



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Adición de granallas de acero reciclado para mejorar la base del  
pavimento flexible, Av. 2 de octubre, Los Olivos, 2022.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
ingeniera civil

**AUTORA:**

Pisco Tulumba, Mayte Selene (orcid.org/0000-0002-4869-4203)

**ASESOR:**

Mg. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (orcid.org/0000-0002-9573-0182)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LINEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Económico, Empleo y Emprendimiento

**LIMA - PERÚ  
2023**

### **Dedicatoria**

Este trabajo está dedicado en primer lugar a dios, a mi familia que siempre me han estado dando su apoyo incondicional y también a mi asesor por compartir conmigo sus conocimientos y experiencias.

### **Agradecimiento**

En primer lugar, agradezco a dios por la salud y las fuerzas de cada día, a mi madre quien a lo largo de mi vida ha velado por mi bienestar y educación, siendo mi apoyo incondicional en todo momento.

## Índice de contenidos

CARÁTULA	
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xii
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA .....	20
3.1 .Tipo y diseño de investigación .....	20
3.2 Variables y operacionalización.....	21
3.3 Población, muestra y muestreo.....	22
3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos .....	24
3.5 Procedimientos .....	26
3.6 . Métodos de análisis de datos.....	39
3.7 . Aspectos éticos.....	40
IV. RESULTADOS.....	53
V. DISCUSIÓN .....	107
VI. CONCLUSIONES.....	114
VII. RECOMENDACIONES .....	115
REFERENCIAS.....	116

## Índice de tablas

Tabla 1: Análisis granulométrico de la granalla de acero NTP 339.128 .....	59
Tabla 2: contenido de humedad .....	60
Tabla 3: resultados obtenidos .....	60
Tabla 4: Análisis granulométrico .....	61
Tabla 5: datos de la muestra .....	61
Tabla 6: datos de la muestra .....	62
Tabla 7: Clasificación de suelo de la muestra patrón .....	62
Tabla 8: Abrasión de los ángeles .....	63
Tabla 9: Equivalente de arena.....	63
Tabla 10: contenido de humedad de la muestra con granalla de acero.....	64
Tabla 11: análisis granulométrico de la muestra con granalla de acero.....	65
Tabla 12: Clasificación de la muestra con granallas de acero.....	66
Tabla 13: descripción del molde, ensayo Proctor.....	67
Tabla 14: Ensayo de Proctor Modificado, Base Granular.....	67
Tabla 15: Resultados Obtenidos .....	67
Tabla 16: Ensayo de CBR (California Bearing Ratio).....	69
Tabla 17: ensayo de expansión, muestra patrón, base granular.....	69
Tabla 18: ensayo de carga de penetración, muestra patrón, ensayo CBR .....	69
Tabla 19: Proctor modificado de muestra con granallas de acero.....	71
Tabla 20: CBR con granallas de acero.....	72
Tabla 21: volumen de tráfico promedio diario.....	74
Tabla 22: Resumen del volumen de tráfico promedio de entrada y salida .....	75
Tabla 23: Tráfico vehicular IMD anual y clasificación vehicular (veh/día) .....	75
Tabla 24: calculo IMD.....	75

Tabla 25: Tráfico vehicular IMD anual y clasificación vehicular (veh/día).....	75
Tabla 26: distribución por porcentajes de la cantidad de vehículos .....	77
Tabla 27: periodo de diseño .....	78
Tabla 28: cálculo del índice medio anual IMDA 2023.....	79
Tabla 29: tasa de crecimiento .....	127
Tabla 30: IMDa del año 2025 .....	80
Tabla 31: tráfico en ejes equivalentes .....	81
Tabla 32: cálculo del ESAL .....	<b>82</b>
Tabla 33: cálculo de número estructural requerido .....	<b>85</b>
Tabla 34: modulo resiliente de la base.....	<b>86</b>
Tabla 35: Mr muestra patrón .....	<b>86</b>
Tabla 36: Mr con adición del 6% .....	<b>86</b>
Tabla 37: coeficientes estructurales de las cargas muestra convencional .....	<b>88</b>
Tabla 38: Espesor de recubrimientos flexibles a base de materiales granulares tradicionales .....	<b>88</b>
Tabla 39: coeficiente estructural de las cargas de material granular de la base con adición de 6% de granallas de acero. ....	<b>89</b>
Tabla 40: espesores de pavimento flexible con base de material granula con el 6% adición de granalla .....	<b>89</b>
Tabla 41: Prueba de normalidad para el contenido de humedad.....	<b>90</b>
Tabla 42: Prueba de homogeneidad de varianzas para el contenido de humedad al agregar granalla de acero al pavimento flexible .....	<b>90</b>
Tabla 43: ANOVA para el contenido de humedad.....	<b>91</b>
Tabla 44: comparaciones múltiples para el contenido de humedad.....	92
Tabla 45: Tukey para formar grupos .....	92
Tabla 46: Prueba de normalidad para la granulometría .....	93

Tabla 47: Prueba de homogeneidad de varianzas de la granulometría al agregar granalla de acero al pavimento flexible .....	<b>94</b>
Tabla 48: ANOVA para la granulometría .....	<b>94</b>
Tabla 49: comparaciones múltiples para la granulometría .....	<b>95</b>
Tabla 50: Tukey para formar grupos .....	<b>95</b>
Tabla 51: Prueba de normalidad del Proctor modificado.....	<b>96</b>
Tabla 52: Prueba de homogeneidad de varianzas de la granulometría al agregar granalla de acero al pavimento flexible .....	<b>97</b>
Tabla 53: ANOVA del Proctor modificado .....	<b>98</b>
Tabla 54: comparaciones múltiples para Proctor modificado .....	<b>99</b>
Tabla 55: Tukey para formar grupos .....	<b>100</b>
Tabla 56: Prueba de normalidad para el CBR.....	<b>100</b>
Tabla 57: Prueba de homogeneidad de varianzas del CBR granalla de acero al pavimento flexible.....	<b>101</b>
Tabla 58: ANOVA para el CBR .....	<b>101</b>
Tabla 59: comparaciones múltiples para CBR .....	<b>102</b>
Tabla 60: Tukey para formar grupos .....	<b>103</b>
Tabla 61: Prueba de normalidad para el cálculo de espesores del pavimento flexible .....	<b>103</b>
Tabla 62: Prueba de homogeneidad de varianzas del cálculo de espesores.....	<b>104</b>
Tabla 63: ANOVA cálculo de espesores .....	<b>105</b>
Tabla 64: comparaciones múltiples para el calcular de espesor del pavimento flexible .....	<b>105</b>
Tabla 65: Tukey para formar grupos .....	<b>106</b>
Tabla 66: Proctor modificado de la muestra estándar y su contenido de granalla de acero .....	<b>108</b>

Tabla 67: CBR de la muestra patrón y con sus dosificaciones con escoria de acero .....	<b>109</b>
Tabla 68: resultados del Proctor modificado de la muestra patrón + sus dosificaciones.....	110
Tabla 69: resultados del CBR de la muestra patrón + sus dosificaciones.....	111

## Índice de figuras

Figura 01: Estructura del pavimento rígido.....	13
Figura 02: Pavimento flexible .....	13
Figura 3: Hundimiento y abultamiento.....	15
Figura 4: Piel de cocodrilo.....	16
Figura 05: Concesiones CCFC S.A.S. ....	16
Figura 06: Esquemas de capas del pavimento flexible .....	17
Figura 07: Sistema vial metropolitano – vía arterial.....	17
Figura 08: Norma CE 010.....	18
Figura 09: Composición química – física de la granalla de acero .....	18
Figura 10: Ubicación de únicon cantera Jicamarca.....	23
Figura 11: Ubicación de la zona de estudio del proyecto de investigación .....	23
Figura 12: Mapa conceptual del procedimiento.....	26
Figura 13: Mapa del distrito de Los Olivos, departamento de Lima.....	27
Figura 14: Plano del distrito de Los Olivos .....	27
Figura 15: Determinación del lugar de trabajo en Google Earth.....	28
Figura 16: Pavimento de la Av. 2 de octubre con fallas .....	29
Figura 17: pavimento flexible - Av. 2 de octubre con hundimientos .....	29
Figura 18: Material a adicionar granallas de acero.....	30
Figura 19: Cuarteo de la muestra.....	31
Figura 20: Peso de la muestra .....	31
Figura 21: colocación de la muestra al horno.....	31
Figura 22: tamices para ensayos de granulometría .....	32
Figura 23: Ensayo equivalente de arena.....	33
Figura 24: Cuchara Casa Grande y el ensayo de limite liquido.....	34

Figura 25: Vidrio esmerilado y el ensayo de limite plástico .....	35
Figura 26: Abrasión de los ángeles .....	35
Figura 27: Proctor Modificado .....	36
Figura 28: Muestra Sumergida Por 4 Días .....	37
Figura 29: Peso de la Muestra .....	37
Figura 30: Prensa de CBR .....	37
Figura 31: calicatas de 1.50 m .....	38
Figura 32: Excel para conteo vehicular .....	39
Figura 33: Coeficiente estructural $a_2$ para base granular no tratada .....	39
Figura 34: Plano del distrito de los olivos .....	53
Figura 35: Mapa geográfico del Perú .....	54
Figura 36: Mapa de Lima Metropolitano.....	54
Figura 37: Mapa del distrito de los olivos .....	55
Figura 38: Zona de estudio.....	55
Figura 39: Croquis de la zona de estudio.....	56
Figura 40: ubicación del laboratorio LEM – ENGEL SRL .....	57
Figura 41: ubicación de MEIIGASA S.A.C .....	58
Figura 42: curva granulométrica de la granalla de acero .....	59
Figura 43: curva granulométrica muestra patrón.....	61
Figura 44: curva de relación humedad – densidad, Proctor Modificado.....	68
Figura 45: grafico de penetración de CBR .....	70
Figura 46: grafico de N° de golpes.....	71
Figura 47: Cálculo de CBR de la subrasante para el diseño.....	83
Figura 48: ecuación de AASTHO 93 para pavimento flexible.....	84
Figura 49: ecuación AASHTO 93 .....	85
Figura 50: grafico para determinar coeficiente estructural ( $a_2$ ) .....	87

Figura 51: cálculo de espesores.....	87
Figura 52: espesores según el tipo de vía.....	88

## Resumen

La presente investigación tiene como objetivo Evaluar cómo influye la adición de granallas de acero reciclado en la base del pavimento flexible, Av. 2 De octubre, Los Olivos, 2022. Se realizaron muestras de la capa base granular usando material proveniente de la cantera únicon Jicamarca. Para este proyecto de investigación se utilizó la metodología, de tipo aplicada con un diseño cuasiexperimental y un enfoque cuantitativo. Se realizo la muestra patrón y muestras modificadas con granalla de acero reciclado con dosificaciones del 2%, 4% y 6%. Según los resultados de las propiedades físicas obtenidas obtenidos del diseño patrón con la adición de 2%, 4% y 6% de granalla de acero se obtuvo que tiene un contenido de humedad de 1% para todas las dosificaciones cuya granulometría fue grava es de 46.1%, 46.9% y 47.2% de grava, 40.6%, 40.0% y 40.7% de arena y 13.4%, 13.1% y 12.1% de finos d las muestras con adición de granallas de acero en dosificaciones de 2%, 4% y 6% respectivamente. Según los indicadores de la norma técnica de pavimentos urbanos las tres muestras se ubican en la GRADACION “B”, así mismos para sus propiedades mecánicas donde con el 6% de granallas de acero adicionados a la base granular aumente su máxima densidad seca es de 2.373 g/cm<sup>3</sup> disminuyendo así el óptimo contenido de humedad a 5.1% de acuerdo a estos resultados obtenemos un CBR óptimo de al 100% un 98.1% para la capa base cumpliendo así con la normativa de pavimentos urbanos, por lo cual en nuestro diseño estructural recomendamos el uso de granallas debido que el cálculo de espesores es de : carpeta asfáltica 5 cm, base granular 25 cm y subbase 15 cm.

Se concluye en la investigación que en cuanto las dosificaciones de granallas de acero aumentan en la composición de las bases granulares contribuyen de manera óptima a sus propiedades de acuerdo a las especificaciones de la normativa MTC E 504.

**Palabras clave:** Base granular, granallas de acero, pavimentos

## Abstract

The objective of this research is to evaluate how the addition of recycled steel shot influences the base of the flexible pavement, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022. Samples of the granular base layer were made using material from the único Jicamarca quarry. For this research project, the methodology was used, of an applied type with a quasi-experimental design and a quantitative approach. The standard sample and samples modified with recycled steel shot with dosages of 2%, 4% and 6% were made. According to the results of the physical properties obtained from the standard design with the addition of 2%, 4% and 6% of steel shot, it was obtained that it has a moisture content of 1% for all dosages whose granulometry was gravel is 46.1 %, 46.9% and 47.2% of gravel, 40.6%, 40.0% and 40.7% of sand and 13.4%, 13.1% and 12.1% of fines from the samples with addition of steel shot in dosages of 2%, 4% and 6 % respectively. According to the indicators of the technical standard for urban pavements, the three samples are located in GRADE "B", likewise for their mechanical properties where with 6% of steel shot added to the granular base, their maximum dry density increases to 2,373. g/cm<sup>3</sup> thus reducing the optimal moisture content to 5.1% according to these results we obtain an optimal CBR of 100% 98.1% for the base layer thus complying with the urban pavement regulations, for which in our structural design we recommend the use of shot because the thickness calculation is: 5 cm asphalt layer, 25 cm granular base and 15 cm subbase.

It is concluded in the investigation that as soon as the dosages of steel shot increase in the composition of the granular bases, they contribute optimally to their properties according to the specifications of the MTC E 504 standard.

**Keywords:** Granular base, steel shot, pavements

## I. INTRODUCCION

Base granular es la capa fundamental del pavimento flexible, cuya capa está conformada por materiales no tratadas, la función que tiene en un pavimento flexible es de transmitir las cargas generadas por el tráfico con las intensidades adecuadas. Sin embargo, dado que estos áridos naturales eran los más utilizados y empleados en la base, la modernización ha supuesto cambios muy notorios, entre ellos la construcción de carreteras. Se han realizado propuestas de mejora de la base granular para dar paso a nuevos materiales reciclados que puedan ser utilizados en su composición, mejorando no solo en su comportamiento mecánico sino también contribuyendo al medio ambiente: RCD (residuos de construcción y demolición), vidrio, acero, etc. Según Pacheco y Varela nos dice que:

Aumento de la producción de residuos sólidos reto medioambiental mundial. Uso de materiales reciclados en la construcción de carreteras reduce el impacto medioambiental de las obras de ingeniería civil y ayudar a alcanzar tus metas con el reciclaje. El vidrio de desecho es 100% reciclable, no biodegradable y tiene el potencial de ser utilizado como material de construcción. El objetivo que tiene este trabajo es evaluar el uso potencial del vidrio reciclado (RG) como sustituto de los áridos en aplicaciones viales. Se estudia el efecto de la inclusión del RG en la resistencia del suelo. Para esto, se ha programado los ensayos de laboratorio que incluye la compactación Proctor modificada, el ensayo de compresión y el CBR. Se ensayan diferentes proporciones de RG y de cemento estabilizador. Los resultados indicaron una mejora en la resistencia al cizallamiento de las mezclas ensayadas, y también cumplieron los requisitos de las normas para el diseño de las capas bases granulares de las carreteras. (2020, p. 20)

En el Perú, los pavimentos es de suma importancia ya que son vías de comunicación para los pobladores, pero al ir pasado los años estos mismos pavimentos presentan fallas, desgastes, falta de mantenimiento tanto que necesitan una reconstrucción. Por lo tanto, al agregar granallas de acero en diferentes proporciones en los agregados de la base se obtendrá buena resistencia en el pavimento. Las estructuras pueden verse afectadas por el tiempo, el clima entre otros factores. Actualmente, se están realizando mejoras en la base granular del pavimento utilizando materiales reciclados para así contribuir a sus propiedades. Según Mendoza y Villegas, Nos dice que:

El objetivo fue evaluar las propiedades físico-mecánicas de bases granulares de pavimentos flexibles que contienen residuos de construcción y demolición. con la adición de 5%, 10% y 15% de hormigón reciclado. Se realizaron pruebas mecánicas de suelo estándar, límite de Atterberg, arena equivalente, Tamaño de tamiz, Proctor modificado, partículas planas y rectangulares, CBR, desgaste de Los Ángeles y sales solubles. Un análisis de los resultados arroja resultados que forman parte de los requisitos y requisitos del manual vial, indicando que el uso de RCD como materiales granulares en cimientos viales flexibles es factible. (CE-2013) y regulación de aceras urbanas porz RNE CE.010. (2021, p. 14)

Este estudio examina el impacto de las granallas de acero recicladas para brindar soluciones que promuevan el reciclaje del acero que no son usados ya en construcción y mejoren las propiedades de la base granular. El uso del acero para la base impone un gran soporte y resistencia en la estructura y comportamiento mecánico, ofrece muchas ventajas y mejora a la función que cumple esta capa.

Formulación del problema, el uso de granallas en la composición de la base granular es una importante innovación. Las granallas pueden cambiar sus propiedades, por ejemplo, no solo pueden reducir significativamente la aparición de fallas en el pavimento, sino que también pueden mejorar su resistencia, durabilidad, dureza. Este proyecto tiene como objetivo estudiar las mejoras de la base granular al agregar las granallas de acero reciclado al 2%, 4% y 6%. Se realizan ensayo de las calicatas para determinar el reconocimiento sobre el estado del suelo. las propiedades mecánicas se realizan ensayos del CBR (determina su resistencia), Proctor modificado (determina relación densidad)

Por ello, el actual proyecto de investigación se ha planteado el siguiente problema general: ¿Cómo influye la adición de granallas de acero reciclado en la base del pavimento flexible, Av. 2 De octubre, Los Olivos, 2022? Similarmente se plantearon los Problemas Específicos: ¿Como influye la adición de granallas de acero reciclado en las propiedades físicas de la base del pavimento flexible, Av. 2 De octubre, Los Olivos, 2022? ¿Como influye la adición de granallas de acero reciclado en las propiedades mecánicas de la base del pavimento flexible, Av. 2 De octubre, Los Olivos, 2022? ¿Como influye la adición de granallas de acero reciclado en el diseño estructural del pavimento flexible, Av. 2 De octubre, Los Olivos, 2022?

La justificación teórica de este estudio es descubrir la dosificación impecable para hacer mejor Propiedades físicas y mecánicas de los materiales. de los pavimentos flexibles, adicionando granallas de acero reciclado, con la intención de tener un aporte importante para futuras indagaciones. Como justificación metodológica, es alcanzar los metas planteados que requiere utilizar el desarrollo metodológico ordenados según los lineamientos del estudio, se usaron pruebas de laboratorio para la toma de resultados, donde los resultados ayudaran a corroborar o contradecir la conjetura. Justificación social, gracias a que favorece directamente al área de la creación de los pavimentos, al tener otra opción de diseño de una de las construcciones que es la base. De esta forma, como justificación ambiental, debido a que el acero al no ser un material reutilizado en otros ambientes, genera contaminación ambiental, cuya exclusiva finalidad es hallarle otra opción dentro del rubro de la creación de rutas.

la actual investigación, propone como Objetivo General, evaluar cómo influye la adición de granallas de acero reciclado en la base del pavimento flexible, Av. 2 De octubre, Los Olivos, 2022. De forma similar se propusieron los Objetivos Específicos: Determinar las propiedades físicas de la base del pavimento flexible con y sin adición de granallas de acero reciclado en distintas dosificaciones, Av. 2 De octubre, Los Olivos, 2022; Determinar las propiedades mecánicas de la base del pavimento flexible con y sin adición de granallas de acero reciclado en distintas dosificaciones, Av. 2 De octubre, Los Olivos, 2022; Determinar Como influye la adición de granallas de acero reciclado en el diseño estructural del pavimento flexible, Av. 2 De octubre, Los Olivos, 2022.

Teniendo como hipótesis general, La incorporación de las granallas de acero reciclado influye de manera positiva en la mejora de la capa base del pavimento flexible, Av. 2 De octubre, Los Olivos, 2022. Similarmente se propusieron las hipótesis específicas: La adición de granallas de acero reciclado influye significativamente en las propiedades físicas de la base del pavimento flexible, Av. 2 De octubre, Los Olivos, 2022; La adición de granallas de acero reciclado influye significativamente en las propiedades mecánicas de la base del pavimento flexible, Av. 2 De octubre, Los Olivos, 2022; La adición de granallas de acero reciclado

influye significativamente en el diseño estructural del pavimento flexible, Av. 2 De octubre, Los Olivos, 2022

## II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional tenemos: Kadeem, Hasan y Mohammed (2022) esta autopista presenta una baja capacidad de servicio debido al mal estado de sus pavimentos. Por lo tanto, es necesario evaluar la estructura de los pavimentos para especificar las causas que conducen a la disminución de su desempeño y proponer los métodos de rehabilitación adecuados. Este estudio tiene como objetivo adoptar un estudio de campo para extraer un número de muestras de la sección seleccionada en esta carretera para evaluar las propiedades estructurales de los pavimentos sobre Resultados básicos de las pruebas de laboratorio. Los resultados de las pruebas se adoptaron para evaluar la capacidad del pavimento basándose en el método AASHTO 1993. Los resultados mostraron que la carga de tráfico aplicada estimada superaba la carga de tráfico permitida calculada en más de 12 veces, lo que refleja la situación desastrosa. Por lo tanto, el estudio propuso rehabilitar los pavimentos mediante su reconstrucción. El estudio propuso construir tres capas: capa asfáltica con un 240 mm de espesor, la base granular con un espesor de 250 mm y la subbase con un espesor de 250 mm. El estudio afirmaba que todas las capas deben tener una calidad superior con un alto módulo elástico para resistir la carga de tráfico prevista.

Wiranata, Yang, Akgul, Hsien y Nugraha (2022). Las cenizas volantes de carbón (CFA) y las cenizas de fondo de carbón (CBA) es la principal utilidad de desecho sólido de la combustión del carbón. Para aplicar la ceniza de carbón como material base del pavimento, se debe explorar la conexión de propiedades mecánicas de la mezcla con los parámetros de diseño estructural para el diseño y análisis del pavimento. Así mismo, el objetivo es investigar el coeficiente de capa estructural de CACSM utilizado en la guía de diseño de pavimento de 1993 de la Asociación Estadounidense de Oficiales de Autopistas y Transporte Estatales (AASHTO). El estudio consistió en la caracterización del material en laboratorio y la evaluación en campo. La prueba de propiedades mecánicas reveló que CACSM tiene una capacidad de autor reparación; la ceniza de carbón pareció influir significativamente en el curado secundario de las muestras. Los coeficientes de capa de las ubicaciones en la prueba de campo oscilaron entre 0,22 y 0,24. Por el contrario, para la base granular y la base tratada con cemento, estos valores fueron de 0,07

a 0,14 y de 0,17 a 0,20, respectivamente. Los hallazgos del estudio muestran que CACSM como base de pavimento es una solución viable que puede ayudar a desarrollar infraestructura de transporte con mayor durabilidad.

Amulya y Ravi (2020). El uso de bases y subbases tratadas con cemento/químicos es ampliamente recomendado en la construcción de pavimentos. Por lo tanto, este artículo investiga el comportamiento del suelo laterítico estabilizado como base de un pavimento flexible reemplazando la capa base granular. El suelo laterítico se estabilizó con un 25 % Escoria granulada de alto horno (GGBFS) y soluciones de hidróxido de sodio y silicato de sodio con contenidos variables de óxido de sodio ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) de 4, 5 y 6 %, módulo de sílice ( Ms, una relación de sílice a óxido de sodio) de 0,5, 1,0 y 1,5 y una relación de ligante de agua constante (w/b) de 0,25. Las máximas resistencias a la compresión de 5452 y 6593 kPa se lograron para una muestra tratada que consistía en un 6 % de  $\text{Na}_2\text{O}$  y 1,0 Ms curaron durante 28 días a las compactaciones ligera y pesada, respectivamente, lo que se debe a la formación de hidratos de silicato de calcio cuando el GGBFS rico en óxido de calcio reacciona con el agua. Además, con el período de curado, se produce un aumento de la resistencia debido a la formación de hidratos de aluminosilicatos de calcio cuando el GGBFS reacciona con soluciones alcalinas. La durabilidad de las muestras se evaluó mediante pruebas de mojado-secado y congelación-descongelación.

Dang, Nguyen, Nguyen, Isawa, Ta, y Sato (2022) Este artículo presenta el actual estado de la producción de escoria siderúrgica y su potencial para utilizarla como agregado mineral en la base/subbase del pavimento de la carretera. Las propiedades mecánicas de la escoria siderúrgica se confirmaron mediante el método de ensayo especificado en la normativa de Vietnam. La prueba de estabilidad de volumen de la escoria se realizó basándose en la norma JIS A 5015-2018 (Norma Industrial Japonesa: Escoria acero de construcción de carreteras). A partir de resultados, se confirmó que la escoria siderúrgica puede satisfacer todos los requisitos mecánicos especificados en la especificación de Vietnam y los requisitos relativos a la estabilidad especificados en JIS A 5015-2018. Además, se comprobó que el módulo elástico de la escoria siderúrgica aplicada como capa de base o subbase en el pavimento era mayor que el del árido clasificado convencional

fabricado con áridos minerales. Por lo tanto, el espesor del pavimento puede reducirse utilizando escoria siderúrgica, y el coste de construcción puede ser menor.

Mohamad, Yusoff, Jamil, Samsudin, y Yazid (2022). El uso óptimo de la escoria de acero y de los rayos de tubo catódico (CRT) como materiales alternativos en la construcción de carreteras puede ayudar a reducir la demanda de áridos naturales. El propósito de este estudio es determinar la factibilidad de las mezclas de agregados compuestas por escoria de acero como árido grueso y vidrio CRT como árido fino. Estos dos materiales se utilizaron en sustitución del granito. Se realizaron varias pruebas de laboratorio, como el valor de abrasión de Los Ángeles (LAAV), la prueba de compactación y la fuerza compresiva no confinada (UCS). Los resultados muestran que la mezcla tiene suficiente durabilidad, abrasión y resistencia para ser utilizada como reemplazo de agregados para la capa base de la carretera. Además, los resultados de los ensayos UCS muestran que el rendimiento de la resistencia de la mezcla se incrementa significativamente a través del mayor porcentaje de sustitución de escoria de acero en la mezcla.

A nivel nacional tenemos: De La Cruz y Paredes (2021) la finalidad de este estudio es determinar diseños de carriles flexibles para mejorar el tráfico vehicular. su metodología es aplicada, diseño no experimental, enfoque cuantitativo. El universo poblacional está constituido por toda la calle industrial del distrito de Lurín. Las muestras corresponden a 2 km y el muestreo es no probabilístico. Como resultado de la investigación, se constituye que la estructura de la carretera consta de una capa de asfalto de 7,5 cm, la base granular de 20 cm y la subbase de 15 cm. Las conclusiones indican que el diseño de pavimentos flexibles puede ayudar a mejorar el tránsito vehicular en la Avenida Industrial de Lurín, Lima. Un estudio de factibilidad realizado en seis pozos arrojó un CBR promedio de 32,50. Se realizó un estudio de vehículos sobre el diseño de carriles flexibles durante 7 días y resultó en un ESAL de  $1.22 \times 10^7$  durante 20 años. Este estudio representa un diseño consistente con la cantidad de vehículos que transitan por este lugar, ya que los conteos de vehículos se realizaron cuidadosamente utilizando el período de tiempo especificado en las normas del MTC.

Cruz, Yauri, y Meza (2019) El propósito de este estudio fue decretar las características mecánicas de una matriz granular de cantera que contiene escoria siderúrgica mediante ensayos CBR; dado que la escoria de acero es una escoria de acero que se produce en grandes cantidades, de acuerdo con diversas investigaciones y aplicaciones, se puede utilizar como material granular reciclado, porque se ha encontrado que la escoria de acero es un buen estabilizador. La matriz granular analizada en este estudio fue de tipo experimental, que también fue la población de estudio. Como resultado, las propiedades físico-mecánicas del grupo control fueron: MDS (Maximum Dry Density) 2.028 g/cm<sup>3</sup>. y CBR de 108,53%; para el grupo experimental se observó un ligero aumento cuando se adicionó un 5% de escoria, pero no hubo diferencia significativa, pudiendo ser una tendencia creciente del 10% al 25%, alcanzando un máximo de: MDS 2196 g/cm<sup>3</sup> y CBR 123.68 %. Se concluyó que las escorias siderúrgicas son beneficiosas para mejorar las propiedades de la matriz granular, permitiendo su uso como agregado en proyectos viales.

Chuquispuma y Sigüenza (2021) la estructura de pavimentos flexibles con la metodología AASTHO-93 tiene como objetivo principal mejorar la transpirabilidad del caucho en el distrito de Cañete en el año 2021. - Experimental - proyecto de transacción. Diseño de pavimentos viales basado en el método AASTHO93. Se selecciona el espesor final más conservador y adecuado teniendo en cuenta la fiabilidad y representatividad del entorno, las necesidades, la operación y la durabilidad. Además, la densidad seca máxima de 2,18 g/cm<sup>3</sup>, un contenido de humedad óptimo de 6,1%, un CBR (0,1) de 4,5, un índice de plasticidad de 4,01 y un índice diario promedio anual (determinado por IMDA) de 5. cm (e = 2 in) capa de asfalto y base granular de 15 cm, 72 vehículos/día en ambas direcciones durante un período de planificación de 20 años, 52,182 ESAL, 20 cm de pavimento total.

Llave, Sánchez y Clemente (2021) El objetivo es rediseñar la infraestructura vial e implementar ciclovías en las principales calles de Imperial. La metodología de este estudio es aplicada, cuantitativa, descriptiva, lógicamente deductiva y no experimental. Los resultados corresponden a las distintas calles del proyecto. Aceras de 1,13 a 1,30 metros de ancho, calzadas de 5,0 y 6,00 metros de ancho, 3,60 km de ciclovías de 2,00 metros de ancho y pendientes para cada vía. 2% o

menos, una separación de 0,0 y 0,50 metros de ancho. Se determinó que el espesor de la capa de pavimento flexible era de 0,06 ma 0,09 m para la capa de asfalto, de 0,20 ma 0,30 m para la capa de base granular y de 0,16 ma 0,26 m para la subcapa granular. -capa. El proyecto no solo cambiará la calidad del tráfico en la carretera, sino que también actualizará el sistema de transporte y redecorará la estructura colocando un bordillo bajo entre la ciclovía y la carretera. Esto beneficiará y aumentará el turismo y el comercio en el centro de la ciudad imperial.

Ocrospoma y Marín (2021) El propósito de este proyecto fue aplicar el método AASHTO 93, teniendo en cuenta las características reales del tráfico en la carretera, así como las características del piso suspendido. Se utiliza este estudio porque la investigación de suelos también se realiza en laboratorio con la investigación teórica de la Guía para el Diseño de Pavimentos Resilientes según el método AASHTO93. La muestra de este estudio es todo el tramo de la vía Pampam - Huasta que consta de 5.36 km, también se realizó un estudio de tránsito vial, para lo cual se utilizó una estación registradora de tránsito y se pudo saber qué tipo de vehículos pasó. a través de ella, así como sus cargas aplicadas, consiguiendo así una repetición por eje equivalente de 8,2 toneladas, lo que da una carga por eje equivalente EE de 321.058,16 toneladas para esta vía. En cuanto a la investigación del subsuelo vial, se logró obtener un C.B.R promedio de 5 hoyos de 24.42%, que es el 95% de la densidad seca máxima, y una permeabilidad de 0.1", la cual se utilizará para diseñar el espesor del empaque. Construcción de carreteras para obtener los siguientes datos: Capa de asfalto (d1) = 1,20 cm, sustrato granular (d2) = 15 cm", sustrato granular (d3) = 20 cm".

Contreras y herrera (2017) El objetivo es renovar la base con escombros de construcción para subsuelo y firme, este método es experimental. Como puede ver, la muestra correspondiente al grado A y B para el material es para el respaldo granular y granular. La prueba de arena equivalente, por el contrario, da un resultado de 70,75%, lo que corresponde a un mínimo de 35% para sustratos granulares y 25% para sustratos granulares. La abrasión de Los Ángeles es del 18%, correspondiente a un máximo de 40% para sustratos granulares y 50% para sustratos granulares. El coeficiente de elongación y planitud es del 10,68%, lo que es una propiedad físico-mecánica muy óptima para fines de evaluación, así como

para resultados de rectificado. Las propiedades mecánicas y físicas de los áridos reciclados, como la agresividad, el equivalente de arena y las sales disueltas totales, dependen en gran medida de la calidad de la mezcla de hormigón original y del tipo de árido natural utilizado; por otro lado, las propiedades del vertedero final, como las condiciones de humedad y el contenido de nitratos del suelo, pueden ser relevantes (p. 57)

Como base teórica relacionadas a las variables tenemos: Orellana (2021, p. 6) nos dice que el objetivo es evaluar la influencia de El propósito de este estudio es aplicar el método AASHTO 93 considerando las características reales del tránsito en la vía así como las características del piso suspendido. Se utilizó este estudio porque las pruebas de suelo también se realizaron en el laboratorio y es un estudio teórico de las Directrices AASHTO93 para métodos de diseño de pavimentos resilientes. La muestra de este estudio fue todo el tramo de la vía Pampama - Huasta con una longitud total de 5.36 km, además se realizó un estudio de tránsito vial utilizando estaciones registradoras de tránsito para determinar los tipos de vehículos en tránsito. Para ella. y la carga aplicada, obteniendo el número de aplicaciones repetidas de PRIMETEC Primer Emulsión en un sustrato granular protector - Huancayo. La metodología de investigación es generalmente científica y el tipo de investigación es aplicable con nivel explicativo y diseño cuasi-experimental, las muestras son: emulsión de imprimación PRIMETEC, las muestras son materiales bases particulados para 36 moldes Proctor. La conclusión del estudio es: el uso de la imprimación PRIMETEC optimiza el 70% de las propiedades de la base granular, es decir la humedad y el porcentaje de partículas finas, dando como resultado una impermeabilidad e impermeabilidad mejoradas; caudal de aplicación 1,2 l/m<sup>2</sup>, temperatura de aplicación 14°C para lograr adherencia con la capa asfáltica.

Delgado, Yohn (2021, p. 1), En este estudio se planteó una pregunta general. Así es como el ligante asfáltico reciclado afecta las propiedades mecánicas y mecánicas de los sustratos granulares erosionados. densidad y resistencia. Los métodos de investigación son científicos, el tipo de investigación utilizado, el nivel de interpretación y diseño es experimental. La principal conclusión es que el ligante asfáltico reciclado (CAR) afecta las propiedades mecánicas y físicas del subsuelo granular utilizado, considerando la proporción óptima, el tamaño de partícula del

suelo, índice de plasticidad, compresibilidad y podemos decir que cambia la resistencia. A partir de 25 caracteres.

Bazan y Vargas (2020, p. 9) El objetivo principal de este estudio es observar y analizar las condiciones en el área de estudio y mejorar la transitabilidad para peatones utilizando el método de pavimentación AASHTO 93. Para este proyecto se diseñó una pasarela flexible y rígida. Además, en el desarrollo de la norma se utilizaron las recomendaciones de los manuales “Carreteras: Geología del Suelo, Geotecnia y Pavimentación, Código Nacional de Edificación: CE.010 Norma para Pavimentos Urbanos” y “GH.020 Norma para Componentes de Diseño Urbano”. Estos se tienen en cuenta. Espesor de cada capa de carretera y de cada segmento de carretera. Durante el desarrollo de la estructura vial flexible, se crearon una abrazadera de asfalto de 7,5 cm, una capa de cimentación de 20 cm, una capa de cimentación de 10 cm y una capa de cimentación de 15 cm. En conclusión, las almohadillas flexibles tienen menor costo y tiempo de entrega que las almohadillas duras, lo cual es conveniente desde un punto de vista económico y estructural, pero tiene mayores costos de mantenimiento.

Cueva y Tarrillo (2021, p. 8), El objetivo primordial de este estudio es hacer un examen comparativo de construcciones de pavimento maleable usando los procedimientos AASHTO-93 e INVIAS. Para ilustrar el trabajo se utilizó un diseño no en fase de prueba, descriptivo, no fue viable el muestreo por intereses y se usaron técnicas observacionales para Recopile datos de estudios de suelo y tráfico. Como resultado, un pavimento dúctil con un espesor de pavimento asfáltico de 9 cm y un espesor de capa base de 15 cm diseñado según el procedimiento AASHTO 93 podría lograr una interfaz CBR de 58%. En el caso del programa Invias, el espesor del pavimento asfáltico es también de 6 cm para el pavimento superior, 7,5 cm para el pavimento medio, 15 cm para el pavimento inferior y 15 cm para el pavimento inferior. Los procedimientos AASHTO 93 son más apropiados.

Abregu (2019, p. 16), El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de las fibras de caucho sobre las propiedades mecánicas de los sustratos de gránulos de recubrimiento. Un método de investigación integral es un tipo de investigación científica aplicada con el nivel de interpretación y diseño experimental. Se encontró

que la adición del 0,5% óptimo de fibra de caucho al sustrato de las partículas de pavimento tuvo un efecto positivo en las propiedades mecánicas (MPS) y una disminución del 0,03% con respecto al valor tradicional.

Infantes (2020, p. 13), Este estudio se realizó para evaluar el uso de escorias de cobre como alternativa a los agregados finos para mejorar las propiedades físico-mecánicas de sustratos granulares en recubrimientos blandos, como subproducto de la fundición de cobre para empresas mineras. El trabajo se basa en numerosos estudios centrados en el uso de escorias de cobre en la construcción, caracterizando las propiedades mecánicas y físicas de este material, en el que el CET de las escorias de cobre es un 51,6 % superior al de las arcillas y arenas bien compactadas. cumple con la mayoría de los requisitos mínimos debido a su baja ductilidad.

Barrera y Diestra (2018, p. 14), El propósito de este estudio es determinar el uso de malla de alambre en la avenida 200 en ventanilla para reparar la superficie de la carretera rígida, dependiendo del método utilizado. Los resultados muestran que, según la clasificación SUCS, los principales tipos de suelo son: arena de baja calidad y 8,9% de pavimento CBR. Luego del diseño se realizó un análisis técnico, el cual demostró que después de utilizar la malla de alambre se reducen las capas de grano, de manera que el tamaño de la base sin malla es de 15,24 cm y la capa de abajo sin malla es de 39,03 cm; mientras se usa malla de alambre, el tamaño de la base es de 15,24 cm y el tamaño de la base es de 22,25 cm.

el pavimento, según Armas (2018) nos dice “una superficie en capas bien preparada con una textura uniforme y suave que hace que sea fácil, cómodo y seguro movilizarse” (p.18)

Damián (2017) nos dice Estos son los dos tipos principales de recubrimiento, recubrimiento rígido y recubrimiento flexible, que difieren en el número de capas y la estructura de la composición. (p. 19).

Pavimentos Rígidos: También conocido como pavimento hidráulico, este pavimento está formado por losas de hormigón hidráulico, a veces con o sin refuerzo. Este modelo de pavimento no permite la deformación de la capa base. La sección

transversal consta de losas de hormigón hidráulico encima del terraplén y encima de la base. Este tipo de revestimiento es más caro que el revestimiento flexible, y con un ciclo de vida que puede oscilar entre 20 y 40 años, puede requerir una protección mínima, principalmente en las costuras.

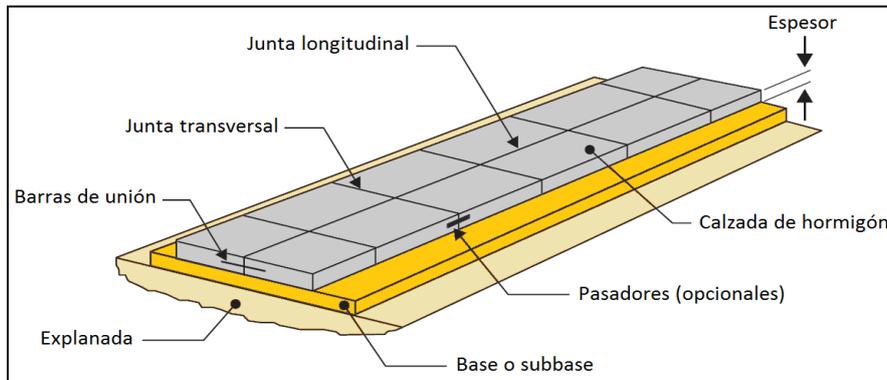


Figura 01: Estructura del pavimento rígido

**Pavimento Flexible:** Este tipo de pavimento, también conocido como pavimento asfáltico, consiste en una capa intermedia asfáltica sobre la superficie de rodadura, que permite principalmente la mejora de las capas subyacentes, evitando así daños estructurales o agrietamientos. Consta de una capa asfáltica o capa intermedia, una base y una base granular. Los costos iniciales de construcción son menos costosos que las mantas rígidas y tienen una vida útil de 10 a 15 años. Lo malo es que requiere mantenimiento.

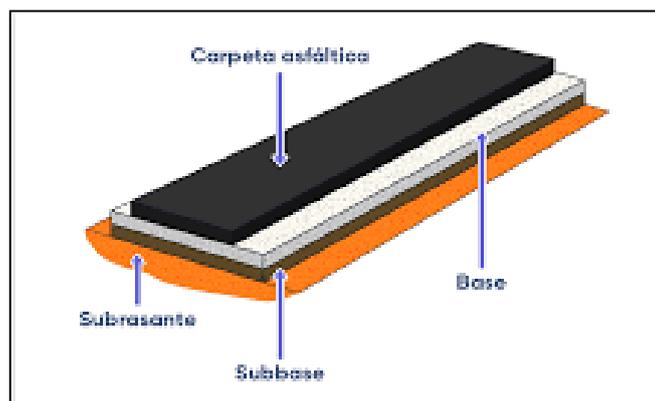


Figura 02: Pavimento flexible

Los pavimentos flexibles cuentan con cuatro capas en su estructura según Román (2017), no dice que la subrasante:

Es la porción superior del suelo natural que ha sido nivelado y compactado para servir como soporte para el resto de la estructura del pavimento. La masa portante de la subrasante se mide utilizando C.B.R (California Bearing Ratio o California Supporting Relationship - AASHTO Standard T-193-81) que da como resultado la ecuación (Unidad de carga/Unidad de carga Criterio probado): Ejemplo de pavimento flexible. Donde la calidad se puede medir como un porcentaje de buena, normal o mala dependiendo del resultado de la ecuación. Un buen lecho de carretera servirá, un buen lecho de carretera servirá. Si se rompe, debe ser reemplazado o estabilizado con un material de mejor calidad. (p. 20)

La subbase es un material seleccionado colocado subrasante y la base de pavimentos flexibles, Román (2017) para realizar funciones de drenaje y mantenimiento contaminante y/o resistente:

1. Como capa para drenaje, permite que el agua drene desde el nivel freático hacia la tierra.
2. Al actuar como agente antiincrustante, evita la transferencia de sustancias finas desde la subrasante a la capa posterior y evita que ingresen al subsuelo blando.
3. Controla el acceso capilar del agua proveniente de las napas freáticas cercanas.
4. Reduce los efectos nocivos de las heladas o de la arcilla expandida y actúa como capa resistente en pavimentos flexibles según su espesor y coeficiente de resistencia relativo.

Román (2017) nos comenta que la capa de Base:

Es el elemento principal de los pavimentos flexibles y puede ser tratado y controlado con cemento, cal, asfalto o cualquier otro agente que ayude a mejorar el pavimento, o puede dejarse sin tratar como los materiales naturales utilizados (triturado, grava, etc.). El pavimento flexible se coloca sobre la superficie o base de la carretera, debajo de la capa de asfalto o pavimento. Actúa para soportar la fuerza transmitida por el peso del vehículo y la distribuye uniformemente sobre la superficie y la base. (p.21).

La superficie de rodadura es la capa exterior del pavimento, que consiste en una capa de hormigón o asfalto.

Roman (2017) nos dice que está hecho de una mezcla de agregado grueso, agregado fino y ligantes, los pavimentos asfálticos utilizan asfalto y/o cemento líquido que luego se aplica a la base y sus principales funciones son:

1. Resiste los efectos abrasivos del transporte y previene la degradación de la base.
2. Proteger los cimientos de la lluvia, que puede dañar total o parcialmente la capa interior del revestimiento.
3. Proporcionar una superficie de la carretera adecuada para el tráfico vehicular. Como todas las superposiciones de asfalto, la superposición se coloca sobre una base imprimada con un rocío de betún de fraguado rápido, medio o bajo grado (llamado imprimador) a razón de 0,2 a 0,6 galones por pie cuadrado. metros cuadrados.

Según Tandazo (2021) nos dice que existe varios tipos de fallas en un pavimento flexible:

Los baches y los baches son pequeños desplazamientos repentinos de la superficie de la carretera de arriba hacia abajo, donde el perfil de la carretera se deforma, lo cual está relacionado con la inestabilidad de la superficie de la carretera, no existen, pero son causados por la elevación de la superficie de la carretera. Las losas de hormigón sobre una superficie dura, rodeadas de una capa de asfalto, congelan la formación de hielo y el subsuelo se hincha a medida que se expande, se acumula y el material se escapa por las grietas y las cargas de tráfico.



*Figura 3: Hundimiento y abultamiento*

La piel de cocodrilo es una colección de grietas que se unen para formar polígonos irregulares con el lado más largo hasta 0.5 m, llamadas grietas de fatiga, está formada por áreas asociadas a cargas de tránsito repetidas, huellas de llantas de vehículos, se ubica en la parte inferior cuando la carga es encontrada, aumenta la

tensión de tracción, y la grieta se extiende a la superficie, una serie de grietas longitudinales paralelas, y luego se conecta en varias piezas.



*Figura 4:* Piel de cocodrilo

Según Jinchuña (2018) nos dice que la evaluación del pavimento incluye “elaborar un informe que indique la condición del pavimento y la estructura para que se puedan tomar las acciones de reparación o mantenimiento necesarias” (p.23).

Salvatierra (2017) dice, “El mantenimiento de las vías es un conjunto de medidas necesarias para preservar de los pavimentos, destinados a asociarse en condiciones de tránsito favorable acorde con sus características geométricas” (p.14).



*Figura 05:* Concesiones CCFC S.A.S.

Según Romero (2017) describe para pavimento no rígido según el siguiente concepto “son conocidos como pavimentos asfálticos, está conformado por base granular y la carpeta asfáltica lo cual Está diseñado para soportar cargas de tránsito del espesor requerido, dependiendo de las características del área a evaluar” (p.22).

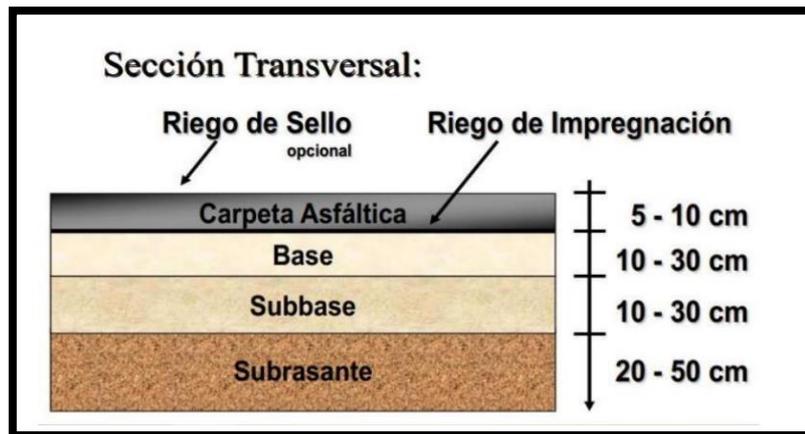


Figura 06: Esquemas de capas del pavimento flexible

La norma Ce 0.10 determina una vía urbana como “Una capacidad para el tráfico de vehículos o personas dentro de las fronteras de la ciudad. Según su función, se dividen en las siguientes categorías: carretera, vías arteriales, caminos colectores y carretera local” (p.34).

La CE. 010 indica que la vía arterial tiene una alta densidad de tráfico según el siguiente concepto:

Se trata de vías de conexión interurbanas de movilidad media, accesibilidad limitada y uso relativamente integrado con el entorno. Estos caminos deben estar integrados al sistema de carreteras y asegurar una buena distribución del tráfico y la distribución a las intersecciones y caminos vecinales. (p.47).

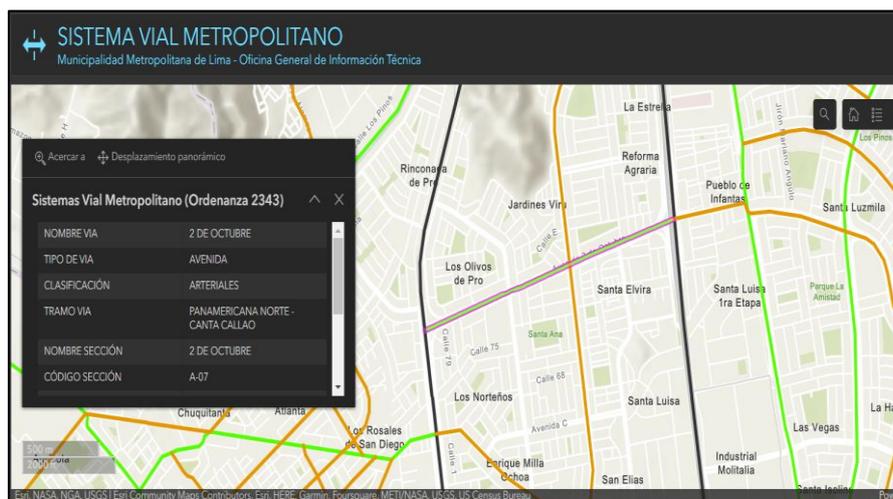


Figura 07: Sistema vial metropolitano – vía arterial

Para el estudio tiene lugar en Los Olivos, se aplican las normas C.E010 Manual de Suelos y Pavimentos, fijando los parámetros de la guía a continuar

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación *	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm. (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 – 95	100	100
9,5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4,75 mm (Nº 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2,0 mm. (Nº 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4,25 µm (Nº 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 µm (Nº 200)	2 – 8	5 – 15	5 -15	8 – 15

Figura 08: Norma CE 010

CYM materiales SA sostiene que la granalla de acero “Es un abrasivo obtenido del acero mediante un proceso de fusión con una composición química controlada” (p.02).

según EGM TRADER sostiene que:

Las partículas de acero están fabricadas con acero de alta calidad y tratadas térmicamente en un proceso tecnológico especial con horno de fusión y composición química controlada para lograr una estructura martensítica endurecida que garantiza resistencia a la fatiga y eficiencia en el trabajo, con alta eficiencia. (p.4)

COMPOSICIÓN QUÍMICA	PROPIEDADES FÍSICAS
Carbono (C): 0.87 %	Dureza: 40 - 50 HRC
Manganeso (Mn): 0.75 %	Durabilidad: 2300 - 2800 ciclos
Silicio (Si): 0.48	Densidad: 7.20 g/cm <sup>3</sup>
Azufre (S): 0,021 %	Microestructura: Martensítica o Sorbítica
Fósforo (P): 0,015 %	templado homogéneo.

Figura 09: Composición química – física de la granalla de acero

Cabrera nos dice que:

La granalla de acero es un material que es principalmente hierro (alrededor del 96%). Estas bolas se utilizan principalmente para eliminar los óxidos existentes en los metales, eliminar la suciedad y las impurezas físicas de las superficies de los elementos (2018, p.2)

Acero reciclado, este material proviene de plantas de demolición o metalúrgicas y se desecha lo menos posible porque es aceptado por los recolectores de metales (chatarreros) e incluso se vende pieza por pieza. kilogramo porque es ampliamente utilizado en herramientas manuales

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:** Aplicada, según Maldonado, Macho y Casallas (2022) sostiene que “La investigación aplicada invoca aquellos conocimientos que alcanzan a una investigación básica donde permite encaminar el desempeño de los objetivos específicos; donde se considera una investigación de conocimiento existente de un área concreta, para solucionar los problemas específicos” (p19).

porque quiere brindar una posible alternativa mediante la adición de granallas de acero reciclado, considerando como su dosificación por ello afecta las propiedades físicas - mecánicas de una base granular.

**Diseño de investigación:** Experimental, por ello se empleará variables independientes para obtener los resultados deseados para mejorar las propiedades de la base granular del pavimento flexible. Según Guevara, Verdesoto y Castro (2020) sostiene que “Un estudio empírico se considera exitoso si el investigador confirma que el cambio en la variable dependiente es el resultado de la manipulación de la variable independiente. explicar las consecuencias” (p.168)

cuasi experimental, porque se plantea que en cierta parte de la base del pavimento flexible se adicionara la granalla de acero reciclado en (2%, 4% y 6%).

**Nivel de investigación:** Explicativo, precisa anunciar el inconveniente tales y sus consecuencias ambientales y sociales. Por su parte, Sampieri, Fernández Y Baptista (2017) afirma que “no se trata simplemente de explicar conceptos y fenómenos y establecer relaciones entre conceptos. Es decir, apunta a eliminar la causa de estos eventos y fenómenos físicos” (p. 95).

Este trabajo es explicativo, pues tiene como objetivo determinar la tasa de origen e impacto de la cuantificación de la tasa de granalla de acero para la preparación del pavimento nivelado, siendo la relación causal.

**Enfoque de Investigación:** cuantitativa, En esta investigación, aplicaremos procedimientos con las reglas y fórmulas correspondientes para dar resultados (valores numéricos) para probar las hipótesis propuestas.

### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable independiente (X):** granallas de acero reciclado

**Definición conceptual:** Cabrera (2018, p. 24) nos dice que las granallas de acero es un material que está constituida la mayoría de hierro (96%) pero también está compuesto de carbono (0,8-1,3 %), manganeso (0,5-1,3 %) y silicio o (0,3-1,2%), así mismo, esta sustancia no se considera dañina para la salud.

**Definición operacional:** Las dosificaciones de las granallas de acero 2%, 4% y 6% respecto al material natural de la base, Se utiliza para mejorar en la elaboración de la base granular para sus propiedades.

#### Dimensiones

Dosificación de granallas de acero reciclado

#### Indicadores

Muestra convencional (sin granalla de acero reciclado)

Muestra convencional + 2% de granallas de acero

Muestra convencional + 4% de granallas de acero

Muestra convencional + 6% de granallas de acero

#### Escala de medición

De razón

**Variable dependiente (Y):** base del pavimento flexible

**Definición conceptual:** Según el manual de carreteras (2014, p. 25), La capa principal inferior es distribuir, soportar y desviar la carga creada por el tráfico. Esta capa consiste en gránulos de drenaje ( $CBR \geq 80\%$ ) o se trata adicionalmente con asfalto, cal o cemento.

**Definición operacional:** Estas propiedades físicas y mecánicas del respaldo granular son consistentes debido a la resistencia con la que está hecho. Además, el proceso de adición de granalla de acero al sustrato granular de un pavimento no endurecido dependerá de factores tales como: resistencia, dureza, limpieza, capacidad portante del material, capacidad de resistencia al tránsito, resistencia a la humedad.

