



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del pavimento flexible  
adicionando residuos de construcción y demolición en la base  
granular, Ilo, 2021

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

**Ingeniera Civil**

**AUTORA:**

Mendoza Viveros, Elena Lourdes (ORCID:0000-0001-6827-7346)

**ASESOR:**

Mg. Carlos Alberto Villegas Martínez, Carlos Alberto (ORCID:0000-0002-4926-8556)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

A mi madre, Cristina Viveros Zona que desde el cielo siempre guía mis pasos, fue el más grande ejemplo de lucha, constancia y perseverancia, a mi padre Rosendo Mendoza Yunga y mis hermanas por su paciencia y apoyo.

A Josué, Deyvi, Kalessy mis hijos, por ser mi motivación más grande y haberme tenido paciencia y brindado su tiempo que les pertenecía, para culminar la presente investigación.

A Rubén, mi esposo, por apoyarme incondicional en todos los momentos ya sea felices, complicados y de cansancio, con quién comparto esta gran satisfacción.

A todos ellos dedico esta investigación, por confiar y creer en mí.

## **Agradecimientos**

De todo corazón, agradezco a Dios por darme salud, vida y permitirme crecer profesionalmente.

El más sincero agradecimiento al Dr. Luis Alberto Vargas Chacaltana por su aporte, sus valores y su entrega hacia los alumnos y así poder lograr la formación de futuros profesionales, al Mg. Carlos Alberto Villegas Martínez y al ing. Miguel Pacheco Palomino por el asesoramiento y paciencia durante la elaboración de la presente tesis.

A mis amigos en especial a Gabriela por su apoyo incondicional e invaluable.

A la Universidad Cesar Vallejo por darme esta oportunidad para poder realizar la presente tesis.

## Índice de contenidos

Caratula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen .....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	37
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	37
3.2 Variables y operacionalización: .....	38
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis .....	39
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos: .....	40
3.5 Procedimientos.....	41
3.6 Método de análisis de datos: .....	44
3.7 Aspectos éticos: .....	45
IV. RESULTADOS .....	46
V. DISCUSIÓN.....	81
VI. CONCLUSIONES.....	88
VII. RECOMENDACIONES .....	90
REFERENCIAS .....	91
ANEXOS .....	94

## Índice de tablas

Tabla 1. Requerimientos granulométricos para la base granular. ....	20
Tabla 2. Requerimientos granulométricos para base granular. ....	21
Tabla 3. Validez referente de CBR en la capa base granular (*). ....	22
Tabla 4. Requerimientos de agregado grueso en la base granular. ....	22
Tabla 5. Requisitos de agregado fino en la base granular. ....	23
Tabla 6. Requisitos granulométricos para la base granular. ....	23
Tabla 7. Tipos de suelos AASHTO – SUCS. ....	24
Tabla 8. Tipos de suelos AASHTO – SUCS. ....	25
Tabla 9. Índice de plasticidad. ....	30
Tabla 10. Especificaciones de la prueba de Proctor Modificado. ....	32
Tabla 11. Requerimientos CBR para la base granular. ....	33
Tabla 12. Gradación para agregados de tamaños menores de 37,5 mm. ....	34
Tabla 13. Cuantía de las muestras de tamaños menores de 37,5 mm (1 ½”). ....	34
Tabla 14. Cuantía de las muestras tamaños mayores de 19 mm (3/4”). ....	35
Tabla 15. Cuantía de las muestras para el ensayo de partículas chatas y alargadas. ....	35
Tabla 16. Rangos de validez. ....	41
Tabla 17. Porcentaje de materiales utilizados en mezclas suelo-residuos. ....	43
Tabla 18. Coordenadas de la ubicación geográfica en el software Google Earth. ....	46
Tabla 19. Granulometría primera dosificación. ....	49
Tabla 20. Constitución granulométrica y factores de la primera dosificación. ....	49
Tabla 21. Granulometría segunda dosificación. ....	50
Tabla 22. Constitución granulométrica y factores segunda dosificación. ....	51
Tabla 23. Granulometría de la tercera dosificación. ....	52
Tabla 24. Composición granulométrica y coeficientes de la tercera dosificación. ....	52
Tabla 25. Granulometría cuarta dosificación. ....	53
Tabla 26. Composición granulométrica y coeficientes cuarta dosificación. ....	54
Tabla 27. Granulometría quinta dosificación. ....	55
Tabla 28. Composición granulométrica y coeficientes quinta dosificación. ....	55
Tabla 29. Clasificación de suelos adicionando 5%, 10%, 15% y 100% de RCD. ....	56

Tabla 30. Equivalente de arena adicionando 0%, 5%, 10%, 15%, 100% de RCD. .....	57
Tabla 31. Contenido de humedad adicionando 0%, 5%, 10%, 15%, 100% de RCD. .....	58
Tabla 32. Ensayo de índice de aplanamiento y alargamiento. ....	59
Tabla 33. Sales solubles totales adicionando 5%, 10%, 15% y 100% de RCD....	61
Tabla 34. Ensayo de plasticidad adicionando 0%, 5%, 10%, 15%, 100% de RCD. .....	62
Tabla 35. Densidad seca y contenido de agua primera dosificación.....	65
Tabla 36. Densidad seca y contenido de agua segunda dosificación. ....	66
Tabla 37. Densidad seca y contenido de agua tercera dosificación.....	67
Tabla 38. Densidad seca y contenido de agua cuarta dosificación. ....	67
Tabla 39. Síntesis del ensayo Proctor. ....	68
Tabla 40. Resultados del CBR primera dosificación. ....	71
Tabla 41. CBR para la segunda dosificación.....	72
Tabla 42. CBR para la tercera dosificación. ....	72
Tabla 43. CBR para la cuarta dosificación. ....	72
Tabla 44. Resultados del CBR adicionando 5%, 10%, 15% y 100% de RCD. ....	73
Tabla 45. Ensayo de abrasión adicionando 5%, 10%, 15% y 100% de RCD. ....	74
Tabla 46. Resultados prueba de normalidad.....	76
Tabla 47. Coeficiente de correlación de Pearson.....	76
Tabla 48. Coeficiente de correlación de Pearson primera hipótesis.....	77
Tabla 49. Coeficiente de correlación de Pearson segunda hipótesis.....	78
Tabla 50. Coeficiente de correlación de Pearson tercera hipótesis.....	79

## Índice de figuras

Figura 1. Listado de residuos reutilizables o reciclables.....	13
Figura 2. Residuos reutilizables o reciclables.....	13
Figura 3: Manejo de los RCD de obras menores .....	14
Figura 4. Organización típica del pavimento flexible .....	15
Figura 5. Organización de un pavimento rígido .....	16
Figura 6. Organización de un pavimento articulado .....	17
Figura 7. Se muestra revestimiento de un pavimento flexible .....	17
Figura 8. Organización de un pavimento flexible.....	17
Figura 9. Rango granulométrico para Sub-Bases y Bases Granulares Gradaciones A y B .....	21
Figura 10. Rango Granulométrico para subbases y bases granulares Gradaciones C y D .....	21
Figura 11. Clasificación de suelos.....	25
Figura 12. Criterios de clasificación de los suelos mediante AASHTO.....	25
Figura 13. Clasificación de suelos.....	26
Figura 14. Percepción descriptiva de los estados de consistencia .....	27
Figura 15. Representación de la curva de fluidez y copa Casagrande .....	28
Figura 16. Fórmula para el contenido de humedad.....	29
Figura 17. Ensayo del límite plástico.....	29
Figura 18. Fórmula para el contenido de humedad.....	30
Figura 19. Aparatos para realizar el ensayo de Proctor modificado .....	31
Figura 20. Aparatos para realizar el ensayo del CBR.....	32
Figura 21. Formula del equivalente de arena .....	33
Figura 22. Aparatos para el ensayo del equivalente de arena.....	33
Figura 23. Interpretación del coeficiente de confiabilidad.....	41
Figura 24. Ubicación geográfica de la cantera Belu y botadero de RCD .....	42
Figura 25. Obtención de los materiales: RCD y agregado natural.....	42
Figura 26. Flujograma de la investigación.....	44
Figura 27. Ubicación geográfica del proyecto .....	46
Figura 28. Mapa de la Ubicación de la ciudad de Ilo .....	47
Figura 29. Ensayo de muestra tamizado de RCD y material base granular .....	48
Figura 30. Curva granulométrica 0% de RDC + 100% de Material Granular .....	49
Figura 31. Curva granulométrica de 5% de RDC + 95% de Material Granular .....	51
Figura 32. Curva granulométrica de 10% de RDC + 90% de Material Granular .....	52

Figura 33. Curva granulométrica de 15% de RDC + 85% de Material Granular .....	54
Figura 34. Curva granulométrica de 100% de RDC + 0% de material granular .....	55
Figura 35. Ensayo equivalente de arena.....	58
Figura 36. Ensayo de contenido de humedad.....	59
Figura 37. Índice de aplanamiento y alargamiento.....	60
Figura 38. Ensayo de sales solubles totales adicionando 5%, 10%, 15% y 100% de RCD .....	61
Figura 39. Ensayo de límites de consistencia .....	62
Figura 40. Límite líquido. ....	62
Figura 41. Límite plástico.....	63
Figura 42. Índice de plasticidad. ....	63
Figura 43. Plasticidad adicionando 0%, 5%, 10%, 15% y 100% de RCD.....	64
Figura 44. Curva de compactación de 0% de RDC + 100% de Material Granular.....	65
Figura 45. Curva de compactación de 5% de RDC + 95% de Material Granular.....	66
Figura 46. Curva de compactación de 10% de RDC + 90% de Material Granular.....	67
Figura 47. Curva de compactación de 15% de RDC + 85% de Material Granular.....	68
Figura 48. Máximas densidades secas adicionando 0%, 5%, 10% y 100% de RCD.....	69
Figura 49. Contenidos de humedades óptimos adicionando 0%, 5%, 10% y 100% de RCD .....	70
Figura 50. Ensayo de CBR para las dosificaciones.....	71
Figura 51. Índices de CBR adicionando 5%, 10%, 15% y 100% de RCD.....	73
Figura 52. Ensayo de abrasión Los Ángeles adicionando 5%, 10%, 15% y 100% de RCD .....	74
Figura 53. Ensayo de límites de plasticidad adicionando 50% de agregado reciclado .....	83
Figura 54. Límites de plasticidad adicionando 50%, 60%, 70% de RCD .....	84



## Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar las propiedades físico-mecánicas incorporando residuos de construcción y demolición en la capa de la base granular del pavimento flexible, adicionando porcentajes de 0, 5, 10, 15 y 100% de concreto reciclado. La metodología es aplicada, diseño preexperimental, nivel explicativo y enfoque cuantitativo. La población son las bases granulares de los pavimentos flexibles en la ciudad de Ilo, la muestra está constituida por la base granular compuesto por la Av. 02, Av. 06 y Av. 04 Promuvi VII. Se realizaron ensayos estandarizados de mecánica de suelos, límites de Atterberg, equivalente de arena, análisis granulométrico por tamizado, Proctor modificado, partículas chatas y alargadas, CBR, abrasión Los Ángeles, sales solubles. A partir del análisis de los resultados, se observó que es viable el uso de RCD como material granular en la base de pavimento flexible, ya que se obtuvo resultados que se enmarcan en los requerimientos y exigencias de la normativa vial Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013) y normativa CE.010 de pavimentos urbanos del RNE. La conclusión de la investigación da conocer que resultan incrementos de 92.2% CBR, 10.93% Proctor y 16.56% del IP. Resultando favorable para la base granular.

**Palabras Clave:** Concreto, reciclado, base, granular, pavimento.

## **Abstract**

The objective of this research work is to evaluate the physical-mechanical properties by incorporating construction and demolition wastes in the granular base layer of the flexible pavement, adding percentages of 0, 5, 10, 10, 15 and 100% of recycled concrete. The methodology is applied, pre-experimental design, explanatory level, and quantitative approach. The population is the granular bases of the flexible pavements in the city of Ilo, the sample is constituted by the granular base composed of Av. 02, Av. 06, and Av. 04 Promuvi VII. Standardized soil mechanics tests, Atterberg limits, sand equivalent, granulometric analysis by sieving, modified Proctor, flat and elongated particles, CBR, Los Angeles abrasion, soluble salts were performed. From the analysis of the results, it was observed that the use of RCD as granular material in the base of flexible pavement is feasible, since the results obtained are in accordance with the requirements and demands of the road regulations Highway Manual: General Technical Specifications for Construction (EG-2013) and RNE regulation CE.010 of urban pavements. The conclusion of the investigation shows increases of 92.2% CBR, 10.93% Proctor and 16.56% of the IP. Resulting favorable for the granular base.

**Keywords:** Concrete, recycled, base, granular, pavement.

## I. INTRODUCCIÓN

A **nivel Internacional** se tiene que los pavimentos flexibles pueden verse afectados por el entorno que los rodea. El efecto del clima y el porcentaje de humedad y la combinación en el pavimento. Un pavimento flexible típico puede constar de capas de asfalto, una capa base unida, una capa base, subbase y subrasante no unidas. La temperatura y la humedad pueden afectar la respuesta tensión-deformación en toda la profundidad de un pavimento viéndose afectado la respuesta resistente de las capas sueltas<sup>1</sup>.

A **nivel nacional** se tiene que una de las problemáticas que se tiene actualmente en el Perú es la de calidad y capacidad que poseen las capas granulares, repercutiendo de manera directa hacia la ejecución y el incremento excesivo en los costos. Principalmente esto guarda relación con la máxima densidad y una óptima humedad que debe de poseer para asegurar una adecuada adherencia entre las partículas constituyentes<sup>2</sup>.

A **nivel local** se tiene que la realidad existente referido al pavimento flexible, se aplica en la Provincia de Ilo, es de visibilidad que muchas de las avenidas tienen una gran demanda vehicular, a nivel público y privado, con los cuales se demanda que las capas granulares, posean una resistencia y posea un tiempo de vida más duradero.

Como problemáticas se tiene, **problema general** ¿Como influye la adición de residuo de construcción y demolición en las propiedades físico-mecánicas en la base granular del pavimento flexible, distrito de Ilo, 2022? Además, se tiene como **problema específico 1**: ¿Cómo influye la plasticidad en la base granular del pavimento flexible adicionando residuo de construcción y demolición, distrito de Ilo, 2021? Se tiene también como **problema específico 2**: ¿Como influye en la compactación de la base granular del pavimento flexible adicionar residuo de construcción y demolición? Finalmente se tiene como **problema específico 3**: ¿Cómo influye la resistencia al corte de la base granular del pavimento flexible adicionando el ladrillo de arcilla triturada, distrito de Ilo, 2022?

---

<sup>1</sup> QIAO, Yaning. 2015. *Flexible pavement and climate change*. Nottingham : Nottingham University, 2015.

<sup>2</sup> CHÁVEZ, Diego y ODAR, Gabriela. 2019..

**Justificación teórica y práctica:** Se justifica de manera **teórica** la investigación debido a que considerando la bibliografía con referencia a la reutilización de residuo de construcción y demolición se adicionara los porcentajes que haya brindado mejores resultados. Se justifica de manera **práctica** ya que se determinará mediante ensayos de laboratorio el grado de cohesión y el CBR que posee la base granular del pavimento flexible.

Esta investigación cuenta con **justificación social** se tiene que mediante la utilización de RDC se brindara un pavimento flexible cuyo costo será menor, consiguiendo que se puedan realizar en mayor porcentaje los pavimentos flexibles. Como **justificación metodológica** se tiene que mediante la utilización de un diseño preexperimental se procederá a brindar porcentaje de residuo de construcción y demolición y ver si este tiene su efecto en la cohesión y el CBR de la base granular del pavimento flexible. Esta investigación cuenta con **justificación ambiental** para reducir la extracción de los agregados provenientes de fuentes naturales como es la base granular se propone el uso de RDC como parte de los agregados naturales para la construcción de base granular del pavimento flexible, este es un aporte un importante en beneficio ambiental, ya que reduce el consumo de recursos naturales o materias primas, disminuyendo la huella ecológica.

Con lo expuesto se presenta, **objetivo general:** Evaluar las propiedades físico-mecánicas adicionando residuo de construcción y demolición en la base granular del pavimento flexible, Distrito de Ilo, 2022. Se tiene también como **objetivo específico 1:** Determinar el grado de plasticidad en la base granular del pavimento flexible adicionando residuo de construcción y demolición, distrito de Ilo, 2022. Además, como **objetivo específico 2:** Determinar la influencia en la compactación de la base granular del pavimento flexible adicionando residuo de construcción y demolición, Distrito de Ilo, 2022. Finalmente, se da a conocer el **objetivo específico 3** Determinar la resistencia al corte de la base granular del pavimento flexible con residuo de construcción y demolición mediante el ensayo de CBR, Distrito de Ilo, 2022.

Continuado se tiene que referente a las hipótesis como **hipótesis general:** Adicionando residuo de construcción y demolición en la base granular del pavimento flexible se incrementaría sus propiedades físico-mecánicas, Distrito de

Ilo, 2022. Se tiene también como **hipótesis específica 1**: La plasticidad en la base granular del pavimento flexible sería idónea si se adicionan residuo de construcción y demolición Distrito de Ilo, 2022. Además, se tiene como **hipótesis específica 2**: La compactación en la base granular del pavimento flexible sería optima si se adiciona residuo de construcción y demolición. Finalmente se tiene como **hipótesis específica 3**: La resistencia al corte de la base del pavimento flexible sería adecuada si se adicionando residuo de construcción y demolición Distrito de Ilo, 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

En los **antecedentes internacionales** contamos con **Pérez, Garnica y Rivera (2018)** tuvieron como **finalidad** Establecer aquellas propiedades físico-mecánicas del agregado proveniente del concreto reciclado, para su evaluación en la utilización en la base o subbase. La **metodología** fue considerando un enfoque exploratorio y experimental, para lo cual se empleó estudios en laboratorio determinándose las principales propiedades referidas al agregado de concreto reciclado, aun así se consideró que para realizar una comparativa de las propiedades del reciclado, se ensayó también un material granular natural por tanto los **resultados fuerón**: El ensayo referido al desgaste de los Ángeles se obtuvo para RCA (agregado de concreto reciclado) 39%, para agregado natural se obtuvo 18%, referente a la compactación el ensayo Proctor modificado, del agregado de concreto reciclado y agregado natural las condiciones óptimas de compactación, máxima densidad seca se obtuvo para RCA (agregado de concreto reciclado) 1.690 gr/cm<sup>3</sup>, y para el agregado natural se obtuvo 1.790 gr/cm<sup>3</sup>, humedad optima se obtuvo para RCA 10.40%, y para el agregado natural se obtuvo 14% las muestras no poseen valores de límite líquido, límite plástico y CBR (NP). La investigación **concluye** que, los agregados de RCD son aptos para su empleo en la construcción de la capa de bases y subbases de pavimentos, porque sus propiedades tienen similitud con lo de los agregados naturales; con la excepción de que no superaron la prueba de desgaste de Los Ángeles, en tal virtud tanto el agregado natural y los de RCD cumplen con la granulometría, los RCD indicó OCH y MDS inferiores a los del suelo natural de acuerdo con la normativa de comunicaciones y transportes (México).

**Acosta (2019)** cuyo **objetivo** fue la investigación de aquellos residuos provenientes de la construcciones (RCD's), identificándose su posible empleo en la capa granular de un pavimento, por ello se identificó aquellas ventajas y desventajas a nivel técnico y económico, la **metodología** empleada fue del tipo aplicada experimental, empleando muestras de estudio y ensayos básicos de caracterización, obteniendo los **resultados**, desgaste de los ángeles 35%, (LL), (LP) , (IP) no presentan, equivalente de arena 20%, para Proctor Modificado: humedad optima 9.6%, densidad seca máx. 1.975 g/cm<sup>3</sup>, CBR 58%. En

**conclusión**, los resultados que se obtuvieron cumplieron los requisitos establecidos por la normativa actualmente vigente, como es INVIAS, IDU, por lo que se concluyó que el material de concreto reciclado obtenido tiene los requisitos para ser empleado en la subbase granular. Como el equivalente de arena se encuentra en el límite máximo permisible y el CBR no alcanza el mínimo exigido no se recomienda emplearlo en la base granular.

**Heredia y Sierra (2020)** tuvieron la finalidad de la evaluación de aquellas características físico-mecánicas de un agregado con material reciclable de construcción, la determinación de RCD en una proporción de 50% RCD y 50% material granular, empleados en la base granular. La **metodología** que utilizó fue de carácter mixto de los métodos cuantitativo y cualitativo, los **resultados** fueron los siguientes: máquina de los Ángeles del material base granular para material base granular 36.90% si cumple, material: 50% RCD - 50% base granular 42.32% no cumple, Proctor Modificado: con material base granular humedad optima 9.34% máx. densidad seca 2.120 gr/cm<sup>3</sup>, si cumple, con material 50% base granular y 50% RCD humedad optima 11.02% máx. densidad seca 2.050 gr/cm<sup>3</sup>, no cumple, CBR para la base granular 100.89% si cumple, para el material 50% base granular y 50% fue del 119.91% si cumple. En **conclusión**, referente a la dureza del material este no cumple, indicándose que los límites de plasticidad no se presentan, debido a que el material tiene grandes porcentajes de partículas arenosas y cementantes, el CBR está acorde a lo exigido por las normativas. Se considerará que el reemplazo con un 50% de RCD no es recomendada para la base granular, por el incumplimiento de estándares de calidad según el Instituto Nacional de Vías.

Referido a los **antecedentes nacionales: Torres (2020)** en su tesis tuvo como **objetivo** reaprovechamiento de aquellos RCD, hacia la mejora de la base y subbase de pavimentos, se debe clasificar el RCD, cuantificar las propiedades mecánicas relacionándolo para su aplicación hacia el mejoramiento; la población serán los escombros de la construcción localizados en el botadero informal "San Juan Bautista", el agregado natural provino de la cantera "Chillico" y para el mejoramientos se utilizara: Agregado Natural 50% - agregado reciclado 50%. La **metodología** del proyecto fue de modelo aplicada, descriptivo y cuasiexperimental; los **resultados** de esta investigación son: Referido al agregado reciclado;

granulométricamente se identifica a modo de (GW-GM) una grava bien graduada con limo, conforme a SUCS A-1-a (1) y conforme con AASHTO; Abrasión los ángeles 27%, equivalente a la arena 83%, sales solubles Ag. Fino 0.11% y Ag. Grueso 0.14, partículas de una cara fracturada 60.74%, partículas de dos caras fracturada 35.43%, partículas chatas y alargadas 6.03%, Proctor Modificado densidad máx. 1.915 gr/cm<sup>3</sup> y humedad optima 11.20%, CBR 76.50%, las muestras límites ni índice de plasticidad (NP); de ensayos del agregado natural; granulométricamente según SUCS se identifica (GW-GC) una grava bien graduada con arcilla y conforme con AASHTO A-1-a (1). Abrasión los ángeles 17.40%, LL 23%, LP 17.33%, IP 5.67%, equivalente a la arena 40%, sales solubles Ag. Fino 0.26% y Ag. Grueso 0.17, partículas de una cara fracturada 92.01%, partículas de dos caras fracturada 62.92%, partículas chatas y alargadas 5.60%, Proctor Modificado densidad máx. 2.118 gr/cm<sup>3</sup> y humedad optima 5.60%, CBR 102.50%; de ensayo muestra de 50% Ag. R. – 50% Ag. N; en el ensayo de granulometría arrojó la siguiente calificación (GW-GM) grava bien graduada con limo conforme con la clasificación SUCS, y A-1-a (1) conforme con la clasificación AASHTO, Abrasión los ángeles 22.74%, LL 24.95%, LP 21.10%, IP 3.85%, equivalente a la arena 68%, sales solubles Ag. Fino 0.25% y Ag. Grueso 0.17, partículas de una cara fracturada 84.83%, partículas de dos caras fracturada 41.47%, partículas chatas y alargadas 5.87%, Proctor Modificado densidad máx. 2.049 gr/cm<sup>3</sup> y humedad optima 7.00%, CBR 90.5%. Se **concluye** que el aprovechamiento del 100 % de RCD, es posible emplearse en la subbase debido a que cumple los estándares exigidos por la norma EG-2013 MTC, Por otra parte, si se considera aplicarlo a la base granular este se mejorara adicionando agregado natural en igual proporción para alcanzar los estándares impuestos por las normativas vigentes. Cabe resaltar que su empleo será únicamente para vigas de tráfico ligero y habrá que realizar más investigaciones para tráfico pesado.

**Almazán y Sandoval (2019)** tuvieron la **finalidad** verificar el resultado de la incorporación de escombros de construcción hacia la base y subbase granular en los pavimentos flexibles, determinándose propiedades físico-mecánicas cuya finalidad será de la obtención de un incremento en el CBR, considerándose los porcentajes de 5%, 15%, 25% adicionados, los cuales serán comparados con las exigencias normativas para requisitos indispensables en la capa de bases y



subbases granulares. La **metodología** que se utilizó es cuasi – experimental. La población fue: material de concreto reciclado obtenido de un pórtico (una viga); agregado natural (Cantera San Pedrito), material granular para la capa base y subbase incorporando al 5%, 15% y 25% escombros. Consecutivamente se obtuvieron los **resultados** de esta investigación son las siguientes: de material de concreto reciclado contenido de humedad 0.83%, abrasión los ángeles 35%, las muestras no presentan valores de límites de Atterberg (NP); agregado base granular procedente de cantera San Pedrito AASHTO A-1-a (0), SUCS GP, contenido de humedad 3.20%, abrasión los ángeles 16%, LL 27.05%, LP e IP no presenta (NP), Proctor Modificado densidad máx. 2.006 gr/cm<sup>3</sup> y humedad óptima 7.35%, CBR 34.87%; de ensayo material granular de la base y subbase con incorporación al 5%, 15% y 25% de escombros. AASHTO A-1-a (0), SUCS GP; LL del 100% AN + 5% AR = 22.81%, De igual manera para la dosificación de 100% AN + 15% AR = 24.41%, Así mismo para la dosificación de 100% AN + 25%AR = 23.77%, Por otro lado tenemos: LL, LP e IP (NP), Por otro tenemos: Proctor Modificado densidad máx. adición al 5%= 2.32 gr/cm<sup>3</sup>; adición al 15%= 2.334 gr/cm<sup>3</sup>; adición al 25%= 2.298 gr/cm<sup>3</sup>; y humedad óptima; incorporación al 5%= 7.7%; incorporación al 15%= 8.09%; incorporación al 25%= 7.32%; CBR incorporación al 5%= 52.15%; incorporación al 15%= 82.94%; incorporación al 25%= 44.87%. Se **concluye** que en las propiedades físico-mecánicas referido a granulometría, humedad, consistencia y abrasión de los ángeles, cumpliéndose con los estándares calidad de la EG-2013 MTC. Concluyéndose que es aplicable para la capa de la base y subbase del pavimento. Para las proporciones de 15% de RCD se verifica un adecuado CBR, mientras que en 5% y 10% se alcanza una mejora poco significativa del CBR (40%).

**Chasquero y Hurtado (2019)** en la tesis de investigación persiguieron el **propósito** de proporcionar la combinación de concreto reciclado y el agregado natural para generar un capa de afirmado que este acorde a los requisitos impuestas por el manual del MTC. La **metodología** cuyo fin es de realizar la validación de la hipótesis fue utilizando el estadístico de Tukey. La población fue: los residuos de concreto reciclado de botaderos (C°R), el agregado natural de cantera Señor Cautivo (SM), concreto reciclado/suelo mezcla: 50% (C°R): 30(S.M), 60% (C°R): 30(S.M), 70% (C°R): 30(S.M). Los **resultados** fueron: los bloques de concreto

reciclado, AASHTO A-1-a (0), SUCS GP, abrasión los ángeles 28.73%, las muestras no presentan valores de CBR, Proctor modificado LL, LP e IP(NP); suelo natural de mezcla AASHTO A-4-a (1), SUCS SC, De igual manera para el contenido de humedad 13.31%, límite líquido 34%, LP 25%, IP 9%, las muestras no presentan valores de Proctor Modificado, CBR y abrasión los ángeles (NP); concreto reciclado/suelo mezcla: 50% (C°R):30(S.M),: AASHTO A-2-a (0), SUCS GC, Así mismo para el contenido de humedad 10.24%, LL 32%, LP 24%, IP 9%, Proctor Modificado: densidad máx. 2.016 gr/cm<sup>3</sup>; OCH 10.3%; CBR 29%; concreto reciclado/suelo mezcla: 60% (C°R):30(S.M),: AASHTO A-2-a (0), SUCS GC, Con respecto al contenido de humedad 9.10%, LL 31%, LP 23%, IP 8%, Con respecto a Proctor Modificado: MDS. 2.072 gr/cm<sup>3</sup>; y OCH 10.4%; CBR 47%; concreto reciclado/suelo mezcla: 70%(C°R):30(S.M),: AASHTO A-2-a (0), SUCS GW-GC, contenido de humedad 7.93%, LL 31%, LP 23%, IP 8%, Además para Proctor Modificado: MDS 2.105 gr/cm<sup>3</sup>; y OCH 8.9%; CBR 59%. Se **concluye** que para las dosificaciones de 70%C°R – 30%C, 60%C°R – 40%SC, 50%C°R – 50%SC, clasificado según AASHTO como A-2-4 (0), la cual está de acuerdo con las exigencias granulométricas, de igual forma los límites e índices de plasticidad están acorde a las exigencias del MTC. Referente al valor del CBR la combinación de 60% y 70% de C°R cumplen los estándares de las normativas. Se tiene también que para las proporciones de 70% y 30% C°R se registra un CBR (58%).

Se tiene también a **Román (2017)** que tuvo como **objetivo** la obtención de resultados óptimos para determinar cómo se comporta físico-mecánico los materiales reciclados que serán utilizados en la capa de subbase de pavimentos flexibles. Fue una investigación del tipo aplicada, el nivel de investigación fue descriptivo y explicativo, brindando conceptualizaciones y normativas técnicas, el muestreo fue no probabilística ya que es a conveniencia y la muestra fueron los materiales reciclados de los escombros de demolición. Los **resultados** obtenidos fueron que considerando un 20% de agregados naturales se consigue un CBR hasta un 40%. Se **concluye** que según los resultados los requisitos exigidos para la subbase granular son cumplidos adecuadamente.

Referido a los **artículos científicos** se tiene a **Peña y otros (2018)** los cuales fijaron como **objetivo** aportar a disminuir el RCD para mejorar el entorno ambiental

del valle de Aburra, empleándose el RCD como principal, constituyente de las bases y subbases que son la estructura soporte del pavimento. Su **metodología** fue análisis experimental, siendo un muestreo aleatorio de material de residuo de construcción y demolición cuya caracterización para el análisis granulométrico fue de 400 gr. Siguiendo los requerimientos establecidos por la ASTM D 422 (ASTM 2007). Como **resultados** podemos identificar al concreto reciclado y fragmentado de RCD contiene porcentaje muy elevado de material granular y por otro lado sobrepasa el porcentaje permitido de acuerdo a la normativa INVÍAS 330. Así como también tenemos los resultados del ensayo para la prueba de desgaste de RCD tenemos: Subbase Granular % de desgaste en la máquina de los Ángeles = 40.1%, de acuerdo con la normativa INVÍAS E-218 % máximo de desgaste para agregados de subbase granular= 50%, podemos observar que si satisface. En la base granular el ensayo de deterioro en la máquina de los Ángeles = 40.1%, el máximo porcentaje para deterioro para agregados de afirmado = 40%, podemos observar que si satisface. Para el Proctor modificado de RCD: se tiene que la MDS= 1.818 gr/cm<sup>3</sup>; Como OCH= 11.5%. Referente al Proctor modificado de agregado natural: MDS=2.315 gr/cm<sup>3</sup>. Como OCH = 8.0%. Se **concluye** que el RCD empleado presenta una buena granulometría, aunque es requerido la separación y materiales cerámicos inmersos. Los RCD empleados cumplen los estándares granulométricos de INV.-300 para ser aplicados hacia la base y subbase granular. Por lo tanto, una alternativa viable es la de emplear los RCD, en subbases granulares, los cuales tengan  $\geq 95\%$  de compactación.

**Ocaranza, Sánchez y Anaya (2017)** tuvieron como **objetivo** realizar el reemplazo de material granular empleado RCD, como material constitutivo en las capas de las bases y subbases de carreteras. Fue contemplado un **estudio** del tipo experimental ya que se consideró agregar diversas proporciones de RCD y el resto de porcentaje de materias primas de origen natural. También podemos indicar que los mecanismos de recaudación de datos fueron los estudios de materiales que son referidos a las materias primas y a los de residuo de construcción y demolición. Los **resultados** fueron que la sustitución de material granular fue de 20, 50, 75 y 100% compuesto por aquellos áridos que son de RCD en el empleo de las bases y subbases del pavimento flexible, obteniéndose resultados satisfactorios. **Concluyeron** que se genera un incremento en la óptima humedad de

compactación y un incremento de cantidad de agregado triturado, aumenta la cantidad de material triturado, aumentando el material cementante y una menor porosidad.

**Freire y otros (2013)** tuvieron como **objetivo** la evaluación de las propiedades estructural que brinda la adición de material de construcción y demolición, en las capas granulares para los pavimentos. El **diseño** de búsqueda fue del tipo experimental. Podemos definir que la población de estudio estuvo compuesta por los RCD que se tienen actualmente producto de la construcción desmedida. Los instrumentos de recolección fueron los ensayos referidos a determinar el grado de mejora a nivel de propiedades de la base granular. Como **resultados** se tuvo que considerando un porcentaje de 70% de agregado natural y 30% de agregado de construcción y demolición produciendo adecuados resultados en sus propiedades del pavimento. Se **concluye** que, adicionando el agregado proveniente de la construcción y demolición, mejora en gran medida las propiedades físico-mecánicas de la base granular en el pavimento.

In **other languages** we have a **Rosales, and others (2020)** revisit materials. According to the investigation, the study behavior of the aggregate components of the concrete (AR) was carried out, whose purpose is to apply it to the structural layer of a platform in the "Ciudad de Palos" in Huelva. The methodology was of the experimental type. Contributions were generated about recycled materials (MRA and RCA) whose dosages will be used in the granular bases and sub-bases. Although the density that occurs in recycled materials is lower than the natural ones, mainly due to the ceramic content. Presenting physical-mechanical properties according to be used in granular bases and sub-bases. For greater compaction, granular layers require adequate wetting and control considering current regulations. When recycled aggregates are used, soluble sulfates should be considered. It is recommended that it be less than 1% for granular layers without stabilizer treatment. The granular layers composed of recycled material do not increase the equivalent module in the subgrade, rather they provide greater homogeneity in its mechanical behavior. As a conclusion, these recycled materials in the granular layers have not only provided a mechanical and deformation capacity for its use as a port pavement, providing it with a longer lifespan.

In other **languages** we have an **Arisha, Gabr, El-Badawy, Shwally (2016)**, revisit *Procedia Engineering*. With the **purpose** of reusing brick waste applied on roads. The **methodology** used was experimental. **The results** and **conclusions** were that of the 8 mixtures of C&D and RCM in terms of simple and advanced. The conclusions: It was determined that the 8 mixtures that were investigated, meet the technical specifications. The requirements for LAA could not be met for the 10% and 100% ratio requiring further investigation. The axial shear strength of the mixtures analyzed were similar and this was not affected by the RCM content. The percentage of RCM addition affected the resilient modulus. Visualizing in a decrease of Mr before an increase of RCM. Therefore, it is recommended to use 100% C&D as the main component. In this sense, mixtures of 10 to 100% are recommended as materials to be used in the subbase.

In other **languages** we have a **Fabiana da Conceição, Dos Santos (2011)** revisit *Construction and Building Materials*. The investigation sought the evaluation of the feasibility using the RCDW aggregate using it in the granular layers of the pavement, in the base and sub-base of those roads with little traffic. The **methodology** was of the experimental type. The **results** show that those materials with cement are cubic in shape, while the ceramic materials that are less porous have flat grains. The RCDW aggregate aggregate shows some rolling and more brittleness to breakage when compacted. Using the modified proctor increases the bearing capacity of the RCDW aggregate compared to the CBR values obtained with an intermediate effort. A greater compaction implied that the resilient displacement with RCDW was reduced by 10-20%. Considering the permanent deformations of RCDW depends on the applied stress levels. These stresses will be specifically considered when an asphalt wearing course is selected, considering these stresses transmitted to the granular base. It is **concluded** that the composition and the compaction effort were important factors in the physical-mechanical behavior of the RCDW. Therefore, the recycled material will be controlled under high quality standards before applying it.

Como **bases teóricas** referentes a la **variable independiente** residuo de construcción y demolición (RCD) teóricamente son fragmentos producidos en la construcción, renovación y demolición de edificaciones, obras viales que consisten en asfalto y cemento, ladrillo, madera, metal, yeso, vidrio y plástico entre otros

materiales. El reciclaje y la reutilización de RCD ha sido un desafío global que enfrentan todos los países<sup>3</sup>. Se consideran RCD a los que habiendo cumplido la definición de residuo sólido proporcionada en la Ley General de Residuos Sólidos, son producidos en las funciones de construcción, rehabilitación, restauración, remodelación y demolición de edificaciones e infraestructura. Podemos indicar que, son residuos de origen sólido referido a la construcción y demolición que cumplan la descripción incluida en la Ley N.º 27314, de Residuos Sólidos. Siendo esto comprendido por aquellas obras nuevas, de ampliación, remodelación, y otros<sup>4</sup>. La generación de RCD está íntimamente ligada a la actividad del sector de las construcciones, como consecuencia de la demolición de edificaciones e infraestructuras que han quedado obsoletas, así como de la construcción de otras nuevas. El origen de los RCD, provienen de las construcciones y demoliciones de edificios e infraestructuras; rehabilitación y restauración de edificios y estructuras existentes; construcción de nuevos edificios y estructuras; así como la elaboración de materiales de construcción. La composición de los RCD, varía en función del tiempo de infraestructuras de que se trate y refleja en sus elementos mayoritarios, el tipo y dosificación de las materias primas que utiliza, de igual manera se modifica cuando pasa el tiempo y con ello podemos indicar que cambia la composición de los RCD, conforme sea la edad de la estructura que es el elemento de demolición, una de las opciones de tratamiento de los residuos que se producen en las obras de construcción es sin duda la opción más deseable es sin duda el reaprovechamiento, a través de este mecanismo se elimina el residuo para así formar parte de un nuevo desarrollo de la elaboración con los materiales que van a ser reaprovechados. La construcción en los últimos años son uno de los grandes motores de la economía española y mundial. por las grandes obras de infraestructura, no obstante, la parte negativa son los problemáticos RCD que deteriora visiblemente el paisaje rural y provoca graves problemas de contaminación los entendidos estiman que por m<sup>2</sup> derribado se genera una tonelada de restos de RCD.<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup> ZHANG, Yuqing, LUO, Xue y GU, Fan. 2020. *Recycling of construction and demolition wastes for durable transportation infrastructure*. Changsha : Junhui Zhang, 2020.

<sup>4</sup> MINISTERIO ENERGÍA Y MINAS. 2013. *D S N° 003-2013-vivienda*. Lima : s.n., 2013.

<sup>5</sup> ROMERO, Emilio. *RCD Master en Ingeniería Ambiental*. 2006-07.

### Instalaciones

- \* Mobiliario fijo de cocina
- \* Mobiliario fijo de cuartos de baño

### Cubiertas

- \* Tejas
- \* Tragaluces y claraboyas
- \* Soleras prefabricadas
- \* Tableros
- \* Placas sándwich

### Fachadas

- \* Puertas
- \* Ventanas
- \* Revestimientos de piedra
- \* Elementos prefabricados de hormigón

### Particiones interiores

- \* Mamparas
- \* Tabiquerías móviles o fijas
- \* Barandillas
- \* Puertas
- \* Ventanas

### Acabados interiores

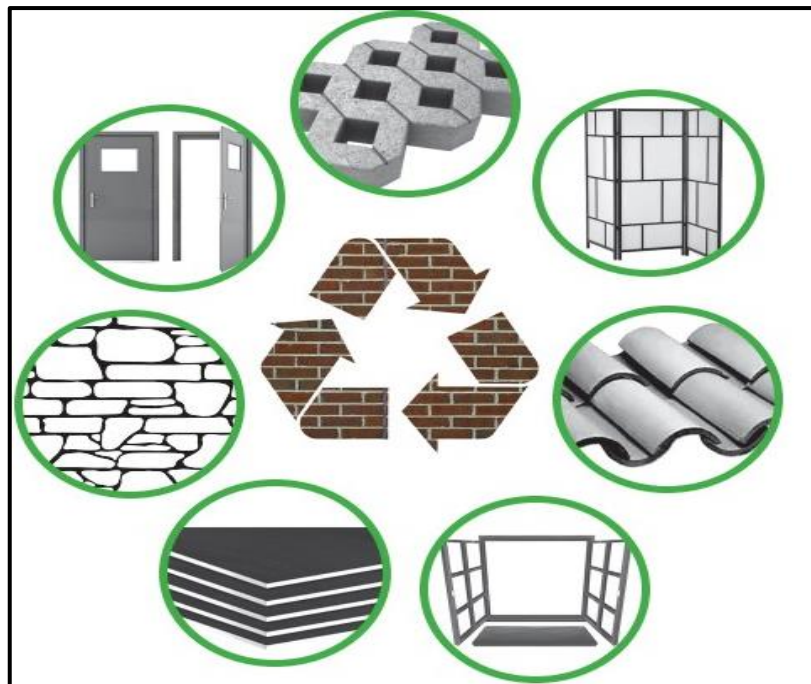
- \* Cielo raso (escayola)
- \* Pavimentos flotantes
- \* Alicatados
- \* Elementos de decoración

### Estructura

- \* Vigas y pilares
- \* Elementos prefabricados de hormigón

**Figura 1.** Listado de residuos reutilizables o reciclables

Fuente: Decreto Supremo N.º 003-2013-VIVIENDA, 2013



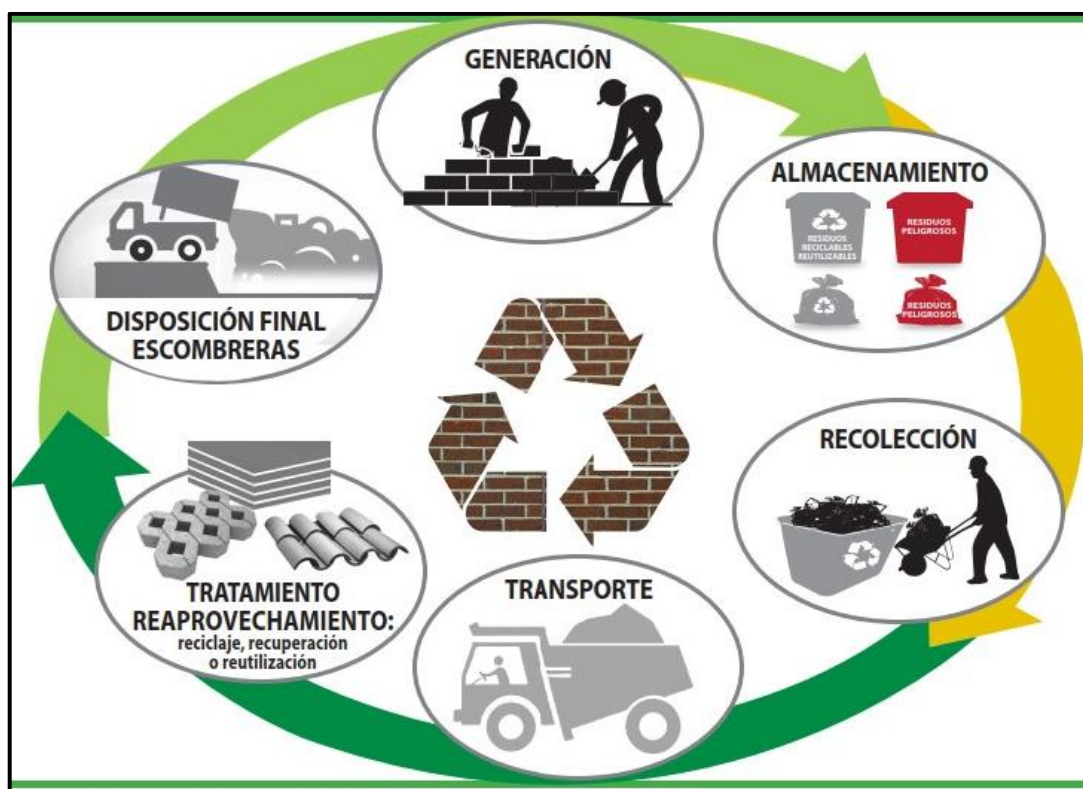
**Figura 2.** Residuos reutilizables o reciclables.

Fuente: Guía informativa RDC, 2016

Cuando se trata de obras menores, los residuos producidos en aquellas actividades y procesos que son realizados en alguna modificación, u otra edificación existente pero que no se vea alterado sus elementos estructurales ni tampoco afecte su función a la cual fue destinada. Los cuales presentan características siguientes<sup>6</sup>:

- Guarde cumplimiento con parámetros de orden urbanístico y de edificación.
- Tenga un área menor a 30 m<sup>2</sup> (área techada) para el caso de intervención no mensurables. Que no posea un valor mayor a 6 UIT.
- La ejecución es realizada con la responsabilidad y conocimiento del propietario.

En el manejo de los RCD se desarrolla de forma selectiva, bajo directivas selectivas y sanitarias optimas, por tanto, la finalidad es la de prevención de riesgos promoviendo estándares de una buena calidad ambiental, como también de salud y bienestar de los seres humanos. (véase figura 3)<sup>7</sup>.



**Figura 3:** Manejo de los RCD de obras menores

Fuente: Guía informativa RDC, 2016

<sup>6</sup> Ministerio del Ambiente, **GUIA INFORMATIVA. 2016. Manejo de Residuos de Construcción y Demolición en Obras Menores.** Lima, Perú : D S N° 003-2013-VIVIENDA , 2016.

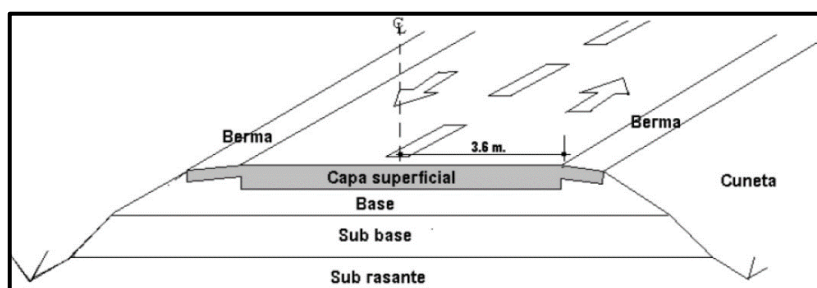
<sup>7</sup> **Ibid.**



**Enfoques conceptuales referente a los RCD.** Nos indican que los agregados reciclados pueden ser reutilizados para enriquecer las condiciones de vías no pavimentadas, podemos indicar que presentan ventajas técnicas con relación a los materiales naturales puesto que los RCD desarrollan cohesión debido a la presencia de materiales puzolánicos, así como también podemos indicar que el uso del RCD estará restringido a las características físicas y mecánicas de los sus materiales constituyentes y a las proporciones de loa que se mencionan. En vista que las características más sobresalientes en la selección de un agregado reciclado son la absorción de agua, casi siempre mayor a la obtenida con agregados naturales y la degradación de partículas producidas durante el proceso de compactación, lo que puede comprometer la trabajabilidad de la estructura de pavimento.<sup>8</sup>

**La definición de pavimentos,** Nos ayuda a entender que el pavimento es una estructura formada por capas de numerosos materiales escogidos, sobrepuestas y compactadas encima la superficie del terreno. Podemos indicar que existen tres diversos tipos de pavimentos, que dependen de los materiales con los que se elaboran y de la forma como obtiene y controlan las cargas.<sup>9</sup>

**Pavimento Flexible:** Podemos indicar que está constituido por una bituminosa carpeta sostenida sobre dos capas no rígidas, como son la base y la subbase. Sin embargo, se puede quitar cualquiera de estas dependiendo de las requisitos particulares de cada proyecto.<sup>10</sup>



**Figura 4.** Organización típica del pavimento flexible

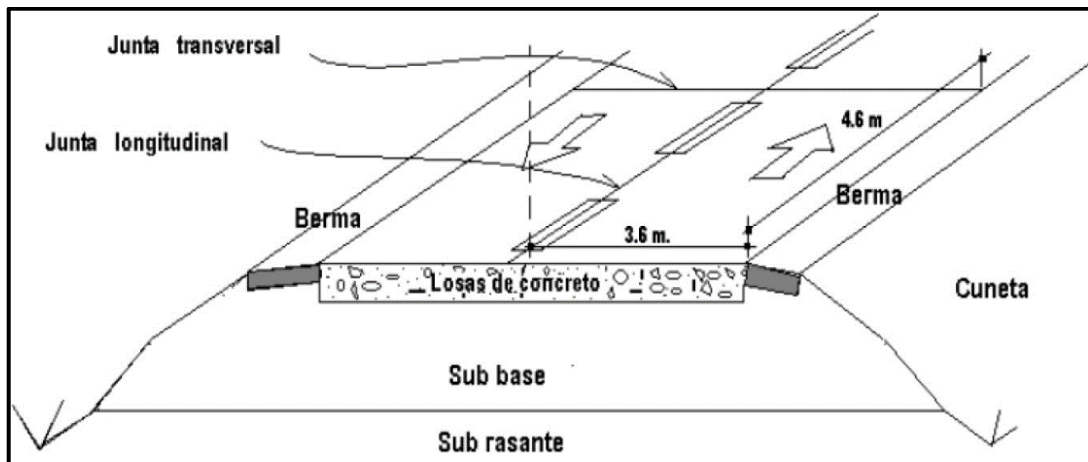
*Fuente: Diseño de pavimento*

<sup>8</sup>GÓMEZ Y FARIAS. *Comportamiento físico-mecánico de un residuo de construcción y demolición en la estructura de pavimento.* 2012.

<sup>9</sup> GARZÓN ALLISON, HERNÁNDEZ LEICY. *Cartilla- una pavimento flexible*

<sup>10</sup> ALONSO y MONTERO. 2002.

**Pavimento rígido:** son pavimentos que se componen esencialmente de una losa de hormigón hidráulico, ya sea sobre el suelo de cimentación o encima una capa de material natural seleccionado, distinguido como subcapa de pavimento rígido. Debido a que el concreto hidráulico tiene una alta rigidez, así como también un alto coeficiente de elasticidad, podemos indicar que la asignación de esfuerzos ocurre en una zona muy amplia. También se puede indicar que, dado el hormigón es resistente a la tracción, hasta cierto punto el comportamiento del pavimento rígido es satisfactorio de igual forma cuando existen zonas débiles en la subrasante. Podemos indicar que la capacidad estructural de un pavimento rígido necesita de la resistencia de las losas así mismo el apoyo de las capas subyacentes tiene poco efecto sobre el espesor de diseño del pavimento.<sup>11</sup>



**Figura 5.** Organización de un pavimento rígido

**Fuente:** Diseño de pavimento

**Pavimento articulado:** Está formado por una capa de bloques prefabricados de hormigón, conocidos como adoquines, podemos indicar que su espesor es uniforme e igual entre ellos. Se detalla que reposa encima de la capa de la base granular y/o sobre el subsuelo, necesitando de la calidad como de la frecuencia de los esfuerzos de la carretera o vía.<sup>12</sup>

<sup>11</sup> Ibid.

<sup>12</sup> MONTERO, Alonso. *tomo I, 3ra edición*. Colombia : Stella Valbuena de Fierro, 2002.

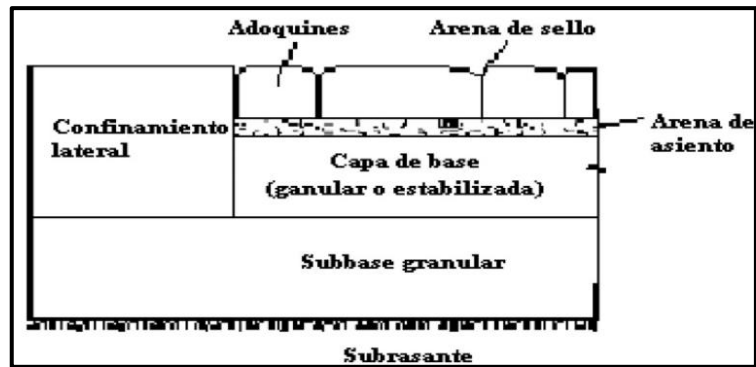


Figura 6. Organización de un pavimento articulado

Fuente: Diseño de pavimento

**Estructura de un pavimento flexible:** Constituido por una capa superficial asfáltica, seguida por las capas de base y subbase sucesivamente, se encuentra apoyado sobre la subrasante. Así mismo es una estructura formada por la superposición de capas que distribuyen las cargas que llegan a la subrasante desde la superficie está constituida de concreto asfáltico: mezcla de asfalto y agregados.<sup>13</sup>

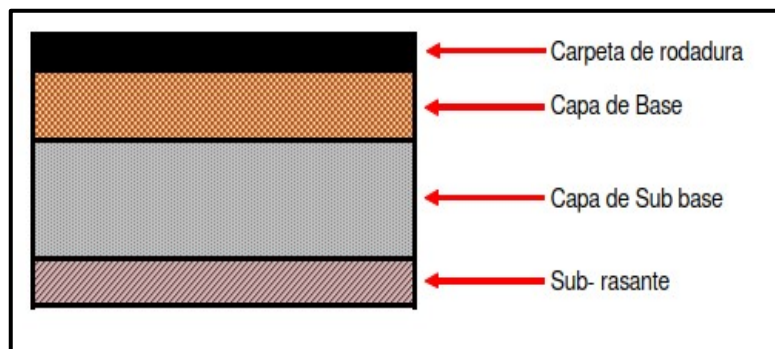


Figura 7. Se muestra revestimiento de un pavimento flexible

Fuente: Morales, Carlos 2007

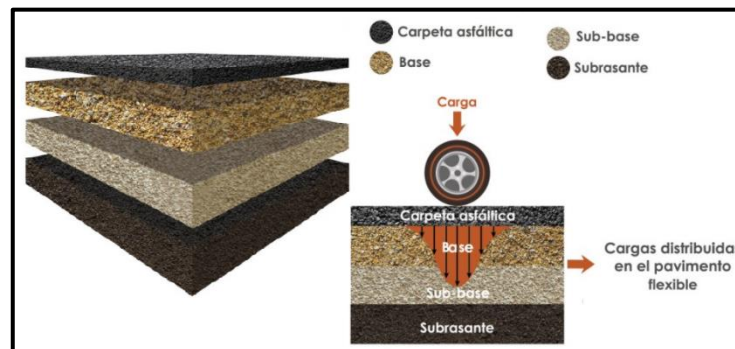


Figura 8. Organización de un pavimento flexible

Fuente: Loria Salazar, Luis Guillermo

<sup>13</sup> GARZÓN Allison, HERNÁNDEZ Leicy. *Cartilla de un pavimento flexible*.

**Subbase granular:** Podemos indicar que es una capa de transición: la subbase bien elaborada imposibilita que los materiales que componen la base granular entren en el medio con los materiales de la subrasante y, por otro lado, actúa como filtro de la base impidiendo que los finos de la subrasante la contaminen disminuyendo su calidad. <sup>14</sup>

**Base granular** Una de las funciones de la capa de la base granular de un pavimento, es en proporcionar un elemento resistente que emita a la capa de subbase y a la subrasante los esfuerzos provocados por el tránsito en una magnitud adecuada, es elemento principal, la capa más trascendental de un pavimento flexible por su proximidad con la capa de rodadura. Podemos indicar que su tarea primordial es tolerar los esfuerzos incitados por los vehículos y dar un apoyo uniforme a la superficie de rodamiento, trasladando a las capas inferiores que sostienen un mínimo fragmento de la carga; las condiciones que se requiere es tener una granulometría que evite la segregación y asimismo debe exhibir por rozamiento una excelente resistencia a esfuerzos; igualmente debe estar compuesto por partículas duras y resistentes a los esfuerzos a tolerar, asimismo la existencia de finos debe de ser ínfimo. La perdurabilidad mecánica debe de ser libre de las condiciones climáticas y del contenido de agua, debe ser tenaz a los cambios de humedad y temperatura, no tener cambios de volumen que sean perjudiciales, de igual manera presentar alto grado de compactación. Podemos indicar que el % de desgaste, según el ensayo "Los Ángeles", debe ser por debajo a 45%. La fracción del material que pase del tamiz # 40, debe tener un límite líquido menor del 25% y un índice de plasticidad por debajo a 6, La fracción que pasa el tamiz# 200, no podrá sobrepasar de 1/2 y en ningún caso de los 2/3 de la fracción que pase el tamiz # 40. El CBR tiene que ser superior a 50%.<sup>15</sup>

**Subrasante** En primer lugar indicamos que es la superficie que sostiene la estructura de pavimento, está constituida por terreno natural, sin embargo, en algunas circunstancias se puede aumentar las propiedades del terreno en tal sentido se necesita un proceso de mejoramiento como la compactación para así

---

<sup>14</sup> MONSALVE, Giraldo, Laura y MAYA, Jessyca. *Diseño de pavimento flexible y rígido*. 2012.

