



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

# FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

## ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación de agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la base de la  
Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

### **AUTORES:**

Nonajulca Gonzales, Nelida Narda (orcid.org/0000-0001-8498-8287)

Vilela Torres, Jhon Bryan (orcid.org/0000-0002-8843-1168)

### **ASESOR:**

Mg. De La Cruz Vega, Sleyther Arturo (orcid.org/0000-0003-0254-301X)

### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

### **LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CALLAO– PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

A Bryana; nuestra primera hija de tan solo 4 meses por darnos la dicha de ser padres, inspirándonos de salir adelante; a nuestros progenitores quienes desde un principio nos han apoyado, sacrificándose para colmar la expectativa de culminar la educación superior, inculcándonos valores los cuales nos permiten ser mejores personas y profesionales.

Vilela Torres Jhon Bryan

Nonajulca Gonzales Nelida Narda

## **Agradecimiento**

A Dios por darnos fortaleza y salud en todo este tiempo, a nuestra familia por el apoyo incondicional que nos brindaron en todo momento, a nuestro docente De La Cruz Vega, Sleyther Arturo por brindarnos los conocimientos para que se haga realidad este proyecto

Vilela Torres Jhon Bryan

Nonajulca Gonzales Nelida Narda

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- MARCO TEÓRICO	5
III.- METODOLOGÍA	18
3.1. Tipo y diseño de investigación: Tipo de investigación	18
3.2. Variables y operacionalización	19
3.3. Población, muestra y muestreo	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
3.5. Procedimientos	20
3.6. Método de análisis de datos	20
3.7. Aspectos éticos	21
IV.-RESULTADOS	22
V.- DISCUSIÓN	37
VI.- CONCLUSIONES	41
VII.- RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS	44
ANEXOS	48



## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Análisis granulométrico por tamizado de muestra .....	22
<b>Tabla 2.</b> Rangos granulométricos del material de base granular.....	24
<b>Tabla 3.</b> Resultado de Índice de plasticidad.....	25
<b>Tabla 4.</b> Requerimientos de índice plástico para bases granulares .....	26
<b>Tabla 5.</b> Datos de la muestra de Proctor de la Cantera Saint Thomas SAC.....	28
<b>Tabla 6.</b> Resultados ensayo Proctor.....	28
<b>Tabla 7.</b> Relación de soporte California CBR.....	29
<b>Tabla 8.</b> Proctor Modificado.....	30
<b>Tabla 9.</b> Resultados del CBR.....	31
<b>Tabla 10.</b> Requisitos granulométricos en material para base.....	31
<b>Tabla 11.</b> Factores de calidad según norma .....	31
<b>Tabla 12.</b> Datos de la muestra.....	32
<b>Tabla 13.</b> Resultados de esfuerzos normales y cortantes en muestra.....	34
<b>Tabla 14.</b> Parámetros de resistencia del agregado.....	34
<b>Tabla 15.</b> Valores referenciales para suelos no cohesivos.....	34
<b>Tabla 16.</b> Pesos unitarios, Ángulos de fricción y cohesión de suelos y rocas (Hoek y Bray. 1991). .....	35
<b>Tabla 17</b> matriz de operacionalización de variable.....	48

## Índice de gráficos y figuras

<b>Figura 1.</b> Cantera.....	7
<b>Figura 2.</b> Cantera a cielo abierto.....	8
<b>Figura 3.</b> Cantera aluvial .....	8
<b>Figura 4.</b> Agregados.....	9
<b>Figura 5.</b> Afirmado.....	9
<b>Figura 6.</b> Materiales para el ensayo de granulometría .....	10
<b>Figura 7.</b> Materiales para el ensayo de plasticidad.....	11
<b>Figura 8.</b> Materiales para el ensayo de humedad.....	11
<b>Figura 9.</b> Materiales para el ensayo de equivalente de arena .....	12
<b>Figura 10.</b> Máquina para ensayo de CBR .....	13
<b>Figura 11.</b> Máquina de los ángeles.....	13
<b>Figura 12.</b> Materiales para ensayo Proctor .....	14
<b>Figura 13.</b> Máquina de ensayo para corte directo.....	14
<b>Figura 14.</b> Clases de pavimentos.....	15
<b>Figura 15.</b> Estructura del pavimento.....	17
<b>figura 16.</b> Ubicación de cantera Saint Thomas SAC .....	21
<b>Figura 17.</b> Gráfico curva granulométrica de los agregados.....	23

## RESUMEN

la presente investigación se llevó a cabo en la provincia de Sullana, el cual tiene como tipo de investigación Aplicada-no experimental-descriptiva, con el objetivo principal es analizar el agregado de la cantera Saint Thomas SAC la cual se conocerá su calidad con fines de base para para la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, con los objetivos específicos los cuales se realizaron los ensayos de (Granulometría, Plasticidad, Calidad de Soporto-CBR, Proctor y corte directo), con los ensayos se logrará determinar si el agregado cumple con los estándares de calidad según norma del MTC para base.

Los parámetros de calidad se evaluaron con ensayos en el laboratorio; el material proveniente de la cantera Saint Thomas SAC finalmente son bondadosos ya que; cumplen con los mismos según el manual de carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicación para que sean utilizados como ingredientes de base para la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda.

**Palabras clave:** Evaluación de agregado para base, cantera, calidad

## **ABSTRACT**

The present investigation was carried out in the province of Sullana, which has an Applied-non-experimental-descriptive type of investigation, with the main objective is to analyze the aggregate of the Saint Thomas SAC quarry, which will know its quality for purposes of basis for Avenida Martínez de Compañón and Bujanda, with the specific objectives for which the tests were carried out (Granulometry, Plasticity, Support Quality-CBR, Proctor and direct shear), with the tests it will be possible to determine if the aggregate complies with quality standards according to the MTC standard for base.

The quality parameters were evaluated with tests in the laboratory; the material from the Saint Thomas SAC quarry is finally kind since; comply with the same according to the road manual of the Ministry of Transport and Communication so that they can be used as basic ingredients for Avenida Martínez de Compañón and Bujanda.

**Keywords:** Base aggregate evaluation, quarry, quality

## I.- INTRODUCCIÓN

Según MOLINA (2015) indica que mundialmente en la ingeniería de la construcción se debe realizar análisis basados en conocimientos y conceptos claros, los cuales permitan realizar las condiciones previas para así realizar la elaboración de algunos proyectos en la construcción, más aún si se trata del suelo en el que se va a soportar alguna estructura como cimentaciones o vías, donde es de mucha importancia tener conocimientos de las propiedades físico-mecánicas para así realizar el desarrollo correcto de los diseños estructurales que cumplan con las expectativas de su funcionalidad y seguridad en los usuarios. Haciendo la extracción de agregados de diferentes canteras, en la ciudad de Pereira-Colombia, se hace uso de los agregados sin saber sus propiedades y el adecuado manejo de los ensayos, generando así una mala resistencia en las construcciones al realizarla.

Jave (2015) indica que en el territorio peruano son suelos conformados por arcillas expansivas, lo cual los volúmenes, están generando varios contratiempos en las carreteras estos tipos de suelos predominan mayormente al norte y nororiente del país como son las ciudades de Piura, Chiclayo, Iquitos, Bagua, y en el sur se encuentra Chincha, Pisco e Ica. Para tratar estas arcillas expansivas las cuales ocasionan fallas, se necesita de un material apto de afirmado para mejorar las redes viales, por ello; es necesario contar con todos los ensayos y así tener una mejor construcción en las vías.

Hoy en día una de las dificultades que presenta nuestra provincia de Sullana, son los pavimentos en mal estado. Independientemente del tipo de pavimento, ya sea flexible, duro o mixto, comúnmente se encuentran varios tipos de daños, tales como: grietas, asentamientos, baches, separación de materiales, separación de juntas, el pavimento colapsa para revelar los defectos del material de base y otros errores técnicos. Una de las principales razones de estas fallas es el material base utilizado en la construcción de la vía, ya que; durante la fase de desarrollo del proyecto, las oficinas de diseño no cuentan con los datos técnicos precisos sobre el tipo y calidad de los materiales que utilizarán al proveerse con las características de la cantera y materiales que determinan el uso previsto, la investigación que se realiza se enfoca en desarrollar el "Diagnóstico Integrado de la Cantera Santo Tomás SAC para la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura

2022” con el objetivo de resaltar la importancia de los agregados utilizados para el diseño de pavimentos , asegurando el estudio previo de las mismas mediante la recopilación de información de las pruebas de laboratorio, los experimentos determinarán las propiedades físicas que resolverán su uso, en las bases del pavimento.

Para saber los resultados se planteó la siguiente pregunta general ¿Cuál es la evaluación de agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la elaboración de la estructura base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura 2022? Y para los problemas específicos, planteamos: ¿Cuál es la evaluación de la composición granulométrica de los agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la elaboración de la estructura base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura 2022?, ¿Cuál es la evaluación del índice de plasticidad de los agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la elaboración de la estructura base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura 2022?, ¿Cuál es la evaluación de la capacidad de soporte o CBR de los agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la elaboración de la estructura base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura 2022?, ¿Cuál es la evaluación de la compactación del Proctor de los agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la elaboración de la estructura base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura 2022?, ¿Cuál es la evaluación de la resistencia del corte directo en los agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la elaboración de la estructura base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura 2022?

La presente tesis de investigación se justifica teóricamente a la investigación de los agregados mediante ensayos en laboratorios de la cantera, la cual en algunas obras están pasando por alto donde las obras no obtienen sus años de durabilidad proyectada.

Tiene justificación social ya que se hará un aporte importante a la sociedad ya que se dará a conocer la calidad de los agregados de la cantera Saint Thomas SAC, por método de los ensayos que se realizarán en laboratorio; así contarán con información confiable para futuros proyectos de construcción de carreteras con

conocimiento de resistente durabilidad y permanencia de los materiales, para una buena ejecución de proyectos los cuales tendrán la perdurabilidad proyectada.

La investigación tiene una justificación práctica ya que es una mejora fundamental para el desarrollo de la construcción en obras viales, al evaluar los agregados de la cantera Saint Thomas SAC, la infraestructura vial puede hacer uso de esta información para el diseño de futuros proyectos viales.

La investigación tiene una justificación ambiental porque aportará una solución técnica a la falta de una estructura vial en la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, generando cambios en la disminución de la contaminación por la emanación de polvo y demás agentes nocivos.

Su objetivo general es Desarrollar la evaluación de agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la elaboración de la estructura base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura 2022 en tal razón los objetivos específicos son : Determinar la evaluación de la composición granulométrica de los agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la elaboración de la estructura base en la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura 2022, Determinar la evaluación del índice de plasticidad de los agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la elaboración de la estructura base en la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura 2022, Determinar la evaluación de la capacidad resistente o CBR de los agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la elaboración de la estructura base en la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura 2022, Determinar la evaluación de compactación del Proctor de los agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la elaboración de la estructura base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura 2022, Determinar la evaluación de la resistencia del corte directo en los agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la elaboración de la estructura base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura 2022.

Su hipótesis general es la evaluación de agregados de la cantera Saint Thomas SAC logra la elaboración de la estructura base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura 2022 y sus Hipótesis específicos, planteamos:

La evaluación de agregados de la cantera Saint Thomas SAC logra determinar la composición granulométrica de la estructura base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura 2022, La evaluación de agregados de la cantera Saint Thomas SAC logra determinar el índice de plasticidad de la estructura base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura 2022, La evaluación de agregados de la cantera Saint Thomas SAC logra determinar la capacidad resistente o CBR de la estructura base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura 2022, La evaluación de compactación del Proctor de los agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la elaboración de la estructura base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura 2022, La evaluación de la resistencia del corte directo en los agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la elaboración de la estructura base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura 2022.



## II.- MARCO TEÓRICO

Nicolás (2016) En su tesis titulada: Elaboración de procedimientos y formatos que permitan un adecuado control de calidad de los agregados y materiales propios de las actividades de urbanismo del centro empresarial Ponteviedra en la ciudad de Bogotá. El objetivo de la investigación fue desarrollar un formatos y procedimientos de supervisión. Los materiales de prueba y medición se basan en las especificaciones normadas, con resultados de preparación de prueba requeridos por INVIAS para que todos los vehículos y materiales agregados permitan una evaluación de confiabilidad. En la planificación urbana del centro de negocios en la ciudad capital de Bogotá gracias a este estudio se puede decir que debemos tener un control más estricto sobre la ejecución de los proyectos de planificación urbana. Se concluyó que el agregado no cumplía con las especificaciones establecidas por el IDU, por lo que se notificó a la constructora el incumplimiento de las normas y por lo tanto la calidad del agregado podría verse modificada. Gracias a la encuesta pudieron reducir las desventajas de estos proyectos, es decir, tener que repetir las acciones al no contar con la información básica de los totales en cuanto a las experiencias a realizar y el cumplimiento y deseos de cada uno de ellos su valor.

Asimismo; Soler (2019) en su proyecto de investigación: Evaluación físicas y mecánicas de mezclas y bases granulares como combinaciones para formar una base firme pavimentos flexibles en la Universidad Católica de Colombia. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la presencia de RAP sobre las propiedades mecánicas y normales de la base granular, sobre la formación de subcapas estables en la estructuración del pavimento. Como conclusión manifiesta que la mezcla propuesta en un 50%, si cumple con los criterios de una buena base granular, es decir, teniendo en cuenta los parámetros analizados, se puede realizar la sustitución del RAP para estabilizar la subcapa granular.

CARTUCHE (2012) en su tesis titulada: Evaluación de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de áridos del cantón de Loja. En su investigación logro evaluar las principales características de los agregados como su forma tamaño

composición química etc.; en la cual concluyó que el agregado grueso Malca 3 cumple con los protocolos de calidad detallados en las normas ASTM C33, INEN 872, EHE y NCh para concreto con respecto a las propiedades: tamaño de partícula y tamaño de partícula menor a 75  $\mu\text{m}$ . La cantidad de material orgánico, resistencia al desgaste, adsorción y suspensión. Cumpliendo mayormente con los requisitos de las normas técnicas especificadas, el agregado grueso Malca 3 es un elemento de construcción adecuado para la producción de concreto.

Según Romero (2018) de su investigación: Evaluación del Material de Afirmado, de las Carreteras Pampa La Colina – Guadalupito y San Pedrito – Samanco, Con Fines de Pavimentación – Propuesta y Mejoramiento – Ancash – 2018. Analiza las cualidades mecánicas de los materiales de pavimentación de las canteras de la zona de estudio, con la finalidad de proyectar una obra pavimentada. Se concluye que en las canteras del proyecto se realizaron mediciones granulométricas confirmatorias, dando como resultado un suelo tipo A-2-4 con contenido de agua dependiente del límite líquido, dando como resultado un contenido de agua del 21% para ambas ocupaciones, con una plasticidad superficial del 9% de la cantera Pampa La Colina, pero del 16% de la cantera San Pedrito. La cantidad de arena corresponde al 82,9% de la cantera Pampa La Colina y al 87,7% de la cantera San Pedrito. La resistencia al desgaste del material de la cantera Colina en Pampa la Colina disminuyó en un 35,8%, mientras que la superficie de la cantera San Pedro se redujo en un 35,8% y la superficie de la mina San Pedro se redujo en un 21,8%. La cantera Pampa La Colina confirmó una capacidad portante de material del 56% y la cantera San Pedro - 38%. Finalmente encontraron que los agregados de la cantera Pampa era mucho mejor en términos de propiedades mecánicas que el material de la cantera San Pedro.

Neri (2018) en su proyecto: Calidad del material de base y subbase para vías pavimentadas, en 3 canteras de la provincia de Trujillo, 2018. Estudio las cualidades del agregado para conformación de las capas o bases para el uso en los caminos de explotación de canteras en la provincia de Trujillo. La conclusión es que las canteras son de buena calidad en general en cuanto a superficie de terreno; sin embargo, no encontraron la calidad requerida en los agregados, pero concluyeron que las mejores canteras eran Lykersa y Oasis.