## **Dimensiones**

Propiedades Físicas

Propiedades Mecánicas

Diseño Estructural

## **Indicadores**

Contenido de Humedad

Granulometría

Limite Atterberg (Limite Líquido Y Plástico)

Equivalente De Arena

Abrasión

Proctor Modificado

California Bearing Ratio (CBR)

Características De Los Materiales

Conteo Vehicular

Cálculo De Espesores

## **Escala de medición**

De razón

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

López y facherlli, (2018) “son expresiones equivalentes que se refieren a todos los elementos que componen el dominio de análisis con el fin de extraer conclusiones analíticas y que son de naturaleza estadística y real o teórica” (p. 7).

La población viene siendo representada por el lugar de estudio de la cual será extraído la muestra para la base granular del pavimento flexible ubicados en unicon cantera Jicamarca ubicada en Lurigancho-Chosica.



Figura 10: Ubicación de único cantera Jicamarca

## Muestra

Arias y Covinos (2021). “Una muestra es un subgrupo que se considera la porción representativa de una población, la información recolectada es tomada de la muestra y perfilados de la población en base a la situación problema del estudio” (p. 118).

Para la presente investigación la muestra será los 120 kg del material para la base del pavimento flexible que se obtuvo de la cantera unicon. Además, servirá para realizar la propuesta del diseño del pavimento adicionando granallas de acero reciclado a la capa base granular para un tramo aproximadamente de 1 km de la Av. 2 de octubre, del distrito de los olivos, en el departamento de Lima.



Figura 11: Ubicación de la zona de estudio del proyecto de investigación

## **Muestreo**

Según Hospinal y Loza sostiene el siguiente concepto:

Los métodos de muestreo en la investigación cuantitativa tienen un objetivo fundamental: asegurar su representatividad. En este sentido, para darse cuenta de su importancia, deben ser interpretados sobre la base de un enfoque epistemológico. De igual forma, su clasificación se aplica a las variables estudiadas por su carácter cuantitativo (2021, p. 13).

Para la actual investigación se realizará muestreo no probabilístico por conveniencia, que nos permitirá muestrear a nuestro criterio material granular que cumpla con todos los requisitos mínimos para la investigación.

## **Unidad de análisis**

ARIAS, José (2021, p. 118), Una unidad de análisis es un objeto de estudio para el cual se generan datos informativos para el análisis de un estudio. Capa base del pavimento flexible formada por el material granular de la cantera La Gloria adicionando granallas de acero reciclado en diferentes dosificaciones, para mejorar la base del pavimento flexible de la Av. 2 de Octubre, Los Olivos.

### **3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos**

#### **Técnica de investigación.**

Según Useche, Artigas, Queipo, y Perozo nos dice que: (2019, p. 38).

El proceso de la medición de las variables debe utilizar métodos como: observación, revisión de documentos, encuesta e investigación a profundidad; así como herramientas como cuestionarios, pruebas de conocimiento, guías de observación, y otras herramientas que permiten a los investigadores acceder a datos necesarios para un estudio (2019, p. 38).

Este proyecto de investigación se empleó observación directa ya que podremos ver los cambios, efectos y variaciones que sufre la capa base del pavimento flexible al adicionar las granallas de acero reciclado obteniendo así unos resultados confiables, debido a que el diseño será experimental.

#### **Instrumentos de recolección de datos.**

Hernández y Duana, sostiene que:

Al realizar el trabajo de investigación, se deben incluir los métodos, técnicas y herramientas que brindan realidad a la investigación experimental, donde el uso de los métodos de recopilación de información es la prueba y transformación de datos para extraer información útil, sugiriendo conclusiones y apoyando la toma de decisiones (2020, p. 1).

Esta investigación se utilizó como herramienta las fichas de recolección de datos estandarizados y normativos para todos los ensayos que realizaremos permitiendo así obtener los resultados necesarios.

Para esta encuesta utilizó archivos estándar, mencionados:

- Ficha técnica de contenido de humedad.
- Ficha técnica de granulometría.
- Ficha de Limite Atterberg (limite líquido y plástico).
- Ficha técnica de ensayo de abrasión.
- Ficha técnica de equivalente de arena.
- Ficha técnica de ensayo Proctor modificado.
- Ficha técnica del ensayo California Bearing Ratio (CBR)-

### **Confiabilidad**

Keever, y otros nos comenta que:

Los resultados de un estudio pueden considerarse confiables cuando se caracterizan por un alto grado de confianza, es decir, sin sesgos. Por lo tanto, una vez que se establece que la escala es repetible y constante, se puede concluir que es confiable. (2018, p. 10).

Este trabajo de investigación cuenta con un certificado de calibración para cada dispositivo de laboratorio que se utilizará para realizar la prueba, cuestiones que deberán ser realizadas por ingenieros con experiencia en el campo y estudio, además serán cuidadosamente controlados. seguir las reglas.

### **Validez**

Por otro lado, Hernández (2019) menciona que “La validez generalmente se refiere a la medida de los medios por los cuales se mide la variable que se mide. qué tan bien el instrumento refleja el contenido del rango particular de lo que está midiendo” (p. 200).

El presente trabajo de investigación Estas herramientas son probadas porque presentan estudios de acuerdo con los criterios aplicados a cada muestra.

### 3.5 Procedimientos

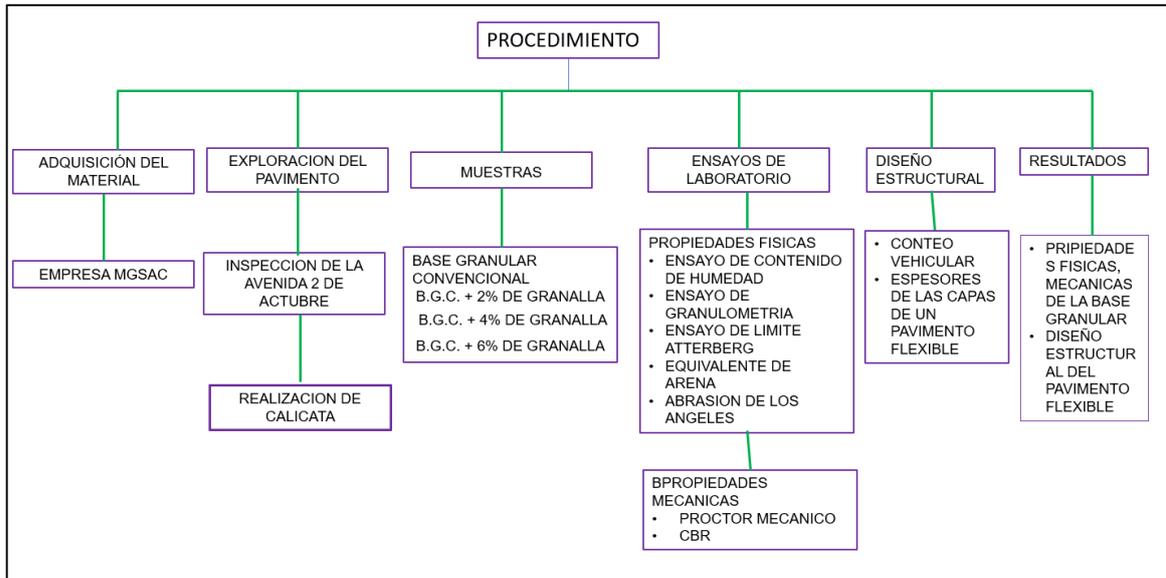


Figura 12: Mapa conceptual del procedimiento

Primero, se realizó una lista secuencial de actividades que funcionarán bien para nuestro proyecto de investigación, funcionarán en orden, como se describe a continuación:

- A. Determinar y explicar el sitio de estudio.
- B. Reconocer y acotar la zona de trabajo.
- C. Elaborar una indagación de tráfico vial para conseguir el IDMA y catalogar la vía para los ensayos de estabilidad y flujo.
- D. Adquisición del material granular que deben cumplir los requisitos mínimos de la norma técnica CE.010, MTC E 504
- E. Adquisición de las granallas de acero reciclado.
- F. Traslado de los materiales al laboratorio para realizar los ensayos.
- G. Diseño del pavimento flexible.

#### Determinar y explicar del sitio de estudio

La Av. 2 de Octubre corresponde al sector de Los Olivos, zona industrial al norte de Lima, ubicada en la latitud  $11^{\circ} 59' 30''$ , a una altitud de 67 msnm, con una longitud del mar.  $77^{\circ} 4' 14''$ . Limita al norte con la región de Puente Piedra, al oeste y sur con el distrito de San Martín de Porres, y al este con el distrito de Comas e Independencia.



Figura 13: Mapa del distrito de Los Olivos, departamento de Lima.

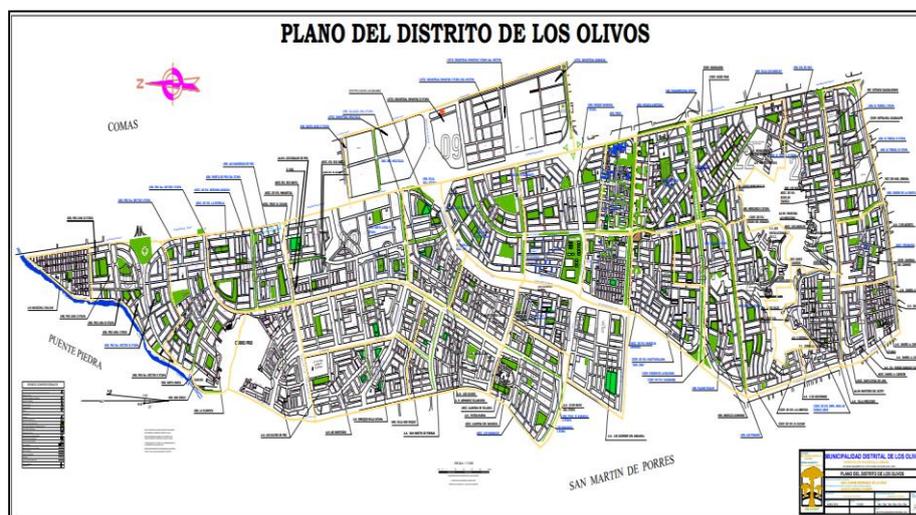


Figura 14: Plano del distrito de Los Olivos

### Reconocer y acotar la zona de trabajo

El lugar de trabajo se llevó a cabo en la Av. 2 de octubre de los olivos, iniciando desde el ovalo infanta, seguido se intercepta con la Av. Proceres y con la Av. Rómulo Betancourt y terminando con la Av. Canta callao.

La longitud del área de trabajo de principio a fin es de dos kilómetros, la ruta está indicada por la línea verde

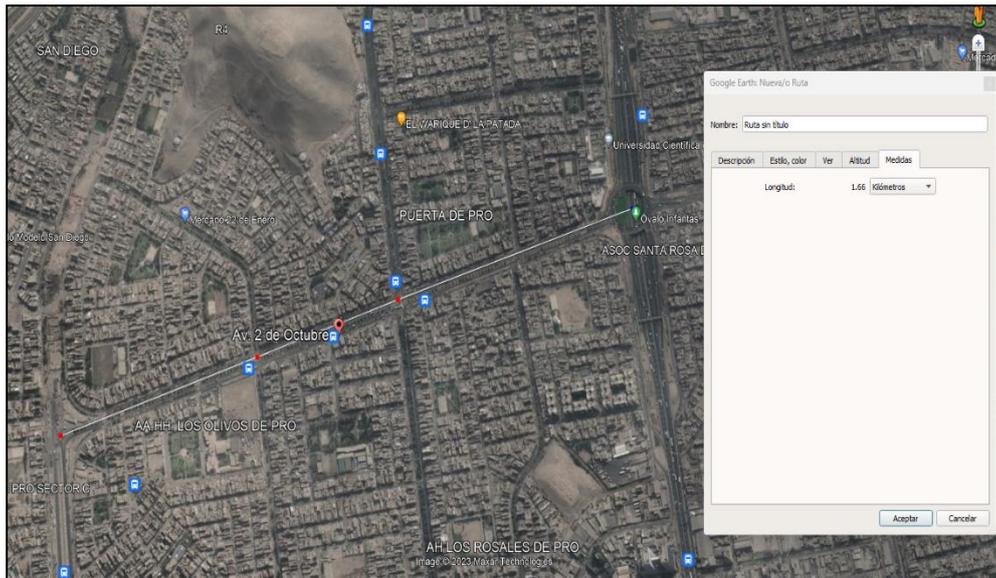


Figura 15: Determinación del lugar de trabajo en Google Earth

**Elaborar una indagación de tráfico vial para conseguir el IDMA y catalogar la vía para los ensayos de estabilidad y flujo.**

Para llevar a cabo este estudio de tráfico en nuestra área de proyecto, se asignarán trabajadores para contar vehículos en la intersección de la Avenida 2 de Octubre de los Olivos en el área de estudio. Además, se hacen los planes, se realizará el estudio por un total de 7 días para encontrar el índice promedio semanal (SIM). Luego de la realización del trabajo de campo, se recopila toda la información recibida para ser procesada en oficina y así poder obtener el IMDA (medición diaria y anual). Este estudio pretende poder clasificar la vía considerada comparándola con las especificaciones de la norma EC 010 para túneles urbanos, donde se establece la vía urbana.

A partir de la cantidad de vehículos, se encontró que la vía existente presenta diversos defectos, entre los más destacados se encuentran la piel de cocodrilo, grietas, erosión del suelo y otros.



Figura 16: Pavimento de la Av. 2 de octubre con fallas



Figura 17: pavimento flexible - Av. 2 de octubre con hundimientos

**adquisición del material granular que deben cumplir los requisitos mínimos de CE.010 y MTC E 504.**

Para encontrar el material granular para nuestro diseño de la base del pavimento flexible que adquirió de la cantera Jicamarca ubicada en Lurigancho – Chosica.

Se dice que la cantera dio muchas cosas para hacer la capa base del camino que no es dura, el único costo es el envío, luego se envía al laboratorio.

### **Adquisición de las granallas de acero reciclado.**

Este material fue adquirido en la empresa MEIIGASA S.A.C. que brinda servicio en toda lima, lo cual se encuentra ubicada AV. LOS ALISOS LT.18 MZ K URB. VIRGEN DEL ROSARIO - LIMA – SAN MARTIN DE PORRES.



*Figura 18: Material a adicionar granallas de acero*

### **Traslado de los materiales al laboratorio para realizar los ensayos.**

Todos los materiales fueron enviados al laboratorio de LEM-ENGIL SRL. para pruebas relacionadas.

### **ENSAYOS REALIZADOS**

#### **CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM C 566 / MTC E 108.**

Según el MTC E 108 (2016) define que, La humedad se utiliza para determinar la cantidad de agua en un suelo pesado en función de su peso seco (p. 53).

Esta prueba muestra el porcentaje de humedad total en agregados gruesos y finos después del secado. El equipo utilizado fue una balanza con una sensibilidad de 0,1%, estufa ventilada mantenida a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .



Figura 19: Cuarteo de la muestra



Figura 20: Peso de la muestra



Figura 21: colocación de la muestra al horno

La manera de calcularlo es mediante la siguiente formula

$$P = \frac{100(W - D)}{D}$$

Donde:

p = La cantidad total de humedad que puede evaporarse en la muestra, expresada como porcentaje.

W = peso de la muestra húmeda original en gramos.

D = peso de la muestra seca en gramos.

### **ANALISIS DE GRANULOMETRIA ASTM D 6913 / MTC E 204**

Según el MTC E107 (2016), este ensayo determina sobre la clasificación de tamaños de la muestra, debido a que los porcentajes de suelo pasa por los diferentes tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (N° 200). (p. 44)

El propósito es determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño nominal, que es un requisito obligatorio en los términos de referencia de cada edificio y cumple con los estándares de calidad requeridos.



Figura 22: tamices para ensayos de granulometría

## EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D 2419-91 y MTC E 114.

Este ensayo tiene por objeto determinar, de acuerdo con determinadas indicaciones normalizadas, las cantidades relativas de áridos finos, arcillas, plásticos y polvo que pasan por el tamiz número 4 (4,75 mm). La temperatura de la solución preparada se mantuvo a  $22 \pm 3^\circ\text{C}$  durante todo este ensayo.

El MTC E 114 menciona que este ensayo busca servir una prueba de correlación rápida de campo, manteniendo el siguiente concepto:

Este procedimiento de prueba asigna valores experimentales a la cantidad relativa, el tamaño y las propiedades del material arcilloso en la muestra de prueba. Se puede requerir una cantidad mínima equivalente de arena para limitar la cantidad de finos permitidos en el agregado. (p. 95).



Figura 23: Ensayo equivalente de arena

## ENSAYO LIMITE ATTERBERG ASTM D 4318/ MTC 504

Este ensayo se realizará sobre un suelo con diferentes estados de humedad a lo cual se comporta como un líquido viscoso, empleando la cuchara de Casagrande y sobre el suelo a ver sido tamizado con la malla N.º 40 (0.4 mm).

**Limite liquido:** Esta es la humedad a la El suelo actúa como plástico. A este nivel de humedad, el suelo cambiará su estado a un líquido viscoso.

**Límite plástico:** Esto se llama humedad lo más baja posible cree un cilindro con un diámetro de aprox. 3 mm al rodar una muestra de suelo entre ellos Mano y superficie lisa sin romper el cilindro.

**Índice de plasticidad:** Se define como la diferencia entre el límite de liquidez y el límite plástico numérico, donde define los campos plásticos del suelo relacionado con el porcentaje de humedad que debe tener la arcilla para poder Se conserva su estado plástico. Con estos valores especificará los parámetros Terreno en las inmediaciones con potencial de expansión adecuado.

Según la MTC 504 menciona que el límite líquido es un método utilizado en una parte integral según el siguiente concepto:

Este procedimiento de prueba se utiliza como parte integral de varios métodos de clasificación técnica que caracterizan el porcentaje de finura de los suelos. El límite líquido y el límite plástico, junto con los índices de plasticidad del suelo, se usan ampliamente de forma individual o en combinación Combinar con otras propiedades del suelo y correlacionar con el comportamiento técnico como: B. Compresibilidad, Permeabilidad, la compresibilidad, la expansión y la contracción y la resistencia al corte.



Figura 24: Cuchara Casa Grande y el ensayo de limite liquido



Figura 25: Vidrio esmerilado y el ensayo de limite plástico

### ABRASION DE LOS ANGELES ASTM C 131/ MTC E 207

En esta prueba, la falla de un agregado mineral de calidad estándar se debe al desgaste en un tambor de acero giratorio que contiene una cierta cantidad de bolas de acero o una combinación de varios factores, como abrasión, impacto y trituración, según la calidad de la muestra

Según la MTC E 207 menciona que el ensayo de abrasión es medida de la degradación de agregados minerales según el siguiente concepto “Destrucción de agregados minerales Fallo estandarizado debido a una combinación de abrasión, impacto y aplastamiento de un tambor de acero giratorio que contiene un cierto número de bolas de acero dependiendo del tamaño de grano de la probeta” (p. 319)



Figura 26: Abrasión de los ángeles

## PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557/ MTC E 115

Esta prueba puede determinar o encontrar la humedad y la densidad seca óptimas, que ayudan a mejorar las propiedades mecánicas y lograr la compactación, que se le da al suelo para llenarlo de energía.

Según el MTC E 115 menciona que para la compactación del suelo se utiliza una energía modificada, según el siguiente concepto:

Método de compactación que determina la relación de humedad a peso seco del suelo que se va a compactar utilizando un troquel de 101,6 o 152,4 mm (4 o 6 pulgadas) de diámetro y un compactador de 44,5 N (10 lbf). La energía de compresión (2700) se produce a una altitud de 457 mm (18 pulgadas). kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pies-lbf/ft<sup>3</sup>). (p.110).



Figura 27: Proctor Modificado

- **CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883/ MTC E 132**

Según la norma MTC E 132 menciona que para la determinación de la resistencia de los suelos de acuerdo al siguiente concepto:

Se evalúa la resistencia potencial a subrasantes, subrasantes y sustratos, incluidos los materiales reciclados utilizados para el pavimento. Los valores de CBR se derivan de pruebas que son parte integral de algunas metodologías de diseño de pavimentos flexibles. (p. 252)



Figura 28: Muestra Sumergida Por 4 Días

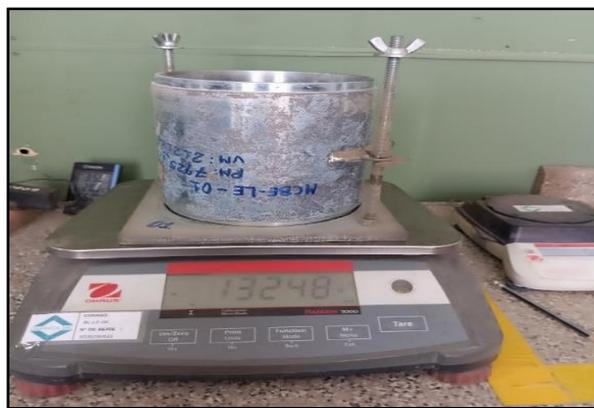


Figura 29: Peso de la Muestra



Figura 30: Prensa de CBR

## DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE.

Para el diseño de pavimento flexible, trabajaremos de acuerdo a la norma técnica CE. 010 de pavimentos urbanos, en podido determinar cuál es el tipo de vía del tramo que estudiare (local, expresa, colectora, etc.). Así mismo, se procederá a realizar 3 calicatas de 1.5 m, con la muestra obtenida podre saber el tipo de suelo

y el CBR, consiguiente se hará un estudio de tránsito para así conocer los volúmenes del tráfico que soporta la Av. 2 de octubre del distrito de los olivos, lo cual según la norma se realiza en 7 días, finalmente al tener los resultados del ensayo CBR (suelo natural y con granallas de acero) y los ejes equivalentes, obtendremos los resultados para el diseño del pavimento flexible.

Para el diseño del pavimento flexible se usará el método AASHTO (1993) lo cual tiene las siguientes variables a emplear:

- Subrasante: es caracterizada a través del módulo resiliente.



Figura 31: calicatas de 1.50 m

Transito ( $W_{18}$ ): es caracterizado a través del número de ejes equivalentes que circulan en el carril.

Para el cálculo de esta variable se usa

$$N = TPD \times \frac{K_1}{100} \times \frac{K_2}{100} \times 365 \times \frac{(1 + r)^n - 1}{\ln(1 + r)} \times FC$$

Donde:

TDP: Transito diario promedio

K<sub>1</sub>: Porcentaje de vehículos pesados o vehículos comerciales

K<sub>2</sub>: factor carril

r: Tasa de crecimiento del tránsito anual

n: tiempo de diseño en años

TRAMO DE LA CARRETERA		cuadra No 1						ESTACION		AV San Martín											
SENTIDO		Sur			Norte			DIA		Domingo											
UBICACION		-AV San Martín - Ica - Ica						FECHA		21 9 2019											
HORA	N. LINEAL	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			BUS		CAMION				SEMI TRAYLER			TRAYLER			TOTAL	
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	≥ 3S3	2T2	3T2	3T3			
07:30-08:30	34	352	22	5	6	5	6	4			3										437
08:00-10:00	42	372	25	6	7	6	8	3			2										471
10:00-11:00	53	402	35	7	2		11	4													514
13:00-14:00	56	321	44	8	2	2	11	3		1											448
16:00-17:00	42	354	36	6		3	9	4		1											455
18:00-19:00	42	345	38	5	1	2	6	5		1											445
TOTALES	269	2146	200	37	18	18	51	23	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2770

Figura 32: Excel para conteo vehicular

Propiedades mecánicas de los materiales: un parámetro mecánico específico del material es el módulo de elasticidad en libras por pulgada cuadrada.

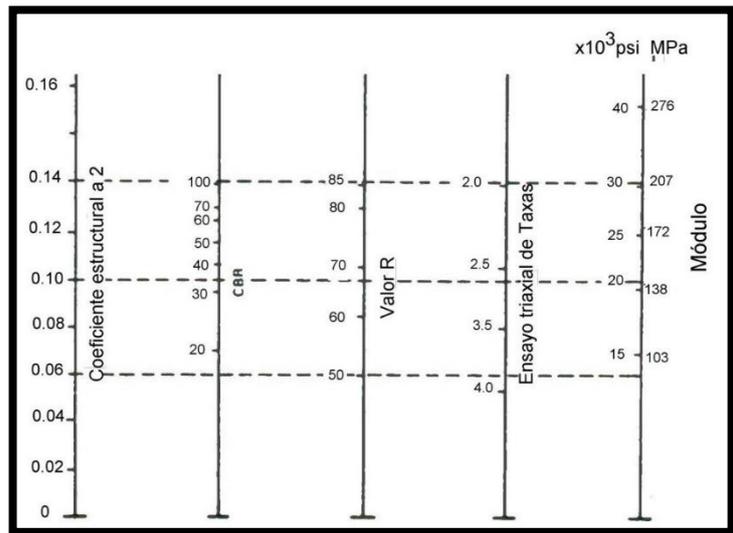


Figura 33: Coeficiente estructural a<sub>2</sub> para base granular no tratada

- Índice de serviciabilidad ( $\Delta PSI = P_o - P_f$ ): es el estado inicial y final de serviciabilidad el pavimento que va diseñar.
- Confiabilidad (R): se define como una probabilidad de la estructura de un pavimento diseñado, donde se desempeña satisfactoriamente las cargas de tráfico y condiciones ambientales para un periodo que fue diseñado.

### 3.6. Métodos de análisis de datos

Según Gallardo sostiene que el análisis de datos nos permite obtener información clave según el siguiente concepto:

El análisis y la interpretación de datos son dos procesos relacionados pero distintos. El análisis de datos incluye en extraer información clave y examinarla para responder a varias preguntas que surgen durante una investigación. La interpretación es un proceso mental mediante el cual uno trata de dar sentido a la información empírica más amplia recopilada (2017, p. 82).

Para este estudio se realizará primeramente los ensayos antes ya nombrados en el laboratorio para así evaluar la variable dependiente que es la base granular del pavimento flexible, a su vez analizar la variable independiente que es la adición de granallas de acero reciclado, ya que debido a este resultado que se obtendrá de los ensayos se procederá a dar respuesta al problema general y específica y también se comprobará las hipótesis planteadas y luego se interpretará los resultados.

### **3.7. Aspectos éticos**

Según Droppelmann (2018), “Existe la necesidad de una herramienta estandarizada que permita evaluar aspectos metodológicos y estadísticos teniendo en cuenta consideraciones éticas” (p.113)

Este trabajo asegura principios de confiabilidad y legitimidad, además, en la construcción de cada capítulo, se apegan debidamente las citas dadas en la bibliografía designada por la universidad a la que el autor especificó, el título se refiere a la investigación. especificado, el número de página y el año en que se originó la solicitud. Cumplimos con la norma ISO-690 - 7ª edición.

## IV. RESULTADOS

### Aspectos generales del proyecto

El siguiente estudio fue desarrollado utilizando estructuras, conceptos y asesoría proporcionada por consultores con el único propósito de mejorar y lograr todos los objetivos propuestos en este proyecto. La zona de prospección donde se realizó la investigación es el distrito de Los Olivos, que pertenece a los 43 distritos del área metropolitana de Lima, con una altitud de 75 metros y una superficie de 18,75 kilómetros cuadrados, con una superficie de 18,75 metros cuadrados. kilómetros. Las temperaturas varían estacionalmente entre 18°C y 25°C, con la sensación de calor disminuyendo en invierno y aumentando en verano.

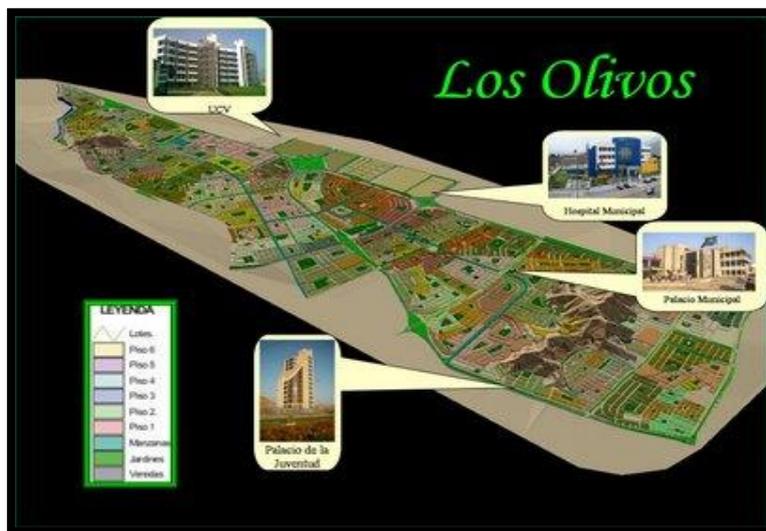


Figura 34: Plano del distrito de los olivos

Coordenadas Geográficas:

- ❖ Latitud: -11.1917
- ❖ Longitud: -77.0706
- ❖ Latitud: 11°59'30" Sur
- ❖ Longitud: 77° 4' 14" Oeste

Ubicación Política:

- ❖ Provincia: Lima
- ❖ Departamento: Lima
- ❖ Distrito: Los Olivo



Figura 35: Mapa geográfico del Perú



Figura 36: Mapa de Lima Metropolitano



## Descripción del proyecto

Está a punto de finalizar otro estudio en curso para aclarar y describir las propiedades de la capa base granular con la adición de perdigones de acero reciclado. Los productos mencionados en este proyecto fueron elegidos porque nuestra experiencia ha sido trabajar con materiales similares a los de esta investigación, y pueden o no funcionar mejor en su espacio de ejecución. Se eligieron para la dosificación porcentajes de grano que oscilaban entre 2%, 4% y 6%. Estas dosificaciones consisten en agregar estas dosificaciones a muestras estándar para modificarlas positiva o negativamente, afectando las propiedades físicas y mecánicas. Cabe mencionar que las pruebas de laboratorio de este proyecto se realizarán de acuerdo a la norma de pavimentos urbanos CE 0.10 para garantizar el buen desarrollo y fluidez de los trabajos de investigación.

## Accesibilidad a la zona de estudio:

Para nuestro proyecto de investigación, la accesibilidad del área de estudio es la Avenida 2 de Octubre de los Olivos. La calle se origina en la Panamericana Norte y culmina en la Av. Kanta Callao. Seleccionando el óvalo Infanta como referencia.

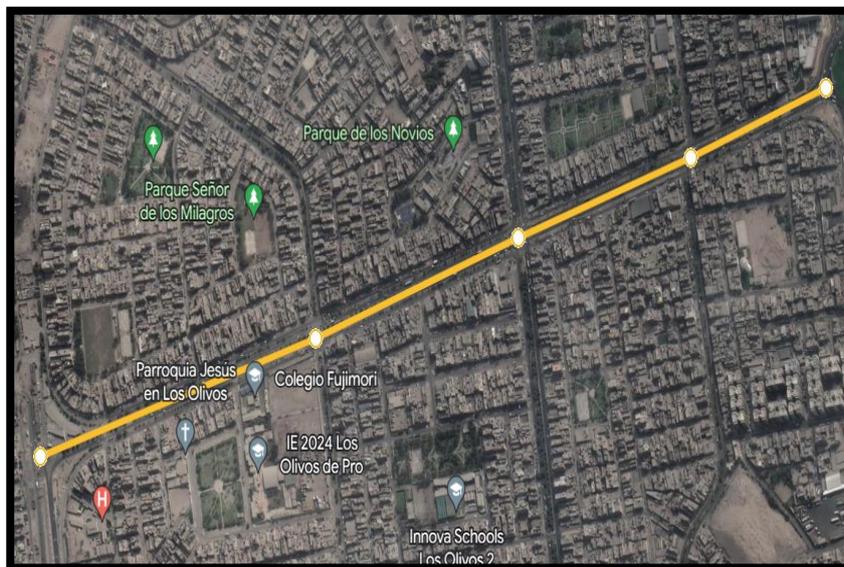


Figura 39: Croquis de la zona de estudio

## Estado actual de la zona del proyecto:

Se revisó localmente el estado del área de estudio a lo largo de la vía y se observaron defectos como piel de cocodrilo, surcos, deformaciones y grietas

longitudinales, que se explican por la alta densidad de tráfico. Por tratarse de una vía arterial en base a la norma CE 0.10, se han producido perturbaciones en el tráfico por la falta de conservación y mantenimiento de la vía debido al incremento de los últimos años, lo que repercute negativamente en el entorno que rodea a la Comarca del Olivo. Afecta a los árboles ya Todos los vehículos en este camino

### Descripción y ubicación de colaboradores

Laboratorio LEM-ENGIL SRL con RUC: 20600588924

El funcionamiento de las empresas privadas y el sector público. Sus actividades incluyen operaciones de minería, construcción, pavimentación y saneamiento, ensayos mecánicos de suelos, evaluación de ingeniería, es decir, en todas las áreas (infraestructura vial, infraestructura de defensa). plantas de hormigón, centrales hidroeléctricas, minas). El laboratorio está ubicado en ul. Los Ingenieros Mz. F6 Lote 19 Asoc. Ramón Castilla-San Juan de Lurigancho, el hito más cercano es la estación de Santa Rosa.



Figura 40: ubicación del laboratorio LEM – ENGEL SRL

## Meigasa S.A.C.

La empresa está ubicada en el distrito de S.M.P. y su fundamental actividad económicas son la venta de granos de acero cuadrados y esféricos, venta de soldadura y fundentes. Un material que se puede utilizar para mejorar el sustrato granular del pavimento flexible también estuvo disponible aquí al precio asequible de 50 kg de granalla de acero.

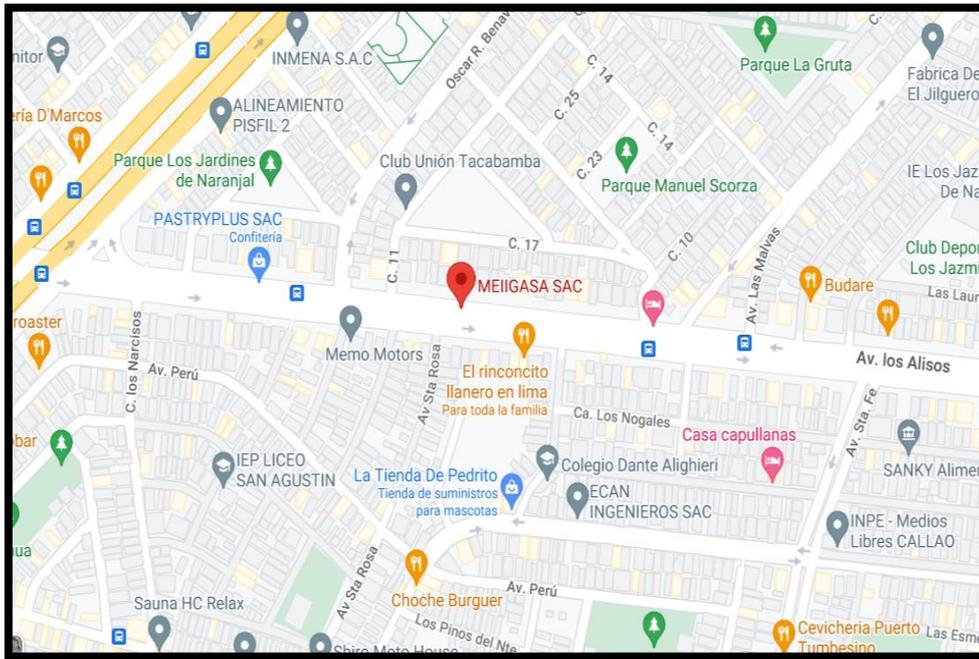


Figura 41: ubicación de MEIGASA S.A.C

## Análisis Granulométrico de los Materiales

### GRANALLA DE ACERO

Para decretar el tamaño nominal de los agregados se aplicó la NTP 339.128:1999 /ASTM D 6913 / MTC E 204, la cual prescribe y especifica los criterios que debe cumplir este generador.

## Cálculos:

**Tabla 1:** Análisis granulométrico de la granalla de acero NTP 339.128

TAMIZ ASTM E 11		PESO RETENIDO (G)	PORCENTAJE		
SI	SM (mm)		RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA
N° 4	4.750	0.0	0.0	0.00	100.0
N°10	2.000	0.0	0.0	0.00	100.0
N°20	0.840	1.5	0.3	0.3	99.7
N°40	0.425	491.2	98.2	98.5	1.5
N°60	0.250	6.1	1.2	99.8	0.2
N° 140	0.106	0.7	0.1	99.9	0.1
N° 200	0.075	0	0.0	99.9	0.1
< 200	FONDO	0.5	0.1	100.0	

Fuente: Elaboración propia

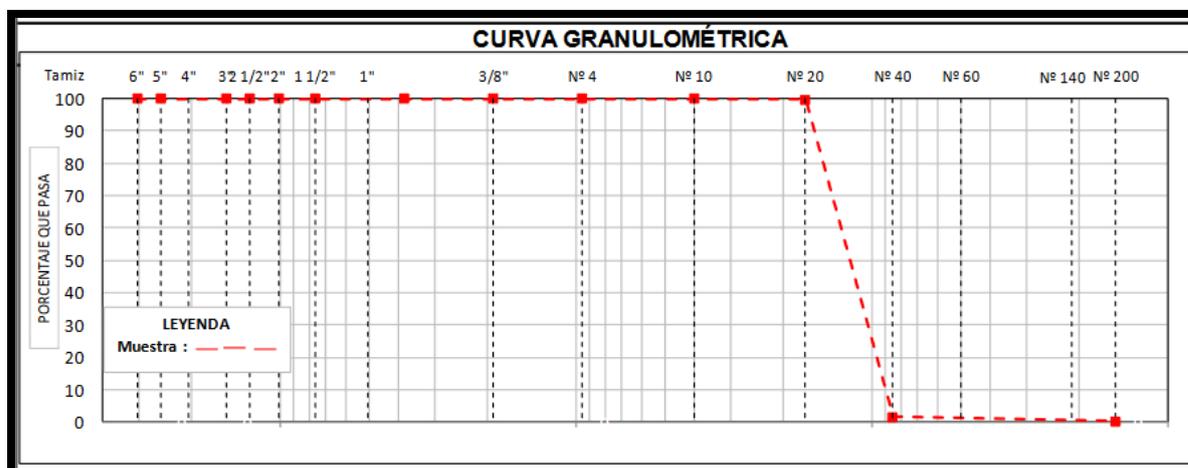


Figura 42: curva granulométrica de la granalla de acero

## Análisis de resultado:

En esta Tabla 1 se muestra cada tamiz con las medidas correspondientes para realizar el ensayo granulométrico del material adicionado al sustrato granular. Estos son N°4, N°10, N°20, N°40, N°60, N°140, N°200 y < 200 según lo especificado en la NTP 339.128:1999, MTC E 204 y Norma Extranjera ASTM D 6913.

**Objetivo específico 1:** Determinar las propiedades físicas de la base del pavimento flexible con y sin adición de granallas de acero reciclado en distintas dosificaciones, Av. 2 De octubre, Los Olivos, 2022.

Como primeros resultados de los ensayos de laboratorio realizados sobre muestras rutinarias de los materiales que forman la capa base de los pavimentos flexibles, se obtuvo el contenido de agua, que expresa la relación entre el peso del agua en el suelo y el peso de la parte sólida.

## Cálculos

**Tabla 2:** *contenido de humedad*

Condición de muestra		Muestra total
Prueba	N°	1
Tara (Recipiente)	N°	A-B04
Peso De Suelo Húmedo Más Recipiente	g.	12544.0
Peso De Suelo Seco Más Recipiente	g.	12403.0
Peso Del Recipiente	g.	646.0
Peso Del Agua	g.	141.0
Peso Del Suelo Seco	g.	11757.0
Humedad	%	1.2
Promedio Humedad	%	1.2

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 3:** *resultados obtenidos*

RESULTADOS OBTENIDOS	
MATERIAL	HUMEDAD (%)
Muestra Total	1

Fuente: elaboración propia

**Análisis de resultados:** Para calcular el contenido de humedad, el peso del agua se divide por el peso del suelo seco y se multiplica por 100. El resultado se expresa en porcentaje. Así mismo, el porcentaje de humedad en nuestra muestra. 1%.

Se determinó una curva de clasificación mediante la prueba de tamaño de partícula y se realizó un análisis de tamaño de partícula de tamiz. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

**Cálculos:**

**Tabla 4: Análisis granulométrico**

Tamiz ASTM E 11		Peso Retenido (G)	Porcentaje		
SI	SM (mm)		Retenido	Acumulado	Que Pasa
3"	76.200				100.0
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	734.0	6.2	6.2	93.8
3/4"	19.000	1276.0	10.9	17.1	82.9
3/8"	9.500	1302.0	11.1	28.2	71.8
N° 4	4.750	143.7	18.3	46.4	53.6
N°10	2.000	143.7	16.1	62.5	37.5
N°20	0.840	43.7	16.1	62.5	32.6
N°40	0.425	37.8	4.9	67.4	28.4
N°60	0.250	54.8	6.1	77.8	22.2
N° 140	0.106	48.7	5.4	83.2	16.8
N° 200	0.075	26.7	3.0	86.2	13.8
< 200	FONDO	123.6	13.8	100.0	

Fuente: Elaboración Propia.

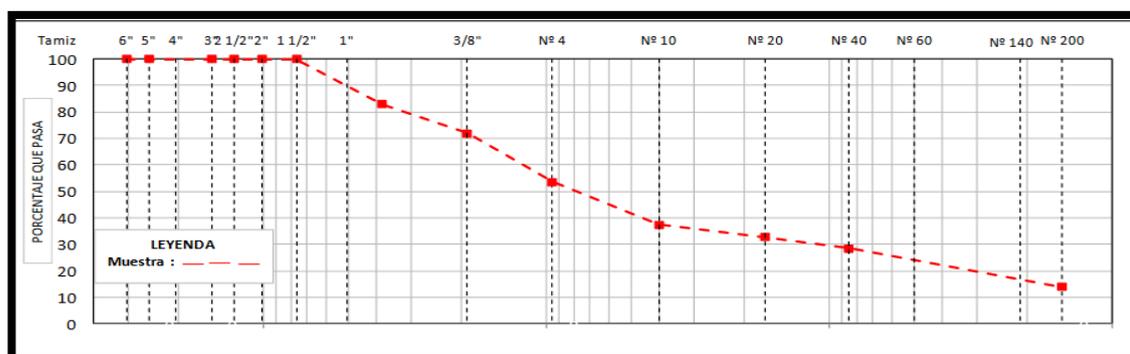


Figura 43: curva granulométrica muestra patrón.

**Tabla 5: datos de la muestra**

DATOS DE LA MUESTRA			
MUESTREADO POR: EL SOLICITANTE			
PESO TOTAL SECO:	11757.0	g.	
PESO FRACCION < 3":	-	g.	
PESO FRACCION < N° 4:	479.0	g.	
PESO FRACCION < N° 10:	-	g.	
PROCEDIMIENTO DE SECADO	HORNO	X	110 °C
	COCINA		

Fuente:

elaboración propia

**Tabla 6: datos de la muestra**

RESULTADOS OBTENIDOS			
CLASIFICACION DE SUELOS		AASHTO	A-1-a (O)
		ASTM D 2487	GM
% DE PARTICULAS	BLOQUES:	0.0	100.0
	BOLONES:	0.0	
	GRAVA:	46.4	
	AREANA:	39.7	
	FINOS:	13.8	
NOMBRE DE GRUPO: GRAVA LIMOSA CON ARENA			
ASTM D4318 L.L: NP LP: NP IP:NP			

propia

Fuente: elaboración

**Análisis de resultados:** De acuerdo con la prueba de tamaño de partícula, el contenido de partículas de grava es 46,4%, arena es 39,7%, polvo fino es 13,8%. También cumple con los requisitos de la norma técnica CE de nivel GRAD "B" para pavimentos urbanos. 010.

Se realizaron pruebas para determinar el límite de Atterberg. Consta de límite líquido y límite plástico, de los cuales se obtienen los siguientes resultados:

Este material no cumple los requisitos mínimos establecidos en la normativa para ser clasificado como plástico. Por lo tanto, este material se considera no plástico.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, podemos clasificar el suelo según los siguientes criterios de AASHTO y SUCS:

**Tabla 7: Clasificación de suelo de la muestra patrón**

Clasificación de suelo		
AASHTO	SUCS	NOMBRE DEL GRUPO
A-1-a (O)	GM	Grava limosa con arena

Fuente: elaboración propia

Mediante el ensayo de abrasión de los ángeles logramos determinar la resistencia a la degradación de los mismos para verificar la forma mejorada, causado por el desgaste del material debido a la acción de una fila de bolas de acero en un tambor metálico giratorio.

## Cálculos

**Tabla 8:** Abrasión de los ángeles

Gradación tipo: A				
	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	Masa Perdida Luego de 500 revoluciones (g)	desgaste por abrasión (%)
total	5005.0	3878.0	1127.0	23

Fuente: elaboración propia

**Análisis de resultados:** Este proceso se utiliza como indicador de la calidad relativa de las muestras. Como resultado, el peso final fue de 3878 g.

Se efectuó el ensayo de equivalente de arena para identifica las proporciones relativas de partículas finas de arcilla o plástico y polvo a medida que pasan a través de suelos granulares y material fino reforzado en condiciones estándar

## Cálculos

**Tabla 9:** Equivalente de arena

hora de inicio decantación	11:30	11:35	11:40
hora termino decantación	11:50	11:55	12:00
nivel superior arcilla (Nt)	6.2	6.1	6.2
nivel superior arena (Na)	2.3	2.3	2.3
% equivalente de arena ( $\frac{Na}{Nt} * 100$ )	38	38	38
promedio	38		

Fuente: Elaboración propia

**Análisis de resultado:** se encontró que cumplía con las especificaciones de la norma MTC 114, Es decir, El valor mínimo es del 35%, por lo que el porcentaje de arena equivalente de esta investigación es del 38% lo cual es apta para la elaboración de la base.

El objetivo de los ensayos fue determinar las propiedades físicas de muestras convencionales que formaban parte de una base de pavimento flexible con adiciones de granalla de acero del 2%, 4% y 6%.

Los resultados del contenido de agua para muestras convencionales obtenidas con la adición de perdigones de acero se muestran en la siguiente tabla:

**Calculo:**

**Tabla 10:** *contenido de humedad de la muestra con granalla de acero.*

Condición de muestra	UND	Muestra convencional		
		2% de granalla de acero	4% de granalla de acero	6% de granalla de acero
Prueba	N°	1	1	1
Tara (Recipiente)	N°	B-B01	B-B03	A-B05
Peso De Suelo Húmedo Mas Recipiente	g.	13655.0	12846.0	13029.0
Peso De Suelo Seco Mas Recipiente	g.	13523.0	12743.0	12937.0
Peso Del Recipiente	g.	639.0	634.0	657.0
Peso Del Agua	g.	132.0	103.0	92.0
Peso Del Suelo Seco	g.	12884.0	12109.0	12280.0
Humedad	%	1.0	0.9	0.7
Promedio Humedad	%	1.0	0.9	0.7

Fuente: elaboración propia

**Análisis de resultados:** el porcentaje de contenido de humedad de acuerdo se va añadiendo en mayor porcentaje de granallas de acero, se obtuvo 1%, 0.9% y 0.7% de humedad de la muestra con 2%, 4% y 6% de granalla.

Se agrego granalla de acero a las muestras convencionales para la prueba de tamaño de partículas, los resultados se muestran en la tabla a continuación:

**Cálculos:**

**Tabla 11: análisis granulométrico de la muestra con granalla de acero.**

TAMIZ ASTM E 11		2% de granalla de acero		4% de granalla de acero		6% de granalla de acero	
SI	SM (mm)	% retenido acumulado	% que pasa	% retenido acumulado	% que pasa	% retenido acumulado	% que pasa
3"	76.200		100.0		100.0		100
2 1/2"	63.500	0.0	100.0	0.0	100.0	0	100
2"	50.800	0.0	100.0	0.0	100.0	0	100
1 1/2"	38.100	0.0	100.0	0.0	100.0	0	100
1"	25.400	6.1	93.9	6.4	93.6	6.6	93.4
3/4"	19.000	16.9	83.1	17.7	82.3	18.1	81.9
3/8"	9.500	28.3	71.7	29.5	70.5	29.8	70.2
N° 4	4.750	46.1	53.9	46.9	53.1	47.2	52.8
N°10	2.000	62.4	37.6	62.8	37.2	62.7	37.3
N°20	0.840	67.0	33.0	66.6	33.4	66.6	33.4
N°40	0.425	74.4	25.6	77.3	22.7	78.6	21.4
N°60	0.250	79.3	20.7	81.2	18.8	82.8	17.2
N° 140	0.106	84.0	16.0	84.7	15.3	86.1	13.9
N° 200	0.075	86.6	13.4	86.9	13.1	87.9	12.1
< 200	FONDO	100.0		100.0		100	

Fuente: elaboración propia.

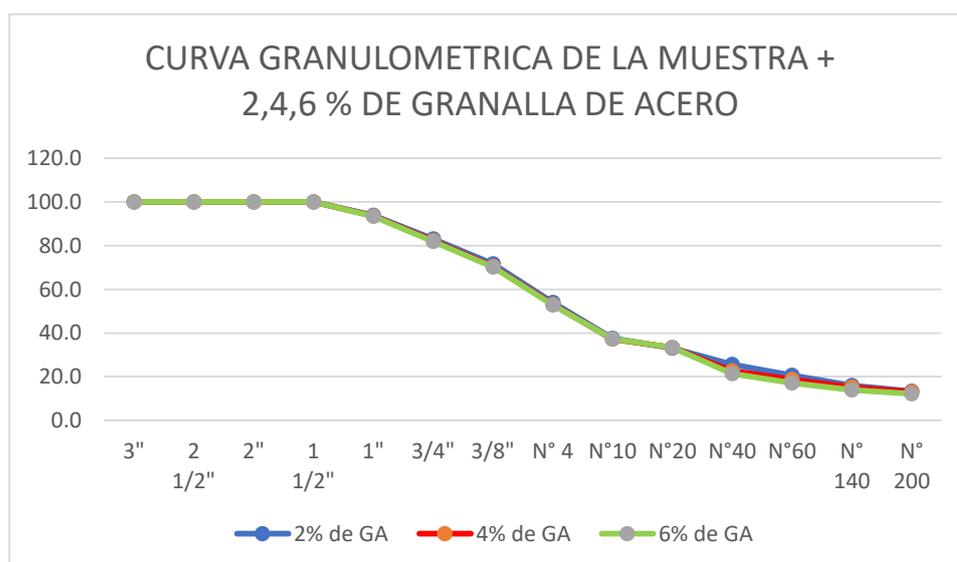


Gráfico 1: Curva Granulométrica de la muestra con granalla de acero

**Análisis de resultados:** En cuanto a la determinación del tamaño de partícula, las tres muestras mostraron el mismo comportamiento. Cuando la dosificación de granalla de acero es 2%,4% y 6%, el contenido de grava de la muestra es 46,1%, 46,9% y 47,2%, el contenido de arena es 40,6%, 40,0% y 40,7%, y el contenido de polvo fino es 13,4 %, 13,1% y 12,1%. De acuerdo con los indicadores de las "Normas Técnicas de Pavimentación Urbana", las tres muestras se encuentran en la GRADACION "B"

Realizar pruebas para determinar el límite de Atberg de la muestra patrón con adición de granallas de acero.

Al igual que los resultados del modelo, la muestra con granalla de acero añadida es un material no plástico porque la muestra no cumple con el límite líquido y plástico mínimo cuando se prueba. Propuesto por norma ASTM. Por tanto, la clasificación según AASHTO y SUCS es la siguiente:

**Tabla 12:** *Clasificación de la muestra con granallas de acero*

	Clasificación de suelo		
	AASHTO	SUCS	NOMBRE DEL GRUPO
Muestra patrón	A-1-a (O)	GM	Grava limosa con arena
+ 2% granalla de acero	A-1-a (O)	GM	Grava limosa con arena
+4% granalla de acero	A-1-a (O)	GM	Grava limosa con arena
+6% granalla de acero	A-1-a (O)	GM	Grava limosa con arena

Fuente: elaboración propia

**Objetivo específico 2:** Determinar las propiedades mecánicas de la base del pavimento flexible con y sin adición de granallas de acero reciclado en distintas dosificaciones, Av. 2 De octubre, Los Olivos, 2022.

Se realizó una prueba de Proctor modificada para determinar la relación entre la humedad del suelo y la densidad seca de muestras convencionales y se obtuvieron los siguientes resultados:

## Cálculos

**Tabla 13:** descripción del molde para el ensayo Proctor

DESCRIPCION DEL PISON Y MOLDE	
QUIPO DE COMPACTACION:	MANUAL
MOLDE N°:	5
PESO DEL MOLDE:	7101 g.
VOLUMEN DEL MOLDE:	2118 cm3

Fuente: elaboración propia

**Tabla 14:** Ensayo de Proctor Modificado, Base Granular

DETERMINACION (PUNTOS)		1	2	3	4
PESO DE SUELO + MOLDE	g.	11938	12162	12345	12340
PESO DE MOLDE	g.	7101	7101	7101	7101
PESO DE SUELO HUMEDO COMPACTADO	g.	4837	5061	5244	5239
CONTENIDO DE AGUA	cm3	2118	2118	2118	2118
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	g.	2.284	2.39	2.476	2.474
TARRA (RECIPIENTE)	N°	B-T09	B-T17	A-T05	B-T15
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA	g.	738.7	682.4	516.2	683.4
PESO DE SUELO SECO + TARA	g.	731.0	664.0	494.8	645.4
PESO DE TARA (RECIPIENTE)	g.	113.9	119.5	93.0	116.0
PESO DE AGUA	g.	7.7	18.4	21.4	38
PESO DEL SUELO SECO	g.	617.1	544.5	401.8	529.4
CONTENIDO DE AGUA	%	<b>1.2</b>	<b>3.4</b>	<b>5.3</b>	<b>7.2</b>
PESO VOLUMETRICO SECO	cm3	<b>2.256</b>	<b>2.311</b>	<b>2.351</b>	<b>2.308</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 15:** Resultados Obtenidos

RESULTADOS OBTENIDOS
MAXIMA DENSEDAD SECA (g/cm3): 2.352
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 5.5

Fuente: elaboración propia

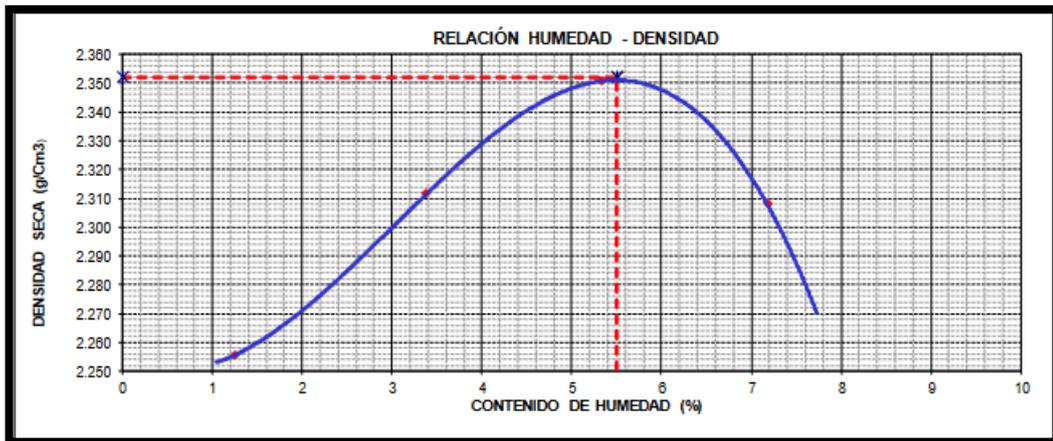


Figura 44: curva de relación humedad – densidad, Proctor Modificado

**Análisis de resultado:** se encontró una máxima densidad seca de 2,352 g/cm<sup>3</sup>. Esto se logra con una humedad óptima de 5,5 %.

