensayo se debe de tener en cuenta tratar de eliminar las vibraciones. Se inicia abriendo la llave para que la arena ingrese y llene el volumen del orificio.

- ✓ Tener en conocimiento que el aparato no se mueva mientras la arena fluya en el orificio, una vez que la arena este en agujero en todo el rebose se cierra la válvula.
- ✓ Determinar el peso del aparato con la restante de la arena y registrar el valor, calcular el peso de la arena utilizada.
- ✓ Determinar y anotar el peso de material extraído del orificio de prueba. hallar la masa del material extraído en el tamiz apropiado y registrarla,
- ✓ minimizando las pérdidas de humedad. Los cambios apropiados para el material más grande se realiza usando la ATM D4718.
- ✓ La muestra que se obtuvo tendría que ser lo suficientemente grande y debidamente seleccionado de forma tal que represente todo el material obtenido del orificio de prueba.
- ✓ Se realizó el contenido de humedad realizado por el método de ensayo MTC E 108. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO.



Figura 12 Ensayo de Cono de arena.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 13 Muestras extraídas en bolsas térmicas

Fuente: Elaboración Propia.

CÁLCULOS

los cálculos que se encuentran en el manual de ensayo MTC son para la masa medido en gramos, el volumen en centímetros cúbicos en el desarrollo del ensayo

Calcular el volumen del orificio de la prueba mediante la siguiente fórmula:

$$V = \frac{M_1 - M_2}{\rho_1}$$

Donde:

V =Volumen de agujero en prueba, cm³

M₁ =Masa de arena para llenar el agujero en prueba, embudo y plato de base, g.

M2 =Masa de arena para llenar el embudo y el plato de base, g.

ρ_1 =Densidad del volumen de arena, g/cm3.

Calcular la masa seca del material extraído del orificio de prueba:

$$M_4 = \frac{100 * M_3}{W + 100}$$

Donde:

W =cantidad de humedad del agujero en prueba, %

M3= Masa húmeda del material del hueco de ensayo, g.

M4= Masa seca del material del hueco ensayado, g.

Calcular la densidad húmeda y seca in-situ del material ensayado:

$$p_m = M_3/V$$

$$p_d = M_4/V$$

Donde:

V = Volumen de agujero en prueba, cm3

M3 =Masa húmeda de material del agujero en prueba, g.

M4 =Masa seca del material del agujero en prueba, g.

ρ_m =Densidad húmeda del material ensayado, o su peso unitario húmedo γ_m , en g/cm³.

ρ_d =Densidad seca del material ensayado, o su peso unitario seco γ_d , en g/cm³.

Entonces la densidad in-situ se expresa en porcentaje de otra densidad. La cual se halla dividiendo la densidad in-situ entre la densidad hallada en laboratorio multiplicando por 100. Las correcciones para el material de mayor tamaño pueden realizarse de acuerdo a la práctica ASTM D 4718.

PROPIEDADES PARA SUB BASE DE PAVIMENTOS DE LA CANTERA SENCICA – CUSCO

La cantera de Sencica está ubicado en el Distrito y Provincia de Cusco, el material de la cantera Sencica tiene una mayor utilización en la ciudad del cusco para la sub base de pavimento, se usa este material debido a sus características físico mecánicas, donde se detalla lo siguiente (véase gráfico N° 03)

DESCRIPCION DE LA MUESTRA				
PESO TOTAL	=	43,299.10		
PESO SECO LAVADO	=	37918.19	gr	
PESO FRACCION	=	701.20	gr	
LIMITE LIQUIDO	=	26	%	
LIMITE PLASTICO	=	17	%	
INDICE PLASTICO	=	9	%	
CLASF. AASHTO	=	A-2-4	(0)	
CLASF. SUCS	=	GC		
MAX. DENS. SECA	=	2.052	gr/cm3	
HUMEDAD OPT.	=	12.8	%	
CBR 100% 0.1"	=	41.0	%	
CBR 95% 0.1"	=	35.0	%	
Ensayo Malla #200	P.S.Seco.	P.S.Lavado	% 200	
	43,299.1	37,918.2	12.4	
IMPUREZAS ORGANICAS :			%	
MATERIA ORGANICA :			%	
COLOR ESTANDAR	=	-		
% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humd.	
NATURAL			2.20	
Coef. Uniformidad	65151465.92			
Coef. Curvatura	0.00			

Figura 14 Propiedades físico-mecánicas y químicas del material de Sencca- Cusco

Fuente: Informe de laboratorio de documentación técnica: "Tráfico de vehículos y Los peatones en la Calle sin asfaltar en la calle Gordon Magne Distrito de Wanchaq Provincia del Cusco. "Evaluación de la cantera de sencca para la sub base de Pavimento", a cargo del Laboratorio de Suelos Concreto y materiales GEOMIN HIDRO AZ. El solicitante está en la Ciudad Distrital de San Sebastián. (Acuña, Rumaja, & Marc, 2019)

EQUIPOS PARA EL CONTROL DE COMPACTACIÓN IN. SITU

Método Cono de Arena - Norma ASTM D-1556

Con este ensayo podremos calcular la densidad de los suelos sin cohesión arenosos, gravosos los mismos son dificultosos para realizarlos por otros métodos justamente por la dificultad para obtener muestras inalteradas en suelos con estas características. (MTC, 2016).

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

Tipo De Investigación

La investigación, se encuentra referida a la “intención del investigador, el cual puede ser; si se avoca al análisis de un fenómeno o bien, o la emisión de una propuesta de solución al problema planteado como eje central de estudio” por lo cual, las investigaciones pueden ser básicas como aplicadas, dependiendo del objetivo y de nuestras hipótesis propuestas. (Vara, 2015)

En la presente investigación, se determinó por el tipo aplicado (CONCYTEC, 2018), cuyo enfoque es cuantitativo, donde se utiliza básicamente la recolección de los datos probando la hipótesis teniendo como base la medición y la estadística para el análisis teniendo como fin correlacionar comportamientos y probar nuevas teorías. (Hernández, 2008)

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El Diseño de investigación es el plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación y responder al planteamiento, en base a esta premisa el Diseño de la presente investigación es Experimental de tipo experimento puro el cual nos permitirá manipular de manera intencional, una o más variables independientes (causas) para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos). Es decir, causales de las primera sobre las segundas que, de acuerdo a (Hernández, 2008) son estudios de tipo explicativo (y abarcan correlaciones) en el marco del diseño experimental.

3.2. Variables y Operacionalización.

Variable Independiente.

- Se tiene como variable independiente al Método Gravimétrico (Cono de Arena) y al método Geofísico (geófono microtrepidador)

Significa que la variable independiente pertenece al grupo de Factores que influyen o causan influencia o determinan otras variables, Entonces podemos explicar estos. (Hernández, 2008).

Variable Dependiente

- Se tiene como variable dependiente la Comparación de la densidad en la sub base de pavimento.

Las variables dependientes son aquellas que aceptan La influencia, efecto o resultado de otras variables o circunstancias; es decir, son aquellas Según la explicación de otros. (Hernández, 2008)

3.3 Población, Muestra y Muestreo.

Población

La población de estudio es todas las sub base de pavimento urbano que se construyen en la ciudad del Cusco.

Muestra

- Sub Base de Pavimento, en la calle Gordon Magne, Cusco-2021
- El material de la sub base de pavimento es de La cantera de Sencca - Cusco.

Muestreo

El muestreo, se plantea una muestra de 21 ensayos de campo por el método gravimétrico y 21 ensayos de campo por el método geofísico,

obteniendo un total 42 ensayos, en una calle con una longitud mínima de 200 m, esto en atención a cumplir con el teorema central de límite que demanda la estadística para este tipo de estudios.

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

Técnicas

La primera técnica de recolección es la recopilación de datos formando esta la primera etapa de la investigación, tratando de reunir los cimientos teóricos de la investigación, así como la recolección de precedentes.

Después, en la etapa de realización de ensayos en campo y laboratorio, la recopilación de datos será los estándares de medición de la densidad de campo.

Instrumentos de recolección de datos

Herramientas obtener los datos para la investigación fueron:

- Geófono microtrepidador.
- Equipo portable
- Internet y AP
- Batería portable
- Cables de transmisión de datos
- Balanza de 30 kg electrónica portable

Procesamiento y análisis de datos

Los procesos para la ejecución de este proyecto se realizaron a través de software lo cual fue elaborada bajo los términos de la metodología

y el análisis adecuado usando el software Matlab, Jama Seis para el análisis de datos de la investigación.

3.5 Procedimientos.

a) Establecer las densidades de campo en los siguientes puntos (distribución de muestras) de la calle Gordon Magne mediante 2 métodos de análisis.

Se realizaron 21 pruebas en una calle de 200 metros, cada ensayo se realizó con el método geofísico, Una vez finalizada la prueba, debido a que no es destructiva, en el mismo punto se realizó la prueba del cono de arena de la misma forma que los pasos de prueba anteriores. De esta forma, el valor de compactación de estos 21 puntos se obtiene mediante los dos métodos.

b) Se Observa el procedimiento y el control de tiempo de cada prueba.

Se anotaron las características y precauciones de cada ensayo, así como el control de la duración del método geofísico, sin embargo, el ensayo de cono de arena solo se calcula el proceso de ejecución, mas no el tiempo de cálculo en el laboratorio para los resultados.

c) Análisis de resultados en gabinete obtenido en cada método.

A partir de los resultados de compactación obtenidos mediante el uso de los métodos gravimétrico y geofísico en campo, se realiza la tabla comparativa de estos resultados y analizamos las diferencias entre un método y otro.

d) Comparación de ambos métodos de tipo económico

La diferencia entre ambos métodos es primero en analizar los costos, El método Geofísico se basa en el tiempo de ejecución en la Obra y por eso se ha elaborado un presupuesto en cada mes.

Materiales y equipamiento

1. Juego de cono de arena (tanque de arena extraíble y placa de metal cuadrada con orificio central)
2. Balanza (La capacidad máxima es de 30 kg.)
3. Herramientas (cuerda, cincel, cuchara, malla metálica, bolsas térmicas, etc.)
4. Arena con coeficiente de uniformidad menor a 2.
5. geófono microtrepidador (Geofísico).

3.6 Método de análisis de datos.

Para este estudio, se utilizó el software estadístico MATLAB R2020a para el análisis de datos descriptivos de la muestra de enfoque cuantitativo.

Los métodos aplicados fueron:

- Pburg: Estimación de densidad espectral de potencia autorregresiva
 - Promedio Pburg
 - Mediana Pburg
- Pyulear: Estimación de la densidad espectral de potencia autorregresiva
 - Promedio Pyulear
 - Mediana Pyulear
- Pmusic: Pseudospectrum usando el algoritmo MUSIC
 - Máximo Pmusic

- Promedio Pmusic
- Estándar Pmusic
- Rango Pmusic

Se empleó la Estadística Descriptiva, para analizar Las medidas estadísticas descriptivas de tendencia central que son: la media, la mediana, la moda Volumen, amplitud, Promedia, Rango.

3.7 Aspectos éticos.

Los datos se presentan en esta investigación son verdaderos y respetan los derechos de propiedad intelectual de los autores que contribuyeron a este documento, así como la confidencialidad de los datos y registros de la empresa utilizados únicamente con fines de investigación y / o académicos.

La Oficina de Investigaciones de Lima anunció que los investigadores deben asumir una responsabilidad real en materia de propiedad intelectual y el compromiso de dar a conocer los resultados de la ética profesional (ucv, 2016, p. 12)

IV RESULTADOS

DATOS GENERALES.

Ubicación. Geográficamente se encuentra en la ciudad del cusco, distrito de Cusco, la calle Gordon Magne es una vía de 2 carriles principal alterna que sirve para descongestionar el tráfico vehicular. Tiene una longitud de 200 metros.

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO:

El lugar de la investigación es en la región Cusco Provincia Cusco Distrito Cusco.



Figura 15 Ubicación Nacional: Mapa del Perú

Fuente

(wikipedia.org, s.f.)



Figura 16 Ubicación Regional: mapa del departamento del Cusco

Fuente

(wikipedia.org, s.f.)

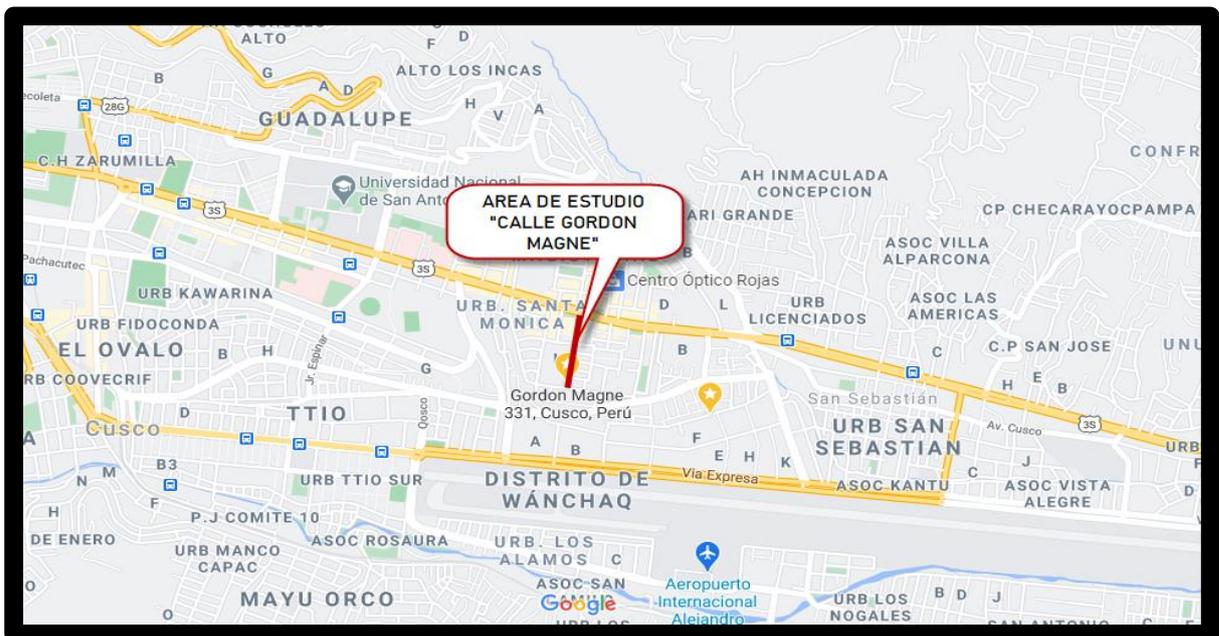


Figura 17 Ubicación local: de la calle Gordon Magne- Cusco

Fuente

CITATION goo \ 3082 (google maps, s.f.)

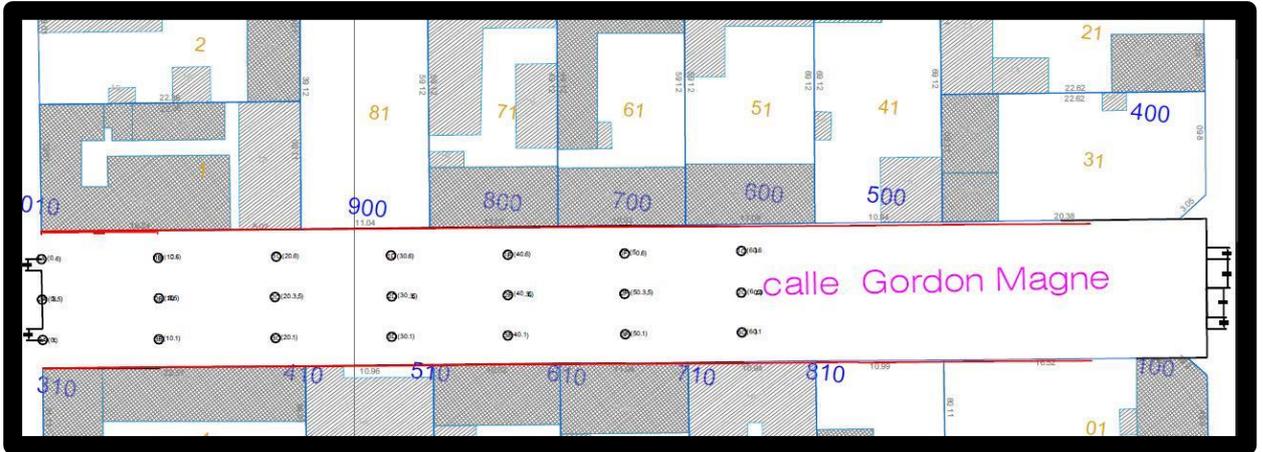


Figura 18 Distribución De Los 21 Puntos Aplicano Ambos Métodos

Fuente Elaboración Propia

En la figura 17 (véase figura N°17) se muestra la imagen catastral de la Calle Gordon Magne- Cusco, de una longitud de 200 metros, asimismo se observa la distribución de puntos de los ensayos de los métodos gravímetro y geofísico.

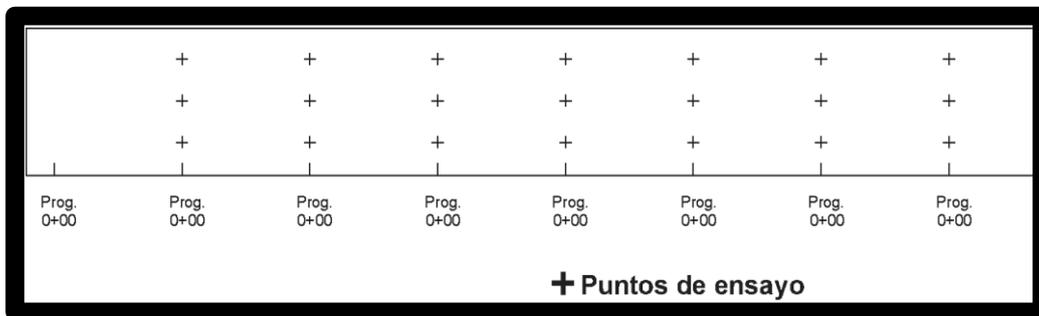


Figura 19 Tipo de distribución en la toma de muestras del cono de arena y geófono

Fuente Elaboración Propia

En la figura18 (véase figura N.º 18) se muestra la distribución de puntos de ensayo la misma que se registra en el grafico anterior (véase gráfico 17)

RESULTADOS DEL TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN (PRIMERA VISITA EN CAMPO).

RESULTADO DE ENSAYO DE CONO DE ARENA

En la Tabla N° 1 (véase tabla N° 1)Se muestra los valores obtenidos in situ a través de ensayo de Cono de Arena de la Progresiva 0+000 0+070 del proyecto tal y como se muestra en la figura anterior. Se presenta un resumen de resultados dando a conocer los puntos y peso de la muestra en cada punto.

PUNTO	X	Y	PESO DE LA MUESTRA
1A	0	6	2404
2A	0	3.5	2344
3A	0	1	2652
1B	10	6	2602
2B	10	3.5	2318
3B	10	1	3128
1C	20	6	2778
2C	20	3.5	2586
3C	20	1	2660
1D	30	6	2660
2D	30	3.5	2904
3D	30	1	2546
1E	40	6	3502

2E	40	3.5	3618
3E	40	1	3296
1F	50	6	4046
2F	50	3.5	2404
3F	50	1	2442
1G	60	6	2504
2G	60	3.5	2662
3G	60	1	2518

Tabla 4 Resultado del peso de muestra en cada punto

Fuente Elaboración Propia

RESUMEN (CONO DE ARENA) DE DATOS EN LABORATORIO

Una vez obtenido las muestras en campo, haber obtenido sus pesos respectivos para c/u de los puntos designados (21 muestras) y llevados al laboratorio para su análisis respectivo.

