

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO  
CON PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO  
RÍGIDO EN LA CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY,  
AREQUIPA 2023**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**Presentado Por:**

**BACH. MAMANI CONDORI, BRYNNER RUSSELL.**

**Asesores:**

**DR. CANO CAMAYO, TIBER JOEL**

**MG. ALMONACID ORDOÑEZ, LIDIA LEONOR**

**Línea de Investigación Institucional:**

**Transporte y Urbanismo.**

**Huancayo – Perú**

**2024**

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

DR. RUBÉN DARÍO TAPIA SILGUERA

DECANO

---

Mg. YINA NINAHUANCA ZAVALA

JURADO

---

MG. NATALY LUCIA CORDOVA ZORRILLA

JURADO

---

MG. PAUTRAT EGOAVIL HENRY GUSTAVO

JURADO

---

MG. MIGUEL ÁNGEL CARLOS CANALES

SECRETARIO DOCENTE

## **DEDICATORIA**

Sobre todo, doy gracias a Dios por darme vida, salud y la capacidad de realizar una más de mis ambiciones, y a eso dedico este trabajo. A mis profesores por su ayuda, tolerancia y cooperación para que pudiera realizar este trabajo; a mis padres Fernando y Maruja por su amor, apoyo, comprensión y educación durante esta larga y maravillosa carrera.

## **AGRADECIMIENTO**

Siempre estaré agradecido a mi padre Fernando, que está conmigo donde quiera que vaya y a mi madre Maruja, que está en el cielo, por su amor inquebrantable y apoyo incondicional. Su fe en mí, incluso durante los momentos más difíciles, ha sido la piedra angular de este logro. Todo esto no hubiera sido posible sin vosotros.

Bach. Brynner Russell Mamani Condori.



## CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0092 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la TESIS; Titulado:

**FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023**

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : BACH. MAMANI CONDORI BRYNNER RUSSELL

Facultad : INGENIERÍA

Escuela Académica : INGENIERÍA CIVIL

Asesor(a) Metodología : DR. TIBER JOEL CANO CAMAYO

Asesor(a) Tematico : MG. LIDIA LEONOR ALMONACID ORDOÑEZ

Fue analizado con fecha 20/02/2024; con 121 págs.; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

X

Excluye citas.

X

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

X

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de 16 %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: *Sí contiene un porcentaje aceptable de similitud.*

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 20 de febrero de 2024.



DR. HILARIO ROMERO GIRON  
JEFE (e)

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

# CONTENIDO

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOSII	
DEDICATORIAIII	
AGRADECIMIENTOIV	
CONTENIDO5	
CONTENIDO DE TABLA 7	
CONTENIDO DE FIGURAS8	
RESUMEN9	
ABSTRACT10	
INTRODUCCIÓN..11	
CAPITULO I.....	13
I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACION	13
1.1. Planteamiento del problema	13
1.2 Delimitación del problema	14
1.2.1 Delimitación Espacial	14
1.2.2 Delimitación Temporal	14
1.2.3 Delimitación Temática	14
1.3. Formulación del problema	15
1.3.1. Problema General	15
1.3.2. Problemas Específicos	15
1.4. Justificaciones	15
1.4.1. Justificación Social	15
1.4.2. Justificación Teórica	16
1.4.3. Metodológica	16
1.5. Objetivo	16
1.5.1. Objetivo General	16
1.5.2. Objetivos Específicos	16
CAPITULO II.....	17
II. MARCO TEORICO.....	17
2.1. Antecedentes	17
2.1.1. Antecedentes internacionales	17
2.1.2. Antecedentes nacionales	19
2.2. Bases Teóricas	21

2.3. Marco Conceptual	23
CAPITULO III.....	27
III. HIPOTESIS.....	27
3.1. Hipótesis General	27
3.2 Hipótesis Especificas	27
3.3. Variables	27
3.3.1. Definición Conceptual de la variable	28
3.3.2. Operacionalización de variables	28
CAPITULO IV.....	31
IV. METODOLOGIA.....	31
4.1. Metodología de Investigación	31
4.2. Tipos de Investigación	31
4.3. Nivel de Investigación	32
4.4. Diseño de la Investigación	32
4.5. Población y Muestra	32
4.5.1. Población	32
4.5.2. Muestra	32
4.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	33
4.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos	33
CAPITULO V.....	35
V. RESULTADOS.....	35
5.1. Presentación de resultados	35
5.2. Descripción de resultados	35
CAPÍTULO VI	63
VI. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	63
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	67
ANEXOS.....	69
▪ MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	69
▪ OPERACIÓN DEL INSTRUMENTO	70
▪ ENSAYOS DE LABORATORIO	71
▪ PANEL FOTOGRÁFICO	111

## CONTENIDO DE TABLA

Tabla n.º 01: Matriz de Operacionalización de variable independiente	27
Tabla n.º 02: Matriz de Operacionalización de variable independiente	28
Tabla n.º 03: Límite de consistencia que pasa por la malla n.º 200	33
Tabla n.º 04: Ensayo de Proctor modificado	34
Tabla n.º 05: Carga para el ensayo de abrasión en función de la gradación de la muestra	36
Tabla n.º 06: Gradación de las muestras de ensayo	37
Tabla n.º 07: Gradación de las muestras de ensayo	39
Tabla n.º 08: Resistencia al desgaste por abrasión. (Agregado grueso)	40
Tabla n.º 09: Resistencia al desgaste por abrasión.	40
Tabla n.º 10: Gravedad específica y por absorción. (agregado grueso).	41
Tabla n.º 11: Gravedad específica y por absorción. (Agregado fino)	42
Tabla n.º 12: Peso unitario agregado fino.	42
Tabla n.º 13: Peso unitario compactado agregado fino.	43
Tabla n.º 14: Peso unitario agregado grueso	43
Tabla n.º 15: Peso unitario compactado agregado grueso	43
Tabla n.º 16: Granulometría arena limosa con grava	44
Tabla n.º 17: Contenido de humedad del suelo	45
Tabla n.º 18: Peso unitario compactado agregado fino	45
Tabla n.º 19: granulometría agregado grueso	46
Tabla n.º 20: Contenido de humedad del agregado fino	46
Tabla n.º 21: Contenido de humedad del agregado grueso	46
Tabla n.º 22: Porcentaje de finos, agregado fino	46
Tabla n.º 23: Porcentaje de finos, agregado grueso	46
Tabla n.º 24: Ensayos al concreto fresco	46
Tabla n.º 25: Resistencia a la compresión	54
Tabla n.º 26: Resistencia a la flexión en viga convencional	57
Tabla n.º 27: Resistencia a la flexión viga de concreto, piedra laja	58