<sup>15</sup> BORJA, Flormira. 2014.

poder aumentar sus propiedades, esto depende en gran medida, el total espesor del pavimento<sup>16</sup>

**Carpeta Asfáltica:** Se indica que la carpeta necesita otorgar una superficie de rodadura parejo y permanente al tránsito, de excelente de textura y buen color para así poder resistir las consecuencias abrasivas del tránsito; de igual manera podemos indicar que su resistencia a la tensión aumenta la capacidad estructural del pavimento. La propiedad de impermeabilidad: debe ser hasta donde sea aceptable, de igual manera se necesita evitar el paso del agua al adentro del pavimento.<sup>17</sup>

Referente a la **caracterización física** teóricamente viene desarrollado por el análisis **granulométrico** para determinar de cuantitativamente como se distribuye los tamaños de partículas constituyentes de la muestra. **Gravedad específica** que es definida como la relación intrínseca que posee las fases del suelo, como es la relación de vacíos y el grato de saturación que posee el agregado. En el caso de la **absorción** que es empleada para determinar la variación de masa que posee un agregado debido a la cantidad de agua humedecida en los poros de partículas que constituyen el agregado, el cual es relacionado con la seca condición, esto es aunque se considera que el agregado estuvo expuesto al contacto con el agua el tiempo suficiente a fin de absorber la considerable cantidad de agua<sup>18</sup>.

**Propiedades físicas:** Son aquellas particularidades de la materia que al ser observadas o medidas no producen nuevas especificaciones, por ejemplo, la densidad, la dureza, la abrasividad, etc.<sup>19</sup>

**Ensayos estándar** Con respecto a lo solicitado sirve a fin de definir las propiedades físicas y mecánicas de los materiales de la capa base. Al mismo tiempo las dosificaciones necesitan ser desarrolladas para imponerse a distintos ensayos, mediante su función.

---

<sup>16</sup> GARZÓN y HERNÁNDEZ. *Cartilla-Guía*.

<sup>17</sup> MONSALVE y MAYA, *Diseño de pavimento flexible y rígido*. 2012.

<sup>18</sup> MTC. *Manual de ensayo de materiales*. 2016.

<sup>19</sup> VISE. *Propiedades fisicoquímicas y mecánicas de los triturados y agregados*.

**Tabla 1.** *Requerimientos granulométricos para la base granular.*

<b>ENSAYOS</b>	<b>NORMA</b>
Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D-422, MTC E 107
Material que pasa la Malla N° 200	ASTM C-117, MTC E 202
Límite Líquido Malla N° 40	ASTM D-4318, MTC E 110
Límite Plástico Malla N° 40	ASTM D-4318, MTC E 111
Clasificación SUCS	ASTM D-2487
Clasificación de Suelos	AASTHO M-145, ASTM D-3282
Contenido Sales Solubles Totales	MTC E 219
Materia Orgánica en Arena	ASTM C-140, MTC E 213
Partículas Chatas y Alargadas	ASTM D-4791
Porcentaje de Caras de Fractura	ASTM D-5821, MTC E 210

Fuente: MTC, 2014

**Granulometría**, este ensayo consiste en la cuantificación y distribución de partículas de un suelo de conformidad con el tamaño de las partículas, fraccionando mediante los tamices para poder obtener porcentajes de grava, limo y arcilla, para luego determinar según los métodos de AASTHO Y SUCS y determinar el tipo de suelo.<sup>20</sup> Así mismo el material granular a la capa base, puede ser piedra fragmentada o grava, se fundamentara en partículas duras y perdurable, o trozos de piedra y/o grava y un relleno de arena u otro material fragmentado en partículas finas. Por otro lado la cantidad de material retenido en el tamiz No. 4, será denominado agregado grueso y la cantidad que atraviesa por el Tamiz No. 4, será denominado agregado fino. También podemos indicar que no menos del 75% en peso de las partículas del agregado grueso triturado, retenido en la malla 3/8", necesitaran tener dos caras fracturadas o forma cúbica angulosa. Para satisfacer con esta característica la grava será tamizada antes de ser utilizada<sup>21</sup>

<sup>20</sup> VILLALAZ, Crespo. *Mecánica de suelos y cimentaciones*.

<sup>21</sup> MINAYA, y ORDOÑEZ. *Diseño Moderno de Pavimentos*. Lima : ICG - 2006.

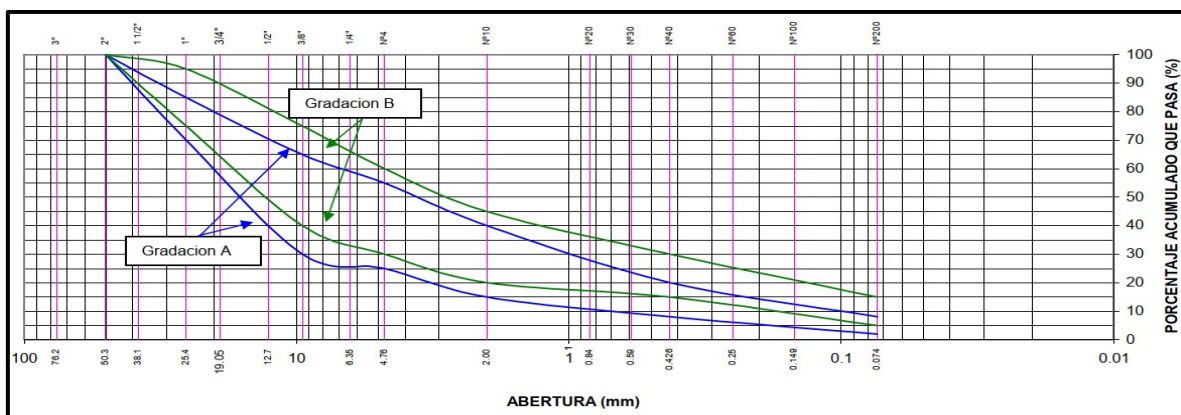
La composición de la capa base tendrá una granulometría continua, bien dosificada.

**Tabla 2.** Requerimientos granulométricos para base granular.

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A *	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. (N.º 4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2,0 mm. (N.º 10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 µm. (N.º 40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 µm. (N.º 200)	2-8	5-15	5-15	8-15

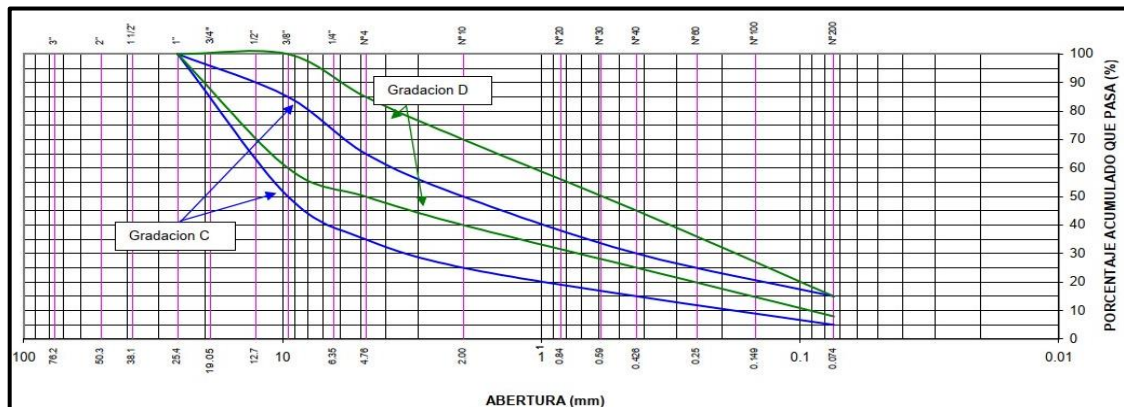
Fuente: ASTM D 1241

\*Para la gradación A se establece su uso en zonas cuya altitud sea igual o mayor los 3000 m.s.n.m



**Figura 9.** Rango granulométrico para Sub-Bases y Bases Granulares Gradaciones A y B

Fuente: Minaya y Ordoñez, 2006



**Figura 10.** Rango Granulométrico para subbases y bases granulares Gradaciones C y D

Fuente: Minaya y Ordoñez, 2006

Asimismo, se deben cumplir las propiedades mecánicas de la capa base granular, requerimientos de construcción, control de calidad, aceptación de los trabajos y las consideraciones de CBR.<sup>22</sup>

**Tabla 3.** Validez referente de CBR en la capa base granular (\*).

Para carreteras de segunda clase, tercera clase, bajo volumen de tránsito; o, para carreteras con tráfico en ejes equivalentes $\leq 10 \times 10^5$	Mínimo 80%
Para carreteras de primera clase, carreteras duales o multicarril, autopistas; o, para carreteras con tráfico en ejes equivalentes $\leq 10 \times 10^5$	Mínimo 100%

Fuente: MTC, 2014

Nota. (\*) Referido al 100% de la MDS y una Penetración de 0.1" (2.5 mm).

**Agregados gruesos,** Se mencionará de esta manera los materiales que serán mantenido en la malla N° 4, los que consiste en partículas pétreas durables y fragmentadas capaces de resistir los efectos de manejo, extendido y compactación sin generar finos no contaminado, las cuales deben cumplir con subsiguientes propiedades según su altitud detalladas en la tabla 4:

**Tabla 4.** Requerimientos de agregado grueso en la base granular.

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos Altitud	
				< 3.000 msnm	≥ 3.000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% mín.	80% mín.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821		40% mín.	50% mín.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% máx.	40% máx.
Partículas chatas y alargadas (1)		D 4791		15% máx.	15% máx.
Sales solubles totales	MTC E 219	D 1888		0,5% máx.	0,5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	C 88	T 104		18% máx.

Fuente: MTC, 2014

**Agregados finos,** Se determina de esta manera a los materiales que atraviesan la malla N° 4, que puede provenir de origen naturales al igual como también de procedimientos de fragmentación o en todo caso de la combinación de ambos, y

<sup>22</sup> MTC.: *Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. 2014.



deben necesitan cumplir las siguientes condiciones según su altitud detalladas en el siguiente cuadro:

**Tabla 5.** *Requisitos de agregado fino en la base granular.*

Ensayo	Norma	Requerimientos Altitud	
		<3.000 msnm	≥3.000 msnm
Índice plástico	MTC E 111	4% máx.	2% mín.
Equivalente de arena	MTC E 114	35% mín.	45% mín.
Sales solubles	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	-----	15%

Fuente: MTC, 2014

De igual manera el material de la capa base granular necesita satisfacer las propiedades físico-mecánicas, así como se detalla la tabla 6:

**Tabla 6.** *Requisitos granulométricos para la base granular.*

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
Base Granular	Granulometría	MTC E 204	C 136	T 27	750 m <sup>3</sup>	Cantera (2)
	Límite líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	750 m <sup>3</sup>	Cantera (2)
	Índice de plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 90	750 m <sup>3</sup>	Cantera (2)
	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	2.000 m <sup>3</sup>	Cantera (2)
	Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	2.000 m <sup>3</sup>	Cantera (2)
	Sales Solubles	MTC E 219			2.000 m <sup>3</sup>	Cantera (2)
	CBR	MTC E 132	D 1883	T 193	2.000 m <sup>3</sup>	Cantera (2)
	Partículas fracturadas	MTC E 210	D 5821		2.000 m <sup>3</sup>	Cantera (2)
	Partículas Chatas y Alargadas		D 4791		2.000 m <sup>3</sup>	Cantera (2)
	Durabilidad al Sulfato de Magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	2.000 m <sup>3</sup>	Cantera (2)
	Densidad y Humedad	MTC E 115	D 1557	T 180	750 m <sup>2</sup>	Pista
	Compactación	MTC E 117	D 4718	T 191	250 m <sup>2</sup>	Pista
			MTC E 124	D 2922	T 238	

Fuente: MTC, 2014

(1). Si se diera la situación de que los metrados del proyecto no logren obtener las frecuencias mínimas especificadas se requerirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y /o característica. <sup>23</sup>

**Contenido de humedad,** En síntesis, la precisión de la humedad facilitará cotejar con la humedad óptima que se conseguirá de los ensayos de Proctor a fin de conseguir el CBR del suelo. De igual forma sí la humedad original resulta igual o

<sup>23</sup> MTC.: *especificaciones técnicas*. 2014.

inferior a la humedad óptima, el planificador sugerirá la compactación habitual del suelo y el suministro de la porción conveniente de agua.<sup>24</sup>

**Clasificación de suelos** Para esta categorización se pueden usar dos sistemas: sistema AASHTO y el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS. No obstante, el sistema SUCS se emplea con mayor regularidad en suelos y, de igual manera, para la categorización del material de subrasante, en definitiva que mientras que el sistema de categorización AASHTO es empleada con reiteración hacia la categorización de materiales de subbase y base, no obstante, es aconsejable informar los resultados en los dos sistemas. Así mismo se muestra que se efectuó la clasificación mediante los dos sistemas de clasificación más difundidos, AASHTO y ASTM (SUCS)<sup>25</sup>

**Sistema de clasificación AASTHO**, El sistema de categorización AASHTO separa a los suelos en 2 secciones: el primero son los suelos granulares grupos A-1, A-2 y A-3, aptos para la subrasante. El segundo son los suelos finos y estos son seleccionados en subsecciones considerando el L.L., I.P. y su granulometría A-4, A-5, A-6 y A-7.

**Tabla 7. Tipos de suelos AASHTO – SUCS.**

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

Fuente: MTC, 2014

<sup>24</sup> MTC. *ensayos de materiales*. 2016.

<sup>25</sup> BORJA, FLORMIRA. 2014

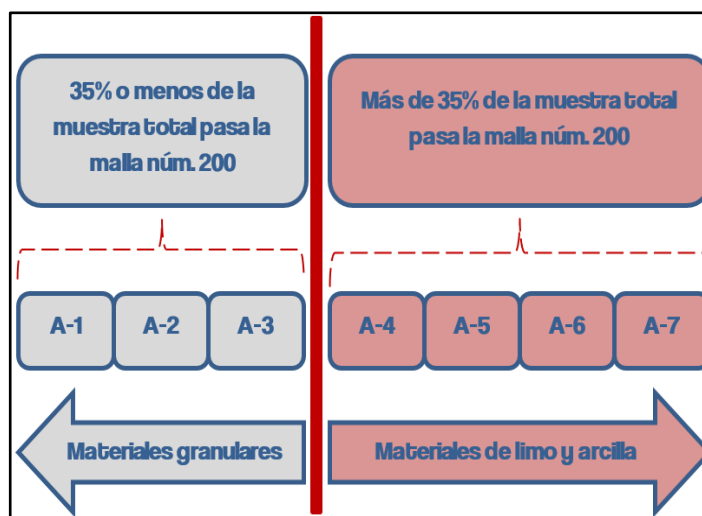


Figura 11. Clasificación de suelos

Fuente: MTC, 2014

Tabla 8. Tipos de suelos AASHTO – SUCS.

Tipo de suelo	Símbolo	Sub grupo	Símbolo
Grava o suelo gravoso	G	Bien gradada	W
Arena o suelo arenoso	S	Mal gradada	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Arcillas orgánicas	O	Baja plasticidad (límite líquido menor < 50)	L
Turba, lodos	Pt	Alta plasticidad (límite líquido mayor > 50)	H

Fuente: Elaboración propia

$$IG = (P_{200} - 35) [0.2 + 0.005 (LL - 40)] + 0.01 (P_{200} - 15) (IP - 10)$$

% que pasa la malla N° 200      límite líquido      Índice de plasticidad

índice de grupo

**A-1-a (0)**

Grupo de suelo

Figura 12. Criterios de clasificación de los suelos mediante AASHTO

Fuente: Elaboración propia

DIVISIÓN GENERAL	Materiales Granulares (pasa menos del 35% por el tamiz ASTM #200)						Materiales Limo-arcillosos (más del 35% por el tamiz ASTM #200)					
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
GRUPO	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
Subgrupo												
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b> (% que pasa por cada tamiz)												
Serie ASTM	# 10	≤ 50										
	# 40	≤ 30	≤ 50	≥ 51								
	# 200	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≥ 36	≥ 36	≥ 36	≥ 36
<b>ESTADO DE CONSISTENCIA</b> (de la fracción de suelo que pasa por el tamiz ASTM #40)												
Límite líquido			NP	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	>41 (IP<LL-30)	>41 (IP>LL-30)
Índice de plasticidad	≤ 6			≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≥ 11
ÍNDICE DE GRUPO	0	0	0	≤ 4		≤ 8	≤ 12	≤ 20		≤ 20		
TIPOLOGÍA	Fragmentos de piedra, grava y arena		Arena fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
CALIDAD	EXCELENTE A BUENA						ACEPTABLE A MALA					

Figura 13. Clasificación de suelos

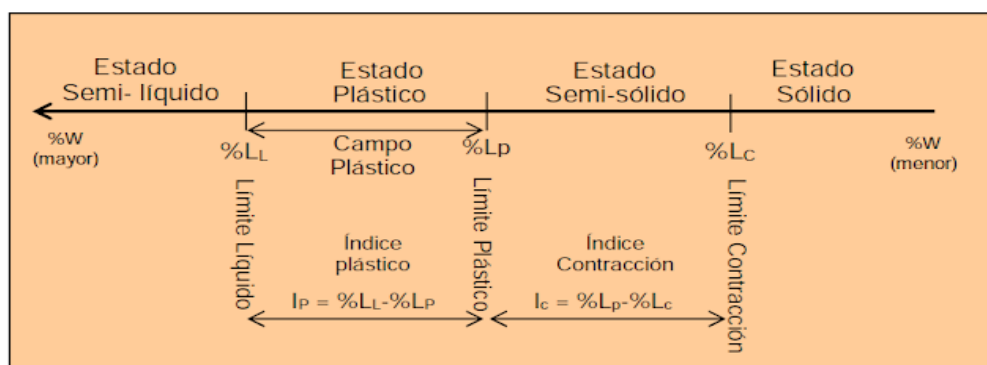
Fuente: Martínez, 2021

**Límites de Consistencia** (Atterberg) o límites de consistencia, la consistencia del suelo se divide en cuatro estados principales como son: Semilíquido: Aquí vemos que el suelo ofrece una amplia gama de resistencia, mediante del contenido de la humedad, siendo el material la propiedad de no sufrir fisuras, con la ventaja de acomodarse y cambiar de forma (admite deformaciones); Plástico; Por otro lado vemos que el suelo brinda una amplia gama de valores de resistencia, mediante del contenido de la humedad, teniendo la propiedad de no agrietarse el material, con la virtud de acomodarse y cambiar de forma (admite deformaciones); Semisólido: De igual modo el suelo tiene una gran ventaja portante con la cualidad de que el suelo se encoge cuando desaprovecha la humedad. Podemos identificar que el material se fisura y no se puede acomodar, se desmorona y desaprovecha plasticidad; Solido: algo similar ocurre con la alta capacidad a resistir cargas, el suelo, puede desaprovechar la humedad sin perder volumen por secado. En resumen podemos indicar que se utilizan para describir el comportamiento de los suelos finos.<sup>26</sup> Por tanto, **la cohesión** será medida mediante **los límites líquido,**

<sup>26</sup> ING. ALONSO, MONTERO FOSNECA. *tomo I, 3ra edición*. Colombia : Stella Valbuena de Fierro, 2002

**plástico e índice de plasticidad** con los cuales se determinará la consistencia que poseen los suelos<sup>27</sup>. En el laboratorio de suelos se define los estados y límites de consistencia que posee una masa del suelo. Así mismos es adaptado a partículas pasantes por el tamiz N° 40 que incorpora las arenas finas, limos y arcillas. Los límites de consistencia proporcionan reconocer y organizar un suelo, de igual manera dan información respecto a las propiedades cohesivas de un suelo y la cantidad de agua capilar que puede conservar. Es necesario resaltar que para esta prueba se necesita contar criterios bien definidos de plasticidad y consistencia: de igual manera podemos indicar que en mecánica de suelos se le denomina Plasticidad a la característica que poseen algunos suelos de descomponerse sin agrietarse, ni producir rebote elástico. Si bien es cierto que la consistencia es el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su capacidad de resistir fuerzas externas que suelen deformarse o destruir su estructura de un suelo.<sup>28</sup>

Se define el límite de los cuatro estados de consistencia en términos de “límites” como son: Límite líquido (%LL o %WL): Es la borde entre los estados semilíquido y plástico. De igual manera el contenido de humedad a partir el suelo arcilloso brinda una nula o baja resistencia. Así mismo el Límite Plástico (%Lp o %Wp): Borde entre los estados plástico y semisólido. Contenido de humedad por debajo en el cual el suelo pierde su plasticidad. De igual forma el Límite de contracción (%Lc o %Wc): Borde entre los estados sólidos y semisólido. Contenido de humedad por abajo del cual el suelo desaprovecha la humedad sin modificar su volumen.<sup>29</sup>



**Figura 14.** Percepción descriptiva de los estados de consistencia

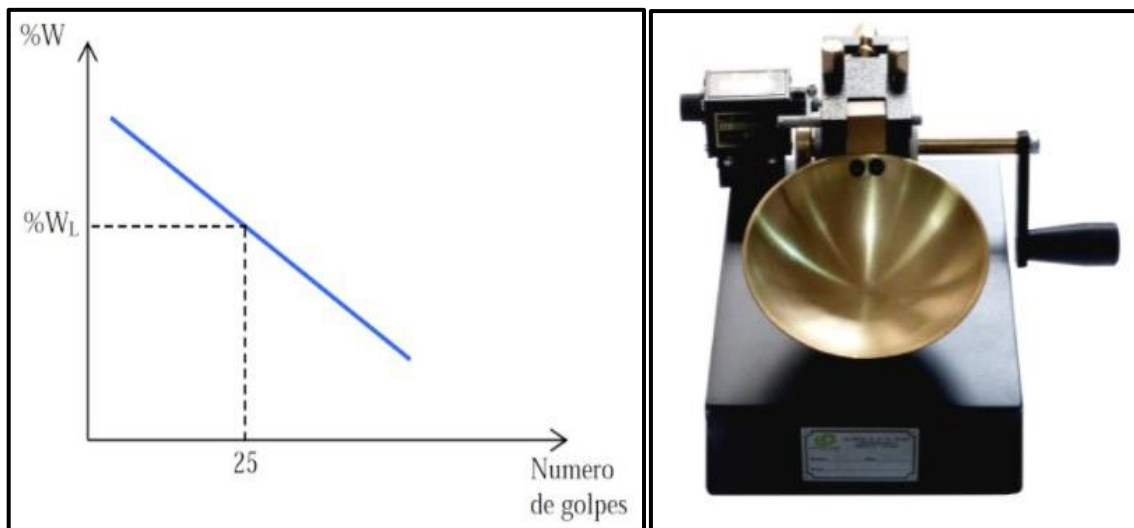
Fuente: Librería ingeniero

<sup>27</sup> MTC, 2014.

<sup>28</sup> LIBRERÍA DEL. INGENIERO,.

<sup>29</sup> Ibid.

**Límite Líquido.** Es el contenido de agua del material en el límite superior de su estado plástico. este límite se encuentra entre el estado líquido y plástico dependiendo del porcentaje de humedad, el LL es el contenido de humedad, considerado en porcentaje. Así mismo para el ensayo del límite líquido se ubica la muestra de suelo en la copa de Casagrande. De igual manera se corta un espacio en el centro de la muestra, el cual se usa el ranurador. Posteriormente se eleva la copa y cae desde una altura de 10 mm a un ritmo de 2 golpes por seg. En el mismo contexto el contenido de agua, en % solicitado a fin de cerrar una distancia de 12,7 mm a lo largo de la profundidad de la ranura a los 25 golpes se establece como límite líquido. De igual manera el autor Casagrande (1932) dedujo que cada golpe en la copa de Casagrande, retribuye a una resistencia cortante del suelo de más o menos  $1 \text{ gr/cm}^2$  ( $0,1 \text{ kN/m}^2$ ). En efecto se especifica que se debe realizar el ensayo de LL de 3 a 5 veces para distintos contenidos de humedad. En el mismo contexto el número de golpes necesita encontrarse entre el rango de 15 a 35 golpes. Aunado a esto se fabrica la curva de fluidez, en definitiva, el contenido de humedad (%W) en escala natural, vs. el número de golpe a escala logarítmica y, entrando a la gráfica con 25 golpes se determina el LL (%WL).<sup>30</sup>



**Figura 15.** Representación de la curva de fluidez y copa Casagrande

Fuente: Librería ingeniero

<sup>30</sup> LIBRERÍA DEL INGENIERO, *Límites de Consistencia*.

**Límite Plástico** Es el contenido mínimo de resequedad que permite amasar un suelo en cilindros de 3 milímetros de diámetro sin que se desmorone. Así mismo la plasticidad es una propiedad de los suelos cohesivos que les da la ventaja de sufrir deformaciones cuantiosas de corte sin quebrantarse, de igual manera sin presentar agrietamiento en la superficie, sin rebote elástico y sin sufrir cambios de volumen apreciables. No obstante, el LP se diagnostica efectuando de 2 a 3 veces el ensayo de la muestra a estudiar, encontrándose el contenido de humedad promedio (%W).<sup>31</sup>

$$\%W_p = \%L_p = \frac{\%W_1 + \%W_2 + \%W_3}{3}$$

**Figura 16.** Fórmula para el contenido de humedad

Fuente: Elaboración propia



**Figura 17.** Ensayo del límite plástico

Fuente: Elaboración propia

**Índice de Plasticidad** Es la desigualdad entre el LL y el LP. Si bien podemos definir que algunos suelos que no tienen LP no poseen plasticidad (NP). Es necesario resaltar que el índice de plasticidad de un suelo es una medida de su capacidad de acrecentar la cohesión. Es importante resalta que si es mayor la plasticidad, serán mejores los valores que podrá alcanzar la cohesión del suelo.

<sup>31</sup> LIBRERÍA DEL INGENIERO, *Límites de Consistencia*.

$$IP = \%LL - \%LP$$

Figura 18. Fórmula para el contenido de humedad

Fuente: Librería ingeniero

Tabla 9. Índice de plasticidad

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

Fuente: MTC, 2014

Referido a la variable dependiente propiedades mecánicas en la base granular están referido a los materiales constituyentes en las capas del pavimento con ello se determina el módulo resiliencia<sup>32</sup>.

Referente a la resistencia al corte con la prueba de California Bearing Ratio (**CBR**) son los principales parámetros para caracterizar el granular capas del pavimento flexible<sup>33</sup>. Propiedades mecánicas en la base granular son referidas al comportamiento de los materiales granulares, que se encuentran bajo cargas de tráfico hacen que la estructura del pavimento, este sujeto a esfuerzos verticales y horizontales son positivos en cambio los esfuerzos de corte se invierten cuando pasa la carga vehicular<sup>34</sup>. Las propiedades mecánicas son determinadas aplicando ensayos de laboratorio que utilizan para diferentes agregados no unidos. Los ensayos se diseñaron para evaluar la rigidez elástica, la resistencia al corte y la susceptibilidad a la deformación permanente. Se da el rendimiento de cada material

<sup>32</sup> ORDÓÑEZ y MINAYA Diseño *Moderno de Pavimentos*. - 2006.

<sup>33</sup> ESFAHANI, *Effects of Aggregate Gradation on Resilient Modulus and CBR*

<sup>34</sup> PEREZ, Ignacio y MEDINA, Luis. 2016. *Propiedades mecánicas de las capas de base y subbase construidas con materiales granulares en los firmes de carreteras*. Coruña : Universida de A Coruña, 2016.



y se anotan correlaciones aproximadas con las propiedades físicas de las partículas agregadas<sup>35</sup>. Con referencia la resistencia al corte se emplea la prueba de CBR, el cual determina el OCH o un determinado rango de agua en la cual a partir de una compactación o un peso unitario seco especificado. Este peso representara el porcentaje máximo permisible de las pruebas realizadas para la compactación<sup>36</sup>.

**Proctor modificado**, Podemos indicar que los ensayos y análisis se realizan con el objetivo de evaluar y determinar la humedad notable y la densidad del suelo, para luego conseguir la relación que existe entre porcentaje de agua de la muestra y el peso unitario seco de la muestra de los suelos <sup>37</sup>

Podemos indicar que el suelo con un contenido de Humedad establecido es situado en 5 capas al interior de un molde de varios tamaños, podemos indicar que capa a capa es compactada en 25 o 56 golpes con un pisón de 10 lbf (44.5 N) desde una altura de caída de 18 pulgadas (457 mm), imponiendo al suelo a un esfuerzo de compactación total de alrededor de 56 000 pie-lbf/pie<sup>3</sup> (2 700 kN-m/m<sup>3</sup>). se establece el Peso Unitario Seco resultante.<sup>38</sup>



**Figura 19.** Aparatos para realizar el ensayo de Proctor modificado

Fuente: Elaboración propia

<sup>35</sup> THORN, N y BROWN, S. 2013. *The mechanical properties of unbound aggregates from various sources* . Nottingham : University of Nottingham, England, 2013.

<sup>36</sup> COMMISSION DE REGLAMENTOS TÉCNICOS Y COMERCIALES - INDECOPI. 1999. *Norma técnica*

<sup>37</sup> BRAJA M. Das,. *Fundamentos de ingeniería geotécnica*.

<sup>38</sup> Ibid.

**Tabla 10.** Especificaciones de la prueba de Proctor Modificado.

Elemento	Método A	Método B	Método C
Diámetro del molde	101.6 mm	101.6 mm	152.4 mm
Volumen del molde	943.3 cm <sup>3</sup>	943.3 cm <sup>3</sup>	2124 cm <sup>3</sup>
Peso del martillo	44.5 N	44.5 N	44.5 N
Altura de la caída del martillo	457.2 mm	457.2 mm	457.2 mm
Número de golpes de martillo por capa de suelo	25	25	56
Número de capas de compactación	5	5	5
Energía de compactación	2696 kN-m/m <sup>3</sup>	2696 kN-m/m <sup>3</sup>	2696 kN-m/m <sup>3</sup>
Suelo utilizado	Porción que pasa el tamiz núm. 4 (4.57 mm). Puede ser utilizada si 20% o menos del peso de material es retenido en el tamiz núm. 4	Porción que pasa el tamiz de 9.5 mm. Puede utilizarse si el suelo retenido en el tamiz núm. 4 es más de 20% y 20% o menos del peso es retenido en el tamiz de 9.5 mm.	Porción que pasa el tamiz de 19 mm. Puede utilizarse si más de 20% del material es retenido en el tamiz de 9.5 mm y menos de 30% del peso es retenido en el tamiz de 19 mm.

Fuente: Braja Das

**El ensayo CBR** Podemos indicar que esta prueba se utiliza para determinar la capacidad portante de terrenos compactados como terraplenes, capas de firme, explanadas, de igual manera como en la clasificación de terrenos. Se puede indicar que la el ensayo del CBR se basa primordialmente en compactar un suelo en unos moldes reglamentados, se tiene que sumergir en agua y usar un punzonamiento sobre la superficie del terreno mediante un pistón reglamentado. Aunado a esto resaltamos que se rige por la norma ASTM 1883<sup>39</sup>



**Figura 20.** Aparatos para realizar el ensayo del CBR

Fuente: Elaboración propia

<sup>39</sup> - INDECOPI. NT. 1999.

Indicamos que el índice CBR no es una propiedad intrínseca del suelo muy por el contrario está sujeto a las condiciones de humedad-densidad del suelo, es una prueba muy usual y suele asociarse con el módulo de elasticidad del suelo

Tabla 11. Requerimientos CBR para la base granular.

Propiedad/ característica	valor
% pasa N° 200 / % pasa N° 30	<60%
Valor relativo de soporte CBR, al 100% de la densidad seca máxima a 0.1" de penetración	Trafico ligero min. 80% Tráfico pesado min. 100%
Grado de compactación	Min. 100%

Fuente: ICG, 2013

**Equivalente de Arena** Este ensayo sirve para comprobar la limpieza de los áridos finos o suelos poco plásticos, mediante de un índice relativo a la proporción de material, de igual manera para definir los áridos que se utilizan para la construcción de carreteras, podemos definir que cuanto mayor es el Equivalente de Arena (SE) mucho mejor es la calidad del material.<sup>40</sup>

$$SE = \frac{h_2}{h_1} \times 100$$

Figura 21. Formula del equivalente de arena

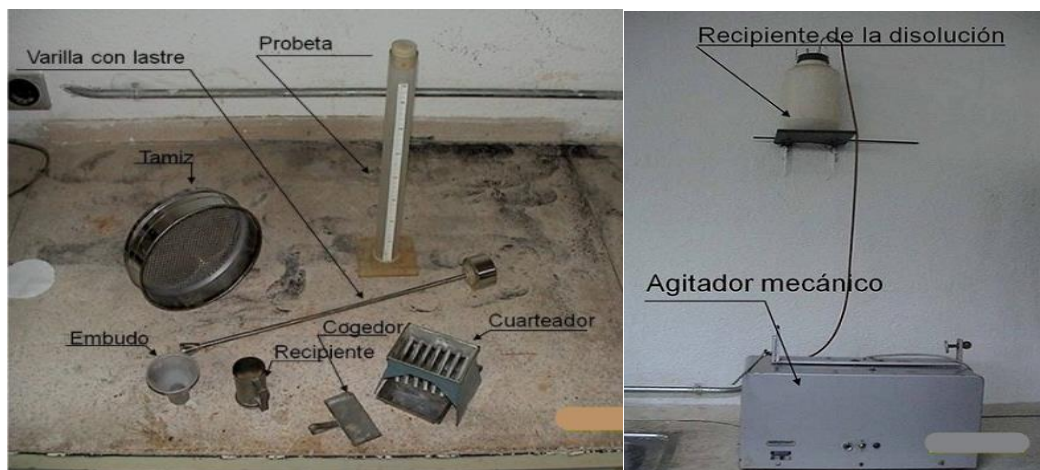


Figura 22. Aparatos para el ensayo del equivalente de arena

Fuente: Martínez, 2021

<sup>40</sup> MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014.

**Abrasión Los Ángeles** La finalidad de la prueba de desgaste por medio de la Máquina de los Ángeles es determinar la resistencia a la trituración o abrasión de los materiales pétreos para determinar dicha resistencia se hace actuar una carga abrasiva sobre la muestra de material que se desee analizar, la carga abrasiva la proveerán unas esferas metálicas estandarizadas que al interactuar con la muestra de material dentro de la máquina de los ángeles alterarán su composición granulométrica triturando el material, como resultado se tendrá una pérdida de material con respecto a su masa inicial que determinará la calidad del mismo ante el desgaste o la abrasión<sup>41</sup>.

La prueba consiste básicamente en tomar una muestra del material con una granulometría definida previamente a la prueba, colocar dicha muestra en un cilindro giratorio de acero totalmente cerrado y colocado horizontalmente, la muestra será impactada repetidamente por unas esferas metálicas introducidas en el cilindro que actúan como la carga abrasiva. Después de un número de ciclos determinados se medirá la variación granulométrica del agregado.<sup>42</sup>

**Tabla 12.** Gradación para agregados de tamaños menores de 37,5 mm.

Gradación	Número de Esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5 000 ± 25
B	11	4 584 ± 25
C	8	3 330 ± 20
D	6	2 500 ± 15

Fuente: MTC, 2016

**Tabla 13.** Cuantía de las muestras de tamaños menores de 37,5 mm (1 ½").

Medida del tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37,5 mm (1 ½")	25,0 mm (1")	1 250 ± 25	-.-	-.-	-.-
25,0 mm (1")	19,0 mm (¾")	1 250 ± 25	-.-	-.-	-.-
19,0 mm (¾")	12,5 mm (½")	1 250 ± 10	2 500 ± 10	-.-	-.-
12,5 mm (½")	9,5 mm (⅜")	1 250 ± 10	2 500 ± 10	-.-	-.-
9,5 mm (⅜")	6,3 mm (¼")	-.-	-.-	2 500 ± 10	-.-
6,3 mm (¼")	4,75 mm (Nº 4)	-.-	-.-	2 500 ± 10	-.-
4,75 mm (Nº 4)	2,36 mm (Nº 8)	-.-	-.-		5 000
TOTAL		5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10

Fuente: MTC, 2016

<sup>41</sup> CASTILLO, Mario Henaine del. *Diseño y construcción de máquina los Ángeles*.

<sup>42</sup> Ibid.

**Tabla 14.** *Cuantía de las muestras tamaños mayores de 19 mm (3/4").*

Tamaño de tamiz mm (pulg) (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g		
Que pasa	Retenido sobre	Gradación		
		1	2	3
75 (3)	63 (2 ½)	2 500 ± 50	-.-	
63 (2 ½)	50 (2)	2 500 ± 50	-.-	-.-
50 (2)	37,5 (1 ½)	5 000 ± 50	5 000 ± 50	-.-
37,5 (1 ½)	25,0 (1)	-.-	5 000 ± 25	5 000 ± 25
25,0 (1)	19,0 (3/4)	-.-	-.-	5 000 ± 25
TOTAL		10 000 ± 100	10 000 ± 75	10 000 ± 50

Fuente: MTC, 2016

**Partículas chatas y alargadas**, la forma de la partícula es un parámetro que influencia las propiedades de desempeño de los materiales pétreos, por lo que, para un comportamiento adecuado, se busca contar con partículas esféricas y evitar las partículas planas y alargadas debido a que pudieran presentar tendencia a fracturarse durante la construcción y bajo la acción del tránsito. Las partículas chatas o alargadas pueden interferir con la consolidación y dificultar la colocación de los materiales<sup>43</sup>.

**Tabla 15.** *Cuantía de las muestras para el ensayo de partículas chatas y alargadas.*

TMN (in)	Cantidad mínima del material (2 1/2" y 1/4") kg.
2"	35
1 1/2"	15
1.00	5
3/4	2
1/2	1
3/8	0.5

Fuente: MTC, 2016

**Caras fracturadas** Podemos indicar que existen algunas especificaciones que contienen requerimientos relacionados al porcentaje de partículas fracturadas en los agregados gruesos. Así mismo la finalidad de estos requerimientos es maximizar el esfuerzo cortante mediante incremento de fricción inter-partícula tanto en las mezclas de agregados sueltos o compactados. Se puede indicar que otro

<sup>43</sup> AYALA del Toro, Yelitza y otros. *Manual de ensayos*

propósito es suministrar estabilidad a los tratamientos de superficies de agregados y proporcionar fricción incrementada por la textura para los agregados usados en los pavimentos de superficies granulares. Se debe resaltar que este método de ensayo proporciona un procedimiento estándar para la determinación de la aceptabilidad del agregado grueso con respecto a tales requerimientos<sup>44</sup>.

**Sales solubles** Se indica que este ensayo se efectúa para establecer la cuantía porcentual referidas a las sustancias con contenido de cloruro y sulfato, que se puedan disolver en medios acuosos. De igual manera se indica que en cuestiones especiales, considerando condicionantes de la geología de lugar, es importante resaltar que la cantidad de sales disueltas, influyen mecánicamente, impactando en la plasticidad de los agregados pétreos. De igual forma en lugares áridos, que son próximos a la costa, se puede conseguir presencias de sales, porque el mar es una fuente principal de sales. Por ello a la existencia de sales cuando se localizan a menos de 5 km del lecho marino<sup>45</sup>.

---

<sup>44</sup> AYALA del Toro, Yelitza y otros. *Manual de ensayos*

<sup>45</sup> MINAYA, y Ordoñez,.: ICG, 2006.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación: Aplicada**, Ya que está enfocada en el análisis con fines prácticos, para la obtención de conocimiento. La finalidad viene a ser el desarrollar conocimiento tecnológico que brinde una aplicación inmediata<sup>46</sup>. Por lo que, en la actual investigación, se desarrollara la adición de RCD en la base granular del pavimento flexible incrementando sus propiedades mecánicas, mejorando la adherencia entre sus partículas y finalmente se prevé que se reduzcan costos de ejecución.

**El diseño de la investigación: Preexperimental** cuando se tiene un diseño preexperimental, el control en la manipulación de variables es mínimo, y son aplicados hacia un grupo unitario. Delimitados como estudios que se realizan con una sola medición. Administrados a un grupo establecido y se miden las variables<sup>47</sup>. En tal sentido la investigación empleará el manejo controlado referente a la variable independiente que es el RCD, lo cual se seleccionará, realizando una proporcionalidad para adicionar al agregado natural que estará incluirá en la base granular del pavimento flexible.

**El nivel de la investigación: Explicativo** cuando se tienen investigaciones cuyo nivel es explicativo, estos brindan una descripción detallada acerca de las variables de estudio, y son direccionadas a buscar una respuesta, acerca de las causas y las problemáticas que guarden una relación hacia los eventos sucedidos<sup>48</sup>. Por lo cual en la presente investigación se plantea dar a conocer de manera explícita, adicionándose RCD en porcentajes controlados, para ser combinados con el agregado natural proveniente de cantera, cuya finalidad será explicada debido a que se ve incrementada física y mecánicamente las propiedades en la base granular, la adherencia y la resistencia a la corte provista por esta

---

<sup>46</sup> ESCUDERO, Carlos y CORTEZ, Liliana. *Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica*. Machala : UTMACH, 2018. 978-9942-24-092-7.

<sup>47</sup> Ibid.

<sup>48</sup> HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto y MENDOZA, Christian. *Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México : Mc Graw Hill, 2018.

**Enfoque de investigación:** Cuantitativa, un enfoque cuantitativo viene a ser aquel que es desarrollado, considerando diversas fases las cuales no pueden ser obviados. Se plantea una problemática, se desarrolla el ámbito teórico, se elabora los objetivos e hipótesis. Con un diseño de investigación se aplica la investigación y con los resultados se elabora un reporte final<sup>49</sup>. Para la presente investigación, se identificará la problemática referida a la base granular del pavimento flexible la adhesión que tienen los componentes granulares y la resistencia al corte, se plantea los objetivos de la investigación que es adicional el RCD, para lo cual finalmente se elaborara el reporte final.

### **3.2 Variables y operacionalización:**

**Variable independiente:** Residuos de construcción y demolición.

**Definición conceptual:** Referido al material triturado y del tipo granular, el cual es proveniente de los RCD del material constituyente<sup>50</sup>.

**Operacionalización:** La variable RCD será operacionalizada mediante sus dimensiones que son la caracterización física de los agregados y la dosificación que se empleara para adicionar en la base granular del pavimento flexible.

**Dimensión:** Dosificación

**Indicadores:** 0%,5%, 10%, 15% de Material base Granular y 100% Concreto Reciclado.

**Escala de medición:** De Razón.

**Variable dependiente:** Propiedades físico-mecánicas en la base granular.

**Definición conceptual:** Es referido a las propiedades que posee el agregado considerándose su rigidez, durabilidad ante las cargas que serán sometidas por factores exteriores<sup>51</sup>.

---

<sup>49</sup> HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto y MENDOZA, Christian. *Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México : Mc Graw Hill, 2018.

<sup>50</sup> SÁNCHEZ, A. 2017. *Influencia del porcentaje de ladrillo reciclado como agregado fino sobre el asentamiento, peso unitario y resistencia a la compresión de un concreto elaborado con cemento tipo Ms*. Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo, 2017

<sup>51</sup> BORJA, Flormira. 2014. *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados del pavimento flexible de la carretera cañete-Lunahuaná*. Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2014.



**Operacionalización:** La variable propiedades mecánicas en la base granular será operacionalizada mediante sus dimensiones referidas a la plasticidad de las partículas, la compactación y CBR.

**Dimensión:** Propiedades físicas-mecánicas en base granular.

**Indicadores:** Para plasticidad es: límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad; para la compactación es: categorización de suelo, optima humedad y máxima densidad seca; para la resistencia al corte es: el ensayo de CBR.

**Escala de medición:** De razón.

### 3.3 Población, muestra y muestreo

**Población:** Viene a ser el global de casos, que son definidos y que forman parte de la muestra de estudio, cuyos criterios determinados guardan relación con la problemática planteada<sup>52</sup>. En tal virtud se desarrolla como, población de estudio las bases granulares actualmente existentes de los pavimentos flexibles en la ciudad de Ilo.

**Muestra:** Por conveniencia, cuando se considera una muestra por conveniencia es aquella que es seleccionada dirigido hacia los casos que son más accesibles y factibles. Por consiguiente, con mayor probabilidad de ser incorporados a la investigación, debido al mayor alcance que se tiene hacia la zona de estudio<sup>53</sup>. En la actual investigación se considera la muestra constituida por la base granular que se compone por la Av. 02, Av. 06 y la Av. 04 Promuví VII, sector pampa inalámbrica perteneciente a la Ciudad de Ilo.

**Muestreo:** No probabilístico. Un muestreo no probabilístico es empleado hacia la extracción de muestras, las cuales principalmente implica el juicio por parte del investigador dirigido hacia la selección de aquellos casos, que son más accesibles y con mayor susceptibilidad a ser evaluados<sup>54</sup>. Por tanto, para la investigación, no se consideró la aplicación de fórmulas de probabilidad para la elección de la muestra, sino más bien es elegido por juicio del investigador hacia el caso que es

---

<sup>52</sup> ARIAS-GOMEZ, Jesús, VILLASIS-KEEVER, Miguel y MIRANDA, María. *El protocolo de investigación III: la población de estudio.*, México : Revista Alergia México, 2016, Vol. 63. 0002-5151.

<sup>53</sup> OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. *Técnicas de muestreo sobre una población a estudio.* 2017, International Journal of Morphology, págs. 227-232.

<sup>54</sup> SHOWKAT, Nayeem y PARVEEN, Huma. *Non-Probability and Probability Sampling.* 2017, ePathshala, págs. 7-8.

de interés del investigador. De esta manera se pretende brindar un alcance más detallado de la problemática existente y la solución planteada generando que los resultados serán expuestos de manera más completa y detallada.

**Unidad de análisis:** Esta referido a aquellas unidades que son elegidas y son apropiadas para la investigación, esto depende del planteamiento que se realice, y aquellos alcances que posee el tema de investigación<sup>55</sup>. Por lo cual la unidad de análisis se considera la base granular a la cual se realizará la adición de los RCD existentes en la ciudad de Ilo.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

**Técnicas,** Primeramente, es de considerar que se debe de compilar y analizar las referencias bibliográficas que sean referentes al ámbito científico, y que guarden relación con el tema de investigación<sup>56</sup>. Se revisará a profundidad la recopilación y análisis de las referencias bibliográficas referidos a las capas granulares del pavimento flexible, luego se recopilará la información respecto a la adición de material de construcción y demolición. Continuando se tiene que realizar una investigación de manera más detallada y explícita, siguiendo los procedimientos del método científico, cuyo fin de esto es la de obtención de conocimiento novedoso, mediante el desarrollo de la investigación<sup>57</sup>. Posteriormente se desarrolla la aplicación proporcionando el residuo de construcción y demolición, para incorporarlo en la base granular y así verificar su influencia en la cohesión y los costos derivados de esta adición.

**Instrumentos de recolección de datos:** Vienen a ser la herramientas y procedimientos mediante el cual el investigador obtiene los datos, acorde a la población, viabilidad y objetivo de la investigación<sup>58</sup>. En la tesis se considera los ensayos realizados en el laboratorio y las fichas técnicas que se empleara para realizar los ensayos referido al índice de plasticidad, CBR.

---

<sup>55</sup> HERNANDEZ-SAMPIERI, Roberto, MENDEZ, Sergio, MENDOZA, Christian y Cuevas, Ana. *Fundamentos de investigación*. México: Mc Graw Hill, 2016.

<sup>56</sup> ESCUDERO, Carlos y CORTEZ, Liliana. *Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica*. Machala : UTMACH, 2018. 978-9942-24-092-7.

<sup>57</sup> Idem.

<sup>58</sup> ARIAS, Gonzales José Luis. *Proyecto de tesis Guía para la elaboración*. Arequipa , 2020. 978-612-00-54-16-1.

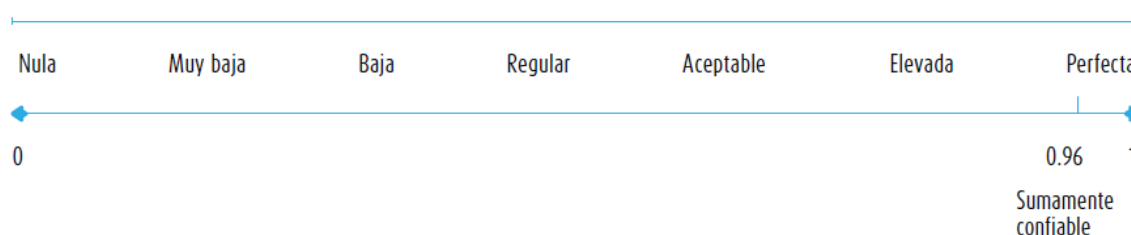
**Validez** Referente a brindar la validez de los instrumentos que se aplicaran en la investigación, viene a ser el desarrollo del promedio de valoraciones que son brindadas por especialistas, que posean los conocimientos necesarios referidos al tema de investigación desarrollados<sup>59</sup>. Por lo tanto, para realizar la validación de los instrumentos se empleará 03 especialistas que brindaran su valoración hacia los instrumentos de recolección de datos.

**Tabla 16.** Rangos de validez.

Rango <sup>xx</sup>	Magnitud <sup>xx</sup>
0,53 a menos <sup>xx</sup>	Validez nula <sup>xx</sup>
0,54 a 0,65 <sup>xx</sup>	Validez baja <sup>xx</sup>
0,60 a 0,65 <sup>xx</sup>	Válida <sup>xx</sup>
0,66 a 0,71 <sup>xx</sup>	Muy válida <sup>xx</sup>
0,72 a 0,99 <sup>xx</sup>	Excelente validez <sup>xx</sup>
1,0 <sup>xx</sup>	Validez perfecta <sup>xx</sup>

Fuente: Oseda, 2018

**Confiabilidad de los instrumentos.** Es la puntuación brindada con referencia al al instrumento de recolección de datos, siendo valorada de 0 a 1 siendo 0 validez nula y 1 validez perfecta<sup>60</sup>. Para la valuación de la confiabilidad se empleará el coeficiente de confiabilidad del alfa de Cronbach (véase figura 4).



**Figura 23.** Interpretación del coeficiente de confiabilidad

Fuente: Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018

### 3.5 Procedimientos

De manera inicial se recopilará los agregados pertenecientes a los RCD actualmente emplazados en el botadero ubicado en la ciudad de Ilo.

<sup>59</sup> OSEDA, Dulio; SANTACRUZ, A.; ZEVALLOS, Liliam; SANGAMA, J.; COSME, L.; MENDIVEL, R. 2018. *Fundamentos de la investigación científica*. Lima: Soluciones Graficas

<sup>60</sup> HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto y MENDOZA, Christian. *Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México : Mc Graw Hill, 2018.

Consecuentemente se procederá a la obtención del agregado natural el cual es proveniente de la cantera Belu.



**Figura 24.** Ubicación geográfica de la cantera Belu y botadero de RCD

Fuente: Google Earth, 2022

Habiéndose obtenido estos dos materiales como son: material RCD y agregado natural de cantera se procederá a realizar las dosificaciones correspondientes, siendo en primera instancia 0% de RCD y 100% de agregado de cantera, 5% de RCD y 95% de agregado de cantera. Seguidamente se realizará la dosificación del 10% de RCD y 90% de agregado de cantera. Finalmente se realizará la dosificación de 15% de RCD y 85% de agregado de cantera de igual manera se analizará el 100% de RCD. Estas dosificaciones se realizarán considerándose el método del ACI 211.



**Figura 25.** Obtención de los materiales: RCD y agregado natural

Fuente: Elaboración propia

Las dosis consideradas para la adición en la base granular con el material de RCD, en 5 dosis porcentualmente adicionadas, las designaciones y el proporcionamiento se muestra a continuación.

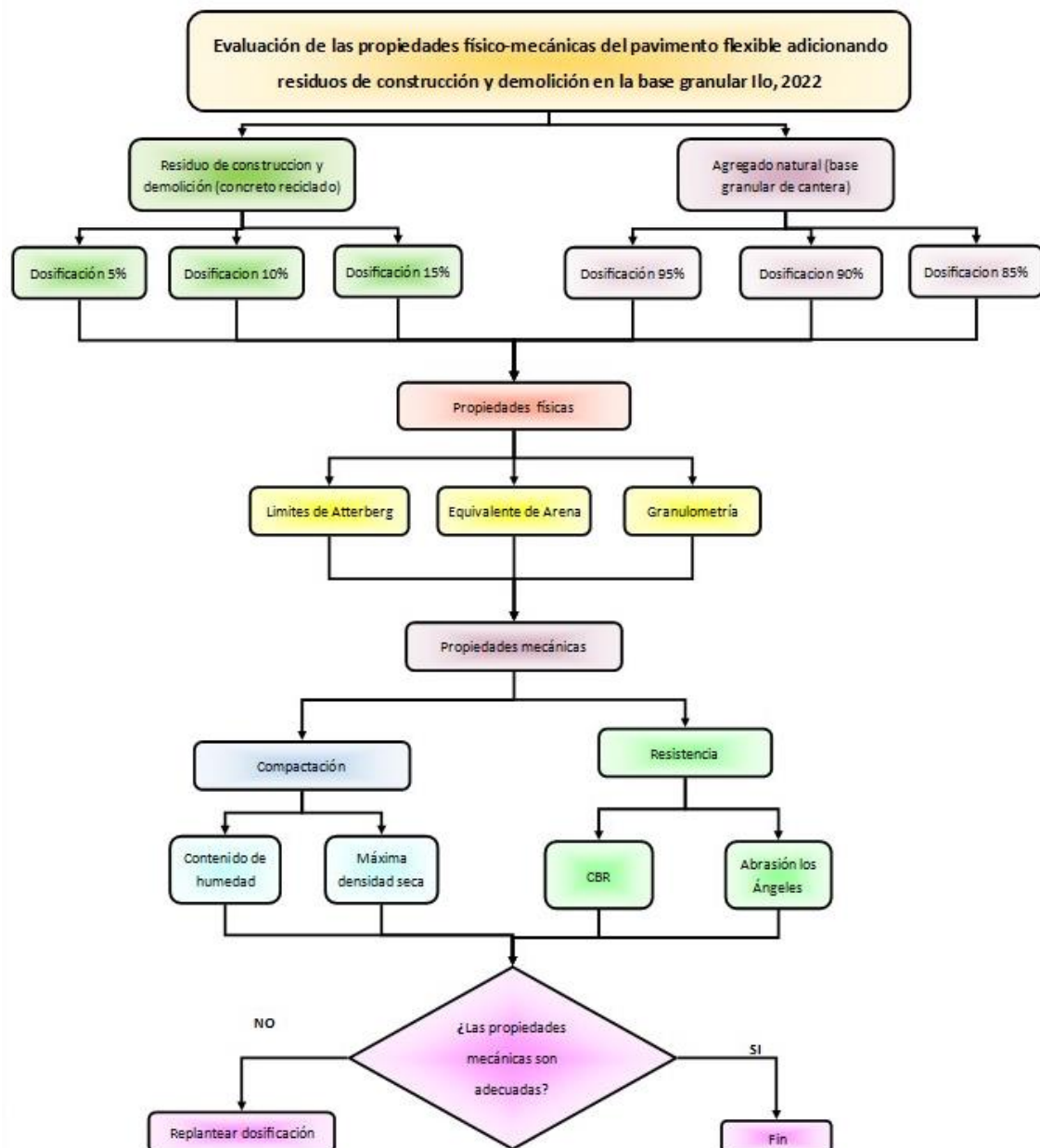
**Tabla 17.** *Porcentaje de materiales utilizados en mezclas suelo-residuos.*

<b>Mezclas</b>	<b>Composición</b>
1ra dosificación	0% de RCD + 100% de Material Granular
2ra dosificación	5% de RCD + 95% de Material Granular
3ra dosificación	10% de RCD + 90% de Material Granular
4ta dosificación	15% de RCD + 85% de Material Granular
5ta dosificación	100% de RCD + 0% de Material Granular

Fuente: Elaboración propia

Habiéndose realizado la dosificación correspondiente se procederá a la cuantificación de características físicas de estos agregados dosificados que serán empleados en la base granular, determinándose la granulometría, peso específico (PE) y el porcentaje de absorción (PA). Posteriormente se realizará la determinación de las características mecánicas que poseerá la base granular con los materiales empleados, determinándose la plasticidad, compactación y resistencia al corte (CBR). Cabe resaltar que la determinación de estas características descritas se realiza en un laboratorio de suelos contemplando los procedimientos según las normativas del MTC y bajo la supervisión de un especialista. Finalmente se procederá a determinar con los datos recopilados de los ensayos de laboratorio si estos están acorde a los estándares exigidos para un adecuado desempeño de la base granular por lo cual será verificado en las normativas del MTC. Si fuera el caso que no cumpliera algún parámetro se verificara una dosificación diferente. Y si cumpliera entonces se dará a conocer las características expuestas por la dosificación de RCD y agregado natural de cantera.