Lozada (2018) en su tesis titulada: Estudio de las canteras físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carretera-provincia de Utcubamba. Su objetivo del estudio es realizar un análisis sobre las principales propiedades mecánicas del material de las canteras, concluyendo que el material que fue extraído de canteras La Loma (45%) con canteras de limón (55%), y como resultado de la clasificación SUCS, se graduó como una grava y arcilla (GW) - GC), según AASHTO lo califica como un suelo muy bueno (A-1-a), con  $IP = 6,11\%$ , según lo aprobado por Proctor y M.D.  $S = 2.237 \text{ g/cm}^3$ , con un contenido de humedad ideal. =  $5,91\%$  y muy buena resistencia a C.B.R es del  $100\%$  para  $0,1 \text{ pulgada} = 78,7\%$ . De acuerdo con las pruebas, está incluido en las normas de resistencia del suelo del material de pavimentación, por lo que podemos decir que es factible y se recomienda su uso como material de pavimentación.

Para Montes, Ulloa (2013). En las canteras se ejecutan actividades a la explotación de los recursos naturales la cual provoca importantes cambios negativos en el medio ambiente, especialmente la degradación de la tierra, pero también gracias a nuestros trabajos, obtenemos los recursos que necesitamos para crecimiento económico y social, estas áreas naturales son la principal fuente de materia prima para la extracción de agregados pétreos y son muy necesarios para la industria de la construcción desde obras civiles, edificaciones carreteras, presas y otras estructuras, pues es materia prima para obras en beneficio de la humanidad.



**Figura 1. Canteras**

Fuente. Indecia

Ramírez, [et al] (2009) se pueden clasificar como canteras a cielo abierto, por lo general este tipo de minería se extrae a menos de trescientos metros por debajo del suelo, donde se clasifica dependiendo lo que se quiere obtener de la extracción generando ruidos, acumulación de polvo y residuos. Se utiliza para depósitos de minerales no metálicos (arcilla) y agregados de construcción de bajo y alto volumen.



**Figura 2.** Cantera a cielo abierto

Fuente. Asociación Geoinnova

Canteras aluviales, este tipo de cantera se originan provocados por ríos que sirven como agente natural, extrayendo arena, grabas, limos, arcillas y canto rodado, son extraídos masivamente para ser usados en construcciones debido a sus buenas propiedades fisiomecánicas, las cuales llegan a generar depósitos distintos de materiales, este tipo de canteras tienen un costo económico en su explotación y su traslado por su tipo de proceso.



**Figura 3.** Cantera aluvial

Fuente. Centro especializado de ingeniería y tecnología

los agregados para Chan, Solís y Moreno (2003) Los agregados que pueden ser obtenidos en sedimentos de origen natural en afluentes de agua y productos originados por fracturamiento de rocas, los agregados son un grupo de elementos naturales de tamaño variado, de origen natural o sintético, que pueden ser procesadas o modificadas, y que además contienen diversas características, desde granos hasta pedazos de roca, así como agua y cemento, que constituye tres de los componentes necesarios para fabricar el concreto.



**Figura 4.** Agregados

Fuente. Don Agustín construcciones

Para Toirac (2008). El afirmado es elemento granular natural o modificado es una mezcla de tres clases de agregados como son la roca, la arena y la arcilla, o fino, constituido por una base de elementos granulares con la finalidad de resistir las cargas, metodología basada en los principios similares y conceptos procurando tener el diseño de la infraestructura y para que el pavimento sea de buena calidad, debe ser una mezcla de tres materiales, para poder soportar las cargas y esfuerzos del tránsito. Por lo tanto; es importante que el material cumpla con ciertos requisitos y pueda determinarse mediante pruebas de laboratorio.



**Figura 5.** Afirmado

Fuente. Ferrimac

Para Mamani y Lazarte (2019). El afirmado tiene una composición de varias partículas naturales que mezcladas adquieren ciertas cualidades en su estructura, este mezclado es con la finalidad de obtener un material resistente y de muy buena calidad, lo que nos dice el Ministerio de Transporte y Comunicación es que nos menciona el diagnostico de algunas de sus principales características que debe contar el afirmado.

Sus Propiedades físicas se componen de la siguiente manera:

Para Sorocchi, Borselli y Macías (2005). El análisis granulométrico proporciona información muy importante sobre los mecanismos de transportes y sedimentación de los flujos que los emplazaron. Este análisis compone una de las propiedades físicas del agregado, la arena y la piedras tienen un efecto directo sobre la resistencia, representa la distribución de tamaños que obtiene el agregado, a través de este laboratorio se pueden determinar las proporciones de los diversos componentes clasificándose según su tamaño, además, a partir de esta clasificación se pueden identificar mediante los sistemas AASHTO o SUCS, siendo este análisis uno de los más significativos para determinar la calidad de los agregados

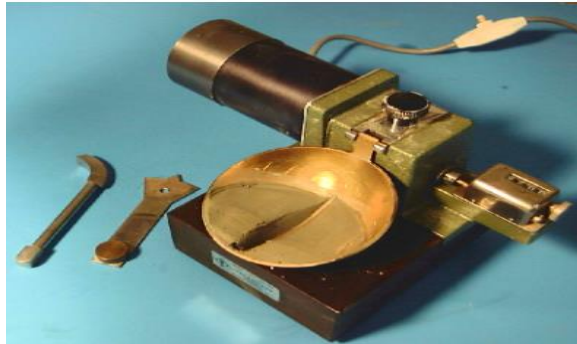


**Figura 6.** Materiales para el ensayo de granulometría

Fuente. Laboratorio minfra

Para Gallardo, Martínez y Muñoz (2020). La plasticidad es la que presentan algunos suelos al cambiar su consistencia, y la expresión de la resistencia al corte en función del contenido de humedad, es por ello que la plasticidad del suelo no depende solo de estos elementos gruesos, sino también de los estos elementos finos. Según

esto, se puede determinar su estado consistente de varias formas, ya que la masa de suelo puede tener varios estados, dependiendo del contenido de humedad y diferencia, a saber: sólido, líquido y elástico.



**Figura 7.** Materiales para el ensayo de plasticidad  
Fuente. Universidad nacional de ingeniería

Para Gómez y Vidal (2007) la humedad natural que genera los suelos. La humedad se determina con las muestras en un horno bien ventilado a  $110 \pm 5$  °C, es un proceso de 12 hr, lo que lo hace comparable con el contenido de humedad óptimo alcanzado en el ensayo de Proctor, para CBR del suelo (test MTC 132), si la humedad natural es menor a la humedad óptima, se realizara la compactación del suelo igual de forma estándar con la cantidad de agua, sin embargo; cuando la humedad natural es mayor a la humedad optima la cantidad de energía en la compactación del suelo dependerá de la cantidad de agua que absorba el suelo.



**Figura 8.** Materiales para el ensayo de humedad  
Fuente. Geotechnical Consulting



Para Medina, García y Núñez (2007). El equivalente de arena se utiliza en el análisis de textura para clasificar los suelos con fines agrícolas y de ingeniería, tiene un enlace directo con el suelo, el objetivo de este ensayo es obtener una cantidad proporcional obtenida de la sustancia arcillosa y partículas finas presentes en las muestras de suelo o el árido fino ensayado. La metodología de este ensayo radica en agregar un pequeño coagulante a un volumen dado de suelo o agregado fino, luego mezclarlo en un recipiente de plástico medido con agitación hasta que los granos de arena pierdan su capa de arcilla, esperando un tiempo este material queda suspendidos y encima de la arena, determinando así la altura de la floculación de la suspensión de arena en el cilindro.



**Figura 9.** Materiales para el ensayo de equivalente de arena

Fuente. Rosseberg ingeniería S.A.S

Sus Propiedades mecánicas se componen de la siguiente manera:

Para Parra, [et al] (2020) El CBR es un método ampliamente utilizado para conocer las características de un suelo, y determinar el esfuerzo cortante de los materiales, para su uso es principalmente para el diseño de pavimentos mediante el control de la humedad y la densidad, y así determinar el programa de ensayo para establecer CBR que es la resistencia del suelo, se considerará como 95% MDS (densidad seca máxima) y penetración de 2,54 mm, ya determinado el valor CBR del diseño, para cada área con idénticas cualidades, se clasifica la clase o subclase primaria de ese sector.





**Figura 10.** Máquina para ensayo de CBR

Fuente. Ramcodes

Para Sierra, Vélez y Herrera (2002). La resistencia a la abrasión es el desgaste de abrasión se basa en remover o desplazar una sustancia de una superficie en movimiento relativo, ya sea con sus propias propiedades sólidas o con partículas sólidas separadas, y cuyos resultados ayudan a determinar las propiedades físicas del material agregado y ver si es adecuado para su uso. Sabemos que las obras viales o pavimentaciones están compuestas por varias capas estructurales, por tal razón estos materiales utilizados tienen que soportar esfuerzos de desgaste generados por energías del exterior, por lo que el material y el agregado deben ser resistentes a la abrasión durante la construcción y en su totalidad de proyección de vida.

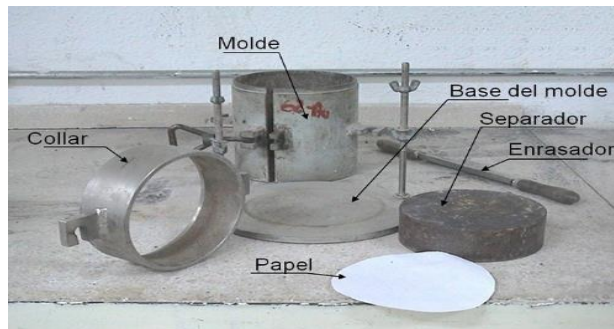


**Figura 11.** Máquina de los ángeles

Fuente. Universidad Mayor de San Simón

Para Camacho, Reyes y Méndez (2007) El ensayo Proctor está diseñado para obtener la correlación entre la densidad seca y el contenido de humedad (densidad del grano y compactación), el peso del suelo y la cantidad y forma de la energía de

presión aplicada para un suelo dado, ya que la prueba consiste en compactar un cilindro con una masa de suelo parcialmente conocida, por lo tanto, variar el contenido de humedad para lograr una curva que conecte a estos dos parámetros a una compresión dada. La determinación del punto máximo de la curva corresponde a la densidad seca máxima en coordenadas y el contenido de humedad óptimo en coordenadas cartesianas.



**Figura 12.** Materiales para ensayo Proctor

Fuente. Icwed

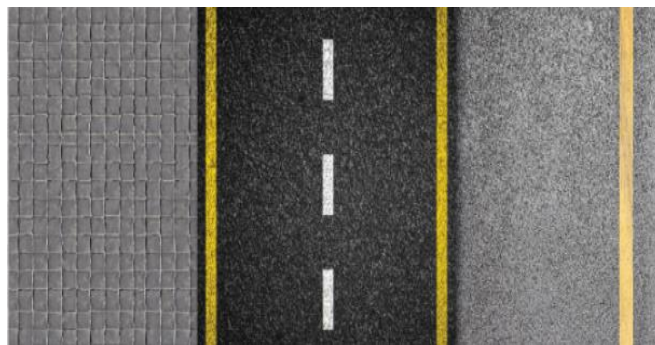
Para Ramos y Prada (2015) El ensayo de corte directo se estima la resistencia máxima y resistencia residual, debido principalmente a la facilidad de su ejecución y a su buena repetibilidad. El fin de este ensayo de corte directo, es precisar la capacidad de resistir una muestra de suelo la cual está expuesta a fatiga y/o deformaciones, el principal objetivo de este ensayo es obtener el valor de cohesión del suelo, así también el ángulo de fricción interna cuando es sometido a una fuerza corte.



**Figura 13.** Máquina de ensayo para corte directo

Fuente. Celestron ciencias y tecnologías

Para Uco, Hernández, Quen (2018) El pavimento tiene como propósito proporcionar una área de rodadura, esto va a permitir el rodamiento del traslado confiable y cómodo de los vehículos bajo condición climática, esta es una estructura de varias capas en el suelo, la cual resiste los esfuerzos del tráfico vehicular y así poder distribuirlas de esta manera que no afecten el comportamiento de la subrasante, que está constituida por diferentes capas de diversos materiales, las cuales constituyen sobre terreno natural, para así permitir que el tránsito fluya de forma cómoda y segura, comúnmente están formados con una base, subbase y capa de rodadura.



**Figura 14.** Clases de pavimentos

Fuente. Constructora vise

Tipos de pavimentos:

Para Araujo, [et al] (2016). El pavimento flexible consiste de materiales bituminosos, cuya estructura flexiona según la carga que transita sobre ella. El uso del pavimento flexible mayormente se realiza en zonas de abundante tráfico, su base puede estar compuesta de varias capas, como subleito, subbase, base y acabado. Sus esfuerzos son distribuidos verticalmente.

Para Guzmán, [et al] (2021). Los pavimentos rígidos Se componen de losas de hormigón hidráulico que aseguran una buena distribución de las cargas en un mayor espacio del suelo sobre toda la superficie de la losa. Esto se debe por ser un material rígido con un buen módulo de elasticidad, se coloca directamente sobre la base o sub-base con un costo inicial más alto que las bases flexibles, pueden presentar un tiempo útil de vida de 20 a 40 años, pero requieren poca conservación generalmente solo en las juntas.

Para Higuera y Pacheco (2010). Los pavimentos articulados al igual que los pavimentos rígidos presentan varias capas por debajo de la capa de rodadura, Se diferencia únicamente de la capa rodantes, ya que consiste en recubrimientos entrelazados que le dan al recubrimiento un comportamiento estructural flexible. El pavimento consta de estos bloques de concreto, juntas de arena, la capa de arena y sus cimientos. Una vez que se coloca el pavimento, el pavimento está listo para circular sin esperar el tiempo de curado.

Para Sandoval y Rivera (2019). Su estructura está conformada por capas de diferentes espesores y calidades, las mismas que son apoyadas en una capa denominada subrasante, las capas que forman la estructura son subbase, base y carpeta asfáltica para lo cual sería en pavimentos flexibles, y subbase y losa de concreto hidráulico para pavimento rígido.

Su estructura se conformada de la siguiente manera:

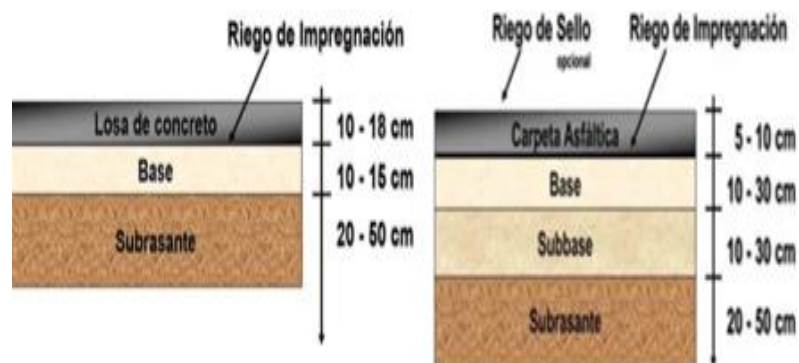
Par Baque (2020). La capa de rodadura es el área superficial de un pavimento, que puede ser de tipo flexible o de tipo rígido como también de bloquetas, la finalidad de estos tipos de pavimentos es soportar directamente las cargas vehiculares, debe ser resistente al desgaste porque se puede producir el tráfico vehicular o por las condiciones climáticas.

Para Flores (2015). La base es una estructura que se coloca sobre la subbase, que se utiliza de apoyo para la capa de rodadura, su función es recibir y transmitir los esfuerzos originados por la carga vehicular originadas capas inferiores, el material a utilizar para la base debe ser acto y estar compuesta por gravas, gravas arenosas, arena y suelos similares.

Para Zambrano, Tejada y Alonso (2020). La subbase, esta capa está ubicada por debajo de la base y sobre el suelo, proporciona un soporte al pavimento haciéndolo estable y duradero. Su función es dotar a la base de una cimentación unificada y así construir un área de trabajo resistente y apta para su colocación y compactación. La capa base está formada por suelo natural o combinado con el

árido obtenido de trituración o cribado, y esta capa actúa como sistema de drenaje porque controla la altura del agua.