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura n.º 01: Límite de consistencia	46
Figura n.º 02: Relación de Humedad-Densidad. Proctor Modificado	46
Figura n.º 03: Relación de soporte de california (CBR)	46
Figura n.º 04: Curva granulométrica de arena limosa con grava	46
Figura n.º 05: Curva granulométrica de arena	47
Figura n.º 06: Curva granulométrica del agregado grueso	47
Figura n.º 07: Esquema de equipo para el ensayo de flexión del concreto mediante el uso de viga simple cargada en los tercios de luz	56
Figura n.º 08: Esquema de equipo para el ensayo de flexión del pavimento con piedra laja.	

## RESUMEN

La presente tesis de investigación es: Factibilidad del pavimento enchapado con piedra laja frente al pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023, el problema general: ¿Cuál será la factibilidad del pavimento enchapado con piedra laja frente al pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023?, el objetivo general de esta investigación es: Analizar la factibilidad del pavimento enchapado con piedra laja frente al pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023. Hipótesis general es: La factibilidad del pavimento enchapado con piedra laja es más eficiente frente al pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023.

Se usó el método descriptivo, el tipo de investigación fue básica. el nivel de investigación fue el explicativo, el diseño de investigación fue no experimental. La población en esta investigación está compuesta por las vías del distrito de Chivay, ubicada en el departamento de Arequipa, provincia de Caylloma, hay total de 59 carreteras, con un total de 5000 habitantes con una superficie de 500.7 km<sup>2</sup> y una elevación de 3 635m. la muestra de esta investigación es probabilística en esta investigación fue dirigido e intencionado y se considera, la calle 28 de Julio con un total de 828.1714 ml que consta de 12 cuadras.

El uso de piedra laja en el pavimento rígido aporta resultados óptimos en el distrito de Chivay, dando mejor durabilidad, calidad, acabado, economía en mantenimiento y siendo un atractivo turístico para el lugar.

**Palabras claves:** pavimento, piedra.

## **ABSTRACT**

The present research thesis is: Feasibility of the pavement veneered with flagstone against the rigid pavement on 28 de Julio Street, Chivay, Arequipa 2023, the general problem: What will be the feasibility of the pavement veneered with flagstone against the rigid pavement in 28 de Julio Street, Chivay, Arequipa 2023?, the general objective of this research is: Analyze the feasibility of the pavement clad with flagstone compared to the rigid pavement on 28 de Julio Street, Chivay, Arequipa 2023. General hypothesis is: The feasibility of the pavement veneered with flagstone is more efficient compared to the rigid pavement on 28 de Julio Street, Chivay, Arequipa 2023.

The scientific method was used, the type of research is applied. The research level is descriptive correlational, the research design is quasi-experimental. The population in this research is made up of the roads of the Chivay district, located in the department of Arequipa, province of Caylloma, there are a total of 59 roads, with a total of 5000 inhabitants with an area of 500.7 km<sup>2</sup> and an elevation of 3 635m. The sample of this research is probabilistic in this research was directed and intentional. and is considered 28 de Julio Street with a total of 828.1714 ml that consists of 12 blocks

The use of flagstone in the rigid pavement provides optimal results in the Chivay district, giving better durability, quality, finish, economy in maintenance and being a tourist attraction for the place

**Keywords:** pavement, stone.

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación se realizó en la provincia de Caylloma, distrito de Chivay, este un importante lugar turístico local, nacional e internacional. Ahí se encuentra el valle del Colca considerado como el cuarto cañón más profundo del mundo y tiene una profundidad de 4160 m. Además, en el 2019 la Unesco lo declaró geoparque. En dicho año, recibió más de 250 mil turistas, otro gran atractivo que es el mirador de los cóndores y se tiene también aguas termo medicinales conocido como la Calera, sus calles son de pavimento rígido enchapado con piedra laja.

Se sigue implementado el enchapado con piedra laja, principalmente en el centro histórico, no existe estudios que nos demuestren que el uso de piedra laja es factible ante el pavimento rígido por ese motivo me nace realizar un estudio para demostrar lo que se ha venido observando, que efectivamente la piedra laja a pesar de ser muy atractivo es eficiente en el soporte de la transmisión de cargas pesadas y soporte a la flexión, por ello realicé este trabajo para futuras investigaciones sobre el empleo de piedra laja en la pavimentación, tomándolo como alternativa ya que la piedra es muy resistente. Este proyecto titulado Factibilidad del pavimento enchapado con piedra laja frente al pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023, busca aportar con la ingeniería ante una nueva alternativa de construcción.

Esta investigación está compuesta de los siguientes capítulos:

**Capítulo I Problema de la investigación:** aquí se ve el planteamiento del problema, delimitación del problema, formulación del problema, justificación y objetivos.