Finalmente, realizamos la prueba CBR (California Bearing Ratio) en la muestra convencional, que puede decretar la capacidad de carga de la muestra ensayada, y se obtienen los siguientes resultados:

## Cálculos

**Tabla 16: Ensayo de CBR (California Bearing Ratio)**

MOLDE N° CAPA GOLPES POR CAPA N°	1		2		3	
	5		5		5	
	56		25		10	
COND. DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + Suelo húmedo	13285	12629	12068	12223	11712	11967
Peso de molde (g)	8010	7925	7643	7643	7490	7490
Peso del suelo húmedo (g)	5275	4704	4425	4580	4222	4477
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2125	2121	2132	2132	2143	2143
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2482	2218	2076	2148	1970	2089
% de humedad	5.5	16.0	14.5	18.4	14.7	21.7
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2353	1912	1814	1814	1718	1717
Densidad Máxima Laboratorio (g/cm <sup>3</sup> )	2352	1907	1907	1907	1907	1907
	100.0	100.2	95.1	95.1	95.1	90
Tarro N.º	A-T02	C-T11	B-T18	B-T16	A-T10	E-T07
Tarro + Suelo húmedo (g)	512.4	1565.0	896.0	785.4	510.0	1618
Tarro + Suelo seco (g)	490.5	1491.6	855.0	743.0	487.9	1528.0
Peso del Agua (g)	21.9	73.4	41.0	42.4	22.1	90.00
Peso del tarro (g)	91.7	238.4	113.3	113.7	92.2	321.9
Peso del suelo seco (g)	398.8	1253.2	741.7	629.3	395.7	1206.1
% de humedad	5.5	5.9	5.5	6.7	5.6	7.5

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 17: ensayo de expansión, muestra patrón, base granular**

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14-Abr-23											
15-Abr-23											
16-Abr-23											
17-Abr-23											
18-Abr-23											
sub total											

Fuente: elaboración propia

**Tabla 18: ensayo de carga de penetración, muestra patrón, ensayo CBR**

PENETRACION													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. Kg/cm2	MOLDE 1				MOLDE 2				MOLDE 2			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		DIAL (DIV)	Kg/cm2	Kg/cm2	%	DIAL (DIV)	Kg/cm2	Kg/cm2	%	DIAL (DIV)	Kg/cm2	Kg/cm2	%
0.000		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025		173.0	8.7			82.0	4			39.0	1.8		
0.050		392.0	20.0			231.0	11.7			89.0	4.4		
0.075		713.0	36.4			477.0	24.3			161.0	8.1		
0.100	70.31	975.0	49.9	63.0	89.6	744.0	38.0	55.0	78.2	255.0	12.9	22.0	31.3
0.125		1309.0	67.0			998.0	51.1			364.0	18.5		
0.150		1782.0	91.3			1456.0	74.6			483.0	24.6		
0.175		2167.0	111.1			1802.0	92.4			611.0	31.2		
0.200	105.00	2618.0	134.2	142.0	135.2	2102.0	107.7	124.0	118.1	750.0	38.3	48.0	45.7
0.300		3612.0	185.2			3123.0	160.1			1247.0	63.8		
0.400		4232.0	217.1			3788.0	194.3			1744.0	89.4		
0.500		4736.0	242.9			4083.0	209.4			2200.0	112.8		

Fuente: elaboración propia

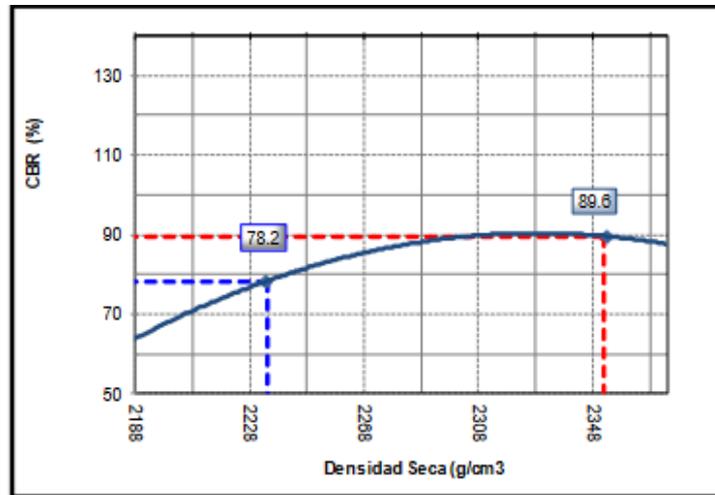


Figura 45: grafico de penetración de CBR

**Datos del Proctor**

Densidad seca 2351 g/cm3  
Optimo humedad 5.5 %

**Resultados de CBR al 0.1"**

Densidad al 100% 89.6 g/cm3  
Densidad al 95% 78.2 g/am3

**Datos del Proctor**

Densidad al 100% 2352 g/cm3  
Densidad al 95% 2234 g/am3

**Expansión**

Expansión 0.00%

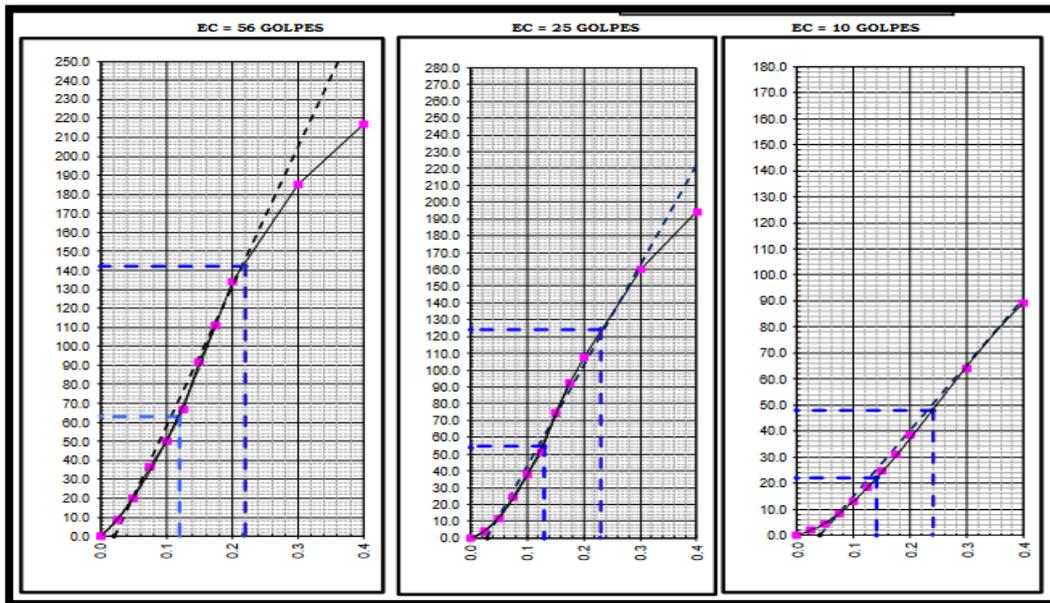


Figura 46: grafico de N° de golpes

**Análisis de resultados:** Otras pruebas han determinado que la muestra convencional es un material que no se infla con un CBR de 89,6 g/m<sup>3</sup> al 100 % de la densidad seca máxima y 78,2 % de CBR al 95 % de la densidad seca máxima. Además, también cumple con los requisitos mínimos para sustratos especificados en las normas técnicas CE para pavimentos urbanos. 010.

El objetivo de los ensayos fue determinar las propiedades mecánicas de las muestras convencionales que formaron parte de la capa base del pavimento flexible, a las que se les adicionó granalla de acero en una proporción del 2%, 4% y 6%.

Los resultados obtenidos al agregar granalla de acero a la muestra Proctor tradicional mejorada se muestran en la siguiente tabla:

**Cálculos:**

**Tabla 19:** Proctor modificado de muestra con granallas de acero

Indicadores	UND	Muestra		
		2% Granallas de acero	4% Granallas de acero	6% Granallas de acero
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.360	2.366	2.373
Optimo contenido de humedad	%	5.3	5.2	5.1

Fuente: Elaboracion Propia

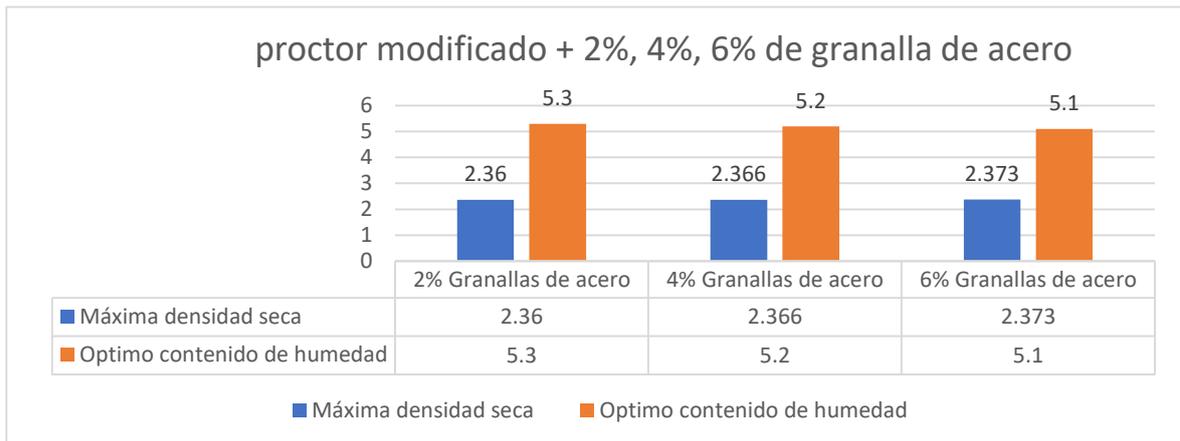


Gráfico 2: Proctor modificado con granallas de acero

**Análisis de resultados:** De los siguientes experimentos, encontramos que a medida que aumentaba la cantidad de granalla de acero, la densidad seca aumenta, pero el contenido óptimo de humedad disminuye, enfatizando que la densidad seca es mayor alcanzada con la adición de 6% de granalla de acero fue de 2373 g/cm<sup>3</sup>.

Finalmente, realizamos una prueba CBR (California Bearing Ratio) para medir la capacidad de carga de las muestras convencionales con 2%, 4% y 6% de granalla de acero añadida, y obtuvimos los siguientes resultados:

**Tabla 20:** CBR con granallas de acero

	Relación de soporte de califonia (CBR)		
	2% de granallas de acero	4% de granallas de acero	6% granallas de acero
CBR al 100% de la MDS	92.4%	95.3%	98.1%
CBR al 95% de la MDS	81.1%	85.3%	88.2%

Fuente: Elaboracion Propia

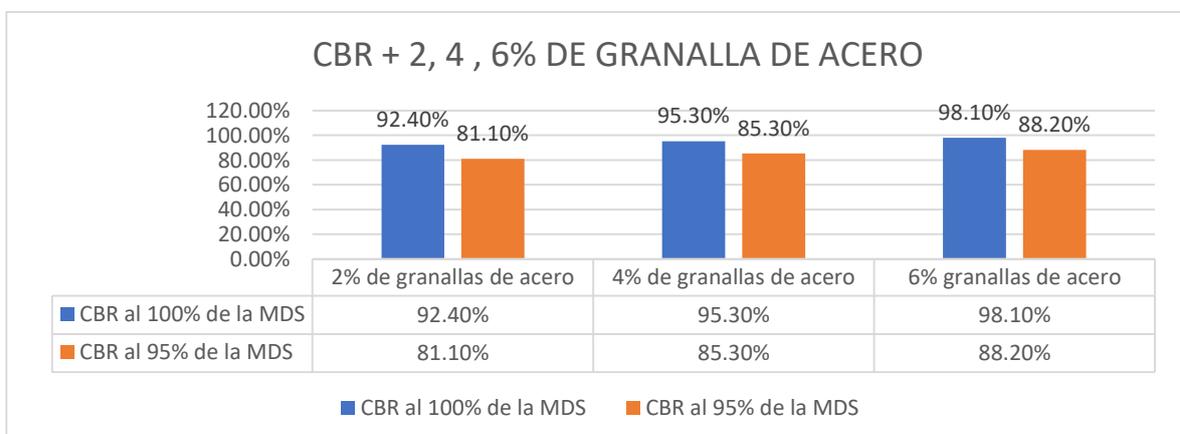


Grafico 3: CBR con granallas de acero

**Análisis de resultados:** Como resultado de las pruebas realizadas, se añadió granalla de acero al 6% a la muestra normal y esta fue la que mejores resultados mostró frente a las demás dosis.

**Objetivo Específico 3:** Determinar Como influye la adición de granallas de acero reciclado en el diseño estructural del pavimento flexible, Av. 2 De octubre, Los Olivos, 2022.

Diseño de pavimento flexible usando resultados de CBR para especímenes agregados con granalla de acero al 6% usando el método AASTHO 1993 y adoptado en el Manual de Combinaciones 2014.

El objetivo de este método es calcular el número de construcciones con las que podemos encontrar un espesor que corresponda a este valor y así asegurar el correcto funcionamiento del recubrimiento.

#### CÁLCULO DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO

Nota: 24 horas cuentan como 7 días, del 04/06/2023 al 10/06/2023

#### APLICACIÓN DE FORMULA PARA UN CONTEO DE 7 DÍAS

$$IMD_a = IMD_s \times FC$$

Donde: IMDs = índice medio diario semanal del conteo vehicular tomada

IMDa= índice medio anual

FC= factores de corrección estacional

**Tabla 21: volumen de tráfico promedio diario.**

HORA	MOTOTAXI (lineal)	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
<b>4/06/2023</b>																					
ENTRADA	1450	1087	893	923	984	1000	95	124	42	312	56	43	18	15	28	1	3	9	0	1	7,084
SALIDA	1025	749	730	730	1045	532	192	192	43	312	32	34	32	9	76	0	0	0	0	0	5,733
<b>Ambos</b>	<b>2475</b>	<b>1836</b>	<b>1623</b>	<b>1653</b>	<b>2029</b>	<b>1532</b>	<b>287</b>	<b>316</b>	<b>85</b>	<b>624</b>	<b>88</b>	<b>77</b>	<b>50</b>	<b>24</b>	<b>104</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>12,817</b>
<b>5/06/2023</b>																					
ENTRADA	980	1134	619	1217	591	459	34	211	32	129	51	21	4	0	0	0	0	0	0	0	5,482
SALIDA	723	754	736	688	719	678	127	187	43	130	48	20	0	0	0	0	0	0	0	0	4,853
<b>Ambos</b>	<b>1703</b>	<b>1888</b>	<b>1355</b>	<b>1905</b>	<b>1310</b>	<b>1137</b>	<b>161</b>	<b>398</b>	<b>75</b>	<b>259</b>	<b>99</b>	<b>41</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10,335</b>
<b>6/06/2023</b>																					
ENTRADA	630	1912	611	593	584	573	40	200	38	130	48	12	0	0	0	0	0	0	0	0	5,371
SALIDA	831	847	899	834	804	900	64	187	47	130	0	14	22	5	20	18	10	13	9	6	5,660
<b>Ambos</b>	<b>1461</b>	<b>2759</b>	<b>1510</b>	<b>1427</b>	<b>1388</b>	<b>1473</b>	<b>104</b>	<b>387</b>	<b>85</b>	<b>260</b>	<b>48</b>	<b>26</b>	<b>22</b>	<b>5</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>11,031</b>
<b>7/06/2023</b>																					
ENTRADA	881	928	973	956	507	543	64	187	32	257	48	19	26	17	34	20	20	3	5	4	5,524
SALIDA	1276	871	874	555	684	881	37	187	36	213	48	25	7	12	24	15	12	9	13	3	5,782
<b>Ambos</b>	<b>2157</b>	<b>1799</b>	<b>1847</b>	<b>1511</b>	<b>1191</b>	<b>1424</b>	<b>101</b>	<b>374</b>	<b>68</b>	<b>470</b>	<b>96</b>	<b>44</b>	<b>33</b>	<b>29</b>	<b>58</b>	<b>35</b>	<b>32</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>7</b>	<b>11,306</b>
<b>8/06/2023</b>																					
ENTRADA	1928	456	556	448	441	442	44	187	50	130	48	22	8	19	8	24	4	12	4	6	4,837
SALIDA	1428	807	923	736	872	1050	57	177	51	130	48	23	2	8	10	6	3	10	5	4	6,350
<b>Ambos</b>	<b>3356</b>	<b>1263</b>	<b>1479</b>	<b>1184</b>	<b>1313</b>	<b>1492</b>	<b>101</b>	<b>364</b>	<b>101</b>	<b>260</b>	<b>96</b>	<b>45</b>	<b>10</b>	<b>27</b>	<b>18</b>	<b>30</b>	<b>7</b>	<b>22</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11,187</b>
<b>9/06/2023</b>																					
ENTRADA	1962	480	860	897	610	515	55	240	44	130	49	26	6	8	10	6	2	19	2	3	2277
SALIDA	878	889	992	955	875	823	60	187	46	130	48	42	2	17	22	9	8	8	6	0	5847
<b>Ambos</b>	<b>2840</b>	<b>1369</b>	<b>1852</b>	<b>1852</b>	<b>1485</b>	<b>1338</b>	<b>115</b>	<b>427</b>	<b>90</b>	<b>260</b>	<b>97</b>	<b>68</b>	<b>8</b>	<b>25</b>	<b>32</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>27</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>11,921</b>
<b>10/06/2023</b>																					
ENTRADA	854	820	566	543	508	611	46	187	44	130	48	14	4	9	12	11	5	3	12	3	4013
SALIDA	517	716	542	518	793	434	65	144	46	130	48	13	2	9	28	2	5	2	1	3	3216
<b>Ambos</b>	<b>1371</b>	<b>1536</b>	<b>1108</b>	<b>1061</b>	<b>1301</b>	<b>1045</b>	<b>111</b>	<b>331</b>	<b>90</b>	<b>260</b>	<b>96</b>	<b>27</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>40</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>8,448</b>
<b>TOTAL</b>	<b>15,363</b>	<b>12,450</b>	<b>10,774</b>	<b>10,593</b>	<b>10,017</b>	<b>9,441</b>	<b>980</b>	<b>2,597</b>	<b>594</b>	<b>2,393</b>	<b>620</b>	<b>328</b>	<b>133</b>	<b>128</b>	<b>272</b>	<b>112</b>	<b>72</b>	<b>88</b>	<b>57</b>	<b>33</b>	<b>77,045</b>

Fuente: elaboracion propia

**Tabla 22: Resumen del volumen de tráfico promedio de entrada y salida**

SENTIDO	MOTOTAXI (lineal)	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
ENTRADA	1241	974	725	797	604	592	54	191	40	174	50	22	9	10	13	9	5	7	3	2	5522
SALIDA	954	805	814	717	827	757	86	180	45	168	39	24	10	9	26	7	5	6	5	2	5485
<b>IMD</b>	<b>2195</b>	<b>1779</b>	<b>1539</b>	<b>1513</b>	<b>1431</b>	<b>1349</b>	<b>140</b>	<b>371</b>	<b>85</b>	<b>342</b>	<b>89</b>	<b>47</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>39</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>11006</b>

Fuente: elaboracion propia

**Tabla 23: Tráfico vehicular IMD anual y clasificación vehicular (veh/día)**

Tipo de Vehículos	IMDS	Distrib. %
Mototaxi	2195	19.9%
Autos	1779	16.2%
Camioneta Pick Up	1539	14.0%
Camioneta Panel	1513	13.7%
Combi Rural	1431	13.0%
Micro	1349	12.3%
Ómnibus 2E y 3E	596	5.4%
Camión 2E	342	3.1%
Camión 3E	89	0.8%
Camión 4E	47	0.4%
Semi tráiler	92	0.8%
Tráiler	36	0.3%
<b>TOTAL, IMD</b>	<b>11006</b>	<b>100.0%</b>

**Tabla 24: calculo IMD**

CALCULO DEL IMD Resumen de Metodología	
IMD =	$\frac{VS}{7}$
	VS = Volumen Promedio Semanal
Fc Veh. Ligeros =	<b>1.1445</b>
Fc Veh. Pesados =	<b>1.0416</b>
IMD =	<b>12475</b> Vehículos por día
	4,553,491 V. x año

**Tabla 25: Tráfico vehicular IMD anual y clasificación vehicular (veh/día)**

Tipo de Vehículos	IMD	Distrib. %
MOTOTAXI	2512	20.1%
AUTOS	2036	16.3%
Camioneta Pick Up	1762	14.1%
Camioneta Panel	1732	13.9%
Combi Rural	1638	13.1%
Micro	1544	12.4%
Ómnibus 2E y 3E	621	5.0%
Camión 2E	356	2.9%
Camión 3E	92	0.7%
Camión 4E	49	0.4%
Semi tráiler	96	0.8%
Tráiler	37	0.3%
<b>TOTAL, IMDA</b>	<b>12475</b>	<b>100.0%</b>

Índice medio diario = 9955 veh/día

Resultando el IMD de 9955 vehículos al 100% El área de estudio se interpreta como flujo alto, y el conocimiento de este valor indica el progreso de nuestro diseño de pavimento flexible para pruebas de estabilidad y flujo.

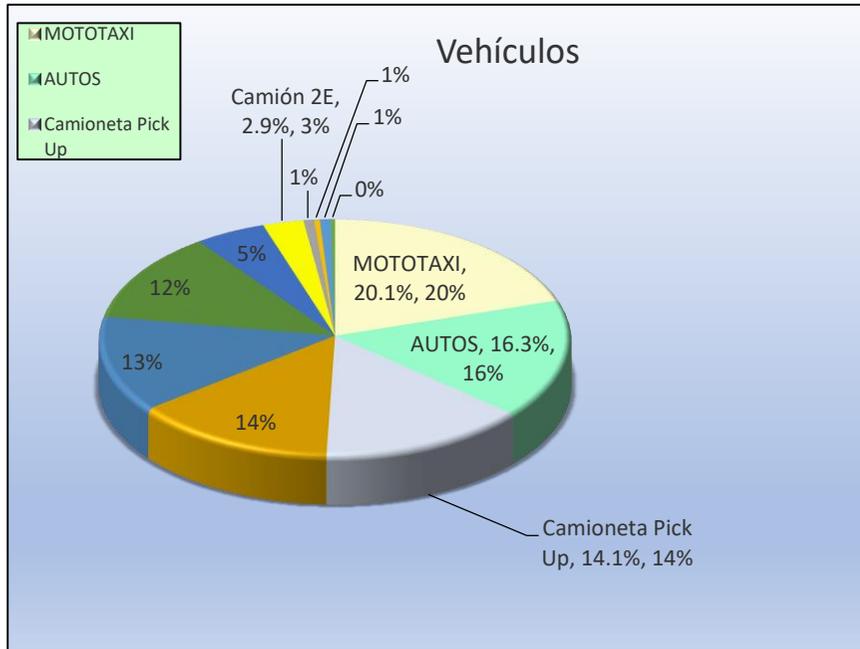


Gráfico 4: distribución por tipo de vehículo

Interpretación: Como se muestra en la gráfico 4, el número de vehículos es el siguiente: 16,3% para automóviles, 2,9% para camiones, 14,1% para camionetas y 20,1% para motocicletas. Según los resultados del estudio, los vehículos con mayor volumen de tráfico en esta zona son las motocicletas.

Interpretación: de la gráfico 5, la clasificación vehicular IMD se puede apreciar lo siguiente: 2512 mototaxi, 2036 autos, 1762 camioneta pick up, 1732 camioneta panel, 1638 combis, 1544 micro.

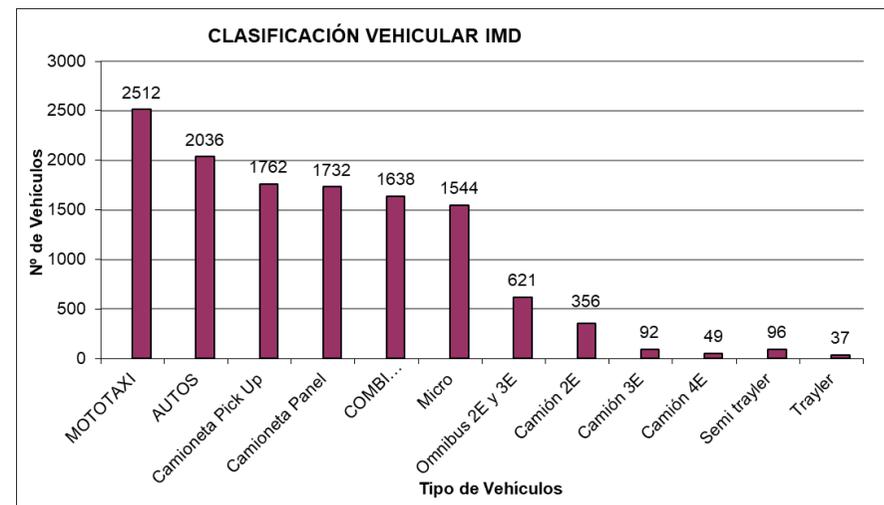


Gráfico 5: cálculo vehicular IMD

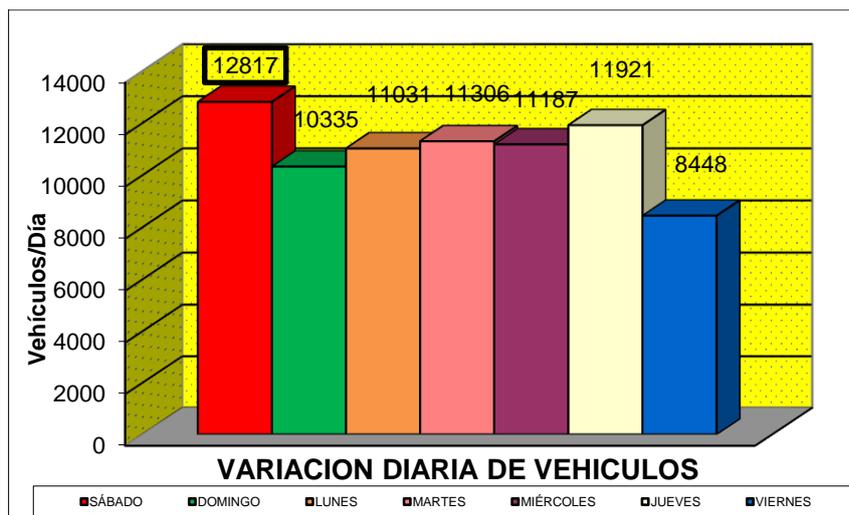


Gráfico 6: barras de la variación diaria de vehículos

Interpretación: Como se puede observar en la gráfico 6, los cambios diarios de vehículos son los siguientes: sábado - 12.817, Domingo - 10.335, lunes - 11.031, Martes - 11.308, Miércoles - 11.187, Jueves - 11.921 vehículos. el domingo. el viernes. La conclusión es que el martes es el lugar con mayor concentración de vehículos.

**Tabla 26:** distribución por porcentajes de la cantidad de vehículos

VEHICULOS LIGEROS	11224	90%
VEHICULOS PESADOS	1251	10%

Fuente: elaboracion propia

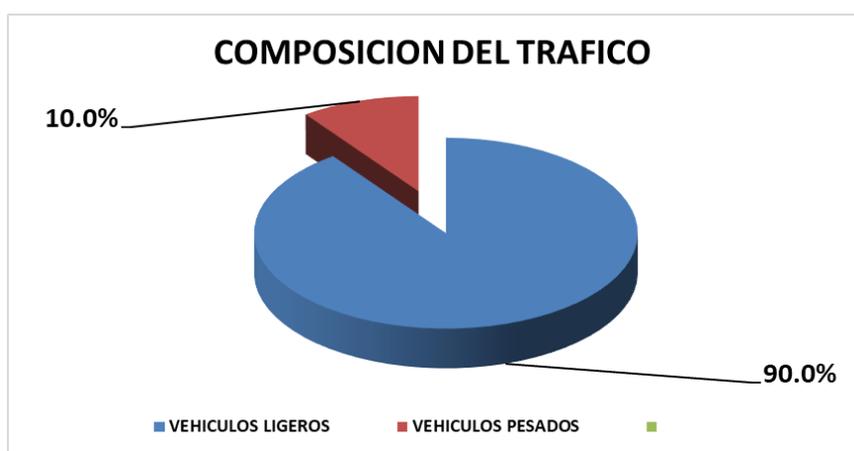


Gráfico 7: composición del tráfico

Del gráfico N° 7: se Puede mostrar resultados de calificación para vehículos livianos y pesados, donde los vehículos livianos representan el 90 % y los vehículos pesados el 10 %.

## FACTORES DE CORRECCIÓN

Tramo de estudio Av. 2 de octubre, los olivos

Año de estudio:2023

Tipo de pavimento: pavimento flexible

PEAJE: urbano

F.C. Vehículos ligeros: 1.1.0634

F.C. vehículos pesados: 11.0180

## APLICACIÓN DE FORMULA PARA UN CONTEO DE 7 DÍAS

$$IMDs = \frac{V_D + V_L + V_M + V_M + V_J + V_V + V_S}{7}$$

Donde: IMDs = índice medio diario semanal del conteo vehicular tomada

IMDa= índice medio anual

Vi= Gestión del tráfico para cada día estadístico

FC= factores de corrección estacional

## Periodo de diseño

Para pavimentos flexibles, se selecciona un período de diseño de 15 a 25 años según el método de diseño.

**Tabla 27:** *periodo de diseño*

CLASIFICACION DE LA VIA	PERIDO DE DISEÑO (AÑOS)
Urbana de alto volumen de trafico	30 - 50
Rural de alto volumen de trafico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de trafico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de trafico	10 - 20

Fuente: guía AASTHO 93

Este estudio utilizó un ciclo de diseño r= 20 años

**Tabla 28: cálculo del índice medio anual IMDA 2023**

Cálculo de ESAL de diseño.

Fuente: Elaboracion Propia

Día	moto taxi	Autos	Camionetas			Micro	Omnibus			Camion			Semitrayloaders					Trailer					
			Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
Domingo 4/06/2023	entrada	1450	1087	893	923	984	1000	95	124	42	312	56	43	8	10	15	14	14	1	3	9	0	1
	Salida	1025	749	730	730	1045	532	192	192	43	312	32	34	16	16	9	38	38	0	0	0	0	0
	Total	2475	1836	1623	1653	2029	1532	287	316	85	624	88	77	24	26	24	52	52	1	3	9	0	1
Lunes 05/06/2023	entrada	980	1134	619	1217	591	459	34	211	32	129	51	21	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salida	723	754	736	688	719	678	127	187	43	130	48	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	1703	1888	1355	1905	1310	1137	161	398	75	259	99	41	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Martes 06/06/2023	entrada	630	1912	611	593	584	573	40	200	38	130	48	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salida	831	847	899	834	804	900	64	187	47	130	0	14	11	11	5	10	10	18	10	13	9	6
	Total	1461	2759	1510	1427	1388	1473	104	387	85	260	48	26	11	11	5	10	10	18	10	13	9	6
Miercoles 07/06/2023	entrada	881	928	973	956	507	543	64	187	32	257	48	19	13	13	17	17	17	20	20	3	5	4
	Salida	1276	871	874	555	684	881	37	187	36	213	48	25	1	6	12	12	12	15	12	9	13	3
	Total	2157	1799	1847	1511	1191	1424	101	374	68	470	96	44	14	19	29	29	29	35	32	12	18	7
Jueves 08/06/2023	entrada	1928	456	556	448	441	442	44	187	50	130	48	22	4	4	19	4	4	24	4	12	4	6
	Salida	1428	807	923	736	872	1050	57	177	51	130	48	23	1	1	8	5	5	6	3	10	5	4
	Total	3356	1263	1479	1184	1313	1492	101	364	101	260	96	45	5	5	27	9	9	30	7	22	9	10
Viernes 09/06/2023	entrada	1962	480	860	897	610	515	55	240	44	130	49	26	3	3	8	5	5	6	2	19	2	3
	Salida	878	889	992	955	875	823	60	187	46	130	48	42	1	1	17	11	11	9	8	8	6	0
	Total	2840	1369	1852	1852	1485	1338	115	427	90	260	97	68	4	4	25	16	16	15	10	27	8	3
Sabado 10/03/2023	entrada	854	820	566	543	508	611	46	187	44	130	48	14	3	1	9	6	6	11	5	3	12	3
	Salida	517	716	542	518	793	434	65	144	46	130	48	13	1	1	9	14	14	2	5	2	1	3
	Total	1371	1536	1108	1061	1301	1045	111	331	90	260	96	27	4	2	18	20	20	13	10	5	13	6
IMDs	entrada	1240.7	973.9	725.4	796.7	603.6	591.9	54.0	190.9	40.3	174.0	49.7	22.4	4.7	4.7	9.7	6.6	6.6	8.9	4.9	6.6	3.3	2.4
	Salida	954.0	804.7	813.7	716.6	827.4	756.9	86.0	180.1	44.6	167.9	38.9	24.4	4.4	5.1	8.6	12.9	12.9	7.1	5.4	6.0	4.9	2.3
	Total	2195	1779	1539	1513	1431	1349	140	371	85	342	89	47	9	10	18	19	19	16	10	13	8	5
IMDa	entrada	1420.00	1114.58	830.25	911.84	690.79	677.38	56.25	198.80	41.96	181.24	51.78	23.36	4.91	4.91	10.12	6.84	6.84	9.23	5.06	6.84	3.42	2.53
	Salida	1091.85	921.00	931.30	820.12	946.99	866.22	89.58	187.64	46.43	174.84	40.47	25.44	4.61	5.36	8.93	13.39	13.39	7.44	5.65	6.25	5.06	2.38
	Total	2511.85	2035.58	1761.55	1731.96	1637.78	1543.60	145.82	386.43	88.39	356.08	92.26	48.81	9.52	10.27	19.05	20.24	20.24	16.67	10.71	13.09	8.48	4.91
<b>2023</b>	<b>Total vehiculos</b>	<b>2512</b>	<b>2036</b>	<b>1762</b>	<b>1732</b>	<b>1638</b>	<b>1544</b>	<b>146</b>	<b>386</b>	<b>88</b>	<b>356</b>	<b>92</b>	<b>49</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>5</b>

Luego de proyectar estos valores a la etapa de elaboración de la documentación técnica, que toma dos años para tomar en cuenta la tasa de crecimiento de vehículos livianos y pesados. (ver anexo 3)

**Tabla 29:** tasa de crecimiento

Tasa anual de crecimiento Vehículos livianos	r:	1.45 %
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:	3.69 %
Tiempo que pasa del estudio de proyecto hasta la ejecución (años)	n	2 %

Fuente: elaboracion propia

**Tabla 30:** IMDa del año 2025.

IMDa	2025	Ligeros	2548.42	2065.52	1787.55	1757.11	1661.75	1566.39
		Pesados	151.39	400.24	91.25	369.14	95.39	50.81
			10.37	10.37	19.70	20.74	20.74	17.63
			11.41	13.48	8.30	5.18		

Fuente: elaboracion propia

$$T_n = T_0(1 + r)^{n-1}$$

T<sub>n</sub>= transito proyectada al año “n” en veh/dia

T<sub>0</sub>= transito actual (año base) en veh/dia

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de transito

Después de verificar la configuración de los ejes y, en consecuencia, su peso, se calcula el número de ejes adecuado para este estudio teniendo en cuenta las siguientes condiciones. (ver anexo 4)

**Tabla 31: tráfico en ejes equivalentes**

TIPO DE VEHICULO		IMDA	TIPO	CARGA	"f" P.	f. IMDA
		2025	EJE	EJE Tn	FLEXIBLE	FLEXIBLE
VEHICULOS LIGEROS	mototaxis	2367.84	SIMPLE	1	0.00053	1.25
		2367.84	SIMPLE	1	0.00053	1.25
	Autos	1918.42	SIMPLE	1	0.00053	1.01
		1918.42	SIMPLE	1	0.00053	1.01
	Pick Up	1660.74	SIMPLE	1	0.00053	0.88
		1660.74	SIMPLE	1	0.00053	0.88
	Panel	1632.33	SIMPLE	1	0.00053	0.86
		1632.33	SIMPLE	1	0.00053	0.86
	Rural	1544.07	SIMPLE	1	0.00053	0.81
		1544.07	SIMPLE	1	0.00053	0.81
Micros	1454.79	SIMPLE	1	0.00053	0.77	
	1454.79	SIMPLE	1	0.00053	0.77	
OMNIBUS	2E	148.28	SIMPLE	7	1.26537	187.62
		148.28	SIMPLE	11	3.23829	480.16
	3E	391.95	SIMPLE	7	1.26537	495.96
		391.95	TANDEM	16	1.36594	535.38
	4E	89.17	TANDEM	14	2.19645	195.86
	89.17	TANDEM	16	1.36594	121.81	
CAMIÓN	2E	360.84	SIMPLE	7	1.26537	456.60
		360.84	SIMPLE	11	3.23829	1168.51
	3E	93.32	SIMPLE	7	1.26537	118.09
		93.32	TANDEM	18	2.01921	188.44
	4E	49.77	SIMPLE	7	1.26537	62.98
	49.77	TRIDEM	23	1.50818	75.06	
SEMITRAYLERS	2S1	9.33	SIMPLE	7	1.26537	11.81
		9.33	SIMPLE	11	3.23829	30.22
		9.33	SIMPLE	11	3.23829	30.22
	2S2	10.37	SIMPLE	7	1.26537	13.12
		10.37	SIMPLE	11	3.23829	33.58
		10.37	TANDEM	18	2.01921	20.94
	2S3	19.70	SIMPLE	7	1.26537	24.93
		19.70	SIMPLE	11	3.23829	63.80
		19.70	TRIDEM	25	1.70603	33.61
	3S1	20.74	SIMPLE	7	1.26537	26.24
		20.74	TANDEM	18	2.01921	41.87
		20.74	SIMPLE	11	3.23829	67.16
	3S2	20.74	SIMPLE	7	1.26537	26.24
		20.74	TANDEM	18	2.01921	41.87
		20.74	TANDEM	18	2.01921	41.87
>=S3	16.59	SIMPLE	7	1.26537	20.99	
	16.59	TANDEM	18	2.01921	33.50	
	16.59	TRIDEM	25	1.70603	28.30	
TRAYLERS	2T2	10.37	SIMPLE	7	1.26537	13.12
		10.37	SIMPLE	11	3.23829	33.58
		10.37	SIMPLE	11	3.23829	33.58
		10.37	SIMPLE	11	3.23829	33.58
	2T3	13.48	SIMPLE	7	1.26537	17.06
		13.48	SIMPLE	11	3.23829	43.65
		13.48	SIMPLE	11	3.23829	43.65
		13.48	TANDEM	18	2.01921	27.22
	3T2	8.30	SIMPLE	7	1.26537	10.50
		8.30	TANDEM	18	2.01921	16.75
		8.30	SIMPLE	11	3.23829	26.86
		8.30	SIMPLE	11	3.23829	26.86
	>=3T3	5.18	SIMPLE	7	1.26537	6.56
		5.18	TANDEM	18	2.01921	10.47
		5.18	SIMPLE	11	3.23829	16.79
	5.18	TANDEM	18	2.01921	10.47	

Fuente: elaboracion propia

Índice medio diario anual del año 2025: 5059 VEH/ANUAL.

Luego se determinó el factor de crecimiento acumulativo FCA con la siguiente formula:

$$Factor\ Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

donde r es la tasa de crecimiento, que en este estudio es del 3,39%, y n es el tiempo de vida, que se considera de 20 años. afectar tenemos un FCA = 28.84

La vía de estudio consta de 2 calzadas con separador central en dos sentidos y cuatro carriles por sentido, para ellos se considera el siguiente factor direccional (Ed) y de carril (FC), (ver anexo 5).

Dadas las variables encontradas, determinamos ESAL con la siguiente ecuación:

$$\#EE = 365 * (\Sigma f. IMDa) * Fd * Fc * Fca$$

**Tabla 32:** cálculo del ESAL

Pavimento flexible		
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:	3.69 %
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n:	20
Factor Fca vehículos pesados	Fca	28.84
Nº de calzadas, sentidos y carriles por sentido		2 calzadas con separador central, 2 sentidos, 4 carriles por sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	0.25
Número de ejes equivalentes (ESAL)	ESAL	13 616 104

Fuente: elaboración propia

Para el cálculo del CBR de la subrasante que se tomara para este diseño se realizaron 3 calicatas de profundidad 0.30 – 1.50 m. en la avenida 2 de octubre, los olivos, lo cual los resultados de la granulometría y del límite atterberg nos arrojaron

que el tipo de suelo para la calicata 1 grava arcilloso -lisa con arena, con un índice de plasticidad de 5, mientras que en las calicatas 2 y 3 el tipo de suelo fue de arcilla limosa arenosa y a su vez su índice de plasticidad fue de 6. Lo cual elegimos los resultados de la calicata 2 para realizar el ensayo del CBR.

Realizamos el ensayo del Proctor modificado de la calicata 2, cuyos resultados fueron de máxima densidad seca de 1.907 g/cm<sup>3</sup> y su óptimo contenido de humedad de 15.7%, obtenidos estos resultados procedemos realizar el ensayo del CBR lo que nos aherrojó un resultado de 8.2% al 95% teniendo una densidad de 1812 g/cm<sup>3</sup>.

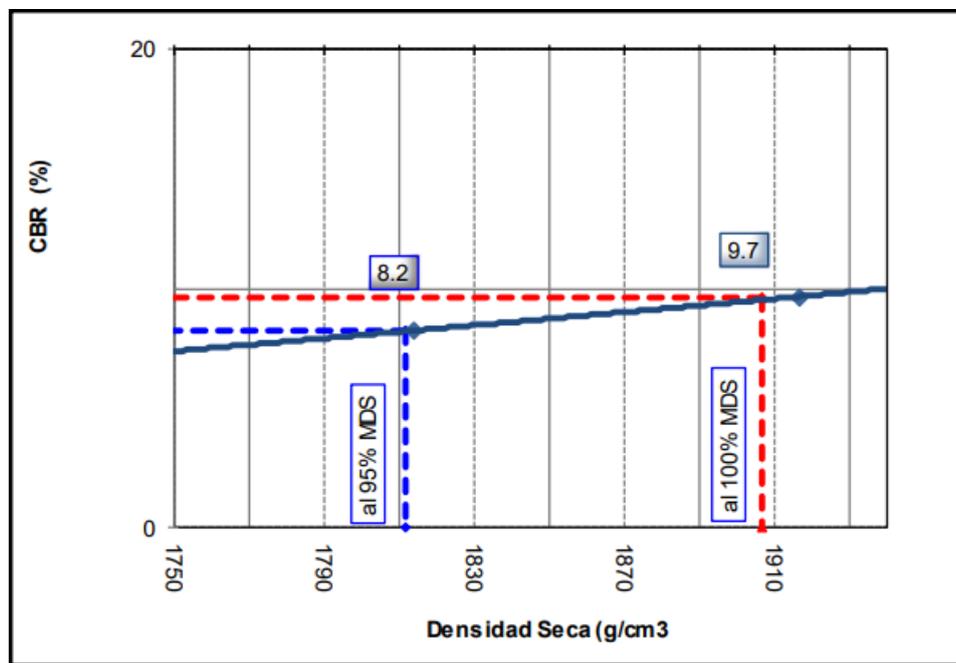


Figura 47: Cálculo de CBR de la subrasante para el diseño

### Modulo resiliente (Ma)

Para obtener el módulo de elasticidad del subsuelo, es necesario determinar el CBR del subsuelo.

Para este estudio se empleó el CBR del 8.2% que está dentro de la categoría subrasante regular según el MTC, (ver anexo 6).

Para un CBR de 8.2% se tiene un  $M_r = 9,669$  PSI O  $M_r = 66.67$  MPA (ver anexo 7)

### Confiabilidad (%R)

La confiabilidad (R) es la probabilidad de que un pavimento flexible se desempeñe correctamente durante su vida útil. Se determina teniendo en cuenta el número de ejes equivalentes.

Para un número par de ejes, se clasifica como tráfico tipo 11(Tp11) y teniendo en cuenta el nivel de fiabilidad de R= 90%, (ver anexo 8)

### Desviación Estándar (Zr)

Para la desviación estándar de esta investigación de acuerdo al tráfico (Tp11) su (R) =90% (ver anexo 9)

El coeficiente estadístico de la desviación estándar, para un tráfico tipo 11 se tiene una desviación estándar de ZR = -1.282, (ver anexo 10)

### Desviación estándar combinada (So)

La Guía de Carreteras MTC/2014 sugiere valores entre 0,40 y 0,50. Este estudio utilizó una desviación estándar combinada de So=0,45.

Índice de serviciabilidad inicial, Para un tráfico tipo 11 se tiene una desviación estándar inicial Pi=4.00, (ver anexo 11)

Índice de serviciabilidad inicial, para un tráfico tipo 11 se tiene una desviación estándar final Pt=2.50, (ver anexo 12)

diferencial de serviciabilidad, para un tráfico tipo 11 se tiene una desviación diferencial ΔPSI=1.50, (ver anexo 13)

Reemplazando los valores en la ecuación de AASHTO y calculamos el numero estructural requerido (SNr)

Formula:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Figura 48: ecuación de AASTHO 93 para pavimento flexible

**Tabla 33:** cálculo de número estructural requerido

Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento	ESAL(W18)	13 616 104
Suelo de la subrasante	CBR =	8.2 %
Módulo de resiliencia de la subrasante	$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$	MR (psi)= 9822.72
Tipo de tráfico	VERDADEO	Tipo: TP11
Número de etapas	Etapas:	1
Nivel de confiabilidad	conf.	90.0 %
Coefficiente estadístico de desviación estándar normal	ZR	-1.282
Desviación estándar combinado	So	0.45
Índice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico	Pi	4.0
Índice de serviciabilidad final según rango de tráfico	Pt	2.5
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico	$\Delta$ PSI	1.5
Numero estructural requerido	(SNr)	4.908

Fuente: Elaboracion Propia

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento:  Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): 90 % Zr=-1.282 So 0.45

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial 4.0 PSI final 2.5

Módulo resiliente de la subrasante: Mr 9822.72 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)  Coeficiente de transmisión de carga - (J)

Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)  Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis:  Calcular SN  Calcular W18

W18 = 13616104

Número Estructural: SN = 4.91

Calcular Salir

Figura 49: ecuación AASHTO 93

Coefficiente estructural

a1: capa superficial, Para este diseño se tomó un coeficiente estructural a1 = 0.170 /cm (ver anexo 14)

a2: base granular

**Tabla 34:** modulo resiliente de la base

CBR (base)	Mr (Base)	a2
100	30000	0.14
70	27500	0.129
60	26250	0.125
50	24170	0.116
40	22083	0.107
30	19583	0.095
20	15000	0.07

Fuente: elaboracion propia

Se realiza el cálculo del módulo resiliente de la base con el resultado del CBR de la muestra convencional y más la adición de granalla de acero

**Tabla 35:** Mr muestra patrón

CBR	MR	a2
100	30000	0.140
89.6	29133	0.1362
70	27500	0.129

Fuente: elaboracion propia

**Tabla 36:** Mr con adición del 6%

CBR	MR	a2
100	30000	0.140
98.1	29842	0.1393
70	27500	0.129

fuentes elaboracion propia

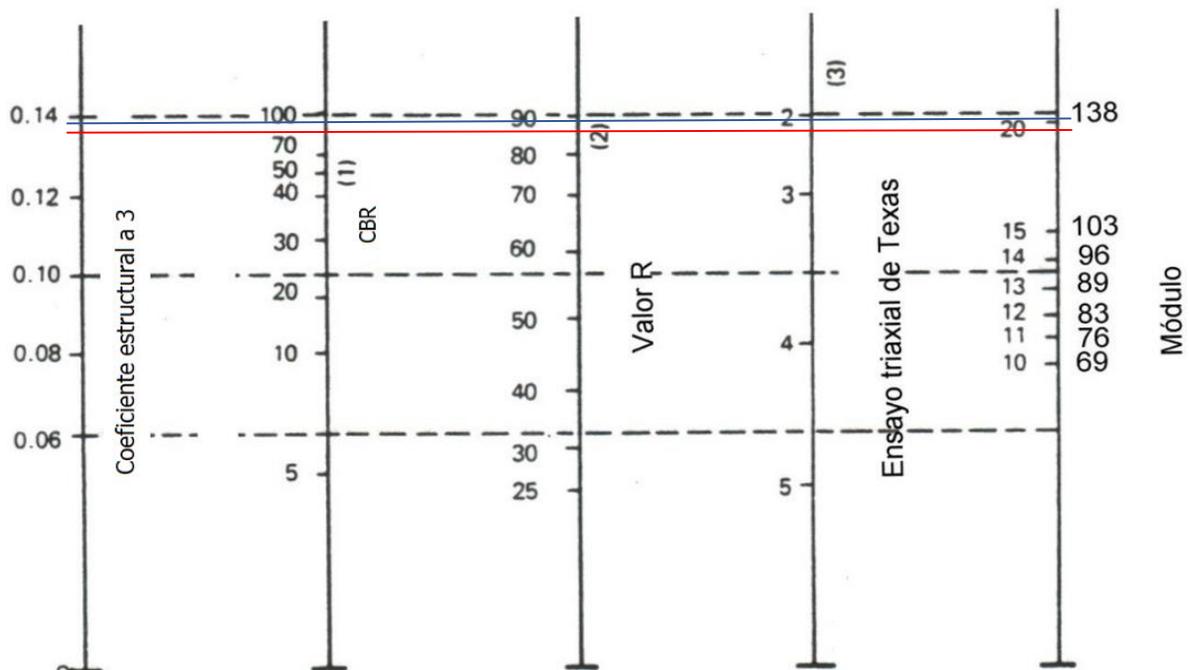


Figura 50: grafico para determinar coeficiente estructural (a2)

CBR se utiliza en el diseño a una densidad seca máxima del 100 %. Para una matriz con CBR = 89,6% de material granular ordinario se obtiene un factor de estructura  $a_2 = 0,1362$ , para una matriz con CBR = 98,1% de material granular con adición de 6% de granalla de acero. Factor de estructura  $a_2 = 0,1393$

$a_3$ : sub base, Para este diseño, el factor de estructura es  $a_3 = 0.047 / \text{cm}$ , (ver anexo 15)

Coeficiente de drenaje ( $m_i$ ), Se tomo en cuenta una calidad de drenaje es bueno, de 1.00 p según el manual de carreteras MTC/2014, (ver anexo 16)

Cálculo de los espesores ( $d_1$ ,  $d_2$  y  $d_3$ )

Ponemos los valores en la formula y determinamos el grosor de cada capa.

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Figura 51: cálculo de espesores

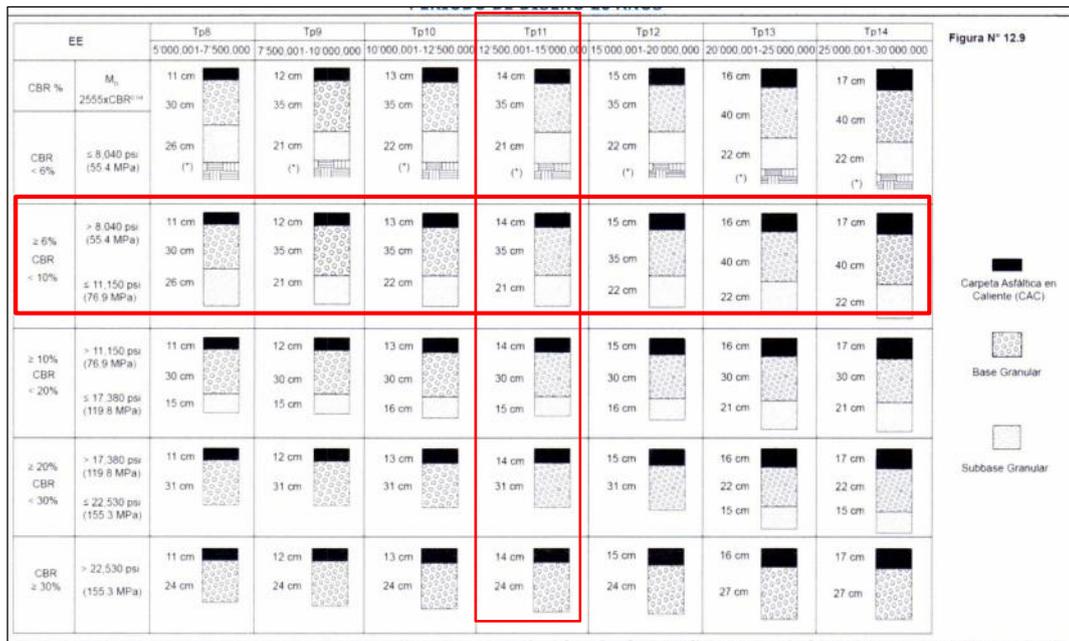


Figura 52: espesores según el tipo de vía

**Tabla 37:** coeficientes estructurales de las cargas muestra convencional

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 oF)	Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 5'000,000 EE	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000 EE
0.170	0.1362	0.047

Fuente: elaboración propia

**Tabla 38:** Espesor de recubrimientos flexibles a base de materiales granulares tradicionales

d1	d2	d3
<b>5 cm</b>	<b>25 cm</b>	<b>21 cm</b>
Capa superficial	Base	Subbase

Fuente: elaboración propia

**Tabla 39:** coeficiente estructural de las cargas de material granular de la base con adición de 6% de granallas de acero.

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 oF)	Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 5'000,000 EE	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000 EE
0.170	0.1393	0.047

Fuente: elaboración propia

**Tabla 40:** espesores de pavimento flexible con base de material granula con el 6% adición de granalla

d1	d2	d3
<b>5 cm</b>	<b>25 cm</b>	<b>15 cm</b>
Capa superficial	Base	Subbase

Fuente: elaboración propia

### Contrastación de la hipótesis

En este trabajo de investigación, se aplicarán métodos estadísticos a los resultados muestreados para que puedan ser confiables y demostraremos si la hipótesis es inválida o válida. Para ello, es necesario decidir si se logra el "SIG" en  $\alpha < 0.05$ , luego se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. Para desarrollar un contrato hipotético, se hará utilizando el método de análisis de varianza por tratarse de un estudio experimental.

**Hipótesis 1:** La adición de granallas de acero reciclado influye significativamente en las propiedades físicas de la base del pavimento flexible, Av. 2 de octubre, Los Olivos, 2022.