Se realiza el ensayo de densidad en laboratorio obteniendo datos como son Densidad Seca, Densidad Húmeda, Contenido de humedad Promedio en (%), Volumen de Hueco y porcentaje Volumen de Hueco Min. Según la norma técnica ASTM D1556/D1556M – 15, tenemos

A: DENSIDAD DE CAMPO: Obtenemos la densidad del suelo húmedo y densidad de suelo seco.

- Densidad de la arena usada (g/cc):
- Peso(arena+frasco) (g) (Antes)
- Peso(arena que queda+frasco) (g) (Despues)
- Peso de arena usada (g)

- Peso de arena en cono (g)
 - Volumen del hueco (cc)
 - Peso del suelo total humedo + recipiente
 - Peso del recipiente (bolsa)
 - Peso del suelo total humedo
 - 09.- Peso de la grava >3/4"
 - Volumen de grava >3/4"
 - % de grava >3/4"
 - Densidad del suelo humedo gr/cc.
 - Densidad del suelo seco gr/cc.
- B: HUMEDAD OBTENIDA EN LABORATORIO: obtenemos el contenido de humedad promedio para cada una de las muestras
 - Peso (suelo total humedo + tara)
 - Peso de tara
 - Peso (suelo seco + tara)
 - Peso de agua
 - Peso de suelo seco
 - Contenido de humedad del suelo %



Figura 20 Tamizados

Fuente Elaboración Propia

Se muestra en la tabla (véase tabla N^a 2) se presenta un resumen de resultados dando a conocer la cantidad, la Densidad Seca, Densidad Húmeda, Contenido de humedad Promedio, Volumen de Hueco y porcentaje Volumen de Hueco Min.

PUNTO	x	y	Ds	Dh	w	Vol Hueco	%VolHuecoMin
1A	0	6	1.60	1.73	8.17	1389	98.2%
2A	0	3.5	1.75	1.87	6.93	1254	88.7%
3A	0	1	1.74	1.85	6.19	1437	101.6%
1B	10	6	1.70	1.83	7.26	1424	100.6%
2B	10	3.5	1.99	2.15	8.07	1079	76.3%
3B	10	1	1.78	1.93	8.51	1623	114.7%
1C	20	6	1.82	1.92	5.65	1445	102.1%
2C	20	3.5	1.88	2.01	6.48	1289	91.1%
3C	20	1	1.78	1.93	8.46	1316	93.0%
1D	30	6	1.87	2.02	8.09	1314	92.9%
2D	30	3.5	2.04	2.19	7.46	1325	93.6%
3D	30	1	1.72	1.86	8.41	2046	144.6%
1E	40	6	1.93	2.08	7.85	1686	119.1%
2E	40	3.5	1.84	1.95	5.91	1855	131.1%
3E	40	1	1.92	2.09	8.54	1579	111.6%
1F	50	6	2.10	2.21	4.96	1832	129.5%
2F	50	3.5	1.75	1.82	4.11	1317	93.1%
3F	50	1	1.80	2.01	8.15	1213	85.7%
1G	60	6	1.81	1.99	9.88	1255	88.7%
2G	60	3.5	1.90	2.01	7.48	1325	93.6%

3G	60	1	1.81	1.94	6.00	1298	91.7%
----	----	---	------	------	------	------	-------

Tabla 5 Cuadro Resumen del Cono de Arena en Laboratorio

Fuente Elaboración Propia

PROCESAMIENTO DE DATOS OBTENIDOS CON EL GEOFONO MICROTREPIDADOR

Cabe recordar que se realizó la toma de datos en campo, se realizó 04 golpes con el Martillo Proctor colocando en posiciones distintas octogonales con distancia de 0.25m. c/u. en forma consecutiva y el martillo Proctor ubicado en la parte central.

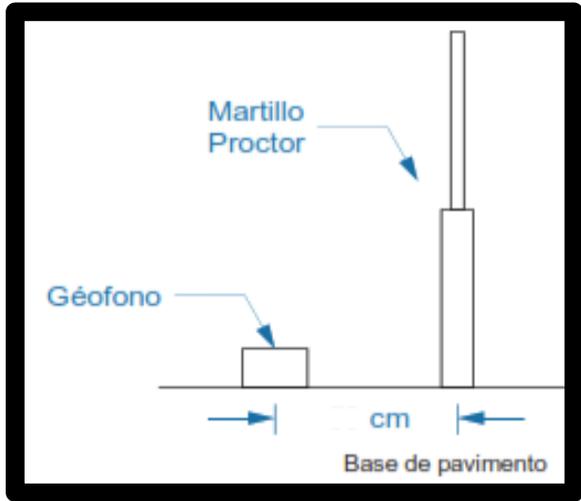


Figura 21 Disposición del martillo Proctor durante el ensayo de microtrepidación realizado con un radio de 0.25m.

Fuente Elaboración Propia



Figura 22 Predisposición del martillo Proctor y el Geófono microtrepidador.

Fuente Elaboración Propia

Dándonos una lectura de onda con 4 sobresaltos en las ondas cada vez que utilizamos el martillo Proctor, esta lectura de onda lo hacemos con el programa **jamaseis** como se muestra en la figura, donde podemos observar con claridad la excitación producida con el martillo Proctor en 4 ocasiones la cual se repite para las 21 toma de datos realizadas en campo, también se observa las micro trepidaciones existentes.

Esta lectura de onda tiene tres datos el tiempo, la amplitud, una cabecera de información restante.

De la GRAFICA de onda generada por el JAMASEIS se traduce en datos y solo para esta onda son 3 columnas:

- TIEMPO: medido en segundos
- AMPLITUD: medido en micrómetros
- Y UNA CABECERA DE INFORMACION: adimensional que no utilizaremos.

También tenemos 7562 filas de información Numérica en esta Onda los cuales podemos encontrar en los anexos de la presente Tesis, esta cantidad de información se genera en los 21 puntos de toma de datos designados, los picos

más altos en la lectura de onda representan un golpe del Martillo Proctor a la sub base y las micro trepidaciones son vibraciones en el suelo.

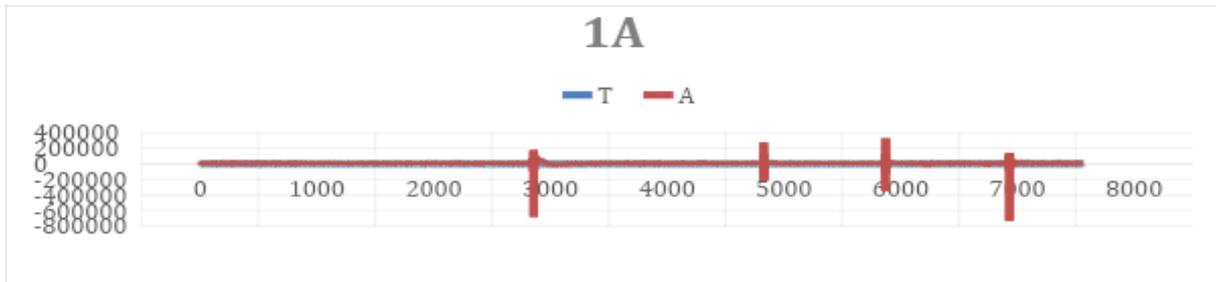


Figura 23 Grafico de la Onda

Fuente Elaboración Propia

Los archivos que contienen a la onda son con extensión sac y leídos con el algoritmo con programación en java de nombre **rsac.m** de la plataforma .net como se muestra en la figura.

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
2019_01_26_140306 - 1A_AM_R4885_00_EHZ.sac	26/01/2019 09:04 a...	Archivo SAC	31 KB
2019_01_26_140542 - 2A_AM_R4885_00_EHZ.sac	26/01/2019 09:07 a...	Archivo SAC	20 KB
2019_01_26_141013 - 3A_AM_R4885_00_EHZ.sac	26/01/2019 09:11 a...	Archivo SAC	18 KB
2019_01_26_141243 - 1B_AM_R4885_00_EHZ.sac	26/01/2019 09:13 a...	Archivo SAC	21 KB
2019_01_26_141433 - 2B_AM_R4885_00_EHZ.sac	26/01/2019 09:15 a...	Archivo SAC	16 KB
2019_01_26_141556 - 3B_AM_R4885_00_EHZ.sac	26/01/2019 09:16 a...	Archivo SAC	16 KB
2019_01_26_141736 - 1C_AM_R4885_00_EHZ.sac	26/01/2019 09:18 a...	Archivo SAC	21 KB
2019_01_26_141914 - 2C_AM_R4885_00_EHZ.sac	26/01/2019 09:20 a...	Archivo SAC	21 KB
2019_01_26_142150 - 3C_AM_R4885_00_EHZ.sac	26/01/2019 09:23 a...	Archivo SAC	24 KB
2019_01_26_152452 - 1D_AM_R4885_00_EHZ.sac	26/01/2019 10:26 a...	Archivo SAC	15 KB
2019_01_26_153219 - 2D_AM_R4885_00_EHZ.sac	26/01/2019 10:34 a...	Archivo SAC	14 KB
2019_01_26_153735 - 3D_AM_R4885_00_EHZ.sac	26/01/2019 10:39 a...	Archivo SAC	22 KB
2019_01_26_160737 - 1E_AM_R4885_00_EHZ.sac	26/01/2019 11:08 a...	Archivo SAC	26 KB
2019_01_26_160958 - 2E_AM_R4885_00_EHZ.sac	26/01/2019 11:10 a...	Archivo SAC	19 KB
2019_01_26_161216 - 3E_AM_R4885_00_EHZ.sac	26/01/2019 11:13 a...	Archivo SAC	27 KB
2019_01_26_162820 - 1F_AM_R4885_00_EHZ.sac	26/01/2019 11:29 a...	Archivo SAC	16 KB
2019_01_26_163307 - 2F_AM_R4885_00_EHZ.sac	26/01/2019 11:33 a...	Archivo SAC	18 KB
2019_01_26_164434 - 3F_AM_R4885_00_EHZ.sac	26/01/2019 11:45 a...	Archivo SAC	24 KB
2019_01_26_164835 - 1G_AM_R4885_00_EHZ.sac	26/01/2019 11:49 a...	Archivo SAC	22 KB
2019_01_26_165009 - 2G_AM_R4885_00_EHZ.sac	26/01/2019 11:51 a...	Archivo SAC	21 KB
2019_01_26_165547 - 3G_AM_R4885_00_EHZ.sac	26/01/2019 11:57 a...	Archivo SAC	27 KB
rsac.m	01/02/2021 12:50 ...	Archivo M	4 KB

Figura 24 Base de Datos del JAMASEIS 21 ensayos.

Fuente Elaboración Propia

Estos archivos son leídos por el programa Matlab R2020a

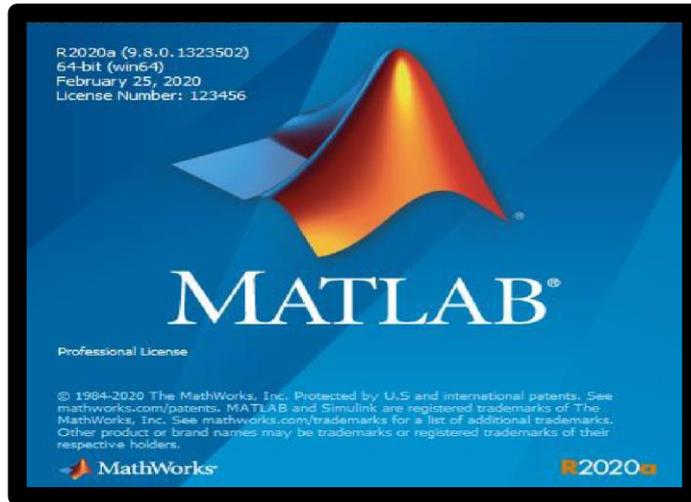


Figura 25 Utilización del Software MATLAB R2020a.

Fuente
Elaboración

Propia

El Procesamiento de datos para el análisis en el programa de Matlab se da como sigue

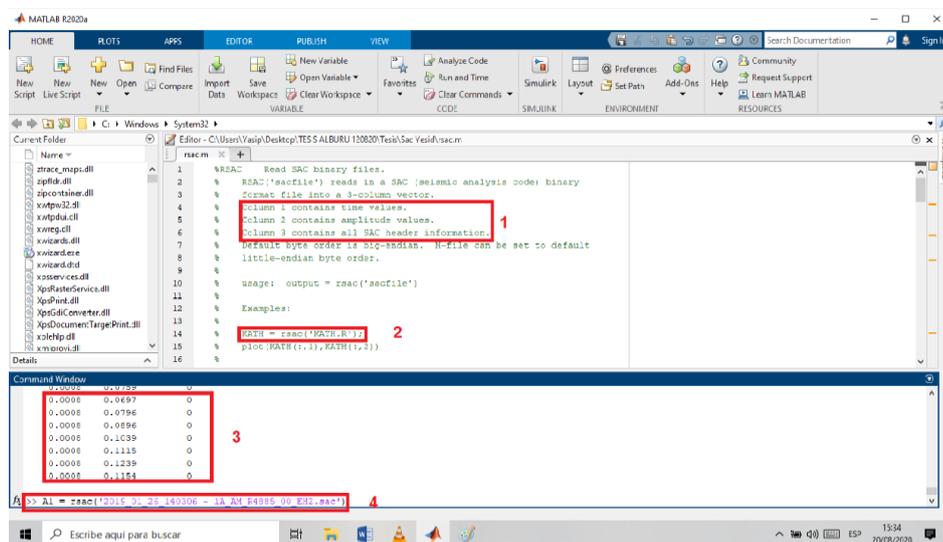


Figura 26 Proceso de colocación de datos para el análisis en software Matlab

Fuente Elaboración Propia

De la imagen anterior podemos identificar que en el recuadro “1” se emite una orden en donde pedimos que en la columna A se encuentre el Periodo, en la columna B la Amplitud y en la C otros Datos que son relevantes como se muestra en el recuadro “3” cuyos datos Se encuentran en el anexo de la presente investigación.

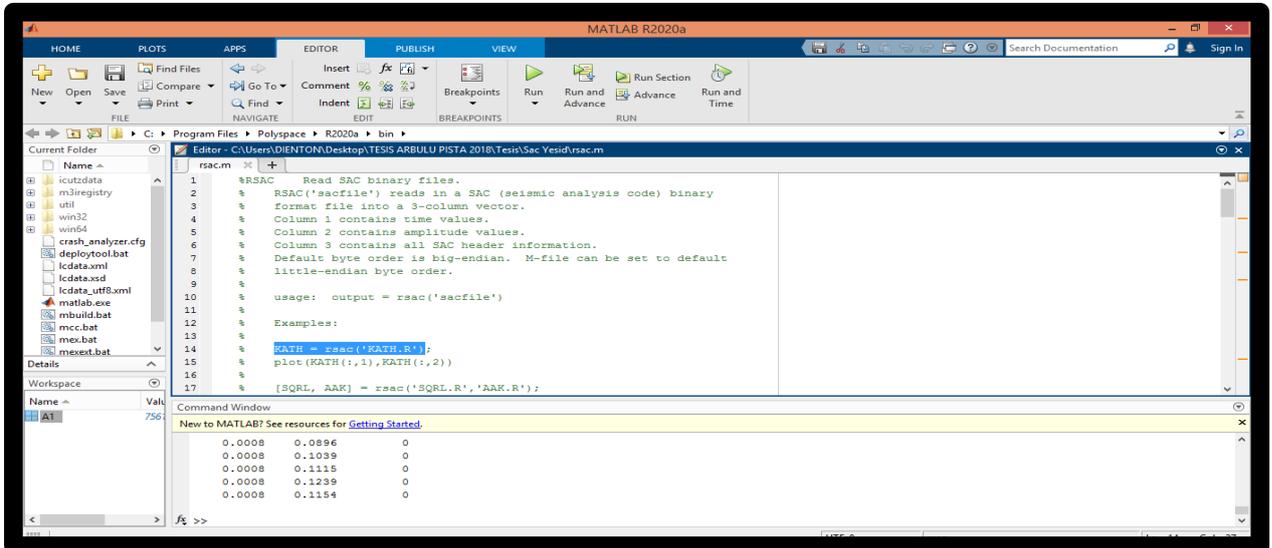


Figura 27 Línea De Codificación en el software Matlab r2020a

Fuente Elaboración Propia

Es el comando con la línea de código para hacer un llamado al archivo el cual es el sobrenombre para la onda generada en el punto “A1” y así sucesivamente

La onda traducida en datos nos devuelve datos de tiempo, amplitud e información relevante, trabajando solo con la amplitud para nuestros fines de estudio y así poder relacionar directamente la onda

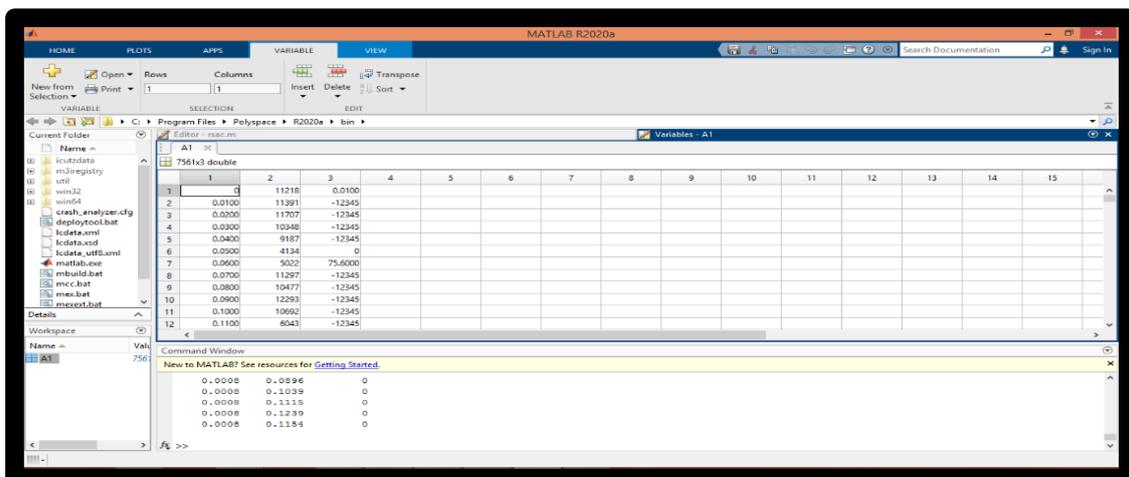


Figura 28 Resultados de la Onda y Amplitud en el Software R2020a.

Fuente Elaboración Propia

Una vez abierto el archivo y despejado la amplitud de onda le realizamos varios tratamientos a la onda como puede ser los métodos como son la mediana, el promedio, el rango, tratando de relacionarlo con la densidad seca realizada con el cono de arena.

Por consiguiente, se llega a la conclusión que el excitador conseguido con el martillo Proctor no tiene ninguna relación con la densidad.