**Capítulo II Marco teórico:** en este capítulo abarca los antecedentes, bases teóricas y marco conceptual.

**Capítulo III Hipótesis:** En este capítulo se ha abarcado la hipótesis general, específicas, variables.

**Capítulo IV Metodología:** en este capítulo se puede ver la metodología de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas de

procesamiento y análisis de datos.

**Capítulo V Resultados:** en este capítulo veremos la presentación de resultados, descripción de resultados, contrastación de hipótesis.

Como concluyendo con la tesis presentamos las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas, anexos.

## CAPÍTULO I

### I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del problema.

En el mundo moderno, las carreteras se han convertido en el medio de transporte dominante para distancias cortas y medias, el principal medio de transporte de personas. Según el World Factbook de la CIA, hay 32 millones de carreteras o caminos transitables, casi 10 veces la distancia entre la tierra y la luna, aunque no todas las carreteras del mundo están pavimentadas.

Córdoba fue la primera ciudad moderna en tener calles empedradas. Esta operación se llevó a cabo en el año 850 por orden de Abd ar-Rahman II.

Durante siglos París fue conocida como Lutecia (ciudad sucia), la calidad del aire mejoró y la incidencia de la fiebre disminuyó cuando en 1184, Felipe Augusto, al sentirse incómodo en su propio palacio debido al hedor de las calles, ordenó que todo se paralizara, pavimentando Londres se ha limpiado considerablemente desde 1542, cuando se empezaron a pavimentar sus calles.

El proyecto de ley orgánica española de salud pública de 1821 estipulaba que en todas las ciudades que cumplieran la relación sus calles y plazas serían pavimentadas, y en ciudades que no cumplieran normas ni instalaciones, lo serían con grava o piedra triturada. La falta de pavimentación en las ciudades provocaba problemas de salubridad.

Ecuador tiene un total de 3415 km, 8% de vías empedradas, continuando Bolivia con 1250 km de vías y Perú con 200 km. Estos pavimentos empedrados existen más de 30 años y sus mantenimientos son bajos ya que esta tiende a ser durable a comparación del pavimento convencional.

En el departamento de Huancavelica, especifica mente en la calle santa bárbara, se efectuaron pavimentos enchapado con piedra laja, los cuales a la fecha cumplen con su vida útil, a la fecha no presentan daños superficiales.

En la ciudad de cusco la avenidas y calles principales circundantes al monumento histórico también son acabados en piedra.

La provincia de Caylloma - Arequipa, presenta un crecimiento demográfico acelerado el por diferentes factores especial mente del turismo, nacional e internacional por ende el desarrollo de la población, por ello la inversión es mayor en obras de pavimentos. A un radio menor de 30 km dentro de la población se encuentran más de 25 canteras y/o depósitos naturades de piedra laja.

Los proyectos de pavimentos enchapados con piedra laja carecen de justificación técnica y/o calculo justificativo que demuestren el empleo de la piedra laja en pavimentos. A pesar de ello se tienen calles pavimentadas con más de 30 años de antigüedad que a la fecha no sufrieron daños estructurales de consideración.

## 1.2. Delimitación del problema.

La investigación se llevó a cabo en el departamento de Arequipa, provincia de Caylloma, Distrito de Chivay, principal mente la calle 28 de julio, entre las cuadras 01 a la 12. Y los datos obtenidos de diferentes fuentes para un pavimento rígido.

### 1.2.1. Delimitación Espacial

El lugar dónde se ha investigado el proyecto comprende el departamento de Arequipa, provincia de Caylloma, distrito de Chivay teniendo una superficie de 500.7 km<sup>2</sup> y una elevación de 3 635 m, lugar de proyecto es la calle 28 de Julio con 828.1714 ml que consta de la cuadra 1 a la 12 .

### 1.2.2. Delimitación Temporal

En la siguiente tesis podemos considerar como delimitación temporal al año 2023, requiriendo de 4 meses para su desarrollo, siendo los meses de agosto hasta fines de noviembre, efectuando el trabajo de campo (recopilación de datos), como también de gabinete (procesamiento de datos).

### 1.2.3. Delimitación Temática.

El siguiente tema está delimitado específicamente para el departamento de Arequipa, distrito de Chivay ya que en este lugar se puede encontrar piedra laja en diferentes variedades y también se considera que las pavimentaciones en este distrito se desarrollan con piedra laja siendo una obligación sustentada mediante una ORDENANZA MUNICIPAL N°. 0042-A-2017-GM-PPC-CHIVAY, que aprueba el considerar el acabado rústico (piedra cantera tipo laja), sustentada su aprobación, según el artículo 73° de la Ley Orgánica N° 27972, las competencias municipales se determinan teniendo en cuenta la preservación del patrimonio histórico, cultural y paisajístico en la organización del espacio y el uso del suelo., y conforme al art. 82° establece promover la protección y difusión del patrimonio cultural de la nación dentro de su jurisdicción de defensa y conservación de los monumentos arqueológicos, históricos y artísticos colaborando con los organismos nacionales y regionales.

## 1.3. Formulación del problema

### 1.3.1. Problema General

¿Cuál será la factibilidad del pavimento enchapado con piedra laja frente al pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023?

### 1.3.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cuál es la factibilidad de la resistencia a la compresión del pavimento enchapado con piedra laja frente al pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023?
- b) ¿Cuál es la factibilidad de la resistencia a la flexión del pavimento

enchapado con piedra laja frente al pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023?

- c) ¿Cuál es la factibilidad de la resistencia al desgaste por abrasión del pavimento enchapado con piedra laja frente al pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023

#### 1.4. Justificaciones

##### 1.4.1. Justificación Social.

Cada año el Perú invierte una cifra considerable de dinero en la construcción o mantenimientos de pavimentos, a nivel nacional, pero en muchos casos por errores de diseño, construcción inadecuada, o cambios bruscos de clima los pavimentos sufren fallas no llegando al tiempo de su vida útil y no cumple con la efectividad en las cuales fue diseñado.