**indicador 1: contenido de humedad al agregar granalla de acero al pavimento flexible.**

**Prueba de normalidad del contenido de humedad al agregar granalla de acero al pavimento flexible**

Plantear hipótesis:

**Ho:** Los resultados del contenido de humedad tienen una distribución normal

**Ha:** Los resultados del contenido de humedad **no** tienen una distribución normal

**Tabla 41:** Prueba de normalidad para el contenido de humedad

	Granallas de acero reciclado en el pavimento flexible	Kolmogorov-sminov			Shapiro-wilk		
		Estadístico	gl	sig	Estadístico	gl	sig
<b>Contenido de humedad</b>	Muestra convencional	,175	3	-	1,000	3	1,000
	2% de granallas de acero	,175	3	-	1,000	3	1,000
	4% de granallas de acero	,175	3	-	1,000	3	1,000
	6% de granallas de acero	,175	3	-	1,000	3	1,000

Fuente: SPSS

Como la significancia para todos los casos resultaron mayores de 0,05 aceptamos la Ho y rechazamos la Ha, entonces los resultados del contenido de humedad.

### **Análisis de la varianza en el contenido de humedad**

Plantear hipótesis:

**Ho:** No existen diferencias significativas en las varianzas de los resultados del contenido de humedad tienen una distribución normal

**Ha:** Existen diferencias significativas en las varianzas de los resultados del contenido de humedad tienen una distribución normal

**Tabla 42:** Prueba de homogeneidad de varianzas para el contenido de humedad al agregar granalla de acero al pavimento flexible

		Estadístico de Levene		Sig.	
		gl1	gl2		
<b>Contenido de humedad</b>	Se basa en la media	,000	3	8	1,000
	Se basa en la mediana	,000	3	8	1,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,000	3	8	1,000
	Se basa en la media recortada	,000	3	8	1,000

Fuente: SPSS

Interpretación: Como la significancia sale mayor a 0.05, se acepta la H0 y se acepta la Ha. **Con lo cual:** “No existen diferencias significativas en las varianzas de los resultados del contenido de humedad tienen una distribución normal”.

### **Método ANOVA para el contenido de humedad al agregar granalla de acero al pavimento flexible**

Planteamiento de hipótesis:

**Hipótesis Nula (Ho):** Al adicionar granallas de acero reciclado influye significativamente en el contenido de humedad de la base del pavimento flexible, Av. 2 de octubre, los olivos 2022; si el P valor  $\geq 0.05$ .

**Hipótesis Alterna (Ha):** Al adicionar granallas de acero reciclado No influye significativamente en el contenido de humedad de la base del pavimento flexible, Av. 2 de octubre, los olivos 2022; si el P valor  $< 0.05$ .

**Tabla 43:** ANOVA para el contenido de humedad

	Suma de cuadros	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Entre grupos</b>	,390	9	,130	144,444	,000
<b>Dentro de grupos</b>	,007	8	,001		
<b>total</b>	,397	11			

Fuente: SPSS

Interpretación: Como la significación salió  $0 < 0.05$ ; entonces se acepta la hipótesis alterna; es decir: “Al adicionar granallas de acero reciclado NO influye significativamente en el contenido de humedad de la base del pavimento flexible, Av. 2 de octubre, los olivos 2022”.

### **Prueba de Tukey para el contenido de humedad**

Se analizan la significación en base a la relación de resultados:

$P > 0.05$ ; no es significativo

$P < 0.05$ ; si es significativo

**Tabla 44:** comparaciones múltiples para el contenido de humedad

(I) granallas de acero reciclado en el pavimento flexible	(J) granallas de acero reciclado en el pavimento flexible	Diferencia de medias (I-J)	Desv. error	sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
<b>Muestra convencional</b>	2% de granalla de acero	,20000*	,02449	,000	,1216	,2784
	4% de granallas de acero	,30000*	,02449	,000	,2216	,3784
	6% de granallas de acero	,50000*	,02449	,000	,4216	,5784
<b>2% de granallas de acero</b>	Muestra convencional	-,20000*	,02449	,000	-,2784	-,1216
	4% de granallas de acero	,10000*	,02449	,015	,0216	,1784
	6% de granallas de acero	,30000*	,02449	,000	,2216	,3784
<b>4% de granallas de acero</b>	Muestra convencional	-,30000*	,02449	,000	-,3784	-,2216
	2% de granalla de acero	-,10000*	,02449	,015	-,1784	-,0216
	6% de granallas de acero	,20000*	,02449	,000	,1216	,2784
<b>6% de granallas de acero</b>	Muestra convencional	-,50000*	,02449	,000	-,5784	-,4216
	2% de granalla de acero	-,30000*	,02449	,000	-,3784	-,2216
	4% de granallas de acero	-,20000*	,02449	,000	-,2784	-,1216

Fuente: SPSS

al momento de relacionarlos no existe diferencia significativa al relacionarlos.

**Tabla 45:** Tukey para formar grupos

Granalla de acero reciclado en el pavimento flexible	N	Subconjunto para alfa =0.05			
		1	2	3	4
<b>Muestra convencional</b>	3	1,2000			
<b>2% granalla de acero</b>	3		1,000		
<b>4% granalla de acero</b>	3			,9000	
<b>6% granalla de acero</b>	3				,7000
<b>Sig.</b>		1,000	1,000	1,000	1,000

Fuente: SPSS

Interpretación: Al momento de comparar los resultados de la prueba Tukey se puede apreciar que todos ellos son estadísticamente diferentes entre sí por lo cual se subdividen en grupos distintos.

## indicador 2: granulometría al agregar granalla de acero al pavimento flexible.

### Prueba de normalidad de la granulometría al agregar granalla de acero al pavimento flexible

Plantear hipótesis:

**Ho:** Los resultados de la granulometría tienen una distribución normal

**Ha:** Los resultados de la granulometría **no** tienen una distribución normal

**Tabla 46:** Prueba de normalidad para la granulometría

	Granallas de acero reciclado en el pavimento flexible	Kolmogorov-sminov			Shapiro-wilk		
		estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl	Sig.
<b>Grava, arena y finos</b>	Muestra convencional	,191	3	-	,997	3	,898
	2% de granallas de acero	,176	3	-	1,000	3	,994
	4% de granallas de acero	,183	3	-	,999	3	,933
	6% de granallas de acero	,175	3	-	1,000	3	1,000
<b>granulometría</b>	Muestra convencional	,312	3	-	,896	3	,374
	2% de granallas de acero	,282	3	-	,936	3	,510
	4% de granallas de acero	,337	3	-	,855	3	,253
	6% de granallas de acero	,301	3	-	,912	3	,424

Fuente: SPSS

Interpretación: Como la significancia para todos los casos resultaron mayores de 0,05 aceptamos la Ho y rechazamos la Ha, entonces los resultados de la granulometría tienen una distribución normal.

### Análisis de la varianza en la granulometría

#### Prueba de homogeneidad de varianza para la granulometría

Plantear hipótesis:

**Ho:** No existen diferencias significativas en las varianzas de los resultados de la granulometría

**Ha:** Existen diferencias significativas en las varianzas de los resultados de la granulometría

**Tabla 47:** Prueba de homogeneidad de varianzas de la granulometría al agregar granalla de acero al pavimento flexible

		Estadístico Levene	gl1	gl2	Sig.
<b>granulometría</b>	Se basa en la media	11,051	3	8	,003
	Se basa en la mediana	1,833	3	8	,219
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,833	3	2,012	,371
	Se basa en la media recortada	9,761	3	8	,005

Fuente: SPSS

Interpretación: Como la significancia sale mayor 0.05, en la mayoría se acepta la H0 y se rechaza la Ha. **Con lo cual:** “No existen diferencias significativas en las varianzas de los resultados de la granulometría”.

### **Método ANOVA para la granulometría al agregar granalla de acero al pavimento flexible**

Planteamiento de hipótesis:

**Hipótesis Nula (Ho):** Al adicionar granallas de acero reciclado influye significativamente en la granulometría de la base del pavimento flexible, Av. 2 de octubre, los olivos 2022; si el P valor  $\geq 0.05$ .

**Hipótesis Alterna (Ha):** Al adicionar granallas de acero reciclado No influye significativamente en la granulometría de la base del pavimento flexible, Av. 2 de octubre, los olivos 2022; si el P valor  $< 0.05$ .

**Tabla 48:** ANOVA para la granulometría

	Suma de cuadros	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Entre grupos</b>	1946,597	3	648,856	8,729	,007
<b>Dentro de grupos</b>	594,680	8	74,335		
<b>total</b>	2541,247	11			

Fuente: SPSS

Interpretación: Como la significación salió  $0 < 0.05$ ; entonces se acepta la hipótesis alterna del investigador; es decir: “Al adicionar granallas de acero reciclado NO influye significativamente en la granulometría de la base del pavimento flexible, Av. 2 de octubre, los olivos 2022”.

## Prueba de Tukey para la densidad del concreto

Se analizan la significación en base a la relación de resultados:

$P > 0.05$ ; no es significativo

$P < 0.05$ ; si es significativo

**Tabla 49:** comparaciones múltiples para la granulometría

(I) granallas de acero reciclado en el pavimento flexible	(J) granallas de acero reciclado en el pavimento flexible	Diferencia de medias (I-J)	Desv. error	sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
<b>Muestra convencional</b>	2% de granalla de acero	-13,43333	7,0396	,297	-35,977	9,110
	4% de granallas de acero	-7,1333	7,0396	,747	-29,677	15,410
	6% de granallas de acero	20,4333	7,0396	,076	-2,110	42,977
<b>2% de granallas de acero</b>	Muestra convencional	13,4333	7,0396	,297	-9,110	35,977
	4% de granallas de acero	6,3000	7,0396	,808	-16,243	28,843
	6% de granallas de acero	33,8667	7,0396	,006	11,323	56,410
<b>4% de granallas de acero</b>	Muestra convencional	7,1333	7,0396	,747	-15,410	29,677
	2% de granalla de acero	-6,3000	7,0396	,808	-28,843	16,243
	6% de granallas de acero	27,5667	7,0396	,019	5,023	50,110
<b>6% de granallas de acero</b>	Muestra convencional	-20,4333	7,0396	,076	-42,997	2,110
	2% de granalla de acero	-33,8667	7,0396	,006	-56,410	-11,323
	4% de granallas de acero	-27,5667	7,0396	,019	-50,110	-5,023

Fuente: SPSS

En todos al momento de relacionarlos vemos que en algunos casos presentan diferencia significativa.

**Tabla 50:** Tukey para formar grupos

Granalla de acero reciclado en el pavimento flexible	N	Subconjunto para alfa =0.05	
		1	2
<b>Muestra convencional</b>	3	33,300	33,300
<b>2% granalla de acero</b>	3		46,733
<b>4% granalla de acero</b>	3		46,733
<b>6% granalla de acero</b>	3	12,867	
<b>Sig.</b>		,076	,297

Fuente: SPSS

Interpretación: Al momento de comparar los resultados de la prueba Tukey se puede apreciar que solo se generan dos grupos en los cuales la muestra convencional forma parte de ambos por estar cerca de la mediana de los resultados.

**Hipótesis 2:** La adición de granallas de acero reciclado influye significativamente en las propiedades mecánicas de la base del pavimento flexible, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022

**indicador 3: Proctor modificado al agregar granalla de acero al pavimento flexible**

**Prueba de normalidad del Proctor modificado al agregar granalla de acero al pavimento flexible**

Plantear hipótesis:

**Ho:** Los resultados del Proctor modificado tienen una distribución normal

**Ha:** Los resultados del Proctor modificado no tienen una distribución normal

**Tabla 51:** *Prueba de normalidad del Proctor modificado*

	Granallas de acero reciclado en el pavimento flexible	Kolmogorov-sminov			Shapiro-wilk		
		estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl	Sig.
<b>Máxima densidad seca</b>	Muestra convencional	,155	4	-	,994	4	,977
	2% de granallas de acero	,169	4	-	,986	4	,934
	4% de granallas de acero	,155	4	-	,991	4	,963
	6% de granallas de acero	,151	4	-	,993	4	,972
<b>Optimo contenido de humedad</b>	Muestra convencional	,265	4	-	,951	4	,720
	2% de granallas de acero	,283	4	-	,940	4	,652
	4% de granallas de acero	,250	4	-	,949	4	,713
	6% de granallas de acero	,247	4	-	,957	4	,763

Fuente: SPSS

Interpretación: Como la significancia para todos los casos resultaron mayores de 0,05 aceptamos la Ho y rechazamos la Ha, entonces del Proctor modificado tienen una distribución normal.

**Análisis de la varianza del Proctor modificado**

**Prueba de homogeneidad de varianza del Proctor modificado**

Plantear hipótesis:

**Ho:** No existen diferencias significativas en las varianzas de los resultados del Proctor modificado

**Ha:** Existen diferencias significativas en las varianzas de los resultados del Proctor modificado

**Tabla 52:** Prueba de homogeneidad de varianzas de la granulometría al agregar granalla de acero al pavimento flexible

		Estadístico Levene	gl1	gl2	Sig.
<b>Maxima densidad seca</b>	Se basa en la media	,003	3	12	1,000
	Se basa en la mediana	,003	3	12	1,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,003	3	11,916	1,000
	Se basa en la media recortada	,003	3	12	1,000
<b>Optimo contenido de humedad</b>	Se basa en la media	,020	3	12	,996
	Se basa en la mediana	,006	3	12	,999
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,006	3	11,911	,999
	Se basa en la media recortada	,017	3	12	,997

Fuente: SPSS

Interpretación: Como la significancia sale mayor 0.05, se acepta la H0 y se acepta la Ha. **Con lo cual:** “No existen diferencias significativas en las varianzas de los resultados del Proctor modificado”.

### **Método ANOVA para el Proctor modificado**

Planteamiento de hipótesis:

**Hipótesis Nula (H0):** Al adicionar granallas de acero reciclado influye significativamente en el Proctor modificado de la base del pavimento flexible, Av. 2 de octubre, los olivos 2022; si el P valor  $\geq 0.05$ .

**Hipótesis Alterna (Ha):** Al adicionar granallas de acero reciclado No influye significativamente en el Proctor modificado de la base del pavimento flexible, Av. 2 de octubre, los olivos 2022; si el P valor  $< 0.05$ .

**Tabla 53:** ANOVA del Proctor modificado

		Suma de cuadros	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Máxima densidad seca</b>	Entre grupos	,315	3	,105	,016	,997
	Dentro de grupos	78,475	12	6,540		
	total	78,790	15			
<b>Optimo contenido de humedad</b>	Entre grupos	,001	3	,000	,225	,877
	Dentro de grupos	,017	12	,001		
	total	,018	15			

Fuente: SPSS

Interpretación: Como la significación salió mayor a 0.05; entonces se acepta la hipótesis alterna; es decir: Al adicionar granallas de acero reciclado NO influye significativamente en el Proctor modificado de la base del pavimento flexible, Av. 2 de octubre, los olivos 2022

#### **Prueba de Tukey para el Proctor**

Se analizan la significación en base a la relación de resultados:

$P > 0.05$ ; no es significativo

$P < 0.05$ ; si es significativo

**Tabla 54: comparaciones múltiples para Proctor modificado**

Variable dependiente	(I) granallas de acero reciclado en el pavimento flexible	(J) granallas de acero reciclado en el pavimento flexible	Diferencia de medias (I-J)	Desv. error	sig.	Intervalo de confianza al 95%			
						Límite inferior	Límite superior		
<b>Máxima densidad seca</b>	Muestra convencional	2% de granalla de acero	,1500	1,8083	1,000	-5,219	5,519		
		4% de granallas de acero	,2750	1,8083	,999	-5,094	5,644		
		6% de granallas de acero	,3750	1,8083	,997	-4,994	5,744		
	2% de granallas de acero	Muestra convencional	4% de granallas de acero	-,1500	1,8083	1,000	-5,219	5,219	
			6% de granallas de acero	,1250	1,8083	1,000	-5,244	5,494	
			Muestra convencional	6% de granallas de acero	,2250	1,8083	,999	-5,144	5,594
	4% de granallas de acero	Muestra convencional	2% de granalla de acero	-,2750	1,8083	,999	-5,644	5,094	
			6% de granallas de acero	-,1250	1,8083	1,000	-5,494	5,244	
			Muestra convencional	6% de granallas de acero	,1000	1,8083	1,000	-5,269	5,469
	6% de granallas de acero	Muestra convencional	2% de granalla de acero	-,3750	1,8083	,997	-5,744	4,994	
			4% de granallas de acero	-,2250	1,8083	,999	-5,594	5,144	
			Muestra convencional	4% de granallas de acero	,1000	1,8083	1,000	-5,469	5,269
	<b>Óptimo contenido de humedad</b>	Muestra convencional	2% de granalla de acero	-,010250	,026832	,980	-,08891	,06941	
			4% de granallas de acero	-,013500	,026832	,957	-,09316	,06616	
			6% de granallas de acero	-,021750	,026832	,848	-,10141	,05791	
		2% de granallas de acero	Muestra convencional	4% de granallas de acero	,010250	,026832	,980	-,06941	,08991
				6% de granallas de acero	-,003250	,026832	,999	-,08291	,07641
				Muestra convencional	6% de granallas de acero	-,011500	,026832	,972	-,09116
4% de granallas de acero		Muestra convencional	2% de granalla de acero	,013500	,026832	,957	-,06616	,09316	
			6% de granallas de acero	,003250	,026832	,999	-,07641	,08291	
			Muestra convencional	6% de granallas de acero	-,008250	,026832	,989	-,08791	,07141
6% de granallas de acero		Muestra convencional	2% de granalla de acero	,021750	,026832	,848	-,05791	,10141	
			4% de granallas de acero	,011500	,026832	,972	-,06816	,09116	
			Muestra convencional	4% de granallas de acero	,008250	,026832	,989	-,07141	,08791

Fuente: SPSS

Interpretación: En todos al momento de relacionarlos vemos que en no presentan diferencia significativa.

**Tabla 55: Tukey para formar grupos**

Granalla de acero reciclado en el pavimento flexible	N	Subconjunto para alfa=0.05
		1
6% de granalla de acero	4	3,900
4% de granalla de acero	4	4,000
2% de granalla de acero	4	4,125
Muestra convencional	4	4,275
<b>Sig.</b>		,997

Fuente: SPSS

Interpretación: Al momento de comparar los resultados de la prueba Tukey se puede apreciar que en ambos casos solo se genera un sub grupo por estar cerca todos los resultados de la mediana.

#### **Indicador 4: CBR al agregar granalla de acero al pavimento flexible**

#### **Prueba de normalidad del CBR al agregar granalla de acero al pavimento flexible**

Plantear hipótesis:

**Ho:** Los resultados del CBR tienen una distribución normal

**Ha:** Los resultados del CBR **no** tienen una distribución normal

**Tabla 56: Prueba de normalidad para el CBR**

	Granallas de acero reciclado en el pavimento flexible	Kolmogorov-sminov			Shapiro-wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	sig
<b>CBR</b>	Muestra convencional	,316	3	-	,890	3	,354
	2% de granallas de acero	,318	3	-	,886	3	,342
	4% de granallas de acero	,327	3	-	,872	3	,300
	6% de granallas de acero	,331	3	-	,865	3	,282

Fuente: SPSS

Interpretación: Como la significancia para todos los casos resultaron mayores de 0,05 aceptamos la Ho y rechazamos la Ha, entonces los resultados de la granulometría tienen una distribución normal.

## Análisis de la varianza del CBR

### Prueba de homogeneidad de varianza para CBR

Plantear hipótesis:

**Ho:** No existen diferencias significativas en las varianzas del CBR

**Ha:** Existen diferencias significativas en las varianzas del CBR

**Tabla 57:** Prueba de homogeneidad de varianzas del CBR granalla de acero al pavimento flexible

		Estadístico Levene	gl1	gl2	Sig.
<b>CBR</b>	Se basa en la media	,018	3	8	,996
	Se basa en la mediana	,002	3	8	1,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,002	3	7,920	1,000
	Se basa en la media recortada	,016	3	8	,997

Fuente: SPSS

Interpretación: Como la significancia sale mayor 0.05, en la mayoría se acepta la H0 y se acepta la Ha. **Con lo cual:** “No existen diferencias significativas en las varianzas de los resultados del CBR”.

### Método ANOVA para el CBR al agregar granalla de acero al pavimento flexible

Planteamiento de hipótesis:

**Hipótesis Nula (Ho):** Al adicionar granallas de acero reciclado influye significativamente en el CBR de la base del pavimento flexible, Av. 2 de octubre, los olivos 2022; si el P valor  $\geq 0.05$ .

**Hipótesis Alternativa (Ha):** Al adicionar granallas de acero reciclado No influye significativamente en el CBR de la base del pavimento flexible, Av. 2 de octubre, los olivos 2022; si el P valor  $< 0.05$ .

**Tabla 58:** ANOVA para el CBR

	Suma de cuadros	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Entre grupos</b>	103,470	3	34,490	,034	,991
<b>Dentro de grupos</b>	8222,667	8	1027,833		
<b>total</b>	8326,137	11			

Fuente: SPSS

Como la significación salió mayor a 0.05; entonces se acepta la hipótesis nula; es decir: Al adicionar granallas de acero reciclado influye significativamente en el Proctor modificado de la base del pavimento flexible, Av. 2 de octubre, los olivos 2022.

### Prueba de Tukey para el CBR

Se analizan la significación en base a la relación de resultados:

$P > 0.05$ ; no es significativo

$P < 0.05$ ; si es significativo

**Tabla 59:** comparaciones múltiples para CBR

(I) granallas de acero reciclado en el pavimento flexible	(J) granallas de acero reciclado en el pavimento flexible	Diferencia de medias (I-J)	Desv. error	sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
<b>Muestra convencional</b>	2% de granalla de acero	-2,3667	26,1767	1,000	-86,194	81,461
	4% de granallas de acero	-5,7000	26,1767	,996	-89,527	78,127
	6% de granallas de acero	-7,6000	26,1767	,991	-91,427	76,227
<b>2% de granallas de acero</b>	Muestra convencional	2,3667	26,1767	1,000	-81,461	86,194
	4% de granallas de acero	-3,3333	26,1767	,999	-87,161	80,494
	6% de granallas de acero	-5,2333	26,1767	,997	-89,061	78,594
<b>4% de granallas de acero</b>	Muestra convencional	5,7000	26,1767	,996	-78,127	89,527
	2% de granalla de acero	3,3333	26,1767	,999	-80,494	87,161
	6% de granallas de acero	-1,9000	26,1767	1,000	-85,727	81,927
<b>6% de granallas de acero</b>	Muestra convencional	7,6000	26,1767	,991	-76,227	91,427
	2% de granalla de acero	5,2333	26,1767	,997	-78,594	89,061
	4% de granallas de acero	1,9000	26,1767	1,000	-81,927	85,727

Fuente: SPSS

En todos al momento de relacionarlos vemos que presentan diferencia significativa.

**Tabla 60:** Tukey para formar grupos

Granalla de acero reciclado en el pavimento flexible	N	Subconjunto para alfa=0.05
		1
muestra convencional	3	66,367
2% de granalla de acero	3	68,733
4% de granalla de acero	3	72,067
6% de granalla de acero	3	73,967
<b>Sig.</b>		,991

Fuente: SPSS

Interpretación: Al momento de comparar los resultados de la prueba Tukey se puede apreciar que en ambos casos solo se genera un sub grupo por estar cerca todos los resultados de la mediana.

**Hipótesis 3:** La adición de granallas de acero reciclado influye significativamente en el diseño estructural del pavimento flexible, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022  
**indicador 5: Cálculos de espesores al agregar granalla de acero al pavimento flexible**

**Prueba de normalidad de los cálculos de espesores al agregar granalla de acero al pavimento flexible**

Plantear hipótesis:

**Ho:** Los resultados del cálculo de espesores tienen una distribución normal

**Ha:** Los resultados del cálculo de espesores **no** tienen una distribución normal

**Tabla 61:** Prueba de normalidad para el cálculo de espesores del pavimento flexible

	Granallas de acero reciclado en el pavimento flexible	Kolmogorov-sminov			Shapiro-wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	sig
<b>Cálculo de espesores</b>	Muestra convencional	,316	3	-	,750	3	,000
	2% de granallas de acero	,276	3	-	,942	3	,537
	4% de granallas de acero	,219	3	-	,987	3	,780
	6% de granallas de acero	,292	3	-	,923	3	,463

Fuente: SPSS

Como la significancia en la mayoría de los casos resultaron mayores de 0,05 aceptamos la  $H_0$  y rechazamos la  $H_a$ , entonces los resultados de la granulometría tienen una distribución normal.

### **Análisis de la varianza del cálculo de espesores del pavimento flexible**

#### **Prueba de homogeneidad de varianza para espesores del pavimento flexible**

Plantear hipótesis:

**$H_0$ :** No existe diferencias significativas en las varianzas del cálculo de espesores

**$H_a$ :** Existe diferencias significativas en las varianzas del cálculo de espesores

**Tabla 62:** Prueba de homogeneidad de varianzas del cálculo de espesores

		<b>Estadístico Levene</b>	<b>gl1</b>	<b>gl2</b>	<b>Sig.</b>
<b>Cálculo de espesores</b>	Se basa en la media	,558	3	8	,657
	Se basa en la mediana	,163	3	8	,918
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,163	3	6,716	,918
	Se basa en la media recortada	,515	3	8	,683

Fuente: SPSS

Interpretación: Como la significancia sale mayor 0.05, en la mayoría se acepta la  $H_0$  y se acepta la  $H_a$ . **Con lo cual:** “No existen diferencias significativas en las varianzas del cálculo de espesores”.

### **Método ANOVA para el cálculo de espesores**

Planteamiento de hipótesis:

**Hipótesis Nula ( $H_0$ ):** La adición de granallas de acero reciclado influye significativamente en el cálculo del espesor de la base del del pavimento flexible, Av. 2 de octubre, Los Olivos, 2022; si el P valor  $\geq 0.05$ .

**Hipótesis Alterna ( $H_a$ ):** La adición de granallas de acero reciclado No influye significativamente en el cálculo del espesor de la base del del pavimento flexible, Av. 2 de octubre, Los Olivos, 2022; si el P valor  $< 0.05$ .

**Tabla 63:** ANOVA cálculo de espesores

	Suma de cuadros	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Entre grupos</b>	16,667	3	5,556	,031	,992
<b>Dentro de grupos</b>	1450,000	8	181,250		
<b>total</b>	1466,667	11			

Fuente: SPSS

Interpretación: Dado que la significancia es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis alternativa; es decir: la adición de perdigones de acero reciclado no afectará significativamente los cálculos del espesor base del revestimiento flexible, Av. 2 de octubre, Los Olivos, 2022

### Prueba de Tukey para el cálculo de espesores

Se analizan la significación en base a la relación de resultados:

$P > 0.05$ ; no es significativo

$P < 0.05$ ; si es significativo

**Tabla 64:** comparaciones múltiples para el calcular de espesor del pavimento flexible

(I) granallas de acero reciclado en el pavimento flexible	(J) granallas de acero reciclado en el pavimento flexible	Diferencia de medias (I-J)	Desv. error	sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
<b>Muestra convencional</b>	2% de granalla de acero	-1,667	10,992	,999	-36,87	33,53
	4% de granallas de acero	,000	10,992	1,000	-35,20	35,20
	6% de granallas de acero	1,667	10,992	,999	-33,53	36,87
<b>2% de granallas de acero</b>	Muestra convencional	1,667	10,992	,999	-33,53	36,87
	4% de granallas de acero	1,667	10,992	,999	-33,53	36,87
	6% de granallas de acero	3,333	10,992	,990	-31,87	38,53
<b>4% de granallas de acero</b>	Muestra convencional	,000	10,992	1,000	-35,20	35,20
	2% de granalla de acero	-1,667	10,992	,999	-36,87	33,53
	6% de granallas de acero	1,667	10,992	,999	-33,53	36,87
<b>6% de granallas de acero</b>	Muestra convencional	-1,667	10,992	,999	-36,87	33,53
	2% de granalla de acero	-3,333	10,992	,990	-38,53	31,87
	4% de granallas de acero	-1,667	10,992	,999	-36,87	33,53

Fuente: SPSS

En todos al momento de relacionarlos vemos que presentan diferencia significativa.

**Tabla 65:** Tukey para formar grupos

<b>Granalla de acero reciclado en el pavimento flexible</b>	<b>N</b>	<b>Subconjunto para alfa=0.05</b>
		1
<b>6% de granalla de acero</b>	3	21,67
<b>Muestra convencional</b>	3	23,33
<b>4% de granalla de acero</b>	3	23,33
<b>2% de granalla de acero</b>	3	25,00
<b>Sig.</b>		,990

Fuente: SPSS

Interpretación: Al momento de comparar los resultados de la prueba Tukey se puede apreciar que en ambos casos solo se genera un sub grupo por estar cerca todos los resultados de la media

## V. DISCUSION

Este capítulo se discutirá los resultados utilizando nuestras verificaciones de antecedentes nacionales o internacionales seleccionadas. Entre otras cosas, detallará las similitudes o contrastes con el desarrollo actual que se está estudiando, que es "la adición de granalla de acero reciclado para mejorar la base del pavimento flexible"., en la Av. 2 de octubre, los olivos, 2022"

**Objetivo 1:** Determinar las propiedades físicas de la base del pavimento flexible con y sin adición de granallas de acero reciclado en distintas dosificaciones, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022.

Contreras y herrera (2017) Puede verse que las muestras corresponden a las categorías de tipo A y B utilizadas como base de gránulos y material para la base de gránulos. Por otro lado, del ensayo de arena equivalente se obtuvo un 70,75%, que corresponde a los parámetros mínimos de 35% matriz granulada y 25% matriz granulada. Los Ángeles tiene una tasa de deserción del 18%, que es el parámetro máximo para una base de grano del 40 % y una base de grano del 50 %. El índice de elongación y aplanamiento fue del 10,68 %, que es una propiedad física muy deseable para fines de evaluación, así como para resultados de gránulos triturados. (p. 57)

Desde los resultados conseguidos, los cuales para la muestra convencional se obtuvo un contenido de humedad del 1%, de acuerdo a esto se logró determinar la curva de gradación que es de acuerdo al ensayo granulométrico obteniéndose así 46.4%, de arena es 39.7% y de finos es de 13.8%. cumpliendo con los requerimientos de la gradación tipo B, Por otro lado, el 38% obtenido en la prueba de arena equivalente corresponde al parámetro mínimo de 35%, que es más adecuado. El grado de desgaste del ángel es del 23%, lo que corresponde al parámetro base máximo del 40%.

Así mismo, para la muestra convencional + el 2%, 4% y 6% de granallas de acero lo cual se obtuvo un contenido de humedad 1%, 0.9% y 0.7% cuyo ensayo de granulometría es de 46.1%, 46.9% y 47.2% de grava, 40.6%, 40.0% y 40.7% de arena y 13.4%, 13.1% y 12.1% La cantidad de granalla de acero añadida es 2%,

4%, 6% del contenido de polvo fino de la muestra, respectivamente. De acuerdo con los indicadores de "Normas técnicas de pavimento urbano", las tres muestras se encuentran en la GRADACION "B".

**Objetivo 2:** Determinar las propiedades mecánicas de la base del pavimento flexible con y sin adición de granallas de acero reciclado en distintas dosificaciones, Av. 2 De octubre, Los Olivos, 2022.

Cruz y Yauri (2020) Las propiedades mecánicas del grupo control fueron: MDS (densidad seca máxima) 2,028 g/cm<sup>3</sup>, CBR 108,53%; el grupo experimental mostró un ligero aumento con la adición del 5% de escoria, pero no se observó diferencia significativa, del 10% al 25% hubo una tendencia al aumento y alcanzó un valor máximo: MDS fue de 2,196 g/cm<sup>3</sup> y CBR de 123,68 %

Resultados del ensayo Proctor modificado de la muestra convencional y de las muestras con las respectivas dosificaciones de Cruz y Yauri:

**Tabla 66:** Proctor modificado de la muestra estándar y su contenido de granalla de acero

PROCTOR MODIFICADO							
Indicadores	UND	M.C.	5%	10%	15%	20%	25%
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.028	2.031	2.072	2.105	2.17	2.196
Optimo contenido de humedad	%	5.36	7.87	8.01	8.6	6.99	7.61

Fuente: Cruz y Yauri

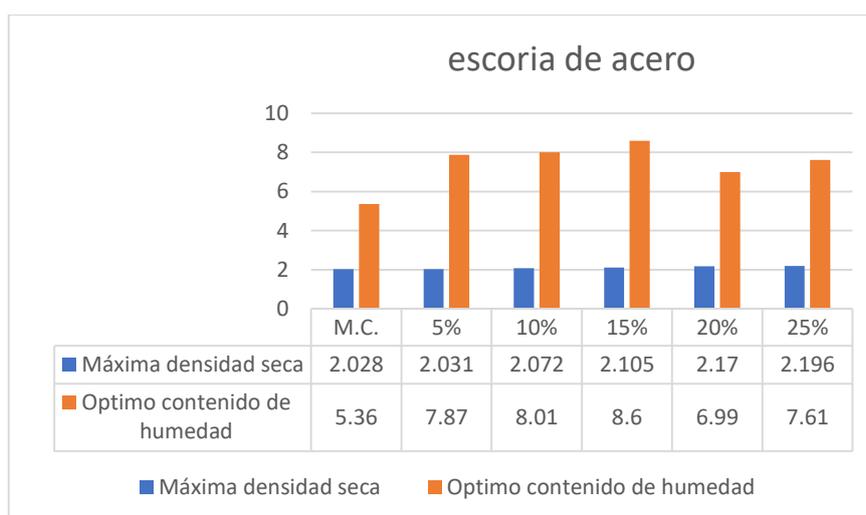


Gráfico 8: muestra convencional más adición del 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de escoria de acero

Resultados del CBR de la muestra patrón y con las adiciones de escoria de acero de Cruz y Yauri:

**Tabla 67:** CBR de la muestra patrón y con sus dosificaciones con escoria de acero

	Muestra Patrón	Dosificación de Escoria de Acero				
		5%	10%	15%	20%	25%
M.D. S	2.028	2.031	2.072	2.105	2.17	2.196
O.C.H	5.36	7.87	8.01	8.6	6.99	7.61
CBR 100%	108.53	109.41	111.9	114.87	116.02	123.68

Fuente: Cruz y Yauri

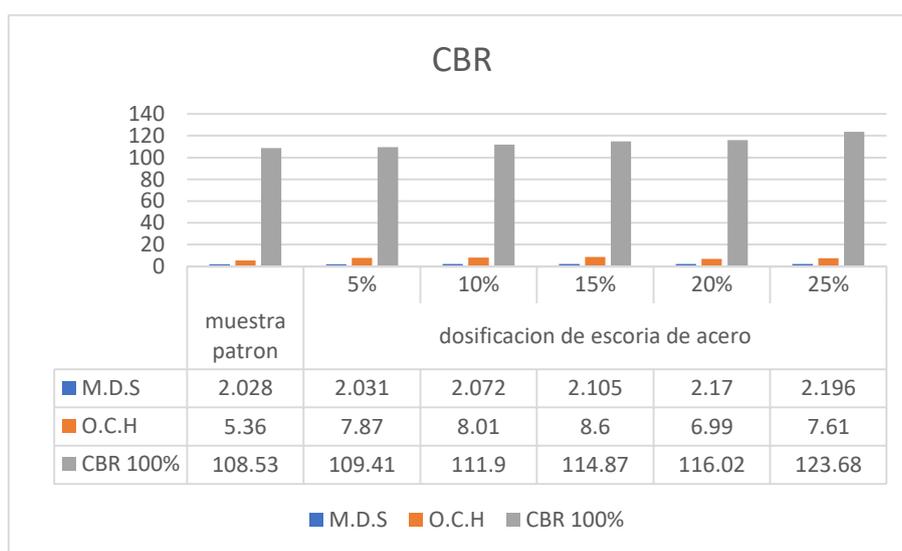


Gráfico 9: CBR de la muestra patrón y de las adiciones de escoria de acero

El presente trabajo de investigación se realizó la modificación de la capa base del pavimento flexible con dosificaciones de 2% 4% y 6% de granallas de acero reciclado. Cuya, propiedad mecánica de la muestra convencional la MDS fue de 2.352 g/cm<sup>3</sup> y el óptimo contenido de humedad fue de 5.5. así mismo, al adicionar la granalla de acero reciclado en la muestra patrón se observó un incremento de la MSD de acuerdo se aumentaba la dosificación y a su vez disminuía su contenido de humedad, alcanzando así su MSD en la dosificación del 6%, que es de 2.373 g/cm<sup>3</sup> con un óptimo contenido de humedad de 5.1%.

**Tabla 68:** resultados del Proctor modificado de la muestra patrón + sus dosificaciones

Indicadores	UND	Muestra			
		Muestra convencional	2% Granallas de acero	4% Granallas de acero	6% Granallas de acero
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.352	2.360	2.366	2.373
Óptimo contenido de humedad	%	5.5	5.3	5.2	5.1

Fuente: elaboración propia

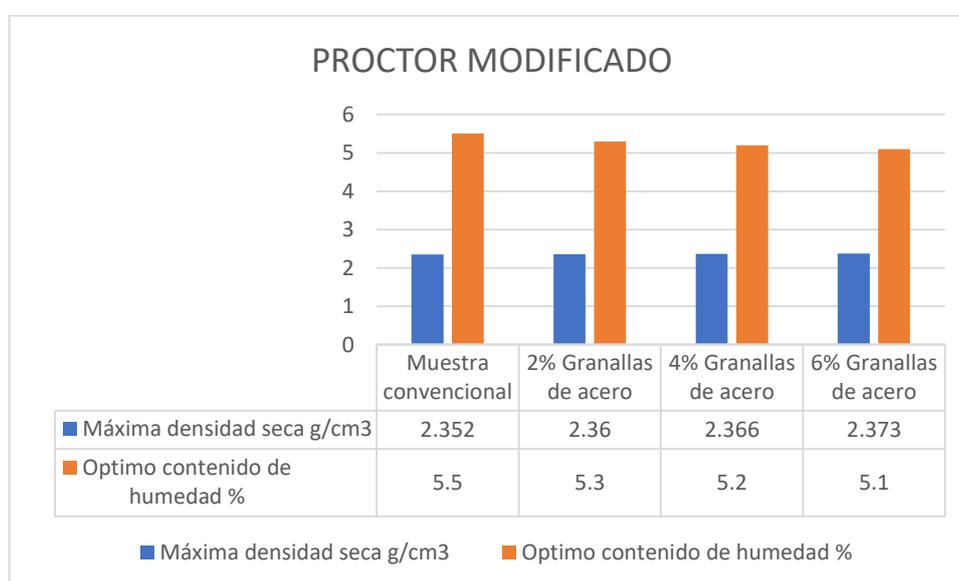


Gráfico 10: muestra patrón + adición del 2%, 4%, y 6% de granallas de acero

El presente trabajo de investigación se realizó la modificación de la capa base del pavimento flexible con dosificaciones de 2% 4% y 6% de granallas de acero reciclado. Cuya, propiedad mecánica de la muestra convencional el CBR fue de UN 89.6 % al 100% y un 78.2% al 95%, así mismo al adicionar en 2%, 4% y 6% de granalla de acero reciclado en la base patrón se observó que en el 6% se obtuvo un CBR de 98.1% al 100%.

**Tabla 69:** resultados del CBR de la muestra patrón + sus dosificaciones

	Muestra patrón	Relación de soporte de california (CBR)		
		2% granallas de acero	4% granallas de acero	6% granallas de acero
CBR al 100% de la MDS	89.6%	92.4%	95.3%	98.1%
CBR al 95% de la MDS	78.2%	81.1%	85.3%	88.2%

Fuente: elaboracion propia

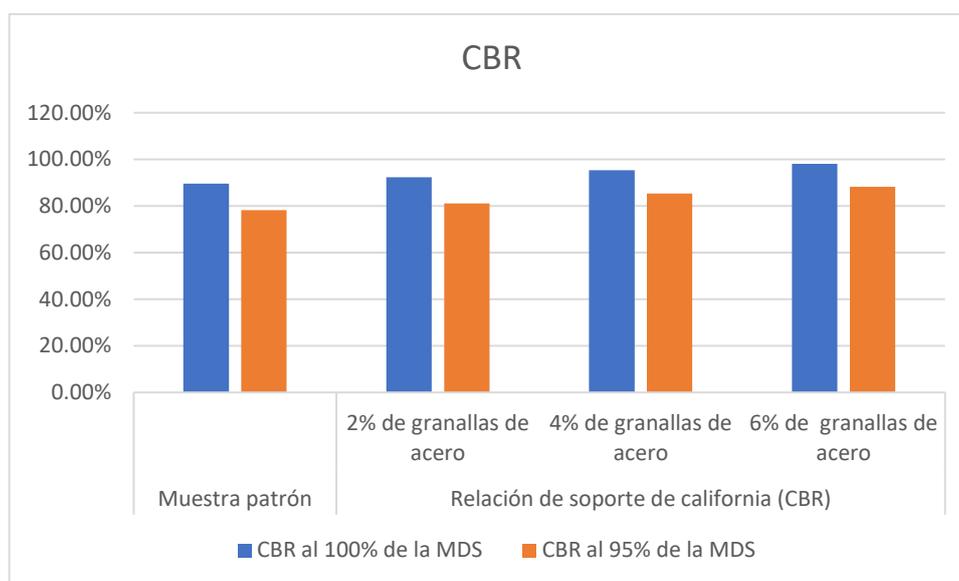


Gráfico 11: muestra patrón + adición del 2%, 4%, y 6% de granallas de acero en el CBR.

Para Cruz y yauri (2020), al adicionar escoria de acero al 5%, 10%, 15%, 20% y 25% en la base granular, presento una tendencia en el incremento en sus Propiedades mecánicas conforme va aumentando su dosificación, donde para la BG + 25% de escoria, la MDS fue 2.196 g/cm<sup>3</sup> y el CBR de 123.68%, lo cual si cumple con las normas del pavimento urbano CE010. Así mismo, en la presente investigación al adicionar las granallas de acero reciclado al 2%, 4% y 6%, donde la muestra convencional tiene una MDS de 2.352 g/cm<sup>3</sup> y el CBR es de 89.6. y para la BG + 6% de granallas, la MDS fue 2.373 g/cm<sup>3</sup> y el CBR de 98.1%, cumpliendo con los requisitos de la norma CE0.10.

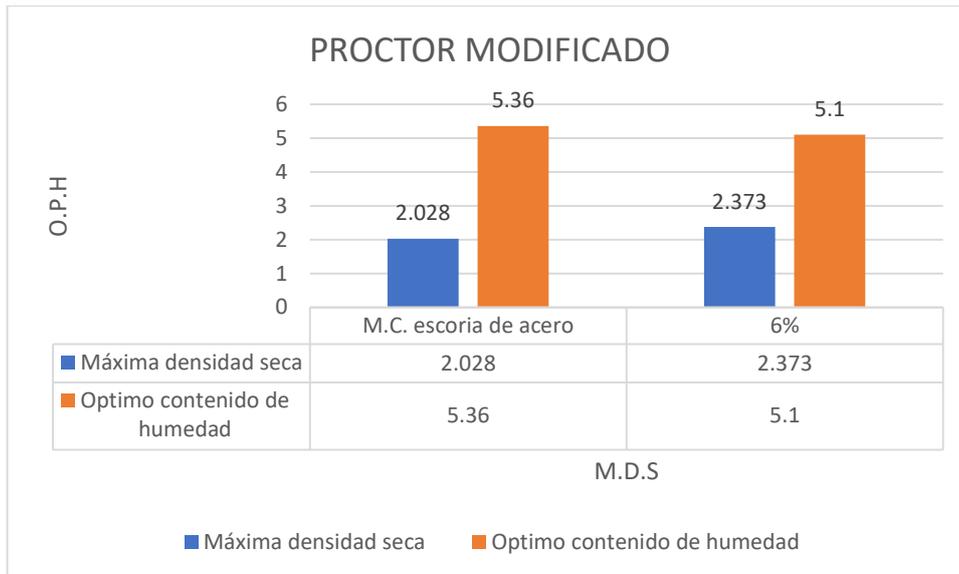


Gráfico 12: comparación del Proctor modificado entre escoria de acero y granalla de acero

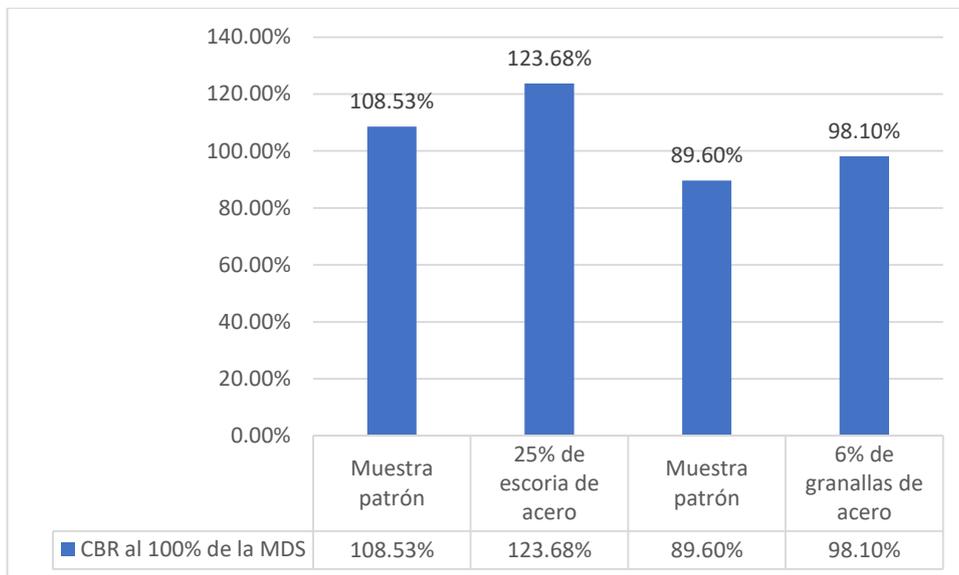


Gráfico 13: comparación del CBR entre escoria de acero y granalla de acero

Las pruebas de propiedades mecánicas son suficientes porque permiten determinar valores del 2%, 4% y 6% de granallas de acero.

**Objetivo 3:** Determinar Como influye la adición de granallas de acero reciclado en el diseño estructural del pavimento flexible, Av. 2 De octubre, Los Olivos, 2022.

Kadeem, Hasan y Mohammed (2022) Los resultados mostraron que la carga de tráfico aplicada estimada superaba la carga de tráfico permitida calculada en más de 12 veces, lo que refleja la situación desastrosa. Por lo tanto, el estudio propuso

rehabilitar los pavimentos mediante su reconstrucción. El estudio propuso construir tres capas: capa asfáltica con un 240 mm de espesor, la base granular con un espesor de 250 mm y la subbase con un espesor de 250 mm. El estudio afirmaba que todas las capas deben tener una calidad superior con un alto módulo elástico para resistir la carga de tráfico prevista.

Desde los resultados conseguidos, los cuales para la muestra convencional sus espesores de las capas del pavimento flexible, son: carpeta asfáltica 5 cm, base 25 cm y subbase 22 cm, así mismo, para la muestra convencional más el 6% por ciento de granallas de acero, son: carpeta asfáltica 5 cm, base 25 cm y subbase 15 cm, y considerando la información que se pudo obtener de campo mediante ficha de observación realizada, en la cual se puso observar fallas existentes, se puede afirmar que en el nuevo pavimento flexible se podrá mejorar su infraestructura de la carretera 2 de octubre del distrito de los olivos.

## VI. CONCLUSIONES

- La incorporación de granalla de acero en una base granular ha logrado que las propiedades físicas, cumplieran con los parámetros de la norma CE 0.10, por lo que el contenido de humedad tanto para la muestra convencional como para BG + 2%, 4% y 6% es del 1% y su granulometría está cumpliendo según el porcentaje que pasa en peso con la gradación B.
- La incorporación de perdigones de acero en la base granular ha tenido éxito en la mejora de sus propiedades mecánicas, ya que la evidencia de las pruebas Proctor y CBR modificadas en laboratorio mostró una tendencia creciente en los valores de densidad seca máxima (MDS). Índice CBR, lo que significa que aumenta la capacidad del material para soportar demandas de carga. Por lo tanto, es posible agregar granalla de acero como alternativa para mejorar las propiedades mecánicas de la base granular y otras capas con propiedades similares para caminos pavimentados o no pavimentados.
- Material matriz granular de la cantera "únicon" Jicamarca 100% cumple con los requisitos de matriz granular especificados en el manual de carreteras, es decir: granulometría corresponde a clase B, índice CBR 89.6%, todos los indicadores cumplen. Ensayos especiales para áridos gruesos y finos.
- Se pudo observar que desde la incorporación del 2% de granalla existe un significativo incremento en sus propiedades de la base granular, sin embargo, donde se obtuvieron resultados más elevados y favorables fue con el 6% de granalla de acero.
- Utilizando estudios de transporte e investigaciones del suelo, se puede determinar el mejor diseño estructural de pavimentos flexibles utilizando el método AASHTO 93. Se concluyó que el análisis de los parámetros de diseño estructural afectó significativamente el pavimento flexible el 2 de octubre en Los Olivos. De acuerdo a los datos encontrados se puede recomendar el espesor del pavimento flexible, nuestro diseño es correcto, pues el programa de computación "Ecuación AASHTO 93" prueba la ecuación

## VII. RECOMENDACIONES

- El uso de granallas de acero se puede recomendar para la elaboración de la capa base granular del pavimento flexible, debido a que ayuda a incrementar favorablemente sus propiedades físicas y mecánicas.
- Para aplicaciones prácticas, se debe realizar un análisis económico, comparando si es económicamente más rentable transportar granalla de acero para mejorar las propiedades del material granular, o elegir otros métodos de estabilización. Esto depende principalmente de la ubicación de la planta siderúrgica donde se generan estos residuos y de la disponibilidad de otros materiales.
- Se ha propuesto e invitado a la comunidad científica e instituciones interesadas a evaluar la utilidad de estos proyectiles en diversas aplicaciones de ingeniería, en especial su uso como agregados finos, debido a su origen se observa alta resistencia mecánica.
- Con una adecuada estructura de pavimento se mejorará el servicio de transpirabilidad y por ende se evitarán los accidentes.

## REFERENCIAS

ABREGU, José. Influencia de la fibra de caucho en las propiedades mecánicas de la base granular de los pavimentos. universidad Peruana los Andes Huancayo 2019. Disponible: <http://www.repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1410>

ARIAS, José y COVINOS, Mitsuo. Diseño y metodología de la investigación. jun-2021. Disponible: <http://hdl.handle.net/20.500.12390/2260>

AMULYA S. y RAVI A.U. *Sustitución de capa base convencional por suelo laterítico estabilizado utilizando escoria de alto horno granulada molida y solución alcalina en la construcción de pavimento flexible* [en Línea]. Abril 2020, vol. 50(2). [fecha de consulta: 21 de septiembre de 2022]. Disponible:

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85083783129&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=DURABILITY+OF+THE+GRANULAR+BASE&sid=b62cdf23ce2c675218c9fb5abbb66788&sot=b&sdt=b&sl=46&s=TITLE-ABS-KEY%28DURABILITY+OF+THE+GRANULAR+BASE%29&relpos=18&citeCnt=5&searchTerm=>

ISSN: 09719555

CONDORI, Porfirio, Universo, Población Y Muestra. 2020. Pg. 3. Disponible: <https://www.aacademica.org/cporfirio/18>

BAZAN, Cristian y VARGAS, Oscar. Diseño estructural de pavimentos para mejorar la transitabilidad de las calles Las Margaritas, 7 de Julio y Ricardo Palma del Barrio 1 en el Centro Poblado Alto Trujillo. Noviembre-2020. Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/7092>

BARRERA, Jhean y DIESTRA, Freddy. influencia de la malla de acero para reducir el costo en la rehabilitación del pavimento flexible De La Av. 200. Ventanilla – Callao, 2018. Disponible:

[https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/6629/barrera\\_pjd-diestra\\_dfsl.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/6629/barrera_pjd-diestra_dfsl.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CASTRO, Magdalena. Bioestadística aplicada en investigación clínica: conceptos básicos. Enero–Febrero 2019. Vol. 30(1). Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864019300045#!>

CRUZ, Colbert; YAURI, Jordy y MEZA, Jorge. Propiedades mecánicas de una base granular incorporando escoria de acero mediante el ensayo CBR – Cantera Yauri, Chicama, 2019. tesis (obtener título profesional). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2020. Disponible:

[https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay?docid=alma991002880952607001&context=L&vid=51UCV\\_INST:UCV&lang=es&search\\_scope=MyInst\\_and\\_CI&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=Everything&query=any,contains,base%20granular&sortby=rank](https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay?docid=alma991002880952607001&context=L&vid=51UCV_INST:UCV&lang=es&search_scope=MyInst_and_CI&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=Everything&query=any,contains,base%20granular&sortby=rank)

CUEVA, Jonathan y TARRILLO, Wilter. Análisis comparativo del diseño estructural de pavimentos flexibles con las metodologías AASHTO-93 e INVIAS en la vía principal Las Palmeras de Pacasmayo, La Libertad 2021. Disponible: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/31456>

CHUQUISPUMA, Jhon y SIGUENZA, Robert (2021). Diseño de pavimento flexible con método AASTHO-93 para mejorar la transitabilidad empleando caucho, distrito San Vicente de Cañete, 2021. Universidad César Vallejo. Disponible: [https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay?docid=alma991002902172207001&context=L&vid=51UCV\\_INST:UCV&lang=es&search\\_scope=MyInst\\_and\\_CI&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=Everything&query=any,contains,pavimento%20flexible&offset=20](https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay?docid=alma991002902172207001&context=L&vid=51UCV_INST:UCV&lang=es&search_scope=MyInst_and_CI&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=Everything&query=any,contains,pavimento%20flexible&offset=20)

DANG, Tung; NGUYEN, Manh; NGUYEN, Tan Phong; ISAWA, Tomoo; TA, Yasutaka y SATO, Ryoichi. *Las propiedades mecánicas de la escoria de acero reemplazan el agregado mineral para la aplicación de base/subbase de carretera según el estándar de Vietnam y Japón*. [en Línea]. junio 2022, vol. 29(28). [fecha de consulta: 21 de septiembre de 2022]. Disponible: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85120490205&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=steel+slag+on+pavement&nlo=&nlr=&nls=&sid=ca64f623e09728f7041931fa98274b28&sot=b&sdt=b&sl=37&s=TITLE-ABS-KEY%28steel+slag+on+pavement%29&relpos=24&citeCnt=0&searchTerm=>

ISSN: 09441344

DE LA CRUZ, Sleyther y PAREDES, Guirlo. Diseño de infraestructura vial con pavimento flexible para mejora de transitabilidad de la avenida Industrial, Lurín, Lima [en Línea]. enero 2021, N° 20 [fecha de consulta: 21 de septiembre de 2022]. Disponible: <https://web.s.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=0&sid=f1a0ce76-8f2f-44d8-a511-55a4ae15c288%40redis&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=159026549&db=fua>

ISSN: 2301-1092

DELGADO, Yohn. Carpeta asfáltica reciclada para tratar las propiedades físicas y mecánicas de base granular deteriorada. Tesis de grado. Universidad peruana los andes, 2021. Disponible:

[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPLA\\_adabaed2becd86c9b8a46d33d3141525](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPLA_adabaed2becd86c9b8a46d33d3141525)

DROPPELMANN, Guillermo. La instrumentalización metodológica en la ética de la investigación. EIDON. Revista española de bioética, 2018, no 49, p. 102-114. Disponible: <https://revistaeidon.es/index.php/revistaeidon/article/view/38>

GALLARDO, Eliana. Metodología de la Investigación: manual auto formativo interactivo. Huancayo: Universidad Continental, 2017. Disponible:

[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO\\_UC\\_EG\\_MAI\\_UC0584\\_2018.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO_UC_EG_MAI_UC0584_2018.pdf)

ISBN: 978-612-4196

GUEVARA, Patricia; VERDESOTO, Eduardo y CASTRO, Esther. Metodología de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). Revista científica mundo de la investigación y el conocimiento. 2020. págs. 163-173. Disponible:

<http://recimundo.com/index.php/es/article/view/860>

ISSN: 2588-073X

HERNÁNDEZ, Rolando y GONZÁLEZ, Sayda. 2020. El proceso de investigación científica. Habana: universitaria, 2020. 978-959-16-1307-3.