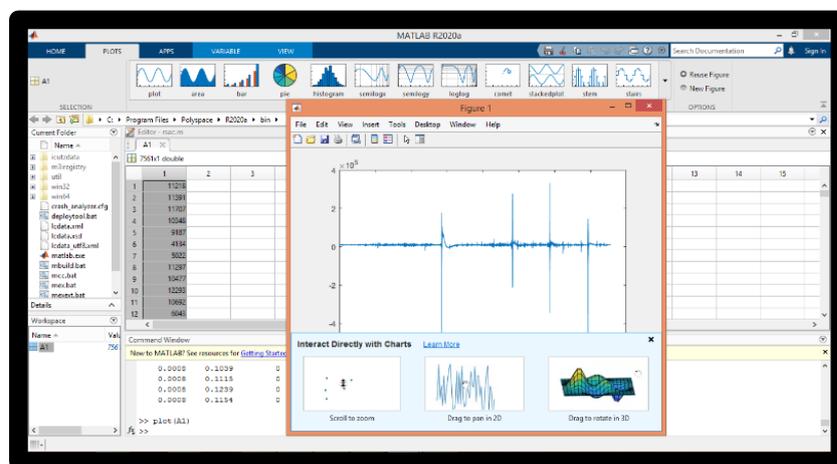


Figura 29 Interpretación de la onda en el Software Matlab R2020a

Fuente Elaboración Propia

Luego, en nuestro afán de investigar y encontrar posibles relaciones entre estos métodos, trabajamos con las micro trepidaciones obtenidas en la onda ubicadas entre las excitaciones del martillo Proctor, donde para un mejor estudio ubicamos las que tienen mayor prolongación de tiempo, teniendo un mayor material de trabajo como se muestra en la figura.

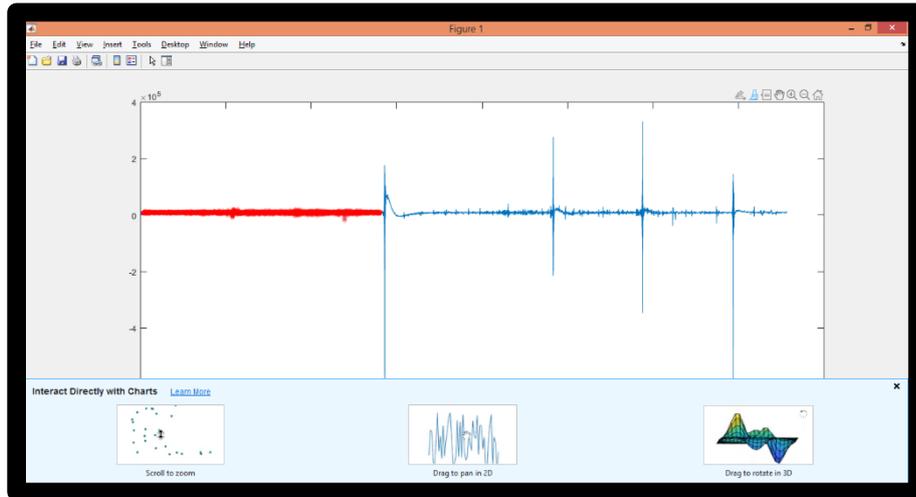


Figura 30 Se selecciona la onda para luego ser procesado e interpretado.

Fuente Elaboración Propia

Estas micro trepidaciones son guardadas en el Matlab para su respectiva manipulación y comparación.

Cabe indicar que cada onda si lo traducimos a datos tenemos:

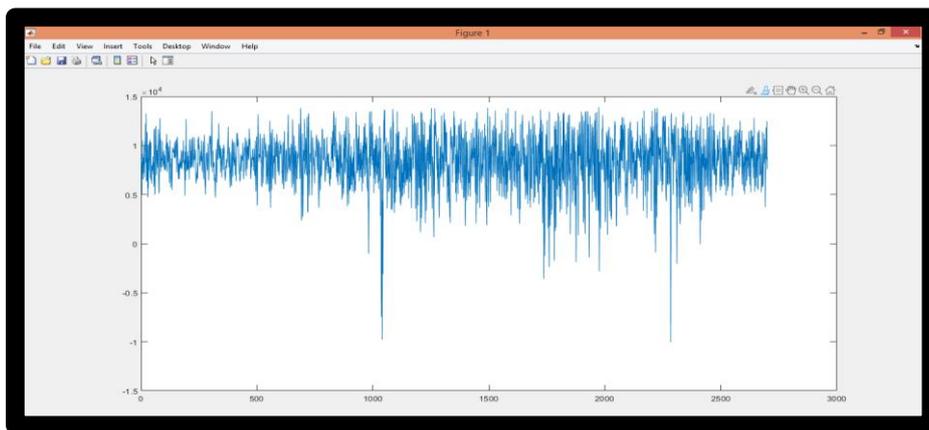


Figura 31 La Onda Resultante en el Software Matlab R2020a
Fuente Elaboración Propia

Para la toma de datos en el punto "A1" se generaron 3 columnas y 7562 filas de datos de todo lo realizado y lo analizado, después de haber

verificado las densidades en las 21 muestras las resumimos y comparamos con los diferentes métodos de análisis de datos que nos brinda el programa XLSTAT el cual es una extensión del Excel tal como se tiene en el cuadro siguiente.

PRUEBAS DE CORRELACION																		
n	Punto	x	y	Ds	Vol Hueco	Amplitud_Promedio	Amp_Prom_4 Mayores	Amp_Max	Amp_Min	Prom_Pburg	Mediana_Pburg	Prom_PYulear	Mediana_PYulear	Max_PMUSIC	Prom_PMU SIC	Std_PMU SIC	Rango_PMU SIC	Mediana_PYulear
1	1A	0.0	6.0	1.60	1389.22	362784	521656	730073	148223	65.1	63.9	65.6	64.9	73.7	-11.1	15.4	97.7	0.00014
2	2A	0.0	3.5	1.75	1254.49	1075172	1413381	1771644	544586	58.9	59.1	59.9	59.6	95.6	-2.8	24.9	119.5	0.00013
3	3A	0.0	1.0	1.74	1437.13	278584	316872	456323	125431	69.4	68.8	69.4	68.8	36.7	-12.8	13.1	60.7	0.00006476
4	1B	10.0	6.0	1.70	1423.65	309967	387401	447031	138427	70.6	73.3	70.8	73.5	56.7	-11.4	14.1	80.7	0.00006
5	2B	10.0	3.5	1.99	1079.34	116908	146226	170956	68143	51.6	48.8	55.2	52.7	128.8	1.9	32.4	152.6	9832.0
6	3B	10.0	1.0	1.78	1622.75	481656	599871	686135	260125	60.1	59.1	60.9	60.0	96.0	-4.1	23.1	120.0	0.00020860
7	1C	20.0	6.0	1.82	1444.61	276558	412117	505522	107139	61.8	63.5	62.3	63.7	84.5	-12.3	14.3	108.4	0.00025
8	2C	20.0	3.5	1.88	1288.92	192272	227557	251031	117576	62.8	65.2	63.0	65.5	47.5	-9.9	16.9	71.4	0.00014990
9	3C	20.0	1.0	1.78	1315.87	229203	261823	279600	169494	59.8	58.3	60.7	59.1	84.0	-11.3	17.3	107.8	0.00022570
10	1D	30.0	6.0	1.87	1314.37	276667	356377	411669	127175	62.1	64.1	62.8	63.9	79.2	-6.3	21.4	103.1	0.00011
11	2D	30.0	3.5	2.04	1324.85	237753	270214	317493	172758	62.2	61.5	63.1	62.0	94.3	-2.8	24.4	118.2	0.00012490
12	3D	30.0	1.0	1.72	2046.41	414035	587557	749000	169102	58.1	56.8	59.2	58.2	84.7	-11.4	17.7	108.7	0.00025570
13	1E	40.0	6.0	1.93	1685.63	639978	971574	1035973	164680	60.3	60.2	61.9	60.5	81.3	-2.2	25.8	105.2	0.00012
14	2E	40.0	3.5	1.84	1854.79	188625	221479	244061	107045	66.2	64.8	66.6	65.3	70.0	-9.8	17.1	93.9	0.00008278
15	3E	40.0	1.0	1.92	1579.34	320820	413655	594754	120180	68.7	68.0	68.7	68.1	41.7	-10.5	16.0	65.7	0.00007254
16	1F	50.0	6.0	2.10	1832.34	313879	380503	405207	175383	60.8	59.2	61.3	59.8	102.4	-10.1	18.8	126.4	0.00021
17	2F	50.0	3.5	1.75	1317.37	187315	227128	250099	76853	65.2	62.6	66.7	64.7	92.0	-3.6	26.1	115.6	0.00012700
18	3F	50.0	1.0	1.80	1212.57	877631	1231569	2047690	414014	67.7	70.1	67.9	70.1	70.9	-3.9	22.9	94.9	0.00009100
19	1G	60.0	6.0	1.81	1255.24	660020	934860	1549101	354328	63.5	60.5	64.6	61.2	80.7	1.3	31.4	104.5	0.00014
20	2G	60.0	3.5	1.90	1324.85	217567	269173	277104	126549	61.8	59.4	61.9	59.5	93.8	-2.3	26.2	117.6	0.00009393
21	3G	60.0	1.0	1.81	1297.90	426901	521018	618369	216219	66.0	65.7	67.3	66.1	75.2	-8.9	18.6	99.0	0.00007798

Tabla 6 Correlación de Datos.

Fuente Elaboración Propia

Por consiguiente:

- ✓ Del método de Cono de Arena tenemos la densidad seca la cual la comparemos con la onda más específicamente con la amplitud de onda tratando de encontrar algún punto de comparación para lo cual hallamos la amplitud promedio, amplitud promedio de las 4 excitaciones con el Proctor, amplitud máxima, y amplitud mínima, no encontrando ninguna relación admisible que pueda correlacionar de alguna manera los resultados.
- ✓ En nuestra búsqueda de posibles correlaciones tenemos el PYulear (promedio, mediana), PBurg (promedio, mediana), PMusic (máximo, promedio, Standard, Rango), donde pudimos encontrar correlaciones con el método PYulear y PMusic,
- ✓ Seguimos utilizando el programa xlstat donde una de sus herramientas nos brinda la matriz de correlaciones de (Pearson).

Está utilizando la versión de evaluación de XLSTAT. Número de días restantes hasta que expire la evaluación: 3 Pedir

XLSTAT 2019.1.1.56421 - Pruebas de correlación - Comienzo: 20/02/2019 a las 18:48:10 / Final: 20/02/2019 a las 18:48:11
 Observaciones / Variables cuantitativas: Libro = Análisis de Datos Yesid.xlsx / Hoja = RAW / Rango = RAW!\$E\$1:\$K\$22 / 21 filas y 85 columnas
 Tipo de correlación: Pearson

Matriz de correlaciones (Pearson):

Variables	Ds	Dh	Vol Hueco	Prom_Pburg	Mediana_Pburg	Prom_PYulear	Mediana_PYulear	Max_PMUSIC	Prom_PMUSIC	Std_PMUSIC	Rango_PMUSIC
Ds	1	0.967	0.049	-0.347	-0.336	-0.352	-0.366	0.344	0.317	0.337	0.344
Dh	0.967	1	-0.008	-0.350	-0.326	-0.351	-0.356	0.326	0.395	0.402	0.327
Vol Hueco	0.049	-0.008	1	0.028	-0.012	-0.016	-0.048	-0.113	-0.443	-0.391	-0.111
Prom_Pburg	-0.347	-0.350	0.028	1	0.951	0.990	0.952	-0.812	-0.456	-0.548	-0.813
Mediana_Pburg	-0.336	-0.326	-0.012	0.951	1	0.929	0.990	-0.831	-0.505	-0.616	-0.831
Prom_PYulear	-0.352	-0.351	-0.016	0.990	0.929	1	0.945	-0.778	-0.401	-0.488	-0.779
Mediana_PYulear	-0.366	-0.356	-0.048	0.952	0.990	0.945	1	-0.812	-0.486	-0.592	-0.812
Max_PMUSIC	0.344	0.326	-0.113	-0.812	-0.831	-0.778	-0.812	1	0.606	0.681	1.000
Prom_PMUSIC	0.317	0.395	-0.443	-0.456	-0.505	-0.401	-0.486	0.606	1	0.981	0.604
Std_PMUSIC	0.337	0.402	-0.391	-0.548	-0.616	-0.488	-0.592	0.681	0.981	1	0.679
Rango_PMUSIC	0.344	0.327	-0.111	-0.813	-0.831	-0.779	-0.812	1.000	0.604	0.679	1

Figura 32 Tipos de datos Correlacional.

Fuente Elaboración Propia

Donde podemos encontrar la máxima correlación en la mediana PYulear y Std Pmusic al 37% y 40% respectivamente siendo esta una correlación baja, se atribuye esto a las perturbaciones en la zona donde se tomó la muestra y las lecturas de Onda se alteraron.

Por alguna razón, de índole atmosférico, perturbación sonora, tránsito vehicular, otros.

- ✓ De las pruebas realizadas con anterioridad se aprende que el martillo Proctor no guarda correlación con la densidad del material.
- ✓ Del ensayo piloto se aprende que los métodos de correlación no son los indicados tratando de encontrar una mayor correlación con otros métodos de análisis estadístico.



Figura 33 Se realizó el tamizado del material de la sub base del pavimento de la calle Gordon Magne en la malla 3/4

Fuente Elaboración Propia



Figura 34 Obteniendo menos del 30% de material que no pasa por la malla 3/4".

Fuent Elaboración Propia

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL METODO GRAVIMETRICO - CONO DE ARENA

En función a las características observadas de cada ensayo se va a proceder que ventajas y desventajas tiene cada método.

METODO DE CONO DE ARENA	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
✓ Tiene un procedimiento de fácil aprendizaje y ejecución.	✓ El tiempo de ejecución del ensayo es largo siendo este el método tradicional.
✓ Los instrumentos Para este ensayo son relativamente económicos.	✓ La elaboración del ensayo depende bastante del factor humano (predisposición al trabajo, estado de ánimo, fatiga).
✓ La implementación de este ensayo no requiere personal especializado.	✓ En el desarrollo del ensayo se debe de evitar vibraciones compactaciones adyacentes para no alterar el ensayo.
✓ Podemos observar directamente el estrato el cual estamos ensayando.	✓ Se le considera un método destructivo.
	✓ Se debe calibrar cada uno de los instrumentos la balanza, el cono de arena).

✓ La mala toma de datos (peso), cálculos mal hechos, ocasiona resultados diferentes a los observados en campo

✓ La compactación se determina dentro de los 15 cm de la capa (sub base) de la parte superior

Tabla 7 Ventajas y Desventajas de Cono de Arena

Fuente Elaboración Propia

**VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL METODO GEOFISICO – GEOFONO
MICROTREPIDADOR**

METODO DEL GEOFONO MICROTREPIDADOR	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
✓ Tiene un procedimiento de fácil aprendizaje y ejecución.	✓ Tener línea continua a internet.
✓ brinda el grado de compactación de toda la capa.	✓ Tener carga suficiente de energía para trabajo continuo en campo.
✓ El análisis, procesamiento y resultados se obtienen de forma inmediata	✓ No es posible una inspección visual de la sub base de pavimento.
✓ Es un método no destructivo.	
✓ La cantidad ilimitada de ensayos en poco tiempo y bajo costo.	

-
- ✓ Los datos que se generan se almacenan en cualquier dispositivo de almacenamiento y se puede disponer de ellos en cualquier momento.

 - ✓ Trabaja con las vibraciones generadas en el interior de la tierra.

Tabla 8 Ventajas y desventajas del método geofísico– geófono microtrepidador

Fuente Elaboración Propia

COMPARACION DE COSTOS DE EJECUCION DE ENSAYOS

Se realiza el analizar económica para cada ensayo, siendo un factor que influye en la elección del método a realizar. El presupuesto que se presenta es en el marco del costo del laboratorio quien ejecuto los ensayos de ambos métodos.

METODO DE CONO DE ARENA	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tiene un procedimiento de fácil aprendizaje y ejecución. ✓ Los instrumentos Para este ensayo son relativamente económicos. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El tiempo de ejecución del ensayo es largo siendo este el método tradicional. ✓ La elaboración del ensayo depende bastante del factor humano (predisposición al trabajo, estado de ánimo, fatiga).

✓ La implementación de este ensayo no requiere personal especializado.

✓ En el desarrollo del ensayo se debe de evitar vibraciones compactaciones adyacentes para no alterar el ensayo.

✓ Podemos observar directamente el estrato el cual estamos ensayando.

✓ Se le considera un método destructivo.

✓ Se debe calibrar cada uno de los instrumentos la balanza, el cono de arena).

✓ La mala toma de datos (peso), cálculos mal hechos, ocasiona resultados diferentes a los observados en campo

✓ La compactación se determina dentro de los 15 cm de la capa (sub base) de la parte superior

Tabla 9 Ventajas y Desventajas de Cono de Arena

Fuente Elaboración Propia

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL METODO GEOFISICO – GEOFONO MICROTREPIDADOR

METODO DEL GEOFONO MICROTREPIDADOR	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tiene un procedimiento de fácil aprendizaje y ejecución. ✓ brinda el grado de compactación de toda la capa. ✓ El análisis, procesamiento y resultados se obtienen de forma inmediata ✓ Es un método no destructivo. ✓ La cantidad ilimitada de ensayos en poco tiempo y bajo costo. ✓ Los datos que se generan se almacenan en cualquier dispositivo de almacenamiento y se puede disponer de ellos en cualquier momento. ✓ Trabaja con las vibraciones generadas en el interior de la tierra. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tener línea continua a internet. ✓ Tener carga suficiente de energía para trabajo continuo en campo. ✓ No es posible una inspección visual de la sub base de pavimento.

Tabla 10 Ventajas y desventajas del método geofísico– geófono microtrepidador

Fuente Elaboración Propia

COMPARACION DE COSTOS DE EJECUCION DE ENSAYOS

Se procederá a analizar la conveniencia económica de cada ensayo, pues este es un factor que influye en la elección del método a emplear. El presupuesto que se presenta es en el marco del costo del laboratorio quien ejecuto los ensayos de ambos métodos.

PRESUPUESTO DEL ENSAYO DEL CONO DE ARENA					
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	P. UNIT. S/.	TOTAL S/.
1	Equipo de laboratorio	MES	1	650.00	650.00
2	Elaboración de los ensayos datos	MES	1	750.00	750.00
3	Técnico de laboratorio	MES	1	2500.00	2500.00
4	Viáticos	MES	1	1000.00	1000.00
SUBTOTAL					4900.00

Tabla 11 Presupuesto de ensayo del Cono de Arena

Fuente Elaboración Propia

PRESUPUESTO DEL ENSAYO DEL GEOFONO MICROTREPIDADOR					
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	P. UNIT. S/.	TOTAL S/.
1	Equipo de laboratorio	MES	1	200.00	200.00
2	Elaboración de los ensayos datos	MES	1	200.00	200.00
3	Técnico de laboratorio	MES	1	200.00	200.00
4	Viáticos	MES	1	200.00	200.00
SUBTOTAL					800.00

Tabla 12 Presupuesto del ensayo del geofono Microtrepidador

Fuente Elaboración Propia

CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS POR MES		
	CONO DE ARENA	GEOFONO MICROTREPIDADOR
COSTO POR MES	4900.00	800.00

Tabla 13 Cuadro comparación de costos por mes.

Fuente Elaboración Propia.