El enchapado con piedra laja en pavimentos, juega un rol muy importante en el rol estético, el acabado inter actúa con mobiliarios urbanos, fachadas con acabados en piedra y otros. la piedra laja ocupa más del 80% en un pavimento, el cual absorbe calor, evita el sobre calentamiento, por la superficie lisa que presenta la piedra la infiltración superficial es menor. Mejora al efecto de la resiliencia (capacidad de la vía a resistir a fenómenos excepcionales). El pavimento con piedra laja, tiene mayor seguridad frente al deslizamiento, vehicular y peatonal

##### 1.4.2. Justificación Teórica

Este estudio de investigación se realizará para determinar la efectividad de la aplicación de piedra laja en el pavimento rígido, demostrando, así como una alternativa para mejorar y aumentar su tiempo de duración y mejor acabado, favoreciendo a los pobladores de Chivay Arequipa.

Con este trabajo busco demostrar que el uso de la piedra laja en el pavimento genera más efectividad y eleva el tiempo de durabilidad teniendo así menos merma en mantenimientos ya que la piedra laja es de larga duración.

En muchos casos los proyectos de pavimentos convencionales no cumplen con su vida útil, no llegan a su periodo de diseño. El cual afecta los fondos del estado.

#### 1.4.3. Metodológica

Es importante determinar las características técnicas del suelo, concreto y de la piedra laja (resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y resistencia al desgaste por abrasión) estos datos nos ayudaran a validar este estudio y así tomar como una alternativa más de construcción para una mejora de este tipo de pavimentos y así poder determinar la efectividad del uso de la piedra laja en el pavimento. Para ello se efectuarán diferentes ensayos de laboratorio, de esa manera justificar la presente investigación.

### 1.5. Objetivo

#### 1.5.1. Objetivo General

Analizar la factibilidad del pavimento enchapado con piedra laja frente al pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023

#### 1.5.2. Objetivos Específicos

- a) Determinar la factibilidad de la resistencia a la compresión del pavimento enchapado con piedra laja frente al pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023
- b) Determinar la factibilidad de la resistencia a la flexión del pavimento enchapado con piedra laja frente al pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023.
- c) Determinar la factibilidad de la resistencia al desgaste por abrasión del pavimento enchapado con piedra laja frente al pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023.



## CAPÍTULO II

### II. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. Antecedentes Internacionales.

a. Isaías (2013), “Especificaciones técnicas para la construcción y propuesta de metodología de diseño de empedrados fraguados”, UES-El Salvador. El estudio concluyó:

- Se ensayó la resistencia a flexión de mampostería (mortero y piedra), obteniéndose un módulo de rotura de 19 kg/cm<sup>2</sup>. Esto era de esperar, ya que se obtuvo un valor mayor para pavimentos monocapa (MR = 7-15 kg/cm<sup>2</sup> en suelos finos y plásticos) y un valor menor para pavimentos de concreto hidráulico (MR = 42-48 kg/cm<sup>2</sup> en suelos principales y vías urbanas secundarias). Se elaboró un diseño de especímenes de viguetas de pavimento que se acerquen lo más posible a la realidad de los pavimentos que se puedan presentar en campo.
- La resistencia a la compresión del mortero se midió en 219 kg/cm<sup>2</sup>. 175 kg/cm<sup>2</sup> es más de lo previsto para los morteros de cemento hidráulico tipo M.
- El pavimento fijo requiere una estructura más grande para soportar el peso en carreteras con altos volúmenes de tráfico, lo que no es factible de construir y genera mayores gastos de mantenimiento.
- Dado que técnicamente no se requiere mano de obra calificada para la construcción del pavimento, este tipo de proyecto se logra

utilizando mano de obra local, creando empleos para la población local.

- b. García (2015), “Pavimentos urbanos: criterios para su uso y diseño” UPM-Madrid. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:
- Ha sido factible ilustrar a través del análisis la necesidad de conexiones entre los elementos (personas, pavimento, lugar y uso) que están presentes mientras se construye un espacio urbano seguro y agradable. Es a partir de esta interacción que la persona que busca calidad de vida debe encontrar un lugar de seguridad y comodidad. Descubrimos que a la hora de aplicar las normas actuales y hacer lo absolutamente necesario para cumplir con la CE, surgen tensiones en este sentido.
  - Los hallazgos clave se presentan en este capítulo. Reafirmaré los objetivos mencionados en la introducción del tema. Repasaré cada uno de los capítulos que se mencionan y sustentaré las teorías.
- c. Esquivel (2013), “Avances y especificaciones para pavimentos en piedra”, UNIANDES-Bogotá. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:
- El material de lujo conocido como losa tiene cada vez más demanda en las industrias de la construcción y el acabado. Sin embargo, se considera crucial estar cerca de la materia prima porque el transporte genera los mayores gastos.
  - Debido a que las piezas de piedra se eligen y ensamblan cuidadosamente, el costo de construcción aumenta; sin embargo, esto se compensa con los mínimos requisitos de mantenimiento y la larga vida útil de la piedra. Además, las rocas que se han utilizado en las construcciones pero que deben eliminarse por diversas razones se pueden utilizar para construir nuevos edificios.
  - Debido a que la mezcla de concreto utilizada para construir la estructura afecta la duración del pavimento, se debe tener especial cuidado para garantizar el rendimiento óptimo y la longevidad de la estructura del pavimento.