Para Ospina, Chaves y Jiménez (2020). La subrasante suele estar constituido por suelos naturales (sin ningún manejo), también suele hacer mejoramientos mediante una estabilización, Por lo tanto, el pavimentado se realiza en la medida necesaria para tener suficiente superficie de suelo para soportar las cargas de las capas superiores de la estructura del pavimento, y si fallaría, el pavimento haría lo mismo. Por lo tanto, debe estar bien diseñado ya que de ello dependerá la capacidad de soportar o resistir la deformación bajo fuerzas cortantes.



**Figura 15.** Estructura del pavimento

Fuente. Contruniec

### **III.- METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación:**

##### **Tipo de investigación**

Borja (2012) la investigación es aplicada pues se basa en la acción y a través del conocimiento y modificar la realidad de un problema, está siempre orientada a encontrar la manera de resolver el problema inmediatamente antes de que el conocimiento esté disponible.

Esta investigación es aplicada, ya que anticipa evaluar el material de la cantera Saint Thomas SAC para la utilización en la estructura base de pavimento de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, basada en investigaciones anteriores; con este estudio se pueden lograr resolver los problemas a ciertas patologías que se presentan en las bases de los pavimentos.

##### **Diseño de investigación**

Baptista (2014) La investigación es experimental cuando no se manipulan los elementos y sólo se observarán los fenómenos existentes, no se generan situaciones solo se observan, y las variables independientes solo suceden y no pueden ser modificadas.

La investigación es no experimental pues describirá los resultados de la evaluación de agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la elaboración de la estructura base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda de Sullana, también por que utiliza condiciones básicas para un problema en la realidad, como es el análisis de las propiedades de los materiales de la cantera Saint Thomas SAC.

Enfoque Baptista (2014) Es cuantitativo porque se basa en la selección de la información para validar la hipótesis basado en enfoques numéricos y análisis estadísticos para generar patrones secuenciales de comportamiento e identificar

teorías de comportamiento.

Nuestro proyecto cuyo trabajo de investigación tiene como objetivo, probar la hipótesis a través de la información recolectada y el análisis detallado, se terminará con los resultados del estudio, y pruebas de muestreo aleatorio, para probar las teorías estudiadas.

### **3.2. Variables y operacionalización**

Variable cuantitativa 1:

**Agregado:** son elementos de varios tamaños originados en la naturaleza o de forma artificial o sintética que también pueden ser procesadas o manufacturadas, cuyos tamaños debe estar determinados en la NTP 400.037.

Variable cuantitativa 2:

**Estructura base:** Su función principal es proporcionar resistencia al pavimento mediante la transmisión de las cargas del tráfico, hacia la capa inferior y la capa secundaria, con la resistencia suficiente, la estructura disminuye gradualmente con el espesor de la calzada.

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

#### **Población:**

En esta investigación la población es la Cantera Saint Thomas SAC que explotan material para base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda.

#### **Muestra:**

La muestra se extrajo de la cantera determinada en el proyecto a través de la extracción de agregados de dos distintos puntos del área de la cantera, en nuestro caso se tomó una muestra de 150 kg de material de agregado, para todos los ensayos que se realizó en laboratorio.

**Muestreo:**

El método de muestreo es de tipo conveniencia porque la cantera utilizada para obtener la muestra agregada se selecciona para facilitar su adquisición

**Unidad de análisis:** Agregados

**3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas a utilizar son la observación sin participante, para obtener los ensayos, de las diferentes características, comportamientos y factores que presenta el objeto de la investigación.

El instrumento se utilizará el manual de observación, para el formulario requerido a llenar en un informe y se obtendrá de acuerdo a cada prueba en el laboratorio, que también se elaborarán los apuntes respectivos.

**3.5. Procedimientos**

**Primera etapa:** primero se visitó el lugar donde se encuentra ubicada la cantera Saint Thomas SAC para la extracción de las muestras de agregados.

**Segunda etapa:** Se extraerán las muestras correspondientes para sus respectivos ensayos a evaluar.

**Tercera etapa:** posteriormente se llevarán las muestras al laboratorio correspondiente acreditado para sus debidos ensayos.

**Cuarta etapa:** realizara el capítulo de resultados, conclusiones, discusiones y recomendaciones.

**3.6. Método de análisis de datos**

Para el método de análisis de datos se utilizarán técnicas visuales y descriptivas.



Se llevó las muestras del material de agregados al laboratorio Geomaq., para realizar diferentes ensayos de materiales tales como: +

El análisis granulométrico de suelos por medio de tamices (MTC E 107), la cual se tomó la muestra correspondiente de afirmado.

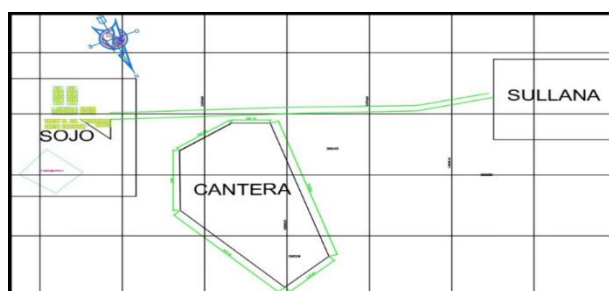
El ensayo de límite de plasticidad de la muestra, para determinar el índice de plasticidad (MTC E 111).

El ensayo de Proctor Modificado (ASTM-D1557), para si obtener la máxima densidad seca y la humedad.

El ensayo de CBR (MTC E 132) del agregado la cual se tomó una muestra de la cantera para realizar los golpes según el ensayo (10, 25 y 56).

### 3.7. Aspectos éticos

Los resultados del estudio se obtienen utilizando el procedimiento normativo de recolección de datos reales, información auténtica y fidedigna, tomando como referencia la información de diversos libros, documentos y normas citadas en el estudio, se siguen las mismas autoridades y por ende toda la información fidedigna, es decir, en las actuaciones de las referidas investigaciones se realizaron con responsabilidad ambiental, social e institucional.



**figura 16.** Ubicación de cantera Saint Thomas SAC

Fuente. Elaboración propia.

En la figura N°16 se muestra la ubicación de la cantera Saint Thomas SAC, se encuentra ubicada carretera Sullana-Sojo en el km 15 la cual cuenta con venta de agregados de construcción.

#### IV.-RESULTADOS

La evaluación de la composición granulométrica de los agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la elaboración de estructura base en la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, se obtuvo como resultado:

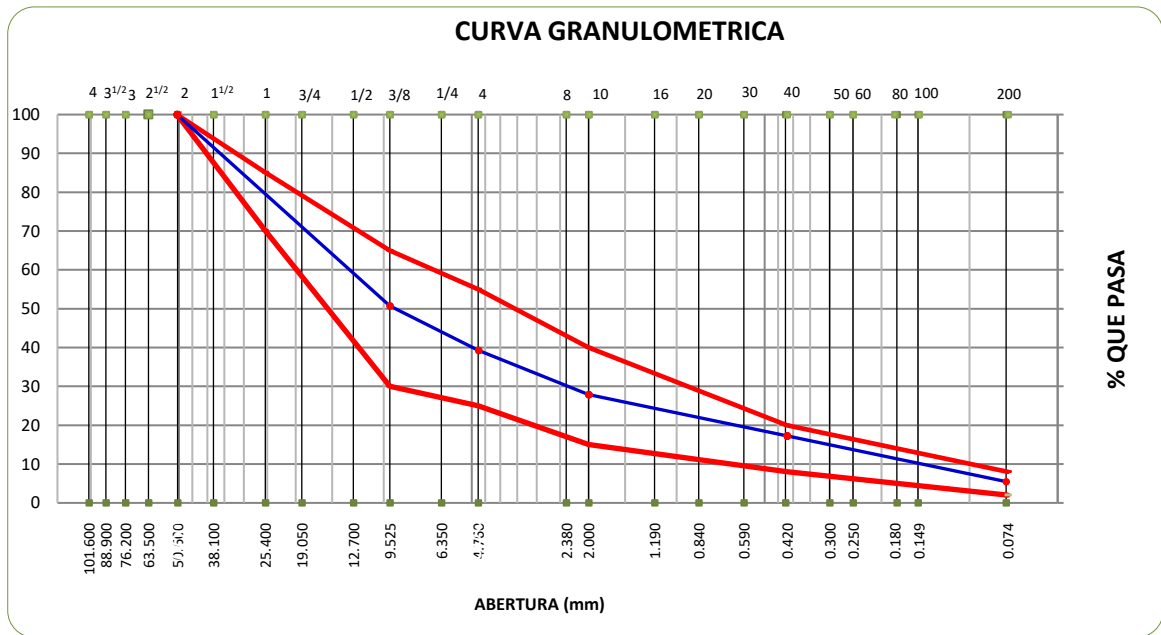
**Tabla 1.** Análisis granulométrico por tamizado de muestra

TAMIZ (N°)	TAMIZ (mm)	% PASA	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO O ACUMULADO	PESO RETENIDO (gr)	% PASA (mínimo)	% PASA (máximo)
2"	50,800					100	100
1"1/2"	38,100	100					
1"	25,400	90.80		9.20	3260.0		
3/4"	19,500	76.40	14.40	23.60	5090.0		
1/2"	19,500	59.40	17.00	40.60	6014.0		
3/8"	9,560	50.70	8.70	49.30	3062.0	30	65
4	4,760	39.20	11.50	60.80	4048.0	25	55
10	2,000	27.90	11.40	72.10	229.00	15	40
40	0,420	17.30	10.60	82.70	213.0	8	20
200	0,075	5.50	11.80	94.50	238.0	2	8
Pasa			5.50	100	110.60		

Fuente. Elaboración propia.

La tabla N°1 nos muestra los resultados de la granulometría por tamizado de los agregados, el material de muestra será clasificado de acuerdo al porcentaje de material que pasa por cada tamiz, y de acuerdo al análisis, el material consta de:

- Gravas = 60.80 %
- Arena = 33.80 %
- Finos = 5.50 %



**Figura 17.** Gráfico curva granulométrica de los agregados

Fuente. Elaboración propia.

Según el figura N°17 se observa que la curva presenta un agregado con una buena granulometría el cual cumple con los parámetros de las normas del ASTM D 1241- Manual de carreteras, EG -2013 que se muestran en la figura N°18 las cantidades según porcentaje que pasan en peso las mallas 3/4", 1/2", 3/8", N° 4, N°10 y N°40 si cumplen con los rangos mínimos y máximos del tipo de gradación A, pues presentan porcentajes 50.70%, 39.20% ,27.90% ,17.30% y 5.50%.

El material analizado para la base cumple con los requisitos de calidad especificados en la Sección 403 de la Especificación Técnica General para la Construcción de Carreteras (EG-vigente). De manera similar, los requisitos de equipo, requisitos de construcción, control de calidad, aceptación de ingeniería y consideraciones de CBR mencionados en esta Guía de diseño de pavimentos deben ser preciso en la especificación de diseño del proyecto.

**Tabla 2.** Requisitos 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. ( $\frac{3}{8}$ ")	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-Manual de carreteras, EG -2013

Según la tabla N°2 nos muestra el requerimiento granulométrico de los agregados para que cumplan con la calidad, en este caso los resultados del agregado de la cantera Saint Thomas SAC se compararon, cumpliendo con los requerimientos granulométricos de las normas establecidas, siendo de gradación de tipo A, pues están dentro de los parámetros mínimos y máximos, para la malla 3/8" los rangos son del 30% al 65%, para la malla N° 4 es de 25% al 65% , para la malla N°10 del 15% al 40% ,para la malla N°40 del 8% al 20% y la malla N° 200 del 2% al 8% respectivamente.

**Tabla 2.** Rangos granulométricos del material de base granular.

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)							
	37.5	25.0	19.0	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	# 4	# 10	# 40	# 200
PORCENTAJE QUE PASA								
BASES GRANULARES CON GRADACIÓN GRUESA								
BG - 40	100	75 - 100	65 - 90	45 - 68	30 - 50	15 - 32	07 - 20.	0 - 9
BG - 27	-	100	75 - 100	52 - 78	35 - 59	20 - 40	8 - 22.	0 - 9
BASES GRANULARES CON GRADACIÓN FINA								
BG - 38	100	70 - 100	60 - 90	45 - 75	30 - 60	20 - 45	10 - 30.	5 - 15.
BG - 25	-	100	70 - 100	50 - 80	35 - 65	20 - 25	10 - 30.	5 - 15.
Tolerancias (+/-)	0%	7%			6%			3%

Fuente. INVIAS (2012).

Según los resultados obtenidos y con base en el porcentaje calculado del material que cumple con la granulometría, continuamos buscando el rango aceptable para clasificar la base granular según la Tabla 2 de la norma INVIAS. Entonces mencionamos que la base granular es BG-40 finamente graduada, que es grava GP-GM mal graduada, con limo y arena que consta de varios tamaños de partículas y se considera un buen tamaño de partícula de modo que los vacíos que dejan las dimensiones mayores son ocupados por otros vacíos de dimensiones menores, el material para la base que estamos analizando está conforme.

La evaluación del índice de plasticidad de los agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la ejecución de la estructura base en la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura 2022. Se obtuvo como resultado:

Con el índice de plasticidad determinamos la medida del intervalo de humedad y su consistencia plástica del agregado, es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

$$I.P = L.L - L.P$$

**Tabla 3.** Resultado de Índice de plasticidad

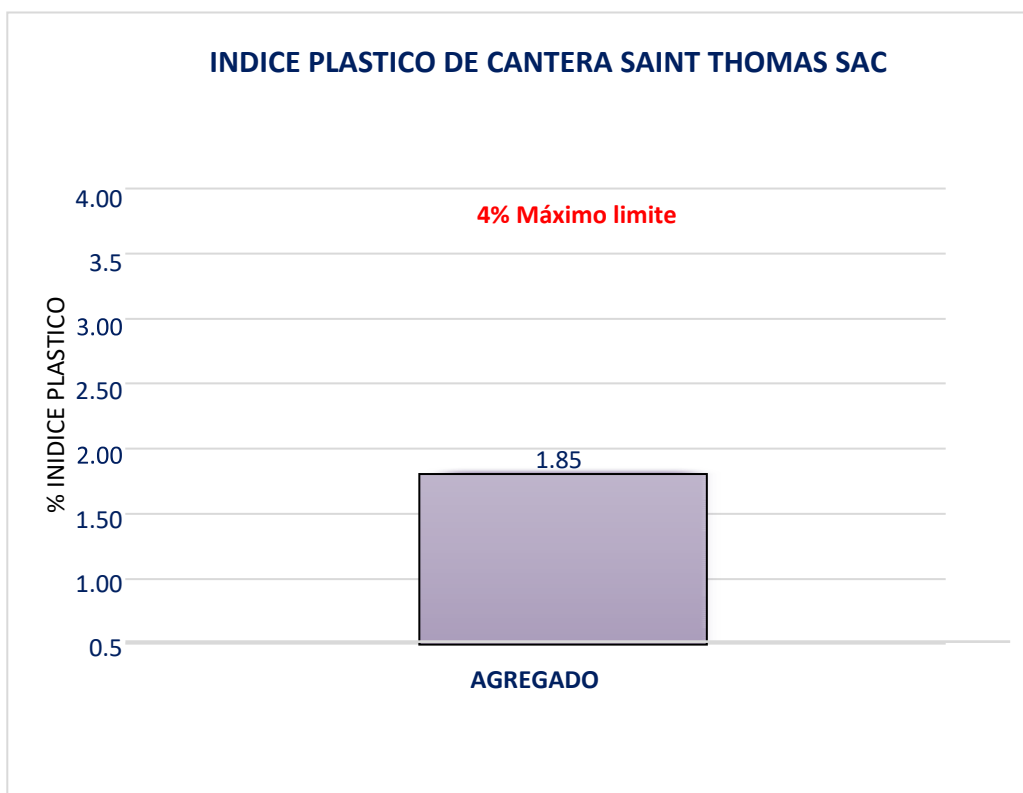
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	SEGÚN NORMA MTC E 111	
CANTERA	17.92	16.06	1.85	4% máximo	SI CUMPLE

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 4.** Requerimientos de índice plástico para bases granulares

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% máx.