HERNÁNDEZ, Roberto. Recolección de datos cuantitativos (2019). Disponible: [http://saludpublica.cucs.udg.mx/cursos/medicion\\_exposicion/Hern%C3%A1ndez-Sampieri%20et%20al,%20Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3%B3n,%202014,%20pp%20194-267.pdf](http://saludpublica.cucs.udg.mx/cursos/medicion_exposicion/Hern%C3%A1ndez-Sampieri%20et%20al,%20Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3%B3n,%202014,%20pp%20194-267.pdf)

HERNÁNDEZ, Sandra y DUANA, Dánae. Técnicas E Instrumentos De Recolección De [en Línea]. 2020. vol. 9(17). [fecha de consulta: 5 de noviembre de 2022]. Disponible:

<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019>

HOSPINAL, Luis y LOZA, Miryam. Técnica de muestreo para investigación cuantitativa: aplicación informática.2021. disponible:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/78250>

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto; FERNÁNDEZ-COLLADO, Carlos; BAPTISTA-LUCIO, Pilar. Alcance de la Investigación. 2017.

Disponible:

[http://metabase.uaem.mx/bitstream/handle/123456789/2792/510\\_06\\_color.pdf](http://metabase.uaem.mx/bitstream/handle/123456789/2792/510_06_color.pdf).

INFANTES, diego. análisis comparativo de las propiedades físico-mecánicas de una base granular para pavimento flexible mejorada con la adición de escoria de cobre, 2020. Universidad Católica San Pablo. Disponible:

[http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/20.500.12590/16570/1/INFANTES\\_LEON\\_DIE\\_COB.pdf](http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/20.500.12590/16570/1/INFANTES_LEON_DIE_COB.pdf)

KADEEM, Majed; JONI, Hasan y WAHEED, Mohammed. *Evaluación de las propiedades estructurales de los pavimentos de las carreteras Bagdad-Baquba* [en Línea]. Junio 2022 vol.10 (3). [fecha de consulta: 21 de septiembre de 2022]. Disponible:

[https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85132984510&origin=resultslist&sort=plf-)

[85132984510&origin=resultslist&sort=plf-](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85132984510&origin=resultslist&sort=plf-)

[f&src=s&st1=granular+pavement+base&sid=e86b22732596671e737683dd7da2d0](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85132984510&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=granular+pavement+base&sid=e86b22732596671e737683dd7da2d0)

[8e&sot=b&sdt=b&sl=37&s=TITLE-ABS-KEY%28granular+pavement+base%29&relpos=16&citeCnt=0&searchTerm=](#)

ISSN: 23034521

ARIAS, José. Diseño y metodología de la investigación. Junio 2021. Disponible: [file:///C:/Users/mpisc/Downloads/Arias-Covinos-Dise%C3%B1o\\_y\\_metodologia\\_de\\_la\\_investigacion%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/mpisc/Downloads/Arias-Covinos-Dise%C3%B1o_y_metodologia_de_la_investigacion%20(3).pdf)

ISBN: 978-612-48444-2-3.

KEEVER, Miguel; MÁRQUEZ, Horacio; ZURITA, Jessie; NOVALES, Guadalupe y ESCAMILLA, Alberto. El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones. Revista Alergia México, 2018, vol. 65, no 4, p. 414-421. Disponible: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-91902018000400414&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-91902018000400414&script=sci_arttext)

ISSN 2448-9190

LLAVE, Jhonatan; SÁNCHEZ, Fiana y CLEMENTE, Luis. Modificación e implementación de una infraestructura vial para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal, Imperial - Cañete. Universidad César Vallejo, 2021. Disponible:

[https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay?docid=alma991002879772107001&context=L&vid=51UCV\\_INST:UCV&lang=es&search\\_scope=MyInst\\_and\\_CI&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=Everything&query=any,contains,modificacion%20de%20la%20base%20granular&offset=0](https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay?docid=alma991002879772107001&context=L&vid=51UCV_INST:UCV&lang=es&search_scope=MyInst_and_CI&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=Everything&query=any,contains,modificacion%20de%20la%20base%20granular&offset=0)

LÓPEZ, Pedro y FACHELLI, Sandra. Metodología De La Investigación Social Cuantitativa. 2018. Universidad Autónoma de Barcelona. DISPONIBLE: [https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocua\\_cap2-4a2017.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocua_cap2-4a2017.pdf)

MALDONADO, J.J; MACHO, L.K. y CASALLAS, E. La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. Tecnura, 2022. 27(75). DISPONIBLE: <https://doi.org/10.14483/22487638.19171>

MENDOZA, Elena y VILLEGAS, Carlos. Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del pavimento flexible adicionando residuos de construcción y demolición en la base granular, Ilo, 2021. Tesis (obtener título profesional). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2022. Disponible: [https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay?docid=alma991002920666707001&context=L&vid=51UCV\\_INST:UCV&lang=es&search\\_scope=MyInst\\_and\\_CI&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=Everything&query=any,contains,capa%20granular&offset=0](https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay?docid=alma991002920666707001&context=L&vid=51UCV_INST:UCV&lang=es&search_scope=MyInst_and_CI&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=Everything&query=any,contains,capa%20granular&offset=0)

MOHAMAD, Ahmad; YUSOFF, Nur; JAMIL, Maslina; SAMSUDIN, Syurina y YAZID, Muhamad. *Utilización de escoria de acero y tubo de rayos catódicos (CRT) como agregados para pavimentos de base de carreteras y sus propiedades*. [en Línea]. mayo 2022, vol. 2496 [fecha de consulta: 21 de septiembre de 2022]. Disponible:

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85131233854&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=steel+slag+on+pavement&nlo=&nlr=&nls=&sid=ca64f623e09728f7041931fa98274b28&sot=b&sdt=b&sl=37&s=TITLE-ABS-KEY%28steel+slag+on+pavement%29&relpos=25&citeCnt=0&searchTerm=>

ISBN: 978-073544194-1

NICOMEDES, Esteban, tipos de investigación, 2018. Disponible:  
<http://repositorio.usdg.edu.pe/bitstream/USDG/34/1/Tipos-de-Investigacion.pdf>

OCROSPOMA, Nichels y MARÍN, Percy. Diseño estructural de pavimento flexible utilizando el método AASHTO 93, de la vía Pampam – Huasta, provincia de Bolognesi - Ancash, 2021. Universidad César Vallejo, 2021. Disponible:

[https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay?docid=alma991002902158607001&context=L&vid=51UCV\\_INST:UCV&lang=es&search\\_scope=MyInst\\_and\\_CI&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=Everything&query=any,contains,pavimento%20flexible&offset=30](https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay?docid=alma991002902158607001&context=L&vid=51UCV_INST:UCV&lang=es&search_scope=MyInst_and_CI&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=Everything&query=any,contains,pavimento%20flexible&offset=30)

ORELLANA, Jinno. Aplicación de la emulsión imprimante PRIMETEC en la conservación de la base granular - Huancayo 2021. tesis de grado. Universidad peruana los andes. Disponible:  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPLA\\_ba50c2c53749385ef586624b40c6d68b](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPLA_ba50c2c53749385ef586624b40c6d68b)

PACHECO, Rosalía y VARELA, Fernando. *Comportamiento mecánico de un suelo estabilizado con cemento que contiene vidrio reciclado como capa base de una carretera* [en Línea]. Noviembre 2020, Vol. 21(8). [fecha de consulta: 21 de septiembre de 2022]. Disponible:

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85064510793&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=granular+base+strength&sid=5bddfd3adad2ddb444bbae036ab62dbb&sot=b&sdt=b&sl=37&s=TITLE-ABS-KEY%28granular+base+strength%29&relpos=118&citeCnt=7&searchTerm=>

ISSN: 14680629

Manual de carreteras, MTC, 2014. Pg. 25. Disponible:  
file:///C:/Users/mpisc/Downloads/MANUAL%20DE%20SUELOS%20Y%20PAVIMENTOS-2014.pdf

CABRERA, Hernando. Caracterización del Comportamiento del Residuo de Granalla de Acero al Ser Incluido en Elementos de Concretos, 2018. Pg24. Disponible:  
<http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/8074/131438.pdf?sequence=1#page=23&zoom=100,109,796>

USECHE, María; ARTIGAS, Wileidys; QUEIPO, Beatriz y PEROZO, Édison. Técnicas e instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos.2019. disponible: <https://repositoryinst.uniguajira.edu.co/handle/uniguajira/467>

ISBN: 978-956-6037-04-0

WIRANATA, Didi; YANG, Shih-Hsiena; AKGUL, Cagla; HSIEN, Ho Yud y NUGRAHA, Muhammad. *Utilización de material estabilizado con cemento de cenizas de carbón como material de base del pavimento: Caracterización en laboratorio y evaluación en campo* [en Línea]. agosto 2022. Vol. 344. [fecha de consulta: 21 de septiembre de 2022]. Disponible:

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85132713187&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=granular+base+strength&sid=5bddfd3adad2ddb444bbae036ab62dbb&sot=b&sdt=b&sl=37&s=TITLE-ABS-KEY%28granular+base+strength%29&relpos=9&citeCnt=0&searchTerm=>

ISSN: 09500618

ROMÁN, Edwin. Análisis del Comportamiento de los Materiales Reciclados de Escombros para Subbase en Pavimentos Flexibles en la Av. Nazca, SJL, Lima, 2017, Universidad De Cesar Vallejo. Tesis Para Obtener Título,

Disponible: [file:///C:/Users/mpisc/Downloads/ROMAN\\_RE.pdf](file:///C:/Users/mpisc/Downloads/ROMAN_RE.pdf)

Armas gil, irwing. “Evaluación Del Estado De Conservación Del Pavimento Flexible De La Carretera Cajabamba – Río Negro, Utilizando El Método Vizir. Tesis (obtención de título profesional). Cajamarca: universidad nacional de Cajamarca, 2018. 18p.

Disponible: <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2540>

ROMERO RODRIGUEZ, Iris Roselin. Determinación y evaluación de las patologías de la capa de rodadura del pavimento flexible de la avenida Marcavelica cuadras 01 a la cuadra 09, del distrito de Veintiséis de Octubre, provincia de Piura, región Piura–marzo 2017. 2017.

Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.13032/4964>

SALVATIERRA RODRIGUES, Víctor Raúl. Estrategias óptimas para la conservación y desarrollo vial por niveles de servicio, de superficies de rodadura asfálticas en carreteras del Perú. 2017

Disponibles: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/3734>

JINCHUÑA ALANOCA, Miguel Samir. Evaluación por deflectometría y la rugosidad del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad vehicular en la av. Billingham, tramo: av. Bolognesi–av. Tarapacá–Tacna, 2019. 2020.

Disponible: <http://hdl.handle.net/20.500.12969/1583>

Ministerio de Transporte y Comunicaciones [en línea]. Edición mayo. Perú: Lima, 2016 [Fecha de consulta: 5 de mayo de 2023].

Disponible en:

[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3729.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3729.pdf)

Norma técnica CE. 010. Instituto de la construcción y gerencia.

Disponible: [https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Pavimentos\\_Urbanos.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Pavimentos_Urbanos.pdf)

Manual de carreteras , suelos geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos. 2014

Disponible:

[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos\\_Manual\\_de\\_Carreteras\\_OK.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf)

QUEZADA, Contreras, et al. Mejoramiento del agregado obtenido de escombros de la construcción para bases y subbases de estructura de pavimento en Nuevo Chimbote–Santa-Ancash. 2017.

Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.14278/2708>

DAMIÁN ACUÑA, Kassandra Giomira. Evaluación del estado del pavimento y su mejoramiento de la Av. Venus–tramo Jr. Los Chasquis-Jr. Júpiter en la Urb. El Trébol II Etapa-Los Olivos 2017.

Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/60571>

## **Anexos 1**

## **ANEXO 1 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

TÍTULO: Adición de granallas de acero reciclado para mejorar la base del pavimento flexible, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022.

Autora: Mayte Selene Psico Tulumba

<b>VARIABLE INDEPENDIENTE (X)</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
Granallas de acero reciclado	Cabrera (2018, p. 24) nos dice que la granalla de acero es un material que está constituida en su mayoría de hierro (96%) pero también está compuesto de carbono (0,8-1,3%), manganeso (0,5-1,3%) y silicio o (0,3-1,2%), así mismo, este material no es considerado nocivo para la salud humana.	Las dosificaciones de la granalla de acero 2%, 4% y 6% respecto al material natural de la base, Se utiliza para mejorar en la composición de la base granular para sus propiedades mecánicas-físicas. La variable independiente está compuesta por granalla de acero. voy a realizar ensayos respecto a la variable- dimensión 1 para la variable independiente	Dosificación	2%	De Razon
				4%	
				6%	
<b>VARIABLE DEPENDIENTE (Y)</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
Base del pavimento flexible	Según el manual de carreteras (2014, p. 25), Es la capa inferior a la capa de rodadura, que tiene como principal función de sostener, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante (CBR $\geq$ 80%) o será tratada con asfalto, cal o cemento	Estas propiedades físicas y mecánicas de la base granular vienen siendo establecidas por la capacidad de resistencia-durabilidad para lo que fue diseñada. Además, el proceso de la adición de las granallas de acero en la capa base granular de un pavimento flexible obedecerá a factores, por ejemplo: la durabilidad, la dureza, la limpieza, resistencia de los materiales, resistencia al volumen de tránsito, resistencia a la humedad.	Propiedades físicas	-Contenido de humedad -Granulometría -Limite Atterberg (limite líquido y plástico) -Abrasión de los ángeles -Equivalente de arena	De Razon
			Propiedades mecánicas	-Proctor modificado -CBR	De Razon
			Diseño estructural	tráfico y propiedades de la subrasante y calculo espesor de capas	De Razon

## **Anexo 2**

## **ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

TÍTULO: Adición de granallas de acero reciclado para mejorar la base del pavimento flexible, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022.

Autora: Mayte Selene Psico Tulumba

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	
<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>	<b>Variable Independiente (X)</b>				
¿Cómo influye la adición de granallas de acero reciclado en la base del pavimento flexible, Av. 2 de octubre, Los Olivos, 2022?	Evaluar cómo influye la adición de granallas de acero reciclado en la base del pavimento flexible, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022	La incorporación de las granallas de acero reciclado influye de manera positiva en la mejora de la capa base del pavimento flexible, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022	Granallas de acero reciclado	Dosificación	2% 4% 6%	Ficha Recolección de Datos. Balanza de precisión	
<b>Problemas específicas</b>	<b>Objetivos específicas</b>	<b>Hipótesis específicas</b>	<b>Variable Dependiente (Y)</b>				
¿Como influye la adición de granallas de acero reciclado en las propiedades físicas de la base del pavimento flexible, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022?	Determinar las propiedades físicas de la base del pavimento flexible con y sin adición de granallas de acero reciclado en distintas dosificaciones, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022	La adición de granallas de acero reciclado influye significativamente en las propiedades físicas de la base del pavimento flexible, Av. 2 de octubre, Los Olivos, 2022	Base del pavimento flexible	Propiedades físicas	-Contenido de humedad -Granulometría -Limite Atterberg (limite líquido y plástico) -Abrasión de los ángeles -Equivalente de arena	ficha resultado de laboratorio ASTM D 4318 ficha resultado de laboratorio ASTM D 6913 ficha resultado de laboratorio ASTM C 131 ficha resultado de laboratorio ASTM D 2216	
¿Como influye la adición de granallas de acero reciclado en las propiedades mecánicas de la base del pavimento flexible, Av. 2 de Octubre, los Olivos, 2022?	Determinar las propiedades mecánicas de la base del pavimento flexible con y sin adición de granallas de acero reciclado en distintas dosificaciones, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022	La adición de granallas de acero reciclado influye significativamente en las propiedades mecánicas de la base del pavimento flexible, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022			Propiedades mecánicas	Proctor modificado CBR (California Bearing Ratio)	ficha resultado de laboratorio ASTM D 1557 ficha resultado de laboratorio ASTM D 1883
¿Como influye la adición de granallas de acero reciclado en el diseño estructural del pavimento flexible, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022?	Determinar Como influye la adición de granallas de acero reciclado en el diseño estructural del pavimento flexible, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022.	La adición de granallas de acero reciclado influye significativamente en el diseño estructural del pavimento flexible, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022			Diseño estructural	Demanda vehicular y calculo espesor de capas	AASHTO 93

### ANEXO 3: tasa de crecimiento

Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros		Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados	
	TC		PBI
Amazonas	0.62%	Amazonas	3.42%
Ancash	0.59%	Ancash	1.05%
Apurímac	0.59%	Apurímac	6.65%
Arequipa.	1.07%	Arequipa.	3.37%
Ayacucho	1.18%	Ayacucho	3.60%
Cajamarca.	0.57%	Cajamarca.	1.29%
Callao	1.56%	Cusco.	4.43%
Cusco.	0.75%	Huancavelica.	2.33%
Huancavelica.	0.83%	Huánuco.	3.85%
Huánuco.	0.91%	Ica.	3.54%
Ica.	1.15%	Junín.	3.90%
Junín.	0.77%	La Libertad	2.83%
La Libertad	1.26%	Lambayeque.	3.45%
Lambayeque.	0.97%	Callao	3.41%
Lima Provincia	1.45%	Lima Provincia	3.07%
<b>Lima.</b>	<b>1.45%</b>	<b>Lima.</b>	<b>3.69%</b>
Loreto.	1.30%	Loreto.	1.29%
Madre de Dios	2.58%	Madre de Dios	1.98%
Moquegua	1.08%	Moquegua	0.27%
Pasco.	0.84%	Pasco.	0.36%
Piura.	0.87%	Piura.	3.23%
Puno.	0.92%	Puno.	3.21%
San Martín.	1.49%	San Martín.	3.84%
Tacna.	1.50%	Tacna.	2.88%
Tumbes.	1.58%	Tumbes.	2.60%
Ucayali	1.51%	Ucayali	2.77%

### Anexo 4: relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>8.2 ton</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>S2</sub> )	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TA2</sub> )	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

**Anexo 5:** Factor de distribución direccional y de carril

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

**Anexo 6:** categoría de sub rasante

CATEGORÍAS DE SUB RASANTE	CBR
S <sub>0</sub> : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Sub rasante excelente	CBR ≥ 30%

**Anexo 7:** modulo resiliente obtenido por correlación con CBR

CBR% SUB RASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M <sub>R</sub> ) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M <sub>R</sub> ) (MPA)	CBR% SUB RASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M <sub>R</sub> ) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M <sub>R</sub> ) (MPA)
6	8,043.00	55.45	19	16,819.00	115.96
7	8,877.00	61.20	20	17,380.00	119.83
8	9,669.00	66.67	21	17,931.00	123.63
9	10,426.00	71.88	22	18,473.00	127.37
10	11,153.00	76.90	23	19,006.00	131.04
11	11,854.00	81.73	24	19,531.00	134.66
12	12,533.00	86.41	25	20,048.00	138.23
13	13,192.00	90.96	26	20,558.00	141.74
14	13,833.00	95.38	27	21,060.00	145.20
15	14,457.00	99.68	28	21,556.00	148.62
16	15,067.00	103.88	29	22,046.00	152.00
17	15,663.00	107.99	30	22,529.00	155.33
18	16,247.00	112.02			

**Anexo 8:** Tipo de tráfico y nivel de confiabilidad.

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
<b>Caminos de Bajo Volumen de Tránsito</b>	T <sub>P0</sub>	75,000	150,000	65%
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	70%
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	75%
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	80%
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	80%
<b>Resto de Caminos</b>	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	85%
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	85%
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	85%
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	90%
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	90%
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	90%
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	90%
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	95%
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	95%
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	95%
	T <sub>P15</sub>		>30'000,000	95%

## Anexo 9: desviación estándar normal

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)		
				1ERA. ETAPA (1)	2DA. ETAPA (2)	TOTAL (1) X (2)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000	81%	81%	65%
	TP1	150,001	300,000	84%	84%	70%
	TP2	300,001	500,000	87%	87%	75%
	TP3	500,001	750,000	89%	89%	80%
	TP4	750 001	1,000,000	89%	89%	80%
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	92%	92%	85%
	TP6	1,500,001	3,000,000	92%	92%	85%
	TP7	3,000,001	5,000,000	92%	92%	85%
	TP8	5,000,001	7,500,000	95%	95%	90%
	TP9	7,500,001	10'000,000	95%	95%	90%
	TP10	10'000,001	12'500,000	95%	95%	90%
	TP11	12'500,001	15'000,000	95%	95%	90%
	TP12	15'000,001	20'000,000	97%	97%	95%
	TP13	20'000,001	25'000,000	97%	97%	95%
	TP14	25'000,001	30'000,000	97%	97%	95%
	TP15	>30'000,000		97%	97%	95%

## Anexo 10: coeficiente estadístico de la desviación estándar (Zr)

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z <sub>R</sub> )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000	-0.385
	TP1	150,001	300,000	-0.524
	TP2	300,001	500,000	-0.674
	TP3	500,001	750,000	-0.842
	TP4	750 001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	-1.036
	TP6	1,500,001	3,000,000	-1.036
	TP7	3,000,001	5,000,000	-1.036
	TP8	5,000,001	7,500,000	-1.282
	TP9	7,500,001	10'000,000	-1.282
	TP10	10'000,001	12'500,000	-1.282
	TP11	12'500,001	15'000,000	-1.282
	TP12	15'000,001	20'000,000	-1.645
	TP13	20'000,001	25'000,000	-1.645
	TP14	25'000,001	30'000,000	-1.645
	TP15	>30'000,000		-1.645

**Anexo 11: Índice de serviciabilidad inicial**

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,00	150,000	3.80
	TP1	150,001	300,000	3.80
	TP2	300,001	500,000	3.80
	TP3	500,001	750,000	3.80
	TP4	750 001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.00
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.00
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.00
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.00
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.00
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.00
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.00
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.20
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.20
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.20
	TP15	>30'000,000		4.20

**Anexo 12: Índice de serviciabilidad final**

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000	2.00
	TP1	150,001	300,000	2.00
	TP2	300,001	500,000	2.00
	TP3	500,001	750,000	2.00
	TP4	750 001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	2.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	2.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	2.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	2.50
	TP9	7,500,001	10'000,000	2.50
	TP10	10'000,001	12'500,000	2.50
	TP11	12'500,001	15'000,000	2.50
	TP12	15'000,001	20'000,000	3.00
	TP13	20'000,001	25'000,000	3.00
	TP14	25'000,001	30'000,000	3.00
	TP15	>30'000,000		3.00

### Anexo 13: diferencial de serviciabilidad

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD ( $\Delta$ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	75,001	1500,000	1.80
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	1.80
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	1.80
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	1.80
	T <sub>P4</sub>	750 001	1,000,000	1.80
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	1.50
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	1.50
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	1.50
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	1.50
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	1.50
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	1.50
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	1.50
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	1.20
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	1.20
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	1.20
	T <sub>P15</sub>		>30'000,000	1.20

### Anexo 14: coeficiente estructural (a1)

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a <sub>1</sub> (cm)	OBSERVACIÓN
<b>CAPA SUPERFICIAL</b>			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C	a <sub>1</sub>	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frio, mezcla asfáltica con emulsión.	a <sub>1</sub>	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	a <sub>1</sub>	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a <sub>1</sub>	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm.	a <sub>1</sub>	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) no se considerapor no tener aporte estructural			

### anexo 15: coeficiente estructural (a3)

SUBBASE			
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a <sub>3</sub>	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

**Anexo 16:** coeficiente de drenaje para bases y sub bases

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 - 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

**ANEXO 17**  
**FICHAS DE RECOLECCION DE DATOS**

**FORMATO 1**
**ENSAYO DE CALIFORNIA BEATNING RATIO (CBR) ASTM D 1883**
**LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO**

**Proyecto de ensayo:** Adición de granallas de acero reciclado para mejorar la base del pavimento flexible, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022.

**Solicitado por:**
**Norma de ensayo:**
**Cantera:**
**Descripción:**
**Ensayado por:**
**Revisado por:**
**Fecha:**
**HOJA DE CAMPO**
**ENSAYO CALIFORNIA BEARNING RATIO (CBR) - BASE GRANULAR**
**- DATOS DE MOLDEO**

MOLDES N°	M1	23	27
N° DE GOLPES POR CAPA			
Peso molde + suelo húmedo (gr.)			
Peso molde ( gr. )			
Peso cap. + suelo húmedo ( gr. )			
Peso cap. + suelo seco ( gr. )			
Peso cápsula ( gr. )			

**- DATOS DE EXPANSIÓN**

FECHA	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL

**- DATOS DESPUES DE LA SATURACIÓN**

Peso molde + suelo húmedo (gr.)	12.166	10.955	11.113
Peso cap. + suelo húmedo ( gr. )			
Peso cap. + suelo seco ( gr. )			
Peso cápsula ( gr. )			

**- DATOS DE LA PENETRACIÓN**

TIEMPO	PENETRACIÓN		Lectura anillo	Lectura anillo	Lectura anillo
minutos	mm	píg			


**RAÚL ANTONIO PINTO BARRANTES**  
**INGENIERO CIVIL**

**FORMATO 2**  
**ENSAYO DE ABRASION ASTM C 131**

**LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO**

**Proyecto de ensayo:** Adición de granallas de acero reciclado para mejorar la base del pavimento flexible, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022.

**Solicitado por:**

**Norma de ensayo:**

**Cantera:**

**Descripción:**

**Ensayado por:**

**Revisado por:**

**Fecha:**

**ENSAYO DE ABRASIÓN**

NÚMERO DEL TAMIZ		MASA DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO (gr)
PASA	RETIENE	
1 1/2"	1"	
1"	3/4"	
3/4"	1/2"	
3/8"	1/4"	
TOTAL (B)		

Masa inicial de la muestra antes del ensayo=	
Masa que pasa el tamiz N°12, después del ensayo=	
Porcentaje de Desgaste=	

		
RAÚL ANTONIO PINTO BARRANTES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 51304		
Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio	Ing. Lenny Yeison Rodríguez Flores	Ing. Carmen Beatriz Rodríguez Solís

**FORMATO 3**

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557**

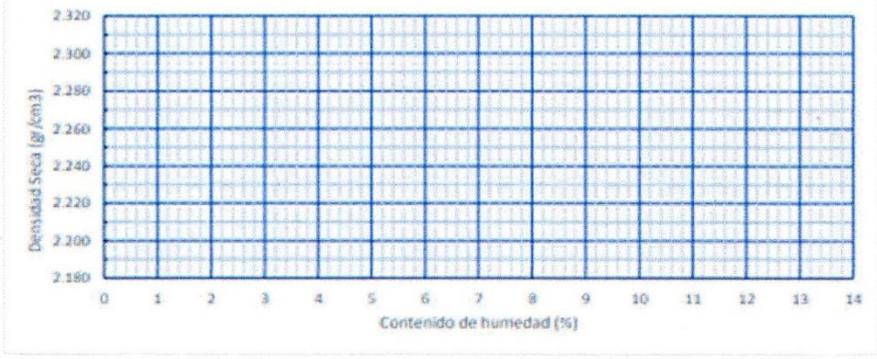
**PROYECTO :** Adición de granallas de acero reciclado para mejorar la base del pavimento flexible, Av 2 de Octubre, Los Olivos, 2022  
**LUGAR :**  
**SOLICITA :**

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
CANTERA	:	Técnico	:
KM.	:	ING. RESP	:
MATERIAL	:	FECHA	:
LADO	:		:

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN : AASHTO T180 (D, Con Replazo)**

VOLUMEN DEL MOLDE :		2105.00 cm <sup>3</sup>			
PRUEBA N°		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr				
Peso molde	gr				
Peso suelo humedo compactado	gr				
Peso suelo humedo + tara	gr				
Peso del suelo seco + tara	gr				
Tara	gr				
Peso del agua	gr				
Peso del suelo seco	gr				
Contenido de agua	%				
Densidad suelo humedo	gr/cm <sup>3</sup>				
Densidad suelo seco	gr/cm <sup>3</sup>				
		<b>DENSIDAD MAXIMA - MDS (gr/cm<sup>3</sup>)</b>			
		<b>HUMEDAD OPTIMA - OCH (%)</b>			



 <b>RAÚL ANTONIO PINTO BARRANTES</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 51304		
Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio	Ing. Lenny Yajaira Rodríguez Flores	Ing. Carmen Beatriz Rodríguez Sa

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216**

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127:1998 / ASTM D 2216</b>	FORM-LEM-INGIL-CHE-03 REV. 2022												
<b>PROYECTO</b> Adición de granallas de acero reciclado para mejorar la base del pavimento flexible, Av. 2 de <u>Ortúbra</u> , Los Olivos, 2022.														
<b>SOLICITANTE</b> :	<b>N° DE CERTIFICADO:</b> _____													
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b> :	<b>N° CODIGO DE MUESTRA:</b> _____													
<b>MUESTRA</b> :	<b>FECHA DE MUESTREO:</b> _____													
<b>PROFUNDIDAD</b> :	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> _____													
<b>CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487) :</b> _____		<b>MUESTREADO POR :</b> _____												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 50%;">Condición de muestra</th> <th style="width: 50%;">Muestra Total</th> </tr> <tr> <td>Prueba</td> <td rowspan="9" style="text-align: center; vertical-align: middle;">/</td> </tr> <tr> <td>Tara (Recipiente)</td> </tr> <tr> <td>Peso de Suelo Húmedo más Recipiente</td> </tr> <tr> <td>Peso de Suelo Seco más Recipiente</td> </tr> <tr> <td>Peso del Recipiente</td> </tr> <tr> <td>Peso del Agua</td> </tr> <tr> <td>Peso del Suelo Seco</td> </tr> <tr> <td>Humedad</td> </tr> <tr> <td>Promedio de Humedad</td> </tr> </table>		Condición de muestra	Muestra Total	Prueba	/	Tara (Recipiente)	Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	Peso de Suelo Seco más Recipiente	Peso del Recipiente	Peso del Agua	Peso del Suelo Seco	Humedad	Promedio de Humedad	
Condición de muestra	Muestra Total													
Prueba	/													
Tara (Recipiente)														
Peso de Suelo Húmedo más Recipiente														
Peso de Suelo Seco más Recipiente														
Peso del Recipiente														
Peso del Agua														
Peso del Suelo Seco														
Humedad														
Promedio de Humedad														
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>														
<b>Material</b>	<b>Humedad (%)</b>													

		
RAÚL ANTONIO PINTO BARRANTES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 51304		
Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio	Ing. Lenny Yeison Rodriguez Flores	Ing. Carmen Beatriz Rodriguez Solis

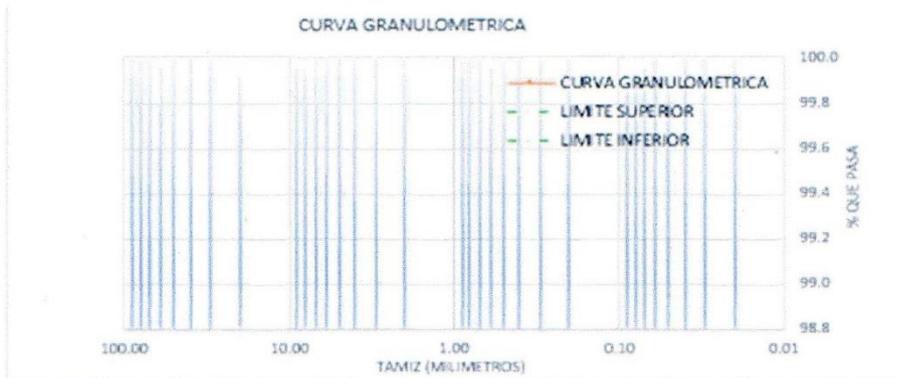
**FORMATO 5**

**ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM D 6913**

**PROYECTO:** Adición de granallas de acero reciclado para mejorar la base del pavimento flexible, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022. **MUESTRA:** ==  
**LUGAR:** == **TECNICO:** ==  
**FECHA:** ==

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

TAMIZ	ABERTURA (mm)	% Pasa	% Pasa	% Retenido Acumulado	% Q' PASA	ESPECIF. "A"	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
4"	101.600						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
Nº 4	4.760						
Nº 6	2.380						
Nº 10	2.000						
Nº 16	1.190						
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.420						
Nº 50	0.297						
Nº 100	0.149						
Nº 200	0.074						
< Nº 200							



 <b>RAÚL ANTONIO PINTO BARRANTES</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 51304		
--	--	--

Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio      Ing. Lenny Yeison Rodriguez Flores      Ing. Carmen Beatriz Rodriguez Solis

**FORMATO 6**

**ENSAYO DE LIMITE ATTERBERG ASTM D 4318**

PROYECTO: Adición de granallas de acero reciclado para mejorar la base del pavimento flexible, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022.

MUESTRA

LUGAR

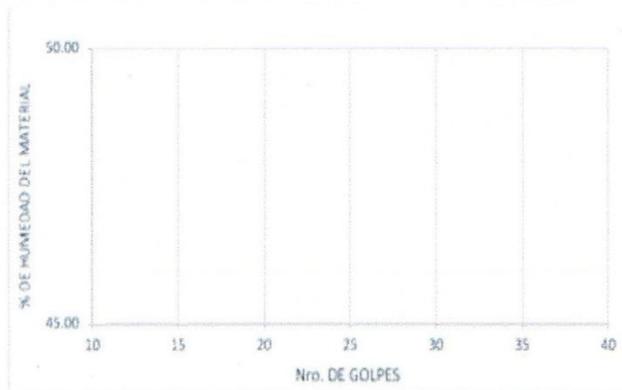
TECNICO

SOLICITA

FECHA

**LIMITES ATTERBERG**

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
TARA						
Nro. DE GOLPE I						
PE SO TARA						
PE SO TARA + SUELO HUMEDO (gr)						
PE SO TARA + MUESTRA SECA (gr)						
PE SO DEL AGUA						
PE SO SUELO SECO						
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)						



LIMITE LIQUIDO	<input type="checkbox"/>
LIMITE PLASTICO	<input type="checkbox"/>
INDICE DE PLASTICIDAD	<input type="checkbox"/>

		
<p><b>RAÚL ANTONIO PINTO BARRANTES</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 51304</p>		
Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio	Ing. Lenny Yeison Rodriguez Flores	Ing. Carmen Beatriz Rodriguez Solis

**FORMATO 1**  
**ENSAYO DE CALIFORNIA BEATING RATIO (CBR) ASTM D 1883**

**LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO**

Proyecto de ensayo: Adición de granallas de acero reciclado para mejorar la base del pavimento flexible, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022.

Solicitado por:  
Norma de ensayo:  
Cantera:  
Descripción:

Ensayado por:  
Revisado por:  
Fecha:

**HOJA DE CAMPO**  
**ENSAYO CALIFORNIA BEARNING RATIO (CBR) - BASE GRANULAR**

- DATOS DE MOLDEO

MOLDES N°	M1	23	27
N° DE GOLPES POR CAPA			
Peso molde + suelo húmedo (gr.)			
Peso molde ( gr. )			
Peso cap. + suelo húmedo ( gr. )			
Peso cap. + suelo seco ( gr. )			
Peso cápsula ( gr. )			

- DATOS DE EXPANSIÓN

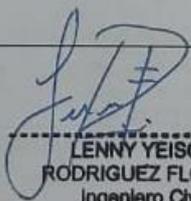
FECHA	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL

- DATOS DESPUES DE LA SATURACIÓN

Peso molde + suelo húmedo (gr.)	12.166	10.955	11.113
Peso cap. + suelo húmedo ( gr. )			
Peso cap. + suelo seco ( gr. )			
Peso cápsula ( gr. )			

- DATOS DE LA PENETRACIÓN

TIEMPO minutos	PENETRACIÓN		Lectura anillo	Lectura anillo	Lectura anillo
	mm	plg			

	 ----- <b>LENNY YEISON RODRIGUEZ FLORES</b> Ingeniero Civil CIP N° 287250	
o Barrantes, Raúl Antonio	Ing. Lenny Yeison Rodriguez Flores	Ing. Carmen Beatriz Roc

**FORMATO 2**  
**ENSAYO DE ABRASION ASTM C 131**

**LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO**

**Proyecto de ensayo:** Adición de granallas de acero reciclado para mejorar la base del pavimento flexible, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022.

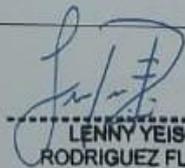
**Solicitado por:**  
**Norma de ensayo:**  
**Cantera:**  
**Descripción:**

**Ensayado por:**  
**Revisado por:**  
**Fecha:**

**ENSAYO DE ABRASIÓN**

NÚMERO DEL TAMIZ		MASA DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO (gr)
PASA	RETIENE	
1 1/2"	1"	
1"	3/4"	
3/4"	1/2"	
3/8"	1/4"	
TOTAL (B)		

Masa inicial de la muestra antes del ensayo=	
Masa que pasa el tamiz N°12, después del ensayo=	
Porcentaje de Desgaste=	

  
-----  
**LENNY YEISON  
RODRIGUEZ FLORES**  
Ingeniero Civil  
CIP N° 287250

into Barrantes, Raúl Antonio

Ing. Lenny Yeison Rodriguez Flores

Ing. Carmen Beatriz R

**FORMATO 3**  
**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557**

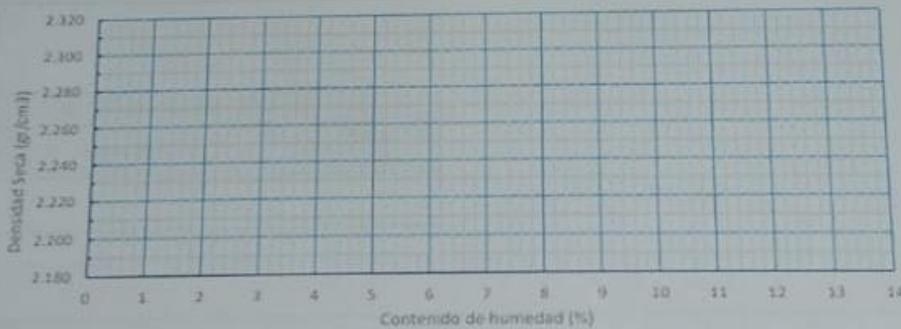
PROYECTO : Adición de gravallas de acero reciclado para mejorar la base del pavimento flexible, Av 2 de Octubre, Los Olivos, 2022  
LUGAR :  
SOLICITA :

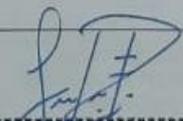
**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
CANTERA	Técnico
KM.	ING. RESP
MATERIAL	FECHA
LADO	

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : AASHTO T180 (D, Con Remplazo)

VOLUMEN DEL MOLDE :		2105.00 cm <sup>3</sup>			
PRUEBA N°		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr				
Peso molde	gr				
Peso suelo humedo compactado	gr				
Peso suelo humedo + tara	gr				
Peso del suelo seco + tara	gr				
Tara	gr				
Peso del agua	gr				
Peso del suelo seco	gr				
Contenido de agua	%				
Densidad suelo humedo	gr/cm <sup>3</sup>				
Densidad suelo seco	gr/cm <sup>3</sup>				
		DENSIDAD MAXIMA - MDS (gr/cm <sup>3</sup> )			
		HUMEDAD OPTIMA - OCH (%)			



  
 -----  
**LENNY YEISON**  
**RODRIGUEZ FLORES**  
 Ingeiero Civil  
 CIP N° 287250

to Barrantes, Raúl Antonio

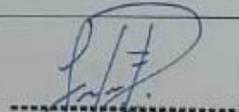
Ing. Lenny Yeison Rodriguez Flores

Ing. Carmen Beatriz Rodrigue

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127:1998 / ASTM D 2216	FORMA LLENGU. CRE. 03 REV. 2022
PROYECTO	Adición de granallas de acero reciclado para mejorar la base del pavimento flexible, Av. 2 de <u>Catuzza</u> , Los Olivos, 2022.	
SOLICITANTE	:	N° DE CERTIFICADO: _____
UBICACIÓN DE PROYECTO	:	N° CODIGO DE MUESTRA: _____
MUESTRA	:	FECHA DE MUESTREO: _____
PROFUNDIDAD	:	FECHA DE ENSAYO: _____
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487):	MUESTREADO POR: _____	
Condición de muestra	Muestra Total	
Prueba	N°	/
Tara (Recipiente)	N°	
Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g	
Peso de Suelo Seco más Recipiente	g	
Peso del Recipiente	g	
Peso del Agua	g	
Peso del Suelo Seco	g	
Humedad	%	
Promedio de Humedad	%	

RESULTADOS OBTENIDOS	
Material	Humedad (%)

	 Lenny YEISON RODRIGUEZ FLORES Ingeniero Civil CIP N° 287250	
to Barrantes, Raúl Antonio	Ing. Lenny Yeison Rodriguez Flores	Ing. Carmen Beatriz Rodriguez S

FORMATO 5

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA ASTM D 6913

PROYECTO: Adición de granallas de acero reciclado para mejorar la base del pavimento flexible, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022.

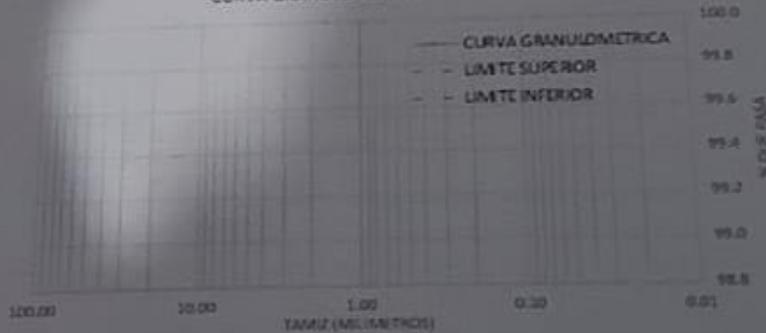
MUESTRA: 11  
TECNICO: 13  
FECHA: 15

LUGAR: 11  
SOLICITA: 11

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

TAMIZ	ABERTURA (mm)	% Pasa	% Pasa Retenido	% Retenido Acumulativo	% Q.P. PASA	RECORD	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1 1/4"	31.750						
1 1/8"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
Nº10	4.750						
Nº20	3.350						
Nº40	2.000						
Nº60	1.180						
Nº80	0.750						
Nº100	0.425						
Nº150	0.250						
Nº200	0.149						
Nº250	0.075						
Nº300							

CURVA GRANULOMÉTRICA



	 LENNY YEISON RODRIGUEZ FLORES Ingeniero Civil CIE N° 287250	
to Barrantes, Raúl Antonio	Ing. Lenny Yelson Rodríguez Flores	Ing. Carmen Beatriz Rodriguez Soli

**FORMATO 6**  
**ENSAYO DE LIMITE ATTERBERG ASTM D 4318**

PROYECTO: Adición de granallas de acero reciclado para mejorar la base del pavimento flexible, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022.

MUESTRA: .....

LUGAR: .....  
SOLICITA: .....

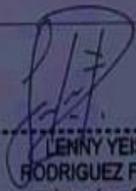
TECNICO: .....  
FECHA: .....

**LIMITES ATTERBERG**

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
TARA						
Nro. DE GOLPES						
PESO TARA						
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)						
PESO TARA + MUESTRA SECA (g)						
PESO DEL AGUA						
PESO SUELO SECO						
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)						



LIMITE LIQUIDO	.....
LIMITE PLASTICO	.....
INDICE DE PLASTICIDAD	.....

  
.....  
**LENNY YEISON**  
**RODRIGUEZ FLORES**  
Ingeniero Civil  
CIP N° 287250

Ing. Barrantes, Raúl Antonio

Ing. Lenny Yeison Rodriguez Flores

Ing. Carmen Beatriz Rodriguez Solis

**FORMATO 1**
**ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883**
**LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO**

**Proyecto de ensayo:** Adición de granallas de acero reciclado para mejorar la base del pavimento flexible, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022.

**Solicitado por:**

**Norma de ensayo:**

**Cantera:**

**Descripción:**

**Ensayado por:**

**Revisado por:**

**Fecha:**

**HOJA DE CAMPO**
**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) - BASE GRANULAR**
**- DATOS DE MOLDEO**

MOLDES N°	M1	23	27
N° DE GOLPES POR CAPA			
Peso molde + suelo húmedo (gr.)			
Peso molde (gr.)			
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)			
Peso cap. + suelo seco (gr.)			
Peso cápsula (gr.)			

**- DATOS DE EXPANSIÓN**

FECHA	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL

**- DATOS DESPUES DE LA SATURACIÓN**

Peso molde + suelo húmedo (gr.)	12.166	10.955	11.113
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)			
Peso cap. + suelo seco (gr.)			
Peso cápsula (gr.)			

**- DATOS DE LA PENETRACIÓN**

TIEMPO minutos	PENETRACIÓN		Lectura anillo	Lectura anillo	Lectura anillo
	mm	plg			

FIRMA, SELLO Y C.I.P.	FIRMA, SELLO Y C.I.P.	FIRMA, SELLO Y C.I.P.
		 <b>CARMEN BEATRIZ RODRIGUEZ SOLIS</b> <b>INGENIERA CIVIL</b> <b>Reg. CIP N° 50202</b>
Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio	Ing. Lenny Yeison Rodríguez Flores	Ing. Carmen Beatriz Rodríguez Solís

**FORMATO 2**
**ENSAYO DE ABRASION ASTM C 131**
**LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO**

**Proyecto de ensayo:** Adición de granallas de acero reciclado para mejorar la base del pavimento flexible, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022.

**Solicitado por:**

**Norma de ensayo:**

**Cantera:**

**Descripción:**

**Ensayado por:**

**Revisado por:**

**Fecha:**

**ENSAYO DE ABRASIÓN**

NÚMERO DEL TAMIZ		MASA DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO (gr)
PASA	RETIENE	
1 1/2"	1"	
1"	3/4"	
3/4"	1/2"	
3/8"	1/4"	
TOTAL (B)		

Masa inicial de la muestra antes del ensayo=	
Masa que pasa el tamiz N°12, después del ensayo=	
Porcentaje de Desgaste=	

FIRMA, SELLO Y C.I.P.	FIRMA, SELLO Y C.I.P.	FIRMA, SELLO Y C.I.P.
		 CARMEN BEATRIZ RODRIGUEZ SOLIS INGENIERA CIVIL Reg. CIP N° 50202
Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio	Ing. Lenny Yeison Rodríguez Flores	Ing. Carmen Beatriz Rodríguez Solís

**FORMATO 3**  
**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557**

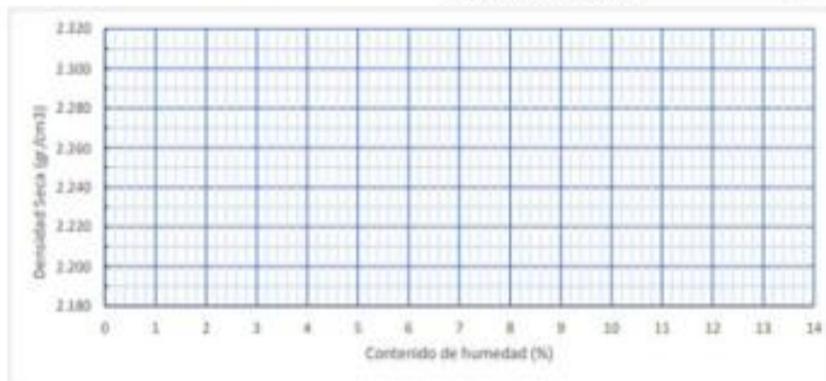
PROYECTO : Adición de granallas de acero reciclado para mejorar la base del pavimento flexible, Av 2 de Octubre, Los Olivos, 2022  
LUGAR :  
SOLICITA :

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
CANTERA	:	Técnico	:
KM.	:	ING. RESP	:
MATERIAL	:	FECHA	:
LADO	:		

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN : AASHTO T180 (D, Con Reemplazo)**

VOLUMEN DEL MOLDE :		2105.00 cm <sup>3</sup>			
PRUEBA N°		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr				
Peso molde	gr				
Peso suelo humedo compactado	gr				
Peso suelo humedo + tara	gr				
Peso del suelo seco + tara	gr				
Tara	gr				
Peso del agua	gr				
Peso del suelo seco	gr				
Contenido de agua	%				
Densidad suelo humedo	gr/cm <sup>3</sup>				
Densidad suelo seco	gr/cm <sup>3</sup>				
		DENSIDAD MAXIMA - MDS (gr/cm <sup>3</sup> )			
		HUMEDAD OPTIMA - OCH (%)			



FIRMA, SELLO Y C.I.P.	FIRMA, SELLO Y C.I.P.	FIRMA, SELLO Y C.I.P.
		 <b>CARMEN BEATRIZ RODRIGUEZ SOLIS</b> INGENIERA CIVIL Reg. CIP N° 50202
Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio	Ing. Lenny Yeison Rodriguez Flores	Ing. Carmen Beatriz Rodriguez Solis

**FORMATO 4**
**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216**

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127:1998 / ASTM D 2216</b>	FORM-LEM-ENGIL-CHE-018 REV. 2022																							
<b>PROYECTO</b> Adición de granallas de acero reciclado para mejorar la base del pavimento flexible, Av. 2 de <u>Cirubra</u> , Los Olivos, 2022.																									
<b>SOLICITANTE</b> :		<b>N° DE CERTIFICADO:</b> _____																							
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b> :		<b>N° CODIGO DE MUESTRA:</b> _____																							
<b>MUESTRA</b> :		<b>FECHA DE MUESTREO:</b> _____																							
<b>PROFUNDIDAD</b> :		<b>FECHA DE ENSAYO:</b> _____																							
<b>CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487):</b> _____		<b>MUESTREADO POR:</b> _____																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: left;">Condición de muestra</th> <th style="width: 10%;"></th> </tr> <tr> <td>Prueba</td> <td style="text-align: center;">N°</td> </tr> <tr> <td>Tara (Recipiente)</td> <td style="text-align: center;">N°</td> </tr> <tr> <td>Peso de Suelo Húmedo más Recipiente</td> <td style="text-align: center;">g.</td> </tr> <tr> <td>Peso de Suelo Seco más Recipiente</td> <td style="text-align: center;">g.</td> </tr> <tr> <td>Peso del Recipiente</td> <td style="text-align: center;">g.</td> </tr> <tr> <td>Peso del Agua</td> <td style="text-align: center;">g.</td> </tr> <tr> <td>Peso del Suelo Seco</td> <td style="text-align: center;">g.</td> </tr> <tr> <td>Humedad</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Promedio de Humedad</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </table>	Condición de muestra		Prueba	N°	Tara (Recipiente)	N°	Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g.	Peso de Suelo Seco más Recipiente	g.	Peso del Recipiente	g.	Peso del Agua	g.	Peso del Suelo Seco	g.	Humedad	%	Promedio de Humedad	%	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Muestra Total</th> </tr> <tr> <td style="width: 50%; height: 100px;">/</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> </table>	Muestra Total		/	
Condición de muestra																									
Prueba	N°																								
Tara (Recipiente)	N°																								
Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g.																								
Peso de Suelo Seco más Recipiente	g.																								
Peso del Recipiente	g.																								
Peso del Agua	g.																								
Peso del Suelo Seco	g.																								
Humedad	%																								
Promedio de Humedad	%																								
Muestra Total																									
/																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #e1eef6;">RESULTADOS OBTENIDOS</th> </tr> <tr> <th style="width: 80%;">Material</th> <th style="width: 20%;">Humedad (%)</th> </tr> <tr> <td style="height: 30px;"></td> <td></td> </tr> </table>			RESULTADOS OBTENIDOS		Material	Humedad (%)																			
RESULTADOS OBTENIDOS																									
Material	Humedad (%)																								

FIRMA, SELLO Y C.I.P.	FIRMA, SELLO Y C.I.P.	FIRMA, SELLO Y C.I.P.
		 CARMEN BEATRIZ RODRIGUEZ SOLIS INGENIERA CIVIL Reg. CIP N° 50202
Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio	Ing. Lenny Yeison Rodríguez Flores	Ing. Carmen Beatriz Rodríguez Solís

**FORMATO 5**

**ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM D 6913**

**PROYECTO:** Adición de granallas de acero reciclado para mejorar la base del pavimento flexible, Av. 2 de Octubre, Los Olivos, 2022.

**MUESTRA:** \_\_\_\_\_

**LUGAR:** \_\_\_\_\_

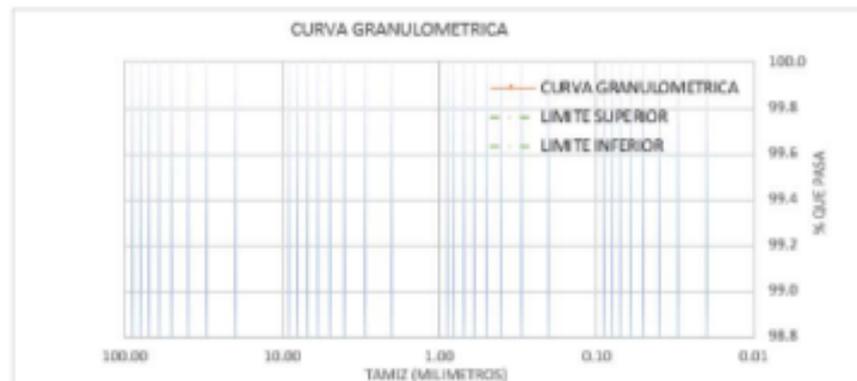
**TÉCNICO:** \_\_\_\_\_

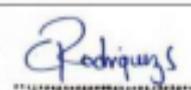
**SOLICITA:** \_\_\_\_\_

**FECHA:** \_\_\_\_\_

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

TAMIZ	ABERTURA (mm)	% Pasa	% Pasa	% Retenido	% Q' / P'ADA	NOTAS "A"	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4"	101.600						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
Nº4	4.750						
Nº8	2.360						
Nº10	2.000						
Nº16	1.180						
Nº30	0.590						
Nº40	0.420						
Nº50	0.297						
Nº100	0.149						
Nº200	0.074						
= Nº200							



FIRMA, SELLO Y C.I.P.	FIRMA, SELLO Y C.I.P.	FIRMA, SELLO Y C.I.P.
		 CARMEN BEATRIZ RODRIGUEZ SOLIS INGENIERA CIVIL Reg. CIP N° 80202
Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio	Ing. Lenny Yeison Rodríguez Flores	Ing. Carmen Beatriz Rodríguez Solís

**FORMATO 6**  
**ENSAYO DE LIMITE ATTERBERG ASTM D 4318**

PROYECTO: Adición de granallas de acero reciclado para mejorar  
la base del pavimento flexible, Av. 2 de Octubre, Los Olivos,  
2022.