### 2.1.2. Antecedentes nacionales.

- a. Valery (2019), “Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de fabricación de baldosas de piedra laja rosada”, LIMA-Perú. La investigación llegó a las siguientes conclusiones.
  - El material de lujo conocido como losa tiene cada vez más demanda en las industrias de la construcción y el acabado. Sin embargo, se considera crucial estar cerca de la materia prima porque el transporte genera los mayores gastos.
  - A pesar de ser una pequeña empresa, tiene el potencial de fortalecer la economía local al atraer trabajadores calificados y nuevas oportunidades laborales. Es necesaria una formación multidisciplinar porque se trata de un trabajo muy sofisticado y delicado, y el personal debe estar preparado para cualquier obstáculo o accidente.
- b. Pillpa (2014), “Estudio comparativo entre una pavimentación con concreto hidráulico y una pavimentación con piedra laja emboquillado con concreto en la zona urbana de Lircay”, UNH-Perú. La investigación llegó a las siguientes conclusiones.
  - Debido a que los agregados impactan la trabajabilidad y la durabilidad proporcional del concreto, juegan un papel importante en la determinación de la dosificación de las mezclas de concreto.
  - Al considerar que la ejecución de ambos requiere un estricto control de calidad que garantice su longevidad y buen funcionamiento, se puede decir que ambos pavimentos cumplen con todos los estándares para dar un buen servicio durante toda su vida útil. Dado que para ello es necesario realizar un adecuado programa de mantenimiento que asegure su conservación.
- c. Arenas y Mormontoy (2016), “Evaluación comparativa de la resistencia a flexión y costos; para diferentes espesores de piedra laja con junta seca embebida en viguetas de concreto, con referencia a una vigueta de concreto tradicional”, La investigación llegó a las siguientes conclusiones.

- En comparación con una viga de concreto convencional, se plantea la hipótesis de que la resistencia a la flexión y los costos aumentarán a medida que aumente el espesor de la losa incrustada en la viga de concreto.
  - La hipótesis fue confirmada mediante una evaluación comparativa de las distintas pruebas realizadas. Se encontró que el espesor de una losa incrustada de 2" proporciona la mayor resistencia, pero también aumenta significativamente los costos, lo que indica el objetivo general de la investigación actual.
- d. Pezo y Sangama (2021), “Evaluación del tiempo de ejecución y costo en el proceso constructivo, entre los pavimentos: rígido y flexible, en vías urbanas en el distrito de Juanjui, provincia de Mariscal Cáceres, departamento de San Martín”, UCP-Perú. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:
- El diseño estructural de pavimento rígido del proyecto se apega a los parámetros de comportamiento del lugar, tomando en cuenta las características del tránsito, las cualidades mecánicas del terreno de cimentación y de los materiales, el clima, los patrones de drenaje y el grado de servicio y confiabilidad.
  - Concluiremos diciendo que, al diseñar pavimentos tanto flexibles como rígidos, es mejor cumplir con los requisitos del método AASTHO-90.
- e. Mamani (2018), “Análisis de estabilización de suelos con cemento, en componentes estructurales para diseño equivalente de pavimento rígidos, segmentados y flexibles en vías de bajo volumen de tránsito”, UPeU-Perú. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:
- Cuando el suelo se estabiliza con cemento a nivel de elementos estructurales (base granular y sub-base), la resistencia aumenta como lo muestra el valor de soporte relativo (CBR), lo que eleva el coeficiente estructural ( $a_2$ ) para el diseño de pavimentos. adaptables y fraccionados según el sistema AASHTO, cambiando los presupuestos correspondientes y proporcionándonos una gran gama de estructuras a elegir para una vía con poco tráfico.

- La estabilización del suelo de cemento granularmente para pavimentos flexibles en vías de poco tránsito contribuye a reducir el espesor de los componentes estructurales de la vía. De los tres componentes estructurales (capa asfáltica, base y subbase), uno puede omitirse, como es la subbase granular, en los análisis realizados.

## 2.2. Bases teóricas.

### Teoría de Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión del concreto es la capacidad de resistir algún fenómeno de aplastamiento que podemos ver de manera común en todos los materiales que son utilizados para la elaboración de estructuras de todo tipo. El ensayo de este tipo brinda información de las propiedades mecánicas del material y de su comportamiento de forma detallada ante cargas, el objetivo de este ensayo es de comprobar la resistencia de este material ante las diferentes cargas que serán transmitidas.

### Teoría de Resistencia a la flexión.

La resistencia de una viga o losa de hormigón armado a la falla por momento bajo carga se mide mediante la resistencia a la flexión del hormigón, que es un método para determinar la resistencia a la tracción del material.

Esta resistencia es expresada como módulo de rotura (MR), con su unidad de medida de MPa.

Ese ensayo de resistencia a la flexión es muy sensible a la preparación de la muestra, manipulación, procedimiento y curado, estas muestras son pesadas y se pueden dañar.

### Normatividad.

- ✓ Norma MTC E 107-2000, análisis granulométrico de suelo por tamizado
- ✓ Norma MTC E 204-2000, análisis granulométrico de agregado grueso y finos.
- ✓ Norma MTC E 110-2000, determinación del límite líquido de los suelos.

- ✓ Norma MTC E 111-2000, determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.)
- ✓ Norma MTC E 115-2000, compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor modificado)
- ✓ Norma técnica peruana NTP 339.145-1999, relación de soporte de california (C.B.R.)
- ✓ Norma técnica peruana NTP 400.012-2001, análisis granulométrico por tamizado.
- ✓ Norma técnica peruana NTP 339.185-2021, contenido de humedad de agregado fino.
- ✓ Norma técnica peruana NTP 339.185-2021, contenido de humedad de agregado grueso.
- ✓ Norma técnica peruana NTP 400.018-2013, material más fino que la malla #200.
- ✓ Norma MTC E-205-2000, gravedad específica y absorción agregado fino
- ✓ Norma MTC E-206-2000, gravedad específica y absorción agregado grueso.
- ✓ Norma MTC E-203-2000, peso unitario de agregado.
- ✓ Norma técnica peruana NTP 339.034-2015, ensayo a la resistencia a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.
- ✓ Norma técnica peruana NTP 339.078-2012, ensayo de resistencia a la flexión de vigas de concreto.