**Flujograma** Para una total comprensión de los procedimientos a emplearse en la figura 5 se verifica el flujograma de trabajo, detallándose los procedimientos necesarios para realizar satisfactoriamente la presente investigación (véase figura 26).



**Figura 26.** *Flujograma de la investigación*

Fuente: Elaboración propia

### 3.6 Método de análisis de datos:

Los datos analizados, serán obtenidos en la investigación, posteriormente ejecutara mediante una evaluación y con el empleo de un software adecuado, ingresando una matriz de datos, en el cual aquellos datos se encuentren codificados y que sean posteriormente analizados mediante pruebas estadísticas estandarizadas<sup>61</sup>. En tal

<sup>61</sup> HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto y MENDOZA, Christian. *Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México : Mc Graw Hill, 2018.

sentido para analizar los datos recopilados de la investigación se empleará el software IBM SPSS, donde se ingresará una matriz de datos los cuales serán evaluados, verificándose mediante los estadísticos de prueba, las hipótesis planteadas en la investigación.

### **3.7 Aspectos éticos:**

Considerando la investigación, se realizó el debido acatamiento hacia la propiedad intelectual de la bibliografía consignada, realizando la citación según el formato ISO 690. Se considero también la confidencialidad de los participantes que fueron parte de la investigación, ya sea de manera directa o indirecta. Se contemplo finalmente que el porcentaje de anti-plagio sea menor al 20 %.

#### IV. RESULTADOS

##### Descripción de la zona de estudio

La presente tesis lleva por título “Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del pavimento flexible adicionando RCD en la base granular, Ilo, 2022”

**Ubicación y Localización del Proyecto** La ubicación donde se tiene previsto la ejecución del proyecto se encuentra situada específicamente en la Av. 02, Av. 06 y la Av. 04 Promuvi VII, Pampa inalámbrica, Distrito de Ilo, Provincia de Ilo – Región Moquegua.

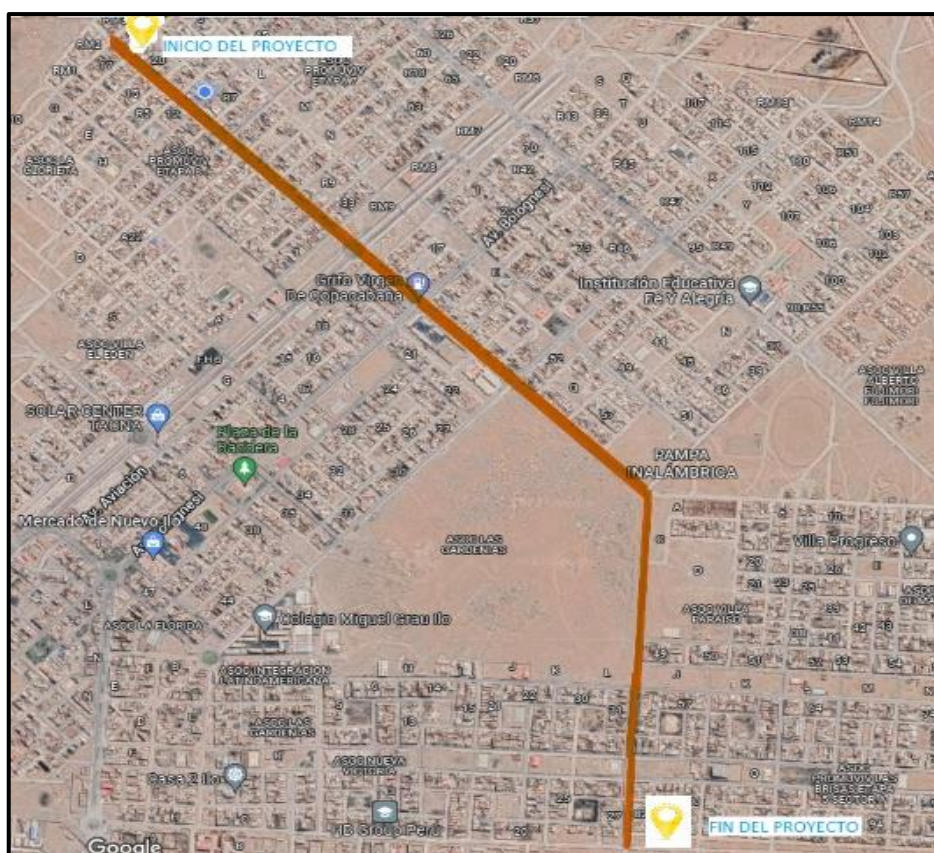


Figura 27. Ubicación geográfica del proyecto

Fuente: Google Earth

Tabla 18. Coordenadas de la ubicación geográfica en el software Google Earth.

Descripción	Sur	Oeste
Inicio del tramo	17°38'17.5"	71°19'45.6"
Fin del tramo	17°39'24.3"	71°19'06.0"

Fuente: Elaboración propia



La Ubicación donde se desarrolla el proyecto está ubicada en:

### Ubicación política

Región : Moquegua

Provincia : Ilo

Distrito : Ilo

### Ubicación geográfica

Carta Geográfica : 36 T – Ilo

Coordenadas : 8'050,000.00 N – 8'040,000.00 N  
250,000.00 E – 260,000.00 E

Altitud media: 40.00 msnm

Región : Moquegua

Departamento : Moquegua

Provincia : Ilo

Distrito : Ilo

Región natural : Costa

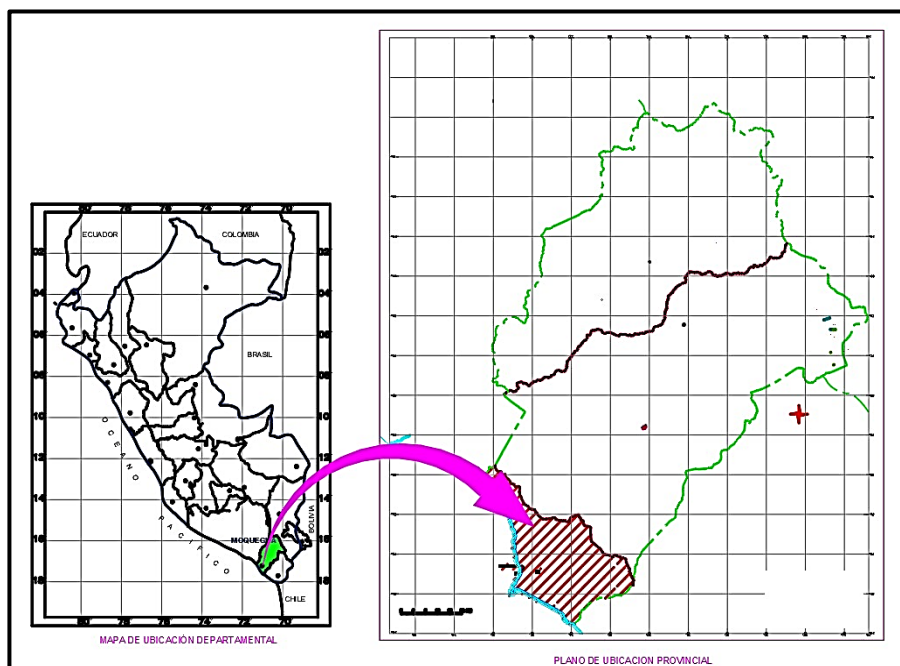


Figura 28. Mapa de la Ubicación de la ciudad de Ilo

Fuente: Elaboración propia

**Trabajo de campo:** En primer lugar, se realizó un recorrido de los 2.6 km. De la Av. 02, Av. 06 y Av. 04 Promuvi VII, a fin de evaluar la condición actual del pavimento flexible. Continuando, se analizó la zona del botadero para poder generar la cantidad requerida para realizar los ensayos, de igual manera se visitó la cantera Belu, y se obtuvo el material granular en la cantidad de 100 kg de cada material encontrándose aproximadamente a 5.0 km de la ciudad de Ilo.

**Trabajo de laboratorio:** Para la presente investigación, los resultados se obtuvieron debido a la extracción de la base granular de la Cantera Belu y del Botadero que queda en afueras del Puerto de Ilo, a la cual se adicionó el 0%, 5%, 10%, 15% de material reciclado, de igual manera se realizó el ensayo del material base granular en un 100%, cuya finalidad es de conseguir los objetivos, dichos ensayos cumplieron con la norma ASTM y MTC correspondiente al manual de ensayos de materiales.

**Objetivo general:** Evaluar las propiedades físico-mecánicas adicionando RCD en la base granular del pavimento flexible, Distrito de Ilo, 2022.

Se evaluó las propiedades físico-mecánicas con cinco adiciones de RCD en porcentajes del 0%, 5%, 10%, 15% y 100 %. A través de los ensayos de granulometría.

### Ensayo de granulometría material base granular y RCD (ASTM – 6913)



**Figura 29.** Ensayo de muestra tamizado de RCD y material base granular

Fuente: Elaboración propia

**Primera Dosificación:** Compuesta por 0% de RDC + 100% de material granular

**Tabla 19.** Granulometría primera dosificación.

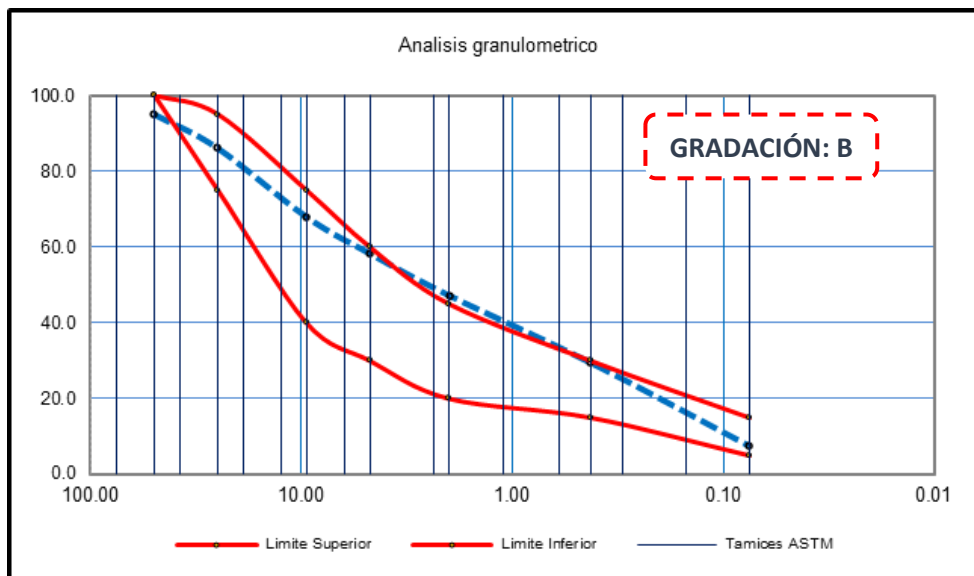
Malla	Abertura (mm)	% que pasa
3"	75.000	100.00
2"	50.000	95.19
1 ½"	37.500	93.67
1"	25.000	86.26
¾"	19.000	80.39
⅜"	9.500	68.06
N° 4	4.750	58.31
N° 10	2.000	47.20
N° 20	0.840	38.85
N° 40	0.425	29.36
N° 60	0.250	9.40
N° 100	0.150	7.22
N° 200	0.075	3.85

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 20.** Constitución granulométrica y factores de la primera dosificación.

M patrón	% Grava	% Arena	% Finos
0%	41.69	51.10	7.22

Fuente: Elaboración propia



**Figura 30.** Curva granulométrica 0% de RDC + 100% de Material Granular

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** La figura 30 se aprecia la diferenciación presentada por la curva granulométrica en función a la proporción pasante por el tamaño de partículas en la muestra patrón que se compone de 0 % de RCD + 100 % de Material Granular. Según la tabla 20 indica la fracción dominante de la muestra patrón respecto a las arenas representa el 51.10 %, a continuación de las gravas al hallarse en un 41.69 % y finos se hallan en un 7.22 %. Referente a la fracción constituyente compuesto por partículas como gravas + arenas, simbolizan aproximadamente el 92.72 %, distintiva representatividad de una superficie o material granular.

De acuerdo con AASHTO, la muestra patrón viene ubicándose dentro del grupo A-1, subgrupo A-1-a clasificada como suelo granular e índice de grupo el cero (0); catalogándose como un suelo excelente en pavimentos, de igual según SUCS, la muestra patrón se cataloga como grava limosa pobremente graduado – GP-GM. Se encuentran dentro de los límites permisibles considerándose una granulometría uniforme y por tanto puede ya ser empleado en la elaboración de una base granular, según ASTM D-422 y AASHTO T-88, se clasifica como una grava limosa pobremente graduado – GP-GM.

**Segunda Dosificación:** Compuesta por 5% de RDC + 95% de material Granular

**Tabla 21.** *Granulometría segunda dosificación.*

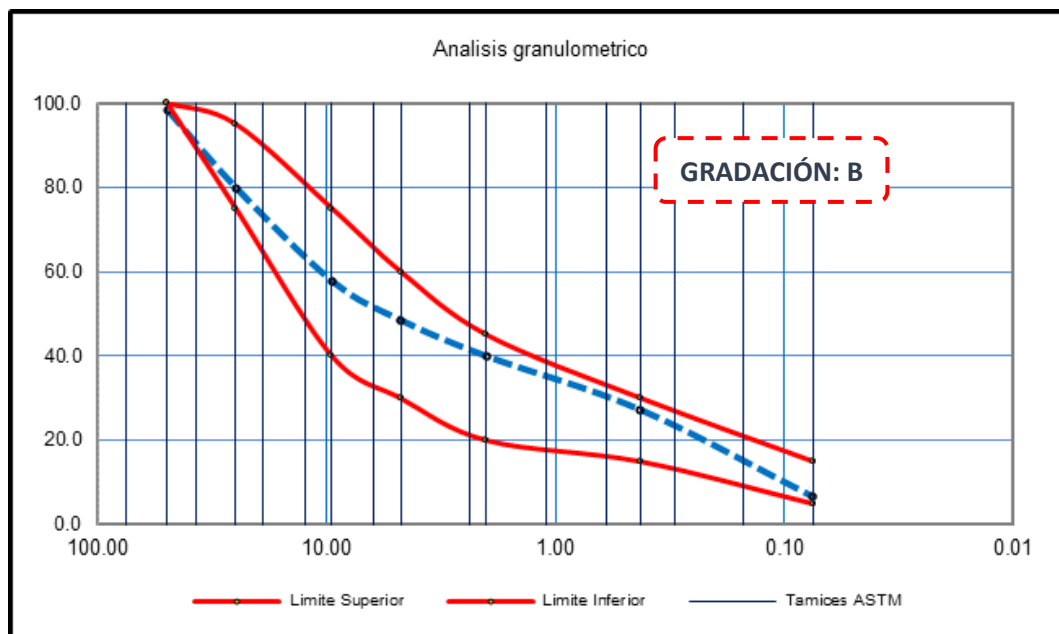
Malla	Abertura (mm)	% que pasa
3"	75.000	100.00
2"	50.000	98.27
1 ½"	37.500	92.47
1"	25.000	79.82
¾"	19.000	68.38
⅜"	9.500	57.74
Nº 4	4.750	48.50
Nº 10	2.000	39.95
Nº 20	0.840	32.99
Nº 40	0.425	27.27
Nº 60	0.250	19.02
Nº 100	0.150	8.75
Nº 200	0.075	6.73

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 22.** Constitución granulométrica y factores segunda dosificación.

Dosificación	% Grava	% Arena	% Finos
5%.	51.50	41.78	6.73

Fuente: Elaboración propia, 2022



**Figura 31.** Curva granulométrica de 5% de RCD + 95% de Material Granular

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** La figura 31 se aprecia la diferenciación presentada por la curva granulométrica en función a la proporción pasante por el tamaño de partículas en la segunda dosificación que se compone de 5 % de RCD + 95 % de Material Granular. Según la tabla 22 indica la parte dominante de la segunda dosificación respecto a las arenas representa el 51.10 %, a continuación de las gravas al hallarse en un 41.78 % y finos se hallan en un 6.73 %. Referente a la fracción constituyente compuesto por partículas como gravas + arenas, simbolizan aproximadamente el 93.28 %, distintiva representatividad de una superficie o material granular.

De acuerdo con AASHTO, la segunda dosificación viene ubicándose dentro del grupo A-2, subgrupo A-2-4 clasificada como suelo granular e índice de grupo el cero (0); catalogándose como un suelo excelente en pavimentos, de igual según SUCS, la segunda dosificación se cataloga como grava limosa pobremente graduado – GP-GM. Verificando un incumplimiento, por ello no es posible emplearlo, según ASTM D-422 y AASHTO T-88

**Tercera Dosificación:** Compuesta por 10% de RDC + 90% de material Granular

**Tabla 23.** Granulometría de la tercera dosificación.

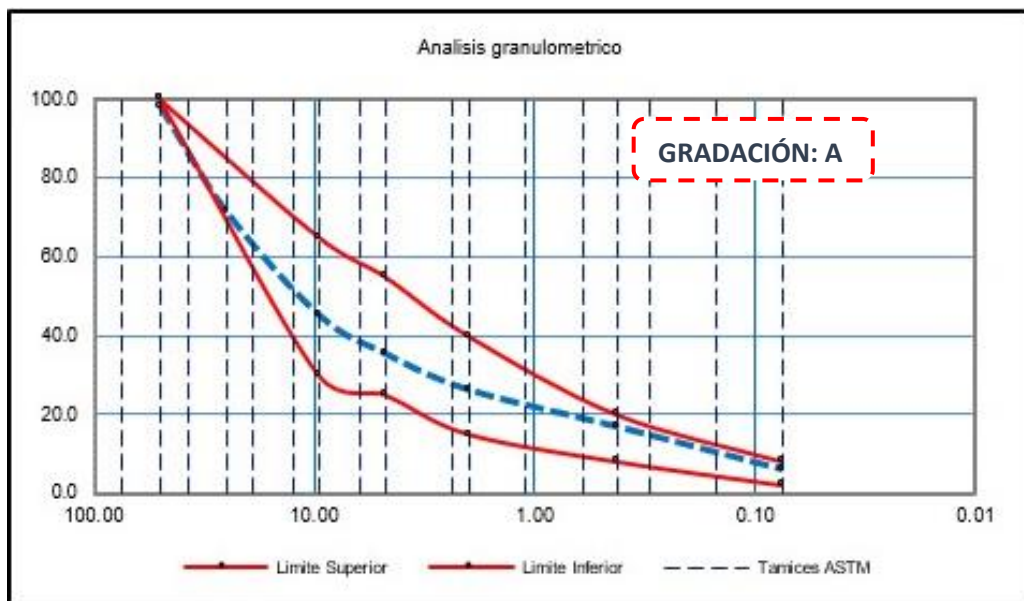
Malla	Abertura (mm)	% que pasa
3"	75.000	100.00
2"	50.000	98.24
1 ½"	37.500	83.99
1"	25.000	71.52
¾"	19.000	58.73
3/8"	9.500	45.29
N° 4	4.750	35.51
N° 10	2.000	26.40
N° 20	0.840	21.63
N° 40	0.425	17.03
N° 60	0.250	12.73
N° 100	0.150	9.11
N° 200	0.075	6.13

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 24.** Composición granulométrica y coeficientes de la tercera dosificación.

Dosificación	% Grava	% Arena	% Finos
10%.	64.49	29.38	6.13

Fuente: Elaboración propia



**Figura 32.** Curva granulométrica de 10% de RDC + 90% de Material Granular

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** La figura 32 se aprecia la diferenciación presentada por la curva granulométrica en función a la proporción pasante por el tamaño de partículas en la tercera dosificación que se compone de 10 % de RCD + 90 % de Material Granular. Según la tabla 24 indica la parte dominante de la tercera dosificación respecto a las arenas representa el 51.10 %, a continuación de las gravas al hallarse en un 41.78 % y finos se hallan en un 6.73 %. Referente a la fracción constituyente compuesto por partículas como gravas + arenas, simbolizan aproximadamente el 93.28 %, distintiva representatividad de una superficie o material granular.

De acuerdo con AASHTO, la tercera dosificación viene ubicándose dentro del grupo A-2, subgrupo A-2-4 clasificada como suelo granular e índice de grupo el cero (0); catalogándose como un suelo excelente en pavimentos, de igual según SUCS, la tercera dosificación se cataloga como grava limosa pobremente graduado – GP-GM. Verificando un incumplimiento, por ello no es posible emplearlo, según ASTM D-422 y AASHTO T-88

#### **Cuarta Dosificación** Compuesta por 15% de RDC + 85% de material Granular

**Tabla 25.** *Granulometría cuarta dosificación.*

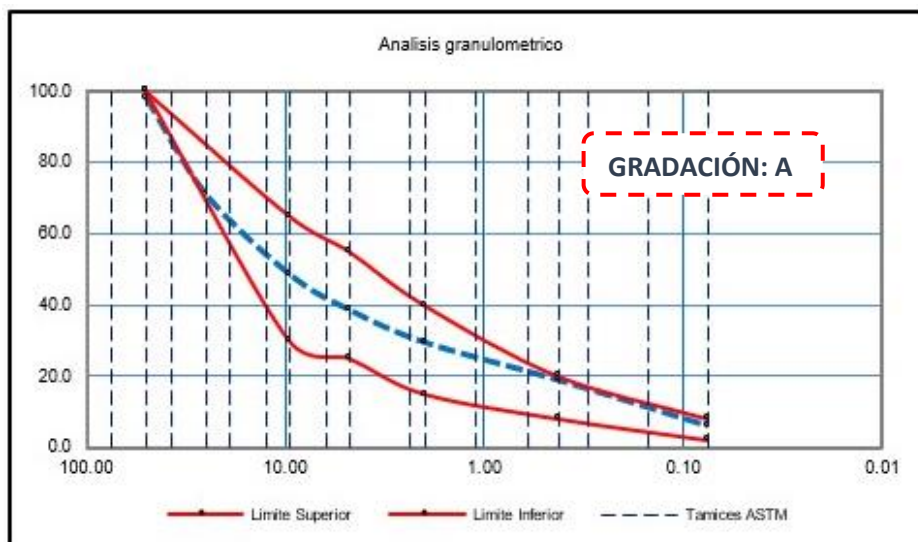
<b>Malla</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>% que pasa</b>
3"	75.000	100.00
2"	50.000	98.15
1 ½"	37.500	84.79
1"	25.000	71.05
¾"	19.000	59.54
⅜"	9.500	48.61
N° 4	4.750	38.61
N° 10	2.000	29.55
N° 20	0.840	23.18
N° 40	0.425	18.94
N° 60	0.250	15.45
N° 100	0.150	10.35
N° 200	0.075	6.04

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 26.** Composición granulométrica y coeficientes cuarta dosificación.

Dosificación.	% Grava	% Arena	% Finos
15%.	61.39	32.58	6.04

Fuente: Elaboración propia



**Figura 33.** Curva granulométrica de 15% de RDC + 85% de Material Granular

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** La figura 33 se aprecia la diferenciación presentada por la curva granulométrica en función a la proporción pasante por el tamaño de partículas en la cuarta dosificación que se compone de 15 % de RCD + 85 % de Material Granular. Según la tabla 26 indica la parte dominante de la cuarta dosificación respecto a las arenas representa el 61.39 %, a continuación de las gravas al hallarse en un 32.58 % y finos se hallan en un 6.04 %. Referente a la fracción constituyente compuesto por partículas como gravas + arenas, simbolizan aproximadamente el 93.97 %, distintiva representatividad de una superficie o material granular.

De acuerdo con AASHTO, la cuarta dosificación viene ubicándose dentro del grupo A-2, subgrupo A-2-4 clasificada como suelo granular e índice de grupo el cero (0); catalogándose como un suelo excelente en pavimentos, de igual según SUCS, la cuarta dosificación se cataloga como grava limosa pobremente graduado – GP-GM. Verificando un incumplimiento, por ello no es posible emplearlo, según ASTM D-422 y AASHTO T-88.



**Quinta dosificación:** Compuesta por 100% de RDC + 0% de Material Granular

**Tabla 27.** Granulometría quinta dosificación.

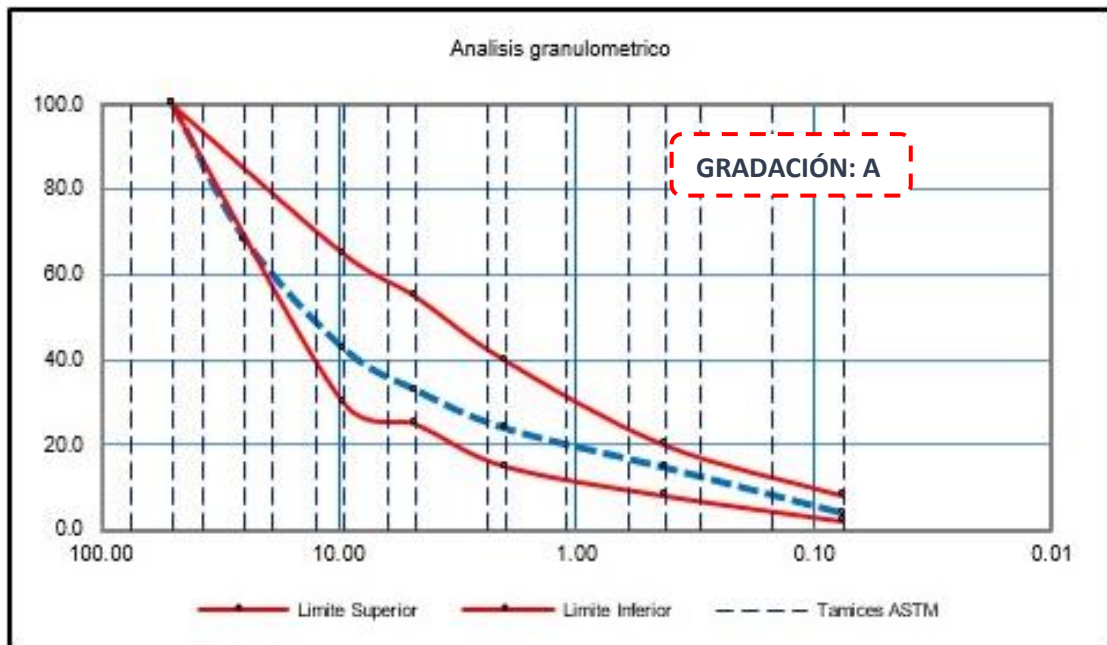
Malla	Abertura (mm)	% que pasa
3"	75.000	100.00
2"	50.000	100.00
1"	25.000	68.33
3/4"	19.000	55.73
3/8"	9.500	42.50
N° 4	4.750	32.87
N° 10	2.000	23.90
N° 20	0.840	19.20
N° 40	0.425	14.68
N° 60	0.250	10.44
N° 100	0.150	6.87
N° 200	0.075	3.94

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 28.** Composición granulométrica y coeficientes quinta dosificación.

Dosificación.	% Grava	% Arena	% Finos
100% RDC.	67.13	28.93	3.94

Fuente: Elaboración propia



**Figura 34.** Curva granulométrica de 100% de RDC + 0% de material granular

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** La figura 34 se aprecia la diferenciación presentada por la curva granulométrica en función a la proporción pasante por el tamaño de partículas en la quinta dosificación que se compone de 100 % de RCD + 0 % de Material Granular. Según la tabla 28 indica la parte dominante de la quinta dosificación respecto a las arenas representa el 67.13 %, a continuación de las gravas al hallarse en un 28.93 % y finos se hallan en un 3.94 %. Referente a la fracción constituyente compuesto por partículas como gravas + arenas, simbolizan aproximadamente el 96.06 %, distintiva representatividad de una superficie o material granular.

De acuerdo con AASHTO, la quinta dosificación viene ubicándose dentro del grupo A-1 y subgrupo A-1-a clasificada como suelo granular e índice de grupo cero (0); está catalogado como un suelo cuyas características excelentes a buenas para pavimentos, por igual forma según SUCS, la cuarta dosificación indica ser una grava limosa pobremente graduada. Verificando un incumplimiento, por ello no es posible emplearlo según ASTM D-422 y AASHTO T-88.

### Clasificación de suelos SUCS y AASHTO

**Tabla 29.** Clasificación de suelos adicionando 5%, 10%, 15% y 100% de RCD.

Muestra	Dosificación RCD-0%	Dosificación RCD-5%	Dosificación RCD-10%	Dosificación RC-15%	Dosificación RCD-100%
Grava (%)	41.69	51.50	64.49	61.39	67.13
Arena (%)	51.10	41.78	29.38	32.58	28.93
Finos (%)	7.22	6.73	6.13	6.04	3.94
Clasificación SUCS	GP-GM	GP-GM	GP-GM	GP-GM	GP
Clasificación AASTHO	A-2-4 (0)	A-2-4 (0)	A-1-a (0)	A-1-a (0)	A-1-a (0)
Coefficiente de curvatura (Cc)	0.24	0.21	2.78	1.65	2.99
Coefficiente de uniformidad (Cu)	35.84	70.99	112.24	133.69	88.47

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Según la tabla 29 referente al % grava con referencia a la muestra patrón 0%(41.69%) se incrementa un 23.53% con 5 % de RCD, 54.69% con 10% de RCD, 47.25 % con 15% de RCD y 61.02% con 100% de RCD. Referente al % de arena de la muestra patrón 0%(51.10%) se disminuye un 18.24% con 5% de RCD, 42.50% con 10% de RCD, 36.24% de RCD y 43.39% de RCD. En referencia al % finos de la muestra patrón 0%(7.22%) se disminuye un 6.79% con 5% de RCD, 15.10% con 10% de RCD, 16.34% con 15% de RCD y 45.43% con 100% de RCD. Considerando el coeficiente de curvatura de la muestra patrón 0%(0.24) se disminuye en 0.13 % con 5% de RCD, incremento del 10.58% con 10% de RCD, 5.88% con 15% de RCD, 11.46% con 100% de RCD. Referente al coeficiente de uniformidad de la muestra patrón 0%(35.84) se verifica un incremento del 0.98% con 5% de RCD, 2.13% con 10% de RCD, 2.73% con 15% de RCD y 1.47% con 100% de RCD. Según la clasificación SUCS se tiene para la muestra patrón 0% de RCD y 5, 10, 15 % de RCD es GP-GM. Y para la dosificación del 100% de RCD del tipo GP. Según clasificación AASHTO, A-2-4 (0) para la muestra patrón 0% de RCD y 5% de RCD. Un clasificación de A-1-a (0) para 10, 15, 100 % de RCD.

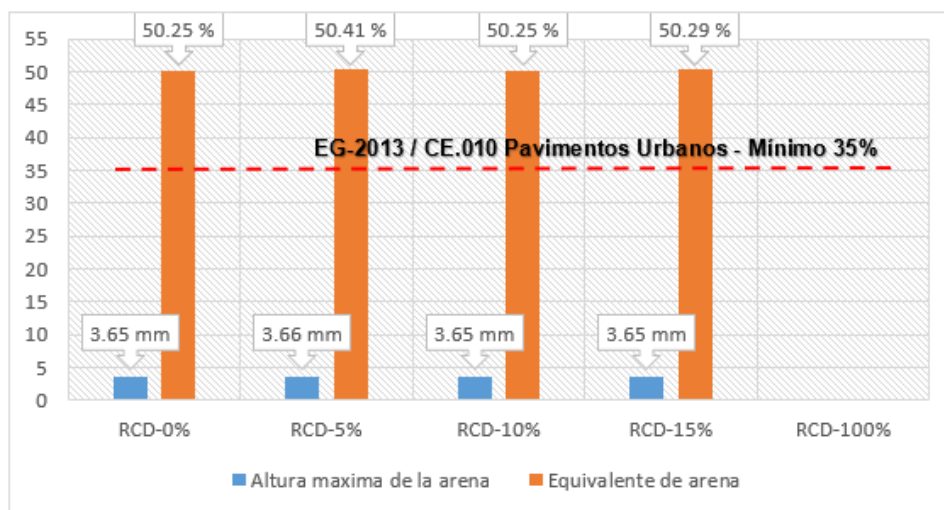
### Ensayo de equivalente de arena

Se presenta los resultados inferidos del equivalente de arena adicionando RCD.

**Tabla 30.** *Equivalente de arena adicionando 0%, 5%, 10%, 15%, 100% de RCD.*

Muestra		Altura máxima de la arena (mm)	Equivalente de arena (%)
Primera dosificación - RCD	0%	3.65	50.25
Segunda dosificación - RCD	5 %	3.66	50.41
Tercera dosificación - RCD	10 %	3.65	50.25
Cuarta dosificación - RCD	15 %	3.65	50.29
Quinta dosificación - RCD	100 %	-	-

Fuente: Elaboración propia



**Figura 35.** Ensayo equivalente de arena

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 30 y la figura 35 se tiene que considerando la muestra patrón 0% de RCD (material de cantera) se incrementa un 43.57 % por encima de la normativa. Adicionándose un 5% de RCD se cuantifica un incremento del 0.32 % del equivalente de arena y un 44.03% por encima de la normativa. Adicionándose un 10% de RCD se cuantifica un incremento del 0% de equivalente de arena y un 43.57 % por encima de la normativa. Adicionándose un 15% de RCD se cuantifica un incremento del 0.08% de equivalente de arena y un 43.69 % por encima de la normativa. Por tanto, en total las dosificaciones contempladas en la investigación, están cumpliendo los requisitos permisibles, expuestos en la normativa EG-2013 y CE.010. Finalmente, no se verifica ningún valor para la adición del 100% de RCD.

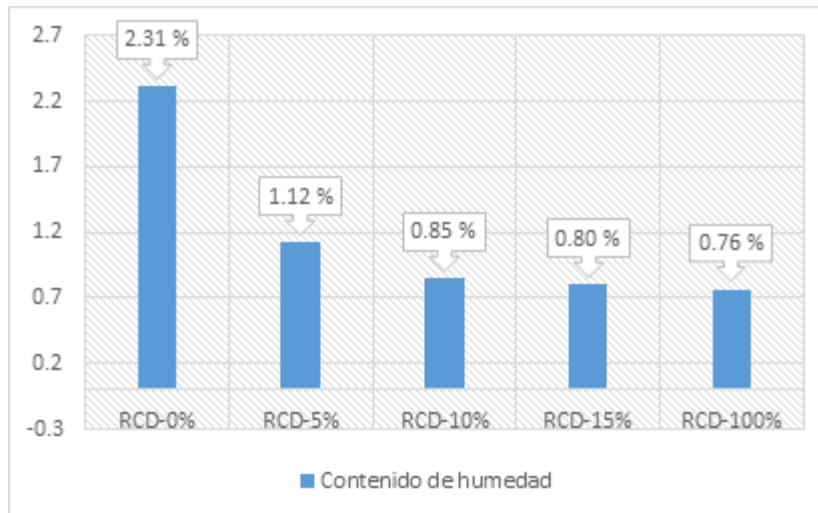
### Contenido de humedad

Se exhibe los resultados inferidos del contenido de humedad con RCD.

**Tabla 31.** Contenido de humedad adicionando 0%, 5%, 10%, 15%, 100% de RCD.

Muestra	RCD (%)	Contenido de humedad (%)
Primera dosificación - RCD	0%	2.31
Segunda dosificación - RCD	5 %	1.12
Tercera dosificación - RCD	10 %	0.85
Cuarta dosificación - RCD	15 %	0.80
Quinta dosificación - RCD	100 %	0.76

Fuente: Elaboración propia



**Figura 36.** *Ensayo de contenido de humedad*

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Según la tabla 31 y la figura 36 se tiene que adicionándose un 0% de RCD (material de cantera) se cuantifica un 2.31 % de humedad. Adicionándose un 5% de RCD se cuantifica una reducción del 51.52 % de humedad. Adicionándose un 10% se cuantifica una reducción del 63.20 % de humedad. Adicionándose un 15% se cuantifica una disminución del 65.37 % de humedad. Finalmente adicionándose un 100 % de RCD se cuantifica un reducción del 67.10 % de humedad. Por tanto, adicionándose porcentajes controlados de RCD se verifica una disminución importante en el contenido de humedad.

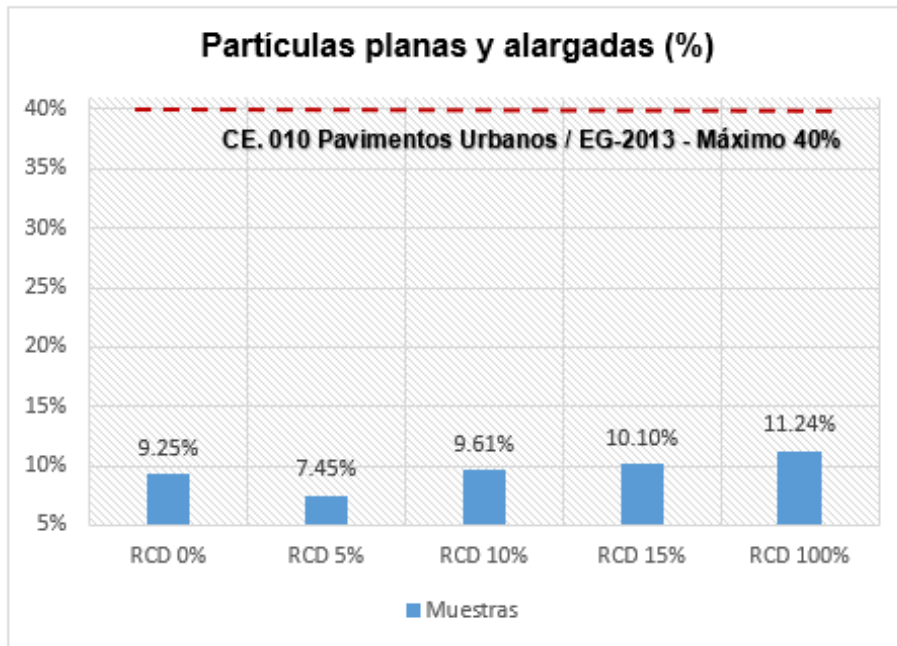
### Índice de aplanamiento y alargamiento

Se brindan la cuantificación de los índices de aplanamiento y alargamiento en las dosificaciones de la investigación.

**Tabla 32.** *Ensayo de índice de aplanamiento y alargamiento.*

Mezclas	Partículas planas y alargadas (%)
Primera dosificación – RCD 0%	9.25
Segunda dosificación – RCD 5%	7.45
Tercera dosificación – RCD 10%	9.61
Cuarta dosificación – RCD 15%	10.10
Quinta dosificación – RCD 100%	11.24

Fuente: Elaboración propia



**Figura 37.** Índice de aplanamiento y alargamiento

Fuente: Elaboración propia

A partir de la tabla 32 y la figura 37, se observa que considerando la muestra patrón 0 % RCD (material de cantera) genera un 9.25 % de partículas chatas y alargadas siendo un 76.88 % por debajo de la norma. Adicionándose un 5 % de RCD se cuantifica una reducción del 19.46 % en las partículas y un 81.38 % por debajo de la norma. Adicionándose un 10% se cuantifica un aumento del 3.89 % de partículas y un 75.98 % por debajo de la norma. Adicionándose un 15 % se cuantifica un aumento del 9.19 % de partículas y un 74.75 % por debajo de la norma. Finalmente adicionándose un 100 % de RCD se cuantifica un aumento del 21.51 % de partículas y un 71.90 % por debajo de la norma. Infiriéndose que en totalidad las adiciones investigadas, brindan indicadores que se encuentran dentro de las normativas EG-2013 y CE. 010, ya que se infiere que se encuentran por debajo del 40% que es lo permisible. En consecuencia, no habrá inconvenientes por la trabajabilidad, y facilidad para la compactación, sin quebrarse las partículas, inexistencia en la direcciones de resistencia.

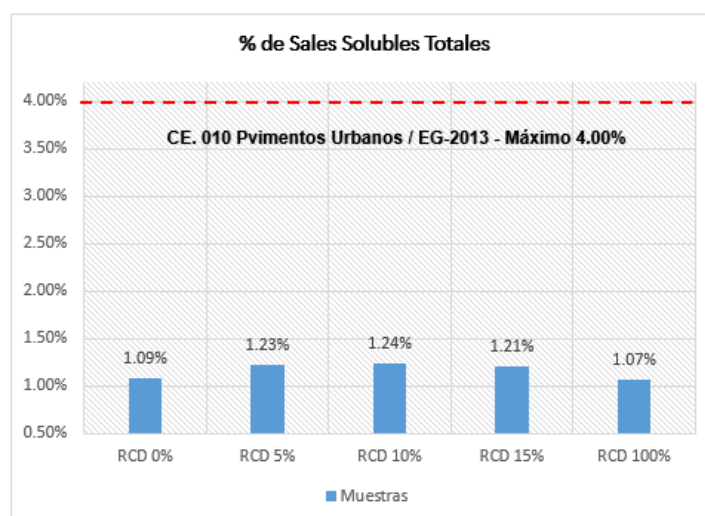
### **Sales solubles totales**

Referente a la determinación de ensayos de sales solubles, considerando las adiciones de RCD se muestran en la tabla 33.

**Tabla 33.** Sales solubles totales adicionando 5%, 10%, 15% y 100% de RCD.

Muestra		Sales Solubles Totales	%
Primera dosificación - RCD	0%	10933.33 ppm	1.09%
Segunda dosificación - RCD	5 %	12276.67 ppm	1.23%
Tercera dosificación - RCD	10 %	12400.00 ppm	1.24%
Cuarta dosificación - RCD	15 %	12060.00 ppm	1.21%
Quinta dosificación - RCD	100 %	10680.00 ppm	1.07%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 38.** Ensayo de sales solubles totales adicionando 5%, 10%, 15% y 100% de RCD

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados evaluados para la tabla 33 y la figura 38, se deduce que adicionando RCD produce en principio un aumento en el porcentaje y luego se nota un aminoramiento porcentual de sales solubles. Integralmente las dosificaciones en la investigación hacen que se satisfaga los requerimientos, normados en la EG-2013 y CE 010, localizándose inferior al permisible máximo del 4%.

**Objetivo específico 1:** Determinar el grado de **plasticidad** en la base granular del pavimento flexible adicionando RCD, distrito de Ilo, 2022. Para ello fue necesario realizar los ensayos de las propiedades físicas del material como los ensayos de limite líquido (LL), plástico (LP) e índice de plasticidad(IP).

**Límites de Atterberg:** Referente al comportamiento del suelo, se cuantifica la modificación que se genera ante el incremento de agua, verificándose un cambio de estados, solido rígido, solido plástico y liquido viscoso.



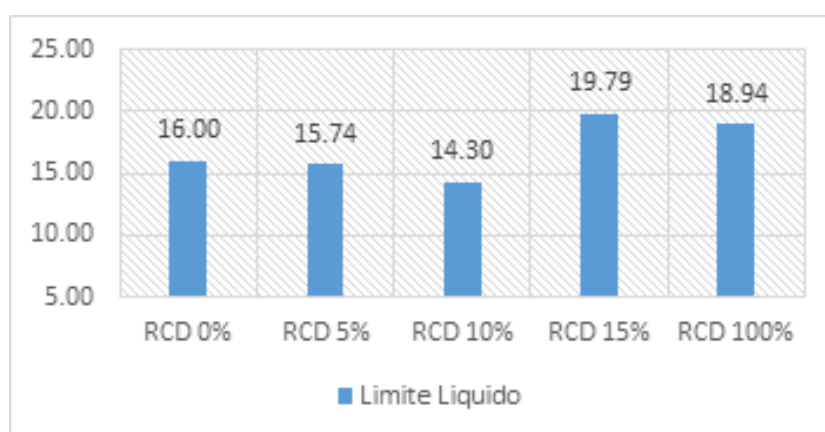
**Figura 39.** Ensayo de límites de consistencia

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 34.** Ensayo de plasticidad adicionando 0%, 5%, 10%, 15%, 100% de RCD.

Muestra		Grado de plasticidad		
		LL	LP	IP
Primera dosificación - RCD	0%	16.00	8.33	7.67
Segunda dosificación - RCD	5 %	15.74	8.65	7.09
Tercera dosificación - RCD	10 %	14.30	8.10	6.20
Cuarta dosificación - RCD	15 %	19.79	13.88	5.91
Quinta dosificación - RCD	100 %	18.94	NP	NP

Fuente: Elaboración propia



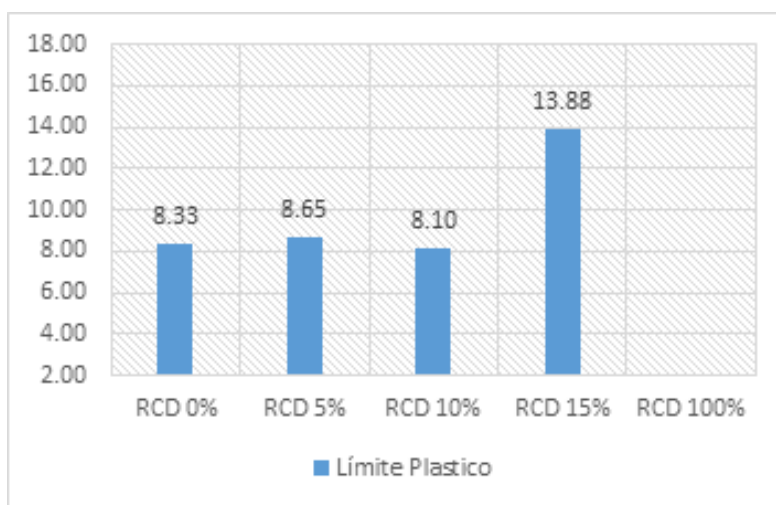
**Figura 40.** Límite líquido.

Fuente: Elaboración propia

Según la figura 40 se observa en la adición de 0% de RCD (material de cantera) respecto al límite líquido, un valor de 16. Adicionándose un 5% de RCD se cuantifica una reducción de 1.63 %. Adicionándose un 10 % de RCD se cuantifica una



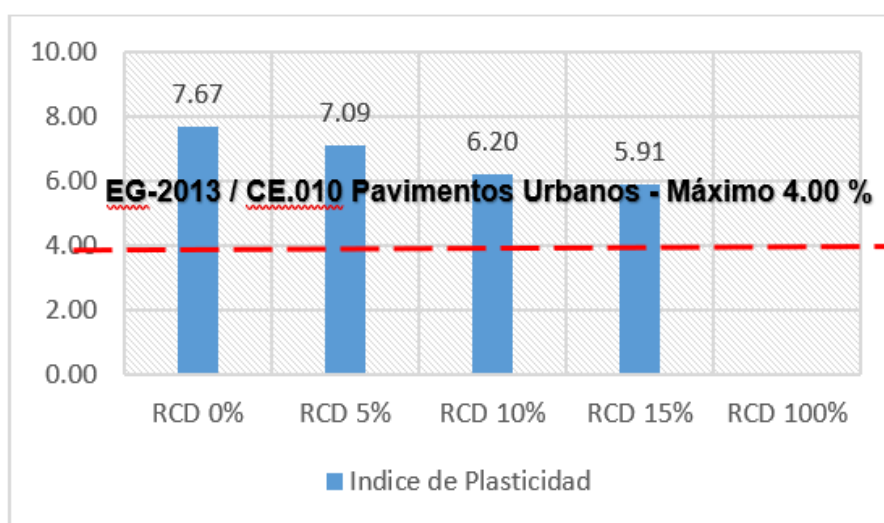
disminución del 10.63 %. Adicionándose un 15 % de RCD se cuantifica un aumento del 23.69 %. Finalmente adicionándose un 100 % de RCD se cuantifica aumento del 18.38 %.



**Figura 41. Límite plástico**

Fuente: Elaboración propia

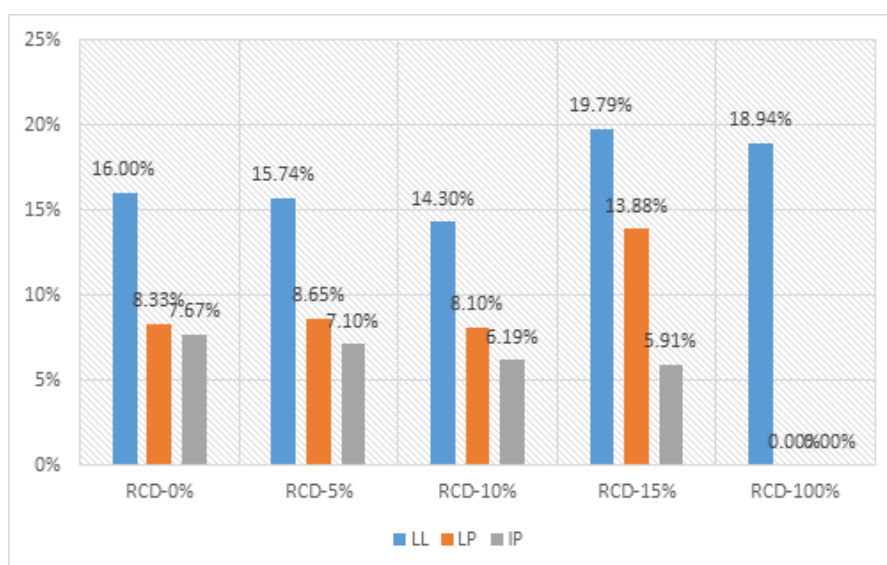
Según la figura 41 está considerado que el 0% de RCD (material de cantera) referido al límite plástico, un valor de 8.33. Adicionándose un 5% de RCD se cuantifica un aumento del 3.84 %. Adicionándose un 10 % de RCD se cuantifica una disminución del 2.76 %. Adicionándose un 15 % de RCD se cuantifica un aumento del 66.63 %. Finalmente adicionándose un 100 % de RCD no se presenta ningún valor. Adicionándose RCD, genera variaciones en el valor porcentual del LP de la muestra.



**Figura 42. Índice de plasticidad.**

Fuente: Elaboración propia

Según la figura 42 se contempla que la adición de 0% de RCD (material de cantera) referido al índice de plasticidad, un valor de 7.67. Adicionándose un 5% de RCD se cuantifica una disminución del 7.56 %. Adicionándose un 10 % de RCD se cuantifica una disminución del 19.17 %. Adicionándose un 15 % de RCD se cuantifica una disminución del 22.95 %. Finalmente adicionándose un 100 % de RCD no se presenta ningún valor. Referente a una clasificación de suelos, considerando el IP, según MTC, estas dosificaciones, son clasificadas del tipo arcilloso cuya plasticidad es media. Integralmente, las dosificaciones no superan los máximos requeridos por la EG-2013 y CE.010.



**Figura 43.** Plasticidad adicionando 0%, 5%, 10%, 15% y 100% de RCD

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** Como se ve la tabla 34 y la figura 43, verifica los valores referidos al grado de plasticidad considerándose una adición del 5% de RCD el LP aumenta un 3.84 %, el LL disminuye en 1.63 % y el IP disminuye en 7.56 %. Adicionándose 10% de RCD el LP disminuye en 2.76 %, el LL disminuye a 10.63 % y el IP disminuye en 19.17 % Adicionándose un 15% de RCD el LP aumenta en 66.63 %, el LL aumenta en 23.69 % su IP disminuye a 22.95 %. Adicionándose un 100% de RCD no posee LP, IP, tan solamente posee un incremento del LL en 18.38 %.

**Objetivo específico 2** Determinación de la influencia en la compactación de la base granular del pavimento flexible adicionando RCD, distrito de Ilo, 2022. Para ello fue ineludible la realización del ensayo Proctor modificado determinando la máxima densidad seca y humedad óptima.

## Ensayo de compactación - Proctor modificado

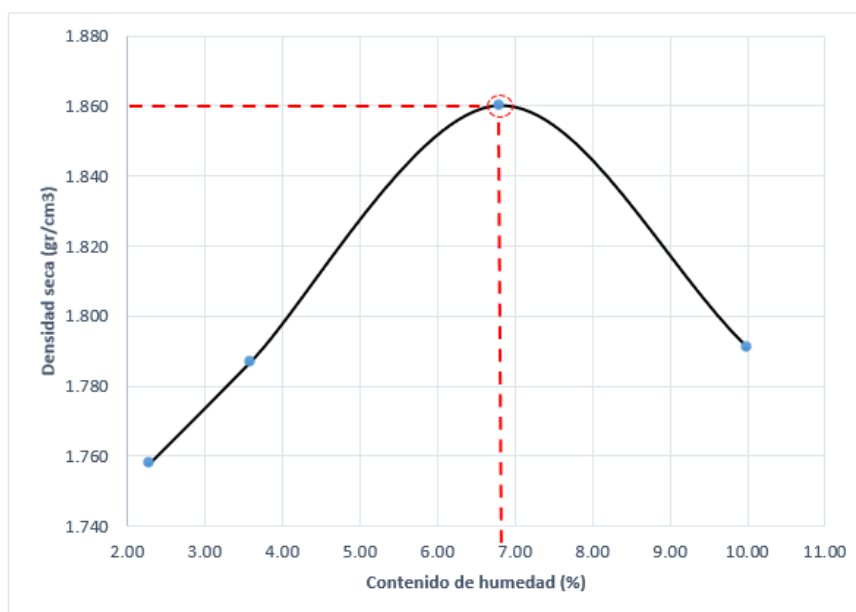
Se brindan las cuantificaciones referidas a la compactación, para el material base y en las dosificaciones consideradas de la investigación. Estas dosificaciones fueron sometidas a compactación, conforme a normativa regulatoria de materiales en base granular de pavimentos.

**Primera Dosificación:** Se compone de 0% de RDC + 100% de Material Granular

**Tabla 35.** Densidad seca y contenido de agua primera dosificación.

Contenido de agua (%)	Peso volumétrico seco (gr/cm <sup>3</sup> )
2.30	1.758
3.60	1.787
6.80	1.860
10.00	1.791

Fuente: Elaboración propia



**Figura 44.** Curva de compactación de 0% de RDC + 100% de Material Granular

Fuente: Elaboración propia

Referente a los ensayos de compactación ejecutados, para la primera dosificación, con variaciones de contenido de agua, para la obtención de densidad seca, individualmente, estos fueron mostrados en la tabla 35, la cual posteriormente se verificó en la figura 44 estos valores, generando una curva, definiendo una densidad

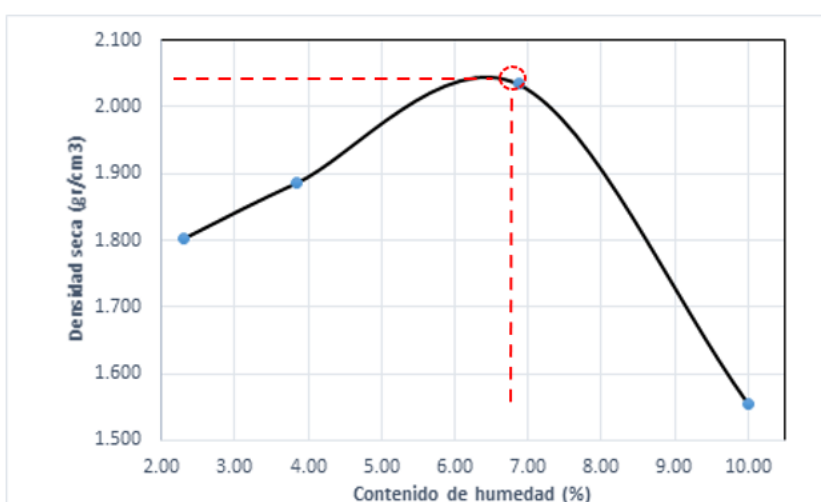
seca de 1.860 gr/cm<sup>3</sup>, relacionándose a una humedad optima de 6.80 % para la muestra en cuestión.