Fuente: ASTM D 4318-MTC111



**Figura 18.** Gráfico Índice plástico del agregado cantera Saint Thomas SAC

Fuente: elaboración propia

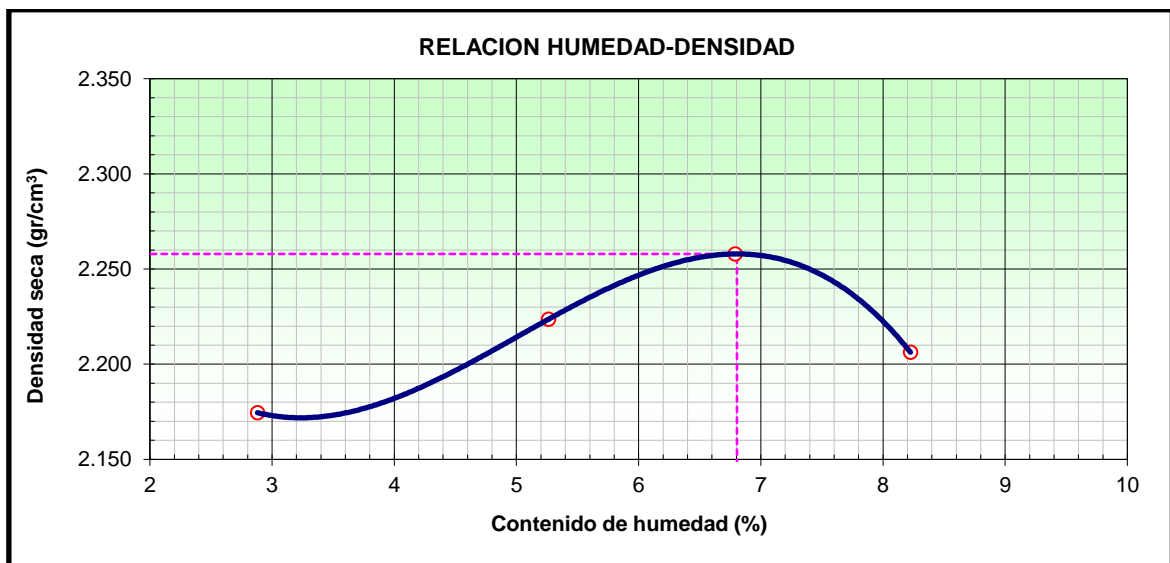
Evaluación: según el figura N°18 se observa que el agregado la cantera Saint Thomas SAC presenta un índice de plasticidad de 1.85%, el cual cumple con las normas del MTC111 pues su valor esto por debajo del límite máximo del 4% del índice de plasticidad según lo que recomienda el manual de carreteras del MTC

para agregados en bases granulares con un IP no mayor al 4%. Igualmente, con los requerimientos que establece el manual de carreteras del MTC para materiales el agregado presenta un límite líquido LL=17.92%, menor al 35% que estipula la norma y un límite plástico LP=16.06%.

La evaluación de compactación del Proctor de los agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la elaboración de la estructura base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura 2022. Se obtuvo como resultado:

#### Proctor Modificado MTC E 115

Este ensayo se efectuó con el fin de calcular y obtener el óptimo contenido de húmeda de la muestra, inicialmente se obtuvo la máxima densidad seca de la muestra de la cantera con una compactación determinada, es importante realizar este ensayo a las muestras antes de ser utilizado el agregado sobre el terreno, pues sabremos la proporción del líquido que se debe adicionar hasta alcanzar el mejor compactado y para un óptimo diseño.



**Figura 19.** Gráfico curvo proctor, óptimo contenido de humedad vs máxima densidad Seca

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 5.** Datos de la muestra de Proctor de la Cantera Saint Thomas SAC

Peso suelo + molde	gr	11080	11300	11450	11400	
Peso molde	gr	6326	6326	6326	6326	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4754.0	4974.0	5124.0	5074.0	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2125	2125	2125	2125	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.237	2.341	2.411	2.388	
Recipiente N.º		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	500.0	500.0	500.0	500.0	
Peso del suelo seco + tara	gr	486.0	475.0	468.2	462.0	
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	gr	14.0	25.0	31.8	38.0	
Peso del suelo seco	gr	486.0	475.0	468.2	462.0	
Contenido de agua	%	2.88	5.26	6.79	8.23	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.175	2.224	2.258	2.206	
					DM (gr/cm <sup>3</sup> )	2.258
					HO (%)	6.8

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 6.** Resultados ensayo Proctor

METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	2.258
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.80

Fuente. Elaboración propia



Evaluación: De acuerdo con los resultados, a partir de la curva que se muestra se puede determinar la densidad seca máxima de 2258 g/cm<sup>3</sup> y el contenido de agua óptimo de 6,80%, lo que ayudará a determinar el índice de resistividad del suelo en la prueba CBR.

La evaluación de la capacidad resistente o CBR del material de la cantera Saint Thomas SAC para la elaboración de la estructura base en la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura 2022. Se obtuvo como resultado:

Con este ensayo se determino la resistencia al valor relativo de soporte del material de la cantera, con ello podremos evaluar la calidad del agregado donde se va a trabajar para una base de la vía. El ensayo se realizó en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad

**Tabla 7.** Relación de soporte California CBR

PENETRACION													
PENETRACION	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 12				MOLDE N° 25				MOLDE N° 56			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		45	177.8			25	87.6			12	29.0		
1.270		97	412.2			68	281.4			43	168.8		
1.905		208	912.7			142	615.1			92	389.6		
2.540	70.5	310	1372.8	1349.7	99.9	195	854.1	836.6	62.0	120	515.9	558.1	41.3
3.170		385	1711.3			250	1102.2			153	664.7		
3.810		495	2207.9			298	1318.7			197	863.1		
5.080	105.7	578	2582.7	2570.7	126.9	488	2176.3	2021.7	99.8	265	1169.8	1127.7	55.7
7.620		770	3450.3			687	3075.2			340	1508.2		
10.160		1003	4504.1			870	3902.4			480	2140.2		

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla N° 7 se observan los datos obtenidos de la carga ejercida en los recipientes en relación a la penetración, para los distintos moldes de compactación de los 12, 25 y 56 golpes, y los porcentajes de CBR según el número de golpes y carga ejercida.

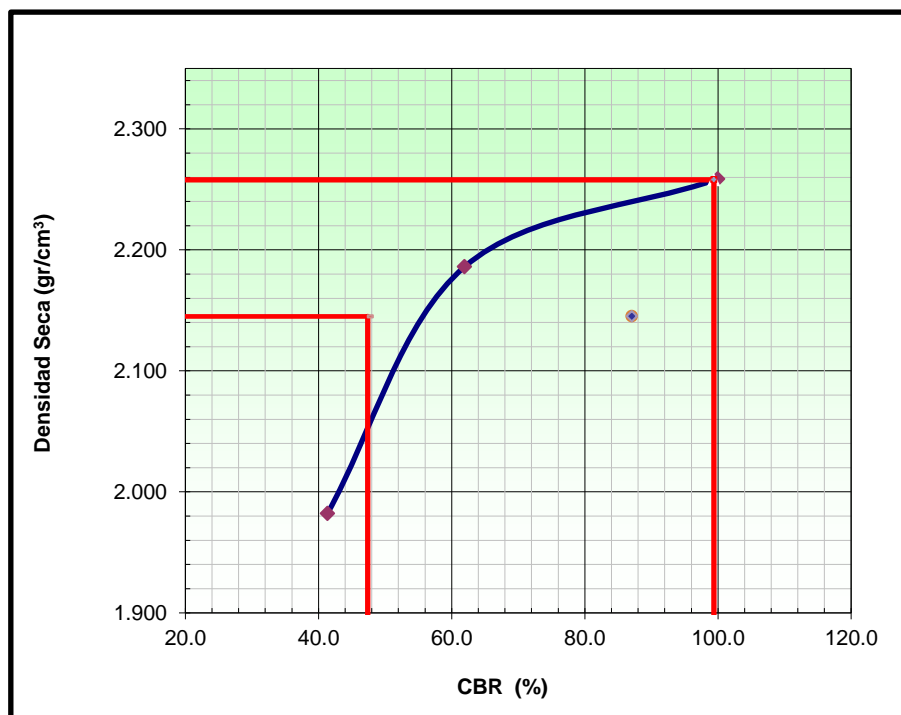
Prueba de CBR MTC E 132.

Este método de ensayo se utiliza para evaluar la resistencia del agregado que se utilizaran como base suministrados desde la cantera Saint Thomas SAC y además permite determinar una medida de capacidad de soporte del suelo, en este caso las cimentaciones granulares de nuestro estudio.

**Tabla 8.** Proctor Modificado

<b>METODO DE COMPACTACION</b>	<b>ASTM D1557</b>
<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)</b>	2.258
<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	6.8
<b>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)</b>	2.145

Fuente. Elaboración propia



**Figura 20.** Gráfico curvo del C.B.R

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 9.** Resultados del CBR

<b>RESULTADOS DEL C.B.R.</b>				
	0.1"		0.2"	
C.B.R. AL 100%	<b>99.4</b>	%	<b>126.60</b>	%
C.B.R. AL 95%	<b>47.40</b>	%	<b>87.10</b>	%

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 10.** Requisitos granulométricos en material para base

Valor Relativo de Soporte, CBR (1)	Tráfico en ejes equivalentes (<10 <sup>6</sup> )	Mín. 80%
	Tráfico en ejes equivalentes (≥10 <sup>6</sup> )	Mín. 100%

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1" (2.5 mm)

Fuente. ASTM D 1241-Manual de carreteras, EG -2013

**Tabla 11.** Factores de calidad según norma

<b>NORMA</b>	<b>PORCENTAJES MINIMOS</b>	
Limite liquido	MTC E110	25% máximo
Índice de Plasticidad	MTC E111	3-5% máximo
CBR	MTC E132	40% mínimo
Equivalente de Arena	MTC E114	20% mínimo.

Fuente. ASTM D 1241-Manual de carreteras, EG -2013

Según la tabla N° 9, de las pruebas de CBR el material de la cantera Saint Thomas SAC obtuvo un C.B.R al 100% de la máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1, de 99.40% lo cual indica que cumple con lo establecido según manual de carreteras del MTC el cual define que la resistencia mínima de C.B.R en bases granulares debe ser mínimo 80%.

Lo que significa que nuestro diseño está dentro de los rangos permitidos de resistencia del suelo para material de base granular en carreteras, El ensayo con el 95% CBR = 47.40%, determinamos que se ubica en el rango de suelos de buena calidad y resistencia. Para lograr estas resistencias y características en la base de afirmado con el material de la cantera Sojo se debe compactar el suelo agregando el volumen de agua adecuado y si presenta exceso de humedad, por encima del nivel óptimo.

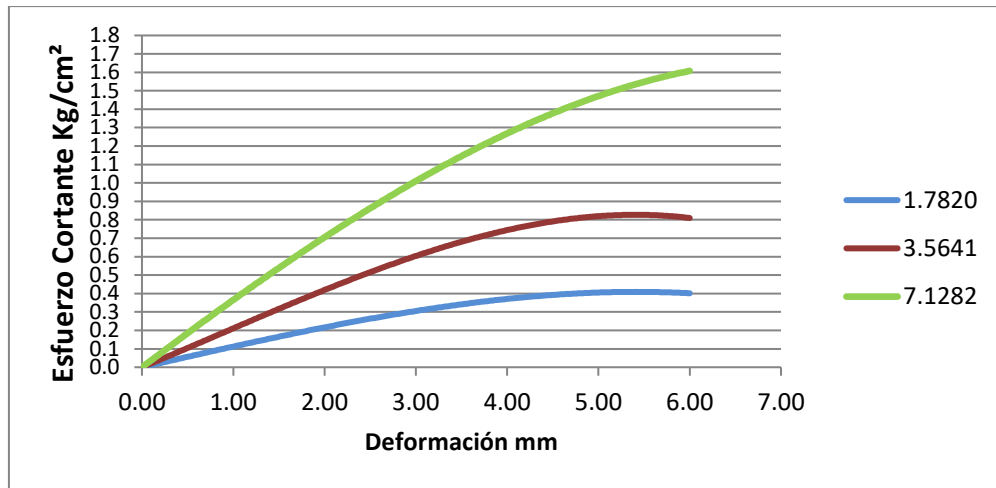
La evaluación de la resistencia del corte directo en los agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la elaboración de la estructura base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura 2022. Se obtuvo como resultado:

Este tipo de ensayo se utilizó para comparar y determinar la resistencia de los materiales granulares a la consolidación del drenaje en una cantera. Debido a que el camino de drenaje a través de la muestra era corto, la prueba se realizó con el material de suelo modificado para así cumplir con la Norma Técnica Peruana (NTP). Prueba creada: Norma Técnica Peruana de corte directo (NTP 339.171) ASTM-D 3080 con el fin de obtener un valor promedio que permita la correlación de aciertos promedio; correlaciones relevantes con según la cantidad de golpes en la muestra.

**Tabla 12.** Datos de la muestra

<b>Sistema SUCS:</b>	<b>GP - GM</b>
<b>Sistema AASHTO:</b>	<b>A-1 -a (0)</b>
<b>Condición de muestra:</b>	<b>Remoldeado</b>

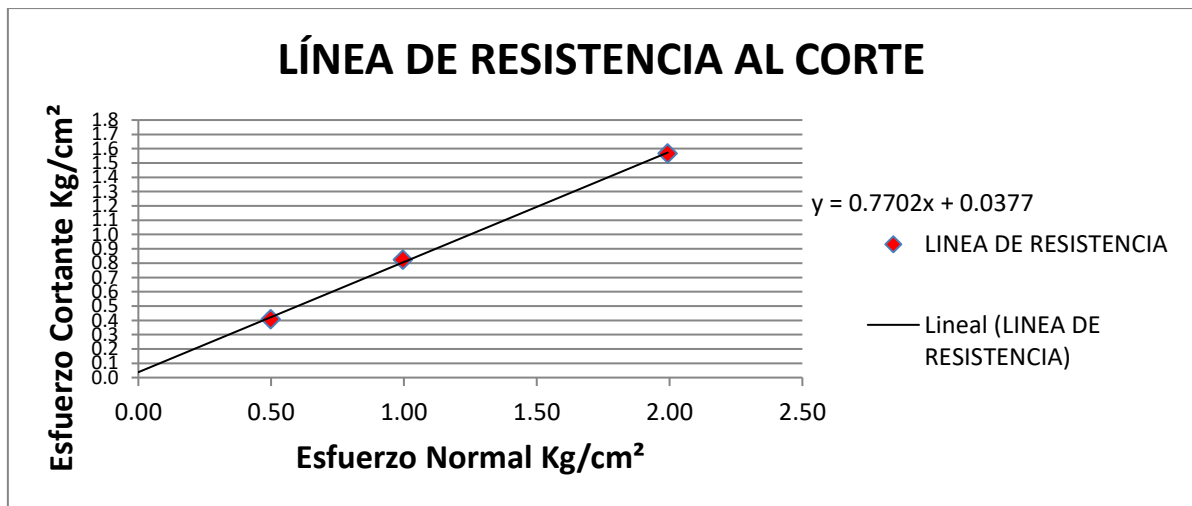
Fuente. Elaboración propia



**Figura 1.** Gráfico esfuerzo cortante vs deformación

Fuente. Elaboración propia

De la figura N° 21 se observan tres curvas para los diferentes esfuerzos normales de 0.5, 1 y 1.99 kg/cm<sup>2</sup> resultando así las respectivas cargas normales y con una deformación tangencial al 6%, el ángulo de fricción resultó con un valor de 37.60°.