### 2.3. Marco conceptual

#### Pavimento:

El pavimento es una estructura que sirve como vía de comunicación terrestre, el cual soporta cargas verticales que son transmitidas a sus diferentes capas debido al tránsito vehicular pesado o tránsito fluido, está conformado por capas superpuestas compuesto de materiales seleccionados.

#### Pavimento rígido:

El pavimento rígido cuenta con una capa de concreto de alta resistencia sobre una base compactada que se utiliza en vías con alto tránsito de carga. Este tipo de pavimento se construye en losas rectangulares de concreto separadas entre sí mediante juntas; los cuales permiten la dilatación y contracción de las losas a consecuencia de la variación de temperatura y humedad, a fin de evitar la generación de grietas en la estructura del pavimento.

#### Piedra Laja:

Son piedras cortadas en forma de láminas y lisas, sus colores varían entre ocre y marrón, se utilizan para revestir pavimentos y fachadas.

Se obtienen en grandes bloques, normalmente divididos en finas láminas en las canteras mediante estratificación. Los estratos de areniscas cuarcíticas de la formación Labra revelan algunas de sus características técnicas intrínsecas. Está compuesto por arena fina o arenisca micácea con un alto contenido en cuarzo, lo que le confiere una textura clástica. Hay varias losas relacionadas con el grupo de las andesitas que son de origen volcánico.

Con planos de foliación claramente definidos, la losa es una roca sedimentaria que facilita la elaboración de losas o tejas.

#### Pavimento enchapado con piedra laja

Este tipo de pavimento es una variación del pavimento rígido, el cual cuenta con una capa de concreto de alta resistencia enchapado con piedra de tipo laja sobre una base compactada que se utiliza en vías con alto tránsito de carga.

#### Concreto

El concreto es un material que resulta de la combinación de proporciones determinadas de agregados, cemento, agua y en algunos casos aditivos, que debido a su consistencia y plasticidad inicial puede adecuarse a cualquier forma, y que con el transcurso del tiempo va adquiriendo una consistencia rígida, resultando en un material durable, aislante y resistente, características que lo hacen óptimo en el área de la construcción, y cuya aplicación se extiende en edificios, viviendas, puentes, pavimentos, obras de saneamiento, entre otros.

### Trabajabilidad

Cuando el concreto se encuentra en su estado no endurecido, la trabajabilidad se define como la facilidad con la que se puede manipular, transportar, colocar, compactar y consolidar. Estos factores incluyen la finura del cemento, el tamaño máximo del agregado, su composición granulométrica y cualquier aditivo potencial.

Respecto a esta propiedad, hasta el momento no existe alguna prueba que nos permita su cuantificación, no obstante, esta propiedad es generalmente apreciada en los ensayos de consistencia.

### Consistencia

La capacidad del hormigón nuevo para deformarse y adaptarse fácilmente a los moldes de elementos estructurales de hormigón se conoce como consistencia. También se puede pensar como la resistencia que ofrece la masa de hormigón fresco a las deformaciones.

Se ve que la consistencia del hormigón se deteriora con el tiempo a medida que pasa de su condición plástica a su condición endurecida.

La prueba de consistencia, también conocida como prueba de asentamiento, es un método para cuantificar esta propiedad. Consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico, comúnmente conocido como cono de Abrams, para confirmar el asentamiento o asentamiento que permita observar el grado de consistencia del concreto en su estado fresco.

### Cemento

Es un material que se describe como un polvo fino aglomerante, el cual es obtenido a través de la molienda de fuentes de cal (calizas), fuentes de sílice y alúmina (arcillas) y otros materiales calcinados, que se conoce como clínker, y es mezclado con yeso, que al reaccionar con el agua tiene la propiedad de unir el agregado y formar la pasta a través de un proceso conocido como hidratación, y posteriormente tiende a endurecerse.

### Agregado en el Concreto

Se denomina agregados al conjunto de partículas inorgánicas, ya sean naturales o artificiales, que constituyen aproximadamente el 75% del volumen del concreto y cuyos diámetros se encuentran dentro de los parámetros especificados por la norma NTP 400.011-2008. Cabe mencionar que para conseguir una estructura densa y suficientemente trabajable es crucial su distribución granulométrica. Sin embargo, es fundamental que los áridos considerados estén libres de contaminantes que impidan una correcta unión con el material y tengan buena resistencia y durabilidad.

### Agregados finos

Se considera agregado fino al material granular comprendido pasante de la malla 3/8" o 9.5 mm y que además cumpla con los límites establecidos por las Normas NTP 400.037 o ASTM C 33.

### Agregados gruesos

Se considera agregado grueso al material granular que comprendido retenido por la malla 3/8", y que además cumpla con los límites establecidos por las Normas NTP 400.037 o ASTM C 33.

### Análisis granulométricos

El análisis granulométrico es determinado mediante una serie de tamices de abertura cuadrada. A fin de determinar la gradación de los materiales para su uso como agregados.

El procedimiento del análisis granulométrico de esta característica está normado por la NTP 400.012: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

Los equipos y materiales empleados, constan de balanzas con aproximación de 0.1g. y sensibilidad a 0.1%, estufa de tamaño adecuado y capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5$  °C., tamices seleccionados de acuerdo con las especificaciones de la muestra.

En ese orden, para el agregado grueso se utilizarán los tamices: 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", #4, y para el agregado fino, los tamices: #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200 y fondo



## CAPÍTULO III

### III. HIPÓTESIS

#### 3.1. Hipótesis General

La factibilidad del pavimento enchapado con piedra laja es más eficiente frente al pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023.