V DISCUSIÓN

La investigación de Vásquez, Jorge Guerrón Avecillas, Silvia Alexandra, comparó tres métodos tradicionales: Cono Y Arena, Volumétrico Y Densímetro Nuclear, cabe mencionar que los autores denominan volumétrico al método de sustitución por agua que utiliza un globo de hule. Dentro de sus conclusiones está que los tres métodos son aptos para suelos finos, sin embargo, el método volumétrico tiene dificultades en suelos granulares.

Al respecto durante la presente investigación se estudió un suelo granular directamente proveniente de una cantera de la ciudad de Cusco, el cual tiene una gran lo metía apta para la construcción de base y su base; los métodos comparados en esta tesis son plenamente aplicables a el tipo de suelo utilizado durante los ensayos. No se han utilizado suelos finos tales como limos o arcillas puras; tampoco se ha utilizado gravas de gran tamaño y de gránulo metería uniforme.

En la misma investigación de Vásquez se menciona que el tiempo para la ejecución del método el cono de arena, entre 30 a 40 minutos; mientras que con el método volumétrico se tiene un tiempo de entre 20 y 30 minutos, mientras que para el densímetro nuclear la prueba es de 15 segundos.

En este sentido la presente tesis ha correlacionado la medición de la densidad del suelo por un método gravimétrico que toma entre 10 a 12 minutos; mientras que por el método geofísico propuesto dicha determinación toma menos de 4 minutos, lo cual incluye una lectura de ondas de 3 minutos y el posicionamiento del geófono. De manera tal que se tiene que la propuesta de la presente tesis si bien no alcanza los 15 segundos del densímetro nuclear en cuanto a su rapidez, sin embargo, da un tiempo razonable para la determinación de la densidad a un costo muchísimo menor que el densímetro nuclear.

Además, la investigación de Vásquez menciona que el densímetro nuclear se ve afectado por una serie de factores externos que perturban la medición, entre ellos la vibración del suelo; sin embargo, para la presente tesis es precisamente la vibración del suelo la que permite la medición de la densidad. De lo anteriormente mencionado se concluye que una propiedad del suelo que perturba una medición en cierto método puede ser útil para el otro método.

Zeta en su tesis plantea que los resultados son aplicables a la cantera de Ramírez, en este sentido, los resultados de la presente tesis son aplicables a la Cantera de Sencca, constituyéndose esta última la delimitación geográfica del estudio.

Respecto de las conclusiones en la investigación de Zeta se menciona que los métodos comparados están normados tanto por documentos nacionales como internacionales; sin embargo, en el caso de la presente investigación la determinación de la densidad del suelo se hizo a través de la norma ASTM y cabe mencionar que la determinación de las ondas del geófono actualmente no cuentan con una norma de ensayo dado que es un desarrollo experimental.

Zeta encuentran su investigación que el coeficiente de correlación de los métodos estudiados asciende a 0.95, con 40 ensayos. En la presente tesis se ha determinado que el coeficiente de correlación Pearson asciende a 0.40 con 21 ensayos. Si bien es cierto la correlación encontrada por zeta es mayor, la correlación determinada en la presente tesis es baja no muy fuerte para los métodos estudiados.

A diferencia de la tesis de zeta la presente investigación no hace énfasis en la determinación de costos, sin embargo, se debe mencionar que el geo fono utilizado tiene un costo de alrededor de \$600 americanos el cual es menor en varias veces al costo de un densímetro nuclear.

Al igual que Vásquez, zeta refiere que los ensayos requieren un ambiente libre de vibraciones para eliminar sus errores, mientras que el método geofísico empleado en esta tesis se sirve de las vibraciones para medir la densidad.

VI CONCLUSIONES

1.- Es de conocimiento que el método gravimétrico (Cono de Arena) esta estandarizado en la norma NTP 339.142 (ASTM DM 1556) sin embargo el método geofísico (geófono microtrepidador) no se encuentra validado para la determinación de densidades de campo, pero si se encuentra normado para estudios de sismográfica, en la presente investigación hemos demostrado que dicho método puede ser aplicable al estudio para la determinación de densidades de campo.

2.- En la Comparación de la densidad del método gravimétrico y geofísico en la sub base de pavimento, se ha determinado que el método geofísico (geófono microtrepidador), tiene una correlación del 40 % respecto al método gravimétrico (cono de arena), el cual determina el grado de confiabilidad del método geofísico, es decir, que el método geofísico necesita más investigación y posteriormente debería ser normado e implementado en nuestro país, por la facilidad del costo mínimo, el tiempo de duración del ensayo y el número ilimitado de ensayos para lograr una mejor toma de decisiones al momento de realizar una Obra.

3.- El Método gravimétrico tiene como finalidad la obtención de la densidad de campo siendo su valor (gr/cm^3), en los ensayos realizados en la presente investigación se ha determinado que este método tiene un alto grado de confiabilidad, es decir este método es confiable y efectivo, por ende, es altamente utilizado en nuestro país para el estudio de suelos en diversos proyectos de ingeniería.

4.- Después de realizar los ensayos de campo y en el laboratorio podemos concluir que el Método del Geófono Microtrepidador es una alternativa no muy eficiente pero que con una mejor investigación podría ser una alternativa al uso del Cono de Arena teniendo una alta confiabilidad en su implementación y uso.

5.- El costo del método geofísico es menos en comparación al método gravimétrico, esto se basa en los resultados de los ensayos realizados, en las tres pruebas de laboratorio, donde se determinó lo siguiente: el método geofísico por el servicio de un mes tiene un costo de S/.800.00 soles y el método gravimétrico, por el servicio de un mes tiene un costo de S/.4900.00 soles, teniendo una diferencia sustancia.

VII RECOMENDACIONES

1.- Durante la prueba de control de densidad, se debe evitar el uso de maquinaria pesada u objetos compactados, etc., cerca del área de prueba, ya que estos alteran los resultados reales y estos pueden afectar las comparaciones posteriores. Asimismo, se recomienda que las Obras publicas incluyan este tipo de métodos en los expedientes técnicos de Obras referidas a sub base de pavimentos.

2.- Para el uso del método geofísico se debe tener en consideración que este geófono microtrepidador es un aparato pequeño, condición a ser sensible en su uso, por lo que se recomienda que se debe usar en una superficie nivelada con mira hacia el norte, asimismo que tenga una buena conectividad tanto a la energía eléctrica e internet, si el contexto geográfico no permite el acceso a estos servicios es necesario que se prevea bajo equipos portátiles como banco de poder portátil , modem inalámbrico o en su defecto internet satelital.

3.- En los primeros procesos de aplicación de los ensayos, en el método geofísico en campo, se debe tener en cuenta que existe factores que influyen en los resultados y son desapercibidos por los profesionales, el cual conlleva a resultados no esperados, sin embargo, es necesario, que, al tener estos efectos, se debe realizar nuevas pruebas en laboratorio, verificando que no exista elementos ajenos que alteren al resultado, esta situación se dio en la presente investigación.

4.- Para el uso adecuado del método geofísico se recomienda una mayor investigación y que esta se encuentre estandarizada bajo la Norma Técnica Peruana y de esta forma se pueda hacer un estudio más detallado de su uso en el estudio de suelo, asimismo al tener su estandarización como norma su margen de error en las pruebas de ensayo serían mínimas y los resultados serían más confiables.

5.- Al momento de liberar la arena calibrada del agujero se debe tener en cuenta que dicha extracción también contiene material contaminante el cual influye en la variación de los resultados, por lo que se recomienda que esta arena sea tamizada en la malla número 16, las veces que se han necesarias para su estudio y real resultado.

REFERENCIAS

- Acuña, O. J., Rumaja, S., & Marc. (2019). *Evaluacion de los Residuos Reciclados de las Ladrilleras de San Jeronimo, para la Aplicacion en Sub Base de Pavimentos en la Ciudad del Cusco*. Cusco: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., & Williams, T. A. (2008). *Statistics for Business and Economics*, (10 Edicion ed.). (R. ., Hano, Trad.) USA: Mason : Thomson South-Western.
- Ccasani, B. M., & Ferro, M. Y. (2017). *Evaluación y Análisis de Pavimentos en la Ciudad de Abancay, para Proponer una Mejor Alternativa Estructural en el Diseño de Pavimentos*. Abancay: Universidad Tecnologica de los Andes.
- CONCYTEC. (2018). *Consejo Nacional de Ciencia Tecnologia e Innovacion Tecnologica* . Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNIS_5b55a9811d9ab27b8e45c193546b0187/Description#tabnav
- Das, H. B. (2015). *Fundamentos de Ingenieria Geotecnica* . Mexico: Cengage Learning Editores S.A. de CV.
- Devore, J. L. (2008). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias*. California: Cengage Learning Editores.
- Flores, C. J. (2014). *Validacion de la Determinacion de la Densidad In-situ, de un Tramo de Proyecto "Collas-Tababela", Utilizando un Densimetro Electrico y Comparando los Resultados con el Densimetro Nuclear el cono y arena*. Quito: Universidad Catolica del Ecuador.
- google maps*. (s.f.). Obtenido de [Google.com/map/place/Gordon Magen](https://www.google.com/maps/place/Gordon+Magen)
- Griem, K. S. (03 de 09 de 2016). *Apuntes Geologia*. Obtenido de Apuntes de Exploraciones Mineras Sismica: Geofonos :

<https://www.geovirtual2.cl/EXPLORAC/TEXT/04003geook.htm#:~:text=Se%20distinguen%20los%20siguientes%20tipos,piezoel%C3%A9ctrico%20o%20tipo%20de%20presi%C3%B3n.&text=El%20ge%C3%B3fono%20electromagn%C3%A9tico%20es%20el,los%20varios%20tipos%20de%20ge%C3%B3fon>

Guerron, A. S., & Vasquez, J. (2013). *Comparacion de Resultados de Densidad de Campo por los Metodos: Cono y Arena, Volumetrico y Densimetro Nuclear*. Quito: Universidad Central del Ecuador.

Guzman, A. A. (2013). *Manual operativo del aparato de globo de hule astm d 2167, análisis comparativo y descriptivo con el método del cono de arena astm d 1556 para la determinación de la densidad de campo. Para la Determinación de la Densidad de Campo*. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala.

Havbro, M. (2012). *Statistic and Probability Theory In Pursuit of Engineering Decision Support*. New York: Springer.

Hernández, S. R. (2008). *Metodología de la investigación*. México: McGraw- Hill Interamericana.

Ling, Y., Wei, L., Canción, A., & Hong, Z. (2014). "Medición de la densidad aparente del regolito in situ para un muestreador tipo espiral". *Revista de Ingeniería Aeroespacial* © ASCE, 359-367.

Manilla, A. A. (2003). *Imt mx*. Obtenido de INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE:

<https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt229.pdf>

Minitab18. (2019). *supportminitab*. Obtenido de figura:

<https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/data-concepts/what-is-the-standard-deviation/>

MTC. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima: Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

MTC. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima: Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

Natrella, M. (28 de Enero de 2018). *nist sematech*. Obtenido de <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/mpc/section1/mpc114.htm>

Question pro. (2021). Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/coeficiente-de-correlacion-de-pearson/#:~:text=El%20coeficiente%20de%20correlaci%C3%B3n%20de%20Pearson%20es%20una%20prueba%20que,de%20%2B1%20a%20%2D1>

Rodriguez, A. (19 de 12 de 2016). *Raspberry Shake Your Personal Seismograph*. Obtenido de <https://www.kickstarter.com/projects/angelrodriguez/raspberry-shake-your-personal-seismograph>

Vara, H. A. (2015). *7 pasos para elaborar un Tesis*. Lima: Editorial Macro.

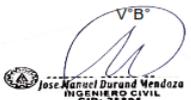
wikipedia.org. (s.f.). Obtenido de [wikipedia.org/wiki/Departamento_del_Cuzco](https://es.wikipedia.org/wiki/Departamento_del_Cuzco)

Zeta, E. D. (2019). *“Análisis Comparativo de la Utilización del Método de Cono de Arena y Densímetro Nuclear para Determinar Densidades de Campo en Suelos Cohesivos para Terraplenes Procedente de la Cantera Ramírez Ubicado en la Carretera Piura- Paita Peru*. Piura: Universidad Nacional de Piura.

ANEXOS

Ensayo de densidad (Cono de Arena)-Trabajo de laboratorio

Se usa el formato en Excel según norma ASTM D1556/D1556M – 15; para poder llevar un mejor control del trabajo de cono de arena de las 21 muestras tomadas en campo calle Gordon Magne-Cusco

Keremca S.A. <small>INGENIEROS & ARQUITECTOS</small>										
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO										
DENSIDAD IN SITU METODO DEL CONO DE ARENA										
<small>MTC E117 - AASHTO T 191-93 - ASTM D1556</small>										
PROYECTO :	"Comparación de la Densidad Entre Métodos Gravimétrico y Geofísico en Sub Base de Pavimento, Calle Gordon Magne, Cusco-2021"							FECHA :	18/06/2021	
ESTRUCTURA:	SUB BASE DE PAVIMENTO									
SOLICITA :	Yesid Flores Pinedo y Marco Antonio Villafuerte Espinoza									
DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR -										
					METODO :	AASHTO T-180 "D"				
					MAXIMA DENSIDAD SECA :	2.052				
					HUMEDAD OPTIMA :	12.76				
P.e de GRAVA					2.600					
ENSAYO N°	1	2	3							
Terreno Natural / Terreno afirmado	TA(LADO I)	TA(CENTRO)	TA(LADO D)							
Frasco N°	PROG. 00+010	PROG. 00+010	PROG. 00+010							
Peso Inicial de arena 1	5904	6862	4740							
Peso Residual arena 2	2612	3932	1384							
Peso arena + cono 3	1436	1254	1436							
Peso arena hueco 4	3292	2930	3356							
Densidad arena 5	1.336	1.336	1.336							
Volumen hueco 6 (4/5)	1389	1254	1437							
Peso Suelo Extraído 7	2404	2344	2652							
Peso de la grava 8	0	0	0							
Densidad de grava 9	2.600	2.600	2.600							
Volumen de grava 10 (8/9)	000	000	000							
Peso Suelo 11 (7-8)	2404	2344	2652							
Volumen del suelo 12 (6-10)	1389	1254	1437							
Densidad húmeda 13 (11/12)	1.73	1.87	1.85							
Densidad Seca 14 13/(wt+100)	1.60	1.75	1.74							
CONTENIDO DE HUMEDAD										
OBTENIDA EN LABORATORIO										
Recipiente N°	A	B	T							
Peso recip.mas suelo húmedo	98.5	79.7	108							
Peso recip.mas suelo seco	92.7	76.1	102.4							
Peso del recipiente	21.9	21.1	20.7							
Peso del agua	5.8	3.6	5.6							
Peso de la muestra seca	70.8	55	81.7							
% de humedad (AASHTO T-265)	8.17	6.93	6.19							
Observaciones :										
  										
	Laboratorista									

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

DENSIDAD IN SITU METODO DEL CONO DE ARENA

MTC E117 - AASHTO T 191-93 - ASTM D1556

PROYECTO : "Comparación de la Densidad Entre Métodos Gravimétrico y Geofísico en Sub Base de Pavimento, Calle Gordon Magne, Cusco-2021"

FECHA : 18/06/2021

ESTRUCTURA: SUB BASE DE PAVIMENTO

SOLICITA : Yesid Flores Pinedo y Marco Antonio Villafuerte Espinoza

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR -

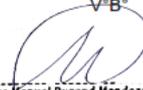
P.e de GRAVA	2.600	METODO :	AASHTO T-180 "D"
		MAXIMA DENSIDAD SECA :	2.052
		HUMEDAD OPTIMA :	12.76

ENSAYO N°	1	2	3						
Terreno Natural / Terreno afirmado	TA(LADO I)	TA(CENTRO)	TA(LADO D)						
Frasco N°	PROG. 00+020	PROG. 00+020	PROG. 00+020						
Peso Inicial de arena 1	6048	8250	7796						
Peso Residual arena 2	2710	5554	4374						
Peso arena + cono 3	1436	1254	1254						
Peso arena hueco 4	3338	2696	3422						
Densidad arena 5	1.336	1.336	1.336						
Volumen hueco 6 (4/5)	1424	1079	1623						
Peso Suelo Extraído 7	2602	2318	3128						
Peso de la grava 8	0	0	0						
Densidad de grava 9	2.600	2.600	2.600						
Volumen de grava 10 (8/9)	000	000	000						
Peso Suelo 11 (7-8)	2602	2318	3128						
Volumen del suelo 12 (6-10)	1424	1079	1623						
Densidad húmeda 13 (11/12)	1.83	2.15	1.93						
Densidad Seca 14 13/(wt+100)	1.70	1.99	1.78						

CONTENIDO DE HUMEDAD

OBTENIDA EN LABORATORIO	A	B	T						
Recipiente N°	A	B	T						
Peso recip.mas suelo húmedo	118.6	93.6	103.3						
Peso recip.mas suelo seco	21.1	88.5	96						
Peso del recipiente	112.7	21.3	21.3						
Peso del agua	5.9	5.1	7.3						
Peso de la muestra seca	91.6	67.2	74.7						
% de humedad (AASHTO T-265)	7.26	8.07	8.51						

Observaciones :

V°B°

 Jose Manuel Durand Mendoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 25895

Keremca S.A.
 INGENIEROS & ARQUITECTOS

 Ing. Alexis L. Alcasá García
 GERENTE GENERAL

Laboratorista


 Henry Figueras Hualpa
 Técnico de Laboratorio

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

DENSIDAD IN SITU METODO DEL CONO DE ARENA

MTC E117 - AASHTO T 191-93 - ASTM D1556

PROYECTO : "Comparación de la Densidad Entre Métodos Gravimétrico y Geofísico en Sub Base de Pavimento, Calle Gordon Magne, Cusco-2021"

FECHA : 18/06/2021

ESTRUCTURA: SUB BASE DE PAVIMENTO

SOLICITA : Yesid Flores Pinedo y Marco Antonio Villafuerte Espinoza

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR -

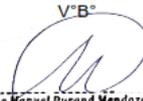
	METODO :	AASHTO T-180 "D"
	MAXIMA DENSIDAD SECA :	2.052
P.e de GRAVA	HUMEDAD OPTIMA :	12.76

ENSAYO N°	1	2	3						
Terreno Natural / Terreno afirmado	TA(LADO I)	TA(CENTRO)	TA(LADO D)						
Frasco N°	PROG. 00+030	PROG. 00+030	PROG. 00+030						
Peso Inicial de arena 1	6166	8312	6042						
Peso Residual arena 2	2800	5336	2848						
Peso arena + cono 3	1436	1254	1436						
Peso arena hueco 4	3366	2976	3194						
Densidad arena 5	1.336	1.336	1.336						
Volumen hueco 6 (4/5)	1445	1289	1316						
Peso Suelo Extraido 7	2778	2586	2546						
Peso de la grava 8	0	0	0						
Densidad de grava 9	2.600	2.600	2.600						
Volumen de grava 10 (8/9)	000	000	000						
Peso Suelo 11 (7-8)	2778	2586	2546						
Volumen del suelo 12 (6-10)	1445	1289	1623						
Densidad húmeda 13 (11/12)	1.92	2.01	1.93						
Densidad Seca 14 13/(wt+100)	1.82	1.86	1.78						

CONTENIDO DE HUMEDAD

OBTENIDA EN LABORATORIO	A	B	T						
Recipiente N°	A	B	T						
Peso recip.mas suelo húmedo	120.02	104.1	108.3						
Peso recip.mas suelo seco	115.6	98.7	102						
Peso del recipiente	22.7	21.3	22.2						
Peso del agua	4.42	5.4	6.3						
Peso de la muestra seca	92.9	77.4	79.8						
% de humedad (AASHTO T-265)	5.65	6.48	8.46						