**Segunda Dosificación** Se compone de 5% de RDC + 95% de Material Granular

**Tabla 36.** Densidad seca y contenido de agua segunda dosificación.

Contenido de agua (%)	Peso volumétrico seco (gr/cm <sup>3</sup> )
2.30	1.802
3.85	1.886
6.88	2.034
10.00	1.555

Fuente: Elaboración propia



**Figura 45.** Curva de compactación de 5% de RDC + 95% de Material Granular

Fuente: Elaboración propia

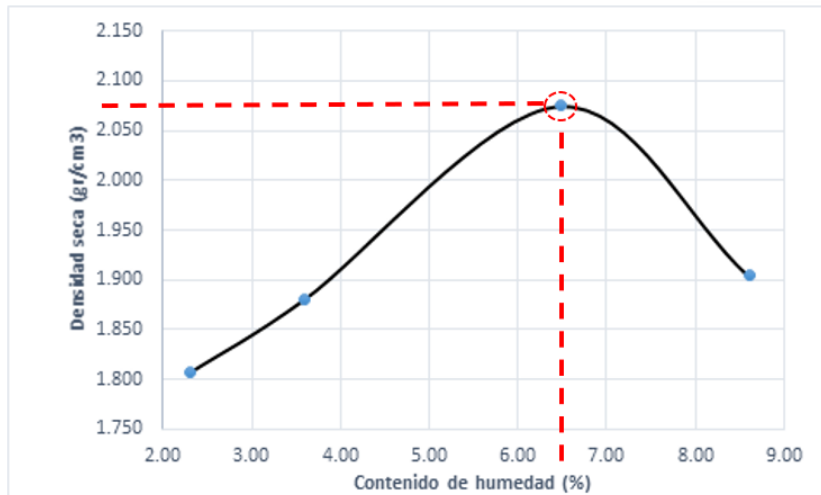
Referente a los ensayos de compactación realizados, para la segunda dosificación, con variaciones de contenido de agua, para la obtención de densidad seca, individualmente, estos fueron mostrados en la tabla 36, la cual posteriormente se verifico en la figura 45 estos valores, generando una curva, definiendo una densidad seca de 2.034 gr/cm<sup>3</sup>, relacionándose con una humedad optima de 6.88 % para la muestra en cuestión.

**Tercera Dosificación** Se compone de 10% de RDC + 90% de Material Granular

**Tabla 37.** Densidad seca y contenido de agua tercera dosificación.

Contenido de agua (%)	Peso volumétrico seco (gr/cm <sup>3</sup> )
2.30	1.807
3.60	1.881
6.48	2.075
8.61	1.904

Fuente: Elaboración propia



**Figura 46.** Curva de compactación de 10% de RDC + 90% de Material Granular

Fuente: Elaboración propia

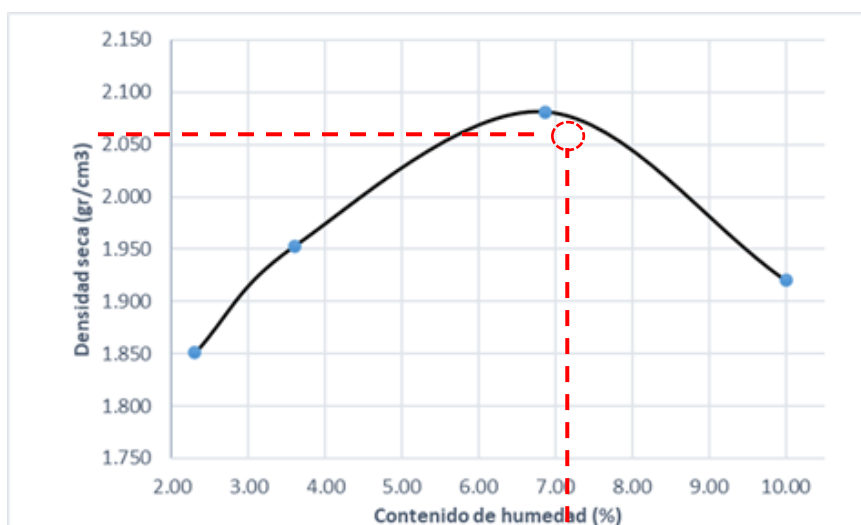
Referente a los ensayos de compactación realizados, para la tercera dosificación, con variaciones de contenido de agua, para la obtención de densidad seca, individualmente, estos fueron mostrados en la tabla 37, la cual posteriormente se verificó en la figura 46 estos valores, generando una curva, definiendo una densidad seca de 2.075 gr/cm<sup>3</sup>, relacionándose con la humedad óptima de 6.48 % para la muestra en cuestión.

**Cuarta Dosificación** Se compone de 15% de RDC + 85% de Material Granular

**Tabla 38.** Densidad seca y contenido de agua cuarta dosificación.

Contenido de agua (%)	Peso volumétrico seco (gr/cm <sup>3</sup> )
2.30	1.851
3.60	1.953
6.86	2.081
10.00	1.920

Fuente: Elaboración propia



**Figura 47. Curva de compactación de 15% de RDC + 85% de Material Granular**

Fuente: Elaboración propia

Referente a los ensayos de compactación realizados, para la cuarta dosificación, con variaciones de contenido de agua, para la obtención de densidad seca, individualmente, estos fueron mostrados en la tabla 38, la cual posteriormente se verifico en la figura 47 estos valores, generando una curva, definiendo una densidad seca de 2.081 gr/cm<sup>3</sup>, relacionándose con la humedad optima de 6.86% para la muestra en cuestión.

**Quinta Dosificación** Se compone de 100% de RDC + 0% de Material Granular

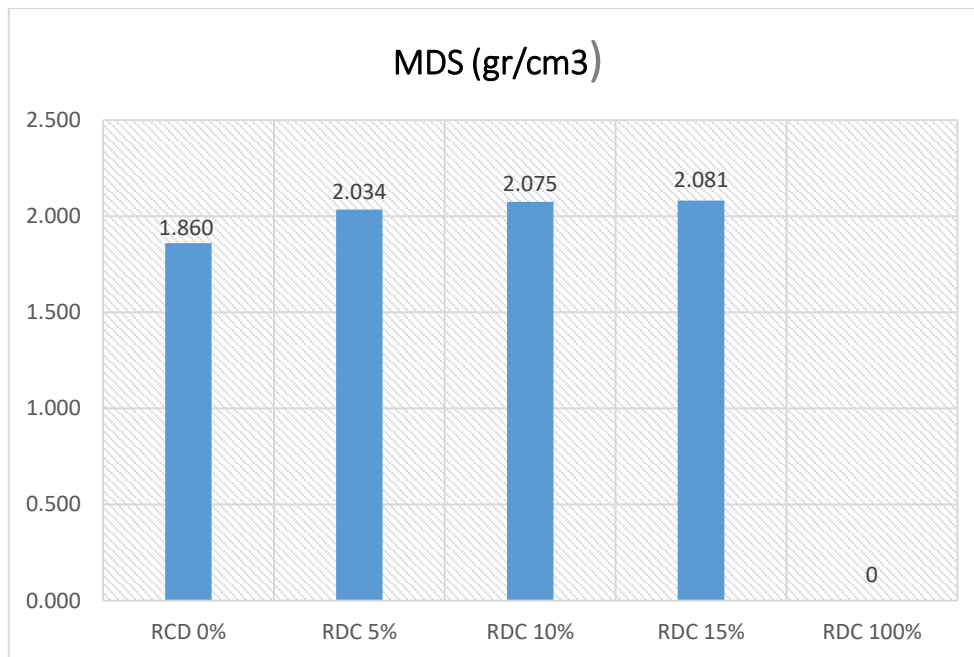
Para la quinta dosificación no se verifica ningún valor ya que este material no presenta (NP) optimo contenido de humedad (OCH) de igual manera sucede con la máxima densidad seca (MDS) por ser un material reciclado.

### **Ensayo de densidad máxima seca (MDS) y humedad optima (OCH)**

**Tabla 39. Síntesis del ensayo Proctor.**

Muestras		MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)
Primera dosificación - RCD	0%	1.860	6.80
Segunda dosificación - RCD	5 %	2.034	6.88
Tercera dosificación - RCD	10 %	2.075	6.48
Cuarta dosificación - RCD	15 %	2.081	6.86
Quinta dosificación - RCD	100 %	NP	NP

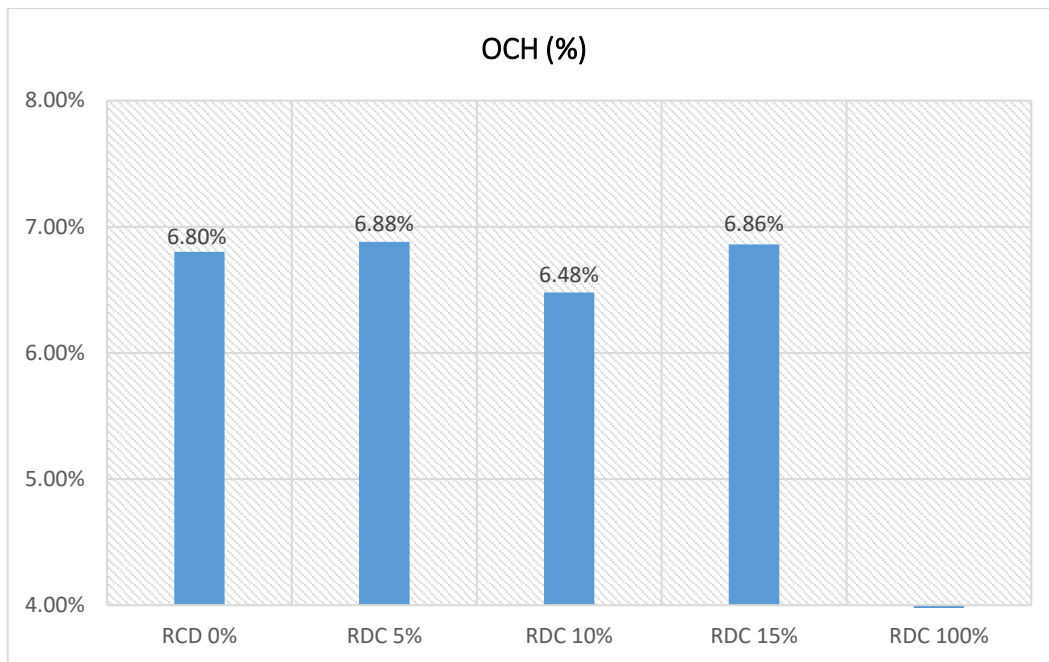
Fuente: Elaboración propia



**Figura 48.** Máximas densidades secas adicionando 0%, 5%, 10% y 100% de RCD

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Según la tabla 39 y figura 48 se tiene con referencia de la muestra patrón, una máxima densidad seca (MDS) de 1.86 kg/cm<sup>3</sup>. Con la adición del 5% de RCD se tiene un incremento en la MDS del 9.35 %. Adicionando 10 % de RCD se tiene un incremento en la MDS del 11.56 %. Adicionando un 15% de RCD se verifica un incremento en la MDS del 11.88 %. Finalmente, para una adición del 100 % no se presenta ninguna densidad máxima seca. Por tanto, se observa el incremento porcentual de RCD, generando un aumento en valores de la densidad máxima; por ello si se proporciona mayores porcentajes se verifica una mejora en la compactación, indicando que el RCD es directamente proporcional al valor obtenido de la densidad seca. Debido a la baja absorción y/o retención de agua e los RCD.



**Figura 49.** Contenidos de humedades óptimos adicionando 0%, 5%, 10% y 100% de RCD

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Se tiene que según la tabla 39 y figura 49 adicionando 0% de RCD se cuantifica un 6.80 % de óptimo contenido de humedad (OCH). Con la adición del 5% de RCD se verifica un incremento en el OCH del 1.18 %. Adicionando 10 % de RCD se tiene una disminución en el OCH del 4.71 %. Con adición del 15 % de RCD se tiene un incremento en el OCH del 0.88 %. Se evidencia un aumento considerable en los valores referentes a la máxima densidad seca, ya que, si se adicionan porcentajes altos, se verificará en el incremento de la compactación de las adiciones, verificándose también una reducción considerable de la humedad óptima en cada una, debido a un incremento en las gravas de la dosificación.

**Objetivo específico 3** Determinar la resistencia al corte de la base granular del pavimento flexible con RCD mediante el ensayo de CBR, Distrito de Ilo, 2022. Para ello fue necesario ejecutar los ensayos de las propiedades mecánicas del material como son ensayo de CBR y Abrasión los Ángeles. Se realizaron los ensayos de los materiales por separado, cuyo fin es la determinación de aquellas características mecánicas de cada material componente en la base del pavimento flexible.

**Índice de Soporte de California (CBR):** Son realizados con las dosificaciones consideradas en la investigación, determinándose para los índices de humedad óptima obtenidos en la prueba Proctor modificado.





**Figura 50.** Ensayo de CBR para las dosificaciones

Fuente: Elaboración propia

Prosiguiendo, se da a conocer la capacidad de soporte (CBR) la cual fue realizado para las dosificaciones del 0%, 5%, 10%, 15% y 100% de RCD.

**Primera Dosificación:** Se compone de 0% de RDC + 100% de Material Granular

**Tabla 40.** Resultados del CBR primera dosificación.

N.º de Golpes	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	CBR corregido	
		0.1"	0.2"
56	1.976	87.00	97.30
25	1.800	57.00	60.70
10	1.754	19.10	20.10

Fuente: Elaboración propia

Con relación a ASTM D 1585, en la primera dosificación los índices de CBR, resultan a una penetración de 0.1"; bajo la consideración de que comparativamente sea menos a los valores de 0.2". Por lo que el índice de CBR para la primera dosificación al 100% del MDS es 87.00 % y al 95% de la MDS es 74.00 %, todos éstas para 0.1" (2.54 mm).

**Segunda Dosificación:** Se compone de 5% de RDC + 95% de Material Granular

**Tabla 41.** CBR para la segunda dosificación.

N.º de Golpes	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	CBR corregido	
		0.1"	0.2"
56	2.169	91.40	94.30
25	2.052	73.90	71.70
10	1.859	28.90	30.70

Fuente: Elaboración propia

Con relación a ASTM D 1585, en la segunda dosificación los índices de CBR, resultan a una penetración de 0.1"; bajo la consideración de que comparativamente sea menos a los valores de 0.2". Por lo que el índice de CBR para la primera dosificación al 100% de la MDS es 91.40 % y al 95% de la MDS es 82.00 %, todos éstas para 0.1" (2.54 mm).

**Tercera Dosificación:** Se compone de 10% de RDC + 90% de material granular

**Tabla 42.** CBR para la tercera dosificación.

N.º de golpes	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	CBR corregido	
		0.1"	0.2"
56	2.192	95.00	96.70
25	2.075	78.90	75.10
10	1.933	36.60	33.20

Fuente: Elaboración propia

Con relación a ASTM D 1585, en la tercera dosificación los resultados del índice de CBR, resultan a una penetración de 0.1"; bajo la consideración de que comparativamente sea menos a los valores de una penetración de 0.2". Por lo que el índice de CBR para la muestra de la primera dosificación al 100% de la MDS es 95.00 % y al 95% de la MDS es 86.90 %, todos éstas para 0.1" (2.54 mm).

**Cuarta Dosificación** Se compone de 15% de RDC + 85% de Material Granular

**Tabla 43.** CBR para la cuarta dosificación.

N.º de Golpes	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	CBR corregido	
		0.1"	0.2"
56	2.231	95.40	96.90
25	2.080	73.90	71.70
10	2.024	30.50	31.80

Fuente: Elaboración propia

Con relación a ASTM D 1585, en la cuarta dosificación los resultados del índice de CBR, resultan a una penetración de 0.1"; bajo la consideración de que comparativamente sea menos a los valores de una penetración de 0.2". Por lo que el índice de CBR para la muestra de la primera dosificación al 100% de la MDS es 95.40 % y al 95% de la MDS es 84.00 %, todos éstas para 0.1" (2.54 mm).

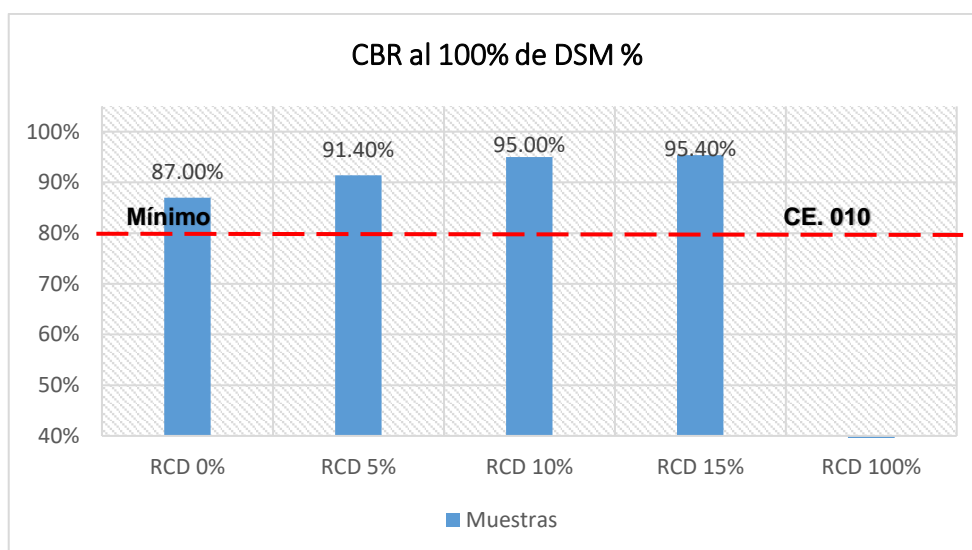
**Quinta Dosificación** Se compone de 100% de RCD + 0% de Material Granular  
No se verifica ningún valor para la adición del 100% de RCD.

Prosiguiendo, la tabla 44 resumen los principales resultados derivados del ensayo de CBR, a las dosificaciones empleadas en la investigación.

**Tabla 44.** Resultados del CBR adicionando 5%, 10%, 15% y 100% de RCD.

Muestra	Ensayo de CBR	
	CBR al 95%	CBR al 100 %
Primera dosificación – RCD 0%	74.00	87.00
Segunda dosificación – RCD 5 %	82.00	91.40
Tercera dosificación – RCD 10 %	86.90	95.00
Cuarta dosificación – RCD 15 %	84.00	95.40
Quinta dosificación – RCD 100 %		

Fuente: Elaboración propia



**Figura 51.** Índices de CBR adicionando 5%, 10%, 15% y 100% de RCD

Fuente : Elaboración propia

**Interpretación:** Según la tabla 44 y la figura 51 se verifica que con referencia a la muestra patrón, los valores referidos al CBR en un 95% y 100 %, resultan, 74 y 87

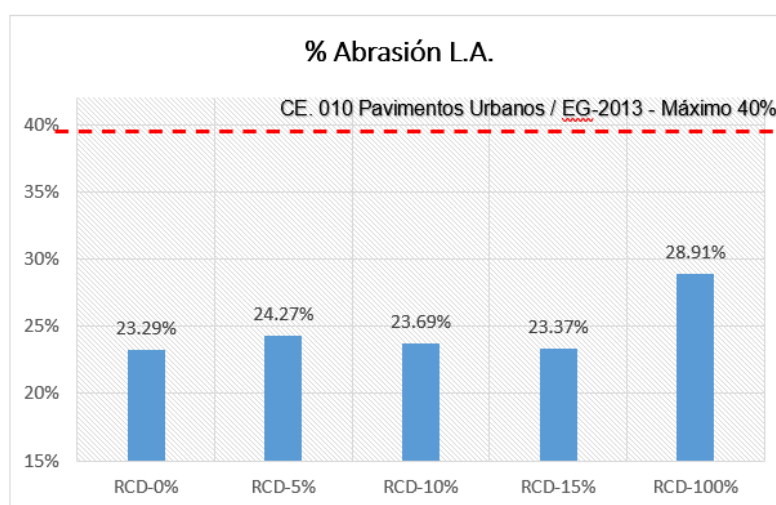
respectivamente. Considerando una adición de 5 % de RCD los valores referidos al CBR en un 95% y 100 %, resultan en un incremento del 10.81 % y 5.06 % respectivamente. Considerando una adición de 10% de RCD los valores referidos al CBR en un 95% y 100 %, resultan en un incremento del 17.43 % y 9.20 % respectivamente. Considerando una adición de 15% de RCD los valores referidos al CBR en un 95% y 100 % resultan en un incremento del 13.51 % y 9.66 % respectivamente. Asimismo, considerando las normativas viales EG-2013 y CE 0.10 brindan índices de satisfacción referente a calidad, ya que poseen un índice de CBR por encima del 80%. Finalmente, no se verifica ningún valor para la adición del 100% de RCD.

**Ensayo de abrasión los ángeles:** Se muestra en la tabla 45 los resultados de la prueba de abrasión destinado hacia los agregados menores a 1 ½” con las dosificaciones consideradas en la investigación.

**Tabla 45.** Ensayo de abrasión adicionando 5%, 10%, 15% y 100% de RCD.

Muestra	Porcentaje obtenido (%)	
Primera dosificación - RCD	0%	23.29
Segunda dosificación - RCD	5 %	24.27
Tercera dosificación - RCD	10 %	23.69
Cuarta dosificación - RCD	15 %	23.37
Quinta dosificación - RCD	100 %	

Fuente : Elaboración propia



**Figura 52.** Ensayo de abrasión Los Ángeles adicionando 5%, 10%, 15% y 100% de RCD

Fuente : Elaboración propia

Según la tabla 45 y figura 52, con referencia a la muestra patrón se cuantifica un 23.29 % de desgaste. Adicionándose un 5% de RCD se cuantifica un incremento del 4.21 % en el desgaste y un 41.78 % por debajo de la norma. Adicionándose un 10% de RCD se cuantifica un incremento del 1.72 % de desgaste y un 39.33 % debajo de la norma. Adicionándose un 15% de RCD se cuantifica un incremento del 0.34 % de desgaste y un 40.78 % debajo de la norma. Adicionándose un 100% de RCD se cuantifica un incremento del 24.13 % de desgaste y un 27.73 % debajo de la norma. Se observa que la adición de residuo construcción y demolición al principio indica un incremento porcentual en el desgaste, pero mientras se va aumentando los RCD va disminuyendo el desgaste infiriendo que, si se incorpora mayores adiciones de RCD, la resistencia a la abrasión será sumamente afectada. Se visualiza que en gran porcentaje las combinaciones realizadas, cumplen con lo exigido por normativas viales, tales como EG-2013 y CE-010, ubicándose estos valores por debajo del valor permisible (50%). Se resalta finalmente que ante la adición del 100 % de RCD, causa un mayor impacto en el desgaste, reduciendo considerablemente la resistencia a la abrasión adecuada.

### **Contrastación de hipótesis**

#### **Prueba de normalidad de las variables**

**H<sub>0</sub>:** Los resultados referidos a la adición de RCD (concreto reciclado CR) no posee normalidad

**H<sub>1</sub>:** Los resultados referidos a la adición de RCD (concreto reciclado CR) poseen normalidad

#### **Nivel de significancia**

$\alpha = 0.05$

#### **Estadístico prueba**

Shapiro-Wilks

**Tabla 46.** Resultados prueba de normalidad.

	<b>Pruebas de normalidad</b>					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Residuos de construcción y demolición	0.393	9	0.00045	0.657	9	0.00045
Base granular	0.390	9	0.00045	0.661	9	0.00045

Fuente: Elaboración propia

**Decisión:**

$P_{\text{valor}} = 0.00045 < 0.05$

**Conclusión:** Con un nivel de significancia de 0.0001 Los resultados referidos a la adición de RCD (concreto reciclado CR) poseen normalidad

**Contrastación de hipótesis general**

**Ho:** No es posible evaluar las propiedades físico-mecánicas adicionando RCD en la base granular del pavimento flexible, Distrito de Ilo, 2022.

**H1:** Evaluar las propiedades físico-mecánicas adicionando RCD, en la base granular del pavimento flexible, Distrito de Ilo, 2022.

**Nivel de significancia**

$\alpha = 0.05$

**Estadístico prueba**

Coefficiente de correlación de Pearson

**Tabla 47.** Coeficiente de correlación de Pearson.

Residuos de construcción y demolición	Correlación	1	0.999**
	Sign. (bilateral)		0.00005
	N	9	9
Base granular	Correlación	0.999**	1
	Sign. (bilateral)	0.00005	
	N	9	9

Fuente: Elaboración propia.

### Decisión:

$$P_{\text{valor}} = 0.00005 < 0.05$$

Por tanto, se acepta la hipótesis alterna.

**Conclusión:** Con un nivel de significancia de 0.00005 es posible evaluar las propiedades físico-mecánicas adicionando RCD en la base granular del pavimento flexible, Distrito de Ilo, 2022 en porcentajes de 5%, 10% y 15%.

### Contrastación de hipótesis específica 1

**Ho:** La plasticidad en la base granular del pavimento flexible no sería idónea si se adicionan RCD, Distrito de Ilo, 2022

**H1:** La **plasticidad** en la base granular del pavimento flexible sería idónea si se adicionan RCD, Distrito de Ilo, 2022

### Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

### Estadístico prueba

**Tabla 48.** Coeficiente de correlación de Pearson primera hipótesis.

Plasticidad cantera	Correlación	1
	Sign. (bilateral)	-
	N	3
Plasticidad 5%	Correlación	1.000**
	Sign. (bilateral)	0.0001
	N	3
Plasticidad 10%	Correlación	1.000**
	Sign. (bilateral)	0.0002
	N	3
Plasticidad 15%	Correlación	1.000**
	Sign. (bilateral)	0.0001
	N	3
Plasticidad 100 %	Correlación	-
	Sign. (bilateral)	-
	N	-

Fuente: Elaboración propia

### Decisión:

$P_{\text{valor}} = 0.0001, 0.0002 \text{ y } 0.0001 < 0.05$

Por tanto, se valida la hipótesis del investigador (H1).

**Conclusión:** Con una significancia de 0.0001, 0.0002 y 0.0001 la plasticidad en la base granular del pavimento flexible sería idónea si se adicionan RCD, Distrito de Ilo, 2022 en porcentajes de 5%, 10% y 15%.

### Contrastación de hipótesis específica 2

**Ho:** La compactación en la base granular del pavimento flexible no sería óptima si se adiciona RCD.

**H1:** La **compactación** en la base granular del pavimento flexible sería óptima si se adiciona RCD.

### Nivel de significancia

$\alpha = 0.05$

### Estadístico prueba

**Tabla 49.** Coeficiente de correlación de Pearson segunda hipótesis.

Proctor cantera	Correlación	1
	Sign. (bilateral)	-
	N	3
Proctor 5%	Correlación	1,000**
	Sign. (bilateral)	1,3416E-8
	N	3
Proctor 10%	Correlación	1,000*
	Sign. (bilateral)	0,018
	N	3
Proctor 15%	Correlación	1,000**
	Sign. (bilateral)	0.004
	N	3
Proctor 100%	Correlación	-
	Sign. (bilateral)	-
	N	-

Fuente: Elaboración propia



### Decisión:

$P_{\text{valor}} = 1,3416 \text{ E-}8, 0.018, 0.004 < 0.05$

Por tanto, se valida la hipótesis del investigador (H1).

**Conclusión:** Con una significancia de 1,3416 E-8, 0.018 y 0.004 La compactación en la base granular del pavimento flexible sería óptima si se adiciona RCD en porcentajes de 5%, 10% y 15%.

### Contrastación de hipótesis específica 3

**Ho:** La **resistencia** al corte de la base del pavimento flexible no sería adecuada si se adicionando RCD, Distrito de Ilo, 2022.

**H1:** La resistencia al corte de la base del pavimento flexible sería adecuada si se adicionando RCD, Distrito de Ilo, 2022

### Nivel de significancia

$\alpha = 0.05$

### Estadístico prueba

**Tabla 50.** Coeficiente de correlación de Pearson tercera hipótesis.

CBR cantera	Correlación	1
	Sign. (bilateral)	-
	N	3
CBR 5%	Correlación	1.000**
	Sign. (bilateral)	0.0002
	N	3
CBR 10%	Correlación	1.000**
	Sign. (bilateral)	0.0004
	N	3
CBR 15%	Correlación	1.000**
	Sign. (bilateral)	0.0001
	N	3
CBR 100%	Correlación	-
	Sign. (bilateral)	-
	N	-

Fuente: Elaboración propia

### Decisión:

$P_{\text{valor}} = 0.0002, 0.0004 \text{ y } 0.0001 < 0.05$

Por tanto, se valida la hipótesis del investigador (H1)

**Conclusión:** Con una significancia de 0.0002, 0.0004 y 0.0001 La resistencia al corte de la base del pavimento flexible sería adecuada si se adicionando RCD, Distrito de Ilo, 2022 en porcentajes de 5%, 10% y 15%.

## V. DISCUSIÓN

**Objetivo general** Evaluar las propiedades físico-mecánicas adicionando RCD en la base granular del pavimento flexible, Distrito de Ilo, 2022.

**Discusión:** En referencia a la cuantificación de propiedades físico-mecánicas adicionando RCD en la base granular del pavimento flexible se tiene que, considerándose la dosificación de RCD en un 0%, 5%, 10%, 15%, 100% se tiene que la altura máxima de la arena es de 3.65 mm. Dosificando el 0% de RCD, equivalente de arena es 50.25 %. Dosificando 5% de RCD, equivalente de arena es de 50.41 %. Dosificando 10% de RCD, el equivalente de arena es 50.25 %. Adicionando 15% de RCD, el equivalente de arena es de 50.29 %. Finalmente, para la dosificación de 100 % de RCD no se presenta ningún valor.

Continuando se tiene que, referido al ensayo de abrasión, considerando una dosificación del 0% RCD presenta un 23.29 % de desgaste. Con un 5 % de RCD, presenta un 24.27 % de desgaste. Con un 10 % de RCD, presenta un 23.69 % de desgaste. Con un 15 % de RCD, presenta un 23.37 % de desgaste. Con un 100 % de RCD, presenta un 28.91 % de desgaste.

Prosiguiendo referido al ensayo de contenido de humedad se tiene que adicionándose un 0% de RCD se cuantifica un 2.31 % de humedad, adicionándose un 5% de RCD se cuantifica un 1.12 % de humedad, adicionándose un 10% se cuantifica un 0.85 % de humedad, adicionándose un 15% se cuantifica un 0.8 % de humedad y finalmente adicionándose un 100 % de RCD se cuantifica un 0.76 % de humedad.

Po otro lado referente al ensayo de equivalente de arena, considerando una dosificación del 0% RCD presenta un 9.25 % de partículas chatas y alargadas. Con un 5 % de RCD, presenta un 9.45 % de partículas chatas y alargadas. Con un 10 % de RCD, presenta un 9.61 % de partículas chatas y alargadas. Con un 15 % de RCD, presenta un 10.10 % de partículas chatas y alargadas. Con un 100 % de RCD, presenta un 11.24 % de partículas.

Finalmente, referido a las sales solubles totales, considerando una dosificación del 0% RCD presenta 10933.33 ppm de solidos solubles, 1766.67 ppm de sulfatos solubles y 1496.67 ppm de cloruros solubles. Con un 5 % de RCD, presenta

12276.67 ppm de sólidos solubles, 1900 ppm de sulfatos solubles y 3323.33 ppm de cloruros solubles. Con un 10 % de RCD presenta 12400 ppm de sólidos solubles, 1963.33 ppm de sulfatos solubles y 4693.33 ppm de cloruros solubles. Con un 15 % de RCD presenta 12060 ppm de sólidos solubles, 5196.67 ppm de sulfatos solubles y 4670 ppm de cloruros solubles. Con un 100 % de RCD presenta 10680 ppm de sólidos solubles, 1566.67 ppm de sulfatos solubles y 1653.33 ppm de cloruros solubles.

Los resultados expuestos guardan relación con Torres (2020) el cual determinó que la granulometría del agregado reciclado de construcción, presenta una grava bien graduada con limo (GW-GM) bajo la clasificación SUCS. Según el AASHTO se obtuvo del tipo A-1-a(1). También indica que si se emplea el 100 % de RCD sería en el empleo de subbase, debido a que se cumple los estándares exigidos por las normativas. Si se aplicara para la base granular se mejorará con la adición de agregado natural en proporciones iguales.

Además, se tiene a Almazan, Sandoval (2019) los cuales brindaron que bajo la consideración de adicionar el 5%, 15% y 25%, según AASHTO se obtuvo del tipo A-1-a(0), para la clasificación SUCS es GP. Concluyendo que es aplicable emplear estos porcentajes en la base y subbase del pavimento.

Apreciándose los resultados expuestos en la investigación y de parte de los antecedentes, estos tienen relación con el objetivo planteado. Por lo cual es objetivo general es eficientemente logrado.

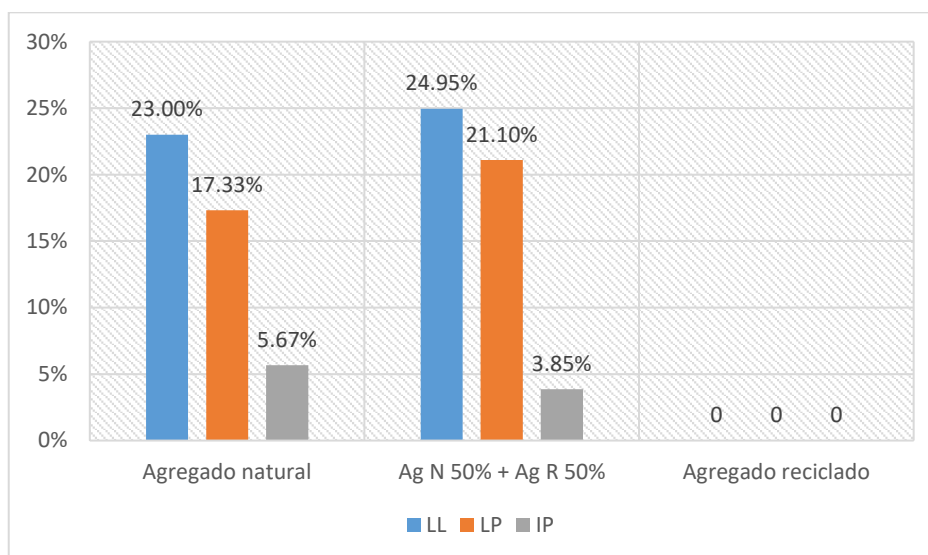
**Objetivos Específicos 1:** Determinar el grado de plasticidad en la base granular del pavimento flexible adicionando RCD, distrito de Ilo, 2022.

**Discusión 1:** En referencia a la determinación del grado de plasticidad en la base granular del pavimento flexible con adición de RCD. Se tiene que para una primera dosificación de RCD-0% el límite plástico (LP) es de 8.33, el límite líquido (LL) es de 16 y el índice de plasticidad (IP) de 18.94. La segunda dosificación de RCD en un 5% el límite plástico (LP) fue de 8.65, el límite líquido (LL) es de 15.74, y el índice de plasticidad (IP) de 7.09. Consecuentemente se tiene que para la tercera dosificación de RCD en un 10% el límite plástico (LP) es de 8.1, el límite líquido (LL) es de 14.3 y el índice de plasticidad resulta 6.2. Prosiguiendo la cuarta dosificación de RCD en un 15%, el límite plástico (LP) es de 13.88, el límite líquido (LL) es de

19.79 y el índice de plasticidad resulta 5.9. Finalmente, la quinta dosificación de RCD en un 100% el límite plástico (LP) es de 0.00, el límite líquido (LL) es de 18.94 y finalmente no presenta índice de plasticidad.

Lo anteriormente expuesto tiene relación con lo expuesto por Hernán (2019) el cual indico que, empleándose los RCD, el Limite liquido (LL); Limite plástico (LP) e Índice de Plasticidad (IP) no se presentan.

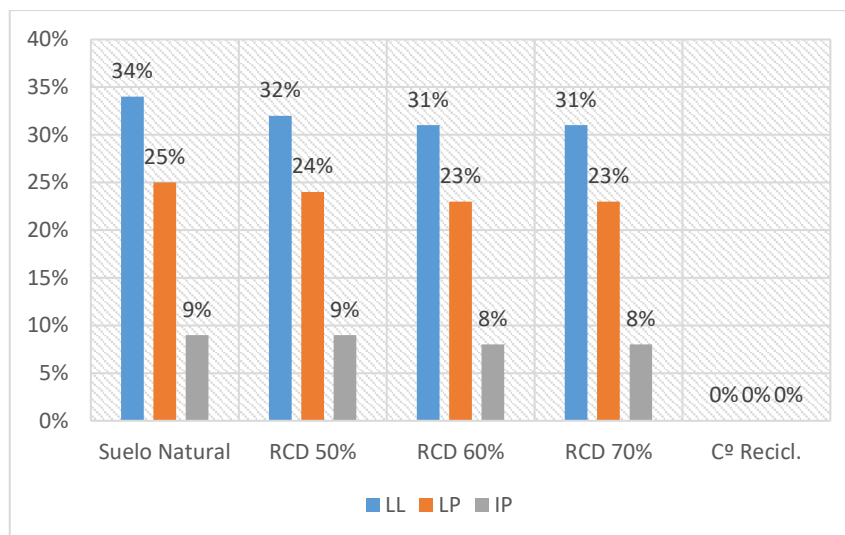
Para Torres Cristian (2020) los resultados referentes a ensayos de agregado natural, agregado reciclado y un 50% de RCD y 50% de agregado natural en aminorando el LL consecuentemente genero un menor IP del agregado natural que estuvo en investigación.



**Figura 53.** Ensayo de límites de plasticidad adicionando 50% de agregado reciclado

Fuente: Torres, 2020

Se tiene también a Chasquero y Hurtado (2019) quienes usaron concreto reciclado de bloques de concreto, el cual indica que no se presenta el IP. Para la mezcla de 50% de concreto reciclado (C<sup>o</sup>R) presenta un LL de 32%, LP de 24%, IP de 9%. Para la mezcla de 60 % de C<sup>o</sup>R, posee un LL (31%), LP(23%), e IP (8 %). Finalmente, para una dosificación del 70% de R<sup>o</sup>C, este posee un LL (31%), LP (23%) e IP (8%).



**Figura 54.** Límites de plasticidad adicionando 50%, 60%, 70% de RCD

Fuente: Chasquero y Hurtado ,2019

Por lo tanto, como se aprecia estos resultados expuestos en la investigación y de parte de los antecedentes, tiene relación con el objetivo planteado. Por lo tanto, el primer objetivo específico es alcanzado de manera satisfactoria.

**Objetivo específico 2:** Determinar la influencia en la compactación de la base granular del pavimento flexible adicionando RCD, Distrito de Ilo, 2022

**Discusión 2:** En referencia a la determinación del grado de influencia en la compactación de la base granular del pavimento flexible adicionando RCD. Se obtuvo que para la primera dosificación de RCD en un 0%, la máxima densidad seca(MDS) fue de 1.86 gr/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima(OCH) de 6.80 %. Para la segunda dosificación de RCD en un 5 %, la MDS fue de 2.112 gr/cm<sup>3</sup> con un OCH de 6.07 %. Para la tercera dosificación de RCD en un 10%, la MDS fue de 2.119 gr/cm<sup>3</sup> con OCH de 5.73 %. Para la cuarta dosificación de RCD en un 15% se consignó una MDS de 2.112 gr/cm<sup>3</sup> y OCH de 5.72 %. Finalmente, para la adición del 100% de RCD no se presenta valores.

Por otro lado, referente a la clasificación de suelos se tiene que, para la primera dosificación de RCD en un 0%, 41.69 % de gravas, 51.10 % de arena, 7.22 de finos, clasificación SUCS, GP-GM, clasificación AASHTO, A-2-4 (0), coeficiente de curvatura CC. de 0.24, Cu de 35.84. Para la segunda dosificación de RCD en un 5% se tiene 51.50 % de gravas, 41.78 % de arena, 6.73 de finos, clasificación SUCS, GP-GM, clasificación AASHTO, A-2-4 (0), coeficiente de curvatura Cc de

0.21, Cu de 70.99. Para la tercera dosificación de RCD en un 10%, se tiene 64.49 % de gravas, 29.38 % de arena, 6.13 de finos, clasificación SUCS, GP-GM, clasificación AASHTO, A-1-a (0), coeficiente de curvatura Cc de 2.78, Cu de 112.24. Para la cuarta dosificación de RCD en un 15% se tiene 61.39 % de gravas, 32.58 % de arena, 6.04 de finos, clasificación SUCS, GP-GM, clasificación AASHTO, A-1-a (0), coeficiente de curvatura Cc de 1.65, Cu de 133.69. Finalmente, para la adición del 100% se tiene 67.13 % de gravas, 28.93 % de arena, 3.94 de finos, clasificación SUCS, GP-GM, clasificación AASHTO, A-1-a (0), coeficiente de curvatura Cc de 2.99, Cu de 88.47.

Los resultados expuestos guardan relación con Pérez, Garnica y Rivera (2018) los cuales dan a conocer que considerando la combinación de agregado reciclado y natural de cantera se tiene una densidad máxima seca de 1.690 gr/cm<sup>3</sup> en el concreto reciclado. Referente al agregado natural se obtuvo un valor de 1.790 gr/cm<sup>3</sup>. Considerándose la humedad optima en el agregado reciclado, se obtuvo en un 10.40 % y en agregado natural de cantera se obtiene una humedad optima de 14%. Además, Hernán (2019) el cual, habiendo analizado los RCD, brinda el siguiente resultado que presenta para el Proctor modificado, la humedad optima de 9.6 %, una densidad seca de 1.975 gr/cm<sup>3</sup>.

Se tiene también a, Heredia y Sierra (2020) dan a conocer que empelándose una dosificación del 50% de RCD y 50% de material natural de cantera con una humedad optima de 11.02%, densidad seca máxima de 2.050 gr/cm<sup>3</sup>. Se verifica también que para un 50% de material de cantera y un 42.32%, se tiene una humedad optima de 9.34 % una densidad seca de 2.120 gr/cm<sup>3</sup>.

Prosiguiendo según Almazán, Sandoval (2019) el cual empleo la dosificación de 5%, 15% y 25% de RCD. Donde la densidad máxima(DMS) fue de 2.006 gr/cm<sup>3</sup> con una humedad optima(OCH) de 7.35%. Al 5% de adición se tiene un DMS de 2.32 gr/cm<sup>3</sup>, a una adición de 15% se tiene una DMS de 2.334 gr/cm<sup>3</sup>, a una adición de 25% una DMS de 2.298 gr/cm<sup>3</sup>. Para la adición de 5% se tiene un 7.7 % de OCH, en la adición del 15% se tiene un 8.09 % de OCH, en la adición del 25% se tiene un 7.32 % de OCH.

Finalmente, Chasquero y Hurtado (2019) considerando el 50% de agregado reciclado y 30% de material de cantera, presenta una máxima densidad(MDS) de

2.016 gr/cm<sup>3</sup>, una humedad optima(OCH) de 10.3%. Con un 60% de agregado reciclado y 40 % de material de cantera, un OCH del 9.10 %, una DMS de 2.072 gr/cm<sup>3</sup>. Para un 70% de agregado reciclado y un 30 % de material de cantera, se obtuvo una DMS de 2.105 gr/cm<sup>3</sup> y una OCH de 8.9 %.

Por lo que apreciándose los resultados expuestos en la investigación y de parte de los antecedentes, estos tienen relación con el objetivo planteado. Por lo tanto, el segundo objetivo específico es alcanzado de manera satisfactoria.

**Objetivo específico 3:** Determinar la resistencia al corte de la base granular del pavimento flexible con RCD, mediante el ensayo de CBR, Distrito de Ilo, 2022.

**Discusión 3:** En referencia a cuantificar la resistencia al corte de la base granular del pavimento flexible con RCD mediante el ensayo de CBR. Se tiene que para la primera dosificación de RCD en un 0% se tuvo un CBR al 95% de 74.00 % y para un CBR al 100% un valor de 87.00 %. Consecuentemente se tiene que para la segunda dosificación de RCD en un 5 % se tuvo un CBR al 95% de 82.00 % y para un CBR al 100% un valor de 91.40 %. Prosiguiendo la tercera dosificación de RCD en un 10 % se tuvo un CBR al 95% de 86.90 % y para un CBR al 100% un valor de 95.00 %. Continuando para la cuarta dosificación de RCD en un 15% se obtuvo un CBR al 95% de 84.00 y para un CBR al 100% un valor de 95.40. Finalmente, para una dosificación del 100% de RCD no se verifica ningún valor de CBR.

Los resultados guardan relación con Almazán, Sandoval (2019) quienes dieron a conocer que para una adición del 5% de agregado reciclado el CBR es de 52.15%. Adicionándose el 15% de agregado reciclado el CBR es de 82.94 %. Adicionándose el 25% de agregado reciclado el CBR es de 44.87 %.

Se tiene también a Chasquero y Hurtado (2019) los cuales proporcionando la mezcla de concreto reciclado y agregado natural según exigencia de MTC, obtuvieron los resultados siguientes, el agregado reciclado al 100 % no presenta valores de CBR. Para la adición del 50% de concreto reciclado y 30 % de agregado natural de cantera, se obtiene un CBR de 29%. Para una adición de 60% de agregado reciclado y 40% de agregado de cantera, se obtiene un CBR de 47%. Para una mezcla de 70% de agregado reciclado y un 30 % de agregado natural de cantera se obtiene un CBR de 59 %. Además, según Román (2017) determinando que el comportamiento físico-mecánico. Los resultados obtenidos fueron que



considerando un 20% de agregado natural y un 80 % de RCD, se alcanza un CBR de hasta 40%.

Apreciándose los resultados expuestos en la investigación y de parte de los antecedentes, estos tienen relación con el objetivo planteado. Por lo tanto, el tercer objetivo específico es alcanzado de manera satisfactoria.

## VI. CONCLUSIONES

**Conclusión 1:** Evaluándose las propiedades físico-mecánicas mediante la adición de RCD en la base granular del pavimento flexible en dosificaciones de 5%, 10%, 15% los ensayos de equivalente de arena, respecto a la muestra patrón (50.25%), se incrementa en un 0.32 % (50.41%), 0.00 % (50.25 %) y un 0.08 % (50.29%) respectivamente verificándose un porcentaje mayor a lo requerido por la normativa (35%).

Para el contenido de humedad de igual manera se tiene respecto a la muestra patrón (2.31%), se disminuye en un 51.52% (1.12%), 63.20% (0.85%), 65.37% (0.80%) y 67.10% (0.76%) respectivamente.

Para el ensayo de índice de partículas planas y largas, se tiene que considerando la muestra patrón (9.25%), se disminuye en 19.46% (7.45%) y se incrementa 3.89% (9.61%), 9.19% (10.10%) y 21.51% (11.24%) respectivamente.

Se evidencio también en la clasificación de suelos que fueron, clasificación SUCS, GP-GM, clasificación AASHTO, A-2-4 (0), clasificación AASHTO, A-1-a (0), presentando una tipología de grava pobremente gradadas, mezclas grava-arena, mínima cuantía de finos, además de gravas limosas, mezcla grava arena-limo.

Si bien se tiene los valores dentro de lo establecido por la normativa se concluye que las adiciones del 5 al 15% presentan valores de incremento y disminuciones que favorecen a la mejora de la base granular.

**Conclusión 2:** Se determinó que el grado de plasticidad en la base granular del pavimento flexible adicionándose el RCD en dosificaciones de 5%, 10%, 15%, 100% el límite líquido respecto a la muestra patrón (16) se disminuye en 1.63% (15.74), 10.63% (14.3) y se incrementa en un 23.69% (19.79), 18.38% (18.94) respectivamente, con referencia al límite plástico respecto a la muestra patrón (8.33), se incrementa en un 3.84% (8.65), se disminuye en un 2.76%(8.1) y se incrementa en 66.63% (13.88), respectivamente, referido al índice plasticidad respecto a la muestra patrón (7.67) se verifico una disminución del 7.56% (7.09), 19.17% (6.2) y 22.95% (5.91) destacándose que no se verifico ningún valor para el 100% de RCD en el LP, ni el IP.

Aunque los valores se encuentran bajo las normativas actualmente vigentes, se concluye que con las adiciones del 5 al 15% se verifica una plasticidad media a baja y es posible su utilización en la base granular.

**Conclusión 3:** Se determinó que la influencia en la compactación de la base granular del pavimento flexible adicionándose el RCD en dosificaciones de 5%, 10%, 15% la densidad máxima respecto a la muestra patrón (1.86) se incrementa en un 9.35% (2.034 kg/cm<sup>3</sup>), 11.56% (2.075 kg/cm<sup>3</sup>) y 11.88% (2.081 kg/cm<sup>3</sup>) respectivamente, para la humedad óptima respecto a la muestra patrón (6.8) un incremento de 1.18% (6.88%), 4.71% (6.48%) y 0.88% (6.86%) respectivamente. Destacándose que para la adición del 100% de RCD no se verifica ningún valor de densidad máxima ni humedad óptima. Con los valores anteriormente expuestos se concluye que existe una influencia en la compactación de la base granular, si se consideran las adiciones del 5 - 15% de RCD.

**Conclusión 4:** Determinar la resistencia al corte de la base granular del pavimento flexible con RCD mediante el ensayo de CBR adicionándose el RCD en dosificaciones de 5%, 10%, 15% la resistencia al corte respecto a la muestra patrón al 95% CBR (74%) se verifica un incremento de 10.81% (82%), 17.43% (86.9%) y 13.51% (84%) y referido al 100% (87%) de CBR un incremento de 5.06% (91.4%), 9.20% (95%) y 9.66 % (95.4%) respectivamente.

Ya que estos valores se encuentran por encima del 80% exigido de las normativas se concluye que las adiciones del 5% al 15% brindan valores eficientes de CBR, además se destaca que la dosificación del 100% de RCD, no verifica brindar ningún valor para la resistencia al corte de la base granular.

## **VII. RECOMENDACIONES**

**Recomendación 1:** Se recomienda el empleo de RCD en porcentajes del 5%, 10%, 15% ya que verifican valores adecuados considerando las normativas de CE. 010 pavimentos Urbanos / EG-2013, ASTM D-422 y AASHTO T-88 lográndose determinar una adición para la base granular de un pavimento flexible.

**Recomendación 2:** Se recomienda emplear adiciones de RCD ya que según la clasificación de suelos y considerando los índices de plasticidad que brinda esta adición, según MTC, estas dosificaciones están clasificadas como un suelo del tipo arcilloso cuya plasticidad es media, por lo tanto, las dosificaciones satisfacen los requisitos para la utilización en la base granular.

**Recomendación 3:** Considerando las adiciones de RCD en porcentajes del 5, 10 y 15 % se visualiza un incremento porcentual de residuos que son causantes de mayores valores en la máxima densidad seca (MDS); por lo cual, si se adiciona porcentajes elevados, se verificar una mejora de compactación de las mezclas observándose una reducción del contenido de humedad óptimo (OCH) se debe a un incremento en las gravas.

**Recomendación 4:** Se recomienda la adición de RCD en porcentajes 5, 10, 15% de RCD, ya que se cuantifica mediante las normas viales estandarizadas para el país, satisfaciendo los requisitos mínimos establecidos, al cuantificar un CBR por encima del 80%, aunque si se adiciona un 100% de RCD no se cuantifica ningún valor de CBR por lo cual no es recomendable su utilización en dicho porcentaje

## REFERENCIAS

1. Alvarez, María Laura Coenish. El plástico y sus usos. El ABC de los plásticos. s.l. : Universidad Iberoamericana, 1997.
2. Escudero, Carlos y Cortez, Liliana. Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica. Machala : UTMACH, 2018. 978-9942-24-092-7.
3. Hernandez-Sampieri, Roberto y Mendoza, Christian. Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Mexico : Mc Graw Hill, 2018.
4. El protocolo de investigación III: la población de estudio. Arias-Gomez, Jesus, Villasis-Keever, Miguel y Miranda, Maria. 2, Mexico : Revista Alergia México, 2016, Vol. 63. 0002-5151.
5. Arias, Gonzales Jose Luis. Proyecto de tesis Guia para la elaboración. Arequipa : Jose Luis Arias Gonzales, 2020. 978-612-00-54-16-1.
6. Sanchez, A. Influencia del porcentaje de ladrillo reciclado como agregado fino sobre el asentamiento, peso unitario y resistencia a la compresión de un concreto elaborado con cemento tipo Ms. Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo, 2017.
7. Chavez, Arbayza Diego y Odar, Yabar Gabriela. Propuesta de estabilización con cal para subrasantes con presencia de suelos arcillosos en bofedales y su influencia en el pavimento rígido bajo la metodología de diseño AASHTO 93 aplicado al tramo 1 de la carretera Oyon-Ambo. Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019.
8. Qiao, Yaning. Flexible pavement and climate change. Nottingham : Nottingham University, 2015.
9. Contreras, Beatriz y Herrera, Alfonso. Mejoramiento del agregado obtenido de escombros de la construcción para bases y subbases de estructura de pavimento en nuevo chimbote-Santa-Ancash. Chimbote : Universidad Nacional del Santa, 2015.
10. Ocaranza, Santiago, Sanchez, Ricardo y Anaya, Hugo. Uso de material granular reciclado provenientes de residuos de construcción y demolición (RCD) en bases y subbases para pavimento flexibles. Santiago de Estero : Jornadas de ciencia y tecnología de facultades de ingeniería del NOA, 2017.
11. Roman, Edwin. Analisis del comportamiento de los materiales reciclados de escombros para subbase en pavimentos flexibles en la Av. Nazca, SJL, Lima. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2017.
12. Freire, AC, y otros. Use of construction and demolition recycled materials (C&DRM) in road pavements validated on experimental test sections. Lisboa : University of leeds, 2013.

13. Zhang, Yuqing, Luo, Xue y Gu, Fan. Recycling of construction and demolition wastes for durable transportation infrastructure. Changsha : Junhui Zhang, 2020.
14. Ministerio de transportes y comunicaciones. Manual de ensayo de materiales. Lima : Viceministerio de transportes, 2016.
15. Minaya, Gonzales Silene y Ordoñez, Huaman Abel. Diseño Moderno de Pavimentos. Lima : ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia, 2006.
16. Esfahani, Mohsen y Goli, Ahmand. Effects of Aggregate Gradation on Resilient Modulus and CBR in Unbound Granular Materials. s.l. : University of Isfahan, 2018.
17. Perez, Ignacio y Luis, Medina. Propiedades mecánicas de las capas de base y subbase construidas con materiales granulares en los firmes de carreteras. Coruña : Universida de A Coruña, 2016.
18. Thorn, N y Brown, S. The mechanical properties of unbound aggregates from various sources . Nottingham : University of Nottingham, England, 2013.
19. MTC. Manual de “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”. Lima : Manual de Carreteras, 2013.
20. Comision de Reglamentos Tecnicos y Comerciales - INDECOPI. Norma tecnica peruana NTP 339.145. Lima : INDECOPI, 1999.
21. Ocaraza, Santiago y Sanchez, Ricardo, Anaya, Hugo. Uso de material granular reciclado provenientes de residuos de construcción y demolición (RCD) en bases y subbases para pavimento flexibles. Santiago de Estero : IX jornada de ciencia y tecnologia, 2018.
22. Borja, Flormira. Evaluacion de las propiedades físicas y mecanicas de los agregados del pavimento flexible de la carretera cañete-lunahuana. Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2014.
24. DECRETO SUPREMO , Nº 003-2013-VIVIENDA .
25. DECRETO SUPREMO Nº 003-2013-VIVIENDA . 201.
26. Ministerio , de Energia y Minas. DECRETO SUPREMO Nº 003-2013-VIVIENDA. Lima : s.n., 2013.
27. Ministerio del Ambiente, GUIA INFORMATIVA. Manejo de Residuos de Construcccion y Demolicion en Obras Menores. Lima, peru : DECRETO SUPREMO Nº 003-2013-VIVIENDA , 2016. 28611.
28. Emilio, Romero. Residuos de Construcción y demolición Master ingeniería Ambiental 2006- 07.
29. Romero, Emilio. Residuos de Demolición y construcción Master en Ingeniería Ambiental. 2006-07.
30. GARZON ALLISON, HERNÁNDEZ LEICY.

31. GARZON ALLISON, HERNÁNDEZ LEICY. Cartilla-Guia ilustrativa del proceso constructivo de una pavimento flexible.
32. ING.ALONSO, MONTERO FOSNECA. Ingeniería de pavimentos para carreteras tomo I, 3ra edición. Colombia : Stella Valvueda de Fierro, 2002.
33. VISE. Propiedades físico químicas y mecánicas de los triturados y agregados.
34. MARINEZ VÁSQUEZ, BICKEL. Evaluación de residuos ladrilleros triturados para su uso en la subbase de pavimentos rígidos en la ciudad de Vilcas Huamán. 2021.
35. MTC. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos. 2014.
36. VILLALAZ, CRESPO. Mecánica de suelos y cimentaciones.
37. BORJA, FLORMIRA. Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados del pavimento flexible de la carretera cañete-Lunahuaná. 2014.
38. MONSALVE, LINA, GIRALDO, LAURA y MAYA, JESSYCA. Diseño de pavimento flexible y rígido. 2012.
39. Gomez, Alejandra y Farias, Marcio. Comportamiento físico-mecánico de un residuo de construcción y demolición en la estructura de pavimento. 2012.
40. MTC. Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para construcción. 2014.
41. —. Manual de ensayos de materiales. 2016.
42. ingeniero, Libreria del. Límites de Consistencia de una Masa del Suelo.
43. Calderon, Andrea Ulloa. Guía de pruebas de laboratorio y muestreo en campo para la verificación de calidad de materiales de un pavimento asfáltico.
44. M., Das BRAJA. Fundamentos de ingeniería geotécnica.
45. Primer taller, de mecanica de suelos. Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada.
46. Geotecnia. Facil.
47. LC, web. Ensayo del equivalente de area.
48. Martínez Vásquez, Bickel. Evaluación de residuos ladrilleros triturados, para su uso en subbase de pavimentos rígidos en la ciudad de Vilcas Huamán, 2021.
49. Castillo, Mario Henaine del. Diseño y construccion de máquina los Ángeles.
50. Ayala del Toro, Yelitza y otros. Manual de ensayos para laboratorio, agregados para mezclas asfálticas.