**Figura 22.** Gráfico esfuerzo Normal vs Esfuerzo Cortante

Fuente. Elaboración propia

Según el figura N° 22 se observa que tiene una cohesión de 0.04 Kg/cm<sup>2</sup> también se muestran los esfuerzos máximos de corte y cada esfuerzo normal aplicado, que se obtuvo mediante un ajuste lineal de 3 puntos obtenidos, dando como resultado

una pendiente del cual se obtuvo el ángulo de fricción interna con un valor de 36.7°, la ecuación de regresión obtenida ( $y = 0.7702x + 0.0377$ ), satisface los valores de los números de golpes a través de las alturas obtenidos de Corte Directo

**Tabla 13.** Resultados de esfuerzos normales y cortantes en muestra

Esfuerzo Normal ( $\sigma$ )	Esfuerzo Cortante ( $\tau$ )	( $\sigma$ )( $\tau$ )	$\sigma^2$	$\tau^2$	
0.50	0.41	0.20	0.24833194	0.1670	
1.00	0.82	0.82	0.99332779	0.6802	
1.99	1.57	3.12	3.97331118	2.4541	
3.49	2.80	4.15	5.21497093	3.3012	
					V( $\sigma$ )
Esfuerzo normal promedio		Esfuerzo cortante promedio		Cov( $\sigma, \tau$ )	0.3862941
1.162768034		0.93330185		0.30	

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 14.** Parámetros de resistencia del agregado

Parámetros de Resistencia al Corte		
Cohesión	0.04	kg/cm <sup>2</sup>
Angulo de Fricción Interna	37.6	°

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 15.** Valores referenciales para suelos no cohesivos

Suelo	$\Phi'$ suelto	$\Phi'$ Denso
Limo	27° - 30°	30° - 36°
Arena limosa	27° - 33°	30° - 35°
Arena uniforme	28°	34°
Suelo redondeado uniforme	30°	37°
Suelo redondeado bien graduado	34°	40°
Arena bien graduada	33°	45°
Grava arenosa	35°	50°
Suelo anguloso uniforme	35°	43°
Suelo anguloso bien graduado	39°	45°

Fuente. Ortiz Bahamondez (2010)- Implementación de equipo de Corte Directo p.42

Evaluación: según los procedimientos establecidos en la norma ASTM D-3080 se ha realizado los ensayos de corte directo al material de la cantera realizando tres esfuerzos normales diferentes de 0.5, 1, 1.50, 2 kg/cm<sup>2</sup> obteniendo ángulo de fricción de 37.60 °, su cohesión es muy baja por ser suelo granular, al comparar el ángulo de fricción obtenido con los valores de la tabla N ° 13 podemos observar que es un suelos redondeado uniforme según su ángulo de fricción, estos resultados representan a suelos de granulometría gruesa del tipo arenas limosas con una compacidad densa.

**Tabla 16.** Pesos unitarios, Ángulos de fricción y cohesión de suelos y rocas (Hoek y Bray. 1991).

DESCRIPCIÓN		Peso unitario ( Saturado/ seco)	Angulo de fricción (°)	Cohesión (kPa)
Tipo	Material			
Sin cohesión	Arena suelta, tamaño de grano uniforme	19/14	28-34	
	Arena densa, tamaño de grano uniforme	22/17	32-40	
	Arena suelta, diferentes tamaños de grano	20/16	34-40	
	Arena densa, diferentes tamaños de grano	21/18	38-46	
	grava, tamaño de grano uniforme	22/20	34-37	
	Arena y grava, mezcla de tamaños	19/17	48-45	
	Roca fracturada o volada: Basalto	22/17	40-50	
	Roca fracturada o volada: Granito	20/17	45-50	
	Roca fracturada o volada :Limolita	19/16	35-40	
	Roca fracturada o volada: Arenisca	17/13	35-45	
	roca fracturada o volada : Lulitas	20/16	30-35	
		Montmorillonita (bentonita blanda )	13/6	7-13

Cohesivos	Arcilla orgánica muy blanda	14/6	12-16	10-30
	Arcilla blanda, ligeramente orgánica.	16/10	22-27	20-50
	Arcilla Glaciar blanda	17/12	27-32	30-70
	Arcilla Glaciar rígida	20/17	30-32	70-150
	Rocas Igneas duras:			
	granito, basalto, porfidos	25 a 30	35-45	35000-55000
	Rocas Metamórficas:			
	cuarcita, neiss, pizarras	25 a 28	30-40	20000-40000
	Rocas Sedimentarias duras:			
	Lomolitas, dolomita, arenisca	23 a 28	34-45	10000-30000
	Rocas Sedimentarias blandas:			
	arenisca, carbón, lutita.	17 a 23	25-35	1000-20000

Fuente: (Hoek y Bray. 19919) Manual de estabilidad de taludes p. 111

A continuación, en la tabla 16 verificamos la muestra de la cantera según el cual presento un Angulo de fricción de  $37.60^\circ$  obtenido en el ensayo de corte directo al relacionarlo cumple con un material tipo grava, tamaño de grano uniforme según esta lista de los valores típicos de peso unitario Angulo de fricción y cohesión de suelos y rocas, cumpliendo así con estos parámetros que son la base para el desarrollo de los métodos analíticos y de los cálculos a desarrollar en nuestro caso para el diseño de base de un pavimento.



## V.- DISCUSIÓN

De los ensayos e interpretaciones de los resultados obtenidos de la investigación.

Según, Romero (2018), analizo las propiedades físicas y mecánicas del material de las tres canteras de la zona de estudio, con la finalidad de proyectar una obra pavimentada, según el estudio granulométrico la cantera la Pampa La Colina y San Pedrito, arrojaron un suelo tipo A-2-4, contenido de humedad dependía del límite líquido, el cual resulto un 21% para ambas ocupaciones, la plasticidad superficial de la cantera Pampa La Colina es del 9%, pero en la cantera San Pedrito es del 16%,asimismos obtuvo la capacidad de carga del material afirmado de la cantera Pampa La Colina es del 56%, mientras que la de la cantera San Pedro es del 38%, finalmente determinaron que los materiales de la cantera Pampa La Colina, en cuanto a sus propiedades mecánicas, presentan mejores características que los materiales de la cantera San Pedro.

En nuestro proyecto podemos discutir que los resultados obtenidos del análisis granulométrico del agregado un suelo con grava pobremente graduada con presencia de limos y arena, y según la clasificación AASHTO es A-1-a (0), y según SUCS es GP-GM, el material presenta una buena granulometría calificando como una Gradación tipo A, cumpliendo con las normas de carreteras para el uso de base granular en pavimentos.

Asimismo, Neri (2018), presento un estudio de las cualidades del agregado para conformación de las capas o bases para el uso en los caminos de explotación de canteras en la provincia de Trujillo, demostró que la cantera tiene material de buena calidad en general en cuanto a superficie de terreno; pero al realizar los estudios granulométricos no encontraron la calidad requerida en los agregados, al final concluyó que las mejores canteras eran Lakers y Oasis.

En nuestra investigación según los estudios de suelos del laboratorio realizados se encontró que el agregado de la cantera Saint Thomas SAC si

es apto para una base de pavimento pues cumple con los requerimientos como su granulometría resistencia de suelo CBR, índice de plasticidad.

Asimismo; Lozada (2018), realizó el análisis sobre las principales propiedades mecánicas de las canteras de Hualango para su utilización como material de bases para pavimentación de la Carretera, demostró en su investigación que el material extraído de canteras presenta un tipo de suelo según la clasificación SUCS, como una grava y arcilla (GW) - GC), según AASHTO lo califica como un suelo muy bueno (A-1-a), presentado un índice de plasticidad = 6,11%, según lo aprobado por Proctor y M.D.  $S = 2.237 \text{ g/cm}^3$ , con un contenido de humedad ideal. = 5,91% y muy buena resistencia a C.B.R es del 100% para 0,1 pulgada = 78,7%, según todas estas pruebas que realizó cumplen con las normas de resistencia del suelo del material de pavimentación, por lo cual es factible y recomienda su uso como material de pavimentación.

En referencia a nuestro proyecto podemos discutir que con el estudio de la cantera Saint Thomas SAC demostramos que el agregado presenta propiedades apropiadas para su utilización como base en la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, o CBR de los agregados de la cantera Saint Thomas SAC pues presenta una mejor resistencia con un C.B.R al 100% para 0.1" = 99.40%, asimismo el índice de plasticidad  $IP = 1.82\%$  está dentro de las normas del manual de carreteras del MTC 111, IP máximo de 4%.

Según lo que sostienen Lozada (2018), los análisis de laboratorio de la cantera muestran que los materiales minerales no están suficientemente separados y por lo tanto no cumplen con los requisitos establecidos en el manual vial del MTC para cada cantera, se recomienda combinar los materiales minerales obtenidos en la cantera en de acuerdo con la normativa. definidos en los parámetros reglamentarios aplicables y aplicarlos en su totalidad o requisitos similares.

Según nuestra investigación podemos mencionar que todos nuestros resultados cumplen las normas vigentes de carreteras del MTC, pues el agregado tiene la gradación adecuada tipo A.

Asimismo; Nicolás (2016), desarrolló formatos y procedimientos de supervisión con resultados de preparación de prueba requeridos por INVIAS para que todos los vehículos y materiales agregados permitan una evaluación de confiabilidad. En la planificación urbana del centro de negocios en la ciudad capital de Bogotá gracias a este estudio se puede decir que debemos tener un control más estricto sobre la ejecución de los proyectos de planificación urbana, concluyó que el agregado no cumplía con las especificaciones establecidas por el IDU, por lo que se notificó a la constructora el incumplimiento de las normas y por lo tanto la calidad del agregado podría verse modificada.

En referencia a nuestro proyecto podemos discutir que nuestro proyecto de evaluación de agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, garantiza la buena calidad de los materiales para su requerimiento en la futura ejecución de un proyecto pues cumple con las normas establecidas.

Según la investigación de Chota & Navarro (2019) no hay concordancia ya Porque demuestra que la cantera analizada cumple con las características y propiedades mínimas establecidas por la normativa vigente, según las especificaciones técnicas para la selección de materiales minerales para los fines antes mencionados, así como para otros trabajos que requieran cualidades y características que se asemejen y cumplan con la normativa.

Este estudio mostró que la cantera Malvina, que igualmente fue analizada, no coincidía particularmente con las medidas de tamaño del agregado de la cantera descritas en el Manual de Carreteras del MTC. Los mismos resultados no se encontraron en este estudio.

Finalmente, coincidimos con lo que dice Cornelio (2008): Con base en este estudio, se entiende que el material en cantera no cumple con los requisitos de calidad; las pruebas nos brindan información técnica sobre requisitos y aplicaciones específicas; Por ello, somos conscientes de estas carencias que nos permiten ofrecer alternativas avanzadas, desde la selección o tamizado, lavado o combinación de ambos, hasta la obtención de un material conforme a las especificaciones. Utilizaremos todos los medios técnicos y mecánicos para obtener materiales de calidad acorde a las especificaciones y al uso que se le dará en nuestra ciudad de Pucallpa y de acuerdo a lo que exige el Manual de Carreteras del MTC.

## VI.- CONCLUSIONES

1. En base a nuestro objetivo general con respecto a la evaluación al agregado de la cantera Saint Thomas SAC y según los análisis realizados, en base a nuestros objetivos específicos se concluye que el agregado cumple con los requisitos y parámetros normados por el ministerio de transportes y comunicaciones (MTC), cumpliendo con la granulometría, el índice de plasticidad, un grado de compactación con una humedad óptima obteniendo un C.B.R al 100% para 0.1" = 99.40%. y un Ángulo de fricción interno de 37.60 ° que lo califica como un material apropiado para conformar la base de un pavimento.
2. En base al primer objetivo específico se concluye que el análisis de composición granulométrica del agregado de la cantera Saint Thomas SAC pertenece a la gradación de tipo A y según el sistema SUCS es un tipo de suelo GP-GM grava pobremente graduada con presencia de limos y arena, y según sistema AASHTO presenta un tipo de suelo A-1-a (0), el material de la cantera si cumple con los requerimientos de las normas establecidas del MTC y los requerimientos granulométricos para base granular.
3. En base al segundo objetivo específico del índice de plasticidad de los agregados de la cantera Saint Thomas SAC se concluye según el análisis el valor del límite líquido es de 17.92 % siendo menor que el máximo límite de consistencia de 25% que solicita la norma MTC E 110, asimismo; el índice de plasticidad  $IP = 1.82\%$  está dentro de los rangos establecidos que recomienda el manual de carreteras del MTC 111, IP máximo de 4%.
4. En base al tercer objetivo específico de la evaluación de compactación del Proctor de los agregados de la cantera Saint Thomas SAC se concluye que el ensayo Proctor del agregado de la cantera presenta una máxima densidad seca M.D.  $S=2.258 \text{ g/cm}^3$ , con óptimo contenido de humedad =6.80% con el cual se calculará su máxima resistencia.

5. En base al cuarto objetivo específico de la evaluación de la capacidad resistente o CBR de los agregados de la cantera Saint Thomas SAC se concluye que mediante este ensayo el material agregado resulto con C.B.R al 100% para 0.1" de 99.40%, lo que significa que está dentro de los rangos de resistencia del suelo permitidos para material de base en carreteras.
  
6. En base al quinto objetivo específico de la evaluación de la resistencia del corte directo en los agregados de la cantera Saint Thomas SAC, se concluye que Ángulo de fricción interno de 37.60 °, presentando una cohesión es muy baja por ser suelo granular.

## **VII.- RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda que para utilizar los materiales de la cantera Saint Thomas SAC previamente se debe realizar estudios de mecánica de suelos y contrastar con las especificaciones técnicas del manual de carreteras del MTC vigente.
2. Realizar periódicamente los ensayos para verificar correctamente sus propiedades físicas y mecánicas y calidad de los agregados de la cantera, ya que éstas pueden variar con el tiempo.
3. Se recomienda realizar más estudios en otras canteras cercanas para realizar comparaciones de sus propiedades físicas y mecánicas.
4. Para realizar el proyecto vial, es necesario trabajar a nivel de sub rasante para obtener una buena distribución de cargas del pavimento.
5. Se recomienda que los equipos para los ensayos cuenten con certificado de calibración por una organización acreditada para la buena calidad de los resultados obtenidos.

## REFERENCIAS

ARAUJO, Marcelo, [et al]. Análisis comparativo de los métodos de suelo pavimento duro (hormigón) x flexible (asfalto). Revista científica multidisciplinario núcleo de conocimiento, 10(11):187-196,2016. ISSN: 2448-0959

BAQUE, Byron. Evaluación de estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la Carretera Puerto-Aeropuerto (Tramo II). Manta Provincia de Manabí. Revista Científica Dominio de Las Ciencias, 6 (2):203-228,2020. ISSN: 2477-8818.

CARTUCHE, Juan. Evaluación de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de áridos Loja (título de ingeniero civil). Ecuador: universidad técnica particular Loja, 2012. 207pp.

CAMACHO, Javier, REYES, Oscar y MÈNDEZ, Dolly. Ensayo de compactación giratoria en suelos como alternativa al ensayo de compactación Proctor. Revista Ciencias e Ingeniería Neogranadina, 17(2):67-81,2007. ISSN: 0124-8170.

CHAN, José, SOLÍS, Rómel y MORENO. Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto. Revista ingeniería, 2 (7) :39-46,2003. ISSN: 1655-529X.

FLORES, Jorge. Infraestructura carretera: construcción, financiamiento y resistencia en México y América Latina. Revista Transporte y Territorio, (13):122-148,2015. ISSN: 1852-7175.

GÓMEZ, María y VIDAL, Sergio. Correlación de determinación de humedad de suelos por medio de secado en horno y en microondas. Revista de la construcción, (6):28-34,2007. ISSN: 0717-7925.

GALLARDO, Romel, MARTÌEZ, Ciro y MUÑOZ, Angie. Características de un suelo plástico para estabilización con cementantes. Revista Respuestas, 25(s2):6-13,2020. ISSN: 2422-5053.