Observaciones :

V°B°

 Jose Manuel Durand Mendoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 25895


 Keremca S.A.
 INGENIEROS & ARQUITECTOS
 Ing. Alexis L. Alcazar Garcia
 GERENTE GENERAL

Laboratorista


 Henry Figueroa Hualpa
 Técnico de Laboratorio

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

DENSIDAD IN SITU METODO DEL CONO DE ARENA

MTC E117 - AASHTO T 191-93 - ASTM D1556

PROYECTO : "Comparación de la Densidad Entre Métodos Gravimétrico y Geofísico en Sub Base de Pavimento, Calle Gordon Magne, Cusco-2021"

FECHA : 18/06/2021

ESTRUCTURA: SUB BASE DE PAVIMENTO

SOLICITA : Yesid Flores Pinedo y Marco Antonio Villafuerte Espinoza

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR -

	METODO :	AASHTO T-180 "D"
	MAXIMA DENSIDAD SECA :	2.052
P.e de GRAVA	HUMEDAD OPTIMA :	12.76
2.600		

ENSAYO N°	1	2	3					
Terreno Natural / Terreno afirmado	TA(LADO I)	TA(CENTRO)	TA(LADO D)					
Frasco N°	PROG. 00+040	PROG. 00+040	PROG. 00+040					
Peso Inicial de arena 1	8304	6296	7360					
Peso Residual arena 2	5294	3090	3372					
Peso arena + cono 3	1254	1436	1254					
Peso arena hueco 4	3010	3206	3988					
Densidad arena 5	1.336	1.336	1.336					
Volumen hueco 6 (4/5)	1314	1325	2046					
Peso Suelo Extraído 7	2660	2904	3816					
Peso de la grava 8	0	0	0					
Densidad de grava 9	2.600	2.600	2.600					
Volumen de grava 10 (8/9)	000	000	000					
Peso Suelo 11 (7-8)	2660	2904	3816					
Volumen del suelo 12 (6-10)	1314	1325	2046					
Densidad húmeda 13 (11/12)	2.02	2.19	1.86					
Densidad Seca 14 13/(wt+100)	1.87	2.04	1.72					
)								

CONTENIDO DE HUMEDAD

OBTENIDA EN LABORATORIO	A	B	T					
Recipiente N°	A	B	T					
Peso recip.mas suelo húmedo	127.2	69.2	96.4					
Peso recip.mas suelo seco	119.4	65.6	91.2					
Peso del recipiente	21.9	21.7	22.6					
Peso del agua	7.8	3.6	5.2					
Peso de la muestra seca	97.5	43.9	68.6					
% de humedad (AASHTO T-265)	8.09	7.46	8.41					

Observaciones :

V°B°

Jose Manuel Durand Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP: 25593


Ing. Alexis L. Ancochea García
GERENTE GENERAL

Laboratorista


Henry Figueras Hualpa
Técnico de Laboratorio

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

DENSIDAD IN SITU METODO DEL CONO DE ARENA

MTC E117 - AASHTO T 191-93 - ASTM D1556

PROYECTO : "Comparación de la Densidad Entre Métodos Gravimétrico y Geofísico en Sub Base de Pavimento, Calle Gordon Magne, Cusco-2021"

FECHA : 18/06/2021

ESTRUCTURA: SUB BASE DE PAVIMENTO

SOLICITA : Yesid Flores Pinedo y Marco Antonio Villafuerte Espinoza

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR -

	METODO :	AASHTO T-180 "D"
	MAXIMA DENSIDAD SECA :	2.052
P.e de GRAVA	HUMEDAD OPTIMA :	12.76

ENSAYO N°	1	2	3						
Terreno Natural / Terreno afirmado	TA(LADO I)	TA(CENTRO)	TA(LADO D)						
Frasco N°	PROG. 00+050	PROG. 00+050	PROG. 00+050						
Peso Inicial de arena	1	8294	5806	8392					
Peso Residual arena	2	4788	1892	5028					
Peso arena + cono	3	1254	1436	1254					
Peso arena hueco	4	3506	3914	3364					
Densidad arena	5	1.336	1.336	1.336					
Volumen hueco	6 (4/5)	1686	1855	1579					
Peso Suelo Extraído	7	3502	3618	3296					
Peso de la grava	8	0	0	0					
Densidad de grava	9	2.600	2.600	2.600					
Volumen de grava	10 (8/9)	000	000	000					
Peso Suelo	11 (7-8)	3502	3618	3296					
Volumen del suelo	12 (6-10)	1686	1855	1579					
Densidad húmeda	13 (11/12)	2.08	1.95	2.09					
Densidad Seca	14 13/(wt+100)	1.93	1.84	1.92					
100.0									

CONTENIDO DE HUMEDAD

OBTENIDA EN LABORATORIO	A	B	T						
Recipiente N°	A	B	T						
Peso recip.mas suelo húmedo	125.6	115	117.9						
Peso recip.mas suelo seco	120.5	111.7	110.8						
Peso del recipiente	47	46.9	47.7						
Peso del agua	5.1	3.3	7.1						
Peso de la muestra seca	73.5	64.8	63.1						
% de humedad (AASHTO T-265)	7.85	5.91	8.54						

Observaciones :

V°B°

 Jose Manuel Durand Mendoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 25696


 Ing. Alexia L. Alcazar Garreta
 GERENTE GENERAL

Laboratorista


 Higinio Guerrero Hualpa
 Técnico de Laboratorio

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

DENSIDAD IN SITU METODO DEL CONO DE ARENA

MTC E117 - AASHTO T 191-93 - ASTM D1556

PROYECTO : "Comparación de la Densidad Entre Métodos Gravimétrico y Geofísico en Sub Base de Pavimento, Calle Gordon Magne, Cusco-2021"

FECHA : 18/06/2021

ESTRUCTURA: SUB BASE DE PAVIMENTO

SOLICITA : Yesid Flores Pinedo y Marco Antonio Villafuerte Espinoza

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR -

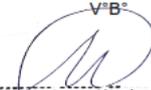
P.e de GRAVA	2.600	METODO	AASHTO T-180 "D"
		MAXIMA DENSIDAD SECA :	2.052
		HUMEDAD OPTIMA :	12.76

ENSAYO N°	1	2	3						
Terreno Natural / Terreno afirmado	TA(LADO I)	TA(CENTRO)	TA(LADO D)						
Frasco N°	PROG. 00+060	PROG. 00+060	PROG. 00+060						
Peso Inicial de arena 1	7456	6016	8352						
Peso Residual arena 2	3754	2820	5478						
Peso arena + cono 3	1254	1436	1254						
Peso arena hueco 4	3702	3196	2878						
Densidad arena 5	1.336	1.336	1.336						
Volumen hueco 6 (4/5)	1832	1317	1079						
Peso Suelo Extraído 7	4046	2404	2442						
Peso de la grava 8	0	0	0						
Densidad de grava 9	2.600	2.600	2.600						
Volumen de grava 10 (8/9)	000	000	000						
Peso Suelo 11 (7-8)	4046	2404	2442						
Volumen del suelo 12 (6-10)	1832	1317	1213						
Densidad húmeda 13 (11/12)	2.21	1.82	2.01						
Densidad Seca 14 13/(wt+100)	2.10	1.75	1.80						

CONTENIDO DE HUMEDAD

OBTENIDA EN LABORATORIO	A	B	T						
Recipiente N°	A	B	T						
Peso recip.mas suelo húmedo	151.9	112.5	69.4						
Peso recip.mas suelo seco	146.6	108.6	63.1						
Peso del recipiente	47.7	46.7	10.7						
Peso del agua	5.3	3.9	6.3						
Peso de la muestra seca	98.9	61.9	52.4						
% de humedad (AASHTO T-265)	4.96	4.11	12.02						

Observaciones :

V°B°

Jose Manuel Durand Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP: 25895


Keremca S.A.
INGENIEROS & ARQUITECTOS
Ing. Alexis L. Alcazar Garcia
GERENTE GENERAL

Laboratorista


Figuroa Huaypa
Técnico de Laboratorio

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

DENSIDAD IN SITU METODO DEL CONO DE ARENA

MTC E117 - AASHTO T 191-93 - ASTM D1556

PROYECTO : "Comparación de la Densidad Entre Métodos Gravimétrico y Geofísico en Sub Base de Pavimento, Calle Gordon Magne, Cusco-2021"

FECHA : 18/06/2021

ESTRUCTURA: SUB BASE DE PAVIMENTO

SOLICITA : Yesid Flores Pinedo y Marco Antonio Villafuerte Espinoza

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR -

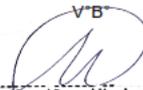
P.e de GRAVA	2.600	METODO	AASHTO T-180 "D"
		MAXIMA DENSIDAD SECA	2.052
		HUMEDAD OPTIMA	12.76

ENSAYO N°	1	2	3					
Terreno Natural / Terreno afirmado	TA(LADO I)	TA(CENTRO)	TA(LADO D)					
Frasco N°	PROG. 00+070	PROG. 00+070	PROG. 00+070					
Peso Inicial de arena 1	6176	6904	8234					
Peso Residual arena 2	3063	3880	5246					
Peso arena + cono 3	1436	1254	1254					
Peso arena hueco 4	3113	3024	2988					
Densidad arena 5	1.336	1.336	1.336					
Volumen hueco 6 (4/5)	1255	1325	1298					
Peso Suelo Extraído 7	2504	2662	2518					
Peso de la grava 8	0	0	0					
Densidad de grava 9	2.600	2.600	2.600					
Volumen de grava 10 (8/9)	000	000	000					
Peso Suelo 11 (7-8)	2504	2662	2518					
Volumen del suelo 12 (6-10)	1255	1189	1298					
Densidad húmeda 13 (11/12)	1.99	2.01	1.94					
Densidad Seca 14 13/(wt+100)	1.81	1.90	1.83					

CONTENIDO DE HUMEDAD

OBTENIDA EN LABORATORIO	A	B	T					
Recipiente N°	A	B	T					
Peso recip.mas suelo húmedo	74.4	68.4	152.8					
Peso recip.mas suelo seco	68.5	65.3	146.2					
Peso del recipiente	10.9	11	47.4					
Peso del agua	5.9	3.1	6.6					
Peso de la muestra seca	57.6	54.3	98.8					
% de humedad (AASHTO T-265)	10.24	5.71	6.00					

Observaciones :

V°B°

 Jose Manuel Durand Mendoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 25893

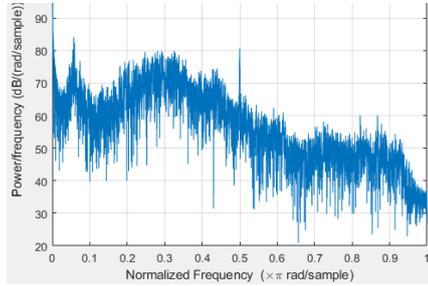
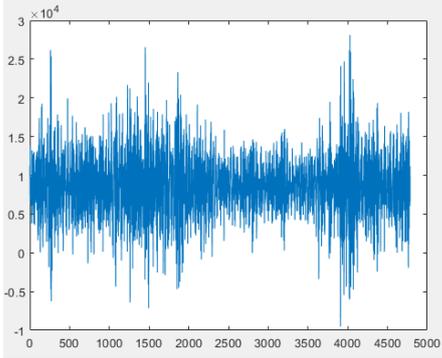
Keremca S.A.

 Ing. Alexis L. Alaraz Garbón
 GERENTE GENERAL

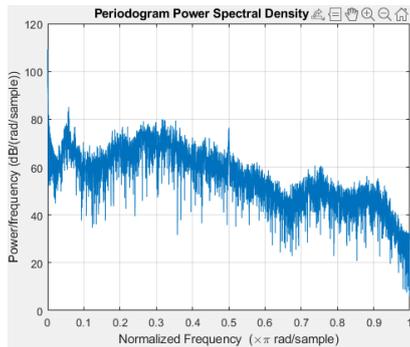
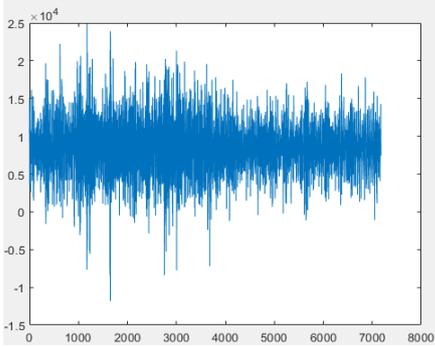
Laboratorista


 Higinio Figueroa Huallpa
 Técnico de Laboratorio

ONDAS PROCESADAS CON MATLAB 1 AL 4 MUESTRAS

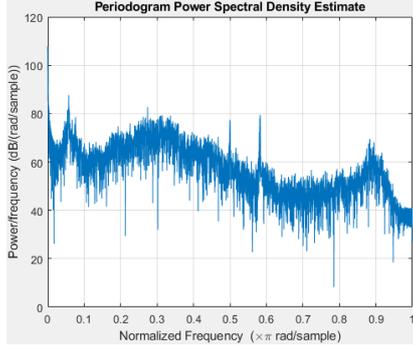
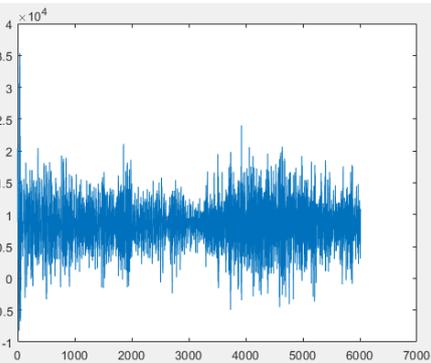


min	0	<input type="checkbox"/>	20.84	<input type="checkbox"/>
max	1	<input type="checkbox"/>	107.6	<input checked="" type="checkbox"/>
mean	0.5	<input type="checkbox"/>	56.29	<input type="checkbox"/>
median	0.5	<input type="checkbox"/>	56.02	<input type="checkbox"/>
mode	0	<input type="checkbox"/>	20.84	<input type="checkbox"/>
std	0.2888	<input type="checkbox"/>	11.94	<input type="checkbox"/>
range	1	<input type="checkbox"/>	86.76	<input type="checkbox"/>



Select statistics to display on the figure:

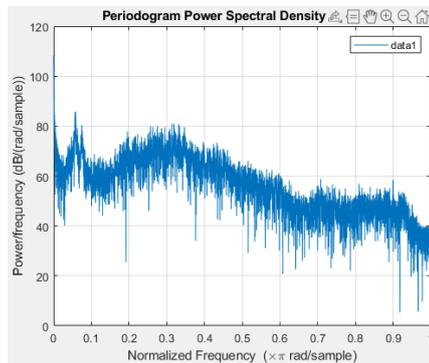
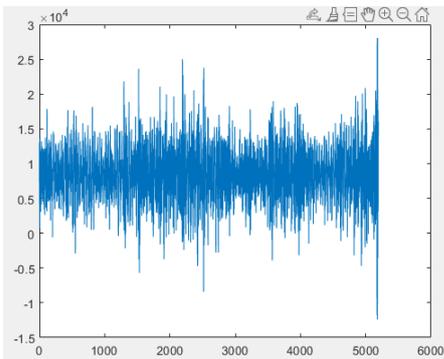
	X		Y	
min	0	<input type="checkbox"/>	5.995	<input type="checkbox"/>
max	1	<input type="checkbox"/>	109.2	<input checked="" type="checkbox"/>
mean	0.5	<input type="checkbox"/>	55.26	<input type="checkbox"/>
median	0.5	<input type="checkbox"/>	55.83	<input type="checkbox"/>
mode	0	<input type="checkbox"/>	5.995	<input type="checkbox"/>
std	0.2888	<input type="checkbox"/>	12.3	<input type="checkbox"/>
range	1	<input type="checkbox"/>	103.2	<input type="checkbox"/>



Data Statistics for: data1

Select statistics to display on the figure:

	X		Y	
min	0	<input type="checkbox"/>	8.284	<input type="checkbox"/>
max	1	<input type="checkbox"/>	107.7	<input checked="" type="checkbox"/>
mean	0.5	<input type="checkbox"/>	56.8	<input type="checkbox"/>
median	0.5	<input type="checkbox"/>	56.96	<input type="checkbox"/>
mode	0	<input type="checkbox"/>	8.284	<input type="checkbox"/>
std	0.2888	<input type="checkbox"/>	11.11	<input type="checkbox"/>
range	1	<input type="checkbox"/>	99.46	<input type="checkbox"/>



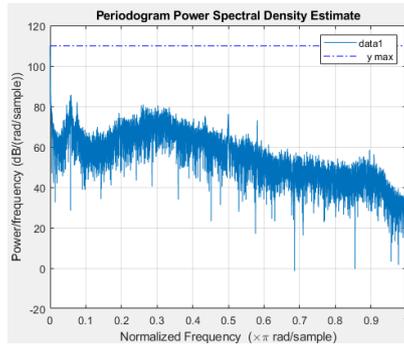
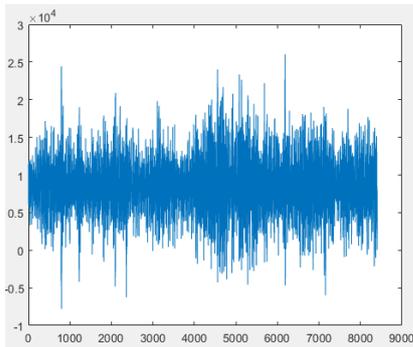
Data Statistics for: data1

Select statistics to display on the figure:

	X		Y	
min	0	<input type="checkbox"/>	5.474	<input type="checkbox"/>
max	1	<input type="checkbox"/>	108.4	<input checked="" type="checkbox"/>
mean	0.5	<input type="checkbox"/>	55.75	<input type="checkbox"/>
median	0.5	<input type="checkbox"/>	55.82	<input type="checkbox"/>
mode	0	<input type="checkbox"/>	5.474	<input type="checkbox"/>
std	0.2888	<input type="checkbox"/>	11.72	<input type="checkbox"/>
range	1	<input type="checkbox"/>	103	<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración Propia

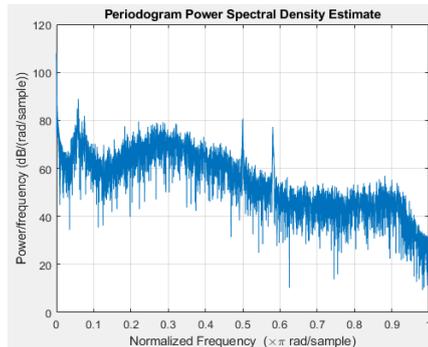
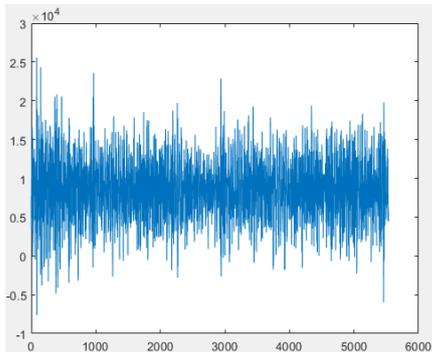
ONDAS PROCESADAS CON MATLAB 5 AL 8 MUESTRAS



Select statistics to display on the figure:

	X	Y	
min	0	-1.405	<input type="checkbox"/>
max	1	109.9	<input checked="" type="checkbox"/>
mean	0.5	55.35	<input type="checkbox"/>
median	0.5	56.04	<input type="checkbox"/>
mode	0	-1.405	<input type="checkbox"/>
std	0.2887	12.35	<input type="checkbox"/>
range	1	111.3	<input type="checkbox"/>

Buttons: Help, Save to Workspace...