# **ANEXOS**



## Anexo 01: Matriz de consistencia

**TITULO:** "Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del pavimento flexible adicionando residuos de construcción y demolición en la base granular, Ilo, 2021"

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES		INDICADORES	INSTRUMENTOS				
<b>Problema General:</b> ¿Como influye la adición de residuos de construcción y demolición en las propiedades físico-mecánicas granular del pavimento flexible, distrito de Ilo, 2022?	<b>Objetivo general:</b> Evaluar las propiedades físico-mecánicas adicionando residuos de construcción y demolición en la base granular del pavimento flexible, Distrito de Ilo, 2022.	<b>Hipótesis general:</b> Adicionando residuos de construcción y demolición en la base granular del pavimento flexible se incrementaría sus propiedades físico-mecánicas, Distrito de Ilo, 2022.	<b>INDEPENDIENTE</b>	Residuos de construcción y demolición (concreto reciclado CºR)	Dosificación		0.0% de RDC de Cº R	- Ficha de recolección de datos de la balanza digital de medición balanza Digital				
		5.0% de RDC de Cº R							10% de RDC de Cº R		15%. de RDC de Cº R	
<b>Problemas Específicos:</b> ¿Cómo influye la plasticidad en la base granular del pavimento flexible adicionando residuos de construcción y demolición, distrito de Ilo, 2022?	<b>Objetivos Específicos:</b> Determinar el grado de plasticidad en la base granular del pavimento flexible adicionando residuos de construcción y demolición, distrito de Ilo, 2022.	<b>Hipótesis específicas:</b> La plasticidad en la base granular del pavimento flexible sería idónea si se adicionan residuos de construcción y demolición Distrito de Ilo, 2022	<b>DEPENDIENTE</b>	Base granular	Propiedades Físicas.	Plasticidad	Límite líquido (%)		según la norma ASTM D4318 y NTP.339.129.1999			
							Límite Plástico (%)				Índice de Plasticidad (%)	
											Equivalente de Arena (%)	según la norma ASTM D 2419 y NTP.339.146
¿Como influye en la compactación de la base granular del pavimento flexible adicionar residuos de construcción y demolición, distrito de Ilo, 2022?	Determinar la influencia en la compactación de la base granular del pavimento flexible adicionando residuos de construcción y demolición, distrito de Ilo, 2022	La compactación en la base granular del pavimento flexible sería optima si se adiciona residuos de construcción y demolición.				compactación	Granulometría (%)	Según norma ASTM D 4221 y NTP.339.128.1999				
							Óptimo contenido de humedad (%)	según la norma ASTM D 1557 y NTP.339.141.1999				
							Máxima densidad seca (gr/cm3)					
¿Como influye la resistencia al corte de la base granular del pavimento flexible adicionando residuos de construcción y demolición, distrito de Ilo, 2022?	Determinar la resistencia al corte de la base granular del pavimento flexible con residuos de construcción y demolición mediante el ensayo de CBR, Distrito de Ilo, 2022.	La resistencia al corte de la base del pavimento flexible sería adecuada si se adicionando residuos de construcción y demolición Distrito de Ilo, 2022	Propiedades Mecánicas	Resistencia	Partículas Largas y alargadas (%)	según la norma ASTM C 136 y NTP.400.012						
					CBR (%)	según la norma ASTM D1883 NTP.339.145.1999						
					Abrasión los Ángeles (%)	según la norma ASTM C131 AASHTO T96						

## Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables

**TITULO:** 'Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del pavimento flexible adicionando residuos de construcción y demolición en la base granular, Ilo, 2021'

**AUTORA:** Mendoza Viveros, Elena Lourdes

Variable de la investigación	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala	Metodología
Variable independiente: Residuos de construcción y demolición	Referido al material triturado y del tipo granular, el cual es proveniente de los residuos de construcción o demolición del material constituyente (Sánchez, 2017).	La variable residuos de construcción y demolición será operacionalizada mediante sus dimensiones que son la caracterización física de los agregados y la dosificación que se empleara para adicionar en la base granular del pavimento flexible.	Dosificación	0.00% de residuos de concreto reciclado.	Razón	Tipo de Investigación: Aplicada Nivel de Investigación: Explicativo. Diseño de Investigación: Cuasi – Preexperimental. Enfoque: Cuantitativo. Población: Base granular de las vías de la ciudad de Ilo. Muestra: Por conveniencia. Muestreo: No Probabilístico - se ensayará en todos los especímenes por conveniencia. Técnica: Observación directa. Instrumento de recolección de datos: - Fichas de recolección de datos - Equipos y herramientas de laboratorio. - Software de análisis de datos. (Excel, SPSS)
				5.0% de residuos de concreto reciclado.		
				10% de residuos de concreto reciclado.		
				15% de residuos de concreto reciclado.		
				100% de residuos de concreto reciclado.		
Variable dependiente Propiedades físico-mecánicas en la base granular.	Referido al material triturado y del tipo granular, el cual es proveniente de los residuos de construcción o demolición del material constituyente (Sánchez, 2017)	La variable propiedades mecánicas en la base granular será operacionalizada mediante sus dimensiones referidas a la plasticidad de las partículas, el grado de compactación y la resistencia al corte.	Propiedades Físicas	Granulometría (%)	Razón	
				Contenido de humedad (%)		
				Clasificación de Suelo SUCS y AASTHO		
				Límite Líquido (%)		
				Límite Plástico (%)		
				Índice de Plasticidad (%)		
			Propiedades Mecánicas	Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )		
				Optimo contenido de humedad (%)		
				CBR (%)		

# Anexo 3. Análisis Estadísticos de resultados

## Ingreso de datos al software IBM SPSS STATISTICS

VALIDACION.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Visible: 17 de 17 variables

	P0	P1	P2	P3	P4	C0	C1	C2	C3	C4	CBR0	CBR1	CBR2	CBR3	CBR4	VI	VD	var	var	var
1	7.77	7.19	6.30	6.01	.000	1.95	2.044	2.18	2.18	.00	87.10	91.50	95.10	95.80	.00	7.09	7.77			
2	7.67	7.09	6.20	5.91	.000	1.85	2.034	2.08	2.08	.00	87.00	91.40	95.00	95.40	.00	6.20	7.67			
3	7.57	6.99	6.10	5.81	.000	1.76	2.024	1.98	1.98	.00	86.90	91.30	94.90	95.00	.00	5.91	7.57			
4																1.86	1.96			
5																2.03	1.86			
6																2.08	1.76			
7																91.40	87.10			
8																95.00	87.00			
9																95.40	86.90			
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ON

VALIDACION.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	P0	Númérico	8	2	Plasticidad cantera	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
2	P1	Númérico	8	2	Plasticidad 5%	Ninguno	Ninguno	6	Derecha	Escala	Entrada
3	P2	Númérico	8	2	Plasticidad 10%	Ninguno	Ninguno	5	Derecha	Escala	Entrada
4	P3	Númérico	8	2	Plasticidad 15%	Ninguno	Ninguno	5	Derecha	Escala	Entrada
5	P4	Númérico	8	3	Plasticidad 100 %	Ninguno	Ninguno	4	Derecha	Escala	Entrada
6	C0	Númérico	8	2	Proctor cantera	Ninguno	Ninguno	4	Derecha	Escala	Entrada
7	C1	Númérico	8	3	Proctor 5%	Ninguno	Ninguno	5	Derecha	Escala	Entrada
8	C2	Númérico	8	2	Proctor 10%	Ninguno	Ninguno	5	Derecha	Escala	Entrada
9	C3	Númérico	8	2	Proctor 15%	Ninguno	Ninguno	5	Derecha	Escala	Entrada
10	C4	Númérico	8	2	Proctor 100%	Ninguno	Ninguno	4	Derecha	Nominal	Entrada
11	CBR0	Númérico	8	2	CBR cantera	Ninguno	Ninguno	6	Derecha	Escala	Entrada
12	CBR1	Númérico	8	2	CBR 5%	Ninguno	Ninguno	6	Derecha	Escala	Entrada
13	CBR2	Númérico	8	2	CBR 10%	Ninguno	Ninguno	6	Derecha	Escala	Entrada
14	CBR3	Númérico	8	2	CBR 15%	Ninguno	Ninguno	6	Derecha	Escala	Entrada
15	CBR4	Númérico	8	2	CBR 100%	Ninguno	Ninguno	6	Derecha	Nominal	Entrada
16	VI	Númérico	8	2	Residuos de construcción y demolición	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
17	VD	Númérico	8	2	Base granular	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ON

# Prueba de Normalidad

\*Resultado2 [Documento2] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

**Explorar**

**Resumen de procesamiento de casos**

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Residuos de construcción y demolición	9	33,3%	18	66,7%	27	100,0%
Base granular	9	33,3%	18	66,7%	27	100,0%

**Descriptivos**

	Estadístico	Desv. Error
Residuos de construcción y demolición	Media	34,1077
	95% de intervalo de confianza para la media	
	Límite inferior	-,4243
	Límite superior	68,6397
	Media recortada al 5%	32,4941
	Mediana	6,2000
	Varianza	2018,208
	Desv. Desviación	44,92447
	Mínimo	1,86
	Máximo	95,40
	Rango	93,54
	Rango intercuartil	91,15
	Asimetría	,852
	Desv. Error	,717
	Curtosis	-1,704
	Desv. Error	1,400
Base granular	Media	32,1767
	95% de intervalo de confianza para la media	
	Límite inferior	,5118
	Límite superior	63,8416

IBM SPSS Statistics Processor está listo | Unicode:ON | H: 181, W: 601 pt.

\*Resultado2 [Documento2] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

**Descriptivos**

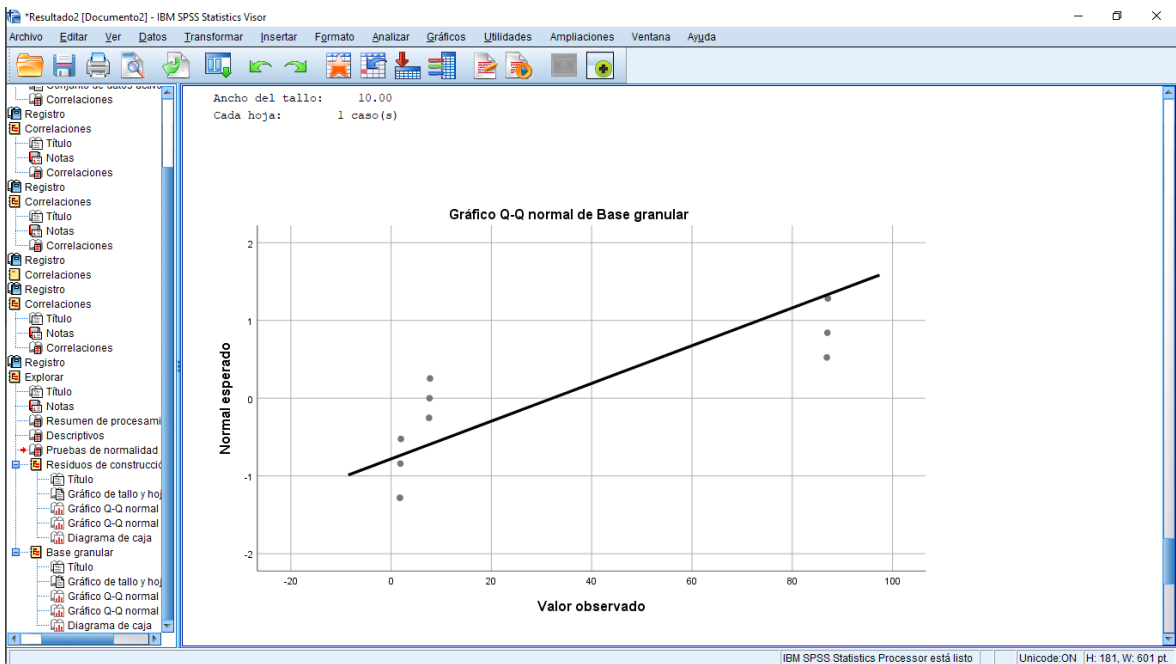
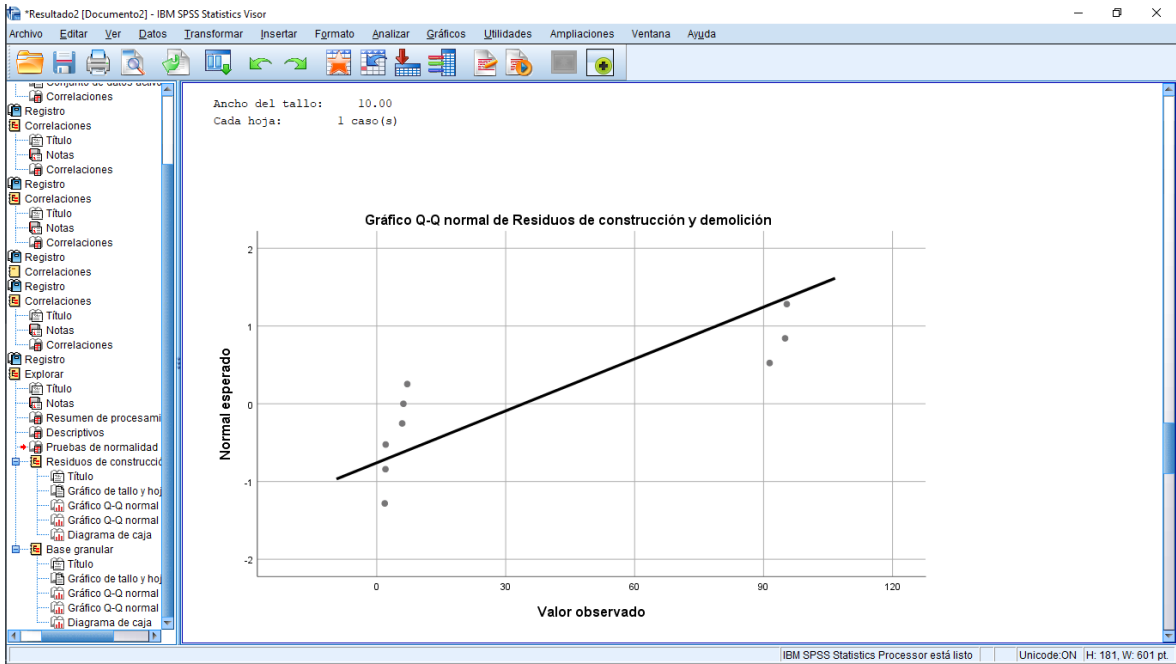
	Mínimo	1,86
	Máximo	95,40
	Rango	93,54
	Rango intercuartil	91,15
	Asimetría	,852
	Desv. Error	,717
	Curtosis	-1,704
	Desv. Error	1,400
Base granular	Media	32,1767
	95% de intervalo de confianza para la media	
	Límite inferior	,5118
	Límite superior	63,8416
	Media recortada al 5%	30,8152
	Mediana	7,6700
	Varianza	1696,986
	Desv. Desviación	41,19448
	Mínimo	1,76
	Máximo	87,10
	Rango	85,34
	Rango intercuartil	85,04
	Asimetría	,843
	Desv. Error	,717
	Curtosis	-1,714
	Desv. Error	1,400

**Pruebas de normalidad**

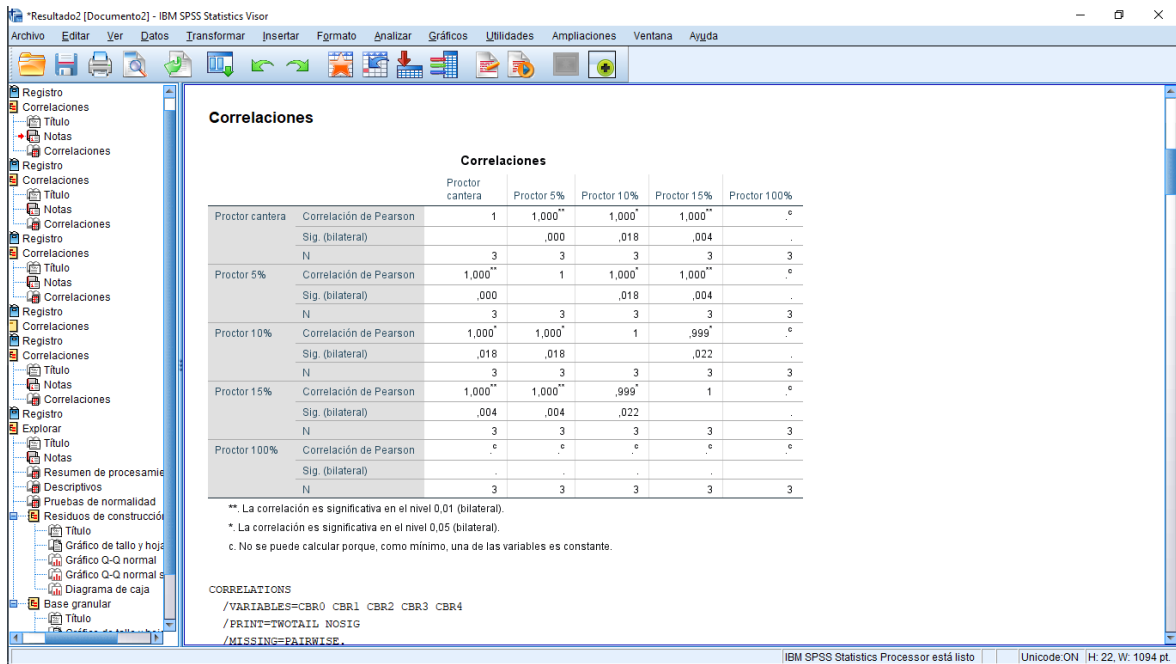
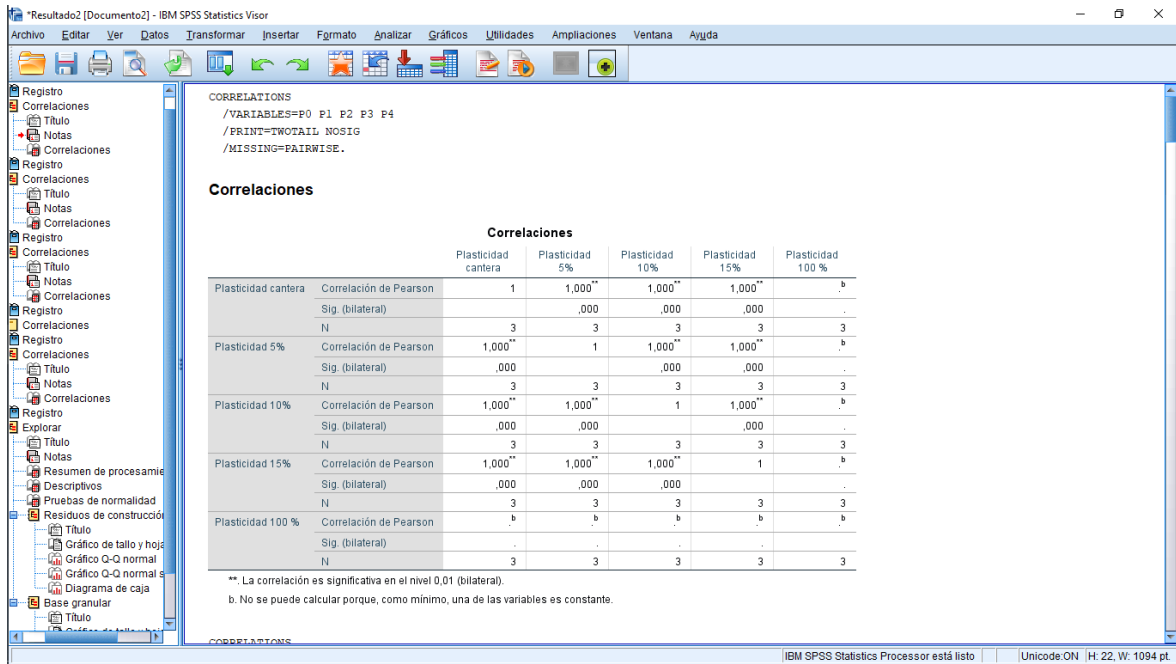
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Residuos de construcción y demolición	,393	9	,000	,657	9	,000
Base granular	,390	9	,000	,661	9	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

IBM SPSS Statistics Processor está listo | Unicode:ON | H: 181, W: 601 pt.



# Validación de hipótesis en la investigación



\*Resultado2 [Documento2] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

/MISSING=FAIRWISE.

### Correlaciones

Correlaciones

		CBR cantera	CBR 5%	CBR 10%	CBR 15%	CBR 100%
CBR cantera	Correlación de Pearson	1	1,000**	1,000**	1,000**	. <sup>b</sup>
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	.
	N	3	3	3	3	3
CBR 5%	Correlación de Pearson	1,000**	1	1,000**	1,000**	. <sup>b</sup>
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,000	.
	N	3	3	3	3	3
CBR 10%	Correlación de Pearson	1,000**	1,000**	1	1,000**	. <sup>b</sup>
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,000	.
	N	3	3	3	3	3
CBR 15%	Correlación de Pearson	1,000**	1,000**	1,000**	1	. <sup>b</sup>
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000		.
	N	3	3	3	3	3
CBR 100%	Correlación de Pearson	. <sup>b</sup>	. <sup>b</sup>	. <sup>b</sup>	. <sup>b</sup>	1
	Sig. (bilateral)	.	.	.	.	
	N	3	3	3	3	3

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

b. No se puede calcular porque, como mínimo, una de las variables es constante.

CORRELATIONS  
 /VARIABLES=VI VD  
 /PRINT=TWOTAIL NOSIG  
 /MISSING=FAIRWISE.

IBM SPSS Statistics Processor está listo | UnicoDe.ON | H: 22. W: 1094 pt.

\*Resultado2 [Documento2] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

/PRINT=TWOTAIL NOSIG  
 /MISSING=FAIRWISE.

CORRELATIONS  
 /VARIABLES=VI VD  
 /PRINT=TWOTAIL NOSIG  
 /MISSING=FAIRWISE.

### Correlaciones

Correlaciones

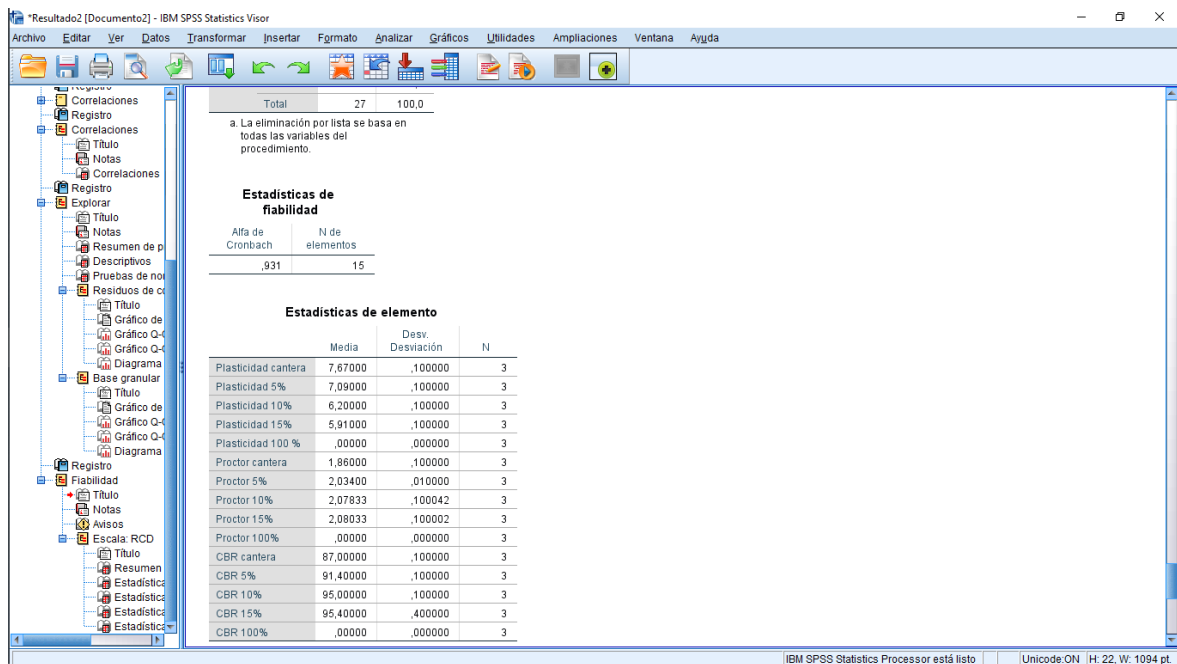
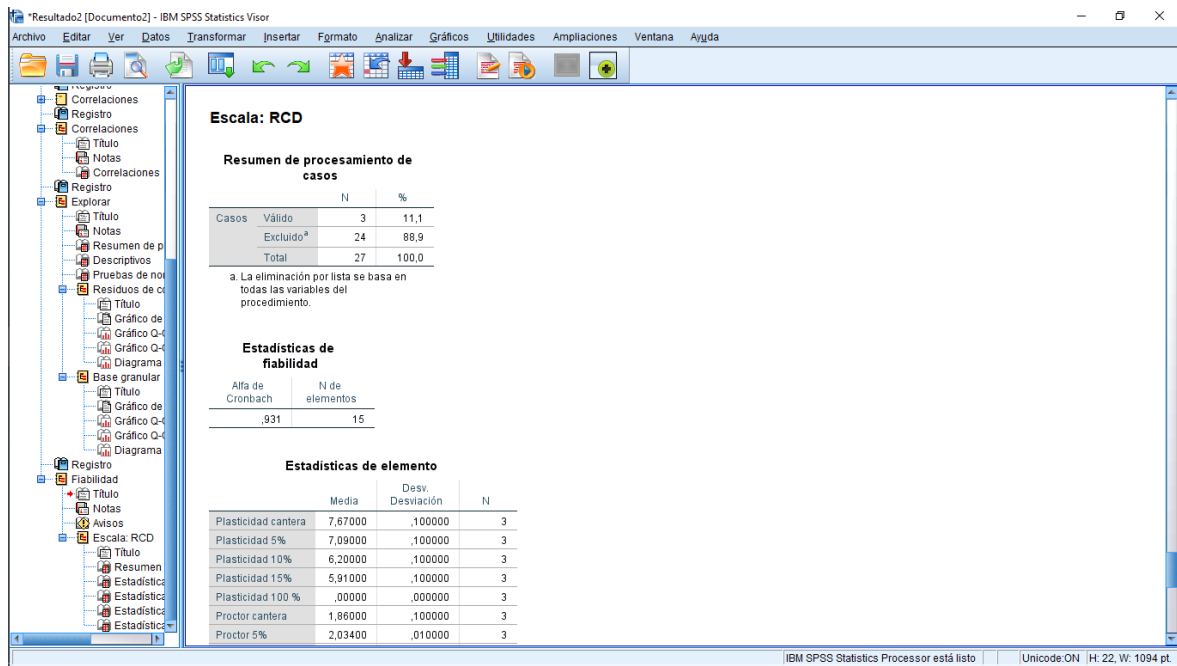
		Residuos de construcción y demolición	Base granular
Residuos de construcción y demolición	Correlación de Pearson	1	,999**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	9	9
Base granular	Correlación de Pearson	,999**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	9	9

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

EXAMINE VARIABLES=VI VD  
 /PLOT BOXPLOT STEMLEAF NPLOT  
 /COMPARE GROUPS  
 /STATISTICS DESCRIPTIVES  
 /CINTERVAL 95  
 /MISSING LISTWISE  
 /NOTOTAL.

IBM SPSS Statistics Processor está listo | UnicoDe.ON | H: 22. W: 1094 pt.

# Coeficiente del alfa de Cronbach





IBM SPSS Statistics Processor está listo | Unicode:ON | H: 22. W: 1094 pt

IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Correlaciones  
Registro  
Correlaciones  
Título  
Notas  
Correlaciones  
Registro  
Explorar  
Título  
Notas  
Resumen de p  
Descriptivos  
Pruebas de no  
Residuos de c  
Título  
Gráfico de  
Gráfico Q-Q  
Gráfico Q-Q  
Diagrama  
Base granular  
Título  
Gráfico de  
Gráfico Q-Q  
Gráfico Q-Q  
Diagrama  
Registro  
Fiabilidad  
Título  
Notas  
Aisios  
Escala RCD  
Título  
Resumen  
Estadística  
Estadística  
Estadística  
Estadística

CBR 100% .00000 .000000 3

### Estadísticas de total de elemento

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Plasticidad cantera	396,05267	1,716	1,000	,920
Plasticidad 5%	396,63267	1,716	1,000	,920
Plasticidad 10%	397,52267	1,716	1,000	,920
Plasticidad 15%	397,81267	1,716	1,000	,920
Plasticidad 100 %	403,72267	1,988	,000	,936
Proctor cantera	401,86267	1,716	1,000	,920
Proctor 5%	401,88867	1,960	1,000	,934
Proctor 10%	401,64433	1,716	1,000	,920
Proctor 15%	401,64233	1,716	1,000	,920
Proctor 100%	403,72267	1,988	,000	,936
CBR cantera	316,72267	1,716	1,000	,920
CBR 5%	312,32267	1,716	1,000	,920
CBR 10%	308,72267	1,716	1,000	,920
CBR 15%	308,32267	1,020	1,000	,971
CBR 100%	403,72267	1,988	,000	,936

### Estadísticas de escala

Media	Varianza	Desv. Desviación	N de elementos
403,72267	1,988	1,410002	15

## Anexo 4. Ensayos

Primera dosificación – RCD 0%



**OBRA** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN** Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** CANTERA BELU (ninaja) : Material Reciclado Agregado

**FECHA** 20 de Febrero de 2022

### CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)

#### MUESTRAS

#### CONTENIDO DE HUMEDAD: Base granular (Cantera Belu- Ninaja)

MUESTRA N°	M-1			
PROFUNDIDAD				
PRUEBA No	1			
1. FRASCO No	4			
2. PESO FRASCO + SUELO HUMEDO (GRS)	165.40			
3. PESO FRASCO + SUELO SECO (GRS)	162.04			
4. PESO DEL FRASCO (GRS)	16.60			
5. PESO AGUA (1-2) (GRS)	3.36			
6. PESO SUELO SECO (3-4) (GRS)	145.43			
7. CONTENIDO DE HUMEDAD(4/5*100) (%)	2.31			

#### CONTENIDO DE HUMEDAD: Residuos de Construccion y Demolicion

MUESTRA N°	M-1			
PROFUNDIDAD				
PRUEBA No	1			
1. FRASCO No	9			
2. PESO FRASCO + SUELO HUMEDO (GRS)	152.32			
3. PESO FRASCO + SUELO SECO (GRS)	151.29			
4. PESO DEL FRASCO (GRS)	16.457			
5. PESO AGUA (1-2) (GRS)	1.03			
6. PESO SUELO SECO (3-4) (GRS)	134.83			
7. CONTENIDO DE HUMEDAD(4/5*100) (%)	0.76			

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN PARI-NINA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

JEFE DE LABORATORIO



TECNICO DE LABORATORIO



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Ángeles Mz83, Lt-17

**OBRA** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN** : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** : CANTERA BELU (ninaja)

**FECHA** : 24/02/2022

**ADICION** 5% Residuo de Construccion mas Base granular

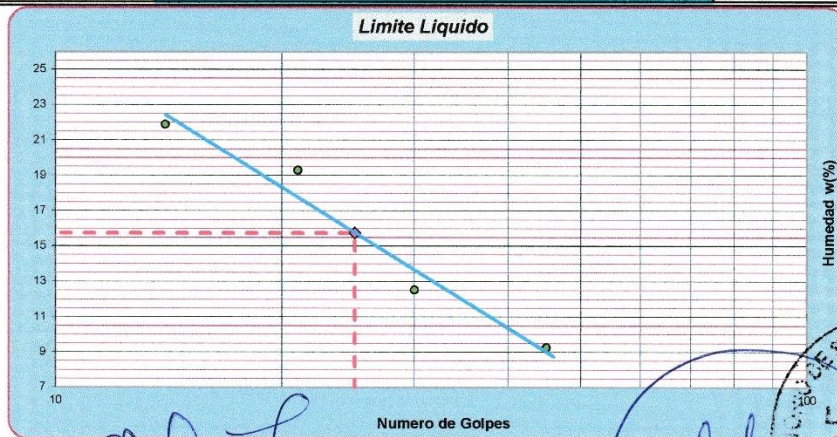
**LIMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D 4318, MTC E-110-111**

**Determinación del Límite Plástico ASTM D-4318, AASHTO T-90**

ENSAYO N°	01	02	03		
Recipiente N°	11	12	13		
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	19.61	18.75	19.30		
Peso Recipiente+Suelo Seco	19.50	18.10	19.15		
Peso de agua	0.11	0.65	0.15		
Peso Recipiente	14.00	15.00	14.10		
Peso de Suelo Seco	5.50	3.10	5.05		
% de Humedad	2.00	20.97	2.97		
<b>Límite Plástico (%)</b>	8.65				

**Determinación del Límite Líquido ASTM D-4318, AASHTO T-89**

ENSAYO N°	01	02	03	04		
Recipiente N°	5	6	7	8		
Numero de Golpes	45	30	21	14		
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	41.60	41.00	45.05	48.00		
Peso Recipiente+Suelo Seco	39.60	40.00	42.00	44.50		
Peso de agua	2.00	1.00	3.05	3.50		
Peso Recipiente	18.00	32.02	26.20	28.50		
Peso de Suelo Seco	21.60	7.98	15.80	16.00		
% de Humedad	9.26	12.53	19.30	21.88		
<b>Límite Líquido (%)</b>	15.74					
<b>Índice de Plasticidad (%)</b>	7.10					



GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

*German P. N. N.*  
GERMAN PARI NINA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto



REALIZADO POR: GERMAN PARI NINA TÉCNICO DE LABORATORIO MEC. DE SUELOS-CONCRETO	REVISADO POR: JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS	APROVADO POR:
--	--	---------------



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz-83, Lt-17

**OBRA** , "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN** Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** : CANTERA BELU (ninaja)

**FECHA** 20 de Febrero de 2022

**EQUIVALENTE DE ARENA**

(NORMA AASHTO T-176)

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CANTERA : CALICATA : PROGRESIVA :		IDENTIFICACION				Promedio
		1	2	3	4	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm	4.76	4.76	4.76		
Hora de entrada a saturación		12:06	12:08	12:10		
Hora de salida de saturación (mas 10")		12:16	12:18	12:20		
Hora de entrada a decantación		12:17	12:19	12:21		
Hora de salida de decantación (mas 20")		12:37	12:39	12:41		
	mm	7.50	7.20	7.10		
Altura máxima de la arena	mm	3.67	3.69	3.59		
Equivalente de Arena	%	48.9%	51.3%	50.6%		<b>50.25%</b>

CANTERA : CALICATA : PROGRESIVA :		IDENTIFICACION				Promedio
		1	2	3	4	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm					
Hora de entrada a saturación						
Hora de salida de saturación (mas 10")						
Hora de entrada a decantación						
Hora de salida de decantación (mas 20")						
Altura máxima de material fino	mm					
Altura máxima de la arena	mm					
Equivalente de Arena	%					

**Observaciones:**

  
 GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.  
 GERMAN PARLINA  
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto

TECNICO DE LABORATORIO

  
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO GEOTECNIA  
 LUIS HUMBERTO SILVA MANCHECA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP - 51536

ING. JEFE DE LABORATORIO



**OBRA** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN** Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

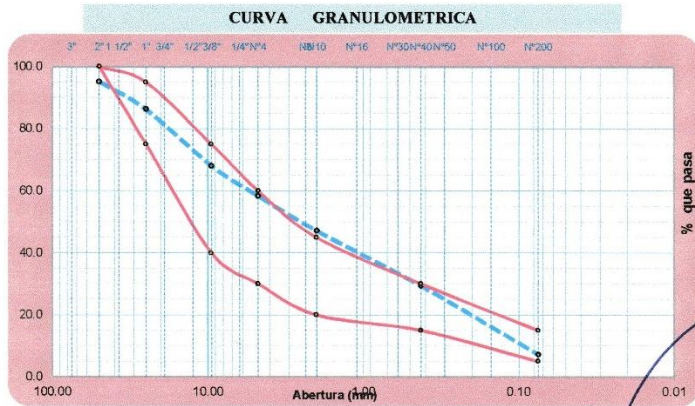
**SOLICITANTE** ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** CANTERA BELU (ninaja)

**FECHA** 20 de Febrero de 2022

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
ASTM D 422, AASHTO T 88

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificación B ASTM M-147		Descripción de la Muestra
								Peso Reten. # 4 : 2600.00 gr. Peso Past. # 4 : 3637.00 gr.
								Limite de consistencia
3"	75.000				100.00			L.L. : 16.00 %
2"	50.000	300.00	4.81	4.81	95.19	100	100	L.P. : 8.33 %
1 1/2"	37.500	95.00	1.52	6.33	93.67			I.P. : 7.67 %
1"	25.000	462.00	7.41	13.74	86.26	75	95	<b>Clasificación</b>
3/4"	19.000	366.00	5.87	19.61	80.39			AASHTO : <b>A-2-4 (0)</b>
3/8"	9.500	769.00	12.33	31.94	68.06	40	75	SUCS : <b>GP-GM</b>
Nº4	4.750	608.00	9.75	41.69	58.31	30	60	Humedad : 1.16 %
Nº10	2.000	693.00	11.11	52.80	47.20	20	45	D10 : 0.16
Nº 20	0.840	521.00	8.35	61.15	38.85			D30 : 0.45
Nº 40	0.425	592.00	9.49	70.64	29.36	15	30	D60 : 5.57
Nº 60	0.250	555.00	8.90	79.54	20.46			Cc : 0.24
Nº 100	0.150	690.00	11.06	90.60	9.40			Cu : 35.84
Nº 200	0.075	136.00	2.18	92.78	7.22	5	15	% de Grava : 41.69 %
Fondo		450.00	7.22	100.00				% de Arena : 51.10 %
<b>TOTAL</b>		<b>6237.00</b>	<b>100.00</b>					% de Finos : 7.22 %



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**  
  
**GERMAN PARI NINA**  
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto



REALIZADO POR: <b>GERMAN PARI NINA</b> TÉCNICO DE LABORATORIO MEC. DE SUELOS-CONCRETO	REVISADO POR:  JEFE DE LABORATORIO, DE SUELOS	APROBADO POR:  
---	---	-----------------------



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz83, Lt-17

PROYECTO "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

UBICACIÓN Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

SOLICITANTE ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

CANTERA : CANTERA BELU (ninaja)

FECHA 20 de Febrero de 2022

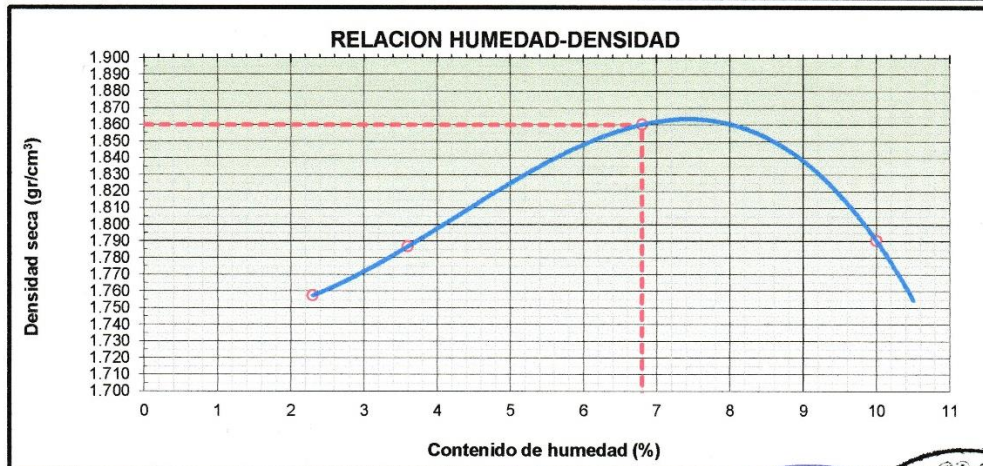
## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

METODO DE COMPACTACION : D

FECHA DE ENSAYO : 20 de febrero de 2022

Peso suelo + molde	gr	10385	10497	10782	10750	
Peso molde	gr	6600	6600	6600	6600	
Peso suelo húmedo compactado	gr	3785	3897	4182	4150	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2105	2105	2105	2107	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.798	1.851	1.987	1.970	
Recipiente N°		3	4	5	6	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	642.3	666.7	521.1	506.7	
Peso del suelo seco + tara	gr	631.5	649.1	499.5	475.5	
Tara	gr	161.9	160.2	181.8	163.5	
Peso de agua	gr	10.8	17.6	21.6	31.2	
Peso del suelo seco	gr	469.6	488.9	317.7	312.0	
Contenido de agua	%	2.30	3.60	6.80	10.00	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.758	1.787	1.860	1.791	
					Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.860
					Humedad óptima (%)	6.80



Observaciones: La presente muestra tiene contenido de sales hay presencia de bolones en el material

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN PARTIÑANA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

TECNICO DE LABORATORIO



ING. JEFE DE LABORATORIO



OBRA : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

UBICACION : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA  
 SOLICITANTE ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

CANTERA CANTERA BELU (ninaja)

FECHA : 20 de Febrero de 2022

**DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS**  
 (NORMA ASTM D-693)

MATERIAL		PESO RETENIDO	PARTICULAS CHATAS		PARTICULAS ALARGADAS		CHATAS Y ALARGADAS (%) PARCIAL
TAMIZ	abertura			% PARCIAL		% PARCIAL	

(pulg)	(mm)						
3"	76.200						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100	852.0	37.9	4.4	41.2	4.8	9.3
1"	25.400	1473.0	64.5	4.4	57.6	3.9	8.3
3/4"	19.050	1152.0	51.6	4.5	61.1	5.3	9.8
1/2"	12.700	853.0	37.5	4.4	42.2	4.9	9.3
3/8"	8.750	952.0	43.9	4.6	44.6	4.7	9.3
Nº 4	4.750	1473.0	68.2	4.6	74.8	5.1	9.7
TOTAL		<b>6755.0</b>	303.6	4.49	321.5	4.76	9.25

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	(g)	6755
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	(%)	<b>9.25</b>

OBSERVACIONES:

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.  
  
 GERMAN PARININA  
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto  
 TECNICO DE LABORATORIO

LUIS HUMBERTO SILVA MALDONADO  
 INGENIERO CIVIL  
 CP - 51596  
 LABORATORIO GEOTECNIA  
 PERU  
 ING. JEFE DE LABORATORIO



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto

Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Ángeles Mz-83, Lt-17



**OBRA** : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"  
**UBICACIÓN** Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA  
**SOLICITANTE** ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS  
**CANTERA** : CANTERA BELU (ninaja)  
**FECHA** : 20 de Febrero de 2022

**DETERMINACION DE CARAS FRACTURADAS**

(NORMA ASTM D-5821)

**A.- CON UNA CARA FRACTURADA**

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)	(%)	C*D
TOTAL						

POCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA = TOTAL E = %  
TOTAL D

**B.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS**

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	Peso muestra (g)	Peso material con caras fracturadas (g)	% de caras fracturadas ((B/A)*100)	Retenido gradación original (%)	Promedio de caras fracturadas C*D
1 1/2"	1"	1473	1290.2	87.6	14.7	1287.5
1"	3/4"	1152	943	81.9	11.5	941.0
3/4"	1/2"	853	522.4	61.2	8.5	521.3
1/2"	3/8"	952	660.2	69.3	9.5	658.8
TOTAL		4430	3415.8	300.0	44.2	3408.6

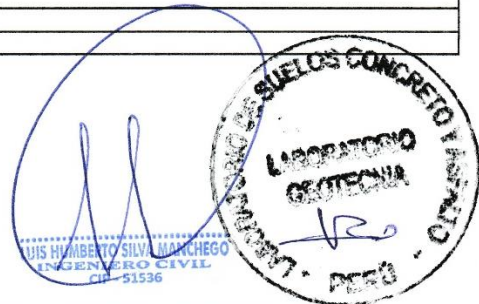
POCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS = TOTAL E = 77.1%

OBSERVACIONES :

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN PARININA

Técnico de Lab. Suelos y Concreto  
TECNICO DE LABORATORIO



ING. JEFE DE LABORATORIO





# GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz.83, Lt.17

**PROYECTO** : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACION** : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** : CANTERA BELU (ninaja)

**FECHA** : 20 de Febrero de 2022

**COMPACTACION** : TIPO C

## ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73

MUESTRA	01				02				03				
Nº DE GOLPES	56				25				10				
CONDICIÓN	SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		
Peso del molde + suelo humedo	gr.	11578.1	12474.8		11203.1	12042.2			11114.3	11822.7			
Peso del molde	gr.	7138.8	7138.8		7118.9	7118.9			7190.6	7190.6			
Peso del suelo humedo	gr.	4439.3	5336		4084.2	4923.3			3923.7	4632.1			
Volumen del suelo	cm.3.	2123.9	2123.9		2123.9	2123.9			2123.9	2123.9			
Densidad humeda	gr/cc	2.090	2.512		1.923	2.318			1.847	2.181			
Humedad	%	5.80				6.80				5.35			
Densidad seca	gr/cc	1.976				1.800				1.754			
IDENTIFICACION DE TARA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	gr.	38.59	31.48			36.40	43.40			31.27	34.68		
Peso tara + suelo seco	gr.	36.51	29.99			33.98	41.14			29.84	33.03		
Peso de la tara	gr.	2.67	2.68			2.67	2.68			2.65	2.66		
Peso del agua	gr.	2.080	1.490			2.420	2.260			1.430	1.650		
Peso de los solidos	gr.	33.840	27.310			31.310	38.460			27.190	30.370		
humedad	%	6.15	5.46			7.73	5.88			5.26	5.43		
Promedio de humedad	%	5.80				6.80				5.35			

## EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
06/10/2008	16:45 pm	24	0			0			0		
07/10/2008	16:45 pm	48	0			3			4		
08/10/2008	16:45 pm	72	0			5			5		

## PENETRACION

PENETRACION EN PULGADAS	MUESTRA Nº 01				MUESTRA Nº 02				MUESTRA Nº 03			
	LECTURA DIAL	CORRECCION			LECTURA DIAL	CORRECCION			LECTURA DIAL	CORRECCION		
		Libras	Lb/Pulg.2.			Libras	Lb/Pulg.2.			Libras	Lb/Pulg.2.	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.025	28	221.3	73.8	206	23	181.8	60.6	220	18	142.3	47.4	63.0
0.050	64	505.8	168.6	440	52	411.0	137.0	350	34	268.7	89.6	114.0
0.075	112	885.2	295.1	650	89	703.4	234.5	476	52	411.0	137.0	154.0
0.100	193	1525.4	508.5	870	113	893.1	297.7	570	67	529.5	176.5	191.0
0.144	295	2331.5	777.2	1155	194	1533.3	511.1	735	91	719.2	239.7	250.0
0.200	380	3003.3	1001.1	1460	272	2149.8	716.6	910	105	829.9	276.6	301.0
0.250	478	3777.9	1259.3	1690	332	2624.0	874.7	1040	120	948.4	316.1	340.0
0.300	575	4544.5	1514.8	1870	382	3019.2	1006.4	1140	130	1027.5	342.5	371.0
0.400	742	5864.4	1954.8	2180	460	3635.6	1211.9	1304	139	1098.6	366.2	414.0
0.500	872	6891.9	2297.3	2410	513	4054.5	1351.5	1460	145	1146.0	382.0	450.0

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN PARTININA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto





**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto

Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz83, Lt-17



**PROYECTO** : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACION** : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

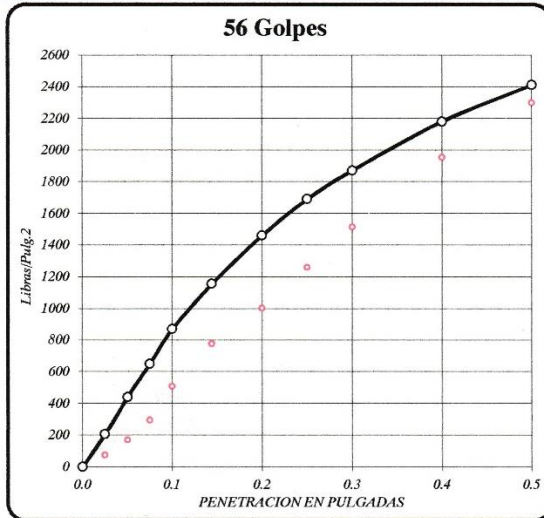
**SOLICITANTE** : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** : CANTERA BELU (ninaja)

**FECHA** : 20 de Febrero de 2022

**COMPACTACION** : TIPO C

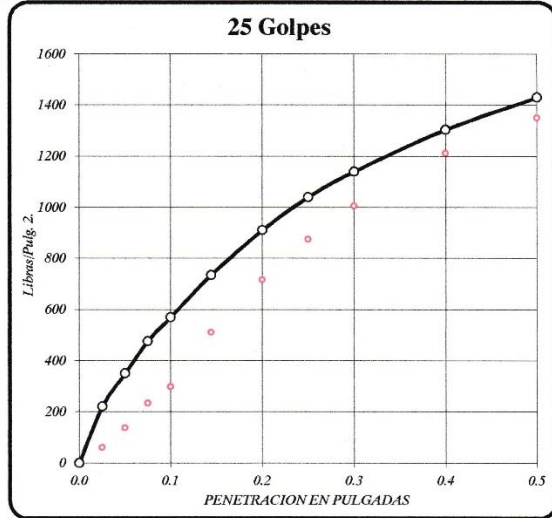
**ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73**



DENSIDAD SECA = 1.976 gr/cm<sup>3</sup>.

CBR a 0.1" = 87.0 %

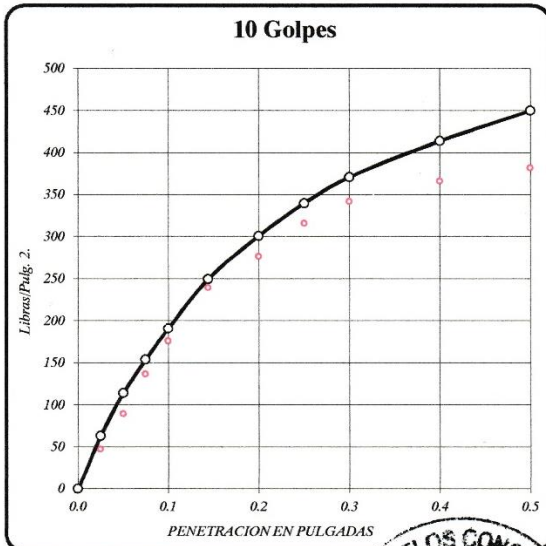
CBR a 0.2" = 97.3 %



DENSIDAD SECA = 1.800 gr/cm<sup>3</sup>.

CBR a 0.1" = 57.0 %

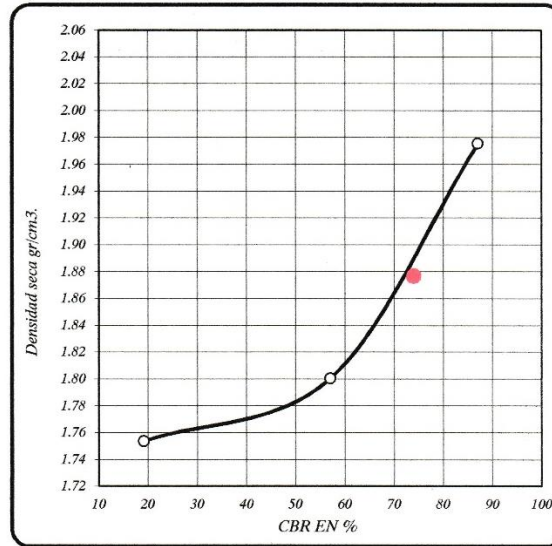
CBR a 0.2" = 60.7 %



DENSIDAD SECA = 1.754 gr/cm<sup>3</sup>.

CBR a 0.1" = 19.1 %

CBR a 0.2" = 20.1 %



RESULTADOS DEL ENSAYO:

CBR CON 56 GOLPES =

CBR CON 25 GOLPES =

CBR CO 10 GOLPES =

CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX. =

CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX. =

CBR 0.1" =

87.0 %

57.0 %

19.1 %

87.0 %

74.0 %

DENSIDAD

1.98 gr/cm<sup>3</sup>.

1.80 gr/cm<sup>3</sup>.

1.75 gr/cm<sup>3</sup>.

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN PARRINIA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto



LUIS HUMBERTO SILVA MANCHEGO  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 51536



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb Los Angeles Ma 83, Lt-17

**PROYECTO** : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACION** : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

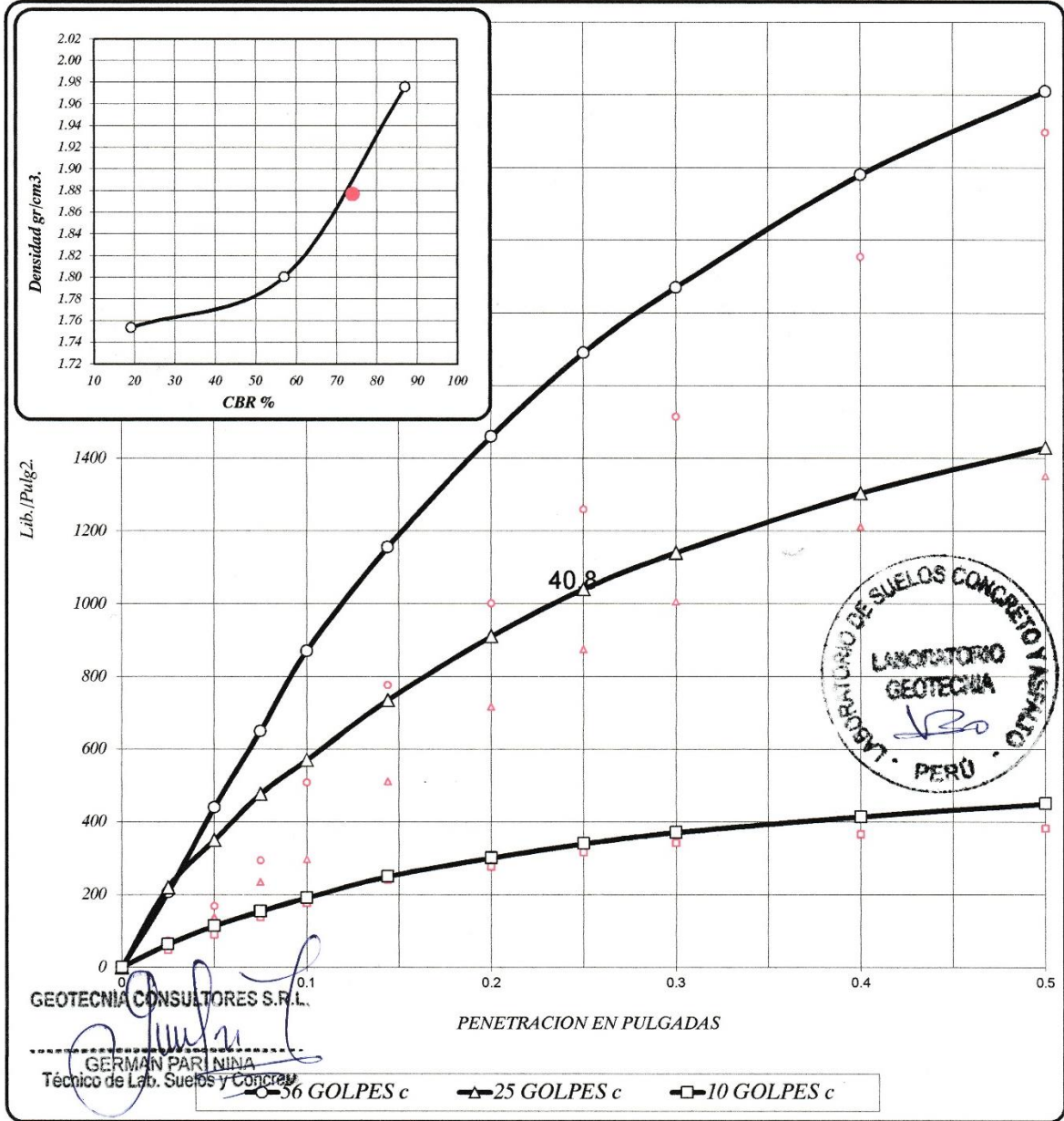
**CANTERA** : CANTERA BELU (ninaja)

**FECHA** : 20 de Febrero de 2022

**COMPACTACION** : TIPO C

**FECHA** :

**ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73**



GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMÁN PARI NINA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

56 GOLFES	25 GOLFES	10 GOLFES	CBR DE DISEÑO
DENSIDAD SECA = 1.98 gr/cm3.	DENSIDAD SECA = 1.80 gr/cm3.	DENSIDAD SECA = 1.75 gr/cm3.	CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX = 87.0 %
CBR a 0.1" = 20 %	CBR a 0.1" = 57.0 %	CBR a 0.1" = 19.1 %	CBR a 95% DE DENSIDAD SECA MAX = 74.0 %
CBR a 0.2" = 20.1 %	CBR a 0.2" = 60.7 %	CBR a 0.2" = 20.1 %	

LUIS HUMBERTO SILVA MANCHEGO  
INGENIERO CIVIL  
CIP - 51536



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz-83, Lt-17

**PROYECTO** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN** Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** CANTERA BELU (ninaja)

**MATERIAL** : FRACCION GRUESA

**FECHA** 20 de Febrero de 2022

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

TAMIZ	GRADUACIONES		
	A	B	
1 1/2"			
1"	1250	1380	
3/4"	1250	1260	
1/2"	1250	1250	
3/8"	1250	1195	
1/4"			
Nº 4			
PESO TOTAL	5000	5085	
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	1120	1230	
PESO OBTENIDO	3880	3855	
Nº DE ESFERAS	12	12	
PESO DE LAS ESFERAS	5013	5013	
PORCENTAJE OBTENIDO	<b>22.40%</b>	<b>24.19%</b>	<b>23.29%</b>

OBSERVACIONES :

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.  
  