MUESTRA

LUGAR

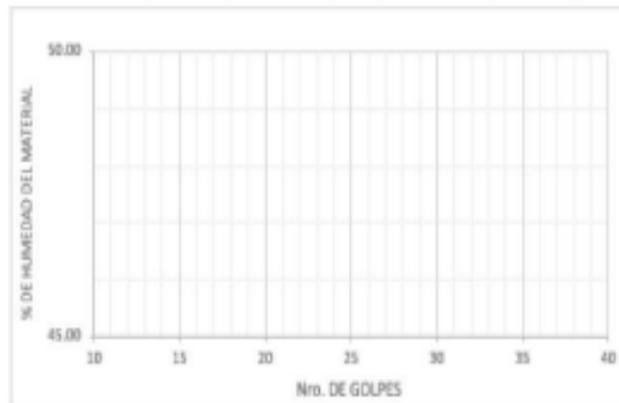
TECNICO

SOLICITA

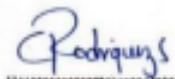
FECHA

**LIMITES ATTERBERG**

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
TARA						
Nro. DE GOLPES						
PESO TARA						
PESO TARA + HUELO HUMEDO (gr)						
PESO TARA + MUESTRA SECA (gr)						
PESO DEL AGUA						
PESO HUELO SECO						
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)						



LIMITE LIQUIDO	<input type="text"/>
LIMITE PLASTICO	<input type="text"/>
INDICE DE PLASTICIDAD	<input type="text"/>

FIRMA, SELLO Y C.I.P.	FIRMA, SELLO Y C.I.P.	FIRMA, SELLO Y C.I.P.
		 CARMEN BEATRIZ RODRIGUEZ SOLIS INGENIERA CIVIL Reg. CIP N° 50202
Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio	Ing. Lenny Yelson Rodriguez Flores	Ing. Carmen Beatriz Rodriguez Solis

**ANEXO 18**  
**COTIZACION**



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO				COTIZACIÓN N°149-22
SEÑOR(ES) : -				FECHA: 14-09-22
ATENCIÓN : MAYTE				
PROYECTO : -				
DESCRIPCION DEL SERVICIO	NORMA	CANT.	P. UNITARIO	TOTAL
<b>TRABAJOS EN CAMPO - ESTUDIO DE SUELOS</b>				
Trabajo de calicatas a 1.50 m	-	3.00	-	S/. 600.00
Ensayos de humedad, granulometria, limites, proctor, CBR, perfil esttigráfico, panel fotográfico y ubicación de las calicatas (ENSAYOS DE LAS CALICATAS).	ASTM D 6913 ASTM D 4318 ASTM D 1557 ASTM D 1883	GLOBAL	-	S/. 500.00
Ensayo de granulometria (incluye ensayo de humedad)	ASTM D 6913	4.00	S/. 45.00	S/. 180.00
Ensayo de limite liquido y plastico	ASTM D 4318	4.00	S/. 45.00	S/. 180.00
Ensayo proctor modificado	ASTM D 1557	4.00	S/. 65.00	S/. 260.00
Ensayo de CBR	ASTM D 1883	4.00	S/. 150.00	S/. 600.00
Ensayo de Abrasión	ASTM C 131	4.00	S/. 70.00	S/. 280.00
SUBTOTAL				S/. 2,600.00
IGV 18%				S/. 468.00
TOTAL				S/. 3,068.00

**ANEXO 19**  
**ENSAYOS ADICIONALES**



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

**COTIZACIÓN LEM-ENGIL N° 131-2023**

Me es muy grato dirigirme a su persona para saludarlo muy cordialmente presentando nuestra propuesta para Ensayos de laboratorio.

		LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD		
SERVICIOS DE LABORATORIO				COTIZACIÓN N°131-23
SEÑOR(ES) : - ATENCIÓN : MAYTE PROYECTO : -				FECHA: 28-04-23
DESCRIPCION DEL SERVICIO	NORMA	CANT.	P. UNITARIO	TOTAL
<b>TRABAJOS EN CAMPO - ESTUDIO DE SUELOS</b>				
Ensayo de granulometría a la granallas de acero	ASTM D 6913	1.00	S/. 45.00	S/. 45.00
Ensayo equivalente de arena	ASTM D 2419	1.00	S/. 50.00	S/. 50.00
Costo por la compra y traslado de la base granular	ASTM D 1557	1.00	S/. 66.00	S/. 66.00
SUBTOTAL				S/. 161.00
IGV 18%				S/. 28.98
TOTAL				S/. 189.98

**AÑEXO 20**  
**COMPRA DE GRANALLA DE ACERO**



## MEIGASA S.A.C.

PRINCIPAL \* AV. LOS ALISOS LT. 18 MZ. K URB.  
VIRGEN DEL ROSARIO - LIMA LIMA SAN MARTIN DE  
PORRES

\* Venta/Mtto de equipos y accesorios para  
envasadoras de GLP.  
\* Instalación de redes de GLP: Industrial-  
Comercial-Domestico.  
\* Venta de Granalla de acero angular y esférica,  
soldadura y fundente  
VENTAS : 956-987-300 / SERVICIOS: 924-421-704  
CORREO: ventas@meigasa.com / Telef : (01)  
220- 8377

RUC 20601766028

GUIA DE REMISIÓN REMITENTE  
ELECTRONICA

T001-0003450

### DESTINATARIO

RUC/DNI	10620216971	FECHA EMISIÓN	04/03/2023
RAZON SOCIAL	PISCO TULUMBA MAYTE SELENE		
DIRECCIÓN	SIN DIRECCIÓN		

### ENVIO

TIPO ENVIO	VENTA	FECHA DE ENVÍO	04/03/2023
PESO BRUTO TOTAL	50.00 KGM	NÚMERO DE BULTOS	2
PUNTO DE PARTIDA	150135 - SAN MARTIN DE PORRES/LIMA/LIMA - AV. LOS ALISOS LT. 18 MZ. K URB. VIRGEN DEL ROSARIO - LIMA LIMA SAN MARTIN DE PORRES		
PUNTO DE LLEGADA	150117 - LOS OLIVOS/LIMA/LIMA - CALLE 129 ASENT. H. LOS OLIVOS DE PRO MZRR5 LT. 44		

### TRANSPORTE

TIPO DE TRANSPORTE	TRANSPORTE PRIVADO		
CONDUCTOR	09432312 - YEPEZ GUARNIZ ROMULO HILDEBRANDO	PLACA	BK2933

Nº	UNIDAD	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	KILOGRAMO	10001	GRANALLA DE ACERO ANGULAR G-25 X 25 KG MGSAC	50.00

USUARIO	GODOFREDO AGUEDO CASAÑO - 04/03/2023 07:50 AM
COMPROBANTE	FACTURA ELECTRÓNICA FF01-2643

Autorizado mediante resolución N° 034-005-0010431/SUNAT  
Representación impresa de la GUIA DE REMISIÓN REMITENTE ELECTRONICA  
Para consultar el comprobante visita [www.keyfacil.com](http://www.keyfacil.com)  
Resumen v9tSuzGi1dkaZ0B3DjR8G60/GaE=



KeyFacil™

Comprobante emitido a través de [www.keyfacil.com](http://www.keyfacil.com)

**MEIIGASA S.A.C.**

PRINCIPAL » AV. LOS ALISOS LT. 18 MZ. K URB.  
VIRGEN DEL ROSARIO - LIMA LIMA SAN MARTIN DE  
PORRES



\* Venta/Mtto de equipos y accesorios para  
envasadoras de GLP.  
\* Instalación de redes de GLP: Industrial-  
Comercial-Domestico.  
\* Venta de Granalla de acero angular y esférica,  
soldadura y fundente  
VENTAS : 956-987-300 / SERVICIOS: 924-421-704  
CORREO: ventas@meiigasa.com / Telef: (01)  
220- 8377

RUC 20601766028

**FACTURA  
ELECTRÓNICA**

FF01-0002643

RUC/DNI 10620216971  
CLIENTE PISCO TULUMBA MAYTE SELENE  
DIRECCIÓN SIN DIRECCIÓN

FECHA EMISIÓN 04/03/2023  
FECHA VENCIMIENTO 04/03/2023  
MONEDA SOLES

Nº	UNIDAD	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.	P. UNIT.	TOTAL	
1	KILOGRAMO	10001	GRANALLA DE ACERO ANGULAR G-25 X 25 KG MGSAC	50.00	9.00	450.00	
SON CUATROCIENTOS CINCUENTA Y 00/100 SOLES							
					<b>GRAVADO</b>	S/	381.36
					<b>I.G.V. 18%</b>	S/	68.64
					<b>TOTAL</b>	<b>S/</b>	<b>450.00</b>

**USUARIO**  
**CONDICIÓN DE PAGO**  
**CUENTAS BANCARIAS**

GODOFREDO AGUEDO CASAÑO - 04/03/2023 07:48 AM  
CONTADO

CTA CTE BCP MN: 192-2362092-0-14 / CCI: 002-192-00-2362092014-32  
CTA CTE BCP ME: 193-2394702-1-17 / CCI: 002-193-00-2394702117-18

CTA CTE BBVA MN: 0011-0282-0100014267 / CCI: 011-282-000100014267-17  
CTA CTE BBVA ME: 0011-0282-0100014275 / CCI: 011-282-000100014275-10  
CTA BN : 00-005-330335

Autorizado mediante resolución N° 034-005-0010431/SUNAT  
Representación impresa de la FACTURA ELECTRÓNICA  
Para consultar el comprobante visita [www.keyfacil.com](http://www.keyfacil.com)  
Resumen YUKqv96s7mOAYfERWk3OYmUoyTb=

**KeyFacil™**Comprobante emitido a través de [www.keyfacil.com](http://www.keyfacil.com)

**ANEXO 21**  
**ENSAYOS DE LAS CALICATAS**

• CALICATA 1



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127:1998 / ASTM D 2216		FORM-LEM-ENGIL-CH-08 REV. 2022
<b>N° DE SOLICITUD</b>	: LCE-045-04-2023		
<b>SOLICITANTE</b>	: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA		<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-EMS-23-015
<b>PROYECTO</b>	: ADICIÓN DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022		
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA		<b>N° CODIGO DE MUESTRA:</b> LMS-2023-015
<b>CALICATA</b>	: C-1/M-1		<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 12/04/2023
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.30 - 1.50 m.		<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 13/04/2023
<b>CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487):</b> GC-GM		<b>MUESTREADO POR:</b> LEM-ENGIL SRL	
<b>Condición de muestra</b>		<b>Muestra Total</b>	
Prueba	N°	1	
Tara (Recipiente)	N°	A-B02	
Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g.	6744.0	
Peso de Suelo Seco más Recipiente	g.	6706.0	
Peso del Recipiente	g.	661.0	
Peso del Agua	g.	38.0	
Peso del Suelo Seco	g.	6045.0	
Humedad	%	0.6	
Promedio de Humedad	%	0.6	
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>			
<b>Material</b>		<b>Humedad (%)</b>	
Muestra Total		1	
<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>			
Horno : HN02		N° de Certificado : 291-CT-T-2022	
N° Balanza 01 : BL12		N° de Certificado : 256-CM-M-2022	
<b>Observaciones:</b> NINGUNA.			
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS</b>			
<b>LEM-ENGIL S.R.L.</b> VICTOR HERRERIAS ACOSTA INGENIERO CIVIL C.T.P. 14304			
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ			



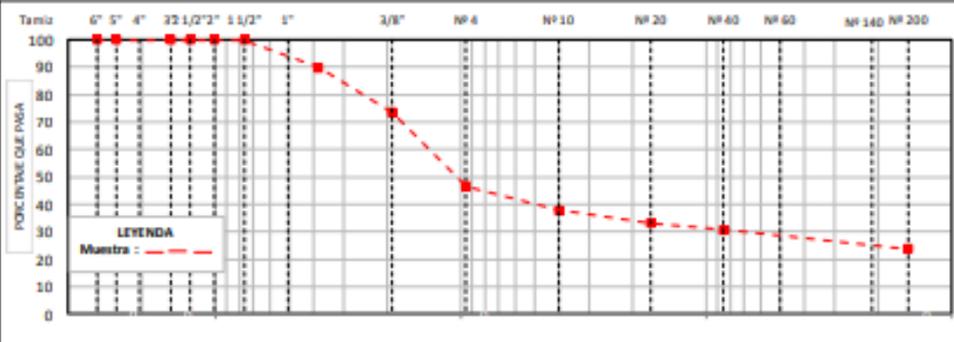
LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128:1999 / ASTM D 6913</b>	<b>FORM LEM-ENGR-GRAN-011</b> <b>REV. 2022</b>
-----------------------	--	---

<b>N° DE SOLICITUD</b>	: LCE-045-04-2023		
<b>SOLICITANTE</b>	: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA	<b>N° DE CERTIFICADO:</b>	LEM-ENGIL-EMS-23-015
<b>PROYECTO</b>	: ADICION DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022		
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO:</b>	AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA	<b>N° CODIGO DE MUESTRA:</b>	LMS-2023-015
<b>CALICATA</b>	: C-1/M-1	<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	12/04/2023
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.30 - 1.50 m.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	13/04/2023

TAMIZADO EN SI		PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA			
SI	MM (mm)		RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	MUESTREO POR: LEM-ENGIL SRL			
6"	152.400					Peso Total Seco: 6045.0 g			
5"	127.000					Peso Fracción < 3": - g			
4"	101.600					Peso Fracción < N°4: 424.5 g			
3"	76.200				100.0	Peso Fracción < N°10: - g			
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0	Procedimiento de Secado: Horno <input checked="" type="checkbox"/> 110 °C			
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Secado: Cocina <input type="checkbox"/>			
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	RESULTADOS OBTENIDOS			
1"	25.400	143.0	2.4	2.4	97.6	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	AASHTO	A-1-b (0)	
3/4"	19.000	478.0	7.9	10.3	89.7			ASTM D 2487	GC-GM
1/2"	12.700	0				% DE PARTICULAS	BLOQUES:		0.0
3/8"	9.500	978.0	16.2	26.5	73.5		BOLONES:	0.0	
1/4"	6.350						GRAVA:	53.5	
N° 4	4.750	1634.0	27.0	53.5	46.5		ARENA:	22.8	
N° 8	2.360						FINOS:	23.7	
N° 10	2.000	78.4	8.6	62.1	37.9		Observaciones: NINGUNA		
N° 16	1.180					Nombre de Grupo: Grava arcillosa-limosa con arena			
N° 20	0.840	43.5	4.8	66.8	33.2	ASTM D4318 L.L.: 25 LP: 20 IP: 5			
N° 30	0.600								
N° 40	0.425	22.4	2.5	69.3	30.7				
N° 50	0.300								
N° 60	0.250	19.2	2.1	71.4	28.6				
N° 80	0.177								
N° 100	0.150								
N° 140	0.106	34.2	3.7	75.1	24.9				
N° 200	0.075	10.4	1.1	76.3	23.7				
< 200	FONDO	216.4	23.7	100.0					

CURVA GRANULOMÉTRICA



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO

<b>Procedimiento de Secado:</b>	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno:	HN02	N° de Certificado:	291-CT-T-2022
	Cocina <input type="checkbox"/>	N° Balanza 01:	BLO9	N° de Certificado:	153-CM-M-2022
		N° Balanza 02:	BCT2	N° de Certificado:	256-CM-M-2022
<b>Procedimiento de Tamizado:</b>	Mensual <input checked="" type="checkbox"/>	N° Tamizador:	-	N° de Certificado:	-
	Mecánico <input type="checkbox"/>				
<b>Observaciones:</b>	NINGUNA.				

LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.

VICTOR L. HERVAS ACOSTA  
INGENIERO EN CIENCIAS  
C.T.P. 34886

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129.1999 / ASTM D 4318		FORM: LEM-ENGIL-01108 REV. 2022											
<b>N° DE SOLICITUD</b>	: LCE-045-04-2023													
<b>SOLICITANTE</b>	: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA		<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-EMS-23-015											
<b>PROYECTO</b>	: ADICION DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022													
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA		<b>N° CODIGO DE MUESTRA:</b> LMS-2023-015											
<b>CALICATA</b>	: C-1/M-1		<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 12/04/2023											
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.30 - 1.50 m.		<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 14/04/2023											
<b>LÍMITE LÍQUIDO (Método A)</b>			<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>											
Tarro (Recipiente)	N°	21B	56	11	MUESTREADO POR:	LEM-ENGIL SRL								
Peao de Tarro + Suelo Húmedo	g.	33.59	31.15	29.43	Clasificación SUCS (ASTM D2487):	GC-GM								
Peao de Tarro + Suelo Seco	g.	30.12	28.08	26.54										
Peao de Agua	g.	3.47	3.07	2.89										
Peao del Tarro	g.	15.43	15.66	15.79										
Peao del Suelo Seco	g.	14.69	12.42	10.75										
Contenido de Humedad	%	23.62	24.72	26.88	<b>TEMPERATURA DE SECADO</b>									
Número de Golpes		33	24	16	Metodo de Secado:	Horno								
					Temperatura de secado:	110°C +/- 5°C								
					Agua Utilizada:	Destilada								
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>					<b>N° de Golpes, N</b>									
Tarro (Recipiente)	N°	28B	1			Factor K								
Peao de Tarro + Suelo Húmedo	g.	18.46	18.67			20	0.974							
Peao de Tarro + Suelo Seco	g.	18.02	18.12			21	0.979							
Peao de Agua	g.	0.44	0.55			22	0.985							
Peao del Tarro	g.	15.82	15.41			23	0.990							
Peao del Suelo Seco	g.	2.20	2.71			24	0.995							
Contenido de Humedad	%	20.00	20.30			25	1.000							
						26	1.005							
						27	1.009							
						28	1.014							
						29	1.018							
						30	1.022							
<p><b>Número de Golpes, N</b></p>					Ecuación de cálculo:									
					$LL = W = (N / 25)^{0.25} \cdot LL_{25} = KW =$									
					Donde N = Número de golpes. W = Contenido de Humedad. K = Factor para Limite Líquido.									
					<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>									
					<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">LÍMITES</th> <th rowspan="2">ÍNDICE PLÁSTICO</th> </tr> <tr> <th>LÍQUIDO</th> <th>PLÁSTICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>25</td> <td>20</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>		LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO	LÍQUIDO	PLÁSTICO	25	20	5
LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO												
LÍQUIDO	PLÁSTICO													
25	20	5												
<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>														
<b>Procedimiento de Secado:</b>	Horno	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>N° de Horno:</b> HNO2	<b>N° de Certificado:</b> 291-CT-T-2022										
			<b>N° Casagrande:</b> CCM02	<b>N° de Certificado:</b> CI-004-2022										
			<b>N° Balanza 01:</b> BL16	<b>N° de Certificado:</b> 022-CMM-2022										
<b>Observaciones:</b>	NINGUNA.													
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS</b>														
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.														

• CALICATA 2



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA		SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128:1999 / ASTM D 6913		FORM-LEM-ENGIL-GRAN-001 REV. 2022							
N° DE SOLICITUD		: LCE-045-04-2023									
SOLICITANTE		: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA		N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-33-016							
PROYECTO		: ADICION DE GRANALLAS DE ACERO REEMPLAZO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 3 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022									
UBICACIÓN DE PROYECTO		: AV. 3 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA		N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-016							
CALICATA		: C-2/M-1		FECHA DE MUESTREO: 12/04/2023							
PROFUNDIDAD		: 0.20 - 1.50 m.		FECHA DE ENSAYO: 13/04/2023							
TAMIZE ASTM # 2		PESO RETENIDO (g)		PORCENTAJE		DATOS DE LA MUESTRA					
SI	MM (mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL					
6"	152.400					Peso Total Seco: 449.6 g					
5"	127.000					Peso Fracción < 3": - g					
4"	101.600					Peso Fracción < N°4: 384.2 g					
3"	76.200				100.0	Peso Fracción < N°10: - g					
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0	Procedimiento de Secado:		Horno	X	110 °C	
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Cocina					
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	RESULTADOS OBTENIDOS					
1"	25.400	30.1	6.7	6.7	93.3	CLASIFICACIÓN DE SUELOS		AASHTO	A-4 (6)		
3/4"	19.000	12.3	2.7	9.4	90.6			ASTM D 2487	CL-MI		
1/2"	12.700	0						% DE PARTICULAS			
3/8"	9.500	14.4	3.2	12.6	87.4			BLOQUES:	0.0		
1/4"	6.350							BOLONES:	0.0		
N° 4	4.750	8.6	1.9	14.5	85.5			GRAVA:	14.5		
N° 8	2.360							ARENA:	22.8		
N° 10	2.000	6.2	1.4	15.9	84.1			FINOS:	62.7		
N° 16	1.180							Observaciones: NINGUNA			
N° 20	0.840	6.0	1.3	17.3	82.7			Nombre de Grupo: Arcilla limosa arenosa			
N° 30	0.600							ASTM D4318 LL: 26 LP: 20 IP: 6			
N° 40	0.425	12.5	2.8	20.0	80.0						
N° 50	0.300										
N° 60	0.250	21.6	4.8	24.8	75.2						
N° 80	0.177										
N° 100	0.150										
N° 140	0.106	43.3	9.6	34.5	65.5						
N° 200	0.075	12.8	2.8	37.3	62.7						
< 200	PONDO	281.8	62.7	100.0							
CURVA GRANULOMÉTRICA											
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO											
Procedimiento de Secado:		Horno	X	N° de Horno:		HN02	N° de Certificado:		291-CT-T-2022		
Procedimiento de Tamizado:		Manual	X	N° Balanza 01:		BLO9	N° de Certificado:		153-CM-M-2022		
		Mecánico		N° Balanza 02:		BLT2	N° de Certificado:		256-CM-M-2022		
				N° Tamizador:		-	N° de Certificado:		-		
Observaciones: NINGUNA.											
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS											
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.											



**LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD**

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129:1999 / ASTM D 4318	FORM-LEM-ENGR-LIM1118 REV. 2022																						
N° DE SOLICITUD	: LCE-045-04-2023																							
SOLICITANTE	: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA																							
PROYECTO	: ADICION DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022																							
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA																							
CALICATA	: C-2/M-1																							
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 1.50 m.																							
	N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EM5-23-016	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-016																						
	FECHA DE MUESTREO: 12/04/2023	FECHA DE ENSAYO: 14/04/2023																						
<b>LÍMITE LÍQUIDO (Método A)</b>																								
Tarro (Recipiente)	N°	15	8	17																				
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	36.54	34.56	41.18																				
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.	32.50	30.89	35.94																				
Peso de Agua	g.	4.04	3.67	5.24																				
Peso del Tarro	g.	15.87	16.69	16.69																				
Peso del Suelo Seco	g.	16.63	14.20	19.25																				
Contenido de Humedad	%	24.29	25.85	27.22																				
Número de Golpes		33	24	15																				
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>																								
MUESTREADO POR:	LEM-ENGIL SRL																							
Clasificación SUCS (ASTM D2487):	CL-ML																							
<b>TEMPERATURA DE SECADO</b>																								
Método de Secado:	Horno																							
Temperatura de secado:	110°C +/- 5°C																							
Agua Utilizada:	Destilada																							
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>																								
Tarro (Recipiente)	N°	8B	17B																					
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	16.19	16.08																					
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.	15.05	14.96																					
Peso de Agua	g.	1.14	1.12																					
Peso del Tarro	g.	9.26	9.29																					
Peso del Suelo Seco	g.	5.79	5.67																					
Contenido de Humedad	%	19.69	19.75																					
<p><b>Número de Golpes, N</b></p>																								
<p>N° de Golpes, N</p> <table border="1"> <tr><td>20</td><td>0.974</td></tr> <tr><td>21</td><td>0.979</td></tr> <tr><td>22</td><td>0.985</td></tr> <tr><td>23</td><td>0.990</td></tr> <tr><td>24</td><td>0.995</td></tr> <tr><td>25</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>26</td><td>1.005</td></tr> <tr><td>27</td><td>1.009</td></tr> <tr><td>28</td><td>1.014</td></tr> <tr><td>29</td><td>1.018</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.022</td></tr> </table>			20	0.974	21	0.979	22	0.985	23	0.990	24	0.995	25	1.000	26	1.005	27	1.009	28	1.014	29	1.018	30	1.022
20	0.974																							
21	0.979																							
22	0.985																							
23	0.990																							
24	0.995																							
25	1.000																							
26	1.005																							
27	1.009																							
28	1.014																							
29	1.018																							
30	1.022																							
<p>Factor K</p>																								
<p>Ecuación de cálculo:</p> $LL = W = (N / 25)^{0.75} \text{ o } LL = KW$																								
<p>Donde N = Número de golpes. W = Contenido de Humedad. K = Factor para Límite Líquido.</p>																								
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>																								
LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO																						
LÍQUIDO	PLÁSTICO																							
26	20	6																						
<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>																								
Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno: HNO2	N° de Certificado: 291-CT-T-2022																					
		N° Casagrande: CCM02	N° de Certificado: CI-004-2022																					
		N° Balanza 01: BL16	N° de Certificado: 022-CMM-2022																					
Observaciones:	NINGUNA.																							
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS</b>																								
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.																								



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700 KN-M/M3 ( 56,000 PIE-LBF/PIE3)) NTP 339.141:1999 / ASTM D 1557</b>		<b>FORM-LEM-ENGIL-PROC-011A REV. 2022</b>			
<b>N° DE SOLICITUD</b>	: LCE-045-04-2023					
<b>SOLICITANTE</b>	: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA		<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-IMS-001-0016			
<b>PROYECTO</b>	: ADICION DE GRANALLAS DE ACERO REICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022					
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO</b>	: AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA	<b>N° CODIGO DE MUESTRA:</b>	LMS-2023-016			
<b>CALICATA</b>	: C-2/M-1	<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	12/04/2023			
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.20 - 1.50 m.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	13/04/2023			
<b>DETERMINACIÓN DEL METODO</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL PISÓN Y MOLDE</b>				
Retenido en el Tamiz 3/4" :	9.4 %	Equipo de Compactación:	Manual			
Retenido en el Tamiz 3/8" :	12.6 %	Molde N°:	2			
Retenido en el Tamiz N°4 :	14.5 %	Peso de Molde:	3889 g.			
Método:	"A"	Volumen de Molde:	942 cm <sup>3</sup>			
<b>Determinación (Puntos)</b>		<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>				
Peso de Suelo + Molde	g. 5729	5843	5953	5956	Muestreado por :	LEM-ENGIL SRL
Peso de Molde	g. 3889	3889	3889	3889	<b>CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA</b>	
Peso de Suelo Húmedo Compactado	g. 1840	1954	2064	2067	<b>ASTM D2487</b>	-
Volumen del Molde	cm <sup>3</sup> 942	942	942	942	Temperatura de Secado Horno: 110 °C +/- 5 °C	
Peso Volumétrico Húmedo	g. 1.953	2.074	2.191	2.194	<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>	
Tara (Recipiente)	N° E-T01	E-T02	A-T05	F-T03	Máxima Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> ):	1.907
Peso del Suelo Húmedo + Tara	g. 587.4	624.3	305.3	583.4	Optimo Contenido de Humedad (%) :	15.7
Peso del Suelo Seco + Tara	g. 563.3	590.3	277.5	548.0		
Peso de Tara (Recipiente)	g. 302.8	311.5	93.0	353.0		
Peso de Agua	g. 24.1	34.0	27.8	35.4		
Peso del Suelo Seco	g. 260.5	278.8	184.5	195.0		
Contenido de Agua	% 9.3	12.2	15.1	18.2		
Peso Volumétrico Seco	cm <sup>3</sup> 1.788	1.849	1.904	1.857		
<b>RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD</b>						
<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>						
<b>Procedimiento de Secado :</b>	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	<b>N° de Horno :</b>	HN02	<b>N° de Certificado :</b>	291-CT-T-2022	
<b>Observaciones:</b>	NINGUNA.	<b>N° Balanza 01 :</b>	BL09	<b>N° de Certificado :</b>	153-CM-M-2022	
		<b>N° Balanza 02 :</b>	BL12	<b>N° de Certificado :</b>	256-CM-M-2022	
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO</b>						
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.						



# LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

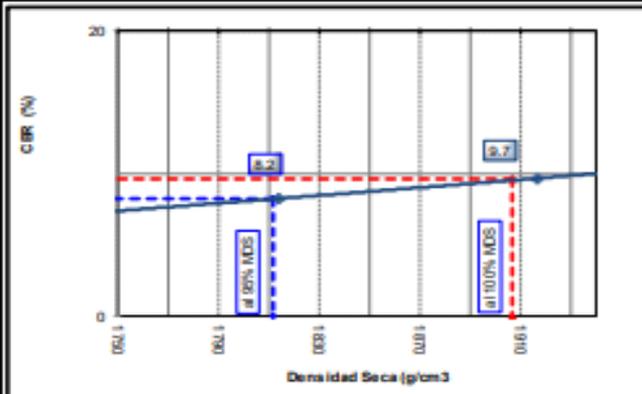
NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999	LEM-ENGIL-FORM-CBR-16A REV. 04											
<b>N° DE SOLICITUD:</b> LCE-045-04-2023 <b>SOLICITANTE:</b> MAYTE SELENE PISCO TULUMBA <b>PROYECTO:</b> ADICIÓN DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022 <b>UBICACIÓN DE PROYECTO:</b> AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA <b>CALICATA:</b> C-2/M-1 <b>PROFUNDIDAD:</b> 0.20 - 1.50 m.													
<b>N° CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-ENS-23-048 <b>CODIGO DE MUESTRA:</b> LMS-2023-016 <b>FECHA DE MUESTREO:</b> 12/04/2023 <b>FECHA DE ENSAYO:</b> 13/04/2023													
Molde N°	1	2	3										
N° Capa	5	5	5										
Golpes por capa N°	56	25	10										
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso molde + Suelo húmedo	12584	12629	12068	12223	11712	11967							
Peso de molde (g)	7925	7925	7643	7643	7490	7490							
Peso del suelo húmedo (g)	4659	4704	4425	4580	4222	4477							
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2121	2121	2132	2132	2143	2143							
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2197	2218	2076	2148	1970	2089							
% de humedad	14.6	16.0	14.5	18.4	14.7	21.7							
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1917	1912	1814	1814	1718	1717							
Densidad Máxima Laboratorio (g/cm <sup>3</sup> )	1907	1907	1907	1907	1907	1907							
	100.5	100.2	95.1	95.1	90.1	90.0							
Tarro N°	-	-	-	-	-	-							
Tarro + Suelo húmedo (g)	310.1	728.5	566.6	505.0	540.4	482.4							
Tarro + Suelo seco (g)	282.7	660.0	512.0	463.0	487.0	413.0							
Peso del Agua (g)	27.4	68.5	54.6	42.0	53.4	69.4							
Peso del tarro (g)	95.3	232.6	134.4	234.5	123.3	93.0							
Peso del suelo seco (g)	187.4	427.4	377.6	228.5	363.7	320.0							
% de humedad	14.6	16.0	14.5	18.4	14.7	21.7							
<b>EXPANSIÓN</b>													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
13-abr-23	16:20:00	0	0.0000	0.000	0.0	0.0000	0	0.0	0.0000	0	0.0		
14-abr-23	16:20:00	24	0.0736	0.0736	0.0	0.0820	0.0820	0.0	0.0866	0.0866	0.0		
15-abr-23	16:20:00	48	0.0876	0.014	0.0	0.0990	0.017	0.0	0.1049	0.0183	0.0		
16-abr-23	16:20:00	72	0.1168	0.0292	0.0	0.1242	0.0252	0.0	0.1257	0.0208	0.0		
17-abr-23	16:20:00	96	0.1440	0.0272	0.0	0.1557	0.0315	0.0	0.1722	0.0465	0.0		
Sub Total					0.00			0.00			0.00		
Total								0.00 %					
<b>PENETRACIÓN</b>													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3					
		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN				
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		26.0	1.2			19.0	0.8			15.0	0.6		
0.050		60.0	2.9			43.0	2.0			35.0	1.6		
0.075		96.0	4.7			78.0	3.8			65.0	3.2		
0.100	70.31	129.0	6.5	6.8	9.7	112.0	5.6	5.8	8.2	98.0	4.9	4.9	7.0
0.125		168.0	8.5			134.0	6.7			121.0	6.1		
0.150		194.0	9.8			165.0	8.3			139.0	7.0		
0.175		220.0	11.1			198.0	10.0			172.0	8.7		
0.200	105.00	240.0	12.2	12.3	11.7	221.0	11.2	11.5	11.0	198.0	10.0	10.0	9.5
0.300		353.0	18.0			312.0	15.9			278.0	14.1		
0.400		482.0	23.0			410.0	20.9			378.0	19.2		
0.500		615.0	26.3			478.0	24.4			435.0	22.2		
<b>PROCEDIMIENTO DE SECADO:</b> HORNO SECADO <input checked="" type="checkbox"/> PRENSA CBR: PCBR-LE-01 COCINA <input type="checkbox"/> N° DE CERTIFICADO: SMP - 048 - 2022													
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS</b>													
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.													



**LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD**

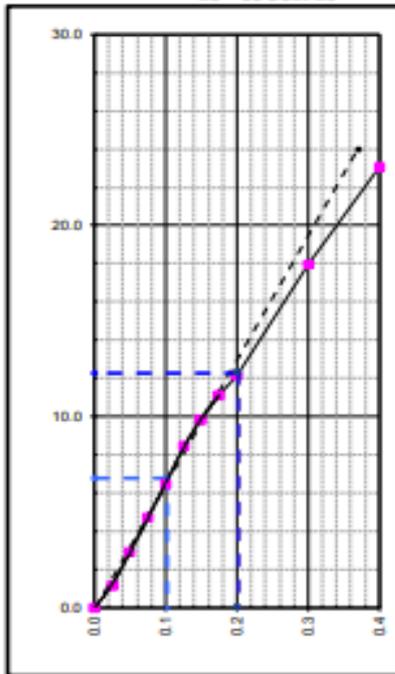
<b>NORMA APLICADA</b>	<b>MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999</b>	<b>LEM-ENGIL-FORM-CBR-16B REV. 04</b>
<b>N° DE SOLICITUD:</b> LCE-045-04-2023		
<b>SOLICITANTE:</b> MAYTE SELENE PISCO TULUMBA		<b>N° CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-EMS-23-016
<b>PROYECTO:</b> ADICIÓN DE GRANALLAS DE ACERO RECLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022		
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO:</b> AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA		<b>N° CODIGO DE MUESTRA:</b> LMS-2023-016
<b>CALICATA:</b> C-2/M-1		<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 12/04/2023
<b>PROFUNDIDAD:</b> 0.20 - 1.50 m.		<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 17/04/2023

**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**

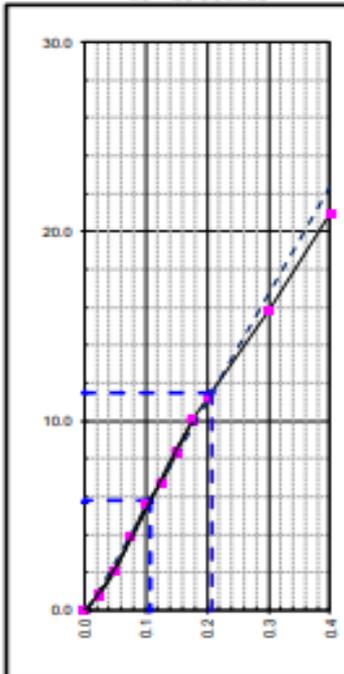


<b>Datos del Proctor</b>	
Densidad Seca	1907 g/cm3
Optimo Humedad	15.7 %
<b>RESULTADOS DE CBR al 0,1'</b>	
CBR al 100 %	9.7 %
CBR al 95 %	8.2 %
<b>DENSIDAD</b>	
Densidad al 100 %	1907 g/cm3
Densidad al 95 %	1812 g/cm3
<b>EXPANSION</b>	
Expansion	0.00 %

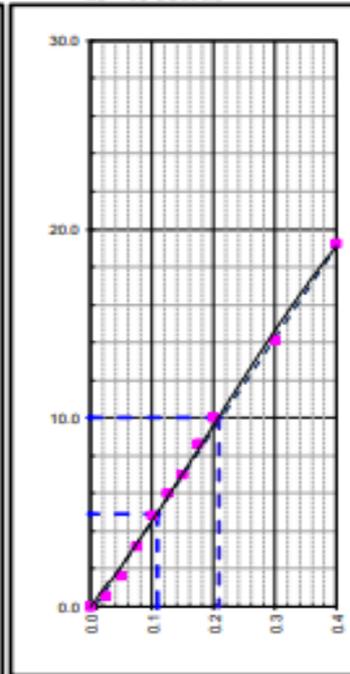
**EC - 56 GOLPES**



**EC - 25 GOLPES**



**EC - 10 GOLPES**



**LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS**



**LEM-ENGIL S.R.L.**  
VICTORIA NEELIAS ACOSTA  
INGENIERA DE METALURGIA  
C.I.P. 12404

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.

• CALICATA 3



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127:1998 / ASTM D 2216</b>		<b>FORM-LEM-ENGIL-CH-08</b> REV. 2022
<b>N° DE SOLICITUD</b>	: LCE-045-04-2023		
<b>SOLICITANTE</b>	: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA		<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-EMS-23-017
<b>PROYECTO</b>	: ADICIÓN DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022		
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA		<b>N° CODIGO DE MUESTRA:</b> LMS-2023-017
<b>CALICATA</b>	: C-3/M-1		<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 12/04/2023
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.10 - 1.50 m.		<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 13/04/2023
<b>CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487):</b> CL-MI		<b>MUESTREADO POR:</b> LEM-ENGIL SRL	
<b>Condición de muestra</b>		<b>Muestra Total</b>	
Prueba	N°	1	/
Tara (Recipiente)	N°	D-T01	
Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g.	406.9	
Peso de Suelo Seco más Recipiente	g.	387.0	
Peso del Recipiente	g.	240.4	
Peso del Agua	g.	19.9	
Peso del Suelo Seco	g.	146.6	
Humedad	%	13.6	
Promedio de Humedad	%	13.6	
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>			
<b>Material</b>		<b>Humedad (%)</b>	
Muestra Total		14	
<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>			
<b>Horno :</b>	HN 02	<b>N° de Certificado :</b>	291-CT-T-2022
<b>N° Balanza 01 :</b>	EL12	<b>N° de Certificado :</b>	256-CM-M-2022
<b>Observaciones:</b>	NINGUNA.		
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS</b>			
		<b>LEM-ENGIL S.R.L.</b>  VICTOR HERUJAS ACOSTA ING. EN CIVIL C.P. 54509	
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.			

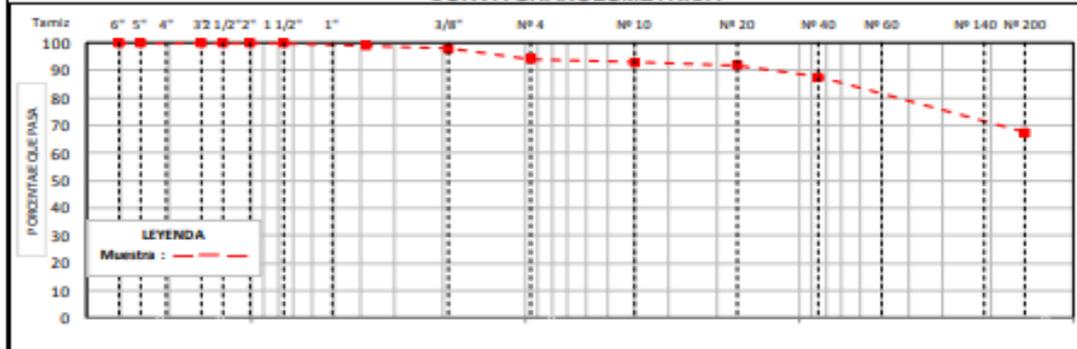


# LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128:1999 / ASTM D 6913</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-GRAN-009 REV. 2022</b>
<b>N° DE SOLICITUD</b>	: LCE-045-04-2023	
<b>SOLICITANTE</b>	: MAYTE SELENE PESCO TULUMBA	<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-EMS-23-017
<b>PROYECTO</b>	: ADICION DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022	
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO:</b>	AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA	<b>N° CODIGO DE MUESTRA:</b> LMS-2023-017
<b>CALICATA</b>	: C-3/M-1	<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 12/04/2023
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.10 - 1.50 m.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 13/04/2023

TAMIZ ASTM E 11		PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA			
SI	MM (mm)		RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	MUESTREO POR: LEM-ENGIL SRL			
6"	152.400					Peso Total Seco: 345.4 g.			
5"	127.000					Peso Fracción < 3": - g.			
4"	101.600					Peso Fracción < N°4: 325.1 g.			
3"	76.200				100.0	Peso Fracción < N°10: - g.			
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0	Procedimiento de Secado: Horno <input checked="" type="checkbox"/> 110 °C Cocina <input type="checkbox"/>			
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>			
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0				
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE AASHTO</b>			
3/4"	19.000	3.2	0.9	0.9	99.1				
1/2"	12.700	0				ASTM D 2487		CL-ML	
3/8"	9.500	4.3	1.2	2.2	97.8	% DE PARTICULAS		100.0	
1/4"	6.350								BLOQUES: 0.0
N° 4	4.750	12.8	3.7	5.9	94.1	BOLONES: 0.0			
N° 8	2.360					GRAVA: 5.9			
N° 10	2.000	4.3	1.2	7.1	92.9	ARENA: 26.8			
N° 16	1.180					FINOS: 67.4			
N° 20	0.840	3.7	1.1	8.2	91.8	Observaciones: NINGUNA			
N° 30	0.600					Nombre de Grupo: Arcilla limosa arenosa			
N° 40	0.425	14.5	4.2	12.4	87.6				
N° 50	0.300					ASTM D4318 LL: 26 LP: 20 IP: 6			
N° 60	0.250	18.2	5.3	17.7	82.3				
N° 80	0.177								
N° 100	0.150								
N° 140	0.106	41.3	12.0	29.6	70.4				
N° 200	0.075	10.4	3.0	32.6	67.4				
< 200	PONDO	232.7	67.4	100.0					

### CURVA GRANULOMÉTRICA



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO			
Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/> Cocina <input type="checkbox"/>	N° de Horno: HN02	N° de Certificado: 291-CT-T-2022
Procedimiento de Tamizado:	Manual <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico <input type="checkbox"/>	N° Balanza 01: BL09 N° Balanza 02: BL12	N° de Certificado: 153-CM-M-2022 N° de Certificado: 256-CM-M-2022
Observaciones:	NINGUNA.		

### LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



**LEM-ENGIL S.R.L.**  
VICTORY HERLUZACOSTA  
INGENIERO EN C.  
C.T.P. 51826

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ



**LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD**

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS</b>		FORM-LEM-ENGL-LIM1111		
	<b>NTP 339.129-1999 / ASTM D 4318</b>		<b>REV. 2022</b>		
<b>N° DE SOLICITUD</b>	: LCE-045-04-2023				
<b>SOLICITANTE</b>	: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA		<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGL-EM5-23-017		
<b>PROYECTO</b>	: ADICION DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO				
	: FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022				
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA		<b>N° CODIGO DE MUESTRA:</b> LMS-2023-017		
<b>CALICATA</b>	: C-3/M-1		<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 12/04/2023		
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.10 - 1.50 m.		<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 14/04/2023		
<b>LÍMITE LÍQUIDO (Método A)</b>			<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>		
Tarro (Recipiente)	N°	30	28B	43B	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	35.08	32.87	32.60	Clasificación SUCS (ASTM D2487) : CL-ML
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.	31.23	29.33	28.91	
Peso de Agua	g.	3.85	3.54	3.69	
Peso del Tarro	g.	15.52	15.89	16.02	
Peso del Suelo Seco	g.	15.71	13.44	12.89	
Contenido de Humedad	%	24.51	26.34	28.63	
Número de Golpes		32	23	16	
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>			<b>TEMPERATURA DE SECADO</b>		
Tarro (Recipiente)	N°	10B	3B		Método de Secado: Horno
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	17.73	18.75		Temperatura de secado: 110°C +/- 5°C
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.	17.32	18.34		Agua Utilizada: Destilada
Peso de Agua	g.	0.41	0.41		
Peso del Tarro	g.	15.31	16.32		
Peso del Suelo Seco	g.	2.01	2.02		
Contenido de Humedad	%	20.40	20.30		
			N° de Golpes, N		Factor K
			20		0.974
			21		0.979
			22		0.985
			23		0.990
			24		0.995
			25		1.000
			26		1.005
			27		1.009
			28		1.014
			29		1.018
			30		1.022
<p><b>Número de Golpes, N</b></p>			Ecuación de cálculo:		
			$LL = W^n (N / 25)^{0.221} \text{ o } LL = KW^n$		
			Donde N = Número de golpes. W = Contenido de Humedad. K = Factor para Límite Líquido.		
			<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>		
			LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO
			LIQUIDO	PLÁSTICO	
			26	20	6
<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>					
Procedimiento de Secado:	Horno	<input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno: HN02	N° de Certificado: 291-CT-T-2022	
			N° Casagrande: CCM02	N° de Certificado: CI-004-2022	
			N° Balanza 01: BL16	N° de Certificado: 022-CMM-2022	
Observaciones:	NINGUNA.				
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS</b>					
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.					

**ANEXO 22**  
**PERFIL ESTADIGRAFICO**



**LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD**

<b>SOLICITANTE:</b> MAYTE SELENE PISCO TULUMBA <b>PROYECTO:</b> ADICIÓN DE GRAMILLAS DE ACERO RECIKLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022 <b>UBICACIÓN:</b> AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA <b>CALCATA:</b> C-1 <b>PROFUNDIDAD:</b> 1.50 m. <b>ESTRUCTURA:</b> - <b>EN UNICABA:</b> -					<b>FORM LEM-ENGIL -</b> <b>FORM-006-03 REV</b> <b>2022</b>
<b>C-1</b>					
<b>PROFUNDIDAD:</b> 1.50 m.					
PROF. (m.)	TIPO DE EXCAVACIÓN	MUESTRA	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	CLASIF. (SUCE)	SÍMBOLO
0.30	↑ A CIELO ABIERTO ↓	S/M	Se presenta un suelo conformado por un suelo organico con presencia media de vegetación y raíces color marrón claro, en un estado seco, medianamente compacto; hasta una profundidad de 0.30 m.	OH	
1.00		M-1	Subyaciendo se presenta un suelo conformado por una grava arcillosa limosa con arena color pardo claro, en un estado seco, medianamente compacto; tamaño de grava TM Ø 1" cuyo análisis granulométrico se subdivide en grava con un 53.5% arena con un 22.8% y fino en un 23.7%, hasta una profundidad de 1.50 m.	GC-GM	
1.50	<b>NIVEL FREÁTICO NO ALCANZADO</b>				
2.00					
3.00					

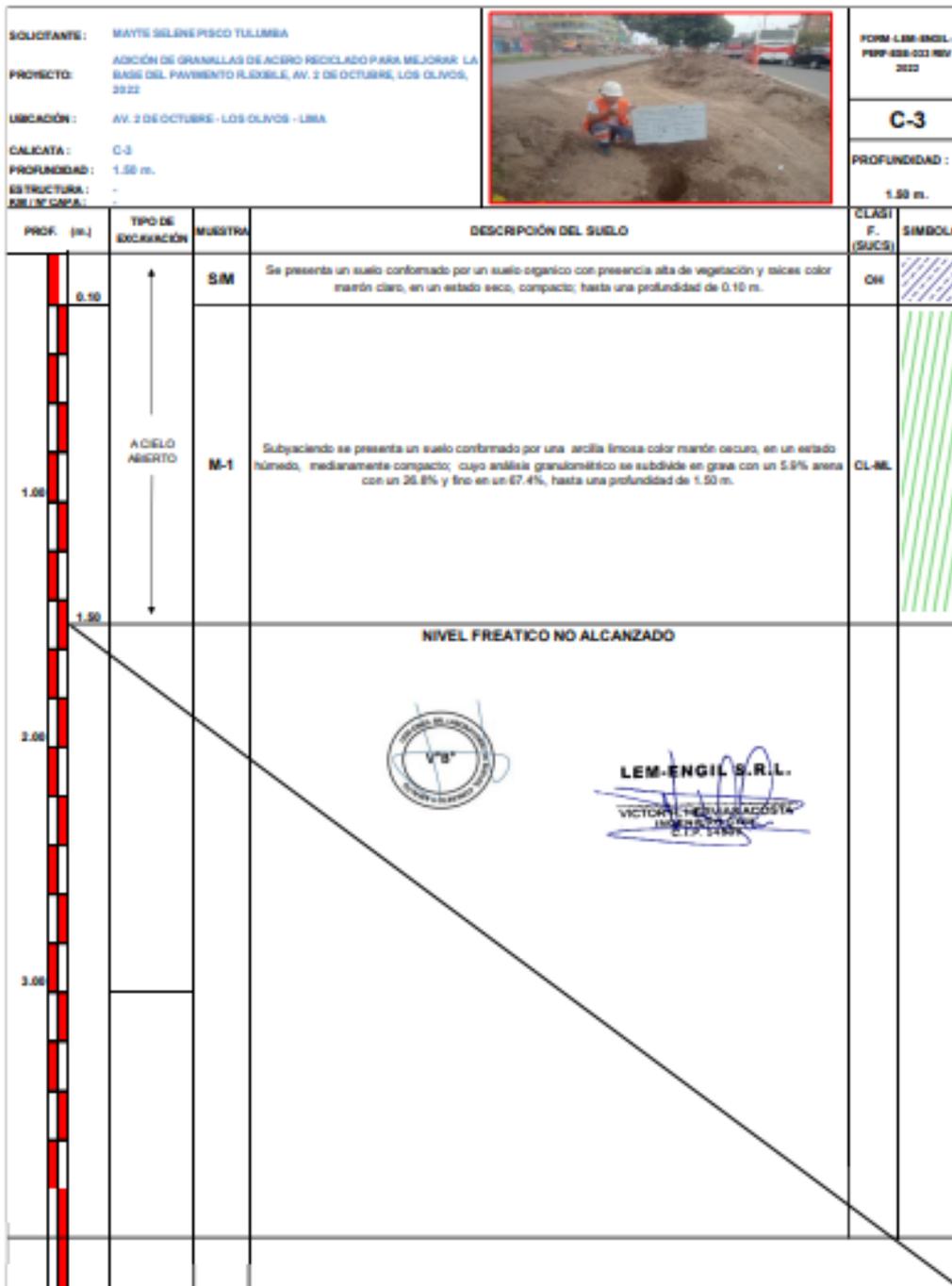


**LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD**

<b>SOLICITANTE:</b> BAYTE SILVINE PISCO TULUMBA <b>PROYECTO:</b> ADICIÓN DE GRAVALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022 <b>UBICACIÓN:</b> AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA <b>CAJUELA:</b> C-2 <b>PROFUNDIDAD:</b> 1.50 m. <b>ESTRUCTURA:</b> - <b>SEM / Nº CABA:</b> -				<b>FORM:</b> LEM-ENGIL- PMP-008-003 REV 2022 <b>C-2</b> <b>PROFUNDIDAD:</b> 1.50 m.	
PROF. (m.)	TIPO DE EXCAVACIÓN	MUESTRA	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	CLAS. F. (SUCE)	SÍMBOLO
0.20	↑ ACELO ABIERTO ↓	<b>S-M</b>	Se presenta un suelo conformado por un suelo orgánico con presencia alta de vegetación y raíces color marrón claro, en un estado seco, compacto; hasta una profundidad de 0.20 m.	OH	
1.00		<b>M-1</b>	Subyaciendo se presenta un suelo conformado por una arcilla limosa color marrón oscuro, en un estado húmedo, medianamente compacto; cuyo análisis granulométrico se subdivide en grava con un 14.5% arena con un 22.8% y fino en un 62.7%, hasta una profundidad de 1.50 m.	CL-ML	
1.50		<b>NIVEL FREÁTICO NO ALCANZADO</b>			
2.00					
3.00		<b>LEM-ENGIL S.R.L.</b> VICTOR H. HERNANDEZ COSTA INGENIERO CIVIL			



**LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD**



**ANEXO 23**  
**ENSAYO DE GRANULOMETRIA DE LA GRANALLA DE ACERO**

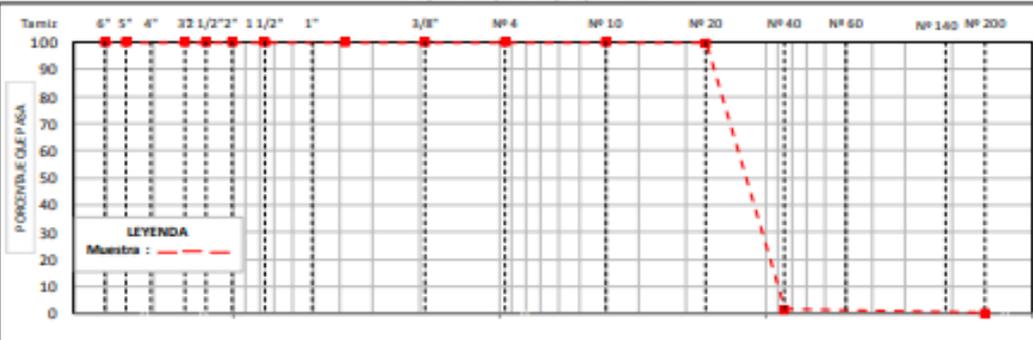


# LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128:1999 / ASTM D 6913</b>	FORM-LEM-ENGR-GRAN-001 <b>REV. 2022</b>
<b>N° DE SOLICITUD</b>	: LCE-045-04-2023	
<b>SOLICITANTE</b>	: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA	<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-EMS-23-019
<b>PROYECTO</b>	: ADICIÓN DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022	
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA	<b>N° CODIGO DE MUESTRA:</b> LMS-2023-019
<b>MATERIAL</b>	: GRANALLAS DE ACERO	<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 12/04/2023
<b>PROCEDENCIA</b>	: RECICLADO	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 19/04/2023

TAMIZAS N° II		PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA				
N°	MM (mm)		RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	MUESTREO POR: LEM-ENGIL SRL				
6"	152.400					Peso Total Seco: 500.0 g				
5"	127.000					Peso Fracción < 3": - g				
4"	101.600					Peso Fracción < N°4: 500.0 g				
3"	76.200				100.0	Peso Fracción < N°10: - g				
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0	Procedimiento de Secado:		Horno	X	110 °C
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0			Cocina		
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0					
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0					
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0					
1/2"	12.700	0								
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0					
1/4"	6.350									
N° 4	4.750	0.0	0.0	0.0	100.0					
N° 8	2.360									
N° 10	2.000	0.0	0.0	0.0	100.0					
N° 16	1.180									
N° 20	0.840	1.5	0.3	0.3	99.7					
N° 30	0.600									
N° 40	0.425	491.2	98.2	98.5	1.5					
N° 50	0.300									
N° 60	0.250	6.1	1.2	99.8	0.2					
N° 80	0.177									
N° 100	0.150									
N° 140	0.106	0.7	0.1	99.9	0.1					
N° 200	0.075	0.0	0.0	99.9	0.1					
< 200	FONDO	0.5	0.1	100.0						

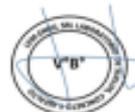
### CURVA GRANULOMÉTRICA



### EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO

Procedimiento de Secado:	Horno	<input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno:	HN02	N° de Certificado:	291-CT-T-2022
	Cocina	<input type="checkbox"/>	N° Balanza 01:	BL12	N° de Certificado:	256-CM-M-2022
Procedimiento de Tamizado:	Manual	<input checked="" type="checkbox"/>	N° Balanza 02:	-	N° de Certificado:	-
	Mecánico	<input type="checkbox"/>	N° Tamizador:	-	N° de Certificado:	-
Observaciones:	NINGUNA.					

### LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



**LEM-ENGIL S.R.L.**

VICTORIA HERVAS ACOSTA  
INGENIERA QUÍMICA  
C.P. 54304

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.

**ANEXO 24**  
**RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CON LAS DOCIFICACIONDES**

• BASE PATRON



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127:1998 / ASTM D 2216	FORM-LEM-ENGIL-CH-08 REV. 2022																														
<b>N° DE SOLICITUD</b>	: LCE-045-04-2023																															
<b>SOLICITANTE</b>	: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA	<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-EMS-23-018																														
<b>PROYECTO</b>	: ADICIÓN DE GRANALLAS DE ACERO RECIKLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022																															
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA	<b>N° CODIGO DE MUESTRA:</b> LMS-2023-018																														
<b>MATERIAL</b>	: BASE GRANULAR	<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 12/04/2023																														
<b>PROCEDENCIA</b>	: CANTERA UNICON - JICAMARCA	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 13/04/2023																														
<b>CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487):</b> <u>GM</u>		<b>MUESTREADO POR:</b> <u>LEM-ENGIL SRL</u>																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Condición de muestra</th> <th>N°</th> <th>Muestra Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Prueba</td> <td>N°</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Tara (Recipiente)</td> <td>N°</td> <td>A-B04</td> </tr> <tr> <td>Peso de Suelo Húmedo más Recipiente</td> <td>g.</td> <td>12544.0</td> </tr> <tr> <td>Peso de Suelo Seco más Recipiente</td> <td>g.</td> <td>12403.0</td> </tr> <tr> <td>Peso del Recipiente</td> <td>g.</td> <td>646.0</td> </tr> <tr> <td>Peso del Agua</td> <td>g.</td> <td>141.0</td> </tr> <tr> <td>Peso del Suelo Seco</td> <td>g.</td> <td>11757.0</td> </tr> <tr> <td>Humedad</td> <td>%</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>Promedio de Humedad</td> <td>%</td> <td>1.2</td> </tr> </tbody> </table>		Condición de muestra	N°	Muestra Total	Prueba	N°	1	Tara (Recipiente)	N°	A-B04	Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g.	12544.0	Peso de Suelo Seco más Recipiente	g.	12403.0	Peso del Recipiente	g.	646.0	Peso del Agua	g.	141.0	Peso del Suelo Seco	g.	11757.0	Humedad	%	1.2	Promedio de Humedad	%	1.2	
Condición de muestra	N°	Muestra Total																														
Prueba	N°	1																														
Tara (Recipiente)	N°	A-B04																														
Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g.	12544.0																														
Peso de Suelo Seco más Recipiente	g.	12403.0																														
Peso del Recipiente	g.	646.0																														
Peso del Agua	g.	141.0																														
Peso del Suelo Seco	g.	11757.0																														
Humedad	%	1.2																														
Promedio de Humedad	%	1.2																														
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>																																
<b>Material</b>		<b>Humedad (%)</b>																														
Muestra Total		1																														
<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>																																
<b>Horno :</b>	HN02	<b>N° de Certificado :</b> 201-CT-T-2022																														
<b>N° Balanza O1 :</b>	EL12	<b>N° de Certificado :</b> 256-CM-M-2022																														
<b>Observaciones:</b>	NINGUNA.																															
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS</b>																																
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.																																

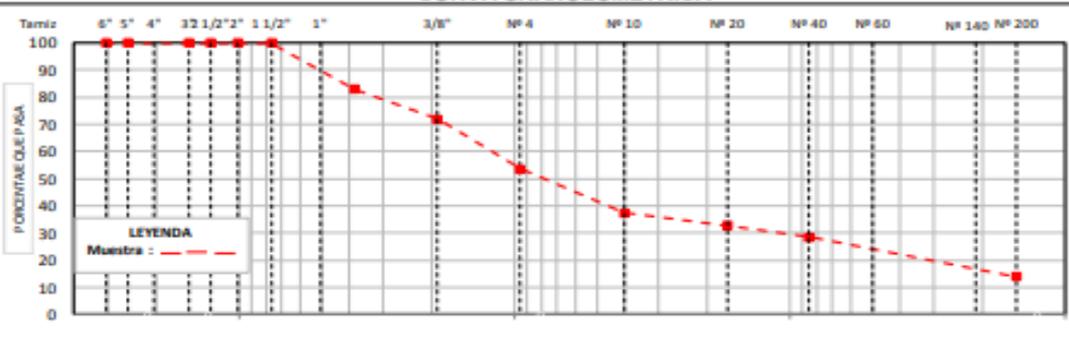


LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128:1999 / ASTM D 6913</b>	FORM-LEM-ENGIL-GRAN-001 <b>REV. 2022</b>
<b>N° DE SOLICITUD</b>	: LCE-045-04-2023	
<b>SOLICITANTE</b>	: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA	<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-EMS-23-018
<b>PROYECTO</b>	: ADICION DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022	
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA	<b>N° CODIGO DE MUESTRA:</b> LMS-2023-018
<b>MATERIAL</b>	: BASE GRANULAR	<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 12/04/2023
<b>PROCEDENCIA</b>	: CANTERA UNICON - JICAMARCA	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 13/04/2023

TAMIZ ASTM E 11		PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA			
N°	SM (mm)		RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL			
6"	152.400					Peso Total Seco: 11757.0 g			
5"	127.000					Peso Fracción < 3" : - g			
4"	101.600					Peso Fracción < N°4: 479.0 g			
3"	76.200				100.0	Peso Fracción < N°10: - g			
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0	Procedimiento de Secado: Horno X 110 °C			
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Cocina			
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	RESULTADOS OBTENIDOS			
1"	25.400	734.0	6.2	6.2	93.8	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	AASHTO D 2487	A-1-a (0)	
3/4"	19.000	1276.0	10.9	17.1	82.9			ASTM	GM
1/2"	12.700	0				% DE PARTICULAS	BLOQUES:	0.0	100.0
3/8"	9.500	1302.0	11.1	28.2	71.8		BOLONES:	0.0	
1/4"	6.350						GRAVA :	46.4	
N° 4	4.750	2149.0	18.3	46.4	53.6		ARENA :	39.7	
N° 8	2.360						FINOS :	13.8	
N° 10	2.000	143.7	16.1	62.5	37.5	Observaciones: NINGUNA			
N° 16	1.180					Nombre de Grupo: Grava limosa con arena			
N° 20	0.840	43.7	4.9	67.4	32.6	ASTM D4318 LL: NP LP: NP IP: NP			
N° 30	0.600								
N° 40	0.425	37.8	4.2	71.6	28.4				
N° 50	0.300								
N° 60	0.250	54.8	6.1	77.8	22.2				
N° 80	0.177								
N° 100	0.150								
N° 140	0.106	48.7	5.4	83.2	16.8				
N° 200	0.075	26.7	3.0	86.2	13.8				
< 200	PONDO	123.6	13.8	100.0					

CURVA GRANULOMÉTRICA



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO

Procedimiento de Secado:	Horno	X	N° de Horno:	HN02	N° de Certificado:	291-CT-T-2022
	Cocina		N° Balanza 01:	BE09	N° de Certificado:	153-CM-M-2022
			N° Balanza 02:	BCT2	N° de Certificado:	256-CM-M-2022
Procedimiento de Tamizado:	Manual	X	N° Tamizador:	-	N° de Certificado:	-
	Mecánico					
Observaciones: NINGUNA.						

LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.

VICTORIA HERNANDEZ ACOSTA  
INGENIERA EN CIVIL  
C.T.P. 5486

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129:1999 / ASTM D 4318		FORM-LEM-ENGIL-0008 REV. 2022																								
N° DE SOLICITUD	: LCE-045-04-2023																										
SOLICITANTE	: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA		N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-ENS-23-018																								
PROYECTO	: ADICIÓN DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022																										
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA	N° CODIGO DE MUESTRA:	LMS-2023-018																								
MATERIAL	: BASE GRANULAR	FECHA DE MUESTREO:	12/04/2023																								
PROCEDENCIA	: CANTERA UNICON - JICAMARCA	FECHA DE ENSAYO:	14/04/2023																								
<b>LÍMITE LÍQUIDO (Método A)</b>		<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>																									
Tarro (Recipiente)	N°		MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL																								
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	<b>NP</b>	Clasificación SUCS (ASTM D2487): GM																								
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.																										
Peso de Agua	g.																										
Peso del Tarro	g.																										
Peso del Suelo Seco	g.																										
Contenido de Humedad	%																										
Número de Golpes																											
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>		<b>TEMPERATURA DE SECADO</b>																									
Tarro (Recipiente)	N°		Método de Secado: Horno																								
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	<b>NP</b>	Temperatura de secado: 110°C +/- 5°C																								
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.																										
Peso de Agua	g.																										
Peso del Tarro	g.																										
Peso del Suelo Seco	g.																										
Contenido de Humedad	%																										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de Golpes, N</th> <th>Factor K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>0.974</td></tr> <tr><td>21</td><td>0.979</td></tr> <tr><td>22</td><td>0.985</td></tr> <tr><td>23</td><td>0.990</td></tr> <tr><td>24</td><td>0.995</td></tr> <tr><td>25</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>26</td><td>1.005</td></tr> <tr><td>27</td><td>1.009</td></tr> <tr><td>28</td><td>1.014</td></tr> <tr><td>29</td><td>1.018</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.022</td></tr> </tbody> </table>		N° de Golpes, N	Factor K	20	0.974	21	0.979	22	0.985	23	0.990	24	0.995	25	1.000	26	1.005	27	1.009	28	1.014	29	1.018	30	1.022
N° de Golpes, N	Factor K																										
20	0.974																										
21	0.979																										
22	0.985																										
23	0.990																										
24	0.995																										
25	1.000																										
26	1.005																										
27	1.009																										
28	1.014																										
29	1.018																										
30	1.022																										
<p style="text-align: center;"><b>Número de Golpes, N</b></p>		<p>Ecuación de cálculo:</p> $LL = W = (N / 25)^{0.21} \text{ o } LL = KW^n$ <p>Donde N = Número de golpes. W = Contenido de Humedad. K = Factor para Límite Líquido.</p>																									
		<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>																									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">LÍMITES</th> <th rowspan="2">ÍNDICE PLÁSTICO</th> </tr> <tr> <th>LÍQUIDO</th> <th>PLÁSTICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NP</td> <td>NP</td> <td>NP</td> </tr> </tbody> </table>		LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO	LÍQUIDO	PLÁSTICO	NP	NP	NP																
LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO																									
LÍQUIDO	PLÁSTICO																										
NP	NP	NP																									
<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>																											
Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno: HN02	N° de Certificado: 291-CT-T-2022																								
		N° Casagrande: CCM02	N° de Certificado: CI-004-2022																								
		N° Balanza 01: BL16	N° de Certificado: 022-CMM-2022																								
Observaciones:	NINGUNA.																										
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS</b>																											
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.																											



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999</b>	<b>LEM-ENGIL-FORM-CBR-16A REV. 04</b>
<b>N° DE SOLICITUD:</b> LCE-045-04-2023		
<b>SOLICITANTE:</b> MAYTE SELENE PISCO TULUMBA		<b>N° CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-EMS-23-018
<b>PROYECTO:</b> ADICIÓN DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022		
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO:</b> AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA		<b>CODIGO DE MUESTRA:</b> LMS-2023-018
<b>MATERIAL:</b> BASE GRANULAR		<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 12/04/2023
<b>PROCEDENCIA:</b> CANTERA UNICON - JICAMARCA		<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 14/04/2023

Cond. de la muestra	2		1		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°						
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Peso molde + Suelo húmedo	13285	13300	12668	12728	12911	12993
Peso de molde (g)	8010	8010	7643	7643	8156	8156
Peso del suelo húmedo (g)	5275	5290	5025	5085	4755	4837
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2125	2125	2132	2132	2126	2126
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2482	2489	2357	2385	2237	2275
% de humedad	5.5	5.9	5.5	6.7	5.6	7.5
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2353	2351	2233	2234	2119	2117
Densidad Máxima Laboratorio (g/cm <sup>3</sup> )	2352	2352	2352	2352	2352	2352
	100.0	100.0	95.0	95.0	90.1	90.0
Tarro N°	<b>A-T02</b>	<b>C-T11</b>	<b>B-T18</b>	<b>B-T16</b>	<b>A-T10</b>	<b>E-T07</b>
Tarro + Suelo húmedo (g)	812.4	1565.0	896.0	785.4	810.0	1618.0
Tarro + Suelo seco (g)	490.5	1491.6	855.0	743.0	487.9	1528.0
Peso del Agua (g)	21.9	73.4	41.0	42.4	22.1	90.0
Peso del tarro (g)	91.7	238.4	113.3	113.7	92.2	321.9
Peso del suelo seco (g)	398.8	1253.2	741.7	629.3	395.7	1206.1
% de humedad	5.5	5.9	5.5	6.7	5.6	7.5

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14-abr-23											
15-abr-23											
16-abr-23											
17-abr-23											
18-abr-23											
Sub Total											
Total											

**NO EXPANSIVO**

PENETRACIÓN

PENETRACION psi/g	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 2				MOLDE N° 1				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		173.0	8.7			82.0	4.0			39.0	1.8		
0.050		382.0	20.0			231.0	11.7			89.0	4.4		
0.075		713.0	36.4			477.0	24.3			161.0	8.1		
0.100	70.31	975.0	49.9	63.0	89.6	744.0	38.0	55.0	78.2	255.0	12.9	22.0	31.3
0.125		1309.0	67.0			988.0	51.1			364.0	18.5		
0.150		1782.0	91.3			1456.0	74.6			483.0	24.6		
0.175		2167.0	111.1			1883.0	92.4			611.0	31.2		
0.200	105.00	2610.0	134.2	142.0	135.2	2102.0	107.7	124.0	118.1	790.0	38.3	48.0	45.7
0.300		3612.0	185.2			3123.0	160.1			1247.0	63.8		
0.400		4232.0	217.1			3788.0	194.3			1744.0	89.4		
0.500		4736.0	242.9			4083.0	209.4			2200.0	112.8		

PROCEDIMIENTO DE SECADO: HORNO SECADO  PRENSA CBR: FCBR-LE-01  
COCINA  N° DE CERTIFICADO: SMP - 048 - 2022

LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



**LEM-ENGIL S.R.L.**  
VICTOR F. HERVAS ACOSTA  
INGENIERO EN CIENCIAS  
C.I.P. 51504

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999	LEM-ENGIL-FORM-CBR-16B REV. 04
----------------	--	--------------------------------

N° DE SOLICITUD: LCE-045-04-2023

SOLICITANTE: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA

N° CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-23-018

PROYECTO: ADICIÓN DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022

UBICACIÓN DE PROYECTO : AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA

N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-018

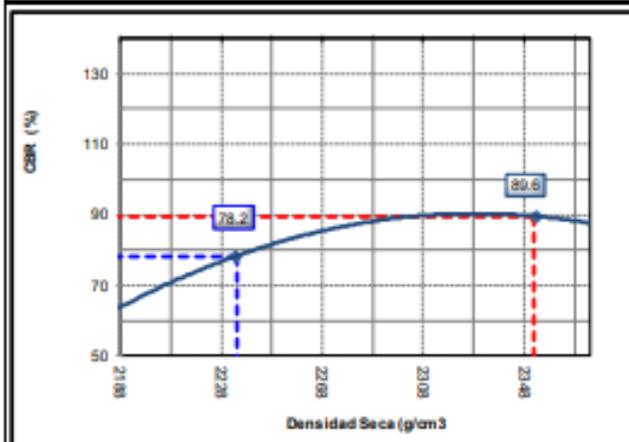
MATERIAL : BASE GRANULAR

FECHA DE MUESTREO : 12/04/2023

PROCEDENCIA : CANTERA UNICON - JICAMARCA

FECHA DE ENSAYO : 18/04/2023

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Datos del Proctor	
Densidad Seca	2352 g/cm <sup>3</sup>
Optimo Humedad	5.5 %

RESULTADOS DE CBR al 0,1°	
CBR al 100 %	89.6 %
CBR al 95 %	78.2 %

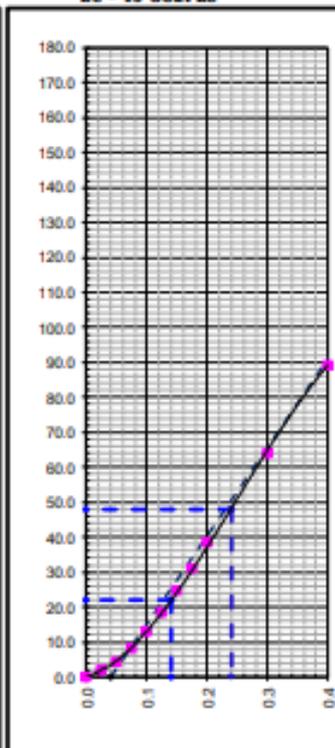
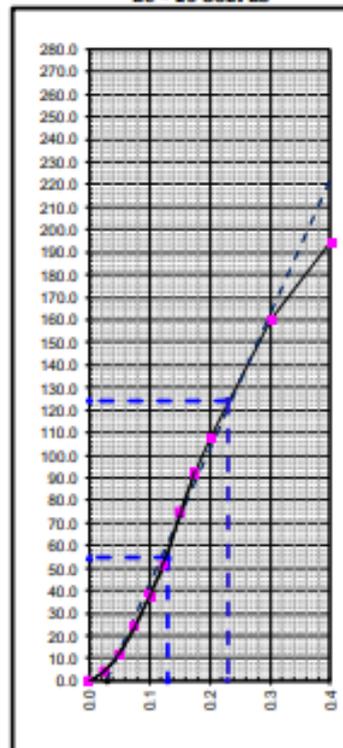
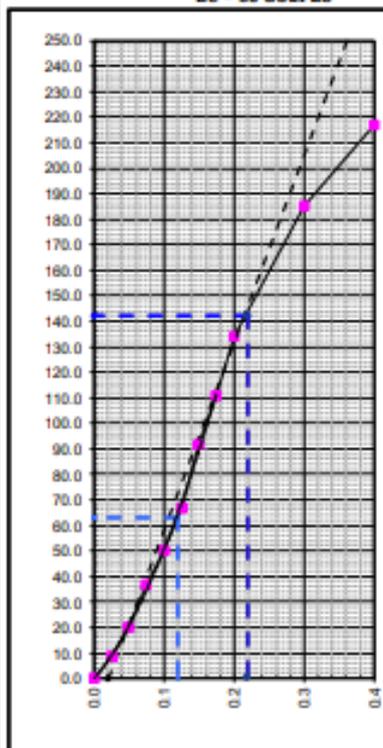
DENSIDAD	
Densidad al 100 %	2352 g/cm <sup>3</sup>
Densidad al 95 %	2234 g/cm <sup>3</sup>

EXPANSION	
Expansion	0.00 %

EC - 56 GOLPES

EC - 25 GOLPES

EC - 10 GOLPES



LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.  
 VICTOR HERVAS ACOSTA  
 INGENIERO QUÍMICO  
 C.I.P. 51506

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



**LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD**

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN EN AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ANGELES (NTP 400.019.2002) / ASTM C131-1996</b>		<b>FORM-LEM-ENGIL-ABRASA131-46 REV. 04</b>															
<b>N° DE SOLICITUD:</b> LCE-045-04-2023																		
<b>SOLICITANTE:</b> MAYTE SELENE PISCO TULUMBA																		
<b>PROYECTO:</b> ADICIÓN DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022																		
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO:</b> AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA																		
<b>MATERIAL :</b> BASE GRANULAR		<b>N° CERTIFICADO :</b> LEM-ENGIL-EMS-23-008																
<b>PROCEDENCIA :</b> CANTERA UNICON - JICAMARCA		<b>N° CODIGO DE MUESTRA :</b> LMS-2023-018																
<b>UBICACIÓN:</b> -		<b>FECHA MUESTREO :</b> 12/04/2023																
<b>KM / N° CAPA :</b> -		<b>FECHA DE ENSAYO :</b> 14/04/2023																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Gradación Tipo: <u>  A  </u></th> </tr> <tr> <th></th> <th>Peso Inicial (g)</th> <th>Peso Final (g)</th> <th>Masa Perdida Luego de 500 Revoluciones (g)</th> <th>Desgaste por Abrasión (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Total</td> <td>5005.0</td> <td>3878.0</td> <td>1127.0</td> <td>23</td> </tr> </tbody> </table>				Gradación Tipo: <u>  A  </u>						Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Masa Perdida Luego de 500 Revoluciones (g)	Desgaste por Abrasión (%)	Total	5005.0	3878.0	1127.0	23
Gradación Tipo: <u>  A  </u>																		
	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Masa Perdida Luego de 500 Revoluciones (g)	Desgaste por Abrasión (%)														
Total	5005.0	3878.0	1127.0	23														
<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYOS</b>																		
Procedimiento de Secado :	Horno	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>N° de Horno:</b> HN-LE-02	<b>N° de Certificado :</b> 291-CT-T-2022														
	Cocina	<input type="checkbox"/>	<b>N° de Balanza 01:</b> BL-LE-09	<b>N° de Certificado :</b> 153-CM-M2022														
			<b>N° de Maquina de los angeles:</b> MA-LE-01	<b>N° de Certificado :</b> 006-CTR-2023														
<b>Observaciones:</b> NINGUNA																		
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO</b>																		



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>METODO DE ENSAYO PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADO FINO (NTP 339.146:1999) / ASTM D 2419-91</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-EQUIA-044 REV. 04</b>
<b>N° DE SOLICITUD:</b> LCE-045-04-2023		
<b>SOLICITANTE:</b> MAYTE SELENE PISCO TULUMBA		
<b>PROYECTO:</b> MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022		
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO:</b> AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA		<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-EMS-23-018
<b>MATERIAL:</b> BASE GRANULAR		<b>CODIGO DE MUESTRA:</b> LMS-2023-018
<b>PROCEDENCIA:</b> CANTERA UNICON - JICAMARCA		<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 12/04/2023
		<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 15/04/2023

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestreado por : LEM-ENGIL SRL

Hora inicio decantación	11:30	11:35	11:40
Hora término decantación	11:50	11:55	12:00
Nivel superior arcilla (Nt)	6.2	6.1	6.2
Nivel superior arena (Na)	2.3	2.3	2.3
% Equivalente de arena ( Na / Nt X 100 )	38	38	38
PROMEDIO	38		

**DETERMINACIÓN DEL METODO**

Agitación Mecánica

Agitación Manual

**EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO**

Procedimiento de Secado : Horno

N° de Horno :

HN02

N° de

Certificado : 291-CT-T-2022

Cocina

**Observaciones:** Ninguna.

**LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO**



**LEM-ENGIL S.R.L.**  
VICTOR H. HERVAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.T.P. 54506

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECE DE VALIDEZ

- BASE + 2% DE GRANALLAS DE ACERO



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127.1998 / ASTM D 2216		FORM-LEM-ENGIL-CH-08 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-045-04-2023		
SOLICITANTE	: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA		N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-020
PROYECTO	: ADICIÓN DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022		
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA		N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-020
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 2% DE GRANALLA		FECHA DE MUESTREO: 12/04/2023
PROCEDENCIA	: -		FECHA DE ENSAYO: 13/04/2023
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487):		GM	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL
Condición de muestra		Muestra Total	
Prueba	N°	1	
Tara (Recipiente)	N°	B-B01	
Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g.	13655.0	
Peso de Suelo Seco más Recipiente	g.	13523.0	
Peso del Recipiente	g.	639.0	
Peso del Agua	g.	132.0	
Peso del Suelo Seco	g.	12884.0	
Humedad	%	1.0	
Promedio de Humedad	%	1.0	
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>			
Material		Humedad (%)	
Muestra Total		1	
<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>			
Horno :	HN02	N° de Certificado :	201-CT-T-2022
N° Balanza O1 :	BL12	N° de Certificado :	256-CM-M-2022
Observaciones:	NINGUNA.		
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS</b>			
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.			

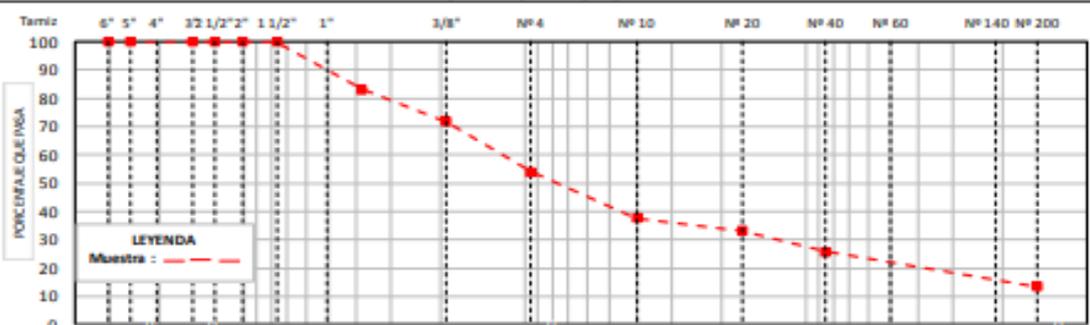


LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128:1999 / ASTM D 6913</b>	FORM-LEM-ENGE-GRAN-019 REV. 2022
<b>N° DE SOLICITUD</b>	: LCE-045-04-2023	
<b>SOLICITANTE</b>	: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA	<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-EMS-23-020
<b>PROYECTO</b>	: ADICIÓN DE GRANALLAS DE ACERO RECYCLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022	
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO:</b>	AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA	<b>N° CODIGO DE MUESTRA:</b> LMS-2023-020
<b>MATERIAL</b>	: BASE GRANULAR MAS 2% DE GRANALLA	<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 12/04/2023
<b>PROCEDENCIA</b>	: -	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 13/04/2023

TAMIZ ASTM E 11		PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA				
N°	ØM (mm)		RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA					
6"	152.400					<b>MUESTREADO POR:</b> LEM-ENGIL SRL				
5"	127.000					Peso Total Seco:	12884.0			
4"	101.600					Peso Fracción < 3"	-			
3"	76.200				100.0	Peso Fracción < N°4:	567.7			
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0	Peso Fracción < N°10:	-			
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Procedimiento de Secado:	Horno	X	110 °C	
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	Cocina				
1"	25.400	787.0	6.1	6.1	93.9	<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>				
3/4"	19.000	1385.0	10.7	16.9	83.1	<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	<b>AASHTO</b>	A-1-a (0)		
1/2"	12.700	0					<b>ASTM D 2487</b>	GM		
3/8"	9.500	1470.0	11.4	28.3	71.7	% DE PARTICULAS	BLOQUES:	0.0	100.0	
1/4"	6.350						BOLONES:	0.0		
N° 4	4.750	2294.0	17.8	46.1	53.9		GRAVA:	46.1		
N° 8	2.360						ARENA:	40.6		
N° 10	2.000	172.0	16.3	62.4	37.6		FINOS:	13.4		
N° 16	1.180					<b>Observaciones:</b>	NINGUNA			
N° 20	0.840	47.8	4.5	67.0	33.0	<b>Nombre de Grupo:</b>	Grava limosa con arena			
N° 30	0.600					<b>ASTM D4318</b>	<b>LL:</b>	NP	<b>LP:</b>	NP
N° 40	0.425	77.9	7.4	74.4	25.6	<b>IP:</b>	NP			
N° 50	0.300									
N° 60	0.250	51.6	4.9	79.3	20.7					
N° 80	0.177									
N° 100	0.150									
N° 140	0.106	49.9	4.7	84.0	16.0					
N° 200	0.075	27.8	2.6	86.6	13.4					
< 200	FONDO	140.7	13.4	100.0						

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO**

<b>Procedimiento de Secado:</b> Horno	X	<b>N° de Horno:</b> HNO2	<b>N° de Certificado:</b> 291-CT-T-2022
Cocina		<b>N° Balanza 01:</b> BLO9	<b>N° de Certificado:</b> 153-CM-M-2022
		<b>N° Balanza 02:</b> BLT2	<b>N° de Certificado:</b> 256-CM-M-2022
<b>Procedimiento de Tamizado:</b> Manual	X	<b>N° Tamizador:</b> -	<b>N° de Certificado:</b> -
Mecánico			
<b>Observaciones:</b>	NINGUNA.		

**LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS**



LEM-ENGIL S.R.L.  
VICTOR HERNANDEZ ACOSTA  
ING. CIVIL - INGENIERO  
R.P. 51888

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700 KN-M/M3 ( 56,000 PIE-LBF/PIE3)) NTP 339.141:1999 / ASTM D 1557</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-PROC-011A REV. 2022</b>
-----------------------	---	---

<b>N° DE SOLICITUD</b>	: LCE-045-04-2023		
<b>SOLICITANTE</b>	: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA	<b>N° DE CERTIFICADO:</b>	LEM-ENGIL-EMS-23-020
<b>PROYECTO</b>	: ADICION DE GRANALLAS DE ACERO RECLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022		
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO</b>	: AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA	<b>N° CODIGO DE MUESTRA:</b>	LMS-2023-020
<b>MATERIAL</b>	: BASE GRANULAR MAS 2% DE GRANALLA	<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	12/04/2023
<b>PROCEDENCIA</b>	: *	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	14/04/2023

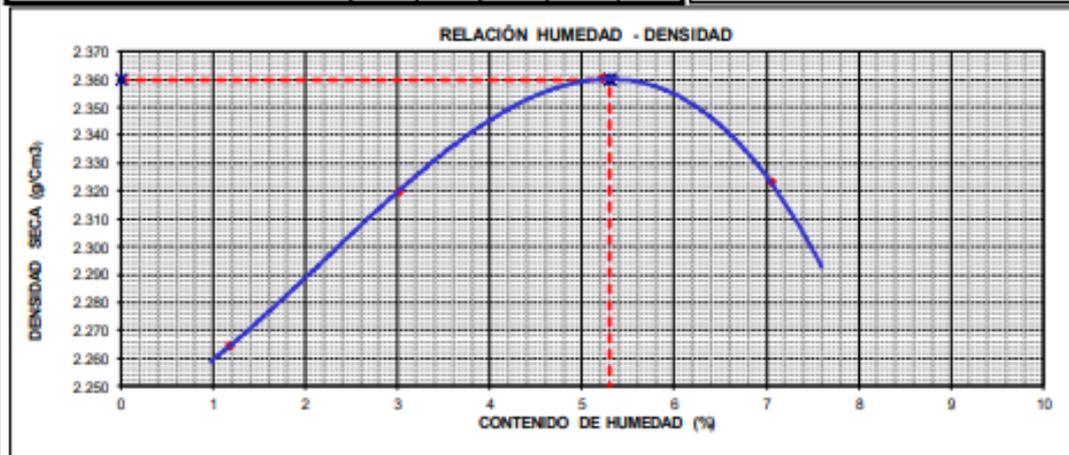
DETERMINACIÓN DEL METODO		DESCRIPCIÓN DEL PISÓN Y MOLDE	
Retenido en el Tamiz 3/4" :	16.9 %	Equipo de Compactación:	Manual
Retenido en el Tamiz 3/8" :	28.3 %	Molde N°:	5
Retenido en el Tamiz N°4 :	46.1 %	Peso de Molde:	7101 g.
Método:	"C"	Volumen de Molde:	2118 cm³

Determinación (Puntos)	1	2	3	4	5
Peso de Suelo + Molde	g. 11953	12162	12360	12368	
Peso de Molde	g. 7101	7101	7101	7101	
Peso de Suelo Húmedo Compactado	g. 4852	5061	5259	5267	
Volumen del Molde	cm³ 2118	2118	2118	2118	
Peso Volumétrico Húmedo	g. 2.291	2.390	2.483	2.487	
Tara (Recipiente)	N° F-T02	G-T01	E-T04	E-T02	
Peso del Suelo Húmedo + Tara	g. 909.8	845.0	816.4	880.9	
Peso del Suelo Seco + Tara	g. 903.4	829.4	792.0	843.4	
Peso de Tara (Recipiente)	g. 358.0	310.0	323.5	311.5	
Peso de Agua	g. 6.4	15.6	24.4	37.5	
Peso del Suelo Seco	g. 545.4	519.4	468.5	531.9	
Contenido de Agua	% 1.2	3.0	5.2	7.1	
Peso Volumétrico Seco	cm³ 2.264	2.320	2.360	2.323	

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestreado por:	LEM-ENGIL SRL

CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
ASTM D2487	-
Temperatura de Secado Horno:	110 °C +/- 5 °C

RESULTADOS OBTENIDOS	
Máxima Densidad Seca (g/cm³):	2.360
Óptimo Contenido de Humedad (%):	5.3



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO			
<b>Procedimiento de Secado :</b>	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	<b>N° de Horno :</b> HN02	<b>N° de Certificado :</b> 291-CT-T-2022
		<b>N° Balanza 01 :</b> BLO9	<b>N° de Certificado :</b> 153-CM-M-2022
		<b>N° Balanza 02 :</b> BL12	<b>N° de Certificado :</b> 256-CM-M-2022
<b>Observaciones:</b>	NINGUNA.		

**LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO**



**LEM-ENGIL S.R.L.**  
VICTORIA NEUVAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 1130

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129:1999 / ASTM D 4318	FORM-LEM-ENGIL-LEM148 REV. 2022																												
N° DE SOLICITUD	: LCE-045-04-2023																													
SOLICITANTE	: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA																													
PROYECTO	: ADICION DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022																													
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-020																												
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 2% DE GRANALLA	FECHA DE MUESTREO: 12/04/2023																												
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 14/04/2023																												
<b>LIMITE LIQUIDO (Método A)</b>																														
Tarro (Recipiente)	N°	<b>NP</b>																												
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.																													
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.																													
Peso de Agua	g.																													
Peso del Tarro	g.																													
Peso del Suelo Seco	g.																													
Contenido de Humedad	%																													
Número de Golpes																														
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>																														
MUESTREADO POR:	LEM-ENGIL SRL																													
Clasificación SUCS (ASTM D2487) :	GM																													
<b>TEMPERATURA DE SECADO</b>																														
Método de Secado:	Horno																													
Temperatura de secado:	110°C +/- 5°C																													
Agua Utilizada:	Destilada																													
<b>LIMITE PLÁSTICO</b>																														
Tarro (Recipiente)	N°	<b>NP</b>																												
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.																													
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.																													
Peso de Agua	g.																													
Peso del Tarro	g.																													
Peso del Suelo Seco	g.																													
Contenido de Humedad	%																													
<b>Número de Golpes, N</b>																														
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20%;">20</td> <td style="width: 20%;">25</td> <td style="width: 20%;">30</td> <td style="width: 20%;">40</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>49</td> <td>48</td> <td>47</td> </tr> <tr> <td>46</td> <td>45</td> <td>44</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>42</td> <td>41</td> <td>40</td> <td>39</td> </tr> <tr> <td>38</td> <td>37</td> <td>36</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>34</td> <td>33</td> <td>32</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>10</td> <td>25</td> <td>100</td> </tr> </table>			20	25	30	40	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	10	25	100
20	25	30	40																											
50	49	48	47																											
46	45	44	43																											
42	41	40	39																											
38	37	36	35																											
34	33	32	31																											
30	10	25	100																											
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th>N° de Golpes, N</th> <th>Factor K</th> </tr> <tr> <td>20</td> <td>0.974</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>0.979</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>0.985</td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>0.990</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>0.995</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>1.000</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>1.005</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>1.009</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>1.014</td> </tr> <tr> <td>29</td> <td>1.018</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>1.022</td> </tr> </table>			N° de Golpes, N	Factor K	20	0.974	21	0.979	22	0.985	23	0.990	24	0.995	25	1.000	26	1.005	27	1.009	28	1.014	29	1.018	30	1.022				
N° de Golpes, N	Factor K																													
20	0.974																													
21	0.979																													
22	0.985																													
23	0.990																													
24	0.995																													
25	1.000																													
26	1.005																													
27	1.009																													
28	1.014																													
29	1.018																													
30	1.022																													
Ecuación de cálculo:																														
$LL = W^n (N / 25)^{0.01} \text{ o } LL = KW^n$																														
Donde N = Número de golpes.																														
W <sup>n</sup> = Contenido de Humedad.																														
K = Factor para Limite Líquido.																														
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>																														
LIMITES		ÍNDICE PLÁSTICO																												
LIQUIDO	PLÁSTICO																													
NP	NP	NP																												
<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>																														
Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno : HNO2																												
		N° Casagrande : CCM02																												
		N° Balanza 01 : BL16																												
Observaciones:	NINGUNA.																													
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS</b>																														
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.																														



# LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999</b>	<b>LEM-ENGIL-FORM-CBR-16B REV. 04</b>
-----------------------	---	---------------------------------------

N° DE SOLICITUD: LCE-045-04-2023

SOLICITANTE: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA

N° CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-23-020

PROYECTO: ADICIÓN DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022

UBICACIÓN DE PROYECTO : AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA

N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-020

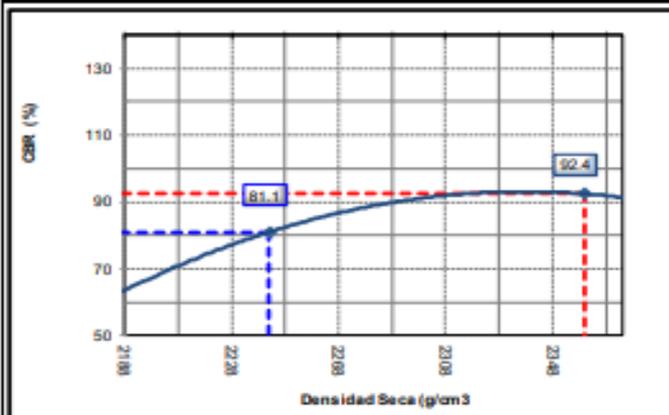
MATERIAL : BASE GRANULAR MAS 2% DE GRANALLAS

FECHA DE MUESTREO : 12/04/2023

PROCEDENCIA : -

FECHA DE ENSAYO : 18/04/2023

## GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



### Datos del Proctor

Densidad Seca 2360 g/cm3  
Optimo Humedad 5.3 %

### RESULTADOS DE CBR al 0,1"

CBR al 100 % 92.4 %  
CBR al 95 % 81.1 %

### DENSIDAD

Densidad al 100 % 2360 g/cm3  
Densidad al 95 % 2242 g/cm3

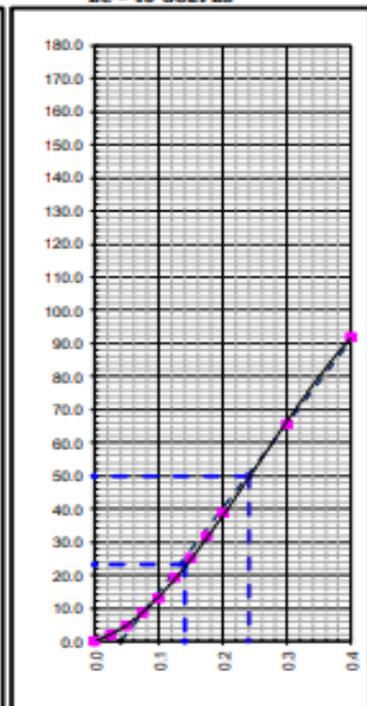
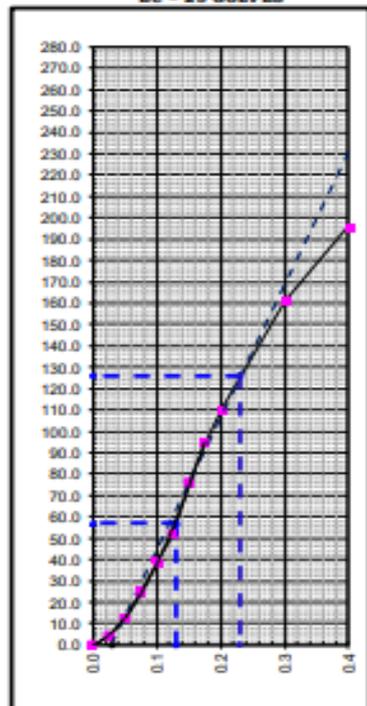
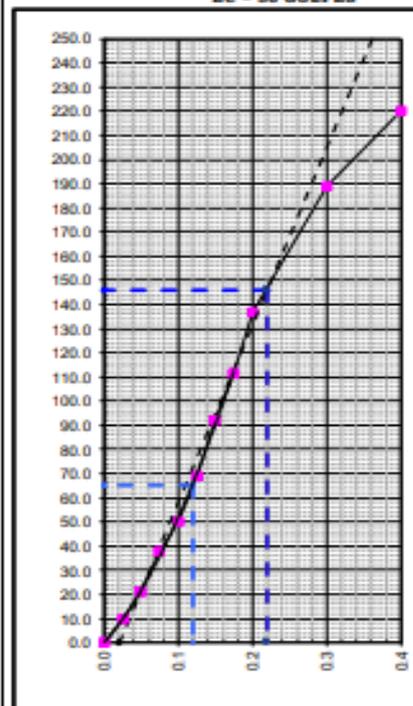
### EXPANSION

Expansion 0.00 %

EC - 56 GOLPES

EC - 25 GOLPES

EC - 10 GOLPES



## LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



**LEM-ENGIL S.R.L.**

VICTORIA HERRERAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.T.P. 57309

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.

- BASE + 4% DE GRANALLAS DE ACERO



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127:1998 / ASTM D 2216		FORM-LEM-ENGIL-CH-08 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-045-04-2023		
SOLICITANTE	: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA		N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-021
PROYECTO	: ADICION DE GRANALLAS DE ACERO REICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022		
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA		N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-021
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 4% DE GRANALLA		FECHA DE MUESTREO: 12/04/2023
PROCEDENCIA	: -		FECHA DE ENSAYO: 15/04/2023
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487):		GM	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL
Condición de muestra		Muestra Total	
Prueba	N°	1	
Tara (Recipiente)	N°	B-B03	
Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g.	12846.0	
Peso de Suelo Seco más Recipiente	g.	12743.0	
Peso del Recipiente	g.	634.0	
Peso del Agua	g.	103.0	
Peso del Suelo Seco	g.	12109.0	
Humedad	%	0.9	
Promedio de Humedad	%	0.9	
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>			
Material		Humedad (%)	
Muestra Total		1	
<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>			
Horno :		HN02	N° de Certificado : 291-CT-T-2022
N° Balanza 01 :		BL12	N° de Certificado : 256-CM-M-2022
Observaciones: NINGUNA.			
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS</b>			
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.			

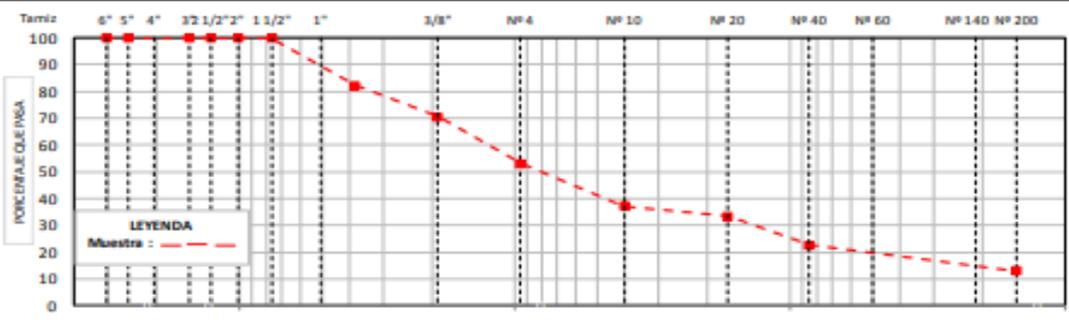


**LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD**

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128:1999 / ASTM D 6913</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-GRAN-019 REV. 2022</b>
<b>N° DE SOLICITUD</b>	: LCE-045-04-2023	
<b>SOLICITANTE</b>	: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA	<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-EMS-23-021
<b>PROYECTO</b>	: ADICIÓN DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022	
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO:</b>	AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA	<b>N° CODIGO DE MUESTRA:</b> LMS-2023-021
<b>MATERIAL</b>	: BASE GRANULAR MAS 4% DE GRANALLA	
<b>PROCEDENCIA</b>	: -	<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 12/04/2023 <b>FECHA DE ENSAYO:</b> 17/04/2023

TAMIZ ANTI E II		PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA			
N°	NM (mm)		RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	MUESTREO POR: LEM-ENGIL SRL			
6"	152.400					Peso Total Seco: 12109.0 g			
5"	127.000					Peso Fracción < 3" : - g			
4"	101.600					Peso Fracción < N°4: 687.7 g			
3"	76.200				100.0	Peso Fracción < N°10: - g			
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0	Procedimiento de Secado: Horno <input checked="" type="checkbox"/> 110 °C Cocina <input type="checkbox"/>			
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>			
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0				
1"	25.400	772.0	6.4	6.4	93.6	<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>			
3/4"	19.000	1372.0	11.3	17.7	82.3				
1/2"	12.700	0				<b>ASTM D 2487</b>	GM		
3/8"	9.500	1434.0	11.8	29.5	70.5	% DE PARTICULAS	BLOQUES:	0.0	100.0
1/4"	6.350						BOLONOS:	0.0	
N° 4	4.750	2104.0	17.4	46.9	53.1	GRAVA:	46.9		
N° 8	2.360					ARENA:	40.0		
N° 10	2.000	206.0	15.9	62.8	37.2	FINOS:	13.1		
N° 16	1.180					<b>Observaciones:</b> NINGUNA			
N° 20	0.840	48.9	3.8	66.6	33.4	<b>Nombre de Grupo:</b> Grava limosa con arena			
N° 30	0.600					<b>ASTM D4318 L.L.: NP LP: NP IP: NP</b>			
N° 40	0.425	139.0	10.7	77.3	22.7				
N° 50	0.300								
N° 60	0.250	49.7	3.8	81.2	18.8				
N° 80	0.177								
N° 100	0.150								
N° 140	0.106	46.0	3.6	84.7	15.3				
N° 200	0.075	29.0	2.2	86.9	13.1				
< 200	FONDO	169.1	13.1	100.0					

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO**

<b>Procedimiento de Secado:</b> Horno <input checked="" type="checkbox"/> Cocina <input type="checkbox"/>	<b>N° de Horno:</b> HNO2	<b>N° de Certificado:</b> 291-CT-T-2022
<b>Procedimiento de Tamizado:</b> Manual <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico <input type="checkbox"/>	<b>N° Balanza O1:</b> BL09	<b>N° de Certificado:</b> 153-CM-M-2022
	<b>N° Balanza O2:</b> BL12	<b>N° de Certificado:</b> 256-CM-M-2022
<b>Observaciones:</b> NINGUNA.	<b>N° Tamizador:</b> -	<b>N° de Certificado:</b> -

**LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS**



**LEM-ENGIL S.R.L.**  
VICTOR HERRERA ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 5450

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129:1999 / ASTM D 4318	FORM-LEM-ENGL-LIM14-B REV. 2022																								
N° DE SOLICITUD	: LCE-045-04-2023																									
SOLICITANTE	: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA																									
PROYECTO	: ADICIÓN DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022																									
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-021																								
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 4% DE GRANALLA	FECHA DE MUESTREO: 12/04/2023																								
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 18/04/2023																								
<b>LÍMITE LÍQUIDO (Método A)</b>		<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>																								
Tarro (Recipiente)	N°	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL																								
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	Clasificación SUCS (ASTM D2487) : GM																								
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.																									
Peso de Agua	g.																									
Peso del Tarro	g.																									
Peso del Suelo Seco	g.																									
Contenido de Humedad	%																									
Número de Golpes																										
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>		<b>TEMPERATURA DE SECADO</b>																								
Tarro (Recipiente)	N°	Método de Secado: Horno																								
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	Temperatura de secado: 110°C +/- 5°C																								
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.	Agua Utilizada: Destilada																								
Peso de Agua	g.																									
Peso del Tarro	g.																									
Peso del Suelo Seco	g.																									
Contenido de Humedad	%																									
<p><b>Número de Golpes, N</b></p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de Golpes, N</th> <th>Factor K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>0.974</td></tr> <tr><td>21</td><td>0.979</td></tr> <tr><td>22</td><td>0.985</td></tr> <tr><td>23</td><td>0.990</td></tr> <tr><td>24</td><td>0.995</td></tr> <tr><td>25</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>26</td><td>1.005</td></tr> <tr><td>27</td><td>1.009</td></tr> <tr><td>28</td><td>1.014</td></tr> <tr><td>29</td><td>1.018</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.022</td></tr> </tbody> </table>	N° de Golpes, N	Factor K	20	0.974	21	0.979	22	0.985	23	0.990	24	0.995	25	1.000	26	1.005	27	1.009	28	1.014	29	1.018	30	1.022
N° de Golpes, N	Factor K																									
20	0.974																									
21	0.979																									
22	0.985																									
23	0.990																									
24	0.995																									
25	1.000																									
26	1.005																									
27	1.009																									
28	1.014																									
29	1.018																									
30	1.022																									
Ecuación de cálculo:																										
$LL = W^n (N / 25)^{0.01} \text{ o } LL = KW^n$																										
Donde N = Número de golpes.																										
W = Contenido de Humedad.																										
K = Factor para Límite Líquido.																										
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>																										
LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO																								
LIQUIDO	PLÁSTICO																									
NP	NP	NP																								
<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>																										
Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno : HN02	N° de Certificado : 291-CT-T-2022																							
		N° Casagrande : CCM02	N° de Certificado : CI-004-2022																							
		N° Balanza O1 : BL16	N° de Certificado : 022-CMM-2022																							
Observaciones:	NINGUNA.																									
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS</b>																										
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.																										



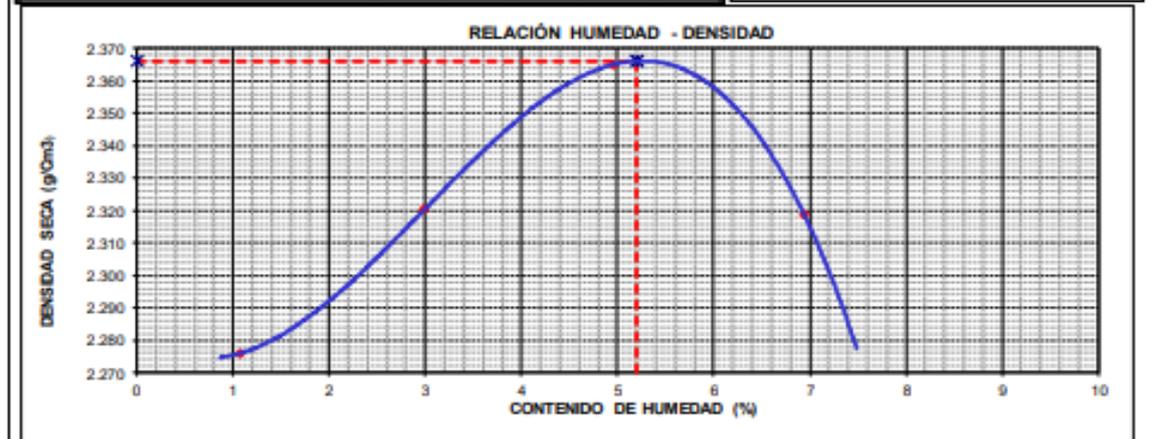
**LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD**

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700 KN-M/M3 ( 56,000 PIE-LBF/PIE3)) NTP 339.141:1999 / ASTM D 1557</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-PROC-011A REV. 2022</b>
-----------------------	---	---

<b>N° DE SOLICITUD</b>	: LCE-045-04-2023	
<b>SOLICITANTE</b>	: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA	<b>N° DE CERTIFICADO</b> : LEM-ENGIL-EMS-23-021
<b>PROYECTO</b>	: ADICION DE GRANALLAS DE ACERO RECLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022	
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO</b>	: AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA	<b>N° CODIGO DE MUESTRA</b> : LMS-2023-021
<b>MATERIAL</b>	: BASE GRANULAR MAS 4% DE GRANALLA	<b>FECHA DE MUESTREO</b> : 12/04/2023
<b>PROCEDENCIA</b>	: -	<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 18/04/2023

DETERMINACIÓN DEL METODO		DESCRIPCIÓN DEL PISÓN Y MOLDE	
Retenido en el Tamiz 3/4" :	17.7 %	Equipo de Compactación:	Manual
Retenido en el Tamiz 3/8" :	29.5 %	Molde N°:	5
Retenido en el Tamiz N°4 :	46.9 %	Peso de Molde:	7101 g.
Método:	"C"	Volumen de Molde:	2118 cm³

Determinación (Puntos)	1	2	3	4	5	DATOS DE LA MUESTRA	
Peso de Suelo + Molde	g. 11973	12162	12358	12353		Muestreado por : LEM-ENGIL SRL	
Peso de Molde	g. 7101	7101	7101	7101		<b>CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA</b>	
Peso de Suelo Húmedo Compactado	g. 4872	5061	5257	5252		<b>ASTM D2487</b>	-
Volumen del Molde	cm³ 2118	2118	2118	2118		Temperatura de Secado Horno: 110 °C +/- 5 °C	
Peso Volumétrico Húmedo	g. 2.300	2.390	2.482	2.480		<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>	
Tara (Recipiente)	N° D-T04	F-T05	D-T01	C-T07		Máxima Densidad Seca (g/cm³):	<b>2.366</b>
Peso del Suelo Húmedo + Tara	g. 823.1	624.4	789.4	718.0		Optimo Contenido de Humedad (%) :	<b>5.2</b>
Peso del Suelo Seco + Tara	g. 817.0	616.7	763.5	687.0			
Peso de Tara (Recipiente)	g. 246.2	359.0	240.4	240.4			
Peso de Agua	g. 6.1	7.7	25.9	31.0			
Peso del Suelo Seco	g. 570.8	257.7	523.1	446.6			
Contenido de Agua	% 1.1	3.0	5.0	6.9			
Peso Volumétrico Seco	cm³ 2.276	2.320	2.365	2.319			



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO			
<b>Procedimiento de Secado :</b>	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	<b>N° de Horno :</b> HN02	<b>N° de Certificado :</b> 291-CT-T-2022
		<b>N° Balanza 01 :</b> EL09	<b>N° de Certificado :</b> 153-CM-M-2022
		<b>N° Balanza 02 :</b> EL12	<b>N° de Certificado :</b> 256-CM-M-2022
<b>Observaciones:</b>	NINGUNA.		

**LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO**

**LEM-ENGIL S.R.L.**  
VICTORIA TRUJILLOS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 67406

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ



**LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD**

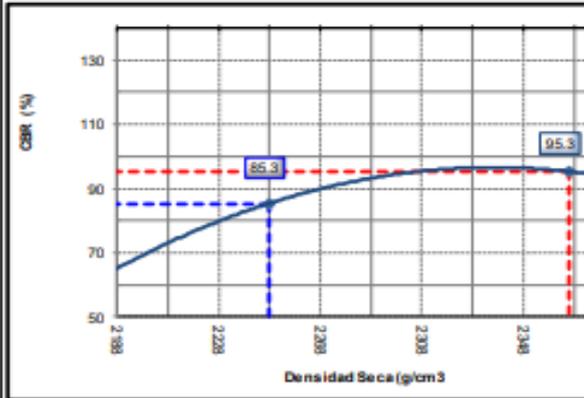
NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999	LEM-ENGIL-FORM-CBR-16A REV. 04											
<b>N° DE SOLICITUD:</b> LCE-045-04-2023 <b>SOLICITANTE:</b> MAYTE SELENE PISCO TULUMBA <b>PROYECTO:</b> ADICIÓN DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022 <b>UBICACIÓN DE PROYECTO:</b> AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA <b>MATERIAL:</b> BASE GRANULAR MAS 4% DE GRANALLAS <b>PROCEDENCIA:</b> -													
<b>N° CERTIFICADO:</b> LEM-ENGR-ENS-23-021 <b>CODIGO DE MUESTRA:</b> LMS-2023-021 <b>FECHA DE MUESTREO:</b> 12/04/2023 <b>FECHA DE ENSAYO:</b> 17/04/2023													
Molde N°	7	8	9										
N° Capa	5	5	5										
Golpes por capa N°	56	25	10										
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso molde + Suelo húmedo	13282	13299	12874	12600	11012	11043							
Peso de molde (g)	8018	8018	7546	7546	6265	6265							
Peso del suelo húmedo (g)	5264	5281	5028	5054	4747	4778							
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2116	2116	2126	2126	2118	2118							
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2488	2496	2365	2377	2241	2256							
% de humedad	5.2	5.5	5.2	5.8	5.2	6.0							
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2366	2365	2248	2248	2130	2129							
Densidad Máxima Laboratorio (g/cm <sup>3</sup> )	2366	2366	2366	2366	2366	2366							
	100.0	100.0	95.0	95.0	90.0	90.0							
Tarro N°	A-T06	A-T04	A-T08	B-T03	B-T12	B-T19							
Tarro + Suelo húmedo (g)	794.4	820.2	624.4	839.4	944.4	712.3							
Tarro + Suelo seco (g)	760.0	782.3	598.0	802.9	903.0	678.1							
Peso del Agua (g)	34.4	37.9	26.4	36.5	41.4	34.2							
Peso del tarro (g)	92.2	95.4	92.3	169.7	111.4	105.0							
Peso del suelo seco (g)	667.8	686.9	505.7	633.2	791.6	573.1							
% de humedad	5.2	5.5	5.2	5.8	5.2	6.0							
<b>EXPANSIÓN</b>													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
17-abr-23													
18-abr-23													
19-abr-23													
20-abr-23													
21-abr-23													
Sub Total													
Total													
<b>NO EXPANSIVO</b>													
<b>PENETRACIÓN</b>													
PENETRACION pasg	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 7			MOLDE N° 8			MOLDE N° 9					
		CARGA		CORRECCIÓN	CARGA		CORRECCIÓN	CARGA		CORRECCIÓN			
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0				
0.025		198.0	10.0		89.0	4.4		59.0	2.9				
0.050		422.0	21.5		256.0	13.0		154.0	5.7				
0.075		782.0	40.0		498.0	25.4		192.0	9.7				
0.100	70.31	952.0	52.3	67.0	95.3	77.8	39.5	60.0	85.3	289.0	14.7	25.0	35.6
0.125		1378.0	70.6		1054.0	53.9		452.0	21.0				
0.150		1844.0	94.5		1453.0	74.4		544.0	27.8				
0.175		2293.0	112.9		1872.0	95.9		657.0	33.6				
0.200	105.00	2798.0	138.8	150.0	142.9	2188.0	112.1	128.0	121.9	801.0	41.0	52.0	49.5
0.300		3832.0	196.5		3139.0	161.0		1322.0	67.7				
0.400		4575.0	234.7		3924.0	201.2		1845.0	94.5				
0.500		4912.0	252.0		4312.0	221.2		2365.0	121.2				
PROCEDIMIENTO DE SECADO:				HORNO SECADO <input checked="" type="checkbox"/>				PRENSA CBR: PCBR-LE-01					
				COCINA <input type="checkbox"/>				N° DE CERTIFICADO: SMP - 048 - 2022					
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS</b>													
						<b>LEM-ENGIL S.R.L.</b> VICTOR HERRERIAS ACOSTA INGENIERO QUÍMICO C.T.P. 54809							
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.													



**LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD**

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999</b>	<b>LEM-ENGIL-FORM-CBR-16B REV. 04</b>
<b>N° DE SOLICITUD:</b> LCE-045-04-2023		
<b>SOLICITANTE:</b> MAYTE SELENE PISCO TULUMBA		<b>N° CERTIFICADO :</b> LEM-ENGIL-EMS-23-021
<b>PROYECTO:</b> ADICIÓN DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022		
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO :</b> AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA		<b>N° CODIGO DE MUESTRA:</b> LMS-2023-021
<b>MATERIAL :</b> BASE GRANULAR MAS 4% DE GRANALLAS		<b>FECHA DE MUESTREO :</b> 12/04/2023
<b>PROCEDENCIA :</b> -		<b>FECHA DE ENSAYO :</b> 21/04/2023

**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**

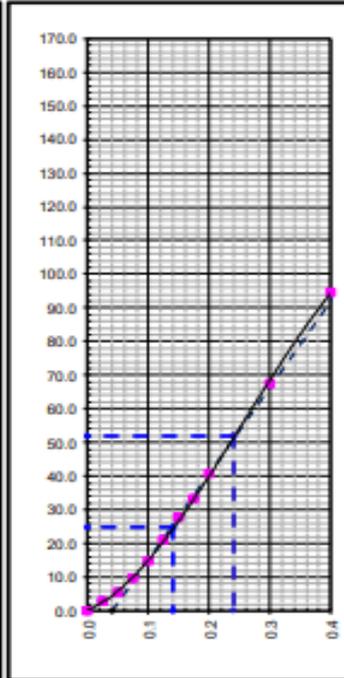
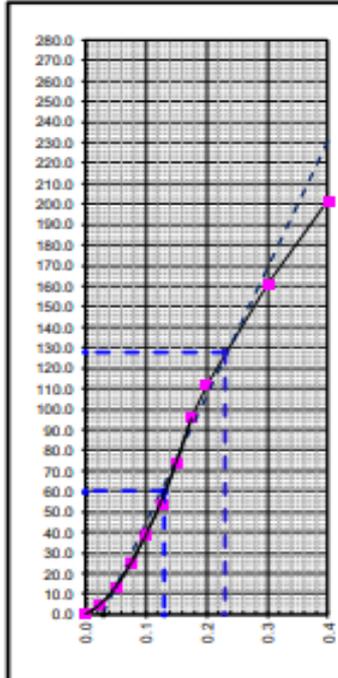
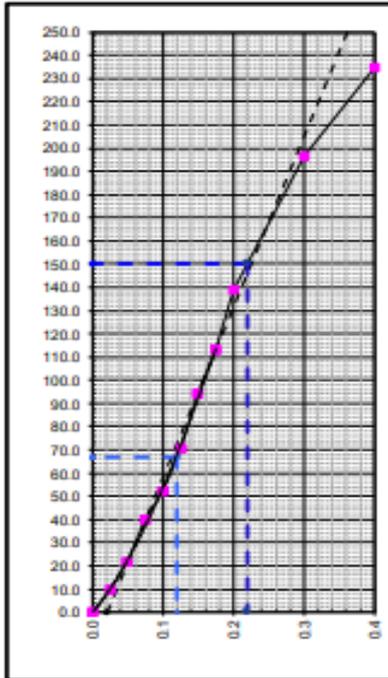


<b>Datos del Proctor</b>	
Densidad Seca	2366 g/cm <sup>3</sup>
Optimo Humedad	5.2 %
<b>RESULTADOS DE CBR al 0,1"</b>	
CBR al 100 %	95.3 %
CBR al 95 %	85.3 %
<b>DENSIDAD</b>	
Densidad al 100 %	2366 g/cm <sup>3</sup>
Densidad al 95 %	2248 g/cm <sup>3</sup>
<b>EXPANSION</b>	
Expansion	0.00 %

**EC - 56 GOLPES**

**EC - 25 GOLPES**

**EC - 10 GOLPES**



**LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS**



**LEM-ENGIL S.R.L.**  
VICTORIA HERVASIACOSTA  
INGENIERA CIVIL  
C.T.P. 01806

- BASE + 6% DE GRANALLAS DE ACERO



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127:1998 / ASTM D 2216		FORM-LEM-ENGIL-CH-08 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-045-04-2023		
SOLICITANTE	: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA		N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-022
PROYECTO	: ADICIÓN DE GRANALLAS DE ACERO RECYCLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022		
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA		N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-022
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 6% DE GRANALLA		FECHA DE MUESTREO: 12/04/2023
PROCEDENCIA	: -		FECHA DE ENSAYO: 15/04/2023
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487):		GM	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL
Condición de muestra		Muestra Total	
Prueba	N°	1	
Tara (Recipiente)	N°	A-B05	
Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g.	13029.0	
Peso de Suelo Seco más Recipiente	g.	12937.0	
Peso del Recipiente	g.	657.0	
Peso del Agua	g.	92.0	
Peso del Suelo Seco	g.	12280.0	
Humedad	%	0.7	
Promedio de Humedad	%	0.7	
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>			
Material		Humedad (%)	
Muestra Total		1	
<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>			
Horno :	HN02	N° de Certificado :	291-CT-T-2022
N° Balanza 01 :	BL12	N° de Certificado :	256-CM-M-2022
Observaciones:	NINGUNA		
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS</b>			
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.			

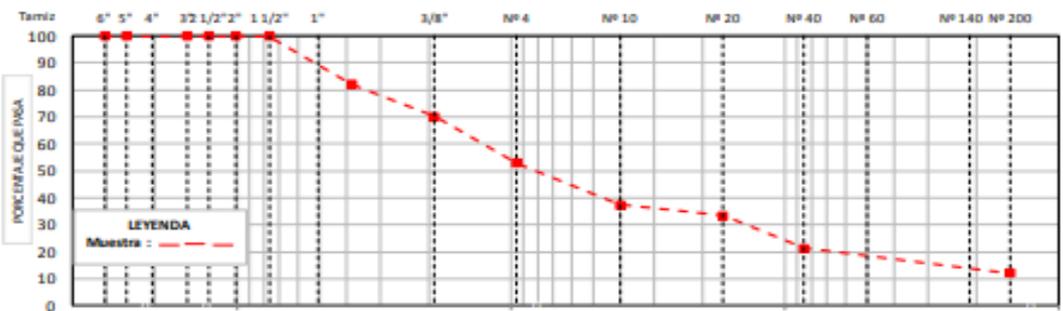


# LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128:1999 / ASTM D 6913</b>	<b>FORM-LEM-ENGL-GRAN-019 REV. 2022</b>
<b>N° DE SOLICITUD</b>	: LCE-045-04-2023	
<b>SOLICITANTE</b>	: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA	<b>N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-022</b>
<b>PROYECTO</b>	: ADICIÓN DE GRANALLAS DE ACERO RECYCLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022	
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA	<b>N° CODIGO DE MUESTRA: LM S-2023-022</b>
<b>MATERIAL</b>	: BASE GRANULAR MAS 6% DE GRANALLA	<b>FECHA DE MUESTREO: 12/04/2023</b>
<b>PROCEDENCIA</b>	: -	<b>FECHA DE ENSAYO: 17/04/2023</b>

TAMIZADO EN SI		PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA			
N°	MM (mm)		RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL			
6"	152.400					Peso Total Seco: 12280.0 g			
5"	127.000					Peso Fracción < 3" : - g			
4"	101.600					Peso Fracción < N°4: 587.4 g			
3"	76.200				100.0	Peso Fracción < N°10: - g			
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0	Procedimiento de Secado: Horno X 110 °C			
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Cocina			
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>			
1"	25.400	810.0	6.6	6.6	93.4	<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	<b>AASHTO D 2487</b>	A-1-a (0)	
3/4"	19.000	1409.0	11.5	18.1	81.9			<b>% DE PARTICULAS</b>	BLOQUES: 0.0
1/2"	12.700	0				BOLONES: 0.0			
3/8"	9.500	1445.0	11.8	29.8	70.2	GRAVA: 47.2			
1/4"	6.350					ARENA: 40.7			
N° 4	4.750	2133.0	17.4	47.2	52.8	FINOS: 12.1			
N° 8	2.360					<b>Observaciones: NINGUNA</b>			
N° 10	2.000	172.3	15.5	62.7	37.3	<b>Nombre de Grupo: Grava limosa con arena</b>			
N° 16	1.180					<b>ASTM D4318 LL: NP LP: NP IP: NP</b>			
N° 20	0.840	43.3	3.9	66.6	33.4				
N° 30	0.600								
N° 40	0.425	134.2	12.1	78.6	21.4				
N° 50	0.300								
N° 60	0.250	46.4	4.2	82.8	17.2				
N° 80	0.177								
N° 100	0.150								
N° 140	0.106	36.8	3.3	86.1	13.9				
N° 200	0.075	20.0	1.8	87.9	12.1				
< 200	PONDO	134.4	12.1	100.0					

### CURVA GRANULOMÉTRICA



### EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO

<b>Procedimiento de Secado:</b> Horno	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>N° de Horno:</b> HNO2	<b>N° de Certificado:</b> 291-CT-T-2022
<b>Procedimiento de Tamizado:</b> Mecánico	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>N° Balanza 01:</b> BLO9	<b>N° de Certificado:</b> 153-CM-M-2022
		<b>N° Balanza 02:</b> BCT2	<b>N° de Certificado:</b> 256-CM-M-2022
		<b>N° Tamizador:</b> -	<b>N° de Certificado:</b> -

**Observaciones:** NINGUNA.

### LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



**LEM-ENGIL S.R.L.**  
VICTOR HENRIQUEZ ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 31889

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129:1999 / ASTM D 4318	FORM-LEM-ENGL-LIM-01 REV. 2022																								
N° DE SOLICITUD	: LCE-045-04-2023																									
SOLICITANTE	: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA																									
PROYECTO	: ADICION DE GRANALLAS DE ACERO REICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022																									
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-022																								
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 6% DE GRANALLA	FECHA DE MUESTREO: 12/04/2023																								
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 18/04/2023																								
<b>LIMITE LIQUIDO (Método A)</b>		<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>																								
Tarro (Recipiente)	N°	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL																								
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	Clasificación SUCS (ASTM D2487) : GM																								
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.																									
Peso de Agua	g.																									
Peso del Tarro	g.																									
Peso del Suelo Seco	g.																									
Contenido de Humedad	%																									
Número de Golpes																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TEMPERATURA DE SECADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Metodo de Secado:</td> <td>Horno</td> </tr> <tr> <td>Temperatura de secado:</td> <td>110°C +/- 5°C</td> </tr> <tr> <td>Agua Utilizada:</td> <td>Destilada</td> </tr> </tbody> </table>		TEMPERATURA DE SECADO		Metodo de Secado:	Horno	Temperatura de secado:	110°C +/- 5°C	Agua Utilizada:	Destilada																	
		TEMPERATURA DE SECADO																								
Metodo de Secado:	Horno																									
Temperatura de secado:	110°C +/- 5°C																									
Agua Utilizada:	Destilada																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de Golpes, N</th> <th>Factor K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>0.974</td></tr> <tr><td>21</td><td>0.979</td></tr> <tr><td>22</td><td>0.985</td></tr> <tr><td>23</td><td>0.990</td></tr> <tr><td>24</td><td>0.995</td></tr> <tr><td>25</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>26</td><td>1.005</td></tr> <tr><td>27</td><td>1.009</td></tr> <tr><td>28</td><td>1.014</td></tr> <tr><td>29</td><td>1.018</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.022</td></tr> </tbody> </table>		N° de Golpes, N	Factor K	20	0.974	21	0.979	22	0.985	23	0.990	24	0.995	25	1.000	26	1.005	27	1.009	28	1.014	29	1.018	30	1.022	
N° de Golpes, N	Factor K																									
20	0.974																									
21	0.979																									
22	0.985																									
23	0.990																									
24	0.995																									
25	1.000																									
26	1.005																									
27	1.009																									
28	1.014																									
29	1.018																									
30	1.022																									
<b>LIMITE PLÁSTICO</b>																										
Tarro (Recipiente)	N°																									
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.																									
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.																									
Peso de Agua	g.																									
Peso del Tarro	g.																									
Peso del Suelo Seco	g.																									
Contenido de Humedad	%																									
<p><b>Número de Golpes, N</b></p>																										
<p>Ecuación de cálculo:</p> $LL = W = (N / 25)^{0.25} \text{ o } LL = KW$ <p>Donde N = Número de golpes. W = Contenido de Humedad. K = Factor para Límite Líquido.</p>																										
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>																										
LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO																								
LIQUIDO	PLÁSTICO																									
NP	NP	NP																								
<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>																										
Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno : HN02																								
		N° Casagrande : CCM02																								
		N° Balanza 01 : BL16																								
Observaciones:	NINGUNA																									
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS</b>																										

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.

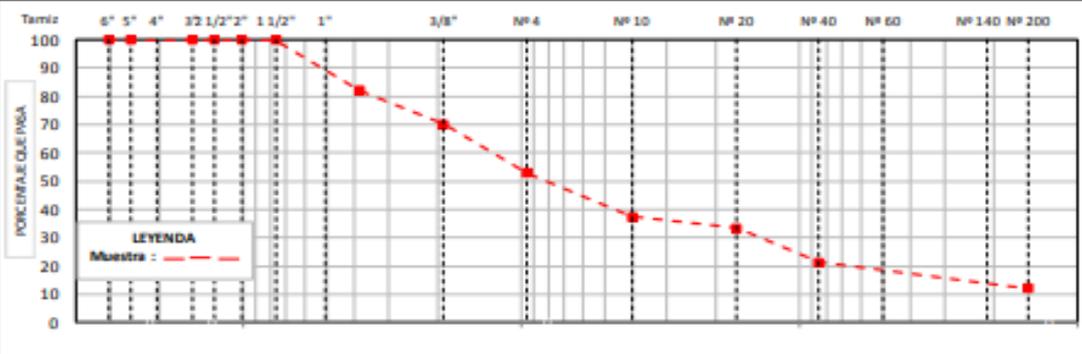


# LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128:1999 / ASTM D 6913</b>	FORM-LEM-ENGL-GRAN-019 <b>REV. 2022</b>
<b>N° DE SOLICITUD</b>	: LCE-045-04-2023	
<b>SOLICITANTE</b>	: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA	<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-EMS-23-022
<b>PROYECTO</b>	: ADICIÓN DE GRANALLAS DE ACERO RECHLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022	
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA	<b>N° CODIGO DE MUESTRA:</b> LMS-2023-022
<b>MATERIAL</b>	: BASE GRANULAR MAS 6% DE GRANALLA	<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 12/04/2023
<b>PROCEDECENCIA</b>	: -	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 17/04/2023

TAMIZ ASTM E 11		PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA				
N°	ØM (mm)		RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA					
6"	152.400					<b>MUESTREO POR:</b> LEM-ENGIL SRL				
5"	127.000					Peso Total Seco: 12280.0 g				
4"	101.600					Peso Fracción < 3" : - g				
3"	76.200				100.0	Peso Fracción < N°4: 587.4 g				
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0	Peso Fracción < N°10: - g				
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Procedimiento de Secado:		Horno	X	110 °C
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0			Cocina		
1"	25.400	810.0	6.6	6.6	93.4	<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>				
3/4"	19.000	1409.0	11.5	18.1	81.9	<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	<b>AASHTO</b>	A-1-a (0)		
1/2"	12.700	0					<b>ASTM D 2487</b>	GM		
3/8"	9.500	1445.0	11.8	29.8	70.2	% DE PARTICULAS	BLOQUES:	0.0		
1/4"	6.350						BOLONES:	0.0		
N° 4	4.750	2133.0	17.4	47.2	52.8		GRAVA:	47.2		
N° 8	2.360						ARENA:	40.7		
N° 10	2.000	172.3	15.5	62.7	37.3		FINOS:	12.1		
N° 16	1.180					<b>Observaciones:</b> NINGUNA				
N° 20	0.840	43.3	3.9	66.6	33.4	<b>Nombre de Grupo:</b> Grava limosa con arena				
N° 30	0.600					<b>ASTM D4318 LL:</b> NP <b>LP:</b> NP <b>IP:</b> NP				
N° 40	0.425	134.2	12.1	78.6	21.4					
N° 50	0.300									
N° 60	0.250	46.4	4.2	82.8	17.2					
N° 80	0.177									
N° 100	0.150									
N° 140	0.106	36.8	3.3	86.1	13.9					
N° 200	0.075	20.0	1.8	87.9	12.1					
< 200	RONDO	134.4	12.1	100.0						

### CURVA GRANULOMÉTRICA



### EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO

<b>Procedimiento de Secado:</b> Horno	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>N° de Horno:</b> HN02	<b>N° de Certificado:</b> 291-CT-T-2022
<b>Procedimiento de Tamizado:</b> Manual	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>N° Balanza 01:</b> BL09	<b>N° de Certificado:</b> 153-CM-M-2022
<b>Procedimiento de Tamizado:</b> Mecánico	<input type="checkbox"/>	<b>N° Balanza 02:</b> BL12	<b>N° de Certificado:</b> 256-CM-M-2022
<b>Observaciones:</b> NINGUNA.		<b>N° Tamizador:</b> -	<b>N° de Certificado:</b> -

### LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



**LEM-ENGIL S.R.L.**  
VICTOR F. PERUJAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 51501

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ



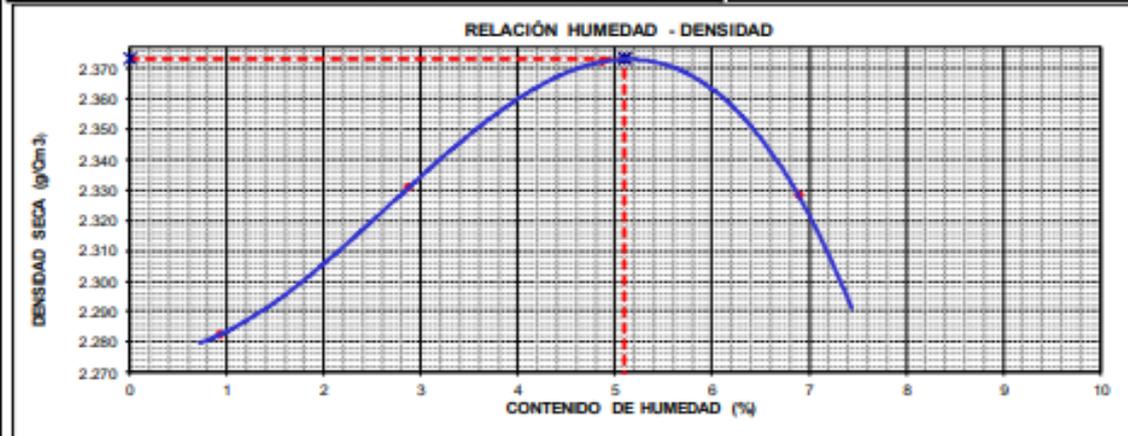
LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700 KN-M/M3 ( 56,000 PIE-LBF/PIE3)) NTP 339.141:1999 / ASTM D 1557	FORM-LEM-ENGIL-PROC-011A REV. 2022
----------------	---	---------------------------------------

N° DE SOLICITUD	: LCE-045-04-2023	
SOLICITANTE	: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA	N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-022
PROYECTO	: ADICION DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022	
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-022
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 6% DE GRANALLA	FECHA DE MUESTREO: 12/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 18/04/2023

DETERMINACIÓN DEL METODO		DESCRIPCIÓN DEL PISÓN Y MOLDE	
Retenido en el Tamiz 3/4"	18.1 %	Equipo de Compactación:	Manual
Retenido en el Tamiz 3/8"	29.8 %	Molde N°:	5
Retenido en el Tamiz N°4	47.2 %	Peso de Molde:	7101 g.
Método:	"C"	Volumen de Molde:	2118 cm <sup>3</sup>

Determinación (Puntos)	1	2	3	4	5	DATOS DE LA MUESTRA	
Peso de Suelo + Molde	g. 11980	12179	12370	12372		Muestreado por : LEM-ENGIL SRL	
Peso de Molde	g. 7101	7101	7101	7101		CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
Peso de Suelo Húmedo Compactado	g. 4879	5078	5269	5271		ASTM D2487	-
Volumen del Molde	cm <sup>3</sup> 2118	2118	2118	2118		Temperatura de Secado Horno: 110 °C +/- 5 °C	
Peso Volumétrico Húmedo	g. 2.304	2.398	2.488	2.489		RESULTADOS OBTENIDOS	
Tara (Recipiente)	N° PCB-09	PCB-11	PCB-13	PCB-15		Máxima Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> ):	2.373
Peso del Suelo Húmedo + Tara	g. 849.0	795.4	819.0	720.8		Optimo Contenido de Humedad (%) :	5.1
Peso del Suelo Seco + Tara	g. 842.5	778.3	787.2	687.0			
Peso de Tara (Recipiente)	g. 143.2	182.4	134.1	196.4			
Peso de Agua	g. 6.5	17.1	31.8	33.8			
Peso del Suelo Seco	g. 699.3	595.9	653.1	490.6			
Contenido de Agua	% 0.9	2.9	4.9	6.9			
Peso Volumétrico Seco	cm <sup>3</sup> 2.282	2.331	2.372	2.328			



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO			
Procedimiento de Secado :	Horno	<input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno : HN02
			N° Balanza 01 : BL09
			N° Balanza 02 : BL12
Observaciones:	NINGUNA.		

LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO



LEM-ENGIL S.R.L.  
VICTORIA HERRERA ACOSTA  
INGENIERA CIVIL  
C.I.P. 01309

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



**LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD**

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1553-1999</b>	<b>LEM-ENGIL-FORM-CBR-16A REV. 04</b>
<b>N° DE SOLICITUD: LCE-045-04-2023</b>		
<b>SOLICITANTE: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA</b>		<b>N° CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-13-022</b>
<b>PROYECTO: ADICIÓN DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022</b>		
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO : AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA</b>		<b>* CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-022</b>
<b>MATERIAL: BASE GRANULAR MAS 6% DE GRANALLAS</b>		<b>FECHA DE MUESTREO : 12/04/2023</b>
<b>PROCEDENCIA : -</b>		<b>FECHA DE ENSAYO : 18/04/2023</b>

	1B		2B		3B	
	5	5	5	5	5	5
	56		25		10	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + Suelo húmedo	12547	12570	13024	13055	12784	12828
Peso de molde (g)	7265	7265	8014	8014	8062	8062
Peso del suelo húmedo (g)	5282	5305	5010	5041	4722	4766
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2120	2120	2116	2116	2105	2105
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2492	2502	2368	2382	2243	2264
% de humedad	5.1	5.5	5.1	5.8	5.1	6.1
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2371	2372	2252	2252	2134	2134
Densidad Máxima Laboratorio (g/cm <sup>3</sup> )	2371	2371	2371	2371	2371	2371
	100.0	100.0	95.0	95.0	90.0	90.0
Tarro N°	PCB-06	PCB-04	PCB-02	PCB-14	PCB-16	PCB-09
Tarro + Suelo húmedo ( g )	892.3	730.3	681.1	974.3	738.4	808.7
Tarro + Suelo seco ( g )	857.0	701.0	656.0	928.0	713.0	770.4
Peso del Agua ( g )	35.3	29.3	25.1	46.3	25.4	38.3
Peso del tarro ( g )	166.7	166.3	167.2	128.8	216.4	143.2
Peso del suelo seco ( g )	690.3	534.7	488.8	799.2	496.6	627.2
% de humedad	5.1	5.5	5.1	5.8	5.1	6.1

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		DIAL		DIAL		DIAL	
			EXPANSION mm	%	EXPANSION mm	%	EXPANSION mm	%		
18-abr-23										
19-abr-23										
20-abr-23										
21-abr-23										
22-abr-23										
Sub Total										
Total										

**NO EXPANSIVO**

**PENETRACIÓN**

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 1B				MOLDE N° 2B				MOLDE N° 3B			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		212.0	10.7			36.0	4.9			68.0	3.3		
0.050		434.0	22.1			267.0	13.5			132.0	6.6		
0.075		798.0	40.8			534.0	27.2			232.0	11.7		
0.100	70.31	1076.0	55.2	69.0	98.1	824.0	42.1	62.0	88.2	312.0	15.9	25.0	35.6
0.125		1412.0	72.3			1096.0	56.2			432.0	22.0		
0.150		1902.0	97.5			1487.0	76.2			578.0	29.5		
0.175		2243.0	115.0			1932.0	99.0			698.0	35.7		
0.200	105.00	2743.0	140.6	153.0	145.7	2254.0	115.5	133.0	126.7	832.0	42.5	52.0	49.5
0.300		3892.0	199.6			3254.0	166.9			1355.0	69.4		
0.400		4632.0	237.6			4142.0	212.4			1898.0	97.3		
0.500		4963.0	254.0			4411.0	226.2			2434.0	124.8		

PROCEDIMIENTO DE SECADO : HORNO SECADO COCINA  PRENSA CBR: PCBRE-LE-01 N° DE CERTIFICADO: SMP - 048 - 2022

**LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS**



**LEM-ENGIL S.R.L.**

VICTORIA HERVAS ACOSTA  
INGENIERA DE CIVIL  
C.I.P. 51486

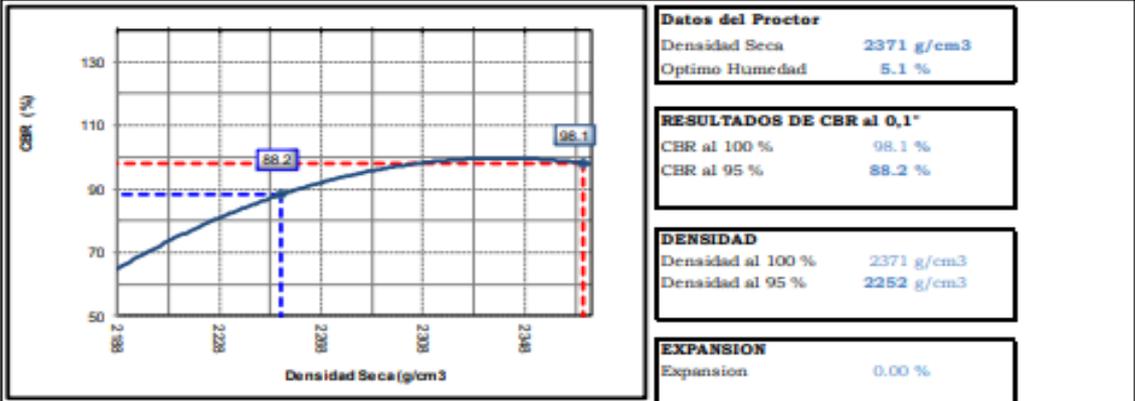
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



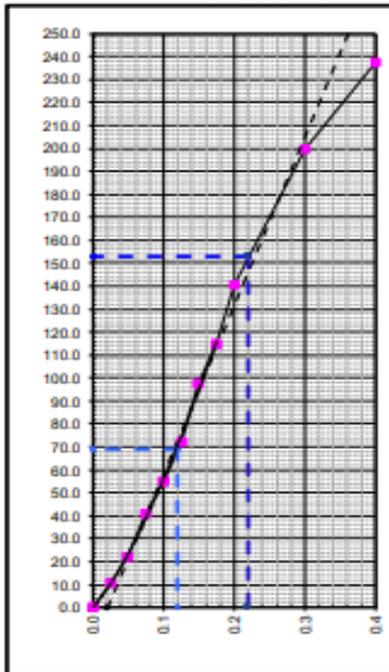
# LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999</b>	<b>LEM-ENGIL-FORM-CBR-16B REV. 04</b>
<b>N° DE SOLICITUD: LCE-045-04-2023</b>		
<b>SOLICITANTE: MAYTE SELENE PISCO TULUMBA</b>		<b>N° CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-23-022</b>
<b>PROYECTO: ADICIÓN DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022</b>		
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO : AV. 2 DE OCTUBRE - LOS OLIVOS - LIMA</b>		<b>N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-022</b>
<b>MATERIAL : BASE GRANULAR MAS 6% DE GRANALLAS</b>		<b>FECHA DE MUESTREO : 12/04/2023</b>
<b>PROCEDENCIA : -</b>		<b>FECHA DE ENSAYO : 22/04/2023</b>

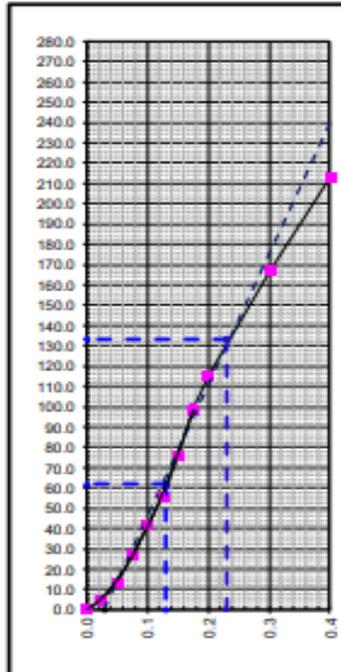
## GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



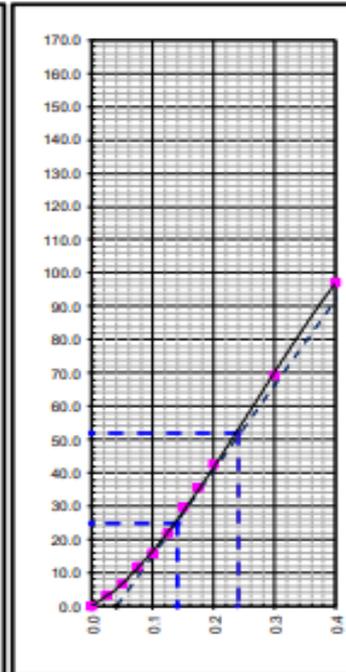
EC - 56 GOLPES



EC - 25 GOLPES



EC - 10 GOLPES



## LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



**LEM-ENGIL S.R.L.**  
 VICTORIA HERVAS ACOSTA  
 INGENIERA DE CIVIL  
 C.I.P. 54589

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.

**ANEXO 25**  
**CERTIFICADOS DE CALIBRACIONES**

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

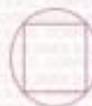
**153-CM-M-2022**  
**Área de Metrología**

Página 1 de 4

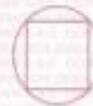
<b>Expediente</b>	: 488A-05-2022	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura <math>k=2</math>. La incertidumbre fue determinada según la "guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.</p> <p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.</p> <p>Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad</p> <p>CORPORACIÓN 2M &amp; N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
<b>Solicitante</b>	: <b>LEM-ENGIL S.R.L.</b>	
<b>Dirección</b>	: Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú	
<b>Equipo/ Instrumento</b>	: <b>BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO</b>	
<b>Marca</b>	: OHAUS	
<b>Modelo</b>	: R31P30	
<b>Serie</b>	: 8336290406	
<b>Identificación</b>	: BL-LE-09 (*)	
<b>Ubicación</b>	: No indica	
<b>Procedencia</b>	: China	
<b>Capacidad máxima</b>	: 30000 g	
<b>Capacidad mínima</b>	: 20 g (**)	
<b>División de escala (d)</b>	: 1 g	
<b>División de verificación (e)</b>	: 10 g (**)	
<b>Clase de exactitud</b>	: III (**)	
<b>Tipo</b>	: Electrónica	
<b>Fecha de calibración</b>	: 2022-05-23	
<b>Lugar</b>	: <b>LEM-ENGIL S.R.L.</b> Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú	
<b>Método utilizado:</b>	: Por comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón), según el PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase (III) y (IIII)", 1ra. Edición, Mayo - 2019, DM - INACAL.	



2022-05-24  
Fecha de emisión



VALENCIA VELASCO FERNANDO  
GABRIEL  
CORPORACIÓN 2M N S.A.C.  
JEFE DE METROLOGIA LAB.02  
jmetrologia@2myn.com  
Fecha: 24/05/2022 10:30  
Firmado con www.tocapu.pe



VELASCO NAVARRO MIRIAN  
ARACELI  
CORPORACIÓN 2M N S.A.C.  
GERENTE GENERAL  
logistica@2myn.com  
Fecha: 24/05/2022 12:17  
Firmado con www.tocapu.pe

Cód. de Servicio: 01717-A

Cód. FT-M-01 Rev. 04

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.  
Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209  
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**256-CM-M-2022**

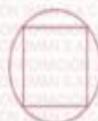
**Área de Metrología**

Página 1 de 4

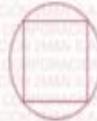
<b>Expediente</b>	: 900-09-2022	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.
<b>Solicitante</b>	: <b>LEM-ENGIL S.R.L.</b>	
<b>Dirección</b>	: Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú	
<b>Equipo/ Instrumento</b>	: <b>BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO</b>	
<b>Marca</b>	: OHAUS	
<b>Modelo</b>	: SE6001F	
<b>Serie</b>	: B615913870	
<b>Identificación</b>	: BL-LE-12 (*)	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.
<b>Ubicación</b>	: Laboratorio de Suelos	
<b>Procedencia</b>	: No indica	
<b>Capacidad máxima</b>	: 6000 g	
<b>Capacidad mínima</b>	: 2 g (**)	
<b>División de escala (d)</b>	: 0,1 g	Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad
<b>División de verificación (e)</b>	: 1 g (**)	
<b>Clase de exactitud</b>	: III (**)	
<b>Tipo</b>	: Electrónica	CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>Fecha de calibración</b>	: 2022-09-19	
<b>Lugar</b>	: Laboratorio de Suelos <b>LEM-ENGIL S.R.L.</b> Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú	
<b>Método utilizado:</b>	: Por comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón), según el PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase (II) y (III)", 1ra. Edición, Mayo - 2019, DM - INACAL.	



2022-09-22  
Fecha de emisión



VALENCIA VELASCO FERNANDO  
GABRIEL  
CORPORACIÓN 2M N S.A.C.  
JEFE DE METROLOGIA LAB.02  
jmetrologia@2myn.com  
Fecha: 22/09/2022 16:42  
Firmado con www.tocapu.pe



VELASCO NAVARRO MIRIAN  
ARACELI  
CORPORACIÓN 2M N S.A.C.  
GERENTE GENERAL  
logistica@2myn.com  
Fecha: 22/09/2022 17:35  
Firmado con www.tocapu.pe

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**022-CMM-2022**

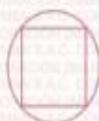
**Área de Metrología**

Página 1 de 4

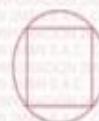
<b>Expediente</b>	: 900-09-2022	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.
<b>Solicitante</b>	: <b>LEM-ENGIL S.R.L.</b>	
<b>Dirección</b>	: Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú	
<b>Equipo/ Instrumento</b>	: <b>BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO</b>	
<b>Marca</b>	: OHAUS	
<b>Modelo</b>	: TAJ602	
<b>Serie</b>	: B450358635	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.
<b>Identificación</b>	: BL-LE-16 (*)	
<b>Ubicación</b>	: Laboratorio de suelos	
<b>Procedencia</b>	: China	
<b>Capacidad máxima</b>	: 600 g	
<b>Capacidad mínima</b>	: 0.2 g (**)	Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad
<b>División de escala (d)</b>	: 0,01 g	
<b>División de verificación (e)</b>	: 0,01 g (**)	
<b>Clase de exactitud</b>	: II (**)	CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Tipo</b>	: Electrónica	
<b>Fecha de calibración</b>	: 2022-09-19	
<b>Lugar</b>	: Laboratorio de suelos <b>LEM-ENGIL S.R.L.</b> Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú	<b>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</b>
<b>Método utilizado:</b>	: Por comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón), tomando como referencia el PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase (I) y (II)", 4ta. Edición, Abril - 2010, SNM-INDECOPI.	



2022-09-22  
Fecha de emisión



VALENCIA VELASCO FERNANDO  
GABRIEL  
CORPORACIÓN 2M N S.A.C.  
JEFE DE METROLOGIA LAB.02  
jmetrologia@2myn.com  
Fecha: 22/09/2022 16:36  
Firmado con www.tocapu.pe



VELASCO NAVARRO MIRIAN  
ARACELI  
CORPORACION 2M N S.A.C.  
GERENTE GENERAL  
logistica@2myn.com  
Fecha: 22/09/2022 17:06  
Firmado con www.tocapu.pe

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**SMF - 048 - 2022**

Página 1 de 3

<b>Expediente</b>	<b>22-0123P</b>	<p>Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>SERVICIOS &amp; METROLOGÍA S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
<b>1. Solicitante</b>	<b>LEM-ENGIL S.C.R.L.</b>	
<b>2. Dirección</b>	Mz. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramon Castilla, San Juan de Lurigancho - Lima - LIMA	
<b>3. Equipo</b>	<b>PRENSA CBR</b>	
<b>Capacidad</b>	5000 kgf	
<b>Marca</b>	SERVIMETROL	
<b>Modelo</b>	SM - F001	
<b>Número de Serie</b>	100	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Procedencia</b>	PERÚ	
<b>4. Indicador</b>	<b>DIGITAL</b>	
<b>Marca</b>	HIWEIGHT	
<b>Número de Serie</b>	NO INDICA	
<b>División de Escala / Resolución</b>	0,1 kgf	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2022-10-29</b>	
<b>6. Fecha de Emisión</b>	<b>2022-11-01</b>	

Sello

Jefe de Laboratorio




Firmado digitalmente por  
**ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ**  
Fecha: 2022.11.01 16:53:52  
-05'00'

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**006-CTR-2023**

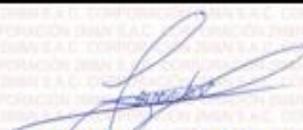
**Área de Metrología**

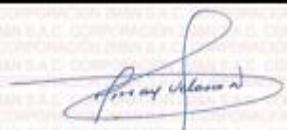
Página 1 de 3

<b>Expediente</b>	: 111-01-2023	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura <math>k=2</math>. La incertidumbre fue determinada según la "guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.</p> <p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.</p> <p>Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad</p> <p>CORPORACIÓN 2M &amp; N S.A.C. no se responsabiliza de lo perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
<b>Solicitante</b>	: <b>LEM-ENGIL S.R.L.</b>	
<b>Dirección</b>	: Mza.F6 Lote 19 Jr. Los ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú.	
<b>Equipo / Instrumento</b>	: <b>MÁQUINA DE ABRASIÓN LOS ÁNGELES</b>	
<b>Marca</b>	: A&A Instruments	
<b>Modelo</b>	: STMH-3	
<b>Serie</b>	: 101211	
<b>Identificación</b>	: MA-LE-01	
<b>Ubicación</b>	: Laboratorio de Suelos	
<b>Procedencia</b>	: China	
<b>Nro. de vueltas</b>	: 0 a 9999	
<b>Resolución</b>	: 1	
<b>Rango de Tiempo</b>	: No indica	
<b>Resolución de Tiempo</b>	: No indica	
<b>Potencia</b>	: 220 V	
<b>Tipo de indicación</b>	: Digital	
<b>Exactitud / Clase</b>	: No indica	
<b>Fecha de calibración</b>	: 2023-02-10	
<b>Lugar de Calibración</b>	: <b>Laboratorio de Suelos - LEM-ENGIL S.R.L.</b> Mza.F6 Lote 19 Jr. Los ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú.	
<b>Método utilizado</b>	: Calibración por comparación directa tomando como referencia el Manual de Ensayo de Materiales (EM 2000) "ABRASIÓN LOS ÁNGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 1/2") MTC E 207 – 2000, ASTM C131 y la ASTM C535	



2023-02-13  
Fecha de emisión

  
Fernando G. Valencia Velasco  
Jefe de Metrología (Lab 02)

  
Mirian A. Velasco Navarro  
Gerente General

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**291-CT-T-2022**

**Área de Metrología**

Página 1 de 5

<b>Expediente</b>	: 900-09-2022	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura <math>k=2</math>. La incertidumbre fue determinada según la "guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.</p> <p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.</p> <p>Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad</p>
<b>Solicitante</b>	: <b>LEM-ENGIL S.R.L.</b>	
<b>Dirección</b>	: Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú	
<b>Equipo</b>	: <b>HORNO</b>	
<b>Marca</b>	: YU FENG	
<b>Modelo</b>	: STHX-2A	
<b>Serie</b>	: 11003	
<b>Identificación</b>	: HN-LE-02 (*)	
<b>Ubicación</b>	: Laboratorio de Suelos (**)	
<b>Procedencia</b>	: No indica	
<b>Tipo de Ventilación</b>	: Forzada	<p>CORPORACIÓN 2M &amp; N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
<b>Nro. de Niveles</b>	: 2	
<b>Alcance del Equipo</b>	: 50 °C a 300 °C (***)	

### Características Técnicas del Controlador del Medio Isotermo

Descripción	TERMÓMETRO CONTROLADOR
Marca / Modelo	AutComp / TCD
Alcance de indicación	0 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C
Tipo	Digital
Identificación	No indica

<b>Fecha de Calibración</b>	: 2022-09-19
<b>Lugar de Calibración</b>	: <b>Laboratorio de Suelos - LEM-ENGIL S.R.L.</b> Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú
<b>Método utilizado:</b>	: Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018-"Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOPI (Segunda Edición) - Junio 2009.



2022-09-21

Fecha de emisión



ALVAREZ NAVARRO ANGEL  
GUSTAVO  
CORPORACION 2M N S.A.C.  
JEFE DE METROLOGIA LAB.01  
metrologia@2myn.com  
Fecha: 21/09/2022 18:49  
Firmado con www.tocapu.pe



VELASCO NAVARRO MIRIAN  
ARACELI  
CORPORACION 2M N S.A.C.  
GERENTE GENERAL  
logistica@2myn.com  
Fecha: 21/09/2022 19:18  
Firmado con www.tocapu.pe

**ANEXO 26**  
**PANEL FOTOGRAFICO**



Descripción: Calicata N° 1 en la avenida 2 de octubre, los olivos

**FOTO N° 3**

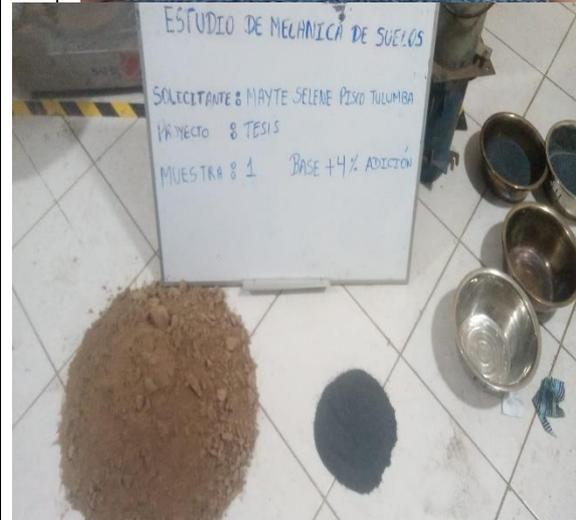
Descripción: Calicata N° 3 en la avenida 2 de octubre, los olivos



**FOTO N° 2**  
Descripción: Calicata N° 2 en la avenida 2 de octubre, los olivos



**FOTO N° 5**



**FOTO N° 6**

Descripcion: base convencional + 2% de granalla de acero

Descripcion: base convencional + 4% de granalla de acero



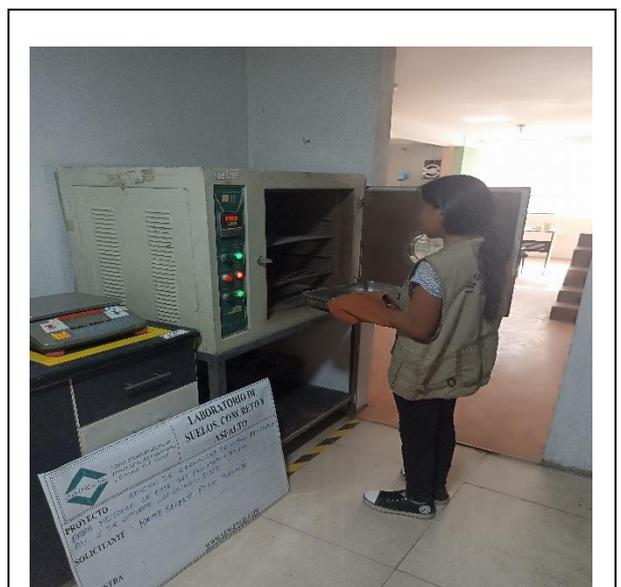
**FOTO N° 7**

Descripcion: base convencional + 6% de granalla de acero



**FOTO N° 8**

Descripcion: cuarteo de la muestra de la cantera unico jicamarca



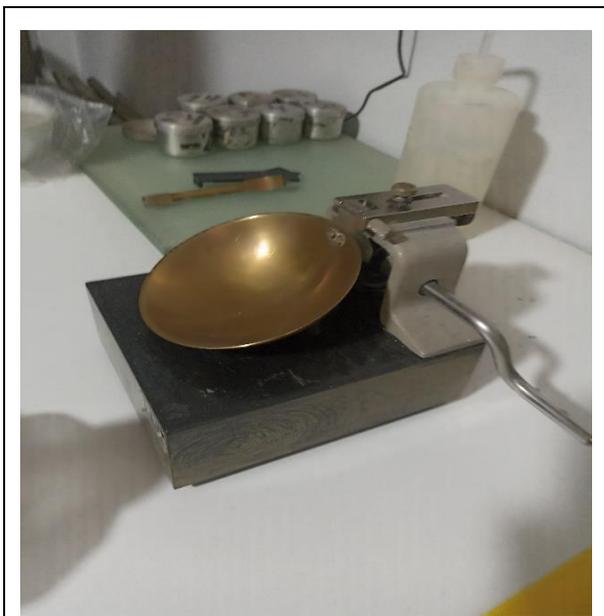
**FOTO N°10**



**FOTO N° 9**  
 Descripción: Peso de la muestra para la base granular



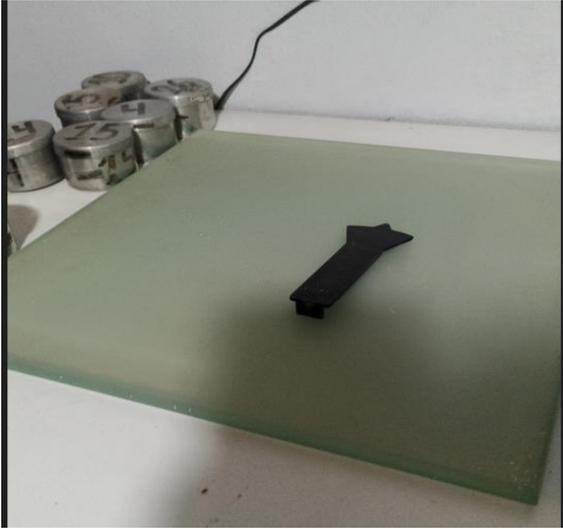
**FOTO N° 12**  
 Descripción: ensayo granulometrico



**FOTO N° 13**  
 Descripción: cuchara casa grande para el ensayo de limite liquido



**FOTO N° 14**  
 Descripción: ensayo del limite liquido



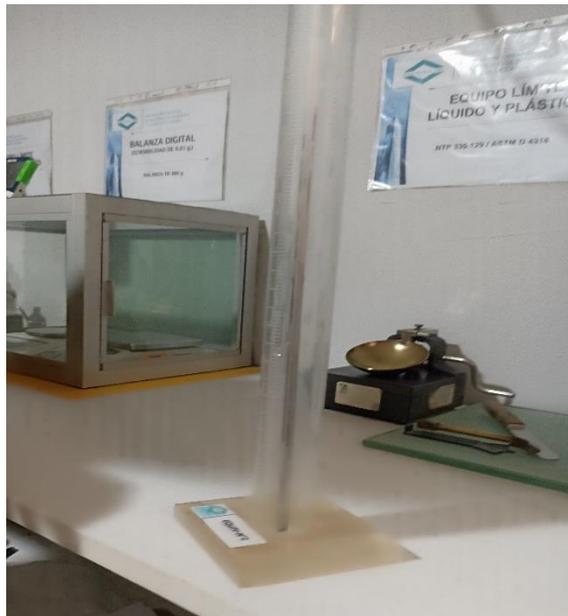
**FOTO N° 15**

Descripcion: Vidrio esmerilado



**FOTO N° 16**

Descripcion: ensayo limite plastico



**FOTO N° 17**

Descripcion: material para el ensayo de equivalente de arena



**FOTO N° 18**

Descripcion: ensayo de equivalente de arena



**FOTO N° 19**

Descripcion: ensayo de abrasion de los angeles



**FOTO N° 20**

Descripcion: compactacion del material granular



**FOTO N° 21**

Descripcion: ensayo del proctor modificado



**FOTO N° 22**

Descripcion: muestra sumergida durante 4 dias



**FOTO N° 23**

Descripcion: molde de la muestra de la base granular



**FOTO N° 24**

Descripcion: se pesa la muestra que fue sumergida durante 4 dias



**FOTO N° 25**

Descripcion: prensa para el ensayo del CBR



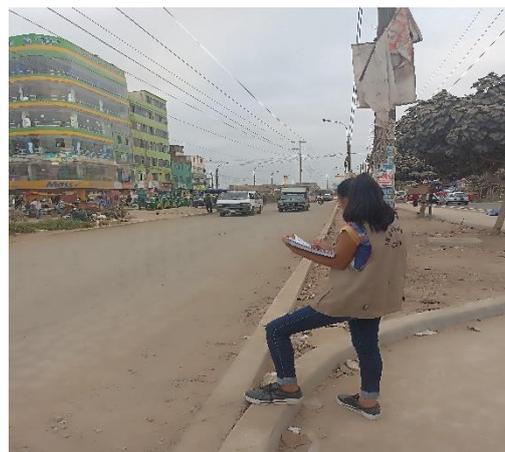
**FOTO N° 26**

Descripcion: ensayo del CBR



**FOTO N° 27**

Descripcion: tesista con la muestra de la capa base granular



**FOTO N° 28**

Descripcion: conteo vehicular en la Av 2 de octubre

**ANEXO 27**  
**TURNITIN**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis Completa titulada: "

ADICIÓN DE GRANALLAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AV. 2 DE OCTUBRE, LOS OLIVOS, 2022.

", cuyo autor es PISCO TULUMBA MAYTE SELENE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 03 de Julio del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO <b>DNI:</b> 07732471 <b>ORCID:</b> 0000-0002-9573-0182	Firmado electrónicamente por: RPINTOBA el 15-07- 2023 22:03:21

Código documento Trilce: TRI - 0566250