GUZMÀN, Dulce, [et al]. Uso de agregado de pavimento asfáltico reciclado para un pavimento rígido. Revista Ingeniería y Tecnología, 22(1):1-11,2021. ISSN: 2594-0732.



HIGUERA, Carlo, PACHECO, Óscar. Patologías de Pavimento Articulado. Revista Ingeniería Universal, 9(17):75-94,2010. ISSN: 1692-3324.

IBAÑEZ, Jordy y SIANCAS, Franklin. Evaluación del pavimento flexible utilizando los métodos VIZIR y PCI en la Prolongación José de Lama-Sullana-Piura 2021 (título de ingeniero civil). Piura: universidad cesar vallejo, 2021.217pp.

JAVE, Jhimy. Propiedades físicas-mecánicas de material para afirmado de la cantera el gavilán con la adición de poliuretano en 2%, 4% y 6% (título profesional de ingeniería civil). Cajamarca: universidad privada del norte, 2020. 68pp.

LOZADA, Edwar. Estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras hualango como material de afirmado en carreteras – provincia de Utcubamba,2018 (título de ingeniero civil). Pimentel: Universidad Señor de Sipán, 2018.173pp.

MOLINA, Gloria. Determinación de los parámetros mecánicos en afirmados estabilizados con cemento para uso en cimentación, extraídos de la cantera de Colombia en la ciudad de Pereira, Risaralda (Doctorado en Ingeniero Civil). Pereira: Universidad Libre Seccional Pereira, 2015-14 pp.

MEDINA, Hanoi, GARCIA, Jorge Y NUÑEZ, Daniel. El método del hidrómetro: base teórica para su empleo en la determinación de la distribución del tamaño de partículas de suelo. Revista Ciencia Tecnología Agropecuaria,16(3):19-24,2007.

MAMANI, Fausto y LAZARTE, Fausto. Fibras sintéticas a nivel de afirmado y su efecto en sus propiedades mecánicas, Región Puno. Revista de Investigación Y Postgrado de la Universidad Privada de Tacna,8 (1):1091-1098,2019. ISSN: 2617-0639.

NERI, Leslie. Calidad del material de base y subbase para vías pavimentadas, en tres canteras de provincia de Trujillo,2018 (título de ingeniero civil). Trujillo: universidad cesar vallejo, 2018.171pp.

ORTIZ, Nicolás. Elaboración de procedimientos y formatos que permitan un adecuado control de calidad de los agregados y materiales propios de las actividades de urbanismo del centro empresarial Pontevedra de la ciudad de

Bogotá D.C (título de ingeniero civil). Bogotá: universidad católica de Colombia, 2016. 76pp.

OSPINA, Miguel, CAHVES, Saieth y JIMENÈNEZ, Luis. Mejoramiento de subrasante de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero. Revista Investigación, Desarrollo e Innovación, 11(1):185-196,2020. ISSN: 2027-8306.

PARRA, Felipe, [et al]. Correlación analítico-técnica entre ensayos de laboratorio de módulo resiliente y california bearing ratio de la mina copeto. Revista infonalítica, (8):139-152,2020. ISSN: 2602-8344.

ROMERO, Cristoffer. Evaluación del material de afirmado, de las canteras pampa la colina-guadalupito y san pedro-samanco, con fines de pavimento-propuesta de mejoramiento-ancash-2018. Tesis (título profesional ingeniero civil). Nuevo Chimbote: universidad cesar vallejo, 2018. 192 pp.

RAMIREZ et al. Metodología para estimar los volúmenes máximos de explotación de material de arrastre en un rio. Revista Ingeniería y Competitividad, 37(2):53-61,2009. ISSN: 0123-3033.

RAMOS, Alfonso Y PRADA, Luis. Desempeño del continuo de cosserat para tener en cuenta efectos de escala en un ensayo de corte directo. Revista EIA, 12(23):51-59,2015. ISSN: 1794-1237

SOLER, Deisy y DUITAMA, Jennifer. Evaluación físicas y mecánicas de mezcla fresado y base granular para su empleo como agregados en la conformación de base estabilizadas de pavimento flexible (título de ingeniero civil). Bogotá: universidad católica de Colombia, 2019. 86pp.

SAROCCHI, Damiano, BORSELLI, Lorenzo y MACÍAS, José. Construcción de perfiles granulométricos de depósitos piroclásticos por método ópticos. Revista mexicana de ciencias geológicas, (22):371-382,2005. ISSN: 2007-2902.

SIERRA, Horacio, VÈLEZ, Juan y HERRERA, Clara. Resistencia a la abrasión de fundición nodular aleada con cobre, austemperada a 300°C. Revista Dyna, (69):51-59,2002. ISSN: 0012-7353.

SANDOVAL, Eimar y RIVER, William. Correlación del CBR con la resistencia a la compresión inconfiada. Revista Ciencias e Ingeniería Neogranadina ,29 (1):135-152,2019. ISSN: 0124-8174.

TOIRAC, José. El suelo-cemento como material de construcción. Revista Ciencia y Sociales, 33(4):520-571,2008. ISSN: 0378-7680.

UCO, Yarizma, HERNANDEZ, Eric y QUEN, Mauricio. Diseño de pavimento Mixto. Revista de Ingeniería Civil, 2(3):18-21,2018. ISSN: 2523-2428.

ZAMBRANO, Isabel, TEJADA, Eduardo y ALONSO, Anadelys. Materiales granulares mejorados con emulsión asfáltica catiónica para subbase de pavimentos. Revista Infraestructura Vial, 22(39):29-42,2020. ISSN: 22153705.

## ANEXOS

### ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables

**Tabla 17** matriz de operacionalización de variable

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Evaluación Agregado</b>	Son un conjunto de partículas de origen natural o sintético que también pueden ser procesadas o manufacturadas, cuyos tamaños debe estar determinados en la NTP 400.037.	En esta investigación sobre la evaluación de los agregados de una cantera se busca la obtención de datos mediante el estudio y análisis del material granular, con la finalidad de diseñar una estructura base adecuada que beneficie a la población de estudio.	Propiedades físicas y mecánicas	Granulometría Plasticidad Limite liquido Humedad Límite de consistencia Clasificación SUCS y AASHTO	Diámetro Unidad Kg/cm <sup>3</sup> Porcentaje
<b>Base</b>	Es la parte principal de un pavimento pues es la que provee una resistencia que transmite la tensión generada por el tráfico, hacia la subbase y la capa secundaria, de suficiente intensidad esta estructura disminuye el grosor de la carpeta de rodadura.	En esta investigación sobre la base se busca que este cumpla con los requisitos según las normas y que sea estable y resistente a las cargas que estará sometida e impermeable	Características de la base  Resistencia al esfuerzo	Planicidad Impermeabilidad serviciabilidad  CBR Esfuerzo cortante Proctor	Und  Porcentajes Gr/cm <sup>3</sup>

## ANEXO 2: Informe de ensayos de laboratorio




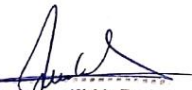
### INFORME DE MATERIAL BASE GRANULAR

**OBRA: Evaluación de agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura**

**SOLICITA:**

**tesistas: vilela torres jhon bryan y nelida narda nonajulca gonzales**

  
-----  
TECNICO LABORATORISTA  
CONCRETO - SUELOS Y PAVIMENTOS  
Alexandro Andrade Hurtado  
RUC 10036711090

  
-----  
Ayme Wally Rusbel  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 89614

ESTUDIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
Gerente General: Alexandro Andrade Hurtado  
RUC: 10036711090 - Dirección: Libertá: 336-Bellavista Sullana  
Correo: [alexwally@hotmail.com](mailto:alexwally@hotmail.com) - Telfs: 948022746 - 990101267



## 1. INTRODUCCIÓN.

Verificación del material de la base granular. Se ejecuta los ensayos de Mecánica de suelo

El ensayo tiene como fin desarrollar y encontrar un óptimo desempeño del diseño de pavimento, dependiendo del tipo de carretera o vía para el que se va utilizar; arrojando como resultado la granulometría de un material, y los más importantes si cumple con las especificaciones para base granular.

## 2. OBJETIVO

EL objetivo del estudio está encaminado a la identificación de las cualidades físicas y mecánicas de los materiales de construcción de origen de la cantera.

Determinación cuantitativa de la distribución de los tamaños de las partículas de la base granular.

Determinar el porcentaje de paso de los diferentes tamaños del material granular (fino y grueso) y con estos datos construir su curva granulométrica.

Calcular si el material granular (fino, grueso) se encuentran dentro de los límites para constituir una buena base o subbase.

Determinar mediante el análisis de tamizado la gradación que existe en la muestra del material granular (fino, grueso)

Conocer el procedimiento para la realización del ensayo de granulometría por tamizado.


Establecer los requisitos de gradación y calidad del material granular

Estipulados en las Especificaciones del Proyecto, para lo cual se ejecutará los siguientes ensayos

- Análisis Granulométrico (MTC – E – 107)
- Límites de Consistencia (MTC- E – 110 – 111)
- Proctor Modificado (MTC-E- 115-116)
- CBR (ASTM D 1883 / AASHTO T-190 /MTC E 132)

## 3. MARCO TEÓRICO

- Con la presencia de las muestras debidamente rotuladas en el laboratorio de Suelos, pavimento
- La granulometría de una base de agregados se define como la distribución del tamaño de sus partículas. Esta granulometría se determina haciendo pasar una muestra representativa de agregados por una serie de tamices ordenados. Por abertura, de mayor a menor.
- La denominación en unidades inglesas (tamices ASTM) se hacía según el tamaño de la abertura en pulgadas para los tamaños grandes y el número de aberturas por pulgada lineal para los tamaños grandes y el numeral de aberturas por pulgada lineal para tamices menores de 8 de pulgada.
- La serie de tamices utilizados para agregado grueso son 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", #4, y para agregado fino son #10, #40, #200.
- Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras y Calles. MTC. (EGE 2013)
- Manual de Ensayos para para Carreteras (MTC -2013).

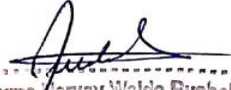
  
TECNICO LABORATORISTA  
CONCRETO - SUELOS Y PAVIMENTOS  
Alejandro Andrade Hurtado  
RUC 10036711090

ESTUDIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Gerente General: Alejandro Andrade Hurtado

RUC: 10036711090 - Dirección: Libertad: 336-Bellavista Sullana

Correo: [alexwally@hotmail.com](mailto:alexwally@hotmail.com) - Telfs: 948022746 - 990101267

  
Aymor Narvay Waldo Rusbel  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 80914





## 1. INTRODUCCIÓN.

Verificación del material de la base granular. Se ejecuta los ensayos de Mecánica de suelo

El ensayo tiene como fin desarrollar y encontrar un óptimo despeño del diseño de pavimento, dependiendo del tipo de carretera o vía para el que se va utilizar; arrojando como resultado la granulometría de un material, y los más importantes si cumple con las especificaciones para base granular.


## 2. OBJETIVO

EL objetivo del estudio está encaminado a la identificación de las cualidades físicas y mecánicas de los materiales de construcción de origen de la cantera.  
Determinación cuantitativa de la distribución de los tamaños de las partículas de la base granular.  
Determinar el porcentaje de paso de los diferentes tamaños del material granular (fino y grueso) y con estos datos construir su curva granulométrica.  
Calcular si el material granular (fino, grueso) se encuentran dentro de los límites para constituir una buena base o subbase.  
Determinar mediante el análisis de tamizado la gradación que existe en la muestra del material granular (fino, grueso)  
Conocer el procedimiento para la realización del ensayo de granulometría por tamizado.  
Establecer los requisitos de gradación y calidad del material granular  
Estipulados en las Especificaciones del Proyecto, para lo cual se ejecutará los siguientes ensayos

- Análisis Granulométrico (MTC – E – 107)
- Límites de Consistencia (MTC- E – 110 – 111)
- Proctor Modificado (MTC-E- 115-116)
- CBR (ASTM D 1883 / AASHTO T-190 /MTC E 132)

## 3. MARCO TEÓRICO

- Con la presencia de las muestras debidamente rotuladas en el laboratorio de Suelos, pavimento
- La granulometría de una base de agregados se define como la distribución del tamaño de sus partículas. Esta granulometría se determina haciendo pasar una muestra representativa de agregados por una serie de tamices ordenados. Por abertura, de mayor a menor.
- La denominación en unidades inglesas (tamices ASTM) se hacía según el tamaño de la abertura en pulgadas para los tamaños grandes y el número de aberturas por pulgada lineal para los tamaños grandes y el numeral de aberturas por pulgada lineal para tamices menores de & de pulgada.
- La serie de tamices utilizados para agregado grueso son 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", #4, y para agregado fino son #10, #40, #200.
- Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras y Calles. MTC. (EGE 2013)
- Manual de Ensayos para para Carreteras (MTC -2013).


  
TECNICO LABORATORISTA  
CONCRETO - SUELOS Y PAVIMENTOS  
Alexandro Andrade Hurtado  
RUC 10036711090

ESTUDIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Gerente General: Alexandro Andrade Hurtado

RUC: 10036711090 - Dirección: Liberta: 336-Bellavista Sullana

Correo: [alexwally@hotmail.com](mailto:alexwally@hotmail.com) - Telfs: 948022746 - 990101267

  
Aymor Narvay Waldo Rusbel  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 89614



### Requerimientos Agregado Grueso


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.

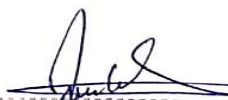
Fuente: Manual de Carreteras, EG-2013 (Sección 403-03)

### Requerimientos Agregado Fino

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: Manual de Carreteras. EG-2013 (Sección 403-04)

  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 CONCRETO - SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Alexandro Andrade Hurtado  
 RUC 10036711090

  
 Aymo Nayway Waldo Rusbet  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 89614

ESTUDIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Gerente General: Alexandro Andrade Hurtado  
 RUC: 10036711090 - Dirección: Libertad: 336-Bellavista Sullana  
 Correo: alexwally@hotmail.com - Telfs: 948022746 - 990101267





## 5. RESULTADO OBTENIDOS EN LABORATORIO


ENSAYOS	RESULTADO		OBSERVACION
	LABORATORIO	ESPECIFICACIONES	
ANALISIS GRANULOMETRICO	GRADACION A	GRADACION A	Cumple
LIMITES LIQUIDO	17.92	25% máx	Cumple
INDICE PLASTICO	1.85	0-4 máx	Cumple
PROCTOR	2.258 /6.8		Cumple
CBR 01"	99.4	35% min	Cumple
CORTE DIRECTO	1.3 Kg/Cm2		Cumple


## 6. CONCLUSIONES

- Por las características se clasifica el suelo como una grava.
- Se considera que una buena granulometría es aquella que está constituida por partículas de todos los tamaños, de tal manera que los vacíos dejados por el mayor tamaño sean ocupados por otras de menor tamaño y así sucesivamente. Para una base, el material analizado es adecuado.
- Para el agregado grueso se ha observado que hay cierta uniformidad, fundamental para una buena base.
- El tamaño máximo nominal obtenido fue de 1 1/2" que es adecuado para una base.