 GERMAN PARININA  
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto

TECNICO DE LABORATORIO

LUIS ALBERTO CHIVA SANCHEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP - 51536

ING° JEFE DE LABORATORIO



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto

Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz-83, Lt-17



PROYECTO "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

UBICACIÓN Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

SOLICITANTE ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

CANTERA CANTERA BELU (ninaja)

FECHA 20 de Febrero de 2022

**ENSAYO DE DURABILIDAD  
(NORMA AASHTO T-104)**

**AGREGADO GRUESO**

TAMAÑO		PESO REQUERIDO (g)	RECIPIENTE N°	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	PERDIDA		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA
Pasa	Retiene					PESO	%		
2"	1 1/2"	1500+50		1544	1544	100.00	9.3	9.301	
1 1/2"	1"	1000+50		1029	1029	100.00	9.5	9.503	
1"	3/4"	670+50		684	684	100.00	0.0	0.000	
3/4"	1/2"	330+50		377	377	100.00	0.0	0.000	
1/2"	3/8"	300+50		356	356	100.00	38.0	37.999	
3/8"	1/4"	300+50							
<b>TOTALES</b>									

**AGREGADO FINO**

TAMAÑO		PESO REQUERIDO (g)	RECIPIENTE N°	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	PERDIDA		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA
Pasa	Retiene					PESO	%		
3/8"	N° 04	100		100.0	100.0	100	12.7	12.702	
N° 04	N° 08	100		100.0	100.0	100	0.0	0.000	
N° 08	N° 16	100		100.0	100.0	100	0.0	0.000	
N° 15	N° 30	100		100.0	100.0	100	0.0	0.000	
N° 30	N° 50	100		100.0	100.0	100	0.0	0.000	
<b>TOTALES</b>									

OBSERVACIONES :

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.  
  
 GERMAN PARI NINA  
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto



TECNICO DE LABORATORIO

ING. JEFE DE LABORATORIO



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto

Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Ma83, Lt.17



**OBRA** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN** Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** CANTERA BELU (ninaja)

**FECHA** 21 de Febrero de 2022



**MUESTRAS:** Material Arena fue Alcanzado por el proveedor el 20-03-2022 con denominacion y reportado como: Muestra N° 1

**ANALISIS QUIMICO DE SUELO MTC E 219, ASTM D 512-516**

Muestra (Base Granular)

Muestra	Solidos Solubles Totales (salinidad) MTC E 219			Sulfatos Solubles ASTM D 516			Cloruros Solubles ASTM D 512		
	%	g/k	PPM	%	g/k	PPM	%	g/k	PPM
Muestra N° 1 Ensayo 1	1.210	121.00	12100	0.175	17.5	1750	0.139	13.9	1390
Muestra N° 1 Ensayo 2	1.045	104.50	10450	0.164	16.4	1640	0.146	14.6	1460
Muestra N° 1 Ensayo 3	1.025	102.50	10250	0.191	19.1	1910	0.164	16.4	1640

N° de ENSAYOS	Solidos Solubles Totales (salinidad) MTC E 219	Sulfatos Solubles Totales ASTM D 516	Cloruros Solubles Totales ASTM D 512
1,2,3	10933.33	1766.67	1496.67

Nota: Limites permisibles APTO para la construccion se recomienda utilizar el mismo material ensayado en laboratorio

PH	H	3.18
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	Us/cm	0.195

LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA MUESTRA SON VALIDADOS CON LA NTP, ECA Y STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER 14TH EDITION - 1975-20TH EDITION - 2005 APHA AWWA-WPCF.AO517 METODO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS EN AGREGADO (ASTM D1411, MTC E 219, ASTM 516 Y ASTM D512)

**CUADRO N°1: ELEMENTOS QUIMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACION**

Presencia en el Suelo de :	p.p.m	Grado de Alteración	OBSERVACIONES
* SULFATOS	0 - 1000	Leve	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
	1000 - 2000	Moderado	
	2000 - 20,000	Severo	
	>20,000	Muy severo	
** CLORUROS	> 6,000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos Metalicos
** SALES SOLUBLES	> 15,000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación

El presente resultado es esplicitamente sobre la muestra de la arena mencionada y su normas de uso para la construcción

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN PARI NINA  
Tecnico de Lab. Suelos y Concreto

REALIZADO POR:  
GERMAN PARI NINA  
TECNICO DE LABORATORIO MEC. DE SUELOS.CONCRETO



REVISADO POR:  
Ing. RONALD R. CHUQUIMIA AYMA  
JEFE DE LAB. DE SUELOS-GEOTECNIA CONSULTORES S.C.R.L.

SUPERVISOR



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz-83, Lt-17

**OBRA** : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN** : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** : CANTERA BELU (ninaja)

**FECHA** : 20 de Febrero de 2022

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS (NORMA AASHTO T-84, T-85)**  
(NORMA AASHTO T-84, T-85)

**AGREGADO FINO**

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire ) (gr)	401.8	403.9		
B	Peso Frasco + agua	716.1	716.1		
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	1115.4	1114.9		
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	962.9	963.1		
E	Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr)	152.5	151.8		
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	396.2	395.9		
G	Vol de masa = E - ( A - F ) (gr)	146.9	143.8		PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	2.598	2.608		2.603
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	2.635	2.661		2.648
	Pe aparente ( Base Seca ) = F/G	2.697	2.753		2.725
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.413	2.021		1.717

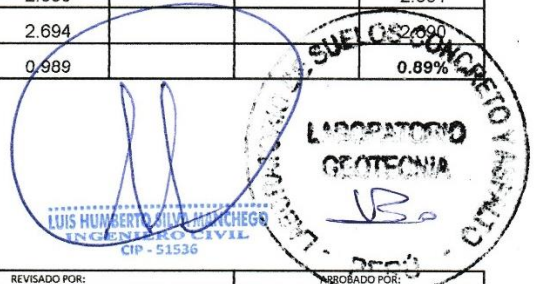
**AGREGADO GRUESO**

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Aire ) (gr)	4985	4993		
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Agua ) (gr)	3104.9	3108.9		
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	1880.1	1884.1		
D	Peso material seco en estufa ( 105 °C )(gr)	4945.6	4944.1		
E	Vol. de masa = C- ( A - D ) (gr)	1840.7	1835.2		PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C	2.630	2.624		2.627
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/C	2.651	2.650		2.651
	Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E	2.687	2.694		
	% de absorción = (( A - D ) / D * 100 )	0.797	0.989		0.89%

Observaciones:

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN PARI NINA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto



REALIZADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
REALIZADO POR:	JEFE DE LABORATORIO, DE SUELOS	
REALIZADO POR:		

Segunda dosificación – RCD 5%



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**  
Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto

Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Ángeles M2-83, Lt-17

PROYECTO: "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICO DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION DE LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

UBICACIÓN: Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

SOLICITANTE ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

CANTERA: CANTERA BELU (ninaja)

ADICION : 5% Residuo de Construccion mas Base granular

FECHA: 24 de febrero de 2022

**DISEÑO C.B.R.= BASE GRANULAR 95% - RESIDUOS DE CONSTRUCCION 5%**

DESCRIPCION DE MATERIAL	Peso Seco (gr)	Peso Base Granular- Adicion de Residuo Construccion	Humedad Optima Proctor Modificado	C.B.R. DE DISEÑO	
Muestra Total para Ensayo	12631.60				
Material Base granular 95%	12000.02	13416.02	6.80	CBR AL 100%	91.40
Residuo de Construccion 5%	600.00			CBR AL 95%	82.00
Agua 6.8%	816.00				



GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.  
*German Partinina*  
GERMAN PARTININA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

*[Signature]*  
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO  
LABORATORIO GEOTECNIA  
PERÚ

LUIS ROBERTO SUVA MANCHEGO  
INGENIERO CIVIL  
CIP-1559





**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz-83, Lt-17

**OBRA** : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"  
**UBICACIÓN** : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA  
**SOLICITANTE** : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS  
**CANTERA** : CANTERA BELU (ninaja)  
**ADICION** : 5% Residuo de Construccion mas Base granular  
**FECHA** : 24/02/2022

## CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)

### MUESTRAS

**CONTENIDO DE HUMEDAD: Base granular (Cantera Belu- Ninaja)**

MUESTRA N°	M-1			
PROFUNDIDAD				
PRUEBA No	1			
1. FRASCO No	4			
2. PESO FRASCO + SUELO HUMEDO (GRS)	165.69			
3. PESO FRASCO + SUELO SECO (GRS)	164.04			
4. PESO DEL FRASCO (GRS)	16.60			
5. PESO AGUA (1-2) (GRS)	1.66			
6. PESO SUELO SECO (3-4) (GRS)	147.43			
7. CONTENIDO DE HUMEDAD(4/5*100) (%)	1.12			

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.  
  
GERMAN PARINIVA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto  
JEFE DE LABORATORIO



TECNICO DE LABORATORIO



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz-83, Lt-17

OBRA : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

UBICACIÓN : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

SOLICITANTE : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

CANTERA : CANTERA BELU (ninaja)

ADICION : 5% Residuo de Construccion mas Base granular

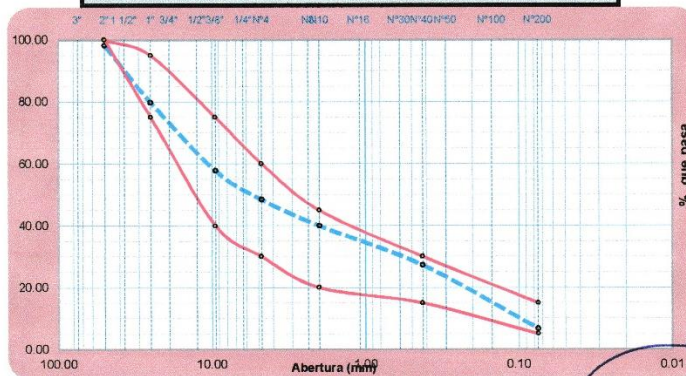
FECHA : 24/02/2022

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

ASTM D 422, AASHTO T 88

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificación B ASTM M-147		Descripción de la Muestra
								Peso Reten. # 4 : 3461.00 gr. Peso Past # 4 : 3260.00 gr.
								Limite de consistencia
3"	75.000				100.00			L.L. : 16.00 %
2"	50.000	116.00	1.73	1.73	98.27	100	100	L.P. : 8.33 %
1 1/2"	37.500	390.00	5.80	7.53	92.47			I.P. : 7.67 %
1"	25.000	850.00	12.65	20.18	79.82	75	95	<b>Clasificación</b>
3/4"	19.000	769.00	11.44	31.62	68.38			AASHTO : <b>A-2-4 (0)</b>
3/8"	9.500	715.00	10.64	42.26	57.74	40	75	SUCS : <b>GP-GM</b>
Nº4	4.750	621.00	9.24	51.50	48.50	30	60	Humedad : 1.16 %
Nº10	2.000	575.00	8.56	60.05	39.95	20	45	D10 : 0.16
Nº 20	0.840	468.00	6.96	67.01	32.99			D30 : 0.62
Nº 40	0.425	384.00	5.71	72.73	27.27	15	30	D60 : 11.51
Nº 60	0.250	555.00	8.26	80.98	19.02			Cc : 0.21
Nº 100	0.150	690.00	10.27	91.25	8.75			Cu : 70.99
Nº 200	0.075	136.00	2.02	93.27	6.73	5	15	% de Grava : 51.50 %
Fondo		452.00	6.73	100.00				% de Arena : 41.78 %
TOTAL		6721.00	100.00					% de Finos : 6.73 %

**CURVA GRANULOMETRICA**



GERMAN PARI NINA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO  
GEOTECNIA  
LUIS HUMBERTO SILVA MARCHENA  
INGENIERO CIVIL  
CIP-51536  
PERÚ

REALIZADO POR: <b>GERMAN PARI NINA</b> TÉCNICO DE LABORATORIO MEC. DE SUELOS-CONCRETO	REVISADO POR: JEFE DE LABORATORIO. DE SUELOS	APROBADO POR:
---	---	---------------



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Ma83, Lt-17

**OBRA** , "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN** : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** : : CANTERA BELU (ninaja)

**ADICION** : 5% Residuo de Construccion mas Base granular

**FECHA** : 24/02/2022

**EQUIVALENTE DE ARENA**

(NORMA AASHTO T-176)

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CANTERA : CALICATA : PROGRESIVA :		IDENTIFICACION				Promedio
		1	2	3	4	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm	4.76	4.76	4.76		
Hora de entrada a saturación		12:06	12:08	12:10		
Hora de salida de saturación (mas 10")		12:16	12:18	12:20		
Hora de entrada a decantación		12:17	12:19	12:21		
Hora de salida de decantación (mas 20")		12:37	12:39	12:41		
	mm	7.50	7.20	7.10		
Altura máxima de la arena	mm	3.70	3.69	3.60		
Equivalente de Arena	%	49.3%	51.3%	50.6%		<b>50.41%</b>

CANTERA : CALICATA : PROGRESIVA :		IDENTIFICACION				Promedio
		1	2	3	4	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm					
Hora de entrada a saturación						
Hora de salida de saturación (mas 10")						
Hora de entrada a decantación						
Hora de salida de decantación (mas 20")						
Altura máxima de material fino	mm					
Altura máxima de la arena	mm					
Equivalente de Arena	%					

**Observaciones:**

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN PARI NINA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

TECNICO DE LABORATORIO



ING. JEFE DE LABORATORIO

**GRANULOMETRIA**



# GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz-83, Lt-17

OBRA

"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

UBICACIÓN : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

SOLICITANTE : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

CANTERA : CANTERA BELU (ninaja)

ADICION : 5% Residuo de Construccion mas Base granular

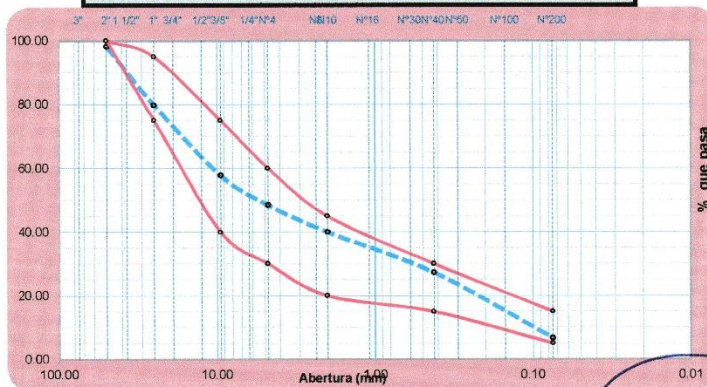
FECHA : 24/02/2022

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D 422, AASHTO T 88

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificación B ASTM M-147		Descripción de la Muestra
								Peso Reten. # 4 : 3461.00 gr. Peso Past. # 4 : 3260.00 gr.
								Limite de consistencia
3"	75.000				100.00			L.L. : 16.00 %
2"	50.000	116.00	1.73	1.73	98.27	100	100	L.P. : 8.33 %
1 1/2"	37.500	390.00	5.80	7.53	92.47			I.P. : 7.67 %
1"	25.000	850.00	12.65	20.18	79.82	75	95	<b>Clasificación</b>
3/4"	19.000	769.00	11.44	31.62	68.38			AASHTO : A-2-4 (0)
3/8"	9.500	715.00	10.64	42.26	57.74	40	75	SUCS : GP-GM
Nº4	4.750	621.00	9.24	51.50	48.50	30	60	Humedad : 1.16 %
Nº10	2.000	575.00	8.56	60.05	39.95	20	45	D10 : 0.16
Nº 20	0.840	468.00	6.96	67.01	32.99			D30 : 0.62
Nº 40	0.425	384.00	5.71	72.73	27.27	15	30	D60 : 11.51
Nº 60	0.250	555.00	8.26	80.98	19.02			Cc : 0.21
Nº 100	0.150	690.00	10.27	91.25	8.75			Cu : 70.99
Nº 200	0.075	136.00	2.02	93.27	6.73	5	15	% de Grava : 51.50 %
Fondo		452.00	6.73	100.00				% de Arena : 41.78 %
TOTAL		6721.00	100.00					% de Finos : 6.73 %

### CURVA GRANULOMETRICA



GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.  
  
 GERMAN PARI NINA  
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto

LUIS HUABERTO SILVA SANCHEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP - 21536

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO  
 GEOTECNIA  
 PERÚ

REALIZADO POR: <b>GERMAN PARI NINA</b> TÉCNICO DE LABORATORIO MEC. DE SUELOS-CONCRETO	REVISADO POR: JEFE DE LABORATORIO, DE SUELOS	APROBADO POR:
---	---	---------------



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Ángeles Mz.83, Lt.17

PROYECTO "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

UBICACIÓN : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

SOLICITANTE : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

CANTERA : : CANTERA BELU (ninaja)

ADICION : 5% Residuo de Construccion mas Base granular

FECHA : 24/02/2022

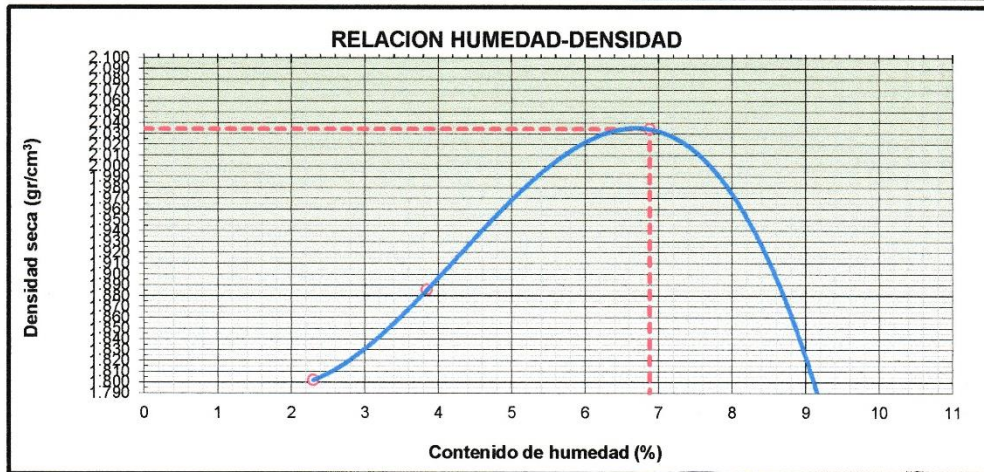
## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

METODO DE COMPACTACION : D

FECHA DE ENSAYO : 20 de febrero de 2022

Peso suelo + molde	gr	10481	10722	11177	10204	
Peso molde	gr	6600	6600	6600	6600	
Peso suelo húmedo compactado	gr	3881	4122	4577	3604	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2105	2105	2105	2107	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.844	1.958	2.174	1.710	
Recipiente N°		3	4	5	6	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	642.3	667.9	521.4	506.7	
Peso del suelo seco + tara	gr	631.5	649.1	499.5	475.5	
Tara	gr	161.9	160.2	181.8	163.5	
Peso de agua	gr	10.8	18.8	21.9	31.2	
Peso del suelo seco	gr	469.6	488.9	317.7	312.0	
Contenido de agua	%	2.30	3.85	6.88	10.00	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.802	1.886	2.034	1.555	
					Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	2.034
					Humedad óptima (%)	6.88



Observaciones: La presente muestra tiene contenido de sales hay presencia de bolones en el material

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.  
 GERMAN PARLINIA  
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto  
 TECNICO DE LABORATORIO

LUIS HUMBERTO SILVA MANCHEGO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP-51536  
  
 ING. JEFE DE LABORATORIO



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto

Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Ángeles Mz-83, Lt-17



OBRA : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

UBICACION : : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

SOLICITANTE : **ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS**

CANTERA : CANTERA BELU (ninaja)

ADICION : 5% Residuo de Construccion mas Base granular

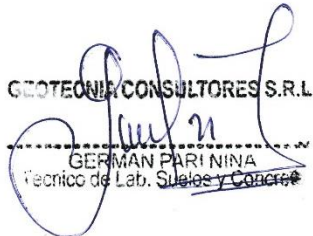
FECHA : : 24/02/2022

**DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS**  
(NORMA ASTM D-693)

MATERIAL		PESO RETENIDO	PARTICULAS CHATAS		PARTICULAS ALARGADAS		CHATAS Y ALARGADAS
TAMIZ (pulg)	apertura (mm)			% PARCIAL		% PARCIAL	(%) PARCIAL
3"	76.200						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100	945.0	37.9	4.0	41.2	4.4	8.4
1"	25.400	1480.0	64.5	4.4	57.6	3.9	8.3
3/4"	19.050	1180.0	51.6	4.4	61.1	5.2	9.6
1/2"	12.700	790.0	37.5	4.7	42.2	5.3	10.1
3/8"	8.750	871.0	43.9	5.0	44.6	5.1	10.2
Nº 4	4.750	1350.0	68.2	5.1	74.8	5.5	10.6
TOTAL		<b>6616.0</b>	303.6	4.59	321.5	4.86	9.45

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	(g)	6616
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	(%)	<b>9.45</b>

OBSERVACIONES:

  
 GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.  
 GERMAN PARI NINA  
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto



# CBR



**PROYECTO :** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICO DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION DE LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACION :** Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE :** ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA :** CANTERA BELU (ninaja)

**ADICION :** 5% Residuo de Construccion mas Base granular

**COMPACTACION :** TIPO C  
**FECHA :** 24 de febrero de 2022

## ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73

MUESTRA	01		02		03								
Nº DE GOLPES	56		25		10								
CONDICIÓN	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO							
Peso del molde + suelo humedo	gr. 12140.1	12387.7	11854.9	12120.9	11409.4	11401.5							
Peso del molde	gr. 7199.7	7199.7	7196.9	7196.9	7190.3	7190.3							
Peso del suelo humedo	gr. 4940.4	5188	4658	4924	4219.1	4211.2							
Volumen del suelo	cm <sup>3</sup> . 2123.9	2123.9	2123.9	2123.9	2123.9	2123.9							
Densidad humeda	gr/cc 2.326	2.443	2.193	2.318	1.986	1.983							
Humedad	% 7.22		6.88		6.88								
Densidad seca	gr/cc 2.169		2.052		1.859								
<b>IDENTIFICACION DE TARA</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Peso tara + suelo humedo	gr. 39.86	39.34			28.36	44.41				49.63	34.35		
Peso tara + suelo seco	gr. 36.88	37.35			26.42	42.20				46.14	32.63		
Peso de la tara	gr. 2.64	2.67			2.65	2.68				2.67	2.66		
Peso del agua	gr. 2.980	1.990			1.940	2.210				3.490	1.720		
Peso de los solidos	gr. 34.240	34.680			23.770	39.520				43.470	29.970		
humedad	% 8.70	5.74			8.16	5.59				8.03	5.74		
Promedio de humedad	% 7.22				6.88					6.88			

## EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
24/02/2022	14:30 pm	24	0			0			0		
25/02/2022	14:30 pm	48	0			1			2		
26/02/2022	14:30 pm	72	0			1			1		

## PENETRACION

PENETRACION EN PULGADAS	MUESTRA Nº 01				MUESTRA Nº 02				MUESTRA Nº 03			
	LECTURA DIAL	CORRECCION			LECTURA DIAL	CORRECCION			LECTURA DIAL	CORRECCION		
		Libras	Lb/Pulg.2.			Libras	Lb/Pulg.2.			Libras	Lb/Pulg.2.	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.025	36	284.5	94.8	351	25	197.6	65.9	319	18	142.3	47.4	92.0
0.050	55	434.7	144.9	584	40	316.1	105.4	482	30	237.1	79.0	166.0
0.075	85	671.8	223.9	765	61	482.1	160.7	629	45	355.7	118.6	235.0
0.100	160	1264.6	421.5	914	103	814.1	271.4	739	58	458.4	152.8	289.0
0.144	270	2134.0	711.3	1172	154	1217.1	405.7	903	93	735.0	245.0	372.0
0.200	360	2845.3	948.4	1414	201	1588.6	529.5	1076	135	1067.0	355.7	461.0
0.250	450	3556.6	1185.5	1575	255	2015.4	671.8	1226	165	1304.1	434.7	525.0
0.300	542	4283.7	1427.9	1704	312	2465.9	822.0	1352	196	1549.1	516.4	579.0
0.400	635	5018.7	1672.9	1930	422	3335.3	1111.8	1564	236	1865.2	621.7	669.0
0.500	725	5730.1	1910.0	2084	498	3936.0	1312.0	1696	271	2141.9	714.0	736.0

**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**  
 GERMAN PARTININA  
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO**  
 GEOTECNIA  
 PERU  
 LUIS HUMBERTO SILVA MANCHEGO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP-51536



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz.83, Lt-17

**PROYECTO :** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICO DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION DE LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACION :** Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE :** ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

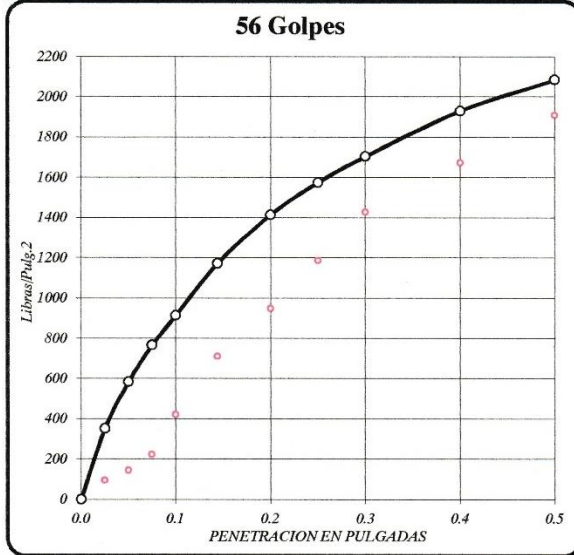
**CANTERA :** ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**ADICION :** 5% Residuo de Construccion mas Base granular

**COMPACTACION :** TIPO C

**FECHA :** 24 de febrero de 2022

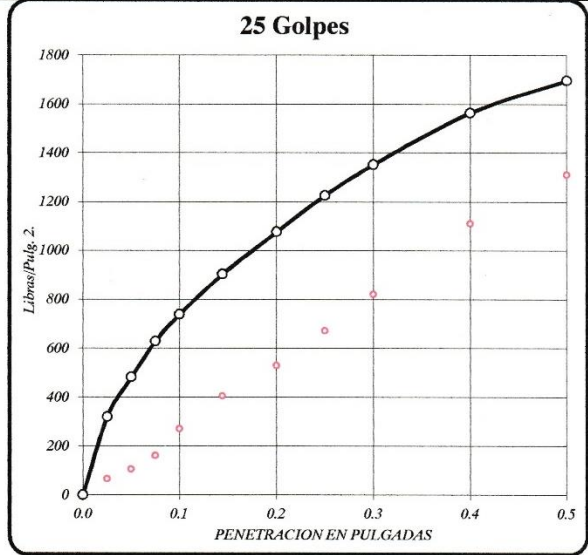
**ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73**



DENSIDAD SECA = 2.169 gr/cm<sup>3</sup>.

CBR a 0.1" = 91.4 %

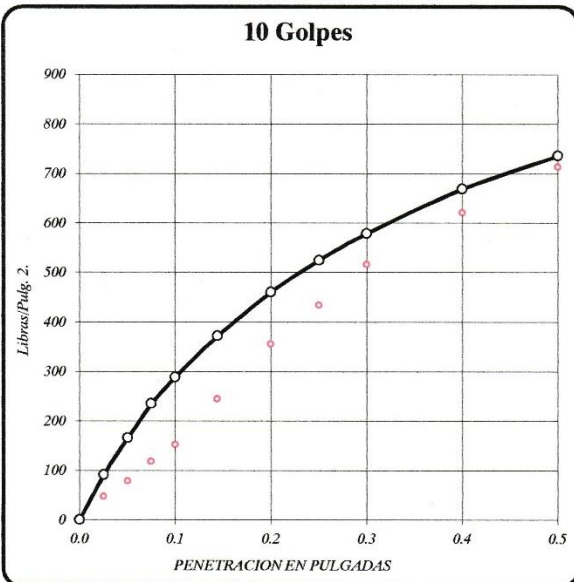
CBR a 0.2" = 94.3 %



DENSIDAD SECA = 2.052 gr/cm<sup>3</sup>.

CBR a 0.1" = 73.9 %

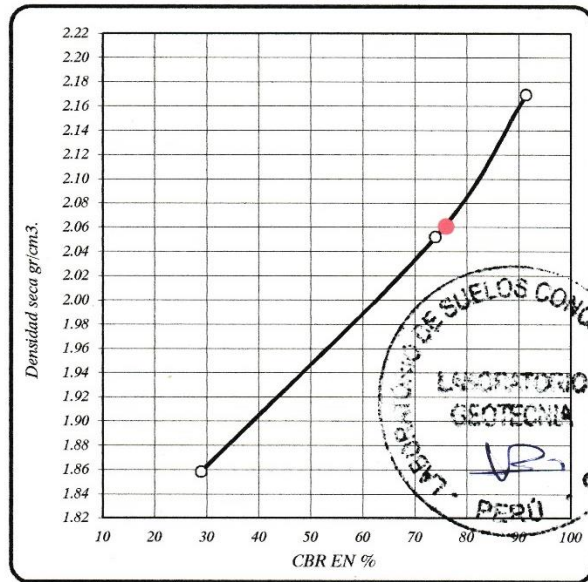
CBR a 0.2" = 71.7 %



DENSIDAD SECA = 1.859 gr/cm<sup>3</sup>.

CBR a 0.1" = 28.9 %

CBR a 0.2" = 30.7 %



RESULTADOS DEL ENSAYO:

CBR CON 56 GOLPES =

CBR CON 25 GOLPES =

CBR CO 10 GOLPES =

CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX =

CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX =

CBR 0.1" DENSIDAD

91.4 % 2.17 gr/cm<sup>3</sup>.

73.9 % 2.05 gr/cm<sup>3</sup>.

28.9 % 1.86 gr/cm<sup>3</sup>.

91.4 %

76.0 %

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN PARI NIÑA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

LUCHILBERG SIENA MANCHEGO  
INGENIERO CIVIL  
CIP - 51536





**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles MaB3, Ll-17

**PROYECTO :** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICO DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION DE LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACION :** Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE :** ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

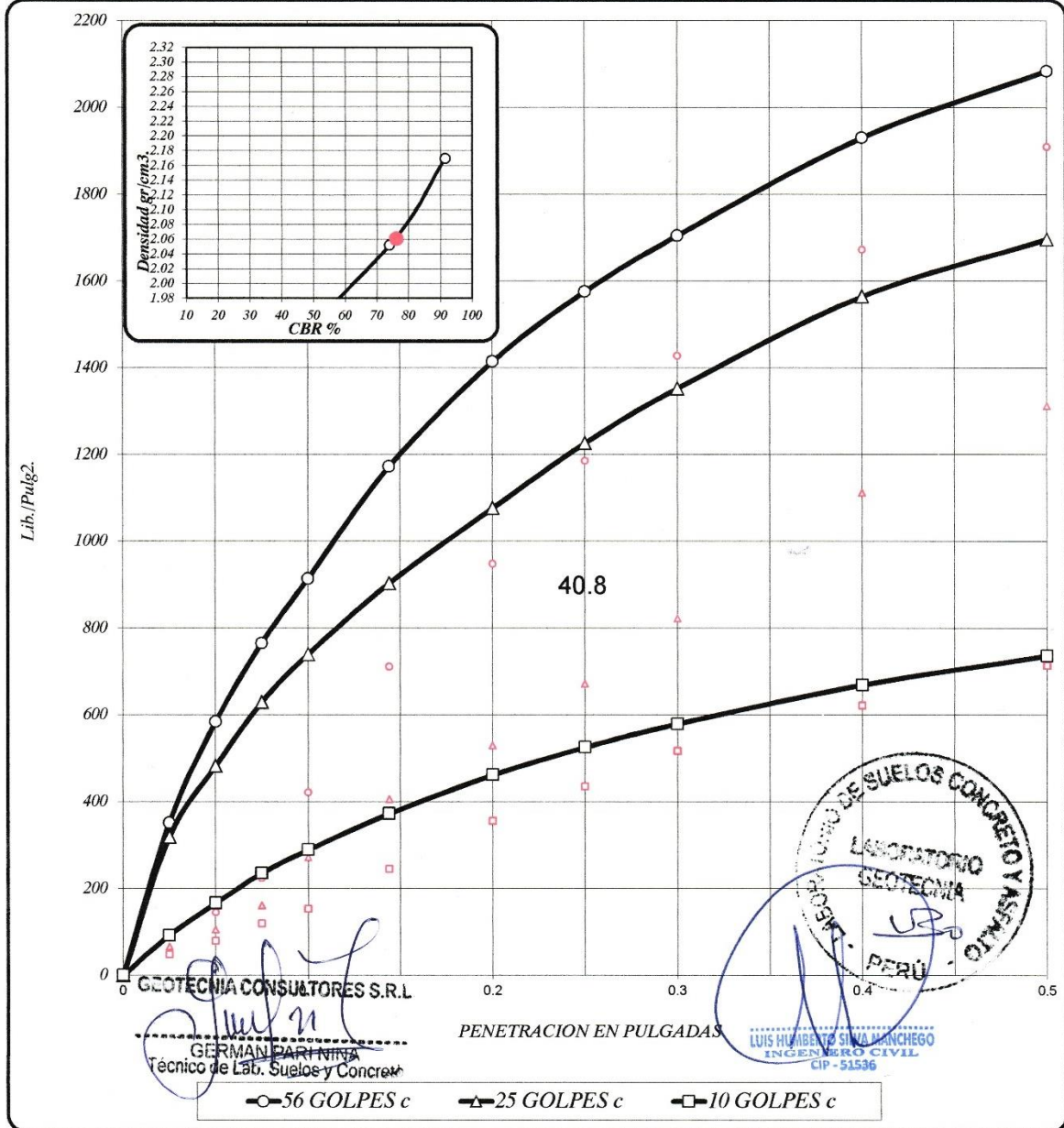
**CANTERA :** CANTERA BELU (ninaja)

**ADICION :** 5% Residuo de Construccion mas Base granular

**COMPACTACION :** TIPO C

**FECHA :** 24 de febrero de 2022

**ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73**



56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES	CBR DE DISEÑO
DENSIDAD SECA = 2.17 gr/cm <sup>3</sup> .	DENSIDAD SECA = 2.05 gr/cm <sup>3</sup> .	DENSIDAD SECA = 1.86 gr/cm <sup>3</sup> .	CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX. = 91.4 %
CBR a 0.1" = 31 %	CBR a 0.1" = 73.9 %	CBR a 0.1" = 28.9 %	CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX. = 76.0 %
CBR a 0.2" = 30.7 %	CBR a 0.2" = 71.7 %	CBR a 0.2" = 30.7 %	



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz-63, Lt-17

**PROYECTO** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN** : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** : CANTERA BELU (ninaja)

**ADICION** : 5% Residuo de Construccion mas Base granular

**FECHA** : 24/02/2022

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

MATERIAL FRACCION GRUESA

TAMIZ	GRADUACIONES		
	A	B	
1 1/2"			
1"	1360	1210	
3/4"	1250	1260	
1/2"	1250	1250	
3/8"	1250	1195	
1/4"			
Nº 4			
PESO TOTAL	4875	4915	
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	1135	1241	
PESO OBTENIDO	3740	3674	
Nº DE ESFERAS	12	12	
PESO DE LAS ESFERAS	5013	5013	
PORCENTAJE OBTENIDO	<b>23.28%</b>	<b>25.25%</b>	<b>24.27%</b>



OBSERVACIONES :

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN PARI NIÑA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

TECNICO DE LABORATORIO



ING° JEFE DE LABORATORIO



# GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz-83, Lt-17

**OBRA** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN** : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** : CANTERA BELU (ninaja)

**FECHA** : 24 de Febrero de 2022

**ADICION** : 5% Residuo de Construccion mas Base granular



**MUESTRAS:** Material Arena fue Alcanzado por el proveedor el 20-03-2022 con denominacion y reportado como: Muestra N° 1

## ANALISIS QUIMICO DE SUELO MTC E 219, ASTM D 512-516

### Muestra (Base Granular)

Muestra	Solidos Solubles Totales (salinidad) MTC E 219			Sulfatos Solubles ASTM D 516			Cloruros Solubles ASTM D 512		
	%	g/k	PPM	%	g/k	PPM	%	g/k	PPM
Muestra N° 1 Ensayo 1	1.220	122.00	12200	0.185	18.50	1850	0.205	20.5	2050
Muestra N° 1 Ensayo 2	1.195	119.50	11950	0.174	17.40	1740	0.351	35.1	3510
Muestra N° 1 Ensayo 3	1.268	126.80	12680	0.211	21.10	2110	0.441	44.1	4410

N° de ENSAYOS	Solidos Solubles Totales (salinidad) MTC E 219	Sulfatos Solubles Totales ASTM D 516	Cloruros Solubles Totales ASTM D 512
1,2,3	12276.67	1900.00	3323.33

Nota: Limites permisibles APTO para la construccion se recomienda utilizar el mismo material ensayado en laboratorio

PH	H	3.18
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	Us/cm	0.195

LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA MUESTRA SON VALIDADOS CON LA NTP, ECA Y STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER 14TH EDITION - 1975-20TH EDITION - 2005 APHA AWWA-WPCF.AO517 METODO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS EN AGREGADO (ASTM D1411, MTC E 219, ASTM 516 Y ASTM D512)

### CUADRO N°1: ELEMENTOS QUIMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACION

Presencia en el Suelo de :	p.p.m	Grado de Alteración	OBSERVACIONES
* SULFATOS	0 - 1000	Leve	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
	1000 - 2000	Moderado	
	2000 - 20,000	Severo	
	>20,000	Muy severo	
** CLORUROS	> 6,000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos Metalicos
** SALES SOLUBLES	> 15,000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación

El presente resultado es explicitamente sobre la muestra de la arena mencionada y su normas de uso para la construccion

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN BARRINA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

REALIZADO POR:

LUIS HUMBERTO SILVA MANCHEDO  
INGENIERO CIVIL  
CIV. 51536

REVISADO POR:



REVISION

Tercera dosificación – RCD 10%



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**  
 Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto  
 Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz83, Lt-17

**PROYECTO:** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICO DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION DE LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN:** Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE:** ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA:** CANTERA BELU (ninaja)

**ADICION:** 10% Residuo de Construccion mas Base granular

**FECHA:** 24 de febrero de 2022

**DISEÑO C.B.R.= BASE GRANULAR 90% - RESIDUOS DE CONSTRUCCION 10%**

DESCRIPCION DE MATERIAL	Peso Seco (gr)	Peso Base Granular- Adicion de Residuo Construccion	Humedad Optima Proctor Modificado	C.B.R. DE DISEÑO	
Muestra Total para Ensayo	13333.33				
Material Base granular 90%	12000.00	14016.00	6.80	CBR AL 100%	95.00
Residuo de Construccion 10%	1200.00			CBR AL 95%	86.90
Agua 6.8%	816.00				



GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.  
  
 GERMAN PARINIZA  
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto

  
 LUIS HUMBERTO SILVA MACHUCA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.O. 54596





**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz.83, Lt-17

**OBRA** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN** : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** : CANTERA BELU (ninaja)

**ADICION** : 10% Residuo de Construcción mas Base granular

**FECHA** : 24 de Febrero de 2022

## CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)

### MUESTRAS

**CONTENIDO DE HUMEDAD: Base granular (Cantera Belu- Ninaja)**

MUESTRA N°	M-1		
PROFUNDIDAD			
PRUEBA No	2		
1. FRASCO No	10		
2. PESO FRASCO + SUELO HUMEDO (GRS)	170.45		
3. PESO FRASCO + SUELO SECO (GRS)	169.15		
4. PESO DEL FRASCO (GRS)	16.60		
5. PESO AGUA (1-2) (GRS)	1.30		
6. PESO SUELO SECO (3-4) (GRS)	152.55		
7. CONTENIDO DE HUMEDAD(4/5*100) (%)	0.85		

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN PARI NINJA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

JEFE DE LABORATORIO



TECNICO DE LABORATORIO



# GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz83, Lt-17

**OBRA** : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN** : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** : CANTERA BELU (ninaja)

**ADICION** : 10% Residuo de Construccion mas Base granular

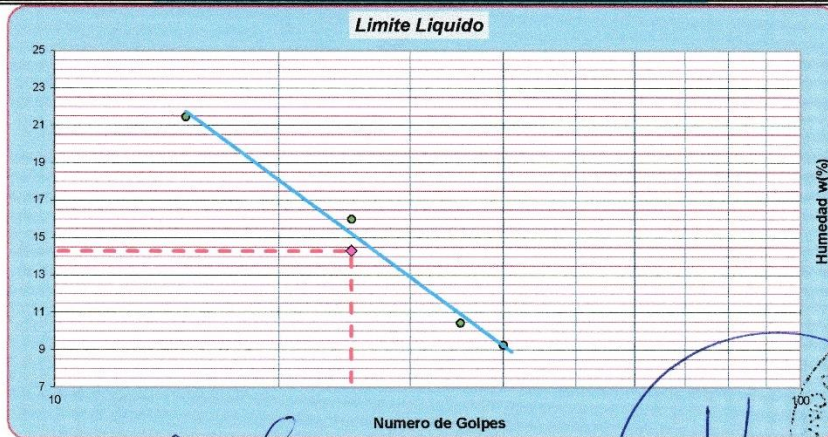
**FECHA** : 24 de Febrero de 2022

## LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318, MTC E-110-111

Determinación del Limite Plástico		ASTM D-4318, AASHTO T-90		
ENSAYO N°	01	02	03	
Recipiente N°	11	12	13	
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	18.42	17.68	18.35	
Peso Recipiente+Suelo Seco	18.60	17.15	18.20	
Peso de agua	-0.18	0.53	0.15	
Peso Recipiente	14.00	15.00	14.10	
Peso de Suelo Seco	4.60	2.15	4.10	
% de Humedad	-4.00	24.65	3.66	
<b>Limite Plástico (%)</b>	8.10			

Determinación del Limite Liquido		ASTM D-4318, AASHTO T-89			
ENSAYO N°	05	06	07	08	
Recipiente N°	13	4	7	11	
Numero de Golpes	40	35	25	15	
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	41.60	41.00	45.05	48.00	
Peso Recipiente+Suelo Seco	39.60	40.15	42.45	44.50	
Peso de agua	2.00	0.85	2.60	3.50	
Peso Recipiente	18.00	32.02	26.20	28.20	
Peso de Suelo Seco	21.60	8.13	16.25	16.30	
% de Humedad	9.26	10.46	16.00	21.47	
<b>Limite Liquido (%)</b>	14.30				
<b>Indice de Plasticidad (%)</b>	6.19				



GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN PARLAINA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

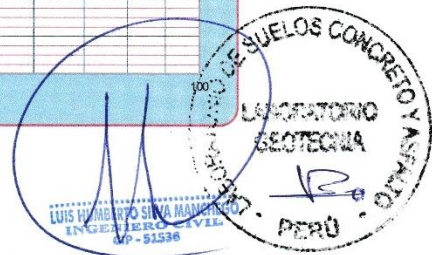
REALIZADO POR:  
GERMAN PARI NINA

TÉCNICO DE LABORATORIO MEC. DE SUELOS-CONCRETO

REVISADO POR:

JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS

APROVADO POR:



REALIZADO POR: GERMAN PARI NINA TÉCNICO DE LABORATORIO MEC. DE SUELOS-CONCRETO	REVISADO POR: JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS	APROVADO POR:
--	--	---------------



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz-83, Lt-17

**OBRA** , "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN** : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** : : CANTERA BELU (ninaja)

**ADICION** : 10% Residuo de Construccion mas Base granular

**FECHA** : 24 de Febrero de 2022

**EQUIVALENTE DE ARENA**

(NORMA AASHTO T-176)

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

		IDENTIFICACION				Promedio
		1	2	3	4	
CANTERA :						
CALICATA :						
PROGRESIVA :						
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm	4.76	4.76	4.76		
Hora de entrada a saturación		12:06	12:08	12:10		
Hora de salida de saturación (mas 10")		12:16	12:18	12:20		
Hora de entrada a decantación		12:17	12:19	12:21		
Hora de salida de decantación (mas 20")		12:37	12:39	12:41		
	mm	7.50	7.20	7.10		
Altura máxima de la arena	mm	3.67	3.69	3.59		
Equivalente de Arena	%	48.9%	51.3%	50.6%		<b>50.25%</b>

		IDENTIFICACION				Promedio
		1	2	3	4	
CANTERA :						
CALICATA :						
PROGRESIVA :						
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm					
Hora de entrada a saturación						
Hora de salida de saturación (mas 10")						
Hora de entrada a decantación						
Hora de salida de decantación (mas 20")						
Altura máxima de material fino	mm					
Altura máxima de la arena	mm					
Equivalente de Arena	%					

**Observaciones:**

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERIMAN PARTINJA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

TECNICO DE LABORATORIO



ING. JEFE DE LABORATORIO



OBRA "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

UBICACIÓN : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

SOLICITANTE : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

CANTERA : Material Reciclado Agregado

ADICION 10% Residuo de Construccion mas Base granular

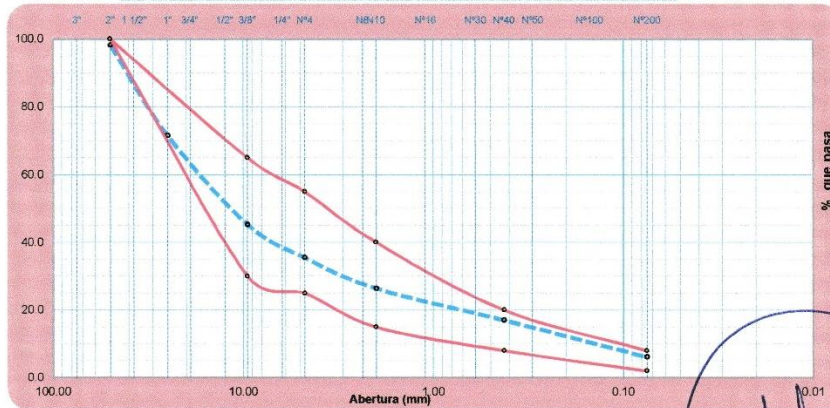
24 de febrero 2022

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

ASTM D 422, AASHTO T 88

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificación A ASTM M-147	Descripción de la Muestra
							Peso Reten. # 4 : 4028.00 gr.
							Peso Past. # 4 : 2218.00 gr.
							Limite de consistencia
3"	75.000				100.00		L.L. : 18.94 %
2"	50.000	110.00	1.76	1.76	98.24		L.P. : NP %
1 1/2"	37.500	890.00	14.25	16.01	83.99		I.P. : %
1"	25.000	779.00	12.47	28.48	71.52	100	100
3/4"	19.000	799.00	12.79	41.27	58.73		Clasificación
3/8"	9.500	839.00	13.43	54.71	45.29	30	65
Nº4	4.750	811.00	9.78	64.49	35.51	25	55
Nº10	2.000	569.00	9.11	73.60	26.40	15	40
Nº 20	0.840	298.00	4.77	78.37	21.63		
Nº 40	0.425	287.00	4.59	82.97	17.03	8	20
Nº 60	0.250	269.00	4.31	87.27	12.73		
Nº 100	0.150	226.00	3.62	90.89	9.11		
Nº 200	0.075	186.00	2.98	93.87	6.13	2	8
Fondo		383.00	6.13	100.00			
TOTAL		6246.00	100.00				

**CURVA GRANULOMETRICA**



GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.  
  
 GERMAN PARTINA  
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto



REALIZADO POR: GERMAN PARTINA TÉCNICO DE LABORATORIO MEC. DE SUELOS-CONCRETO	REVISADO POR: JEFE DE LABORATORIO. DE SUELOS	APROBADO POR:
--	---	---------------





**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto

Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Ma83, Lt-17



PROYECTO "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

UBICACIÓN : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

SOLICITANTE : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

CANTERA : : CANTERA BELU (ninaja)

ADICION 10% Residuo de Construccion mas Base granular

FECHA : 24 de Febrero de 2022

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

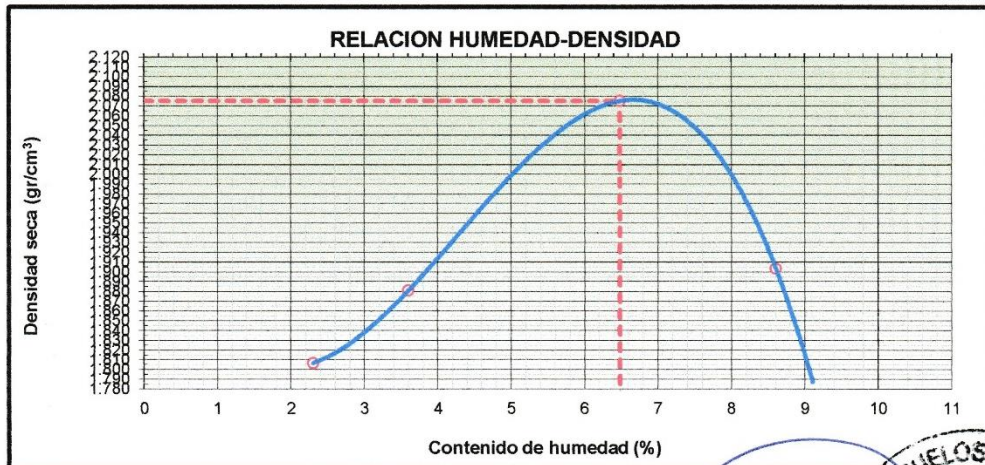
(NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

METODO DE COMPACTACION : D

FECHA DE ENSAYO : 20 de febrero de 2022

Peso suelo + molde	gr	10285	10497	11046	10750	
Peso molde	gr	6394	6394	6394	6394	
Peso suelo húmedo compactado	gr	3891	4103	4652	4356	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2105	2105	2105	2107	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.848	1.949	2.210	2.067	
Recipiente N°		3	4	5	6	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	642.3	666.7	520.1	506.7	
Peso del suelo seco + tara	gr	631.5	649.1	499.5	479.5	
Tara	gr	161.9	160.2	181.8	163.5	
Peso de agua	gr	10.8	17.6	20.6	27.2	
Peso del suelo seco	gr	469.6	488.9	317.7	316.0	
Contenido de agua	%	2.30	3.60	6.48	8.61	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.807	1.881	2.075	1.904	

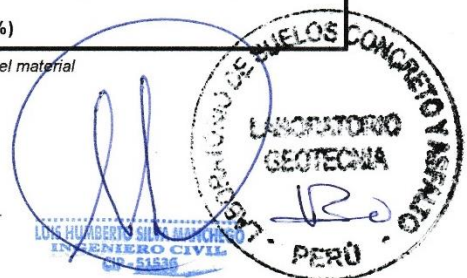
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	2.075
Humedad óptima (%)	6.48



Observaciones: La presente muestra tiene contenido de sales hay presencia de bolones en el material

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.  
  
 GERMAN PARININA  
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto

TECNICO DE LABORATORIO



ING. JEFE DE LABORATORIO



OBRA : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

UBICACION : : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

SOLICITANTE : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

CANTERA : CANTERA BELU (ninaja)

ADICION : 10% Residuo de Construccion mas Base granular

FECHA : : 24 de Febrero de 2022

**DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS**  
(NORMA ASTM D-693)

MATERIAL		PESO RETENIDO	PARTICULAS CHATAS		PARTICULAS ALARGADAS		CHATAS Y ALARGADAS
TAMIZ	abertura			% PARCIAL		% PARCIAL	(%) PARCIAL

(pulg)	(mm)						
3"	76.200						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100	798.0	37.9	4.7	41.2	5.2	9.9
1"	25.400	1405.0	64.5	4.6	57.6	4.1	8.7
3/4"	19.050	1142.0	51.6	4.5	61.1	5.4	9.9
1/2"	12.700	805.0	37.5	4.7	42.2	5.2	9.9
3/8"	8.750	865.0	43.9	5.1	44.6	5.2	10.2
Nº 4	4.750	1490.0	68.2	4.6	74.8	5.0	9.6
TOTAL		<b>6505.0</b>	303.6	4.67	321.5	4.94	9.61

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	(g)	6505
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	(%)	<b>9.61</b>

OBSERVACIONES:

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.  
  