#### 3.2. Hipótesis específicas

- a. El pavimento enchapado con piedra laja es factible en la resistencia a la compresión, así como el pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023.
- b. El pavimento enchapado con piedra laja es factible en la resistencia a la flexión, así como el pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023.
- c. El pavimento enchapado con piedra laja es factible en la resistencia al desgaste por abrasión, así como el pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023.

#### 3.3. Variables

VI: Pavimentación enchapado con piedra laja.

VD: Pavimentación rígido.

##### 3.3.1. Definición Conceptual de la variable

Pavimento enchapado con piedra laja.

Para realizar el estudio descriptivo de la factibilidad de enchapado el pavimento con piedra laja vamos a realizar ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos con los materiales obtenidos en campo, determinando la

resistencia a la compresión, a la flexión y al desgaste por abrasión del pavimento enchapado con piedra laja.

Pavimento rígido.

Realizaremos ensayos en laboratorio de suelos para determinar la factibilidad del pavimento rígido convencional, determinando su resistencia a la compresión y a la flexión.

Relación de variables:

Dependencia (causa Efecto)

VI  $\longrightarrow$  VD

VI: Pavimento enchapado con piedra laja.

VD: Pavimento rígido.

### 3.3.2. Operacionalización de variables

La operacionalización de las variables es un conjunto de métodos y técnicas que nos van a permitir medir una variable en una investigación, separa y analiza la variable para poder medirla.

Operacionalización de variables, en esta tesis se tiene para la variable independiente (pavimento enchapado con piedra laja) cuya dimensión es la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y resistencia al desgaste por abrasión, como variable dependiente (pavimento rígido).

Tabla n.º 01: Matriz de Operacionalización de variable independiente

Variable Independiente V1	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
<p><b>Pavimento enchapado con piedra laja.</b></p>	<p>Es el tipo de pavimento que tiene como componente principal a la piedra laja, como componente estructural enchapado en la losa de concreto simple o armado compuesto de cemento portland, lo que ayuda a reducir las tensiones en las capas subyacentes por su elevada rigidez y alto módulo de elasticidad el cual genera muy bajas tensiones de tracción y deformaciones en la subrasante debajo de la losa. Las funciones principales son de Soportar las cargas de tráfico vehicular, Evitar el ascenso y/o acumulación de humedad interior, Garantizar una superficie terminada durable, económica, confortable y segura ante los agentes del intemperismo.</p>	<p>Será medido a través de las pruebas de los elementos que lo componen mediante ensayos de laboratorio, teniendo como referencia los estándares de calidad establecidos por las normas vigentes</p>	<p>Resistencia a la compresión.</p>	<p>Módulo de resistencia a la compresión con dimensiones de espesor de piedra laja de 5", 7.5".</p>
			<p>Resistencia a la flexión</p>	<p>Módulo de resistencia a la flexión.</p>
			<p>Resistencia al desgaste a la abrasión</p>	<p>Módulo de Resistencia al desgaste a la abrasión.</p>

Tabla n.º 02: Matriz de Operacionalización de variable dependiente.

VARIABLE INDEPENDIENTE V2	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><b>PAVIMENTO RÍGIDO.</b></p>	<p>Es el tipo de pavimento que tiene como componente principal a la losa de concreto simple o armado compuesto de cemento portland, lo que ayuda a reducir las tensiones en las capas subyacentes por su elevada rigidez y alto módulo de elasticidad el cual genera muy bajas tensiones de tracción y deformaciones en la subrasante debajo de la losa. Las funciones principales son de Soportar las cargas de tráfico vehicular, Evitar el ascenso y/o acumulación de humedad interior, Garantizar una superficie terminada durable, económica, confortable y segura ante los agentes del intemperismo.</p>	<p>Será medido a través de las pruebas de los elementos que lo componen mediante ensayos de laboratorio, teniendo como referencia los estándares de calidad establecidos por las normas vigentes</p>	<p>Resistencia a la compresión</p>	<p>Módulo de resistencia a la compresión con dimensiones de espesor de piedra laja de 5", 7.5".</p>
			<p>Resistencia a la flexión</p>	<p>Módulo de resistencia a la flexión.</p>
			<p>Resistencia al desgaste a la abrasión</p>	<p>Módulo de Resistencia al desgaste a la abrasión.</p>

## CAPÍTULO IV

### IV. METODOLOGÍA

#### 4.1. Metodología de investigación.

El método es un camino, un conjunto de procedimientos racionales que nos facilitará el proceso al conocimiento requerido para el estudio de esta tesis, solucionando el problema y verificando la realidad de un conocimiento

En esta investigación se usará el método descriptivo para constatar la factibilidad del pavimento con piedra laja y la determinación de resultados.

El método de investigación descriptiva, las cuales se empleará como un instrumento para otros tipos de investigación, este método es empleado en varios campos científicos, esta investigación es una técnica sencilla y fácil para abordar la descripción del tema a tratar.

#### 4.2. Tipos de Investigación

Hemos podido cumplir los objetivos y demostrar las hipótesis planteadas por la investigación utilizando teorías existentes en lugar de buscar otras nuevas. También hemos podido comprender la descripción, registro, análisis e interpretación de los datos obtenidos en el laboratorio y presentar la opción más práctica para seleccionar el tipo de pavimento a utilizar en una zona urbana teniendo en cuenta la

calidad del pavimento y la menor cantidad de dinero que será necesario invertir en él. Debido a todos estos factores, la investigación que hemos realizado es de tipo fundamental.

La investigación básica es una investigación pura, teórica o dogmática, su característica aplicada a la teoría, esta investigación busca obtener nuevos conocimientos.