## 7. RECOMENDACIONES

- El material que será utilizado en la conformación de la capa de base deberá estar libre de materia orgánica, terrones de arcilla presentando una granulometría uniforme y continua, aquel material que no cumpla con todo lo anteriormente mencionado será rechazado, se verificará la composición granulométrica realizada

  
 TECNICO LABORATORISTA  
 CONCRETO - SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Alejandro Andrade Hurtado  
 RUC 10036711090

  
 Aymé Narváez Waldo Rusbel  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 89614

ESTUDIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Gerente General: Alejandro Andrade Hurtado  
 RUC: 10036711090 - Dirección: Libertá: 336-Bellavista Sullana  
 Correo: alexwally@hotmail.com - Telfs: 948022746 - 990101267



**ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
GERENTE GENERAL : ALEXANDRO ANDRADE HURTADO  
**RUC : 10036711090**  
CORREO : ALEXWALLY@HOTMAIL.COM  
DIRECCION : CALLE LIBERTAD : 336 : BELLA VISTA - SULLANA - TELF. 948022746



## **CERTIFICADOS**



**ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
GERENTE GENERAL : ALEXANDRO ANDRADE HURTADO  
**RUC : 10036711090**  
CORREO : ALEXWALLY@HOTMAIL.COM  
DIRECCION : CALLE LIBERTAD : 336 : BELLAVISTA - SULLANA - TELF. 948022746



# COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICO



**ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 GERENTE GENERAL : ALEXANDRO ANDRADE HURTADO  
 RUC : 10036711090  
 CORRELO : ALI.XWALL.Y@HOTMAIL.COM  
 DIRECCION : CALLE LIBERTAD : 336 : BELLAVISTA - SULLANA - TELF. 948022746



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88)**  
**LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

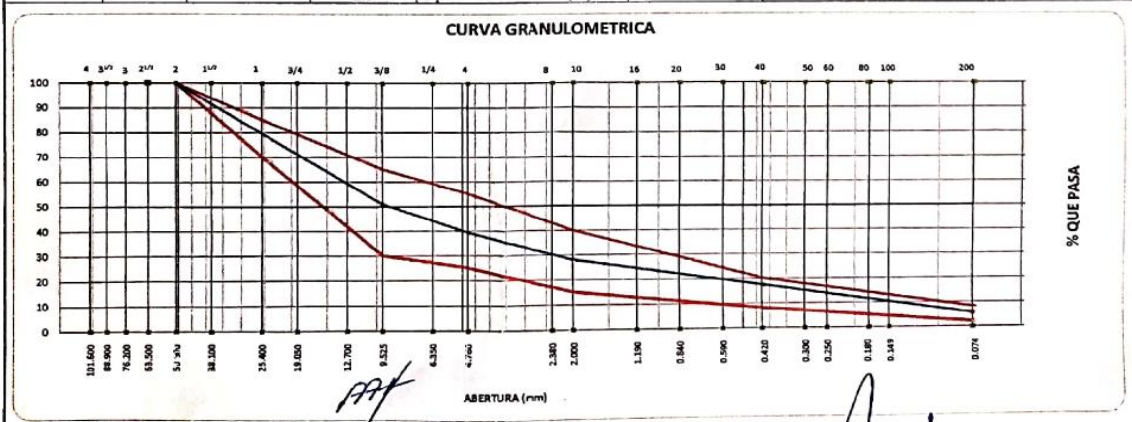
OBRA : Evaluación de agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Plura RESPONSABLE : A.A.H  
 FECHA : 05/08/2022

SOLICITA : (testistas) vilela torres jhon bryan y nelida narda nonajulca gonzales Tamaño maximo : 1 1/2"  
 CANTERA : Saint Thomas SAC P. Inicial (g.): 35,343  
 MATERIAL : Base Granular Fracc. de finos (g.): 791.3

Tamices	Abertura	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido	% que pasan	Especificaciones Técnica Gradacion			Datos de la Muestra	
ASTM	en mm.	(gr)	Parcial	Acumulado		A				
4	101.60									
3 1/2"	88.900									
3"	76.200									
2 1/2"	63.500									
2"	50.800					100	-	100		
1 1/2"	38.100				100.0					
1"	25.400	3260.0	9.2	9.2	90.8					
3/4"	19.050	5090.0	14.4	23.6	76.4					
1/2"	12.700	6014.0	17.0	40.6	59.4					
3/8"	9.525	3062.0	8.7	49.3	50.7	30	-	65		
1/4"	6.350									
4	4.750	4048.0	11.5	60.8	39.2	25	-	55	Sh + Tara	811.10
8	2.360								Ss + Tara	791.30
10	2.000	229.0	11.4	72.1	27.9	15	-	40	Tara	
16	1.180								Peso Agua	19.8
20	0.840								Peso Suelo Seco	791.3
30	0.600								Humedad(%)	2.5
40	0.425	213.7	10.6	82.7	17.3	8	-	20	Descripción ( SUCS ) :	
50	0.300								Grava pobremente graduada con limo y arena	
60	0.250								Bolonería < 28" :	
80	0.177								Grava 3" - Nº 4 :	
100	0.150								Arena Nº4 - Nº 200 :	
200	0.075	238.0	11.8	94.5	5.5	2	-	8	Finos < Nº 200 :	
pasa		110.6	5.5	100.0					Finos < Nº 200 :	

**CARACTERÍSTICA FÍSICA Y QUÍMICA DE LA MUESTRA**

Límite líquido (%)	17.57	Máx. Dens. Seca (gr/cc)		Abrasión (%)	
Límite Plástico (%)	16.06	Humedad óptima (%)		Durabilidad Grava	
Índice plástico (%)	1.51	CBR.: al 100%		Durabilidad Arena	
Clasificación:	SUCS.	GP-GM		Salas	
	AASHTO	A-1-a (0)	Expansión (%)	Peso Específico (g./cc.)	
Cu	63.2	Cc	2.3	Equivalente de arena (%)	% de Absorción (%)



OBSERVACIONES: TECNICO LABORATORISTA CONCRETO - SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Alexandro Andrade Hurtado  
 RUC 10036711090

INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 89614



**ESTUDIOS DE SJELOS Y PAVIMENTOS**  
GERENTE GENERAL : ALEXANDRO ANDRADE HURTADO  
RUC : 10036711090  
CORREO : ALEXWALLY@HOTMAIL .COM  
DIRECCION : CALLE LIBERTAD : 338 : BELLAVISTA - SULLANA - TELF. 948022748



## **ÍNDICE DE PLASTICIDAD**





**ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 GERENTE GENERAL : ALEXANDRO ANDRADE HURTADO  
 RUC : 10036711090  
 CORREO : ALEXWALLY@HOTMAIL.COM  
 DIRECCION : CALLE LIBERTAD : 336 : BELLAVISTA - SULLANA - TELS. 948922749



**LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40**  
 (NORMA MTC E-110, E111, AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

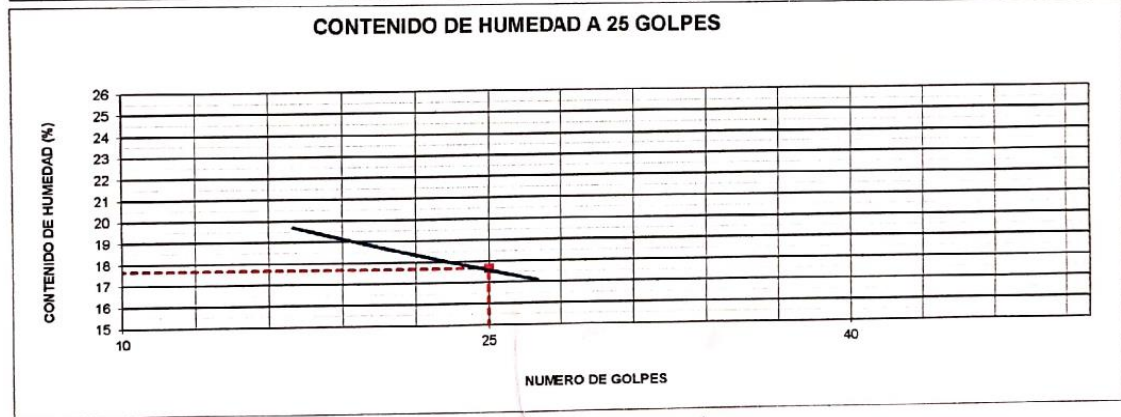
OBRA : Evaluación de agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura

**DATOS DE LA MUESTRA**

SOLICITA : ( testistas) vilela torres jhon bryan y nelida narda nonajulca gonzales TAMAÑO MAXIMO : N° 40  
 CANTERA : Saint Thomas SAC FECHA 5/08/2022  
 MATERIAL : Base Granular

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		13	15	11
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	62.15	61.22	57.88
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	57.70	56.45	54.32
PESO DE AGUA	(g)	4.45	4.77	3.56
PESO DEL TARRO		35.24	30.13	33.60
PESO DEL SUELO SECO	(g)	22.5	26.3	20.7
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.8	18.1	17.2
NUMERO DE GOLPES		17	22	27

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		17	18	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	44.32	43.55	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	39.90	39.25	
PESO DE AGUA	(g)	4.4	4.3	
PESO DEL TARRO	(g)	12.51	12.35	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	27.4	26.9	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	16.1	16.0	16.06



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	17.57
LIMITE PLASTICO	16.06
INDICE DE PLASTICIDAD	1.51

  
 TECNICO LABORATORISTA  
 CONCRETO - SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Alexandro Andrade Hurtado  
 RUC 10036711090

  
 Aymo Nayay Waldo Rusbel  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 89614

Observaciones : \_\_\_\_\_



**ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
GERENTE GENERAL : ALEXANDRO ANDRADE HURTADO  
RUC : 10036711090  
CORREO : ALEXWALLY@HOTMAIL .COM  
DIRECCION : CALLE LIBERTAD : 338 : BELLAVISTA - SULLANA - TELF. 948022746



## **CAPACIDAD RESISTENCIA O CBR**



**ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 GERENTE GENERAL : ALEXANDRO ANDRADE HURTADO  
 RUC : 10030711090  
 DIRECCION : CALLE LIBERTAD 1336 BELLA VISTA - SULLANA - TELF. 946022746



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 (NORMA ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

OBRA : Evaluación de agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura  
 TEC. LABORATORIO : ALEXANDRO A.H.  
 FECHA : 05/08/2022

DATOS DE LA MUESTRA  
 SOLICITA : ( testistas ) vñela torres jhon bryan y nelida narda nonajulca gonzales  
 CLASF. [SUCS] : GP-GM  
 MATERIAL : Base Granular  
 CLASF. [AASHTO] : A-1-a (0)

**COMPACTACION**

	5		7		2	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde Nº	5		7		2	
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13640		13620		13105	
Peso de molde (g)	8309		8471		8422	
Peso del suelo húmedo (g)	5331		5149		4683	
Volumen del molde (cm³)	2214		2205		2211	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.408		2.335		2.118	
Tara (Nº)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	500.00		500.00		500.00	
Peso suelo seco + tara (g)	469.00		468.10		467.90	
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00	
Peso de agua (g)	31.00		31.90		32.10	
Peso de suelo seco (g)	469.00		468.10		467.90	
Contenido de humedad (%)	6.61		6.81		6.86	
Densidad seca (g/cm³)	2.259		2.186		1.982	

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

**PENETRACION**

PENETRACION	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 7				MOLDE Nº 2			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		45	177.8			25	87.6			12	29.0		
1.270		97	412.2			68	281.4			43	168.8		
1.905		208	912.7			142	615.1			92	389.6		
2.540	70.5	310	1372.8	1349.7	99.9	195	854.1	836.6	62.0	120	515.9	558.1	41.3
3.170		385	1711.3			250	1102.2			153	664.7		
3.810		495	2207.9			298	1318.7			197	863.1		
5.080	105.7	578	2582.7	2570.7	126.9	488	2176.3	2021.7	99.8	265	1169.8	1127.7	55.7
7.620		770	3450.3			687	3075.2			340	1508.2		
10.160		1003	4504.1			870	3902.4			480	2140.2		

TECNICO LABORATORISTA  
 CONCRETO - SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Alejandro Andrade Hurtado  
 RUC 10030711090

Aymeri Noé y Waldo Rusobel  
 ING. EN INGENIERIA CIVIL  
 C.R.P. 80614





**ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 GERENTE GENERAL : ALEXANDRO ANDRADE HURTADO  
**RUC : 10036711090**  
 CORREO : ALEXWALLY@HOTMAIL.COM  
 DIRECCION : CALLE LIBERTAD : 336 : BELLAVISTA - SULLANA - TELF. 948022746

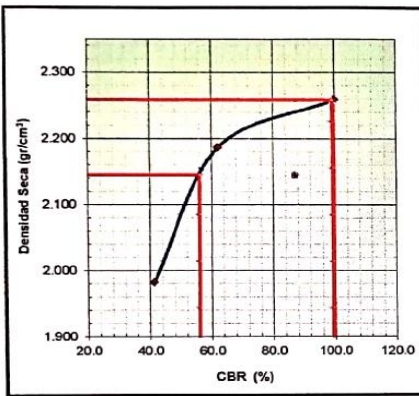


**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS**  
**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 (NORMA ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

OBRA : Evaluación de agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura  
 TEC. LABORATORIO : ALEXANDRO A.H.  
 FECHA : 05/08/2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

SOLICITA : ( testistas ) vilela torres jhon bryan y nelida narda nonajulca gonzales  
 CANTERA : Saint Thomas SAC  
 MATERIAL : Base Granular

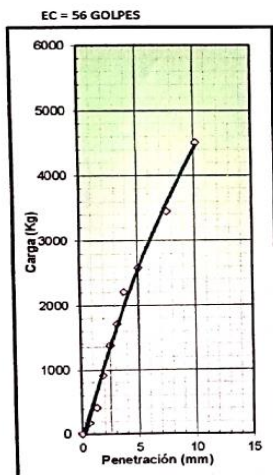


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.258  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.8  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.145

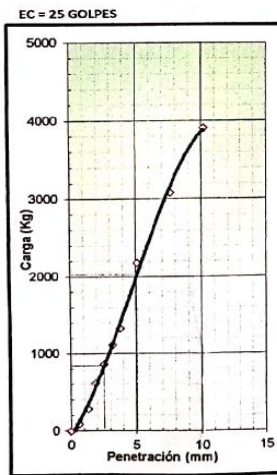
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	99.4	0.2"	126.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	47.4	0.2"	87.1

RESULTADOS:  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 99.4 (%) 126.6  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 56.0 (%) 87.1

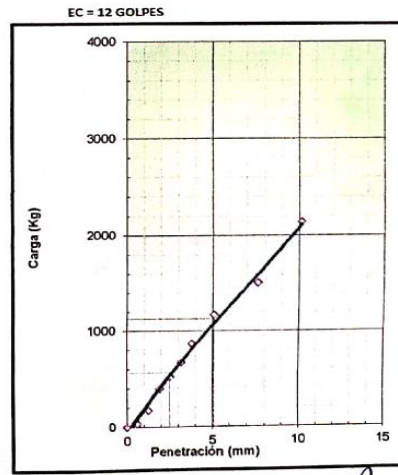
OBSERVACIONES:



CBR (0.1") 99.9%  
 CBR (0.2") 126.9%



CBR (0.1") 62.0%  
 CBR (0.2") 99.8%



CBR (0.1") 41.3%  
 CBR (0.2") 55.7%

TECNICO LABORATORISTA  
 CONCRETO - SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Alejandro Andrade Hurtado  
 RUC 10036711090

Aymeri Narváez Roldán Rusco  
 INGENIERO CIVIL  
 C.O.P. 00014



**ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
GERENTE GENERAL : ALEXANDRO ANDRADE HURTADO  
RUC : 10036711090  
CORREO : ALEXWALLY@HOTMAIL.COM  
DIRECCION : CALLE LIBERTAD : 336 : BELLAVISTA - SULLANA - TELF. 948022746



## **COMPACTACION DE PRONTOR**



**ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 GERENTE GENERAL : ALEXANDRO ANDRADE HURTADO  
 RUC : 10036711090  
 CORREO : ALEXWALLY@HOTMAIL.COM  
 DIRECCION : CALLE LIBERTAD : 336 : BELLAVISTA - SULLANA - TELF. 948022746