 GERMAN PARTININA  
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto  
 TECNICO DE LABORATORIO

LUIS HUMBERTO SILVA MANCERA  
 INGENIERO CIVIL  
 CP-51536  
 LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO  
 GEOTECNIA  
 PERU  
 ING. JEFE DE LABORATORIO



# GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Ma-83, Lt-17

**PROYECTO** : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICO DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION DE LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACION** : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** : CANTERA BELU (ninaja)

**ADICION** : 10% Residuo de Construcción mas Base granular

**COMPACTACION** : TIPO C

**FECHA** : 24 de febrero de 2022

## ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73

MUESTRA		01				02				03			
Nº DE GOLPES		56				25				10			
CONDICIÓN		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO	
Peso del molde + suelo humedo	gr.	12105.8		12387.8		11820.1		12142.1		11479.4		11873.5	
Peso del suelo	gr.	7200.1		7200.1		7126.9		7126.9		7140.3		7140.3	
Peso del suelo humedo	gr.	4905.7		5187.7		4693.2		5015.2		4339.1		4733.2	
Volumen del suelo	cm <sup>3</sup> .	2123.9		2123.9		2123.9		2123.9		2123.9		2123.9	
Densidad humeda	gr/cc	2.310		2.443		2.210		2.361		2.043		2.229	
Humedad	%	5.37				6.48				5.67			
Densidad seca	gr/cc	2.192				2.075				1.933			
IDENTIFICACION DE TARA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	gr.	38.61	39.32			28.02	44.79			48.63	34.31		
Peso tara + suelo seco	gr.	36.88	37.35			26.38	42.40			46.14	32.63		
Peso de la tara	gr.	2.64	2.67			2.65	2.68			2.67	2.66		
Peso del agua	gr.	1.730	1.970			1.645	2.390			2.490	1.680		
Peso de los solidos	gr.	34.240	34.680			23.725	39.720			43.470	29.970		
humedad	%	5.05	5.68			6.93	6.02			5.73	5.61		
Promedio de humedad	%	5.37				6.48				5.67			

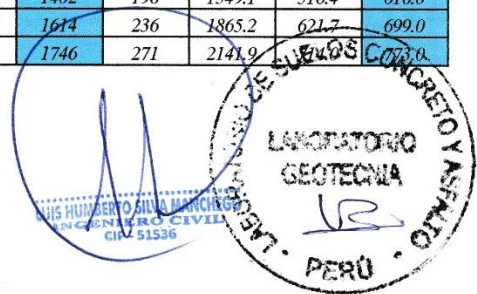
## EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
24/02/2022	16:15 pm	24	0			0			0		
25/02/2022	16:15 pm	48	0			1			2		
26/02/2022	16:15 pm	72	0			1			2		

## PENETRACION

PENETRACION EN PULGADAS	MUESTRA Nº 01				MUESTRA Nº 02				MUESTRA Nº 03			
	LECTURA DIAL	CORRECCION			LECTURA DIAL	CORRECCION			LECTURA DIAL	CORRECCION		
		Libras	Lb/Pulg.2.			Libras	Lb/Pulg.2.			Libras	Lb/Pulg.2.	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	36	284.5	94.8	387	25	197.6	65.9	369	18	142.3	47.4	131.0
0.050	55	434.7	144.9	620	40	316.1	105.4	532	30	237.1	79.0	211.0
0.075	85	671.8	223.9	801	61	482.1	160.7	679	45	355.7	118.6	271.0
0.100	160	1264.6	421.5	950	103	814.1	271.4	789	58	458.4	152.8	326.0
0.144	270	2134.0	711.3	1208	154	1217.1	405.7	953	93	735.0	245.0	411.0
0.200	360	2845.3	948.4	1450	201	1588.6	529.5	1126	135	1067.0	355.7	498.0
0.250	450	3556.6	1185.5	1611	255	2015.4	671.8	1276	165	1304.1	434.7	561.0
0.300	542	4283.7	1427.9	1740	312	2465.9	822.0	1402	196	1549.1	516.4	616.0
0.400	635	5018.7	1672.9	1966	422	3335.3	1111.8	1614	236	1865.2	621.7	699.0
0.500	725	5730.1	1910.0	2120	498	3936.0	1312.0	1746	271	2141.9	699.0	

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.  
 GERMAN PARHINA  
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto





**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Ángeles Ma.83, Ll-17

**PROYECTO :** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICO DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION DE LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACION :** Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE :** ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

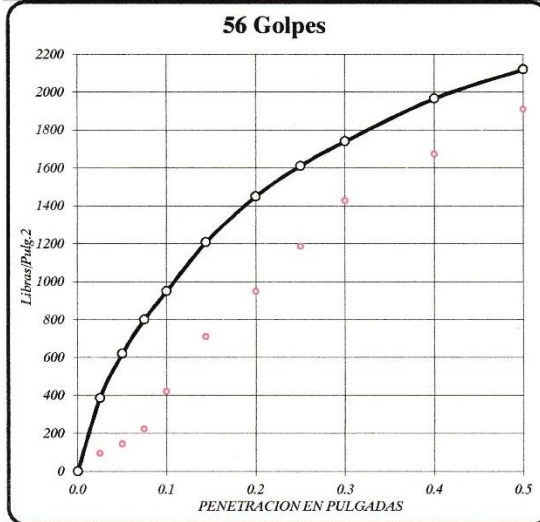
**CANTERA :** ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**ADICION :** 10% Residuo de Construccion mas Base granular

**COMPACTACION :** TIPO C

**FECHA :** 24 de febrero de 2022

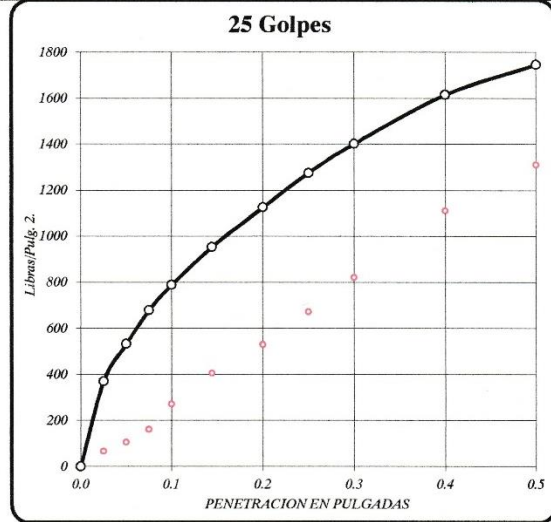
**ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73**



DENSIDAD SECA = 2.192 gr/cm<sup>3</sup>.

CBR a 0.1" = 95.0 %

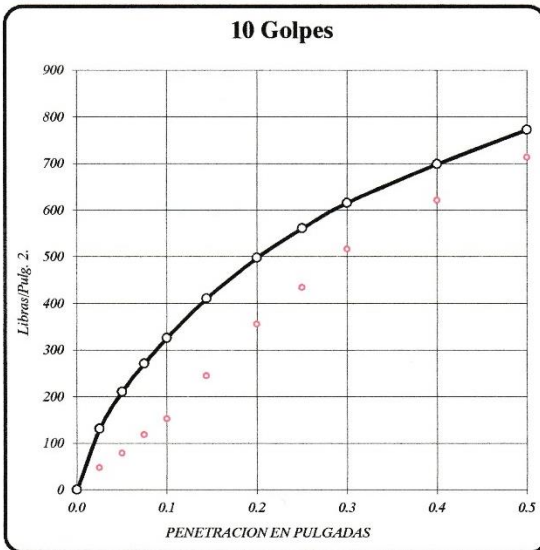
CBR a 0.2" = 96.7 %



DENSIDAD SECA = 2.075 gr/cm<sup>3</sup>.

CBR a 0.1" = 78.9 %

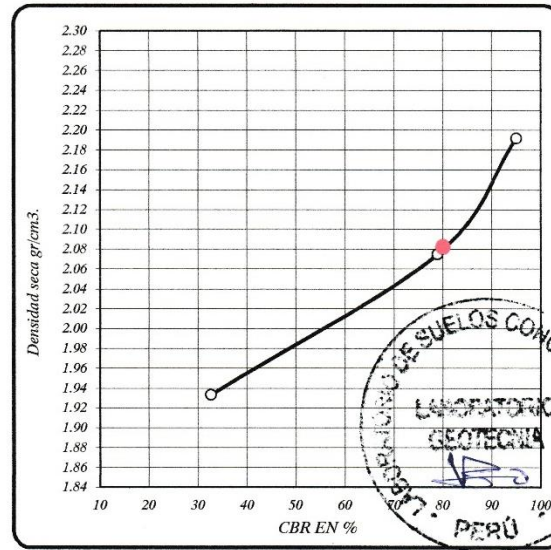
CBR a 0.2" = 75.1 %



DENSIDAD SECA = 1.933 gr/cm<sup>3</sup>.

CBR a 0.1" = 32.6 %

CBR a 0.2" = 33.2 %



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**  
 GERMAN PARRINA  
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto

RESULTADOS DEL ENSAYO:

CBR CON 56 GOLPES =

CBR CON 25 GOLPES =

CBR CO 10 GOLPES =

CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX =

CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX =

DENSIDAD

95.0 % 2.19 gr/cm<sup>3</sup>.

78.9 % 2.08 gr/cm<sup>3</sup>.

32.6 % 1.93 gr/cm<sup>3</sup>.

95.0 %

80.0 %

**LUIS HUMBERTO SWA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP-51296



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto, Topografía, Trabajos en Movimiento de Tierras, Urb. Los Angeles Ma83 Lt-17

**PROYECTO :** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICO DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION DE LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACION :** Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE :** ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

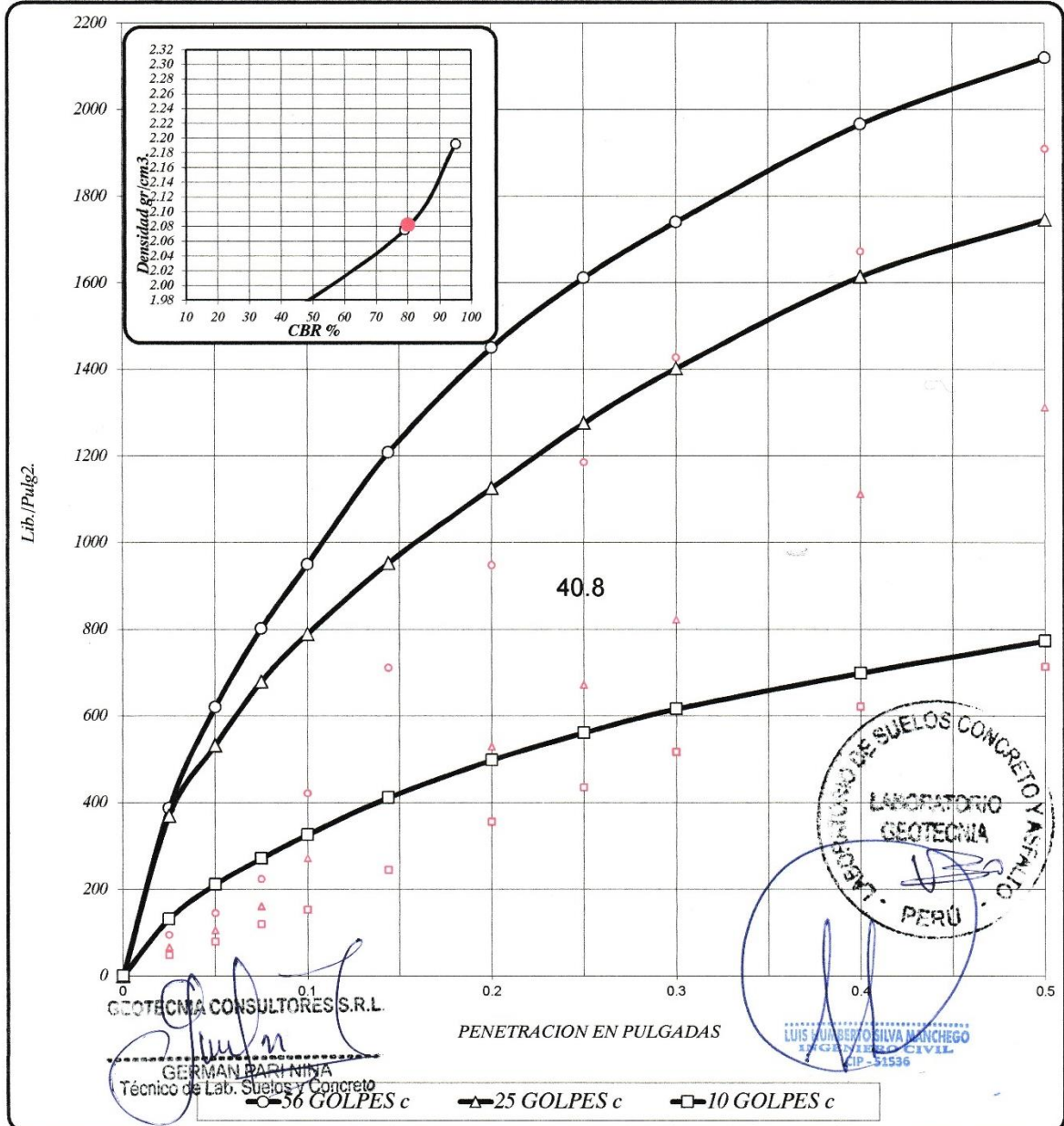
**CANTERA :** CANTERA BELU (ninaja)

**ADICION :** 10% Residuo de Construccion mas Base granular

**COMPACTACION :** TIPO C

**FECHA :** 24 de febrero de 2022

**ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73**



56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES	CBR DE DISEÑO
DENSIDAD SECA = 2.19 gr/cm3.	DENSIDAD SECA = 2.08 gr/cm3.	DENSIDAD SECA = 1.93 gr/cm3.	CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX. = 95.0 %
CBR a 0.1" = 33 %	CBR a 0.1" = 78.9 %	CBR a 0.1" = 32.6 %	CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX. = 80.0 %
CBR a 0.2" = 33.2 %	CBR a 0.2" = 75.1 %	CBR a 0.2" = 33.2 %	



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz-83, Lt-17

**PROYECTO** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN** : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** : CANTERA BELU (ninaja)

**ADICION** : 10% Residuo de Construccion mas Base granular

**FECHA** : 24 de Febrero de 2022

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

TAMIZ	GRADUACIONES	
	A	B
1 1/2"		
1"	1450	1402
3/4"	1250	1260
1/2"	1250	1250
3/8"	1250	1195
1/4"		
N° 4		
PESO TOTAL	5200	5107
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	1160	1280
PESO OBTENIDO	4040	3827
N° DE ESFERAS	12	12
PESO DE LAS ESFERAS	5013	5013
PORCENTAJE OBTENIDO	<b>22.31%</b>	<b>25.06%</b>
		<b>23.69%</b>



**OBSERVACIONES :**

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L

GERMAN PARI NINA  
Técnico del Lab. Suelos y Concreto

TECNICO DE LABORATORIO



ING° JEFE DE LABORATORIO

**OBRA** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN** : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** : CANTERA BELU (ninaja)

**ADICION** 10% Residuo de Construccion mas Base granula

**FECHA** 21 de Febrero de 2022



**MUESTRAS:** Material Arena fue Alcanzado por el proveedor el 24-02-2022 con denominacion y reportado como: Muestra N° 1

**ANALISIS QUIMICO DE SUELO MTC E 219, ASTM D 512-516**

Muestra (Base Granular)

Muestra	Solidos Solubles Totales (salinidad) MTC E 219			Sulfatos Solubles ASTM D 516			Cloruros Solubles ASTM D 512		
	%	g/k	PPM	%	g/k	PPM	%	g/k	PPM
Muestra N° 1 Ensayo 1	1.224	122.40	12240	0.179	17.9	1790	0.541	54.1	5410
Muestra N° 1 Ensayo 2	1.247	124.70	12470	0.195	19.5	1950	0.412	41.2	4120
Muestra N° 1 Ensayo 3	1.249	124.90	12490	0.215	21.5	2150	0.455	45.5	4550

N° de ENSAYOS	Solidos Solubles Totales (salinidad) MTC E 219	Sulfatos Solubles Totales ASTM D 516	Cloruros Solubles Totales ASTM D 512
1,2,3	12400.00	1963.33	4693.33

Nota: Limites permisibles APTO para la construccion se recomienda utilizar el mismo material ensayado en laboratorio

PH	H	3.18
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	Us/cm	0.195

LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA MUESTRA SON VALIDADOS CON LA NTP, ECA Y STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER 14TH EDITION - 1975-20TH EDITION - 2005 APHA AWWA-WPCF.A0517 METODO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS EN AGREGADO (ASTM D1411, MTC E 219, ASTM 516 Y ASTM D512)

**CUADRO N°1: ELEMENTOS QUIMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACION**

Presencia en el Suelo de :	p.p.m	Grado de Alteración	OBSERVACIONES
* SULFATOS	0 - 1000	Leve	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
	1000 - 2000	Moderado	
	2000 - 20,000	Severo	
	>20,000	Muy severo	
** CLORUROS	> 6,000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos Metalicos
** SALES SOLUBLES	> 15,000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación

El presente resultado es esplotamente sobre la muestra de la arena mencionada y su normas de uso para la construccion

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN PARI NINA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

REALIZADO POR:  
GERMAN PARI NINA  
TÉCNICO DE LABORATORIO MEC. DE SUELOS, CONCRETO

REVISADO POR:  
Ing. RONALD R. CHUQUIMIA AYMA  
JEFE DE LAB. DE SUELOS-GEOTECNIA CONSULTORES S.C.R.L.



LUIS HUMBERTO SILVA MANCHEGO  
INGENIERO CIVIL  
CIP - 51536

Cuarta dosificación – RCD 15%



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**  
 Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto  
 Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Ángeles Mz-83, Lt-17

**PROYECTO:** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICO DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION DE LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN:** Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA  
**SOLICITANTE** ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS  
**CANTERA:** CANTERA BELU (ninaja)  
**ADICION** 15% Residuo de Construccion mas Base granular  
**FECHA:** 24 de febrero de 2022

**DISEÑO C.B.R.= BASE GRANULAR 85% - RESIDUOS DE CONSTRUCCION 15%**

DESCRIPCION DE MATERIAL	Peso Seco (gr)	Peso Base Granular- Adicion de Residuo Construccion	Humedad Optima Proctor Modificado	C.B.R. DE DISEÑO
Muestra Total para Ensayo	14117.69			
Material Base granular 85%	12000.04	14616.04	6.80	CBR AL 100%
Residuo de Construccion 5%	1800.01			95.40
Agua 6.8%	816.00			84.00



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**  
 GERMAN PARI NINA  
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto



REALIZADO POR:	REVISADO POR:
GERMAN PARI NINA TÉCNICO DE LABORATORIO MEC. DE SUELOS.CONCRETO	JEFE DE LAB. DE SUELOS-GEOTECNIA CONSULTORES S.C.R.L.





**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz.83, Lt-17

**OBRA** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN** : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** : CANTERA BELU (ninaja)

**ADICION** 15% Residuo de Construccion mas Base granular

**FECHA** 24/02/2022

## CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)

### MUESTRAS

#### CONTENIDO DE HUMEDAD: Base granular (Cantera Belu- Ninaja)

MUESTRA N°	M-1			
PROFUNDIDAD				
PRUEBA No	1			
1. FRASCO No	4			
2. PESO FRASCO + SUELO HUMEDO (GRS)	165.40			
3. PESO FRASCO + SUELO SECO (GRS)	162.04			
4. PESO DEL FRASCO (GRS)	16.60			
5. PESO AGUA (1-2) (GRS)	3.36			
6. PESO SUELO SECO (3-4) (GRS)	145.43			
7. CONTENIDO DE HUMEDAD(4/5*100) (%)	2.31			

#### CONTENIDO DE HUMEDAD: Residuos de Construccion (Clasificado)

MUESTRA N°	M-1			
PROFUNDIDAD				
PRUEBA No	1			
1. FRASCO No	9			
2. PESO FRASCO + SUELO HUMEDO (GRS)	152.32			
3. PESO FRASCO + SUELO SECO (GRS)	151.29			
4. PESO DEL FRASCO (GRS)	16.457			
5. PESO AGUA (1-2) (GRS)	1.03			
6. PESO SUELO SECO (3-4) (GRS)	134.83			
7. CONTENIDO DE HUMEDAD(4/5*100) (%)	0.76			

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN PARI-NINJA  
Tecnico de Lab. Suelos y Concreto

JEFE DE LABORATORIO



TECNICO DE LABORATORIO



# GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto

Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz.83, Lt.17



**OBRA** : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN** : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

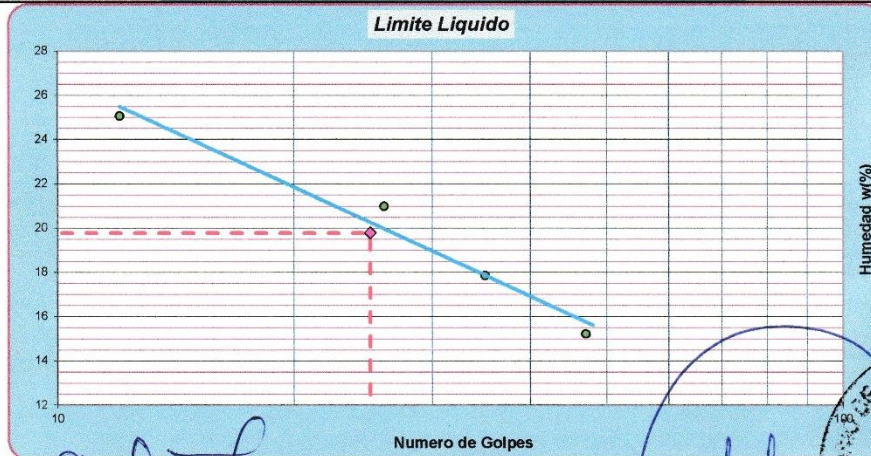
**CANTERA** : CANTERA BELU (ninaja)

**ADICION** : 15% Residuo de Construccion mas Base granular

**FECHA** : 24 de Febrero de 2022

## LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318, MTC E-110-111

Determinación del Limite Plástico		ASTM D-4318, AASHTO T-90		
ENSAYO N°	01	02	03	
Recipiente N°	15	16	17	
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	18.40	17.95	18.56	
Peso Recipiente+Suelo Seco	18.60	17.15	18.20	
Peso de agua	-0.20	0.80	0.36	
Peso Recipiente	14.00	15.00	14.10	
Peso de Suelo Seco	4.60	2.15	4.10	
% de Humedad	-4.35	37.21	8.78	
<b>Limite Plástico (%)</b>	13.88			
Determinación del Limite Liquido		ASTM D-4318, AASHTO T-89		
ENSAYO N°	05	06	07	08
Recipiente N°	13	4	7	11
Numero de Golpes	47	35	26	12
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	42.89	41.00	46.20	48.25
Peso Recipiente+Suelo Seco	39.60	40.00	42.00	44.29
Peso de agua	3.29	1.00	4.20	3.96
Peso Recipiente	18.00	34.40	22.00	28.50
Peso de Suelo Seco	21.60	5.60	20.00	15.79
% de Humedad	15.23	17.86	21.00	25.08
<b>Limite Liquido (%)</b>	19.79			
<b>Índice de Plasticidad (%)</b>	5.91			



GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

*German Pari Nina*  
GERMAN PARI NINA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

*Humberto Silva Manchen*  
HUMBERTO SILVA MANCHEN  
INGENIERO CIP - 51536



REALIZADO POR: GERMAN PARI NINA TÉCNICO DE LABORATORIO MEC. DE SUELOS-CONCRETO	REVISADO POR: JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS	APROVADO POR:
--	--	---------------



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz-83, Lt-17

**OBRA** : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN** : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** : : CANTERA BELU (ninaja)

**ADICION** : 15% Residuo de Construccion mas Base granular

**FECHA** : 24 de Febrero de 2022

**EQUIVALENTE DE ARENA**

(NORMA AASHTO T-176)

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CANTERA : CALICATA : PROGRESIVA :		IDENTIFICACION				Promedio
		1	2	3	4	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm	4.76	4.76	4.76		
Hora de entrada a saturación		12:06	12:08	12:10		
Hora de salida de saturación (mas 10")		12:16	12:18	12:20		
Hora de entrada a decantación		12:17	12:19	12:21		
Hora de salida de decantación (mas 20")		12:37	12:39	12:41		
	mm	7.50	7.20	7.10		
Altura máxima de la arena	mm	3.67	3.71	3.58		
Equivalente de Arena	%	48.9%	51.5%	50.4%		<b>50.29%</b>

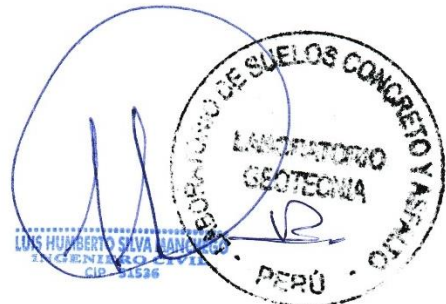
CANTERA : CALICATA : PROGRESIVA :		IDENTIFICACION				Promedio
		1	2	3	4	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm					
Hora de entrada a saturación						
Hora de salida de saturación (mas 10")						
Hora de entrada a decantación						
Hora de salida de decantación (mas 20")						
Altura máxima de material fino	mm					
Altura máxima de la arena	mm					
Equivalente de Arena	%					

**Observaciones:**

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN PARI NINA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

TECNICO DE LABORATORIO



ING. JEFE DE LABORATORIO



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Ángeles Mz-83, Lt-17

**OBRA "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"**

UBICACIÓN : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

SOLICITANTE : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

CANTERA : Material Reciclado Agregado

ADICION 15% Residuo de Construccion mas Base granular

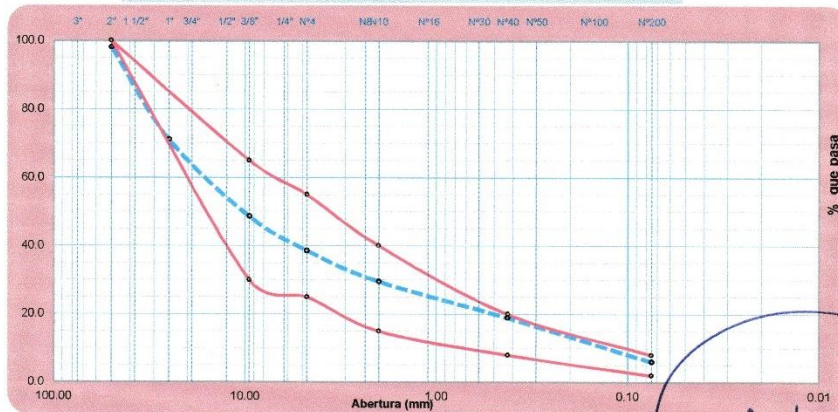
FECHA 24/02/2022

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

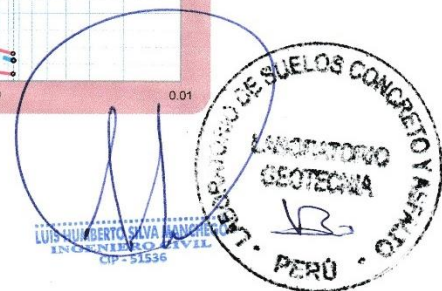
ASTM D 422, AASHTO T 88

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificación A ASTM M-147		Descripción de la Muestra
								Peso Reten. # 4 : 3488.00 gr.
								Peso Past. # 4 : 2194.10 gr.
								Limite de consistencia
3"	75.000				100.00			L.L. : 18.94 %
2"	50.000	105.00	1.85	1.85	98.15			L.P. : NP %
1 1/2"	37.500	759.00	13.36	15.21	84.79			I.P. : %
1"	25.000	781.00	13.74	28.95	71.05	100	100	<b>Clasificación</b>
3/4"	19.000	654.00	11.51	40.46	59.54			AASHTO : A-1-a (0)
3/8"	9.500	621.00	10.93	51.39	48.61	30	65	SUCS : GP-GM
Nº4	4.750	568.00	10.00	61.39	38.61	25	55	Humedad : 1.16 %
Nº10	2.000	515.00	9.06	70.45	29.55	15	40	D10 : 0.14
Nº 20	0.840	362.00	6.37	76.82	23.18			D30 : 2.14
Nº 40	0.425	241.00	4.24	81.06	18.94	8	20	D60 : 19.24
Nº 60	0.250	198.00	3.48	84.55	15.45			Cc : 1.65
Nº 100	0.150	290.00	5.10	89.65	10.35			Cu : 133.69
Nº 200	0.075	245.00	4.31	93.96	6.04	2	8	% de Grava : 61.39 %
Fondo	343.10	6.04	100.00					% de Arena : 32.58 %
TOTAL		5682.10	100.00					% de Finos : 6.04 %

**CURVA GRANULOMETRICA**



GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.  
**GERMÁN PARÍ NIÑA**  
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto



REALIZADO POR: <b>GERMÁN PARÍ NIÑA</b> TÉCNICO DE LABORATORIO MEC. DE SUELOS-CONCRETO	REVISADO POR: JEFE DE LABORATORIO. DE SUELOS	APROBADO POR:
---	---	---------------



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz-83, Lt-17

PROYECTO : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

UBICACIÓN : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

SOLICITANTE : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

ADICION : 15% Residuo de Construccion mas Base granular

CANTERA : : CANTERA BELU (ninaja)

FECHA : 24 de Febrero de 2022

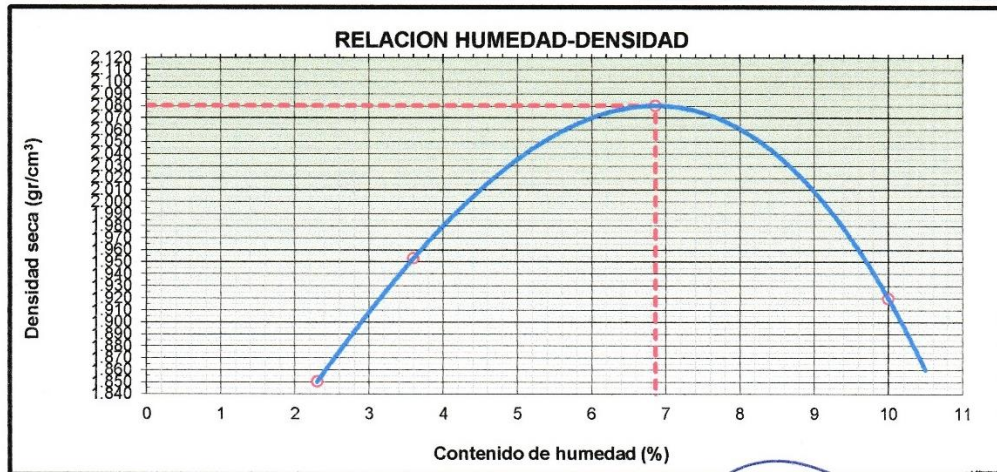
## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

METODO DE COMPACTACION : D

FECHA DE ENSAYO : 20 de febrero de 2022

Peso suelo + molde	gr	10585	10860	11280	11050	
Peso molde	gr	6600	6600	6600	6600	
Peso suelo húmedo compactado	gr	3985	4260	4680	4450	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2105	2105	2105	2107	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.893	2.024	2.223	2.112	
Recipiente N°		3	4	5	6	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	642.3	666.7	521.3	506.7	
Peso del suelo seco + tara	gr	631.5	649.1	499.5	475.5	
Tara	gr	161.9	160.2	181.8	163.5	
Peso de agua	gr	10.8	17.6	21.8	31.2	
Peso del suelo seco	gr	469.6	488.9	317.7	312.0	
Contenido de agua	%	2.30	3.60	6.86	10.00	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.851	1.953	2.081	1.920	
					Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	2.081
					Humedad óptima (%)	6.86

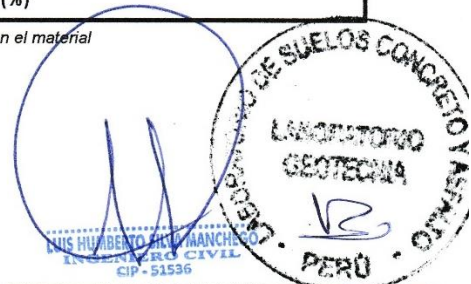


Observaciones: La presente muestra tiene contenido de sales hay presencia de bolones en el material

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN PARIÑANA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

TECNICO DE LABORATORIO



ING. JEFES DE LABORATORIO



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz 83, Lt-17

**OBRA** : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACION** : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** : CANTERA BELU (ninaja)

**ADICION** : 15% Residuo de Construccion mas Base granular

**FECHA** : : 24 de Febrero de 2022

**DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS**


(NORMA ASTM D-693)

MATERIAL		PESO RETENIDO	PARTICULAS CHATAS		PARTICULAS ALARGADAS		CHATAS Y ALARGADAS (%) PARCIAL
TAMIZ	abertura			% PARCIAL		% PARCIAL	
(pulg)	(mm)						
3"	76.200						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100	810.0	37.9	4.7	41.2	5.1	9.8
1"	25.400	1365.0	64.5	4.7	57.6	4.2	8.9
3/4"	19.050	1168.0	51.6	4.4	61.1	5.2	9.6
1/2"	12.700	815.0	37.5	4.6	42.2	5.2	9.8
3/8"	8.750	790.0	43.9	5.6	44.6	5.6	11.2
N° 4	4.750	1240.0	68.2	5.5	74.8	6.0	11.5
<b>TOTAL</b>		<b>6188.0</b>	<b>303.6</b>	<b>4.91</b>	<b>321.5</b>	<b>5.20</b>	<b>10.10</b>

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	(g)	6188
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	(%)	10.10

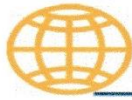
**OBSERVACIONES:**

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

  
 GERMAN PARININA  
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto  
 TECNICO DE LABORATORIO



ING. JEFE DE LABORATORIO



# GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto, Topografía, Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Ma-83, I.I-17

**PROYECTO** : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICO DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION DE LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACION** : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** : CANTERA BELU (ninaja)

**ADICION** : 15% Residuo de Construcción mas Base granular

**COMPACTACION** : TIPO C

**FECHA** : 24 de febrero de 2022

## ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73

MUESTRA		01				02				03			
Nº DE GOLPES		56				25				10			
CONDICIÓN		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO	
Peso del molde + suelo humedo	gr.	12226.8		12387.7		11899.01		12122.9		11789.4		11973.5	
Peso del molde	gr.	7199.9		7199.9		7176.9		7176.9		7240.3		7240.3	
Peso del suelo humedo	gr.	5026.9		5187.8		4722.11		4946		4549.1		4733.2	
Volumen del suelo	cm <sup>3</sup> .	2123.9		2123.9		2123.9		2123.9		2123.9		2123.9	
Densidad humeda	gr/cc	2.367		2.443		2.223		2.329		2.142		2.229	
Humedad	%	6.11				6.90				5.85			
Densidad seca	gr/cc	2.231				2.080				2.024			
IDENTIFICACION DE TARA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	gr.	39.05	39.39			28.30	44.68			48.67	34.39		
Peso tara + suelo seco	gr.	36.88	37.35			26.39	42.40			46.14	32.63		
Peso de la tara	gr.	2.64	2.67			2.65	2.68			2.67	2.66		
Peso del agua	gr.	2.170	2.040			1.913	2.280			2.530	1.760		
Peso de los solidos	gr.	34.240	34.680			23.740	39.720			43.470	29.970		
humedad	%	6.34	5.88			8.06	5.74			5.82	5.87		
Promedio de humedad	%	6.11				6.90				5.85			

## EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
24/02/2022	17:20 pm	24	0			0			0		
25/02/2022	17:20 pm	48	0			1			2		
26/02/2022	17:20 pm	72	0			1			2		

## PENETRACION

PENETRACION EN PULGADAS	MUESTRA Nº 01				MUESTRA Nº 02				MUESTRA Nº 03			
	LECTURA DIAL	CORRECCION			LECTURA DIAL	CORRECCION			LECTURA DIAL	CORRECCION		
		Libras	Lb/Pulg.2.			Libras	Lb/Pulg.2.			Libras	Lb/Pulg.2.	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.025	36	284.5	94.8	391	25	197.6	65.9	319	18	142.3	47.4	110.0
0.050	55	434.7	144.9	624	40	316.1	105.4	482	30	237.1	79.0	190.0
0.075	85	671.8	223.9	805	61	482.1	160.7	629	45	355.7	118.6	250.0
0.100	160	1264.6	421.5	954	103	814.1	271.4	739	58	458.4	152.8	305.0
0.144	270	2134.0	711.3	1212	154	1217.1	405.7	903	93	735.0	245.0	390.0
0.200	360	2845.3	948.4	1454	201	1588.6	529.5	1076	135	1067.0	355.7	477.0
0.250	450	3556.6	1185.5	1615	255	2015.4	671.8	1226	165	1304.1	434.7	540.0
0.300	542	4283.7	1427.9	1744	312	2465.9	822.0	1352	196	1549.1	516.4	595.0
0.400	635	5018.7	1672.9	1970	422	3335.3	1111.8	1564	236	1865.2	621.7	678.0
0.500	725	5730.1	1910.0	2124	498	3936.0	1312.0	1696	271	2141.9	714.0	752.0

  
 GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.  
 GERMAN PARINA  
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto





# GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz-83, Lt-17

**PROYECTO :** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICO DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION DE LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACION :** Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE :** ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

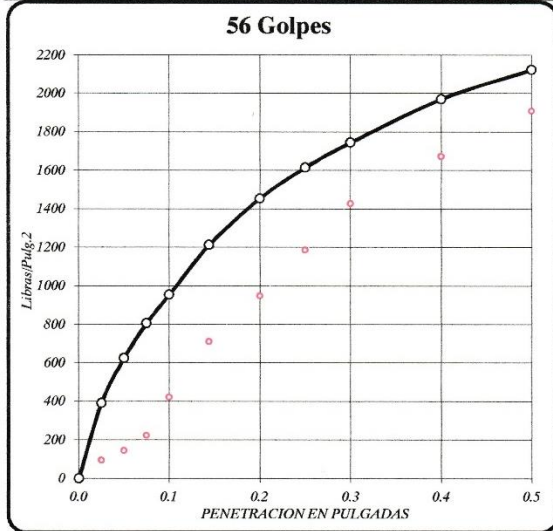
**CANTERA :** CANTERA BELU (ninaja)

**ADICION :** 15% Residuo de Construcción mas Base granular

**COMPACTACION :** TIPO C

**FECHA :** 24 de febrero de 2022

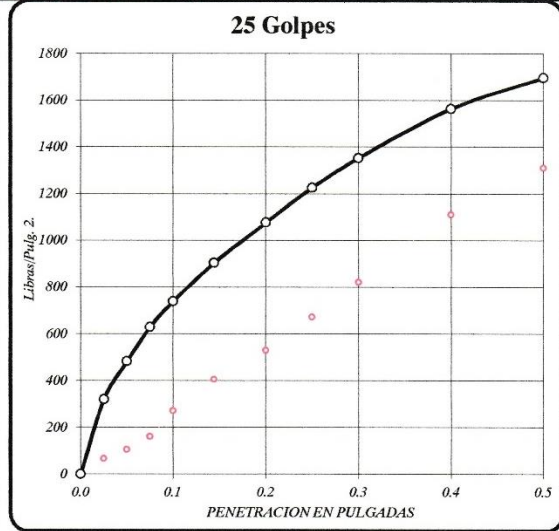
## ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73



DENSIDAD SECA = 2.231 gr/cm<sup>3</sup>.

CBR a 0.1" = 95.4 %

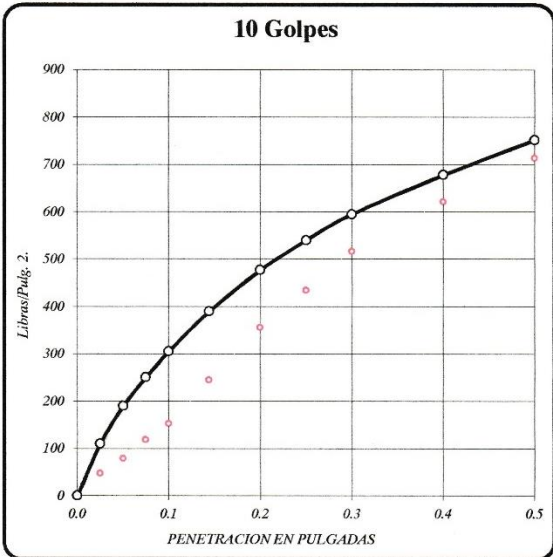
CBR a 0.2" = 96.9 %



DENSIDAD SECA = 2.080 gr/cm<sup>3</sup>.

CBR a 0.1" = 73.9 %

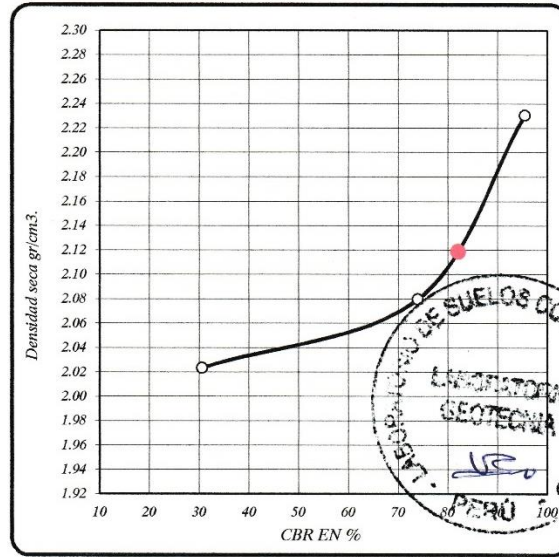
CBR a 0.2" = 71.7 %



DENSIDAD SECA = 2.024 gr/cm<sup>3</sup>.

CBR a 0.1" = 30.5 %

CBR a 0.2" = 31.8 %



RESULTADOS DEL ENSAYO:

CBR CON 56 GOLFES =

CBR CON 25 GOLFES =

CBR CO 10 GOLFES =

CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX =

CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX =

CBR 0.1"

DENSIDAD

95.4 % 2.23 gr/cm<sup>3</sup>.

73.9 % 2.08 gr/cm<sup>3</sup>.

30.5 % 2.02 gr/cm<sup>3</sup>.

95.4 %

82.0 %

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN PARI NINA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

LUIS HUMBERTO SAMA NANCHEGO  
INGENIERO CIVIL  
CIP-51596





**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz83, Lt-17

**PROYECTO :** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICO DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION DE LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACION :** Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE :** ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

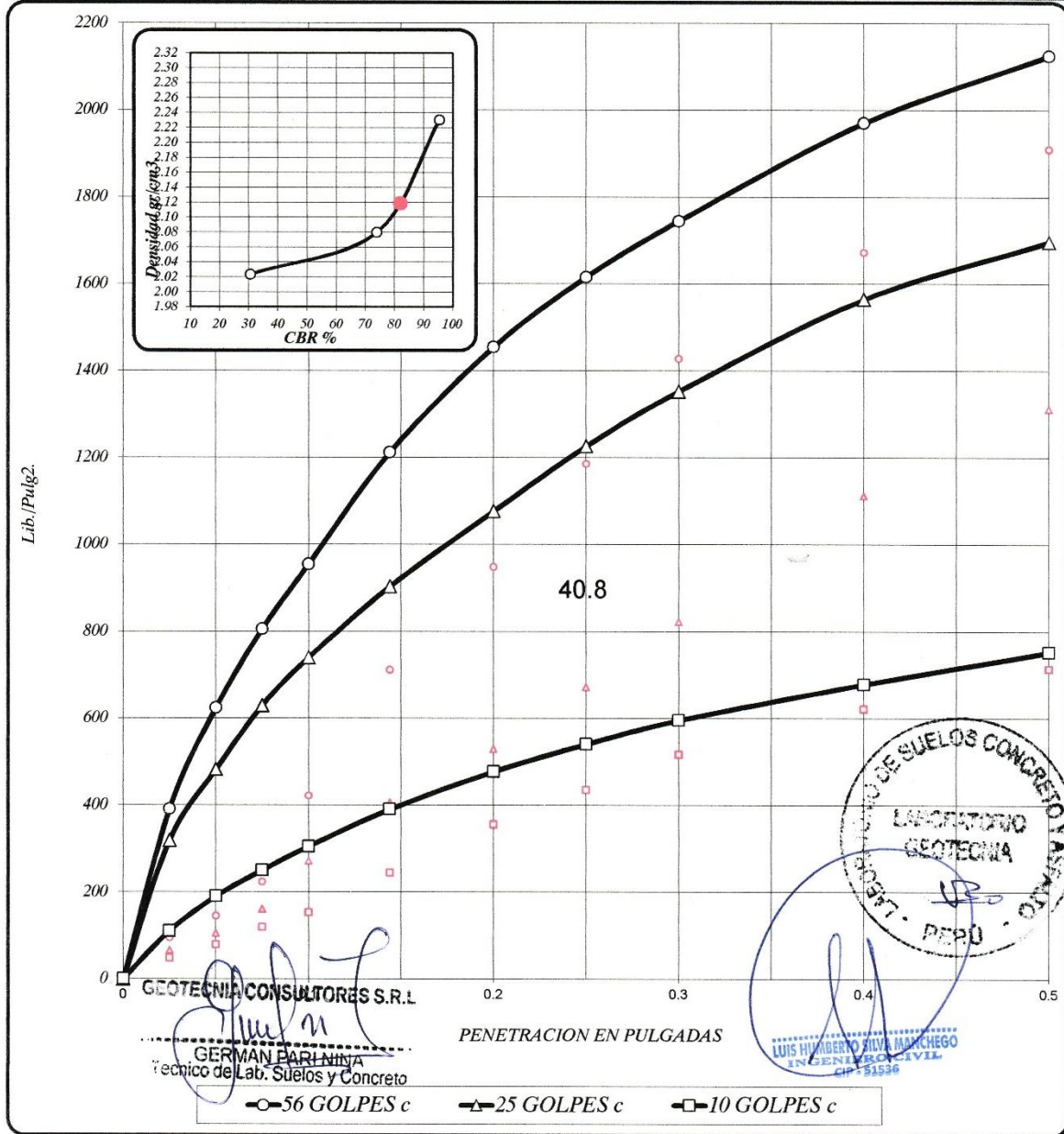
**CANTERA :** CANTERA BELU (ninaja)

**ADICION :** 15% Residuo de Construcion mas Base granular

**COMPACTACION :** TIPO C

**FECHA :** 24 de febrero de 2022

**ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73**



56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES	CBR DE DISEÑO
DENSIDAD SECA = 2.23 gr/cm <sup>3</sup> .	DENSIDAD SECA = 2.08 gr/cm <sup>3</sup> .	DENSIDAD SECA = 2.02 gr/cm <sup>3</sup> .	CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX. = 95.4 %
CBR a 0.1" = 32 %	CBR a 0.1" = 73.9 %	CBR a 0.1" = 30.5 %	CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX. = 82.0 %
CBR a 0.2" = 31.8 %	CBR a 0.2" = 71.7 %	CBR a 0.2" = 31.8 %	



# GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Ma.83. Lt-17

**PROYECTO** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES  
ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN** : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

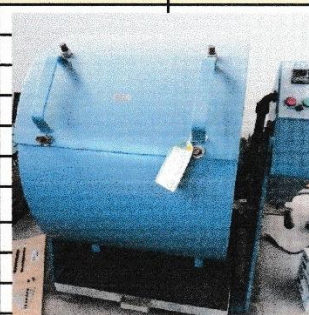
**CANTERA** : CANTERA BELU (ninaja)

**ADICION** : 15% Residuo de Construccion mas Base granular

**FECHA** : 24 de Febrero de 2022

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

TAMIZ	GRADUACIONES		
	A	B	
1 1/2"			
1"	1250	1380	
3/4"	1250	1260	
1/2"	1250	1250	
3/8"	1250	1195	
1/4"			
Nº 4			
PESO TOTAL	5000	5085	
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	1120	1238	
PESO OBTENIDO	3880	3847	
Nº DE ESFERAS	12	12	
PESO DE LAS ESFERAS	5013	5013	
PORCENTAJE OBTENIDO	<b>22.40%</b>	<b>24.35%</b>	<b>23.37%</b>



OBSERVACIONES :

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

  
GERMAN PARLININA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

TECNICO DE LABORATORIO



ING° JEFE DE LABORATORIO



**OBRA** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN** : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** : CANTERA BELU (ninaja)

**ADICION** : 15% Residuo de Construccion mas Base granular

**FECHA** : 21 de Febrero de 2022



**MUESTRAS:** Material Arena fue Alcanzado por el proveedor el 24-02-2022 con denominación y reportado como: Muestra N° 1

**ANALISIS QUIMICO DE SUELO MTC E 219, ASTM D 512-516**

Muestra (Base Granular)									
Muestra	Solidos Solubles Totales (salinidad) MTC E 219			Sulfatos Solubles ASTM D 516			Cloruros Solubles ASTM D 512		
	%	g/k	PPM	%	g/k	PPM	%	g/k	PPM
Muestra N° 1 Ensayo 1	1.215	121.50	12150	1.179	117.9	11790	0.495	49.5	4950
Muestra N° 1 Ensayo 2	1.251	125.10	12510	0.181	18.1	1810	0.421	42.1	4210
Muestra N° 1 Ensayo 3	1.152	115.20	11520	0.199	19.9	1990	0.485	48.5	4850

N° de ENSAYOS	Solidos Solubles Totales (salinidad) MTC E 219	Sulfatos Solubles Totales ASTM D 516	Cloruros Solubles Totales ASTM D 512
<b>1,2,3</b>	<b>12060.00</b>	<b>5196.67</b>	<b>4670.00</b>

Nota: Limites permisibles APTO para la construccion se recomienda utilizar el mismo material ensayado en laboratorio

PH	H	3.18
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	Us/cm	0.195

LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA MUESTRA SON VALIDADOS CON LA NTP, ECA Y STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER 14TH EDITION - 1975-20TH EDITION - 2005 APHA AWWA-WPCF.A0517 METODO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS EN AGREGADO (ASTM D1411, MTC E 219, ASTM 516 Y ASTM D512)

**CUADRO N°1: ELEMENTOS QUIMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACION**

Presencia en el Suelo de :	p.p.m	Grado de Alteración	OBSERVACIONES
* SULFATOS	0 - 1000	Leve	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
	1000 - 2000	Moderado	
	2000 - 20,000	Severo	
	>20,000	Muy severo	
** CLORUROS	> 6,000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos Metalicos
** SALES SOLUBLES	> 15,000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación

El presente resultado es explicitamente sobre la muestra de la arena mencionada y su normas de uso para la construcción

**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

*German Pari Nina*

**GERMAN PARI NINA**  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

*Luis Humberto Sivia Manchego*

**LUIS HUMBERTO SIVIA MANCHEGO**  
INGENIERO CIVIL  
CIP - 51536

**LABORATORIO GEOTECNIA**

*[Signature]*

SUPERVISION

**PERU**

REALIZADO POR: <b>GERMAN PARI NINA</b> TÉCNICO DE LABORATORIO MEC. DE SUELOS.CONCRETO	REVISADO POR: <b>Ing. RONALD R. CHUQUIMIA AYMA</b> JEFE DE LAB. DE SUELOS-GEOTECNIA CONSULTORES S.C.R.L.	SUPERVISION
---	--	-------------

Quinta dosificación – RCD 100%



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Ángeles Mz-83, Lt-17

PROYECTO "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y

UBICACIÓN Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

SOLICITANTE ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

ADICION : Material Reciclado Agregado

FECHA 20 de Febrero de 2022

LIMITES DE CONSISTENCIA					
ASTM D 4318, MTC E-110-111					
Determinación del Limite Plástico			ASTM D-4318, AASHTO T-90		
ENSAYO N°					
Recipiente N°					
Peso Recipiente+Suelo Húmedo					
Peso Recipiente+Suelo Seco					
Peso de agua					
Peso Recipiente					
Peso de Suelo Seco					
% de Humedad					
<b>NP</b>					
Limite Plástico (%)					
Determinación del Limite Liquido			ASTM D-4318, AASHTO T-89		
ENSAYO N°	01	02	03	04	
Recipiente N°	11	12	13	14	
Numero de Golpes	23	20	15	11	
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	41.20	48.10	46.40	46.10	
Peso Recipiente+Suelo Seco	39.10	44.60	44.10	42.60	
Peso de agua	2.10	3.50	2.30	3.50	
Peso Recipiente	28.10	27.90	26.80	27.00	
Peso de Suelo Seco	11.00	16.70	17.30	15.60	
% de Humedad	19.09	20.96	13.29	22.44	
Limite Liquido (%)	18.94				
Índice de Plasticidad (%)	<b>N.P.</b>				

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.  
  