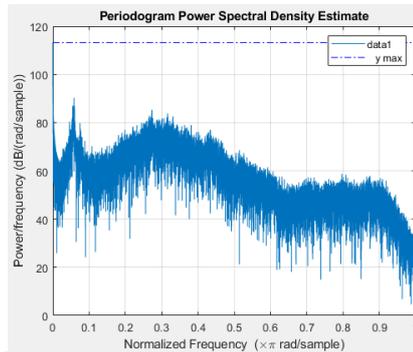
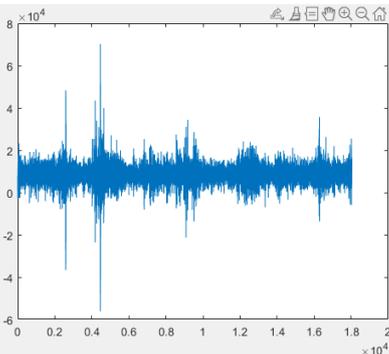


Data Statistics for: data1

Select statistics to display on the figure:

	X	Y	
min	0	9.354	<input type="checkbox"/>
max	1	108.1	<input checked="" type="checkbox"/>
mean	0.5	54.33	<input type="checkbox"/>
median	0.5	54.25	<input type="checkbox"/>
mode	0	9.354	<input type="checkbox"/>
std	0.2888	13	<input type="checkbox"/>
range	1	98.71	<input type="checkbox"/>

Buttons: Help, Save to Workspace...

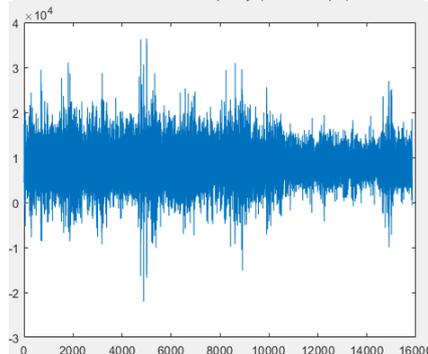
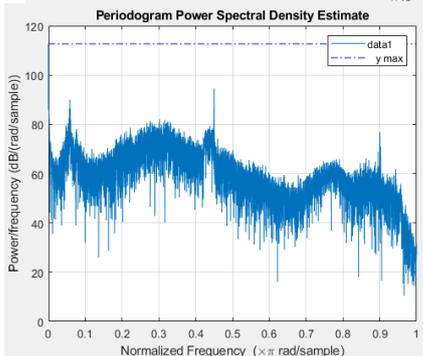


Data Statistics for: data1

Select statistics to display on the figure:

	X	Y	
min	0	4.648	<input type="checkbox"/>
max	1	113.2	<input checked="" type="checkbox"/>
mean	0.5	56.25	<input type="checkbox"/>
median	0.5	55.96	<input type="checkbox"/>
mode	0	4.648	<input type="checkbox"/>
std	0.2887	12.62	<input type="checkbox"/>
range	1	108.6	<input type="checkbox"/>

Buttons: Help, Save to Workspace...

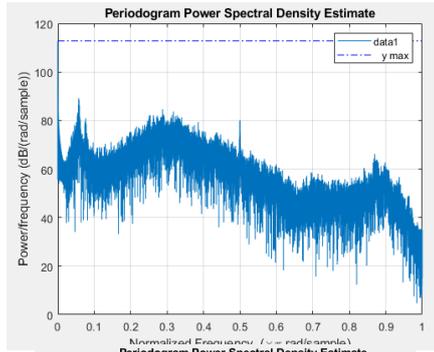
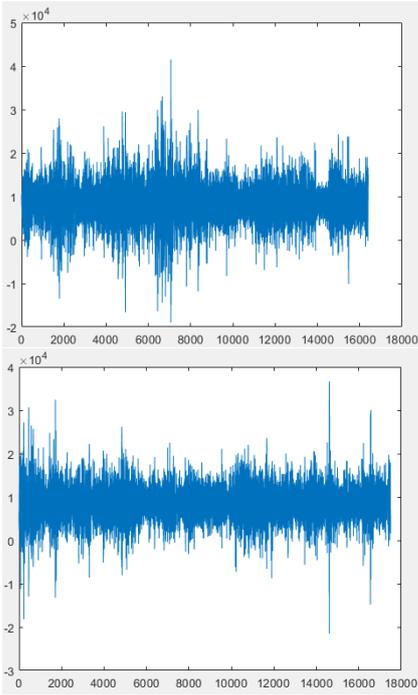


Select statistics to display on the figure:

	X	Y	
min	0	10.39	<input type="checkbox"/>
max	1	112.7	<input checked="" type="checkbox"/>
mean	0.5	58.75	<input type="checkbox"/>
median	0.5	59.02	<input type="checkbox"/>
mode	0	10.39	<input type="checkbox"/>
std	0.2887	10.89	<input type="checkbox"/>
range	1	102.3	<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración Propia

ONDAS PROCESADAS CON MATLAB 9 AL 12 MUESTRAS

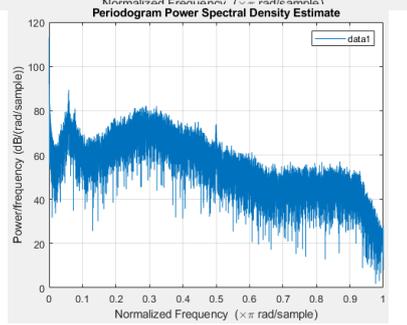


Data Statistics for: data1

Select statistics to display on the figure:

	X	Y	
min	0	4.685	<input type="checkbox"/>
max	1	112.8	<input checked="" type="checkbox"/>
mean	0.5	56.78	<input type="checkbox"/>
median	0.5	57.17	<input type="checkbox"/>
mode	0	4.685	<input type="checkbox"/>
std	0.2887	12.23	<input type="checkbox"/>
range	1	108.1	<input type="checkbox"/>

Help Save to Workspace...

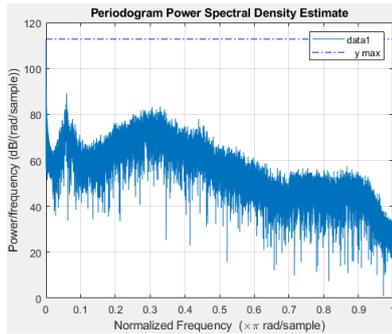
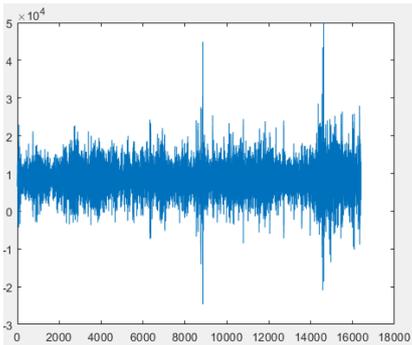


Data Statistics for: data1

Select statistics to display on the figure:

	X	Y	
min	0	1.78	<input type="checkbox"/>
max	1	113.1	<input checked="" type="checkbox"/>
mean	0.5	54.99	<input type="checkbox"/>
median	0.5	55.4	<input type="checkbox"/>
mode	0	1.78	<input type="checkbox"/>
std	0.2887	13.12	<input type="checkbox"/>
range	1	111.3	<input type="checkbox"/>

Help Save to Workspace...

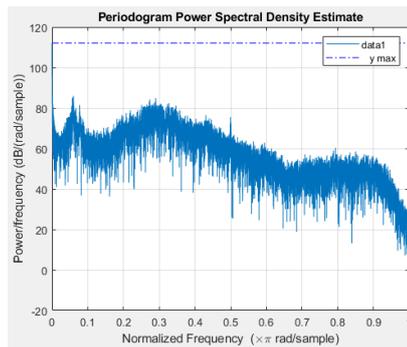
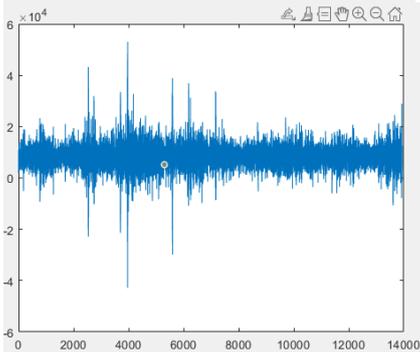


Data Statistics for: data1

Select statistics to display on the figure:

	X	Y	
min	0	0.9923	<input type="checkbox"/>
max	1	112.8	<input checked="" type="checkbox"/>
mean	0.5	55.44	<input type="checkbox"/>
median	0.5	55.78	<input type="checkbox"/>
mode	0	0.9923	<input type="checkbox"/>
std	0.2887	12.86	<input type="checkbox"/>
range	1	111.8	<input type="checkbox"/>

Help Save to Workspace...



Data Statistics for: data1

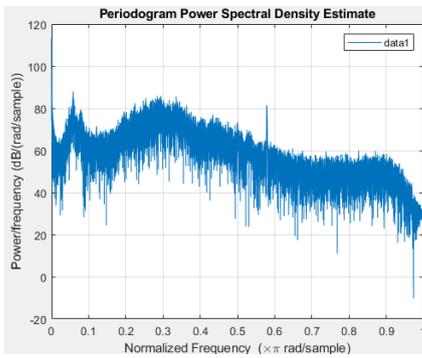
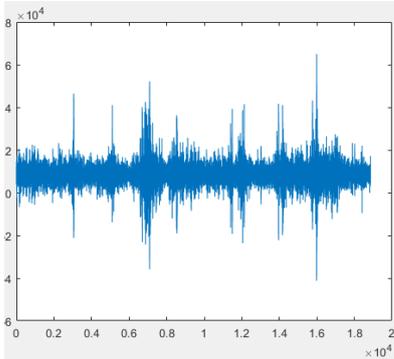
Select statistics to display on the figure:

	X	Y	
min	0	-0.5354	<input type="checkbox"/>
max	1	112.1	<input checked="" type="checkbox"/>
mean	0.5	56.42	<input type="checkbox"/>
median	0.5	56.55	<input type="checkbox"/>
mode	0	-0.5354	<input type="checkbox"/>
std	0.2887	13.06	<input type="checkbox"/>
range	1	112.6	<input type="checkbox"/>

Help Save to Workspace...

Fuente: Elaboración Propia

ONDAS PROCESADAS CON MATLAB 13 AL 15 MUESTRAS

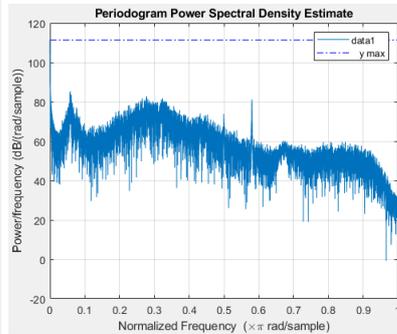
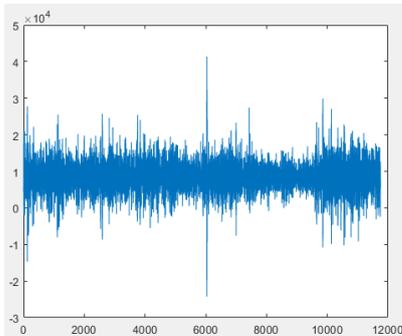


Data Statistics for: data1

Select statistics to display on the figure:

	X	Y	
min	0	-10.28	<input type="checkbox"/>
max	1	113.4	<input checked="" type="checkbox"/>
mean	0.5	57.98	<input type="checkbox"/>
median	0.5	57.96	<input type="checkbox"/>
mode	0	-10.28	<input type="checkbox"/>
std	0.2887	12.53	<input type="checkbox"/>
range	1	123.7	<input type="checkbox"/>

Help Save to Workspace...

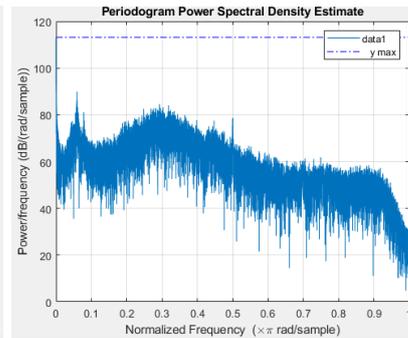
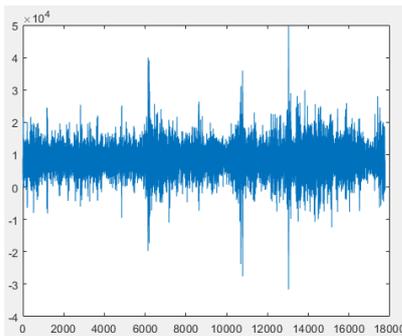


Data Statistics for: data1

Select statistics to display on the figure:

	X	Y	
min	0	-0.7144	<input type="checkbox"/>
max	1	111.3	<input checked="" type="checkbox"/>
mean	0.5	57.04	<input type="checkbox"/>
median	0.5	56.51	<input type="checkbox"/>
mode	0	-0.7144	<input type="checkbox"/>
std	0.2887	11.44	<input type="checkbox"/>
range	1	112	<input type="checkbox"/>

Help Save to Workspace...



Data Statistics for: data1

Select statistics to display on the figure:

	X	Y	
min	0	4.86	<input type="checkbox"/>
max	1	113.1	<input checked="" type="checkbox"/>
mean	0.5	57.46	<input type="checkbox"/>
median	0.5	57.45	<input type="checkbox"/>
mode	0	4.86	<input type="checkbox"/>
std	0.2887	12.04	<input type="checkbox"/>
range	1	108.3	<input type="checkbox"/>

Help Save to Workspace...

Fuente: Elaboración Propia

Prueba de ensayo del geófono aplicando vibraciones

Ensayo de Laboratorio



Fuente: Elaboración Propia

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTORES

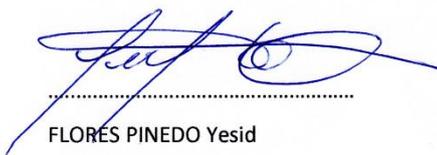
NOSOTROS, FLORES PINEDO, Yesid y VILLAFUERTE ESPINOZA Marco Antonio

Alumnos de la Facultad De Ingeniería Y Escuela Profesional de la Universidad Cesar Vallejo Sede Lima Norte, Declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al trabajo de Investigación titulado” Comparación De La Densidad Entre Métodos Gravimétrico Y Geofísico En Sub Base De Pavimento, En La Calle Gordon Magne, Cusco-2020” son:

- 1.- De nuestra autoría.
- 2.- El presente trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente
- 3.- El trabajo de investigación no ha sido duplicado ni presentado anterior mente
- 4.- Los resultados presentados en el presente trabajos de investigación son reales, no han sido falseados, ni duplicados ni copiados.

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

Lima, 01 de enero del 2021



.....
FLORES PINEDO Yesid

DNI: 43562564

ORCID: 0000-0002-2245-7357



.....
VILLAFUERTE ESPINOZA Marco Antonio

DNI: 44783972

ORCID: 0000-0003-1282-870

MATRIZ DE CONSISTENCIA “COMPARACION DE LA DENSIDAD DE CAMPO APLICANDO MÉTODOS GRAVIMÉTRICO Y

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA	TECNICAS	INSTRUMENTOS
¿Cuál es la comparación de la densidad entre el método gravimétrico y geofísico en la sub base de pavimento, en la calle Gordon Magne, Cusco-2020?	Comparar la densidad del método gravimétrico y geofísico en la sub base de pavimento, en la calle Gordon Magne, Cusco-2020	La comparación de la densidad, entre estos métodos, radica en que el método geofísico es confiable al igual que al método gravimétrico, sin embargo, el método geofísico genera ahorro de tiempo, costo y sería idóneo para obras públicas.	INDEPENDIENTE Método Gravimétrico y Método Geofísico	Cono de Arena -Densidad de campo (gr/cm ³) -Contenido de humedad (%) Geófono microtrepidador Medición del Tratamiento P_Yuliar (micras) P Music.	TIPO DE INVESTIGACION -Aplicada (Concytec 2018). DISEÑO DE INVESTIGACION -Experimental Tipo Experimental Puro ENFOQUE - Cuantitativo POBLACION La población de estudio son todas las bases de pavimento urbano que se construyen en la ciudad del Cusco. MUESTRA Sub Base de Pavimento, en la calle Gordon Magne, Cusco-2020. El material de sub base es de la cantera de Sencoca- Cusco. MUESTREO 21 ensayos de campo por el método gravimétrico y 21 ensayos de campo por el método geofísico, obteniendo un total 42 ensayos.	Análisis documental Instrumentos de recolección de datos de ensayos de campo	Instrumentos de recolección de datos Los instrumentos de recolección de datos para la investigación fueron: ✓ Geófono microtrepidador. ✓ Equipo portable ✓ Internet y AP ✓ Batería portable ✓ Cables de transmisión de datos ✓ Balanza de 30kg electrónica portable
PROBLEMAS ESPECIFICOS 1.- ¿Cuál es el resultado de la medición de la densidad de campo de una sub base, cuando se aplica el método gravimétrico del cono de arena, en la calle Gordon Magne, Cusco-2020? 2.- ¿Cuál es el resultado de la medición de la densidad de campo de una sub base, cuando se aplica el método geofísico con un geófono microtrepidador, en la calle Gordon Magne, Cusco-2020?	OBJETIVOS ESPECIFICOS 1. Medir la densidad de campo de una base de pavimento aplicando el método gravimétrico del cono de arena de la calle Gordon Magne cusco-2020 2.- Medir la densidad de campo de una sub base de pavimento aplicando el método geofísico con un geófono microtrepidador Gordon Magne cusco-2020.	HIPOTESIS ESPECIFICA 1.- La densidad de campo de una sub base, aplicada al método gravimétrico del cono de arena, en la calle Gordon Magne, Cusco-2020, tiene una precisión por debajo de +/- 2% de variabilidad. 2.- La densidad de campo de una sub base, aplicada al método geofísico con un geófono microtrepidador, en la calle Gordon Magne, Cusco-2020; tiene una precisión por debajo de +/- 17% de similitud, con una variable de 10%.	DEPENDIENTE Comparación de la densidad en la sub base de pavimento.	- La sub base de pavimento. - La densidad de campo gr/cm ³ - Coeficiente de correlación - Tiempo. - Costo de ejecución.			