**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**  
 (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

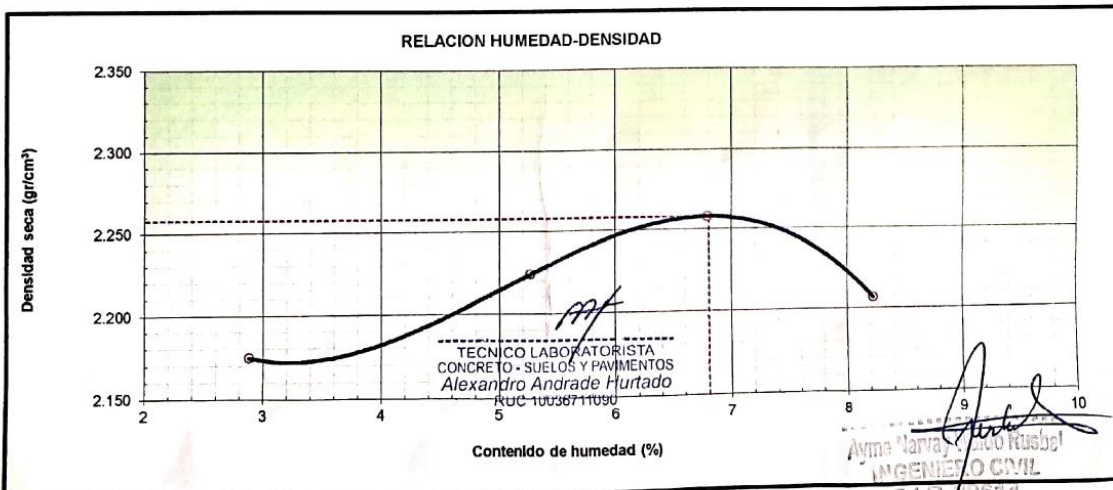
**OBRA** : Evaluación de agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura  
**RESPONSABLE** : A.A.H  
**FECHA** : 05/08/2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**SOLICITA** : ( tesisas) vilela torres jhon bryan y nelida narda nonajulca gonzales  
**CANTERA** : Saint Thomas SAC  
**MATERIAL** : Base Granular  
**CLASF. (SUCS)** : GP-GM  
**CLASF. (AASHTO)** : A-1-a (0)

**METODO DE COMPACTACION** : C **FECHA DE ENSAYO**: 5/08/2022

Peso suelo + molde	gr	11080	11300	11450	11400	
Peso molde	gr	6326	6326	6326	6326	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4754.0	4974.0	5124.0	5074.0	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2125	2125	2125	2125	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.237	2.341	2.411	2.388	
Recipiente Nº		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	500.0	500.0	500.0	500.0	
Peso del suelo seco + tara	gr	486.0	475.0	468.2	462.0	
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	gr	14.0	25.0	31.8	38.0	
Peso del suelo seco	gr	486.0	475.0	468.2	462.0	
Contenido de agua	%	2.88	5.26	6.79	8.23	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.175	2.224	2.258	2.206	
					Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	2.258
					Humedad óptima (%)	6.8



Observaciones:

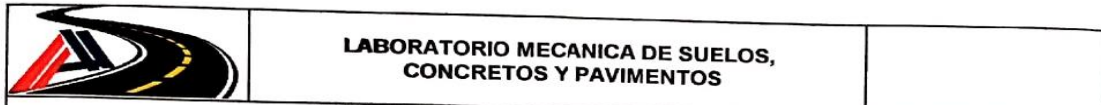


**ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
GERENTE GENERAL : ALEXANDRO ANDRADE HURTADO  
RUC : 10036711090  
CORREO : ALEXWALLY@HOTMAIL.COM  
DIRECCION : CALLE LIBERTAD : 308 : BELLAVISTA - SULLANA - TELF. 948022746



# **RESISTENCIA DEL CORTE DIRECTO**





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

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO - REMOLDEADA  
ASTM D-3080**

UBICACIÓN : SOJO JEFE LABORATORIO : A. Andrade H.  
 SOLICITANTES : TESISTAS : VILELA TORRES JHON BRYAN Y NELIDA NARDA NOHAJULCA GONZALES FECHA : 5-Ago-22

**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA N° : C-1 Clasificación SUCS : GP - GM  
 PROFUNDIDAD : 3.0 m. Clasificación AASHTO : A-1 -a (0)  
 MATERIAL : SUELO NATURAL Condición de muestra : Remoldeado

DATOS		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
Esfuerzo Normal	(kg/cm <sup>2</sup> )	1.00		2.00		4.00	
Etapa		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Peso	(g)	137.00	135.00	137.00	135.40	136.90	134.20
Altura	(cm)	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92
Área	(cm <sup>2</sup> )	35.76	35.76	35.76	35.76	35.76	35.76
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	68.66	68.66	68.66	68.66	68.66	68.66
Densidad Natural	(g/cm <sup>3</sup> )	1.995	1.965	1.995	1.972	1.994	1.955
Humedad	(%)	3.00	2.98	3.05	3.02	3.03	3.00
Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.937	1.909	1.936	1.914	1.935	1.898

Deforma. Tangencial (mm)	ESPECIMEN 01		Deform. Tangencial (mm)	ESPECIMEN 02		Deform. Tangencial (mm)	ESPECIMEN 03	
	Esfuerzo de Corte			Esfuerzo de Corte			Esfuerzo de Corte	
	Tangencial (kg/cm <sup>2</sup> )	Normalizado (kg/cm <sup>2</sup> )		Tangencial (kg/cm <sup>2</sup> )	Normalizado (kg/cm <sup>2</sup> )		Tangencial (kg/cm <sup>2</sup> )	Normalizado (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000
0.20	0.0153	0.031	0.20	0.0838	0.084	0.20	0.1636	0.082
0.40	0.0382	0.077	0.40	0.1070	0.107	0.40	0.1985	0.100
0.60	0.0614	0.123	0.60	0.1647	0.165	0.60	0.2681	0.134
0.80	0.0962	0.193	0.80	0.1884	0.189	0.80	0.3611	0.181
1.00	0.1080	0.217	1.00	0.2121	0.213	1.00	0.3854	0.193
1.20	0.1316	0.264	1.20	0.2360	0.237	1.20	0.4331	0.217
1.40	0.1437	0.288	1.40	0.2834	0.284	1.40	0.4811	0.241
1.60	0.1676	0.336	1.60	0.3194	0.320	1.60	0.5410	0.271
1.80	0.1916	0.384	1.80	0.3673	0.369	1.80	0.5897	0.296
2.00	0.2275	0.457	2.00	0.4156	0.417	2.00	0.6973	0.350
2.20	0.2519	0.506	2.20	0.4406	0.442	2.20	0.7703	0.386
2.40	0.2646	0.531	2.40	0.4894	0.491	2.40	0.8438	0.423
2.60	0.2775	0.557	2.60	0.5149	0.517	2.60	0.9178	0.460
2.80	0.2903	0.583	2.80	0.5881	0.590	2.80	0.9686	0.486
3.00	0.3033	0.609	3.00	0.6141	0.616	3.00	0.9958	0.500
3.20	0.3164	0.635	3.20	0.6402	0.642	3.20	1.0233	0.513
3.40	0.3296	0.661	3.40	0.6665	0.669	3.40	1.0869	0.545
3.60	0.3428	0.688	3.60	0.6930	0.695	3.60	1.1630	0.583
3.80	0.3562	0.715	3.80	0.7439	0.746	3.80	1.2275	0.616
4.00	0.3696	0.742	4.00	0.7709	0.773	4.00	1.2561	0.630
4.20	0.3832	0.769	4.20	0.7615	0.764	4.20	1.2971	0.651
4.40	0.3968	0.796	4.40	0.7765	0.779	4.40	1.3384	0.671
4.60	0.3983	0.799	4.60	0.8038	0.807	4.60	1.3800	0.692
4.80	0.3997	0.802	4.80	0.8067	0.809	4.80	1.5078	0.756
5.00	0.4012	0.805	5.00	0.8097	0.812	5.00	1.5256	0.765
5.20	0.4026	0.808	5.20	0.8127	0.815	5.20	1.5436	0.774
5.40	0.4041	0.811	5.40	0.8156	0.818	5.40	1.5493	0.777
5.60	0.4056	0.814	5.60	0.8187	0.821	5.60	1.5550	0.780
5.80	0.4071	0.817	5.80	0.8217	0.824	5.80	1.5607	0.783
6.00	0.4086	0.820	6.00	0.8247	0.828	6.00	1.5665	0.786

TECNICO LABORATORISTA  
 CONCRETO - SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Alexandro Andrade Hurtado  
 RUC 10036711090

Avme Narjay Waldo Rusbel  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P 89614



**ENSAYO DE CORTE DIRECTO  
ASTM D-3080**

OBRA : ECALUACION DE AGREGADOS DE LA CANTERA SAINT TOMAS SAC PARA LA BASE DE LA AVENIDA MARTINEZ DE COMPAÑON Y BUJANDA , SULLANA , PIURA. INFORME N° : Ago-22  
 TEC. LABORATORIO : A. Andrade H.  
 PARTIDA : Evaluación Para DME's  
 SOLICITA : TESISTAS : VILELA TORRES JHON BRYAN Y NELIDA NARDA NONAJULCA GONZALES FECHA : 05/08/2022  
 UBICACIÓN : SOJO

**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : 1 ESTADO : Remoldeada  
 PROFUNDIDAD : 1.70 m Nivel del terreno existente.


ETAPA	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Peso de Muestra + Molde (g)	290.00	288.00	290.00	288.40	289.90	287.20
Peso de Molde (g)	153.00	153.00	153.00	153.00	153.00	153.00
Peso Muestra Moldeada (g)	137.00	135.00	137.00	135.40	136.90	134.20
Suelo Húmedo + tara (g)	137.00	135.00	137.00	135.40	136.90	134.20
Suelo Seco + tara (g)	133.01	131.09	132.95	131.43	132.88	130.29
Humedad (%)	3.00	2.98	3.05	3.02	3.03	3.00

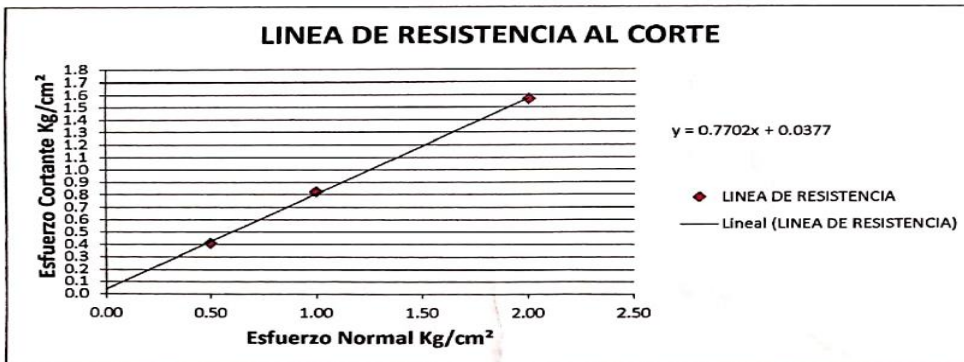
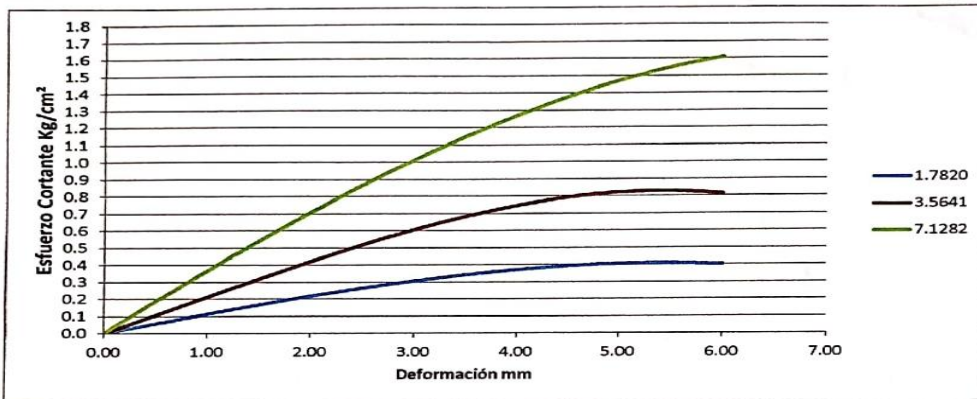
Altura del Molde (cm) : 1.92  
 Lado del Molde (cm) : 5.98  
 Área del Molde (cm²) : 35.76

		ESPECIMEN 01	ESPECIMEN 02	ESPECIMEN 03
<b>Esfuerzo Normal</b>		0.498329157	1.0	2.0
<b>Carga Normal</b>		1.7820	3.5641	7.1282
Deform. Tangencial (mm)	Deform. Tangencial (cm)	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo de Corte
		Carga (kg/cm²)	Carga (kg/cm²)	Carga (kg/cm²)
0	0	0	0	0
0.20	0.020	4	10	17
0.40	0.040	6	12	20
0.60	0.060	8	17	26
0.80	0.080	11	19	34
1.00	0.100	12	21	36
1.20	0.120	14	23	40
1.40	0.140	15	27	44
1.60	0.160	17	30	49
1.80	0.180	19	34	53
2.00	0.200	22	38	62
2.20	0.220	24	40	68
2.40	0.240	25	44	74
2.60	0.260	26	46	80
2.80	0.280	27	52	84
3.00	0.300	28	54	86
3.20	0.320	29	56	88
3.40	0.340	30	58	93
3.60	0.360	31	60	99
3.80	0.380	32	64	104
4.00	0.400	33	66	106
4.20	0.420	34	65	109
4.40	0.440	35	66	112
4.60	0.460	35	68	115
4.80	0.480	35	68	125
5.00	0.500	35	68	126
5.20	0.520	35	68	127
5.40	0.540	35	68	127
5.60	0.560	35	68	127
5.80	0.580	35	68	127
6.00	0.600	35	68	127


TECNICO LABORATORISTA  
 CONCRETO - SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Alejandro Andrade Hurtado  
 RUC 10036711090

*[Firma]*  
 Avme Na, Way Waldo Rusbel  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P 89614

		<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	
<b>ENSAYO DE CORTE DIRECTO - REMOLDEADA ASTM D-3080</b>			
OBRA	ECALUACION DE AGREGADOS DE LA CANTERA SAINT TOMAS SAC PARA LA BASE DE LA AVENIDA MARTINEZ DE COMPAÑON Y BUJANDA , SULLANA , PIURA.	JEFE LABORATORIO :	A. Andrade H.
UBICACIÓN	: SOJO	FECHA :	5-Ago-22
SOLICITANTES	TESISTAS : VILELA TORRES JHON BRYAN Y NELIDA NARDA NONAJULCA GONZALES		
DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA N°	: C-1	Clasificación SUCS :	GP - GM
PROFUNDIDAD	: 3.0 m.	Clasificación AASHTO :	A-1 -a (0)
MATERIAL	: SUELO NATURAL	Condición de muestra :	Remoldeado
UBICACIÓN	: SOJO		





Parámetros de Resistencia al Corte		
Cohesión	=	0.04 kg/cm²
Angulo de Fricción Interna	=	37.6 °

  
 TECNICO LABORATORISTA  
 CONCRETO - SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Alejandro Andrade Hurtado  
 RUC 10036711090

  
 Avme Narvay Waldo Rusbel  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P 89614



### ANEXO 3: Panel fotográfico

PANEL FOTOGRÁFICO	
TESIS	Evaluación de agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura
RECOLECCIÓN DE MUESTRAS	
	

PANEL FOTOGRÁFICO	
TESIS	Evaluación de agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura
	



<b>PANEL FOTOGRÁFICO</b>	
<b>TESIS</b>	Evaluación de agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura
<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b>	
	

<b>PANEL FOTOGRÁFICO</b>	
<b>TESIS</b>	Evaluación de agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura
<b>ENSAYO CBR</b>	
	

## PANEL FOTOGRÁFICO

TESIS Evaluación de agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura

## ENSAYO PROCTOR





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, asesor de Tesis Completa titulada: "Evaluación de agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la base de la Avenida Martínez de Compañón y Bujanda, Sullana, Piura", cuyos autores son NONAJULCA GONZALES NELIDA NARDA, VILELA TORRES JHON BRYAN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 28 de Noviembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO <b>DNI:</b> 70407573 <b>ORCID:</b> 0000-0003-0254-301X	Firmado electrónicamente por: SLEYTHER el 28-11- 2022 23:30:46

Código documento Trilce: TRI - 0459660