 GERMAN PARI NINA  
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto



REALIZADO POR: German Pari Nina TECNICO DE LABORATORIO MEC. DE SUELOS-CONCRETO	REVISADO POR: L JEFE DE LAB. DE SUELOS	APROBADO POR:
--	--	---------------



# GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Ángeles Mz83, Lt-17

**OBRA** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN** Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**ADICION** : Material Reciclado Agregado

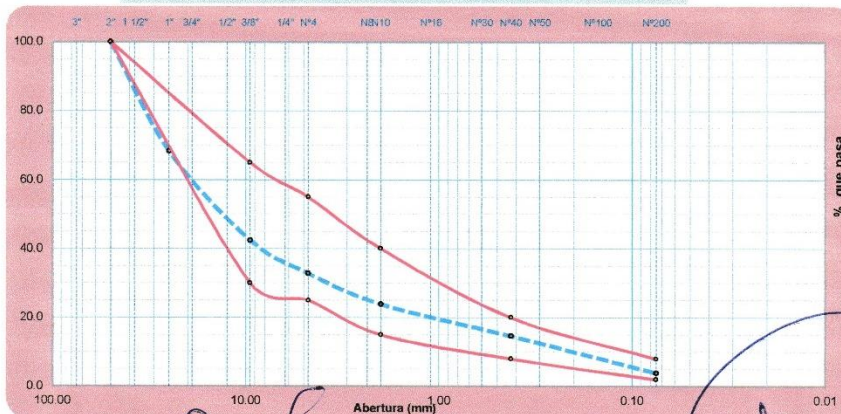
**FECHA** 20 de Febrero de 2022


## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D 422, AASHTO T 88

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificación A ASTM M-147		Descripción de la Muestra
								Peso Reten. # 4 : 4258.00 gr.
								Peso Past. # 4 : 2085.00 gr.
								Limite de consistencia
3"	75.000				100.00			L.L. : 18.94 %
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00			L.P. : NP %
1 1/2"	37.500	1,108.00	17.47	17.47	82.53			I.P. : %
1"	25.000	901.00	14.20	31.67	68.33	100	100	<b>Clasificación</b>
3/4"	19.000	799.00	12.60	44.27	55.73			AASHTO : A-1-a (0)
3/8"	9.500	839.00	13.23	57.50	42.50	30	65	SUCS : GP-GM
Nº4	4.750	611.00	9.63	67.13	32.87	25	55	Humedad : 1.16 %
Nº10	2.000	569.00	8.97	76.10	23.90	15	40	D10 : 0.24
Nº 20	0.840	298.00	4.70	80.80	19.20			D30 : 3.87
Nº 40	0.425	287.00	4.52	85.32	14.68	8	20	D60 : 21.03
Nº 60	0.250	269.00	4.24	89.56	10.44			Cc : 2.99
Nº 100	0.150	226.00	3.56	93.13	6.87			Cu : 88.47
Nº 200	0.075	186.00	2.93	96.06	3.94	2	8	% de Grava : 67.13 %
Fondo		250.00	3.94	100.00				% de Arena : 28.93 %
<b>TOTAL</b>		<b>6343.00</b>						% de Finos : 3.94 %

### CURVA GRANULOMETRICA



GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

*German Parina*  
GERMAN PARI NINA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

LUIS HUMBERTO SILVA MANGRUEGO  
INGENIERO CIVIL  
CIP - 51536



REALIZADO POR: <b>GERMAN PARI NINA</b> TÉCNICO DE LABORATORIO MEC. DE SUELOS-CONCRETO	REVISADO POR: JEFE DE LABORATORIO, DE SUELOS	APROBADO POR:
---	---	---------------



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz-83 Lt-17

OBRA : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

UBICACION : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

SOLICITANTE ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

CANTERA Material reciclado agregado

FECHA : 20 de Febrero de 2022

### DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS

(NORMA ASTM D-693)

MATERIAL		PESO RETENIDO	PARTICULAS CHATAS		PARTICULAS ALARGADAS		CHATAS Y ALARGADAS
TAMIZ	abertura			% PARCIAL		% PARCIAL	(%) PARCIAL
(pulg)	(mm)						
3"	76.200						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100	652.0	37.9	5.8	41.2	6.3	12.1
1"	25.400	1240.0	64.5	5.2	57.6	4.6	9.8
3/4"	19.050	980.0	51.6	5.3	61.1	6.2	11.5
1/2"	12.700	684.0	37.5	5.5	42.2	6.2	11.7
3/8"	8.750	792.0	43.9	5.5	44.6	5.6	11.2
Nº 4	4.750	1215.0	68.2	5.6	74.8	6.2	11.8
TOTAL		5563.0	303.6	5.46	321.5	5.78	11.24

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	(g)	5563
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	(%)	11.24

OBSERVACIONES:

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN PARI NINA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

TECNICO DE LABORATORIO



LUIS ROMEREO SILVA MANCHEGO  
INGENIERO CIVIL  
CIP-54936

ING. JEFE DE LABORATORIO



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz-83, Lt-17

**PROYECTO** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES  
ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN** Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**ADICION** RESIDUO DE CONCRETO

**MATERIAL** : FRACCION GRUESA

**FECHA** 20 de Febrero de 2022

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

TAMIZ	GRADUACIONES		
	A	B	
1 1/2"			
1"	1345	1410	
3/4"	1310	1250	
1/2"	1280	1190	
3/8"	1190	1080	
1/4"			
Nº 4			
PESO TOTAL	5125	4930	
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	1425	1480	
PESO OBTENIDO	3700	3450	
Nº DE ESFERAS	12	12	
PESO DE LAS ESFERAS	5013	5013	
PORCENTAJE OBTENIDO	<b>27.80%</b>	<b>30.02%</b>	<b>28.91%</b>

OBSERVACIONES :

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

*German Parlina*  
GERMAN PARLINA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

TECNICO DE LABORATORIO



ING° JEFE DE LABORATORIO



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estado de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Ma 83, Lt. 17

**OBRA** "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN** Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** Material reciclado agregado

**FECHA** 21 de Febrero de 2022



**MUESTRAS:** Material Arena fue Alcanzado por el proveedor el 20-03-2022 con denominación y reportado como: Muestra N° 1

**ANALISIS QUIMICO DE SUELO MTC E 219, ASTM D 512-516**

Muestra (Base Granular)

Muestra	Solidos Solubles Totales (salinidad) MTC E 219			Sulfatos Solubles ASTM D 516			Cloruros Solubles ASTM D 512		
	%	g/k	PPM	%	g/k	PPM	%	g/k	PPM
Muestra N° 1 Ensayo 1	1.190	119.00	11900	0.145	14.5	1450	0.156	15.6	1560
Muestra N° 1 Ensayo 2	1.022	102.20	10220	0.156	15.6	1560	0.165	16.5	1650
Muestra N° 1 Ensayo 3	0.992	99.20	9920	0.169	16.9	1690	0.175	17.5	1750

N° de ENSAYOS	Solidos Solubles Totales (salinidad) MTC E 219	Sulfatos Solubles Totales ASTM D 516	Cloruros Solubles Totales ASTM D 512
1,2,3	10680.00	1566.67	1653.33

Nota: Limites permisibles APTO para la construccion se recomienda utilizar el mismo material ensayado en laboratorio

PH	H	3.18
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	Us/cm	0.195

LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA MUESTRA SON VALIDADOS CON LA NTP, ECA Y STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER 14TH EDITION - 1975-20TH EDITION - 2005 APHA AWWA-WPCF.AO517 METODO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS EN AGREGADO (ASTM D1411, MTC E 219, ASTM 516 Y ASTM D512)

**CUADRO N°1: ELEMENTOS QUIMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACION**

Presencia en el Suelo de :	p.p.m	Grado de Alteración	OBSERVACIONES
* SULFATOS	0 - 1000	Leve	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
	1000 - 2000	Moderado	
	2000 - 20,000	Severo	
	>20,000	Muy severo	
** CLORUROS	> 6,000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos Metalicos
** SALES SOLUBLES	> 15,000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación

El presente resultado es específicamente sobre la muestra de la arena mencionada y su normas de uso para la construcción

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN PARI NINA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

LUIS HUMBERTO SILVA BANCHICO  
INGENIERO CIVIL  
CIP 12136



REALIZADO POR: GERMAN PARI NINA TÉCNICO DE LABORATORIO MEC. DE SUELOS.CONCRETO	REVISADO POR: Ing. RONALD R. CHUQUIMIA AYMA JEFE DE LAB. DE SUELOS-GEOTECNIA CONSULTORES S.C.R.L.	SUPERVISOR
--	---	------------



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto

Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Ángeles Mz-83, Lt-17



**OBRA** : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA BASE GRANULAR, ILO 2022"

**UBICACIÓN** : Distrito, Provincia de Ilo Region de MOQUEGUA

**SOLICITANTE** : ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

**CANTERA** : Material Reciclado agregado

**FECHA** : 20 de febrero de 2022

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS (NORMA AASHTO T-84, T-85)**  
(NORMA AASHTO T-84, T-85)

**AGREGADO FINO**

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire ) (gr)	402.25	404.6			
B	Peso Frasco + agua	716.1	716.1			
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	1115.4	1114.9			
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	962.9	963.1			
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	152.5	151.8			
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	396.2	395.9			
G	Vol de masa = E - ( A - F ) (gr)	146.45	143.1			PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	2.598	2.608			2.603
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	2.638	2.665			2.652
	Pe aparente ( Base Seca ) = F/G	2.705	2.767			2.736
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.527	2.198			<b>1.862</b>

**AGREGADO GRUESO**

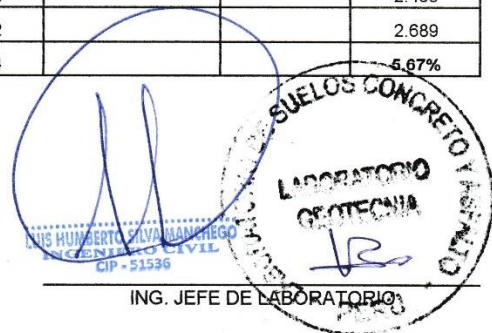
A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Aire ) (gr)	5260	5190			
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Agua ) (gr)	3104.9	3107.4			
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	2155.1	2082.6			
D	Peso material seco en estufa ( 105 °C )(gr)	4945.6	4944.1			
E	Vol. de masa = C- ( A - D ) (gr)	1840.7	1836.7			PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C	2.295	2.374			2.334
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/C	2.441	2.492			2.466
	Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E	2.687	2.692			2.689
	% de absorción = (( A - D ) / D * 100 )	6.357	4.974			<b>5.67%</b>

Observaciones:

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

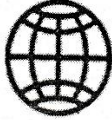
GERMAN PARI NIÑA  
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

TECNICO DE LABORATORIO



ING. JEFE DE LABORATORIO

Anexo 5. Confiabilidad



**GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.**

**Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto**  
 Estudio de Suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras.  
 Venta de agregados para construcción - Alquiler de equipos - maquinaria  
 PMV V Los Angeles Mz. 83 Lt. 17 ILO - ILO - MOQUEGUA  
 Telf. 053-471813 Cel. 975028283 RPM: #949005011  
 E-mail: geotecniaconsultores@hotmail.com

RUC 20601966213

**Boleta de Venta**

001- N° 000033

Sres: ELENA LOURDES MENDOZA VIVEROS

Dirección: Vista Azul Mz 22 Lot 10 DNI: 40463751

Fecha: 25 03 2022

CANT.	DESCRIPCION	P. Unit.	TOTAL
01	Ensayo de Analisis Granulometrico, Limites de consistencia, proctor Modificado C.B.R., Ensayo de Abrasion Los Angeles Analisis Quimico de material de Base Granular, material de Residuos de Construccion, ensayos especiales.	3,800.00	3,800.00

IMPRESA AMAUTA S.R.L.  
 RUC 20115829310 Zepita 544 - ILO  
 A.I. 0664438113 F.I. 04-04-2017  
 Serie 001 - 001/1000

CANCELADO

Gracias por su  
preferencia

TOTAL S/ 3,800.00

Emisor

Expediente	20330
Solicitante	<b>GEOTECNIA CONSULTORES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA</b>
Dirección	MZA. 83 LOTE. 17 PMV V LOS ANGELES MOQUEGUA - ILO - ILO
Instrumento de medición	<b>CONO DE ARENA (EQUIPO DE DENSIDAD 6")</b>
Marca (o Fabricante)	TECNICAS
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	17
Procedencia	NO INDICA
Código	NO INDICA
Ubicación del Equipo	LABORATORIO DE GEOTENCIA CONSULTORES
Lugar de Calibración	AA.HH.LOS ANGELES MZ 83 LOTE 17
Fecha de Calibración	2021-12-08
Método de Calibración	

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

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

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

La calibración se realizó por comparación directa utilizando como referencia la norma MTCE-117

**Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura °C	28,1	28,2
Humedad % H.R.	68	67

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2021-12-13

**CEM INDUSTRIAL**  
  
**JESUS QUINTO C.**  
JEFE DE LABORATORIO

**Trazabilidad**

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

Código / Serie	Instrumento patrón	Certificado de calibración
2604131681	Pie de rey	L-1086-2021

**Resultado de Medición**

	Dimensiones mínimas según MTCE-117 ( mm)	Promedio de mediciones (mm)	Diferencia encontrada (mm)	Incertidumbre de medición (mm)
Altura del embudo	136,5	132,9	-3,6	0,010
Diámetro boquilla	12,7	12,8	0,1	0,010
Diámetro de la base	165,1	164,9	-0,2	0,010
Longitud de la placa base	304,8	305,8	0,9	0,025

**Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$  para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

**Fin del documento.**

Expediente	20330
Solicitante	<b>GEOTECNIA CONSULTORES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA</b>
Dirección	MZA. 83 LOTE. 17 PMV V LOS ANGELES MOQUEGUA - ILO - ILO
Instrumento de Medición	Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión
Equipo Calibrado	<b>PRENSA DE CONCRETO (DIGITAL)</b>
Alcance de Indicación	2000 KN
Marca (o Fabricante)	ZHEJIANG TUGONG INSTRUMENT CO. LTD.
Modelo	STYE-2000
Número de Serie	110308
Identificación	NO INDICA
Procedencia	CHINA
Indicador de Lectura	DIGITAL
Marca (o Fabricante)	ZHEJIANG TUGONG INSTRUMENT CO. LTD.
Modelo	LM-02
Número de Serie	NO INDICA
Identificación	NO INDICA
Procedencia	CHINA
Alcance de Indicación	0 KN A 2000 KN
Resolución	0,1 KN
Transductor de Fuerza	TRANSDUCTOR
Alcance de Indicación	50 Mpa
Marca (o Fabricante)	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Fecha de Calibración	2021-12-08
Ubic. Del Equipo	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Lugar de Calibración	AA.HH.LOS ANGELES MZ 83 LOTE 17

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

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

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2021-12-13

**CEM INDUSTRIAL**  
  
**JESUS QUINTO C.**  
JEFE DE LABORATORIO

**Método de Calibración**

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

**Trazabilidad**

Se utilizaron patrones calibrados con trazabilidad al SI, calibrado por la Universidad Católica del Perú Con Certificado N° INF-LE N° 013-21 (A)

**Resultados de medición**

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
%	KN	KN	KN	KN	KN	q(%)	b(%)	U(%)
10	200	200,5	201,2	201,4	201,0	-0,5	0,4	0,80
20	300	301,4	300,8	301,4	301,2	-0,4	0,2	0,55
30	400	400,9	401,2	700,9	501,0	-20,2	59,9	39,90
40	600	601,1	601,0	601,2	601,1	-0,2	0,0	0,34
50	700	701,2	701,3	701,2	701,2	-0,2	0,0	0,32
60	800	801,2	801,3	801,3	801,3	-0,2	0,0	0,30
70	900	902,2	902,4	902,4	902,3	-0,3	0,0	0,29
80	1000	1002,1	1002,0	1002,2	1002,1	-0,2	0,0	0,28
90	1200	1202,4	1202,4	1202,1	1202,3	-0,2	0,0	0,27
100	1400	1402,3	1402,5	1402,5	1402,4	-0,2	0,0	0,26
Lectura máquina en cero		0	0	0	---	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 28,1 °C; Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

**Evaluación de los resultados**

Los errores encontrados entre el 20% y el 100% del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

**Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$  para una distribución normal de aproximadamente 95 %.


**Fin del documento.**

Expediente	20330
Solicitante	<b>GEOTECNIA CONSULTORES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA</b>
Dirección	MZA. 83 LOTE. 17 PMV V LOS ANGELES MOQUEGUA - ILO - ILO
Instrumento de Medición	Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión
Equipo Calibrado	<b>PRENSA CBR</b>
Marca (o Fabricante)	APOLO INSTRUMENTS
Modelo	CBR - 5000
Número de Serie	180105
o Identificación	NO INDICA
Procedencia	PERÚ
Indicador de Lectura	DIGITAL
Alcance de Indicación	0 Kgf a 5000 Kgf
Resolución	0,1 Kgf
Marca (o Fabricante)	HIGH WEIGHT
Modelo	315-X2
Número de Serie	0283985
Identificación	NO INDICA
Transductor de Fuerza	CELDA TIPO S
Marca (o Fabricante)	KELI
Modelo	DEF -A
Número de Serie	AKT5380
o Identificación	
Ubic. Del Instrumento	LABORATORIO DE GEOTENCIA CONSULTORES
Lugar de Calibración	AA.HH.LOS ANGELES MZ 83 LOTE 17
Fecha de Calibración	2021-12-08

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

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

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Sello



Fecha de emisión

2021-12-13

Jefe del laboratorio de calibración

**CEM INDUSTRIAL**  
**JESUS QUINTO C.**  
JEFE DE LABORATORIO

Expediente	20330
Solicitante	<b>GEOTECNIA CONSULTORES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA</b>
Dirección	MZA. 83 LOTE. 17 PMV V LOS ANGELES MOQUEGUA - ILO - ILO
Instrumento de Medición	Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión
Equipo Calibrado	<b>PRENSA CBR</b>
Marca (o Fabricante)	APOLO INSTRUMENTS
Modelo	CBR - 5000
Número de Serie	180105
o Identificación	NO INDICA
Procedencia	PERÚ
Indicador de Lectura	DIGITAL
Alcance de Indicación	0 Kgf a 5000 Kgf
Resolución	0,1 Kgf
Marca (o Fabricante)	HIGH WEIGHT
Modelo	315-X2
Número de Serie	0283985
Identificación	NO INDICA
Transductor de Fuerza	CELDA TIPO S
Marca (o Fabricante)	KELI
Modelo	DEF -A
Número de Serie	AKT5380
o Identificación	
Ubic. Del Instrumento	LABORATORIO DE GEOTENIA CONSULTORES
Lugar de Calibración	AA.HH.LOS ANGELES MZ 83 LOTE 17
Fecha de Calibración	2021-12-08

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

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

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Sello



Fecha de emisión

2021-12-13

Jefe del laboratorio de calibración

**CEM INDUSTRIAL**  
**JESUS QUINTO C.**  
JEFE DE LABORATORIO



**Expediente** 16334  
**Solicitante** GERMAN CONSULTORES CONTRATISTAS  
EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD  
LIMITADA  
**Dirección** MZA. 83 LOTE. 17 LOS ANGELES (P.  
INALAMBRICA)MOQUEGUA - ILO - ILO  
**Equipo** CAZUELA CASA GRANDE  
**Marca (o Fabricante)** PINZUAR  
**Modelo** PS-11  
**Número de Serie** 1081  
**Procedencia** COLOMBIA  
**Código** NO INDICA  
**Ubicación del Equipo** Laboratorio del solicitante  
**Lugar de Calibración** Laboratorio del solicitante  
**Fecha de Calibración** 2021-12-08

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

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

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

**Método de Calibración**

La calibración se realizó por comparación directa utilizando como referencia la Norma ASTM D4318

**Trazabilidad**

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

**Patrones utilizados:**

LLA - C - 003- 2020; T-2102-2020.

**Condiciones Ambientales**

Temperatura promedio: 21 °C ; Humedad relativa prom. 73 HR%

**Resultado de Medición**

Distancia de calda según ASTM D4318 mm	Promedio de Mediciones mm	Incertidumbre de Medición mm
10 ± 1	10,0	0,1

**Observación:**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estandar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$  para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Sello



Fecha de emisión

2021-12-08

Jefe del laboratorio de calibración

**CEM INDUSTRIAL**  
**JESUS QUINTO C.**  
JEFE DE LABORATORIO

**Expediente** 20330

**Solicitante** **GEOTECNIA CONSULTORES SOCIEDAD  
COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA**

**Dirección** MZA. 83 LOTE. 17 PMV V LOS ANGELES MOQUEGUA  
- ILO - ILO

**Instrumento de Medición** **BALANZA NO AUTOMÁTICA**

**Marca (o Fabricante)** OHAUS

**Modelo** EB30

**Número de Serie** 80315112824

**Procedencia** CHINA

**Tipo** ELECTRONICO

**Identificación** NO INDICA

**Alcance de Indicación** 0 g a 30000 g

**División de escala (d)  
o resolución** 1 g

**Div. verifc. de escala ( e)** 10 g

**Capacidad Mínima** 20 g

**Clase de exactitud** III

**Ubic. Del Instrumento** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

**Lugar de Calibración** AA.HH.LOS ANGELES MZ 83 LOTE 17

**Fecha de Calibración** 2021-12-08

**Método de Calibración**

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Edición tercera- Enero 2009.

**Trazabilidad**

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

**Patrones utilizados:**

M-0184-2021;M-0185-2021; M-0186-2021; M-0922-2021; LM-C-115-2021; T-3787-2021.

**Sello****Fecha de emisión**

2021-12-13

**Jefe del laboratorio de calibración****CEM INDUSTRIAL**  
**JESUS QUINTO C.**  
JEFE DE LABORATORIO

### INSPECCIÓN VISUAL

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

### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	28,1 °C	Final	28,1 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Medición Nº	Carga L1 = 15000 g			Carga L2 = 30000 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000	0,4	4,6	30000	0,6	4,4
2	15000	0,5	4,5	30000	0,5	4,5
3	15000	0,5	4,5	30000	0,6	4,4
4	15000	0,5	4,5	30000	0,6	4,4
5	15000	0,5	4,5	30000	0,6	4,4
6	15000	0,5	4,5	30000	0,5	4,5
7	15000	0,5	4,5	30000	0,5	4,5
8	15000	0,4	4,6	30000	0,6	4,4
9	15000	0,4	4,6	30000	0,6	4,4
10	15000	0,4	4,6	30000	0,5	4,5

Carga (g)	E <sub>max</sub> - E <sub>min</sub> (g)	e.m.p (g)
15000	0,1	20
30000	0,1	30

2	5
1	
3	4

Posición  
de las  
Cargas

### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temperatura	Inicial	28,1 °C	Final	28,1 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E <sub>0</sub>				Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub>					e.m.p ± g
	Carga min. (g)	l (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1	10	10	0,2	4,8	10000	10000	0,4	4,6	-0,2	20
2		10	0,2	4,8		10000	0,5	4,5	-0,3	20
3		10	0,2	4,8		10000	0,4	4,6	-0,2	20
4		10	0,2	4,8		10000	0,5	4,5	-0,3	20
5		10	0,2	4,8		10000	0,4	4,6	-0,2	20



**ENSAYO DE PESAJE**

Temperatura	Inicial	28,1 °C	Final	28,0 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ± g
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
Eo	10	10	0,4	4,6					± g
20	20	0,3	4,7	0,1	20	0,3	4,7	0,1	10
100	100	0,3	4,7	0,1	100	0,3	4,7	0,1	10
1000	1000	0,3	4,7	0,1	1000	0,3	4,7	0,1	10
2000	2000	0,4	4,6	0,0	2000	0,4	4,6	0,0	10
5000	5000	0,4	4,6	0,0	5000	0,5	4,5	-0,1	10
10000	10000	0,5	4,5	-0,1	10000	0,5	4,5	-0,1	20
15000	15000	0,4	4,6	0,0	15000	0,6	4,4	-0,2	20
20000	20000	0,4	4,6	0,0	20000	0,5	4,5	-0,1	20
25000	25001	0,3	5,7	1,1	25000	0,5	4,5	-0,1	30
30000	30001	0,5	5,5	0,9	30001	0,5	5,5	0,9	30

**Leyenda:** L: Carga aplicada a la balanza. E: Error encontrado  
 l: Indicación de la balanza. E<sub>c</sub>: Error en cero.  
 ΔL: Carga adicional. E<sub>c</sub>: Error corregido.

**Incertidumbre expandida de medición**  $U = 2 \times \sqrt{0,17017^2 + 0,000000000000315^2} R^2$

**Lectura corregida**  $R_{CORREGIDA} = R + -0,0000192724 R$

**Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.
- Se obtuvo un peso inicial de 19996 g para una pesa patrón de 20000 g.


**Fin del documento.**

Expediente	20330
Solicitante	<b>GEOTECNIA CONSULTORES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA</b>
Dirección	MZA. 83 LOTE. 17 PMV V LOS ANGELES MOQUEGUA - ILO - ILO
Instrumento de Medición	<b>HUMEDÓMETRO – SPEEDY</b>
Alcance de Indicación	0 % a 22 %
División de escala	0,2 %
Clase de exactitud	NO INDICA
Diámetro de Rosca	1/4
Diámetro de Caja	55 mm
Posición de Trabajo	HORIZONTAL
Marca	METROTEST
Número de Serie	MH-434
Modelo	MS 15
Procedencia	PERÚ
Fecha de Calibración	2021-12-08
Ubicación del equipo	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Lugar de Calibración	AA.HH.LOS ANGELES MZ 83 LOTE 17

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

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

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

**Método de Calibración**

La calibración se realizó por comparación directa según el PC-004, 2da. Ed., "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Medición de Presión relativa con clase de Exactitud igual o mayor a 0,05% F.S. de la DM – INACAL.

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2021-12-13

**CEM INDUSTRIAL**  
  
**JESUS QUINTO C.**  
JEFE DE LABORATORIO

**Trazabilidad**

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

Patrones utilizados: P-5008-2021; T-3787-2021.

**Condiciones Ambientales**

Temperatura ambiental : Inicial: 28,1 °C ; Final : 28,1 °C  
Humedad Relativa ambiental: Inicial: 68,0 HR% Final : 68,0 HR%

**Resultados de Medición**

Indicación Manómetro a Calibrar	Indicación Manómetro Patrón		Error		
			de Indicación		de Histeresis
	Ascenso	Descenso	Ascenso	Descenso	
( % )	( % )	( % )	( % )	( % )	( % )
2,0	3,1	3,0	0,0	0,0	0,0
4,0	6,3	6,3	-2,3	-2,3	0,0
8,0	12,0	11,8	-4,0	-3,8	0,2
12,0	17,4	17,3	-5,4	-5,3	0,1
16,0	22,6	22,5	-6,6	-6,5	0,1
20,0	28,3	28,3	-8,3	-8,3	0,0

Máximo Error Absoluto de Indicación	8,3 %
Máximo Error Absoluto de Histeresis	0,2 %
Incertidumbre de Medición	0,2 %

**Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$  para una distribución normal de aproximadamente 95 %.



Fin del documento.

## Anexo 6. Cuadro de dosificación y resultados

TITULO: 'Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del pavimento flexible adicionando residuos de construcción y

AUTOR	TITULO DE LA INVESTIGACION	AÑO	CAPA	MATERIAL	DOOSIFICACION	MUESTRAS	CLASIFICACION DE SUELOS (AASHTO/SUCS)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	LIMITE LIQUIDO (LL= %)	LIMITE PLASTICO (LP= %)	INDICE DE PLASTICIDAD (IP= %)	EQUIVALENTE A ARENA (%)	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3)	HUMEDAD OPTIMA (%)	INDICE DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR) (%)	ABRACION LOS ANGELES (%)	PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)	SALES SOLUBLES TOTALES (%)
Natalia Pérez, Paul Garnica, Araceli Rivera (Mexico)	Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de un agregado de concreto reciclado.	2018	Base y subbase	Residuos de construcción y demolición	Material reciclado (Empresa PRECOVA)	RCA (agregado de concreto reciclado)	-	-	NP	NP	NP	-	1.690	10.40	-	39	-	-
						Agregado Natural							1.790	14.00	-	18	-	-
Rodrigo Hernán Acosta Bejarano (Colombia)	caracterización básica de residuos de construcción y demolición (RCD'S) y su potencial utilización en una estructura de pavimento.	2019	Base y subbase	Residuos de construcción y demolición	Material reciclado (de la planta de GRECO SAS)		-	-	NP	NP	NP	20	1.975	9.60	58.00	35.00	-	-
Fauner Heredia, Juan Sierra (Colombia)	Evaluación de la resistencia de un material base granular con remplazo parcial del 50% en residuos de construcción y demolición.	2020	Base granular	Residuos de construcción y demolición	Material reciclado (Escombrera de Anapoima)	50% (RCD):50(S.N.)	-	-	NP	NP	NP	-	2.050	11.02	119.91	42.32	-	-
					Material tipo Base (Suelo natural)		-	-	NP	NP	NP	-	2.120	9.34	100.89	36.90	-	-
Torres Salinas, Cristian Manuel (Ayacucho)	Aprovechamiento de residuos de construcción y demolición para el mejoramiento de base y subbase del pavimento en la ciudad de Ayacucho, 2020.	2020	Base y subbase	Residuos de construcción y demolición	Agregado reciclado (Vertedero San Juan Bautista)		A-1-a (1) / GW-GM	-	NP	NP	NP	83	1.915	11.20	76.5	27	6.03	0.11 / 0.14
					Agregado natural (Cantera Chillico)		A-1-a (0) / GW-GC	-	23	17.33	5.67	40	2.118	5.60	102.5	17.4	5.6	0.26 / 0.17
					Ag. Natural/Ag. Reciclado	50/50%	A-1-a (0) / GW-GM	-	24.95	21.10	3.85	68	2.049	7.00	90.5	22.74	5.87	0.25 / 0.17
Almazan Aaron, Sandoval Dany (Chimbote)	Adición de escombros de construcción al material de la base y subbase para pavimentos flexibles en Nuevo Chimbote - 2019	2019	Base y subbase	Escombros de construcción	Agregado reciclado (estructura viga)		-	0.83	NP	NP	NP	-	-	-	-	35	-	-
					Agregado natural (Cantera San Pedrito)		A-1-a (0)/GP	3.20	27.05	NP	NP	-	2.006	7.35	34.87	16	-	-
					Ag. Natural/Ag. Reciclado	100/5	A-1-a (0)/GP	22.81	NP	NP	-	2.32	7.70	52.15	-	-	-	
						100/15		24.41	NP	NP		2.334	8.09	82.94				
100/25	23.77	NP	NP	2.298	7.34	44.87												
Chasquero Jenry, Hurtado Henry (Jaén)	Uso del concreto reciclado proveniente de demoliciones para la producción de afirmado.	2019	afirmado	Concreto Reciclado	Bloques de Concreto (C'R)(botaderos)		A - 1 - a (0)/GP	-	-	-	-	-	-	-	-	28.73	-	-
					Suelo Natural de Mezcla (SM) (Cantera Señor Cautivo)		A - 4 (1)/SC	13.31	34	25	9	-	-	-	-	-	-	
					Concreto Reciclado/Suelo Mezcla	50% (C'R):30(S.M)	A-2 - 4 (0)/GC	10.24	32	24	9	-	2.016	10.3	29	-	-	
						60% (C'R):30(S.M)	A-2 - 4 (0)/GC	9.10	31	23	8	-	2.072	10.4	47	-	-	
70% (C'R):30(S.M)	A-2 - 4 (0)/GW-GC	7.93	31	23		8	-	2.105	8.9	59	-	-						

demolición en la base granular, Ilo, 2021"

## Anexo 7. Procedimientos

### PROCESO DE APLICACIÓN



Generación de RCD



Residuos de demolición y Construcción



Extracción de muestras de RCD



Trituración de Bloques de Cº con un máx. de 4"



Base Granular de Cantera



Ensayo de CBR



Ensayo de Proctor modificado



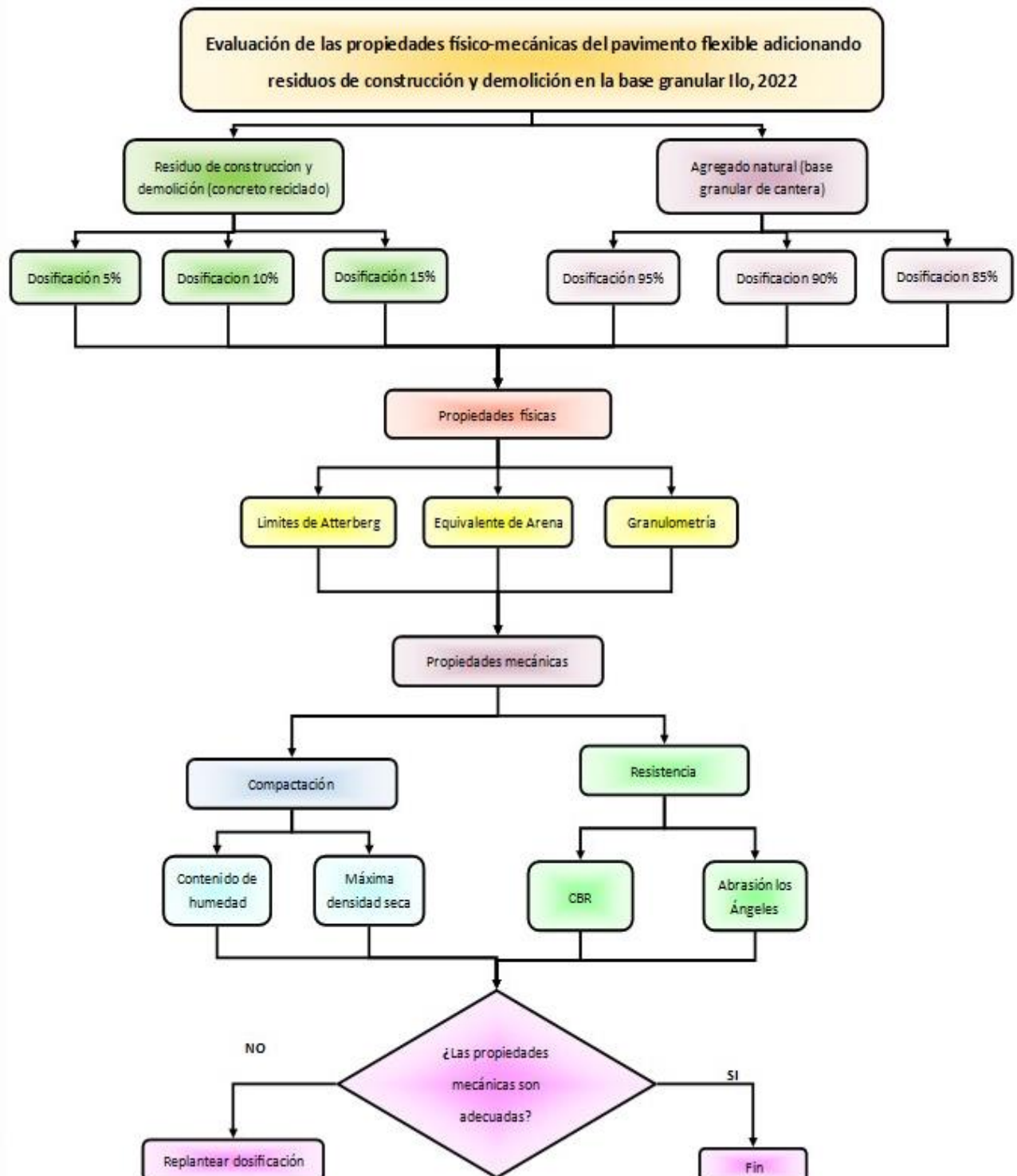
Ensayo de LL, LP



Ensayo de Granulometría.



## Flujograma



## Anexo 8 Análisis de costos

S10

Página

1

### Presupuesto

Presupuesto	<b>0201001</b>	<b>Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del pavimento flexible adicionando residuos de construcción y demolición en la base granular, Ilo, 2022</b>		
Subpresupuesto	<b>001</b>	<b>Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del pavimento flexible adicionando residuos de construcción y demolición en la base granular, Ilo, 2022</b>		
Cliente	<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>		Costo al	<b>07/04/2022</b>
Lugar	<b>MOQUEGUA - ILO - ILO</b>			

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA BASE GRANULAR, ILO, 2022				65.08
	BASE GRANULAR ADICIONADO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICIÓN				65.08
	CONFORMACION DE BASE GRANULAR CON ADICION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLIOCNES	m2	1.00	65.08	65.08
	Costo Directo				65.08
	SON : SESENTICINCO Y 08/100 NUEVOS SOLES				

S10

Página :

1

### Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	<b>0201001</b>	<b>Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del pavimento flexible adicionando residuos de construcción y demolición en la base granular, Ilo, 2022</b>
Subpresupuesto	<b>001</b>	<b>Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del pavimento flexible adicionando residuos de construcción y demolición en la I</b>
Fecha	<b>01/04/2022</b>	
Lugar	<b>180301</b>	<b>MOQUEGUA - ILO - ILO</b>

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.0054	24.14	0.13
0101010003	OPERARIO	hh	0.0540	21.95	1.19
0101010004	OFICIAL	hh	0.0089	17.59	0.16
					1.48
MATERIALES					
02070400010002	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3	0.3300	45.00	14.85
0290130021	AGUA	und	1.0000	6.00	6.00
					20.85
EQUIPOS					
0301160001	CARGADOR FRONTAL	hm	0.0362	200.00	7.24
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	0.0178	300.00	5.34
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	0.0496	150.00	7.44
03012200050003	CAMION CISTERNA 3000 gl (AGUA)	hm	0.2000	85.00	17.00
0301400001	CHANCADORA PRIMARIA SECUNDARIA	hm	0.0229	250.00	5.73
					42.75
				<b>Total</b>	<b>S/.</b>
					<b>65.08</b>

### Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto **0201001** Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del pavimento flexible adicionando residuos de construcción y demolición en la base gr  
 Subpresupuesto **001** Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del pavimento flexible Fecha presupuesto **07/04/2022**

Partida **(010102010303-0201001-01) COMPACTADO DE BASE GRANULAR E=20 CM**  
 Rendimiento **gib/DIA** MO.450.00 EQ.450.00 Costo unitario directo por : gib **20.78**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0018	24.14	0.04
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.0089	17.59	0.16
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0178	21.95	0.39
<b>0.59</b>						
<b>Materiales</b>						
02070400010002	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3		0.3300	45.00	14.85
<b>14.85</b>						
<b>Equipos</b>						
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0178	300.00	5.34
<b>5.34</b>						

Partida **(010102010304-0201001-01) CHANCADO DE BLOQUES PROCEDENTE DE DEMOLICIONES**  
 Rendimiento **m3/DIA** MO.350.00 EQ.350.00 Costo unitario directo por : m3 **14.31**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	24.14	0.06
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0229	21.95	0.50
<b>0.56</b>						
<b>Equipos</b>						
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0229	150.00	3.44
0301160001	CARGADOR FRONTAL	hm	1.0000	0.0229	200.00	4.58
0301400001	CHANCADORA PRIMARIA SECUNDARIA	hm	1.0000	0.0229	250.00	5.73
<b>13.74</b>						

Partida **(010301010209-0201001-01) ACARREO DE MATERIAL RESIDUOS DE DEMOLICIONES DE CONSTRUCCIONES**  
 Rendimiento **m2/DIA** MO.600.00 EQ.600.00 Costo unitario directo por : m2 **6.99**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0013	24.14	0.03
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0133	21.95	0.29
<b>0.32</b>						
<b>Equipos</b>						
0301160001	CARGADOR FRONTAL	hm	1.0000	0.0133	200.00	2.66
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	2.0000	0.0267	150.00	4.01
<b>6.67</b>						

Partida **(010703081102-0201001-01) TRANSPORTE DE AGUA**  
 Rendimiento **m3/DIA** MO.20.00 EQ.20.00 Costo unitario directo por : m3 **23.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Materiales</b>						
0290130021	AGUA	und		1.0000	6.00	6.00
<b>6.00</b>						
<b>Equipos</b>						
03012200050003	CAMION CISTERNA 3000 gl (AGUA)	hm	0.5000	0.2000	85.00	17.00
<b>17.00</b>						

Fecha : **07/04/2022 13:52:30**

## Anexo 9 Captura del Turnitin

DPI ELENA MENDOZA 07 04 22 orig.pdf

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>18%</b>	<b>18%</b>	<b>2%</b>	<b>7%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>4%</b>
<b>2</b>	<b>www.libreriaingeniero.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.unc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>www.smig.org.mx</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>pt.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>www.coursehero.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

## Anexo 10 Normativa

NTE CE.010 PAVIMENTOS URBANOS

### 3.5.2 En la Sub-base y Base Granulares:

- a) Se efectuarán los ensayos de control y con las frecuencias indicadas en la Tabla 24.

**TABLA 24**  
Frecuencia de Ensayos de Control para Materiales de Sub Base y Base Granulares

ENSAYO	NORMAS	BASE Y SUB BASE GRANULAR	
GRANULOMETRÍA	NTP 400.012:2001	1 cada 400 m <sup>3</sup>	Cantera
LÍMITES DE CONSISTENCIA	NTP 339.129:1998	1 cada 400 m <sup>3</sup>	Cantera
EQUIVALENTE DE ARENA	NTP 339.146:2000	1 cada 1000 m <sup>3</sup>	Cantera
ABRASIÓN LOS ANGELES	NTP 400.019:2002	1 cada 1000 m <sup>3</sup>	Cantera
SALES SOLUBLES	NTP 339.152:2002	1 cada 1000 m <sup>3</sup>	Cantera
PARTÍCULAS FRACTURADAS	MTC E210-2000	1 cada 1000 m <sup>3</sup>	Cantera
PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS	NTP 400.040:1999	1 cada 1000 m <sup>3</sup>	Cantera
PÉRDIDA EN SULFATO DE SODIO/MAGNESIO	NTP 400.016:1999	1 cada 1000 m <sup>3</sup>	Cantera
CBR	NTP 339.145:1999	1 cada 1000 m <sup>3</sup>	Cantera
RELACIONES DENSIDAD – HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO)	NTP 339.141:1999	1 cada 400 m <sup>2</sup>	Pista
DENSIDAD EN EL SITIO (MÉTODO DEL CONO)	NTP 339.143:1999	1 cada 250 m <sup>2</sup> con un mínimo de 3 controles.	Pista
DENSIDAD EN EL SITIO (MÉTODO NUCLEAR)	NTP 339.144:1999		

**NOTAS:**

- (1) La frecuencia de los ensayos puede incrementarse en opinión del Supervisor, dependiendo de la variación de la estratigrafía en cantera, que pueda originar cambios en las propiedades de los materiales.
- (2) En caso de que los metros del proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y/o característica.

**TABLA 6**  
Requerimientos Granulométricos para Base Granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A *	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
425 µm (Nº 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 µm (Nº 200)	2 – 8	5 – 15	5 -15	8 – 15

Fuente: Sección 305 de las EG-2000 del MTC

- \* La curva de gradación "A" deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 msnmm.

El material de Base Granular deberá cumplir además con las siguientes características físico-mecánicas y químicas que a continuación se indican:

**TABLA 7**  
**Valor Relativo de Soporte, CBR**  
 NTP 339.145:1999

Vías Locales y Colectoras	Mínimo 80%
Vías Arteriales y Expresas	Mínimo 100%

**TABLA 8**  
**Requerimientos del Agregado Grueso de Base Granular**

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		Altitud	
		< 3000 msnmm	≥ 3000 msnmm
Partículas con una cara fracturada	MTC E210-2000	80% mínimo	
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E210-2000	40% mínimo	50% mínimo
Abrasión Los Ángeles	NTP 400.019:2002	40% máximo	
Sales Solubles	NTP 339.152:2002	0,5% máximo	
Pérdida con Sulfato de Sodio	NTP 400.016:1999	---	12% máximo
Pérdida con Sulfato de Magnesio	NTP 400.016:1999	---	18% máximo

**TABLA 9**  
**Requerimientos del Agregado Fino de Base Granular**

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		< 3000 msnmm	> 3000 msnmm
Índice Plástico	NTP 339.129:1999	4% máximo	2% máximo
Equivalente de arena	NTP 339.146:2000	35% mínimo	45% mínimo
Sales solubles	NTP 339.152:2002	0,5% máximo	
Índice de durabilidad	MTC E214-2000	35% mínimo	



Las propiedades fundamentales a tomar en cuenta son:

- a. **Granulometría:** representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas (Ensayo MTC E 107). A partir de la cual se puede estimar, con mayor o menor aproximación, las demás propiedades que pudieran interesar.

El análisis granulométrico de un suelo tiene por finalidad determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño.

De acuerdo al tamaño de las partículas de suelo, se definen los siguientes términos:

**Cuadro 4.5**  
**Clasificación de suelos según Tamaño de partículas**

Tipo de Material	Tamaño de las partículas
Grava	75 mm – 4.75 mm
Arena	Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
	Arena media: 2.00 mm – 0.425mm
	Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo: 0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla: Menor a 0.005 mm

- b. **La Plasticidad:** es la propiedad de estabilidad que representa los suelos hasta cierto límite de humedad sin disgregarse, por tanto la plasticidad de un suelo depende, no de los elementos gruesos que contiene, sino únicamente de sus elementos finos. El análisis granulométrico no permite apreciar esta característica, por lo que es necesario determinar los Límites de Atterberg.

Los Límites de Atterberg establecen cuán sensible es el comportamiento de un suelo en relación con su contenido de humedad (agua), definiéndose los límites correspondientes a los tres estados de consistencia según su humedad y de acuerdo a ello puede presentarse un suelo: líquido, plástico o sólido. Estos límites de Atterberg que miden la cohesión del suelo son: el límite líquido (LL, según ensayo MTC E 110), el límite plástico (LP, según ensayo MTC E 111) y el límite de contracción (LC, según ensayo MTC E 112).

Límite Líquido (LL), cuando el suelo pasa del estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse.

Límite Plástico (LP), cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe.

Límite de Contracción (retracción), cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y deja de contraerse al perder humedad.

Además del LL y del LP, una característica a obtener es el Índice de plasticidad IP (ensayo MTC E 111) que se define como la diferencia entre LL y LP:

$$IP = LL - LP$$

El índice de plasticidad indica la magnitud del intervalo de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica y permite clasificar bastante bien un suelo. Un IP grande corresponde a un suelo muy arcilloso; por el contrario, un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso. En tal sentido, el suelo en relación a su índice de plasticidad puede clasificarse según lo siguiente:



**Cuadro 4.6**  
**Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad**

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

Se debe tener en cuenta que, en un suelo el contenido de arcilla, de acuerdo a su magnitud puede ser un elemento riesgoso en un suelo de sub rasante y en una estructura de pavimento, debido sobre todo a su gran sensibilidad al agua.

- c. **Equivalente de Arena:** Es la proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo o material arcilloso en los suelos o agregados finos (ensayo MTC E 114). Es el ensayo que da resultados parecidos a los obtenidos mediante la determinación de los límites de Atterberg, aunque menos preciso. Tiene la ventaja de ser muy rápido y fácil de efectuar.

El valor de Equivalente de Arena (EA) es un indicativo de la plasticidad del suelo:

**Cuadro 4.7**  
**Clasificación de suelos según Equivalente de Arena**

Equivalente de Arena	Característica
si EA > 40	el suelo no es plástico, es arena
si 40 > EA > 20	el suelo es poco plástico y no helado
si EA < 20	el suelo es plástico y arcilloso

- d. **Índice de Grupo:** es un índice normado por AASHTO de uso corriente para clasificar suelos, está basado en gran parte en los límites de Atterberg. El índice de grupo de un suelo se define mediante la fórmula:

$$IG = 0.2 (a) + 0.005 (ac) + 0.01(bd)$$

Donde:

- a** = F-35 (F = Fracción del porcentaje que pasa el tamiz N° 200 -74 micras). Expresado por un número entero positivo comprendido entre 1 y 40.  
**b** = F-15 (F = Fracción del porcentaje que pasa el tamiz N° 200 -74 micras). Expresado por un número entero positivo comprendido entre 1 y 40.  
**c** = LL - 40 (LL = límite líquido). Expresado por un número entero comprendido entre 0 y 20.  
**d** = IP-10 (IP = índice plástico). Expresado por un número entero comprendido entre 0 y 20 o más.

El Índice de Grupo es un valor entero positivo, comprendido entre 0 y 20 o más. Cuando el IG calculado es negativo, se reporta como cero. Un índice cero significa un suelo muy bueno y un índice  $\geq$  a 20, un suelo no utilizable para caminos.





**Cuadro 4.8**  
**Clasificación de suelos según Índice de Grupo**

Índice de Grupo	Suelo de Sub rasante
IG > 9	Inadecuado
IG está entre 4 a 9	Insuficiente
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 – 2	Bueno
IG está entre 0 – 1	Muy Bueno

- e. **Humedad Natural:** Otra característica importante de los suelos es su humedad natural; puesto que la resistencia de los suelos de sub rasante, en especial de los finos, se encuentra directamente asociada con las condiciones de humedad y densidad que estos suelos presenten.

La determinación de la humedad natural (ensayo MTC E 108) permitirá comparar con la humedad óptima que se obtendrá en los ensayos Proctor para obtener el CBR del suelo (ensayo MTC E 132). Si la humedad natural resulta igual o inferior a la humedad óptima, el Proyectista propondrá la compactación normal del suelo y el aporte de la cantidad conveniente de agua. Si la humedad natural es superior a la humedad óptima y según la saturación del suelo, se propondrá, aumentar la energía de compactación, airear el suelo, o reemplazar el material saturado.

- f. **Clasificación de los suelos:** Determinadas las características de los suelos, según los acápites anteriores, se podrá estimar con suficiente aproximación el comportamiento de los suelos, especialmente con el conocimiento de la granulometría, plasticidad e índice de grupo; y, luego clasificar los suelos.

La clasificación de los suelos se efectuará bajo el sistema mostrado en el [cuadro 4.9](#). Esta clasificación permite predecir el comportamiento aproximado de los suelos, que contribuirá a delimitar los sectores homogéneos desde el punto de vista geotécnico.

A continuación se presenta una correlación de los dos sistemas de clasificación más difundidos, AASHTO y ASTM (SUCS):

**Cuadro 4.9**  
**Correlación de Tipos de suelos AASHTO – SUCS**

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

Fuente: US Army Corps of Engineers

Para completar la información se presenta el [cuadro 4.10](#), que muestra la Clasificación de los Suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM D 3282.



- g. Ensayos CBR:** (ensayo MTC E 132), una vez que se haya clasificado los suelos por el sistema AASHTO y SUCS, para caminos contemplados en este manual, se elaborará un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo o tramo en estudio, a partir del cual se determinará el programa de ensayos para establecer el CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, que estará referido al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de carga de 2.54 mm.

Para la obtención del valor CBR de diseño de la sub rasante, se debe considerar lo siguiente:

1. En los sectores con 6 o más valores de CBR realizados por tipo de suelo representativo o por sección de características homogéneas de suelos, se determinará el valor de CBR de diseño de la sub rasante considerando el promedio del total de los valores analizados por sector de características homogéneas.
2. En los sectores con menos de 6 valores de CBR realizados por tipo de suelo representativo o por sección de características homogéneas de suelos, se determinará el valor de CBR de diseño de la sub rasante en función a los siguientes criterios:
  - Si los valores son parecidos o similares, tomar el valor promedio.
  - Si los valores no son parecidos o no son similares, tomar el valor crítico (el más bajo) o en todo caso subdividir la sección a fin de agrupar subsectores con valores de CBR parecidos o similares y definir el valor promedio. La longitud de los subsectores no será menor a 100 m.

Son valores de CBR parecidos o similares los que se encuentran dentro de un determinado rango de categoría de sub rasante, según [Cuadro 4.11](#).

3. Una vez definido el valor del CBR de diseño, para cada sector de características homogéneas, se clasificará a que categoría de sub rasante pertenece el sector o subtramo, según lo siguiente:

**Cuadro 4.11**  
**Categorías 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%

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 11 Mapas y planos

**TITULO:** Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del pavimento flexible adicionando residuos de construcción y demolición en la base granular, Ilo, 2021




**AUTORA:** Br. Mendoza Viveros, Elena Lourdes

### A.10.1. UBICACIÓN POLÍTICA

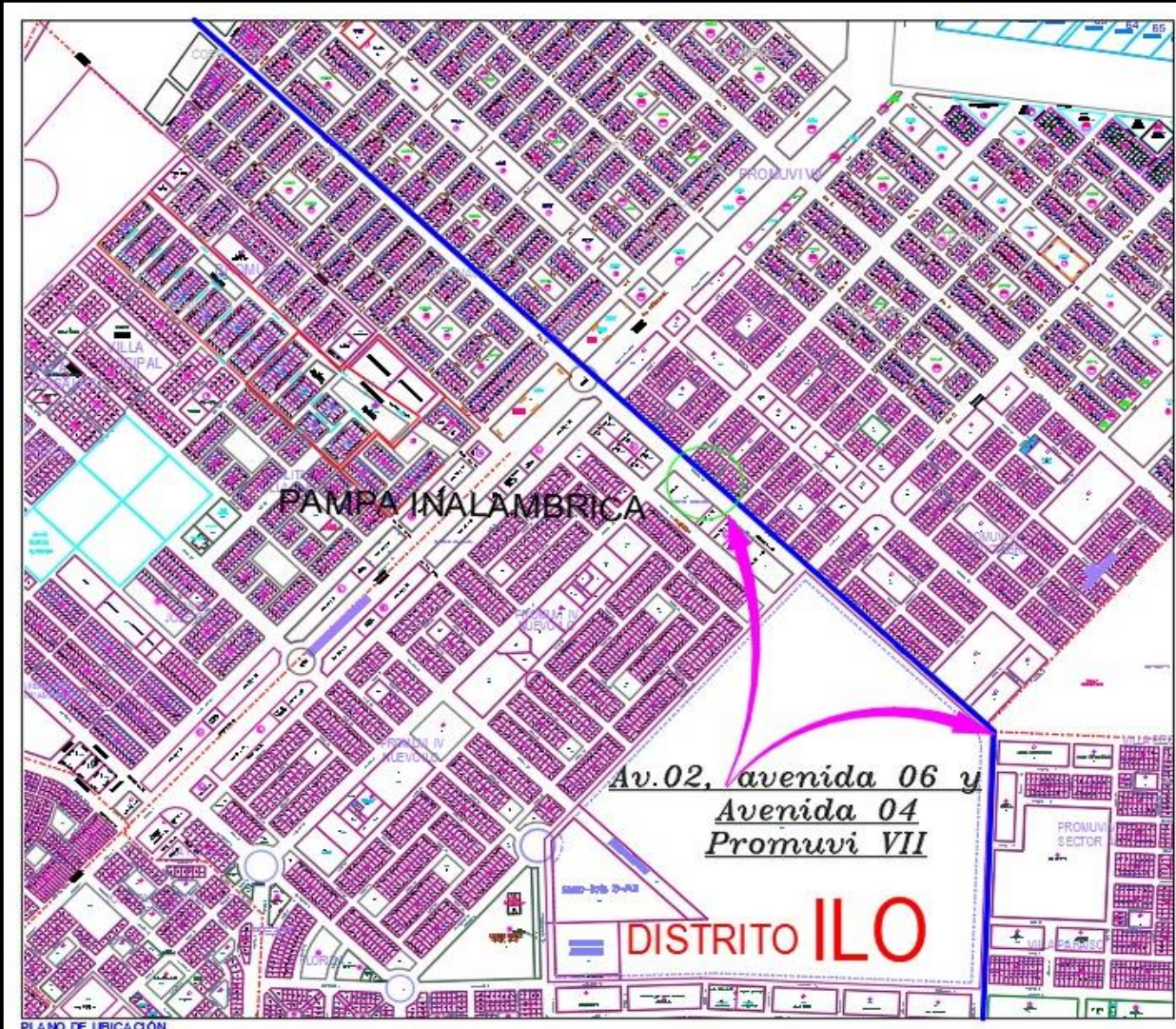
**DEPARTAMENTO** : Moquegua

**PROVINCIA** : Ilo

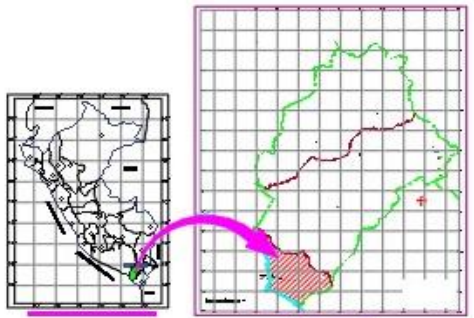
**DISTRITO** : Ilo

	<b>Coordenadas</b>	<a href="#">17°38'00"S 71°20'00"O</a>
	<b>Capital</b>	Ilo
	<b>Idioma oficial</b>	español
	<b>Entidad</b>	Provincia del Perú
	• País	 Perú
	• Departamento	 Moquegua
	<b>Alcaldesa</b>	Gerardo Felipe Carpio Díaz (2019-2022)
	<b>Distritos</b>	3
	<b>Eventos históricos</b>	
	• Fundación	Creación Decreto-Ley N°18.298 del 26 de mayo de 1970
	<b>Superficie</b>	
	• Total	latitud 17° por el sur y con 71° por el oeste km <sup>2</sup>
	<b>Población (2017)</b>	
	• Total	120 352 hab.
<b>Gentilicio</b>	ileño, -ña	
<b>IDH (2015)</b>	0,921 (2.º) – <b>Muy alto</b>	
<b>Huso horario</b>	UTC-5	
<b>Ubigeo</b>	1803	

A.10.2. PLANO DE UBICACIÓN



PLANO DE LOCALIZACIÓN



 <p><b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</p>	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
	UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN	U-01

## Anexo 12 Panel Fotográfico



Identificación del botadero que se ubica en las afueras de la ciudad de Ilo



Identificación del botadero que se ubica en las afueras de la ciudad de Ilo



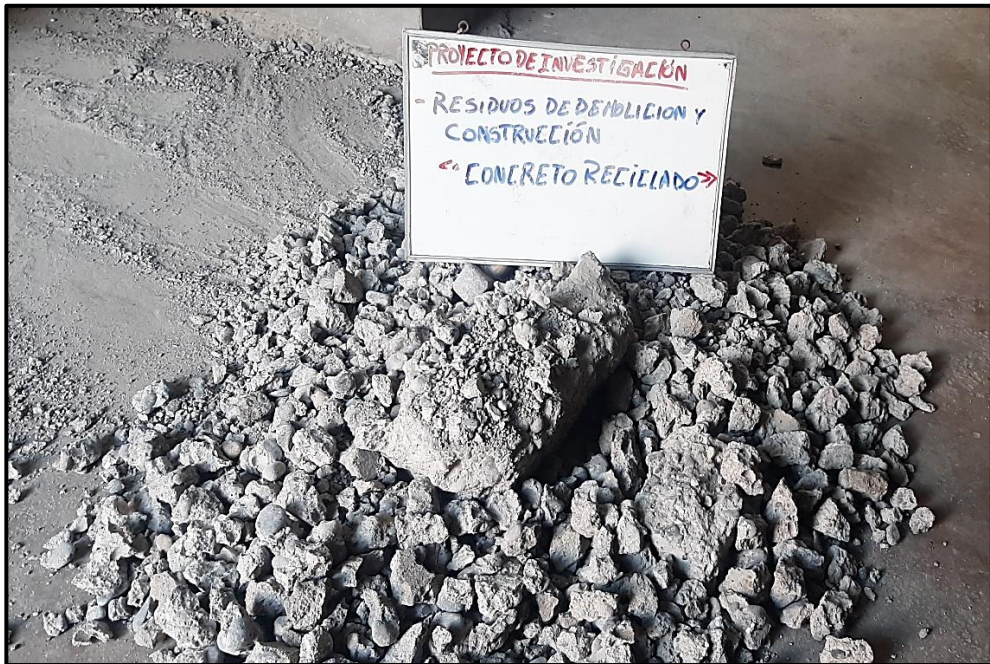
Botadero Informal de los Residuos de Demolición y Construcción



Selección y recojo de los Residuos de Demolición y Construcción



Triturado manual de los Residuos de Demolición y Construcción



Residuos de Demolición y Construcción



Identificación del Cantera de Material granular que se ubica en las afueras de la ciudad de Ilo



Identificación del Cantera de Material granular que se ubica en las afueras de la ciudad de Ilo





Identificación del Cantera de Material granular que se ubica en las afueras de la ciudad de Ilo



Recojo del Material granular de la cantera Belu Ninaja



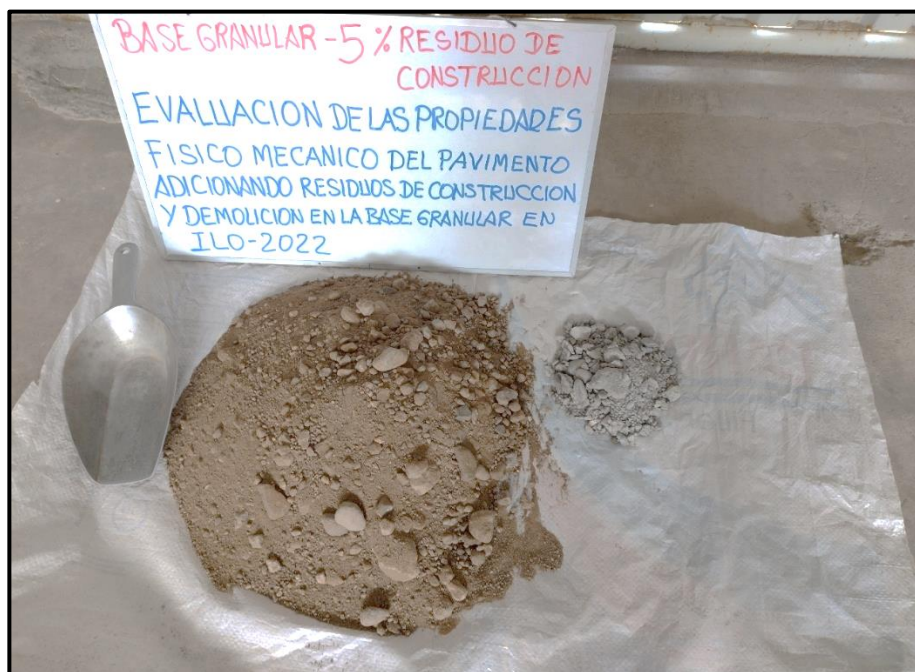
Recolección de material granular y material reciclado para llevar al laboratorio.



Resultado del ensayo de Análisis granulométrico del material base granular



Resultado del ensayo de Análisis granulométrico del material reciclado



Primera dosificación del 5% de material base granular y residuos de construcción y demolición para realizar los ensayos correspondientes.



Segunda dosificación del 10% de material base granular y residuos de construcción y demolición para realizar los ensayos correspondientes.



Tercera dosificación del 15% de material base granular y residuos de construcción y demolición para realizar los ensayos correspondientes.



Ensayo de Proctor modificado para la primera dosificación del 5% de material base granular y residuos de construcción y demolición.



Ensayo de Proctor modificado para la primera dosificación del 5%



Dosificaciones del 5%, 10%, 15% de material base granular y residuos de construcción y demolición para realizar el ensayo de CBR



Ensayo de CBR para la primera dosificación del 5% de material base granular y residuos de construcción y demolición.



Ensayo de CBR para la primera dosificación del 10% de material base granular y residuos de construcción y demolición.



Ensayo de CBR para la primera dosificación del 15% de material base granular y residuos de construcción y demolición.