GEOFÍSICO EN LA SUB BASE DE PAVIMENTO DE LA CALLE GORDON MAGNE DISTRITO WANCHAQ, CUSCO-2021”

MATRIZ OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

“COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD ENTRE MÉTODOS GRAVIMÉTRICO Y GEOFÍSICO EN SUB BASE DE PAVIMENTO, EN LA CALLE GORDON MAGNE, CUSCO-2021”

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
VARIABLE INDEPENDIENTE Método Gravimétrico y Método Geofísico	METODO GRAVIMETRICO Se halla la densidad por el método de cono de arena. METODO GEOFISICO Se halla la densidad por el método del geófono microtrepidador.	Nivel del porcentaje comparativo entre el método gravimétrico (cono de arena) y geofísico (geófono microtrepidador)	Sub base de Pavimento	- Cono de Arena -Densidad de campo (gr/cm3) - Contenido de humedad (%) Geófono microtrepidador (Raspberry shake) Medición del Tratamiento P_Yuliar (micras)	Ordinal

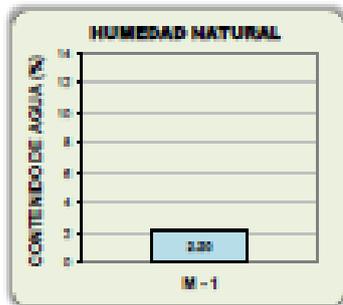
				P Music.	
VARIABLE DEPENDIENTE Comparación de la densidad en la sub base de pavimento.	Estos ensayos proporcionan un medio para comparar la densidad de la sub base de pavimento obtenidas en el laboratorio,	Correlación de resultados de ambos métodos gravimétrico y geofísico	Matiz de Correlación de Pearson	La sub base de pavimento. La densidad de campo gr/cm3 Coefficiente de correlación	Ordinal

CERTIFICADO DE LABORATORIO DE LA CANTERA DE SENCCA

	GEOMIN HIDRO AZ			
HUMEDAD NATURAL (NORMA: ASTM D 2216, MTD E: 100 - 2000)				
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y MATERIALES				
PROYECTO : COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD ENTRE MÉTODOS GRAVIMÉTRICO Y GEOMÉTRICO EN LA SUB BASE DE PAVIMENTO, CALLE GORDON MACNE, CUSCO 0000 PROGRAMA : 00-000 - 00-000 SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE WANCHAG MUESTRA : M - 1 CANTERA : SENCA UBICACIÓN : CALLE GORDON MACNE, DISTRITO DE WANCHAG, PROVINCIA DEL CUSCO	Informe N° : Fecha : 10 Junio del 2021 Realizado por : Revisado por : Certificado N° :			
DATOS DE LA MUESTRA				
UBICACIÓN : MUESTRA : M - 1 PROF. (cm) :	TAMAÑO MÁXIMO : CERTIFICADO :			
N° ENSAYOS	M - 1			
MT TARRIO	1			
PESO TARRIO + BUELO HUMEDO (g)	307.80			
PESO TARRIO + BUELO SECO (g)	305.30			
PESO DE AGUA (g)	2.50			
PESO DEL TARRIO (g)				
PESO DEL BUELO SECO (g)	302.80			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.30			

Observaciones:

Contenido de Humedad	2.30 %
----------------------	--------



GEOMIN HIDRO AZ

 Inga. Paola P. Vera Guerrero
 C.R. 53079



GEOMIN HIDRO AZ

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO AASHTO T-1, T-27 y T-88

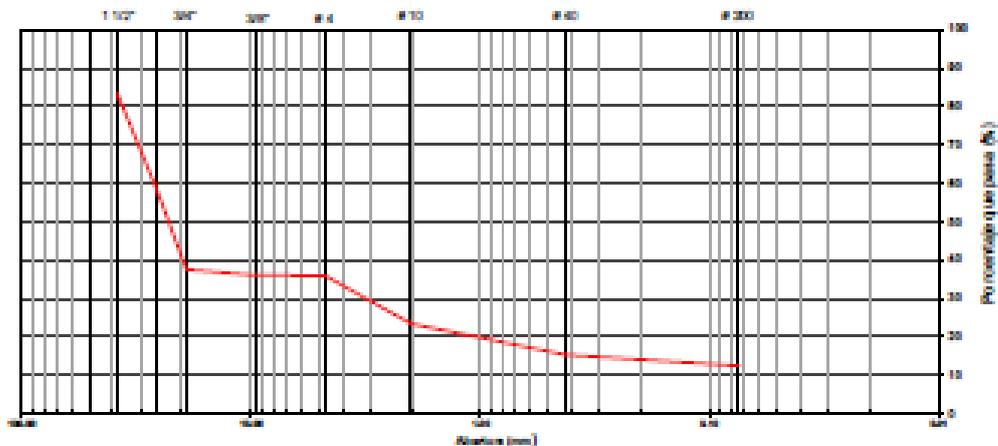
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y MATERIALES

PROYECTO	: COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD ENTRE MÉTODOS GRAVIMÉTRICO Y AEROMÉTRICO EN LA SUB BASE DE PAVIMENTO, CALLE GORDON MADRE, CUICO 202	Informe Nº:	:
PROGRAMA	: 00-000 - 00-000	Fecha:	: 10 Junio del 2021
SOLICITANTE	: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VASCO	Realizado por:	:
MUESTRA	: M-1	Revisado por:	:
CANTERA	: BRICA	Calificado por:	:
UBICACIÓN	: CALLE GORDON MADRE, DISTRITO DE VASCO, PROVINCIA DEL CUICO		

TAMIZ	Área (cm²)	Peso (g)	% Pasa	% Ret.	% Pasa	% Ret.	Retención	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
7"	78.200	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	A - 1	PESO TOTAL = 43.288.00						
1.10"	63.800	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	"A - 1"	PESO BRUTO LAVADO = 37018.00 (g)						
7"	60.800	2.700.0	6.2	93.8	93.8	6.2		PESO FRACCIÓN = 791.20 (g)						
1.10"	38.400	0.000.0	0.0	10.0	90.0	10.0	100	100	LÍMITE LÍQUIDO = 28			7%		
7"	28.400	11.000.0	25.7	74.3	87.3	12.7	80	100	LÍMITE PLÁSTICO = 17			7%		
30"	18.400	0.000.0	0.0	10.0	90.0	10.0	80	100	ÍNDICE PLÁSTICO = 0			7%		
30"	12.200	0.0	0.0	10.0	90.0	10.0	80	100	CLASIF. AASHTO = A-2-4			(2)		
30"	8.000	0.0	0.0	10.0	90.0	10.0	80	100	CLASIF. UCAS = UC					
30"	6.000	0.0	0.0	10.0	90.0	10.0	80	100	MVC DISEÑO BRCA = 2.000			(gramo)		
# 4	4.750	3.8	0.0	10.0	90.0	10.0	80	100	HUMEDAD OPT. = 12.8			7%		
# 4	2.000	308.7	0.0	76.8	23.2	23	80		CMB 100% 0.1" = 61.0			7%		
# 10	2.000	36.7	0.0	76.8	23.2	23	80		CMB 100% 0.1" = 38.0			7%		
# 20	1.100	0.0							Brazo Malla #200		P.Ú. Sec.	P.Ú. Lavado	N.200	
# 20	0.800	87.0									43.288.0	37.048.0	6.24	
# 40	0.420	20.8	1.1	98.7	1.3	18	38		IMPUREZAS ORGÁNICAS = 7%					
# 60	0.250	0.0							MATERIA ORGÁNICA = 7%					
# 100	0.150	23.7							COLUMENAS = 1					
# 200	0.075	18.0	0.0	87.8	12.2	8	20		N. HUNDIDO		P.Ú.4	P.Ú.8	N. HUND.	
# 200	0.050	10.000	23.3	76.7	23.3	1.4			TEXTURA					1.20
FRACCIÓN FINA		374.20							Coef. Uniformidad		40.10	1400.00		
TOTAL		43.288.00							Coef. Curvatura		0.00			

Descripción del suelo (SUCS) : Grava arcillosa con arena
 Descripción (AASHTO) : BUENO

CURVA GRANULOMÉTRICA



GEOMIN HIDRO AZ
 Inga. Polix P. Vera Ojeda
 C.R. 52919



GEOMIN HIDRO AZ

LIMITE DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA Nº 40

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y MATERIALES

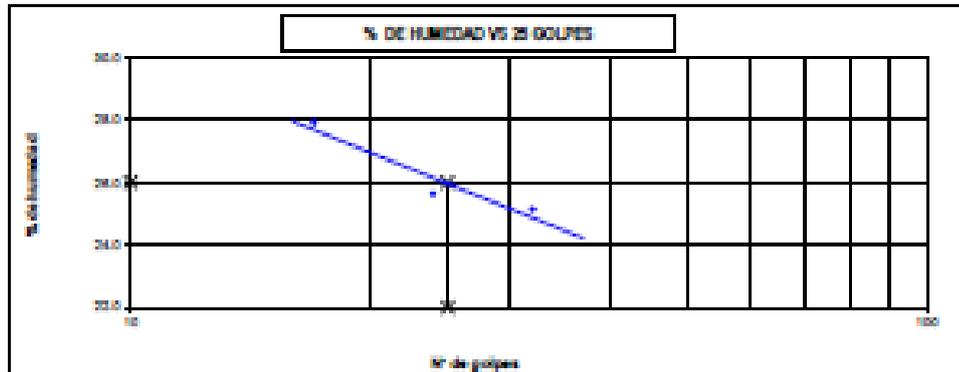
PROYECTO	: COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD ENTRE MÉTODO GRAVIMÉTRICO Y GRAFÍCO EN LA BUN BASE DE PAVIMENTO, CALLE GORDON MADRE, CUSCO 2020	Informe Nº : -
PROGRAMA	: 00-000 - 00-000	Fecha : 18 Julio del 2021
SOLICITANTE	: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE WANCAJO	
MUESTRA	: M - 1	Realizado por : -
CANTERA	: SERVICIA	Revisado por : -
UBICACIÓN	: CALLE GORDON MADRE, DISTRITO DE WANCAJO, PROVINCIA DEL CUSCO	Certificado Nº : -

LIMITE LIQUIDO

Nº TUBRO	T = 1	T = 25	T = 100
TUBRO + SUELO HUMEDO	41.80	40.90	40.60
TUBRO + SUELO SECO	28.80	27.80	26.60
AGUA	13.00	13.10	14.00
PRECIO DEL TUBRO	18.20	17.20	17.20
PRECIO DEL SUELO SECO	20.10	19.20	18.20
Nº DE HUMEDOS	28.14	28.60	27.60
Nº DE GOLPES	30	24	17

LIMITE PLASTICO

Nº TUBRO	H = 3	T = 4
TUBRO + SUELO HUMEDO	31.30	31.20
TUBRO + SUELO SECO	28.20	26.90
AGUA	3.10	4.30
PRECIO DEL TUBRO	13.80	13.80
PRECIO DEL SUELO SECO	18.47	17.40
Nº DE HUMEDOS	17.84	14.80



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	28
LIMITE PLASTICO	17
INDICE DE PLASTICIDAD	11

OBSERVACIONES

GEOMIN HIDRO AZ

 Ina Paola Rivera Guevara
 20110010



GEOMIN HIDRO AZ

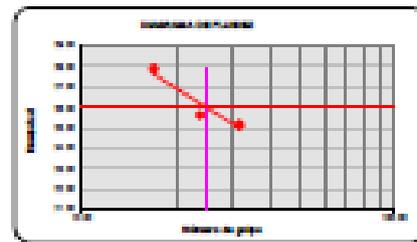
ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN
(ASTM D422 - D2008 - D2054 - D4318 - D407 - D3082 - D2487)

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y MATERIALES

PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD ENTRE MÉTODO GRAVIMÉTRICO Y CROMÁTICO EN LA SUB-
BASE DE PAVIMENTO, CALLE GORDON MADRE, CUSCO 2020 Muestra N°: -
PROGRESIVA: 00+000 - 00+300 Fecha: 10 Junio del 2021
SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE WANCAQO Realizado por: -
UBICACIÓN: M - 1 Revisado por: -
CANTERA: SERVICIO Certificado N°: -
DIRECCIÓN: CALLE GORDON MADRE, DISTRITO DE WANCAQO, PROVINCIA DEL CUSCO

Kilometraje		05 + 357	
Muestra		M - 10_123	
Profundidad (m)			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO 10 F. TAMBIÉN PORCENTUAL ACUMULADO CADA TAMA (%)	Malla		% que pasa
	N°	Abertura (mm)	
	0"	75.000	100.0
	2"	50.800	95.0
	4 1/2"	38.100	85.3
	7 1/2"	25.400	57.5
	10"	19.100	37.5
	15"	12.700	36.0
	20"	8.500	36.0
	30"	4.750	36.0
	N°10	2.000	25.4
N°40	0.425	15.3	
N°100	0.149	13.4	
N°200	0.075	12.4	
Contenido de Humedad		(%)	2.30
Límite Líquido (LL)		(%)	28
Límite Plástico (LP)		(%)	17
Índice Plástico (IP)		(%)	9
Clasificación (S.U.C.S.)			GC
Clasificación (AASHTO)			A-2-4
Índice de Grupo			0

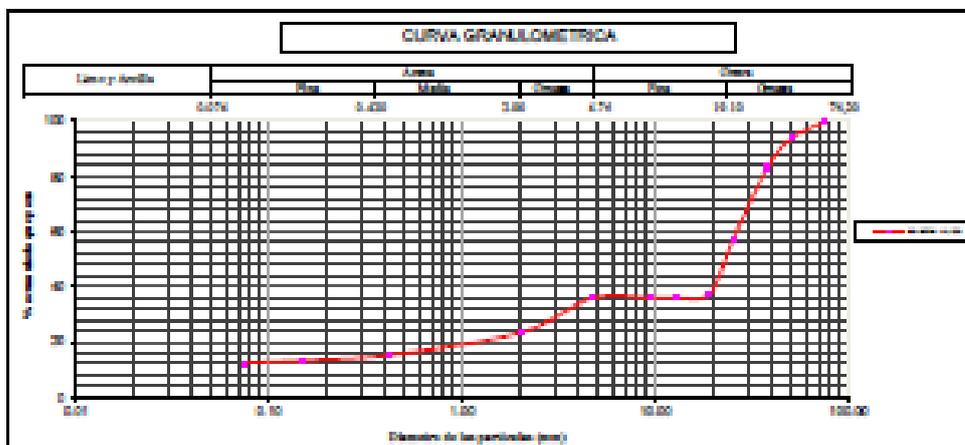
Nombre de grupo : Grava arcillosa con arena



Distribución Granulométrica

% Grava	GG%	60.51	GG%	1.48	62.99
% Arena	AG%	35.00	AG%	13.81	21.19
% Finos	AF%	10.82	AF%	10.82	23.50

Coefficiente de Uniformidad = 85151485.90
Coefficiente de Curvatura = 0.00



Archivo: Clasificación/Suelos

Descripción: (AASHTO) : **BUENO**

GEOMIN HIDRO AZ

Ing. Felix P. Vera Guevara
CIP 15678



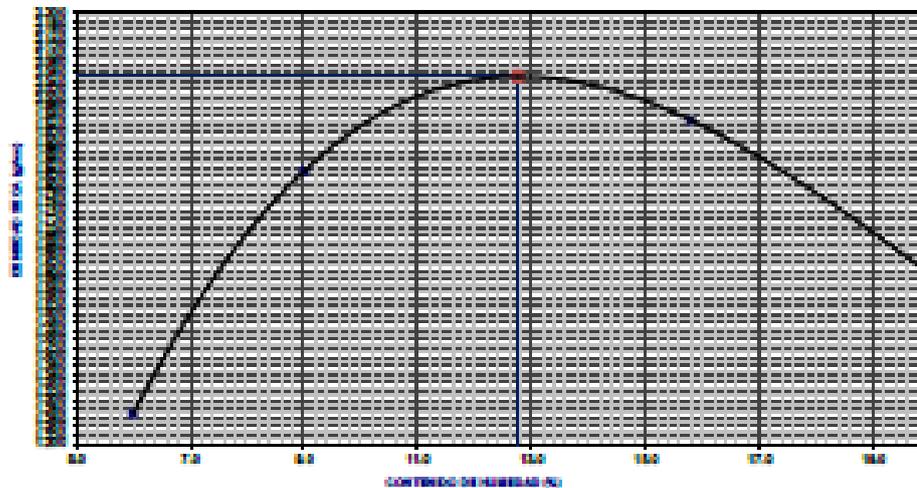
GEOMIN HIDRO AZ

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO AASHTO - T-193-D

PROYECTO	COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD ENTRE MÉTODOS GRAVIMÉTRICO Y GRAFICO EN LA SUB BASE DE PAVIMENTO, CALLE GORDON MAGRE, CUICO 200	Informe N° :
PROGRESIVA	00+000 - 00+300	
SOLICITANTE	MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE VAWACHA	
SUBESTRATA	B-1	Fecha : 10 Junio del 2021
CANTERA	BRICA	Realizado por :
UBICACIÓN	CALLE GORDON MAGRE, DISTRITO DE VAWACHA, PROVINCIA DEL CUICO	Revisado por :
		Certificado N° :

MÉTODO "C"					
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1018.1				8092
NÚMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	
PESO SECO + MOLDE	628	1292	1141	1188	
PESO SUELO HÚMEDO COMPACTADO	378	327	349	329	
PESO VOLUMÉTRICO HÚMEDO	1.348	1.887	2.274	2.288	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIBIENTE TARA	1	1	1	1	
PESO SUELO HÚMEDO + TARA	214.9	213.9	220.3	220.8	
PESO SUELO SECO + TARA	202.82	199.87	172.82	184.82	
PESO DE LA TARA	24.00	24.00	24.00	24.00	
PESO DE AGUA	12.08	14.03	47.48	35.98	
PESO DE SUELO SECO	187.82	185.87	128.82	158.82	
CONTENIDO DE AGUA	6.43	7.50	36.82	22.62	
PESO VOLUMÉTRICO SECO	1.288	1.823	1.780	1.880	
DENSIDAD MÁXIMA SECA:	2.082	g/cm ³		HUMEDAD ÓPTIMA:	12.76 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



GEOMIN HIDRO AZ

 Inga Joly P. Vera Guevara
 CIP 15744



GEOMIN HIDRO AZ

ENSAYO DE CBR ASHTO T-193

PROYECTO	- DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD ENTRE MÉTODO GRAVIMÉTRICO Y PROPIÉTICO EN LA SUBBASE DE PAVIMENTO, CALLE GORDÓN BAGRE, QUITO 2021	Informe N° : -
PROCESO	- 00-00 - 00-00	Fecha : 10 Junio del 2021
SOLICITANTE	- SUBDIRECCIÓN DISTRITAL DE MANABIO	
CANTERA	- SERCA	Realizado por : -
SUBESTRATA	- B - 1	Realizado por : -
UBICACIÓN	- CALLE GORDÓN BAGRE, DISTRITO DE MANABIO, PROVINCIA DEL QUITO	Certificado N° : -

CALA			
N° DE MOLDE	N° DE CAPAS : 3		
	01	02	03
N° DE MOLDES	01	02	03
VOLUMEN DE MOLDE (cm ³)	2128	2128	2128
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO (g)	8858	9403	9307
PESO MOLDE (g)	7638	7962	7638
PESO SUELO HÚMEDO (g)	1219	1441	1669
N° TERNO	-	-	-
PESO TERNO + SUELO HÚMEDO (g)	207.21	208.30	208.00
PESO TERNO + SUELO SECO (g)	181.7	200.1	187.8
PESO DE AGUA (g)	25.8	25.2	27.9
PESO DE TERNO (g)	60.81	61.28	61.28
PESO SUELO SECO (g)	181.0	188.8	189.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (g)	9.37	9.38	9.98
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)	0.827	0.748	0.892
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	0.897	0.860	0.892

PENETRACIÓN							
MOLDE	50 golpes		100 golpes		150 golpes		
	01	02	01	02	01	02	
PENETRA (mm)	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LECTURA DIAL	0.000	0.000	00.0	04.0	04.0	04.0	04.0
CARGA (kg)	0.000	0.000	80.0	84.0	84.0	84.0	84.0
LECTURA DIAL	0.000	0.000	00.0	04.0	04.0	04.0	04.0
CARGA (kg)	0.000	0.000	160.0	168.0	168.0	168.0	168.0
LECTURA DIAL	0.000	0.000	00.0	08.0	08.0	08.0	08.0
CARGA (kg)	0.000	0.000	240.0	252.0	252.0	252.0	252.0
LECTURA DIAL	0.000	0.000	00.0	12.0	12.0	12.0	12.0
CARGA (kg)	0.000	0.000	320.0	336.0	336.0	336.0	336.0
LECTURA DIAL	0.000	0.000	00.0	16.0	16.0	16.0	16.0
CARGA (kg)	0.000	0.000	400.0	420.0	420.0	420.0	420.0
LECTURA DIAL	0.000	0.000	00.0	20.0	20.0	20.0	20.0
CARGA (kg)	0.000	0.000	480.0	504.0	504.0	504.0	504.0
LECTURA DIAL	0.000	0.000	00.0	24.0	24.0	24.0	24.0
CARGA (kg)	0.000	0.000	560.0	588.0	588.0	588.0	588.0
LECTURA DIAL	0.000	0.000	00.0	28.0	28.0	28.0	28.0
CARGA (kg)	0.000	0.000	640.0	672.0	672.0	672.0	672.0
LECTURA DIAL	0.000	0.000	00.0	32.0	32.0	32.0	32.0
CARGA (kg)	0.000	0.000	720.0	756.0	756.0	756.0	756.0
LECTURA DIAL	0.000	0.000	00.0	36.0	36.0	36.0	36.0
CARGA (kg)	0.000	0.000	800.0	840.0	840.0	840.0	840.0
LECTURA DIAL	0.000	0.000	00.0	40.0	40.0	40.0	40.0
CARGA (kg)	0.000	0.000	880.0	924.0	924.0	924.0	924.0
LECTURA DIAL	0.000	0.000	00.0	44.0	44.0	44.0	44.0
CARGA (kg)	0.000	0.000	960.0	1008.0	1008.0	1008.0	1008.0
LECTURA DIAL	0.000	0.000	00.0	48.0	48.0	48.0	48.0

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	N° DE CAPAS : 3		
	01	02	03
PESO SUELO HÚMEDO + PLATO + MOLDE (g)	11368	12012	11864
PESO DEL PLATO + MOLDE (g)	7638	7962	7638
PESO SUELO HÚMEDO BARRIDO (g)	4208	4488	4288
PESO SUELO HÚMEDO SIN BARRIDO (g)	1668	1888	1688
PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	2760.00	2800.00	2780.00
PESO DEL SUELO SECO (g)	1778	1488	1340
ABSORCIÓN DE AGUA (%)	288.38	338.10	308.00

EXPANSIÓN (%)				
PROBA	HORA	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL
01	0:00PM	0.0000"	0.0000"	0.0000"
01	0:00PM	0.0000"	0.0048"	0.0040"
01	0:00PM	0.0000"	0.0190"	0.0180"
01	0:00PM	0.0000"	0.0270"	0.0260"
01	0:00PM	0.0000"	0.0390"	0.0380"
N. expansión		0.00	0.28	0.68

Observaciones:

GEOMIN HIDRO AZ

 José Félix Vera Ojeda
 C.I. 15478

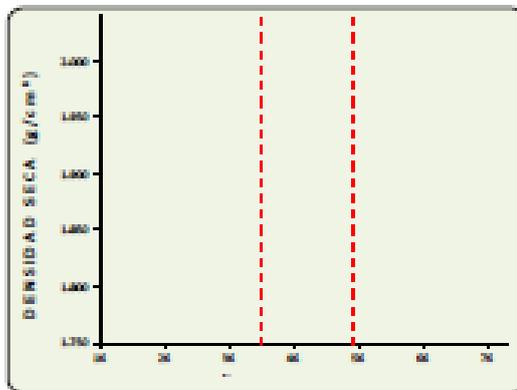


GEOMIN HIDRO AZ

ENSAYO DE CBR ASHTO T-193

PROYECTO	COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD ENTRE MÉTODO GRAVIMÉTRICO Y GEOMÍNICO EN LA SUB BASE DE PAVIMENTO, CALLE GORDÓN MAGRE, CUSCO 2020	Informe N°:
PROGRAMA	SI-200 - 09-200	Fecha:
SOLICITANTE	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE WANCHAC	Realizado por:
CANTERA	SENCA	Revisado por:
SUBESTA	M-1	Certificado N°:
UBICACIÓN	CALLE GORDÓN MAGRE, DISTRITO DE WANCHAC, PROVINCIA DEL CUSCO	

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 11.78 %
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.930 g/cm³

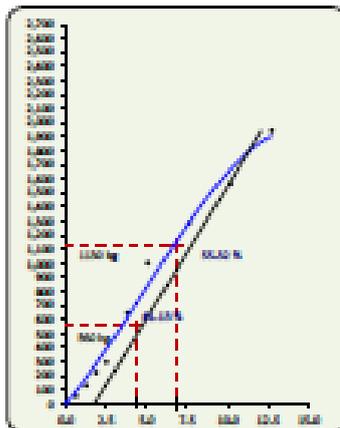
CBR A 2.54 mm (0.1") DE PENETRACIÓN

CBR AL 100% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA : 41.00 %
CBR AL 90% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA : 35.00 %

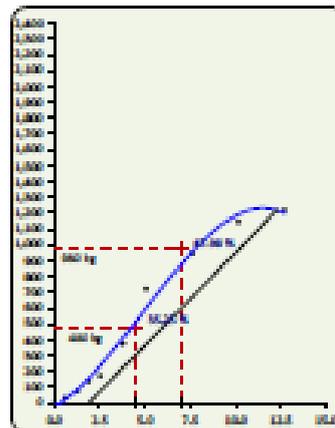
CBR A 5.08 mm (0.2") DE PENETRACIÓN

CBR AL 100% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA : 25.00 %
CBR AL 90% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA : 20.00 %

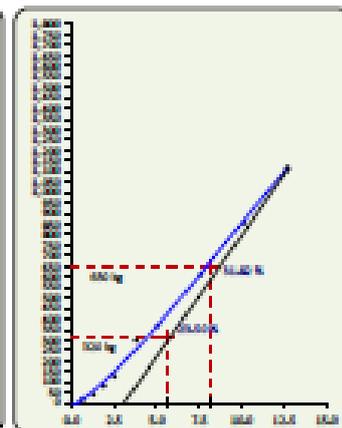
EC= 8 golpes (27.7 kg/cm²)



EC= 10 golpes (33.3 kg/cm²)



EC= 12 golpes (39.9 kg/cm²)



PENETRACIÓN (mm)

GEOMIN HIDRO AZ

 Inga Polly P. Vera Cueva
 CIP 53070



GEOMIN HIDRO AZ

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)
(NORMA AASHTO T-96)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y MATERIALES

PROYECTO	COMPARACION DE LA DENSIDAD ENTRE METODO GRAVIMETRICO Y GEOPRICO EN LA SUS BASES DE PAVIMENTO, CALLE GORDON MAGRE, CUSCO 2020	Informe N° : -
PROCESO	00-000 - 00-000	Fecha : 10 Junio del 2021
CANTERA	RENCA	Realizado por : -
SUBESTRA	M-1	Revisado por : -
UBICACION	CALLE GORDON MAGRE, DISTRITO DE VASICHAG, PROVINCIA DEL CUSCO	Calificado N° : -

TAMIZ	GRADUACIONES			
	A	B	C	D
1 10"				
7"	1250			
30"	1250			
10"	1250			
30"	1250			
10"				
N° 4				
PESO TOTAL	5000			
Retenido en la malla N° 10	3007			
Que pasa en la malla N° 10	1913			
N° de Enferas	12			
Peso de las Enferas	-			
% Desgaste	32.3%			

OBSERVACIONES :

GEOMIN HIDRO AZ

 Ing. Félix P. Vera Guevara
 DNI 53070

ADO DE HOMOLOGACION DEL GEOFONO



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

DIRECCIÓN DE FISCALIZACIONES DE CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA
EN COMUNICACIONES

CERTIFICADO DE HOMOLOGACION

Código: TRSS44208

Emisión: 04/07/2019

SE CERTIFICA QUE: Visto el INFORME N° 1168-2019-MTC/29.01.LIM.H del 04/07/2019, en el cual se indica que cumple con las disposiciones de la Ley y su Reglamento General, el Reglamento Específico de Homologación de Equipos y Aparatos de Telecomunicaciones (Decreto Supremo N° 001-2006-MTC publicado el 21/01/2006) y Normas Técnicas Vigentes, por lo que se permite su uso en el territorio nacional bajo las siguientes condiciones:

El presente certificado no constituye título habilitante para la prestación de servicios de telecomunicaciones, ni autoriza el uso de frecuencias del espectro radioeléctrico.

La expedición del presente certificado no exime a la Dirección de Fiscalizaciones de Cumplimiento de Normativa en Comunicaciones de realizar las mediciones y comprobaciones técnicas destinadas a verificar el cumplimiento de las condiciones en que se otorgó la homologación.

En caso de incumplirse las disposiciones establecidas en el Reglamento Específico de Homologación de Equipos y Aparatos de Telecomunicaciones o verificarse alguna modificación de las especificaciones técnicas consignadas en el certificado de homologación el órgano competente procederá a cancelar el certificado otorgado.

Las infracciones relativas a la homologación de equipos y aparatos de telecomunicaciones se encuentran tipificadas en la Ley y su Reglamento General y en el ámbito del servicio de radiodifusión por la ley de Radio y Televisión y su Reglamento.

FABRICANTE / CONSTRUCTOR / EMPRESA

Nombre	: RASPBERRY PI TRADING LTD	
Dirección	: 3 West Wing, The Maurice Wilkes Building, St John's Innovation Park, Cowley Road, Cambridge, CB4 0DS	País : REINO UNIDO DE GRAN BRETAÑA E IRLANDA DEL NORTE

DATOS TECNICOS DEL EQUIPO Y/O APARATO

Descripción	: ADAPTADOR INALAMBRICO	
Función	: Módulo inalámbrico para transmisión de datos (a título secundario)	
Marca	: RASPBERRY PI	Modelo : Raspberry Pi 4 Model B
Norma Técnica Aplicada	: PNAP-R.M. N° 187-2005-MTC/03, pub. el 03/04/2005. R.M. N° 777-2005-MTC/03, pub. el 05/11/05 - R.M. N° 199-2013-MTC/03, pub. el 18/04/13	

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE FUNCIONAMIENTO

Banda(s) de frecuencia	: 2400 - 2483,5 MHz; 5150-5350 MHz; 5470-5650 MHz
Potencia(s) de transmisión	: 21,9 mW máx.(2,4 GHz); 28,2 mW máx.(5 GHz)
Estándar	: IEEE 802.11 a/b/g/n/ac, Bluetooth
Tipo de modulación	: BPSK, QPSK, DBPSK, DQPSK, 16/64/256-QAM, GFSK, PSK - DQPSK 8DPSK
Característica	: FCC ID: 2ABCB-RPI4B
Nota	: El equipo tiene incorporado un módulo Bluetooth, que opera en la banda de 2,4 GHz, con potencia máxima de transmisión de 3,1 mW. El uso y operatividad del equipo están sujetos a las restricciones de las normas técnicas aplicadas.



[Signature]
PATRICIA VERÓNICA DÍAZ UBILLÚS
Directora de Fiscalizaciones de Cumplimiento
de Normativa en Comunicaciones

REGLAMENTO ESPECÍFICO DE HOMOLOGACIÓN DE EQUIPOS Y APARATOS DE TELECOMUNICACIONES
(Decreto Supremo N° 001-2008-MTC modificado por los Decretos Supremos N° 019-2018-MTC y N° 038-2018-MTC)

Artículo 3°.- Finalidad

La homologación de equipos y aparatos de telecomunicaciones tiene por finalidad:

- 3.1 Prevenir daños a las redes públicas a las que se conecten.
- 3.2 Garantizar la seguridad del usuario, operadores y terceros.
- 3.3 Garantizar el correcto uso del espectro radioeléctrico.
- 3.4 Evitar las interferencias electromagnéticas y asegurar la compatibilidad electromagnética con otros usos del espectro.
- 3.5 Garantizar la compatibilidad de funcionamiento y operación de un equipo y/o aparato de telecomunicaciones con una red o sistema de telecomunicaciones.

Artículo 4°.- Aplicación

El presente Reglamento es de obligatorio cumplimiento en el territorio nacional y se aplica a toda persona natural o jurídica que importe, fabrique, construya, comercialice u opere equipos y/o aparatos de telecomunicaciones, que se conecten a una red pública de telecomunicaciones para prestar cualquier tipo de servicio de telecomunicaciones y/o se utilice para realizar emisiones radioeléctricas.

Artículo 14°.- Del certificado

- 14.1 El certificado de homologación es el documento único, mediante el cual el Ministerio certifica, por cada marca y modelo, que los equipos y/o aparatos de telecomunicaciones examinados cumplen con las disposiciones de la Ley, su Reglamento General, el presente Reglamento y demás normas técnicas vigentes. Su plazo de vigencia es indefinido.
- 14.2 En el caso de equipos terminales móviles, corresponde la emisión de un certificado de homologación por marca, modelo y TAC del equipo.
- 14.3 El certificado de homologación no constituye título habilitante para la prestación de servicios de telecomunicaciones, ni autoriza el uso de frecuencias del espectro radioeléctrico.
- 14.4 Los equipos transmisores o transceptores de construcción nacional obtienen un certificado de homologación única, cuyos medidores son válidos solamente para el equipo homologado. Para un equipo o aparato similar debe realizarse un nuevo trámite de homologación.
- 14.5 El otorgamiento de un certificado de homologación de los equipos y/o aparatos de telecomunicaciones no implica responsabilidad del Ministerio referente a defectos técnicos, de fabricación, modificación o adulteración de los mismos.
- 14.6 Se solicita una nueva homologación:
 - a) Cuando existan cambios realizados en las características técnicas de un equipo y/o aparato previamente homologado, consignados en el Certificado de Homologación, o,
 - b) Cuando exista un TAC diferente para un equipo terminal móvil, cuya marca y modelo haya sido previamente homologado.

Artículo 18°.- Acciones de Supervisión y Control

La expedición del certificado de homologación no exime a la Dirección de realizar las mediciones y comprobaciones técnicas destinadas a verificar el cumplimiento de las condiciones en que se otorgó la homologación, debiéndose levantar en cada caso, el acta de verificación correspondiente.

En caso de incumplirse las disposiciones establecidas en este Reglamento o verificarse alguna modificación de las especificaciones técnicas consignadas en el certificado de homologación, sin haberse obtenido un nuevo certificado de homologación, el órgano competente puede cancelar el certificado otorgado.

TEXTO ÚNICO ORDENADO DE LA LEY DE TELECOMUNICACIONES
(Decreto Supremo N° 013-93-TOC)

Artículo 88.- Constituyen infracciones graves:

1. La instalación y/o operación de terminales o equipos que no cuenten con el correspondiente certificado de homologación.
2. La importación, fabricación, distribución y venta de equipos, terminales o aparatos que no disponen de certificados de homologación.
3. La importación, fabricación y venta de equipos de radiocomunicación para estaciones radioeléctricas sin autorización previa del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.
4. La alteración o manipulación de las características técnicas, marcas, etiquetas, signos de identificación de los equipos o aparatos.

Se deja a salvo las operaciones propias de los radioaficionados en cuanto a las características de los equipos destinados específicamente a este servicio.

SANCIÓNES APLICABLES

De conformidad con lo establecido en la Segunda Disposición Final de la Ley 27338, las infracciones leves, graves y muy graves son sancionadas con la escala de multas establecida en el artículo 25 de dicha Ley.

De acuerdo a dicha escala, las infracciones graves son sancionadas con multas desde cincuenta y uno (51) hasta ciento cincuenta (150) Unidades Impositivas Tributarias (UIT).

Finalmente, el artículo 91 del Decreto Supremo N° 013-93-TOC, establece que "En el caso de alteración de las características de los equipos, la sanción podrá extenderse al decimio de los mismos".

utilizando la versión de evaluación de XLSTAT. Número de días restantes hasta que expire la evaluación: 3

AT 2019 1.1.56421 - Pruebas de correlación - Comienzo: 20/02/2019 a las 13:48:10 / Final: 20/02/2019 a las 18:48:11

ervaciones / Variables cuantitativas: Libro = Análisis de Datos Yesid.xlsx / Hoja = RAW / Rango = RAW!\$E\$1:\$K\$22 / 21 filas y 85 columnas

de correlación: Pearson

iz de correlaciones (Pearson)

riz de correlaciones (Pearson):

Variables	Ds	Dh	Vol Haeco	Prom_Pburg	Mediana_Pburg	Prom_PYulear	Mediana_PYulear	Max_PMUSIC	Prom_PMUSIC	Std_PMUSIC	Rango_PMUSIC
	1	0.967	0.049	-0.347	-0.336	-0.352	-0.366	0.344	0.317	0.337	0.344
	0.967	1	-0.008	-0.350	-0.326	-0.351	-0.356	0.326	0.395	0.402	0.327
tueco	0.049	-0.008	1	0.028	-0.012	-0.016	-0.048	-0.113	-0.443	-0.391	-0.111
v_Pburg	-0.347	-0.350	0.028	1	0.951	0.990	0.952	-0.812	-0.456	-0.548	-0.813
ana_Pburg	-0.336	-0.326	-0.012	0.951	1	0.929	0.990	-0.831	-0.505	-0.616	-0.831
v_PYulear	-0.352	-0.351	-0.016	0.990	0.929	1	0.945	-0.778	-0.401	-0.488	-0.779
ana_PYulear	-0.366	-0.356	-0.048	0.952	0.990	0.945	1	-0.812	-0.486	-0.592	-0.812
_PMUSIC	0.344	0.326	-0.113	-0.456	-0.505	-0.401	-0.486	1	0.606	0.681	1.000
v_PMUSIC	0.317	0.395	-0.443	-0.456	-0.505	-0.401	-0.486	0.606	1	0.981	0.604
PMUSIC	0.337	0.402	-0.391	-0.548	-0.616	-0.488	-0.592	0.681	0.981	1	0.679
o_PMUSIC	0.344	0.327	-0.111	-0.616	-0.831	-0.779	-0.812	1.000	0.604	0.679	1

matriz de correlación muestra los valores de correlación de Pearson, que miden el grado de relación lineal entre cada par de elementos o variables. Los valores de correlación se pueden ubicar entre -1 y +1. ... Si los dos elementos tienden a aumentar o disminuir al mismo tiempo, el valor de correlación es positivo. quiere decir que los valores de correlación inversa de los datos es de -0.366 y el otro es positivo 0.402

Los autores han ofrecido pautas para la interpretación de un coeficiente de correlación. Sin embargo, todos estos criterios son en modo arbitrarios. [21] La interpretación de un coeficiente de correlación depende del contexto y los propósitos. Una correlación de 0,8 se puede considerar muy baja si se está verificando una ley física utilizando instrumentos de alta calidad, pero puede considerarse muy alta en las ciencias sociales, donde puede haber una mayor contribución de los factores de complicación.


DILMERO ATENCIO FLORES
ING. ESTADÍSTICO E INFORMÁTICO
N° CP: 216182