#### 4.3. Nivel de Investigación

Dada la naturaleza de la investigación realizada, combina los elementos de un estudio de investigación explicativo con el fin de esclarecer la realidad del objeto de estudio, su aspecto, su comportamiento, sus relaciones, refiriéndose como plasmar mediante palabras las características de las situaciones presentadas en esta investigación, para que todos los que la lean puedan interpretar, evoquen en su mente, sirviendo como un instrumento para muchos estudios consecutivos.

Este nivel es utilizado en diferentes campos de la investigación, es una técnica fácil de utilizar para una investigación científica.

#### 4.4. Diseño de la Investigación

El diseño de investigación es No experimental y esto está dependiendo de la metodología, nos va a servir para el modelo o estructura de este estudio de investigación.

Niño (54), el diseño de investigación, se trata de una “serie de actividades sucesivas y organizadas, que deben adaptarse a las particularidades de cada investigación, y que nos indican las pruebas a efectuar y las técnicas a utilizar para recolectar y analizar los datos” (sabino 2000).

#### 4.5. Población y Muestra

##### 4.5.1. Población

La población son las vías del distrito de Chivay, que necesitan ser pavimentadas, ubicada en el departamento de Arequipa, provincia de Caylloma.

##### 4.5.2. Muestra

Probabilística, el muestreo es representativo para esta investigación y está compuesta por 12 cuadras de la calle 28 de julio departamento de Arequipa, provincia de Caylloma, distrito de Chivay 2023, dónde aún falta determinar si va ser pavimentado con piedra laja o convencional. El periodo de desarrollo de esta investigación durará de agosto hasta fines de noviembre del año 2023.

#### 4.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos:

Utilizando herramientas como estas, se llevó a cabo la recopilación de datos:

- Visita, verificación y evaluación: se hace una visita para verificar in situ y evaluar el área a estudiar, para determinar la factibilidad del desarrollo del presente trabajo de investigación.
- Recopilación de información: se recopila información para desarrollar los ensayos de laboratorio para diseño de pavimento con piedra laja y pavimento convencional.
- Revisión documentaria: se revisan las informaciones ya existentes como (expedientes técnicos de las pavimentaciones con piedra laja y las pavimentaciones existentes).

Instrumentos de recolección de datos

Utilizando herramientas como estas, se llevó a cabo la recopilación de datos:

- Materiales de escritorio y papelería
- Reglamentos y normas que se emplean en la construcción de pavimentos
- Servicio de laboratorio
- Software de ingeniería s10, Microsoft office, Microsoft Excel, AutoCAD y otros

#### 4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Procesamiento de información.

la información usada en este trabajo se obtuvo de:

- Revisión de documentación (expertos técnicos de pavimentos). habilitado por la Municipalidad Provincial de Caylloma.

- Examen y valoración de pavimentos urbanos de hormigón hidráulico y pavimentos de piedra.

Técnicas y análisis de datos.

Técnicas:

En esta investigación sobre pavimento con piedra laja se emplean técnicas de procesamiento de datos, para obtener resultados confiables.

- Se realiza la inspección y el reconocimiento del lugar mediante una visita para poder desarrollar la presente tesis.
- Se observa directamente el pavimento con piedra laja frente al pavimento rígido.
- Se lleva a cabo una evaluación de construcciones de pavimento con piedra laja y de pavimento rígido.
- Se realiza el análisis documental como bibliografías, tesis, para una evaluación.

Análisis de datos:

- Observación
- Software (Microsoft Word, Microsoft Excel, S10)
- Fichas de recolección de datos.
- Manual de pavimentos.

La técnica para recopilar los datos para recolectar información de la metodología cualitativa.



## CAPÍTULO V

### V. RESULTADOS

#### 5.1. Presentación de resultados.

En esta investigación, se utiliza la piedra laja para pavimento rígido en la calle 28 de Julio del distrito de Chivay, provincia de Caylloma y región Arequipa. La piedra laja son piedras cortadas en forma de láminas y lo utilizaremos en pavimentos rígidos para obtener una mayor resistencia, estética y durabilidad al tránsito pesado.

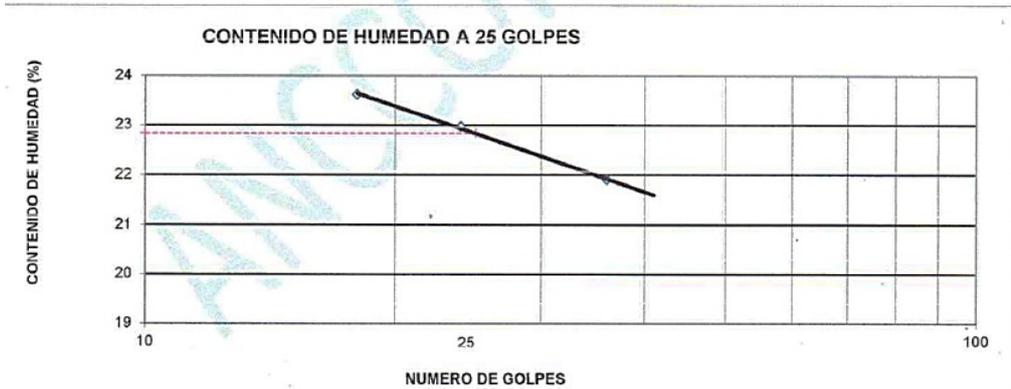
#### 5.2. Descripción de resultados.

- a. Límite de consistencia que pasa por la malla n.º 200

Tabla n.º 03: Límite de consistencia que pasa por la malla n.º 200

LÍMITE DE CONSISTENCIA QUE PASA LA MALLA N.º 200							
	UND	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
N.º TARRO	N.º	1	2	3	6	7	Promedio
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	68.1	68.7	65.4	NP		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	58.9	59.1	56			
PESO DE AGUA	(g)	9.2	9.6	9.4			
PESO DEL TARRO	(g)	16.9	17.3	16.2			
PESO DEL SUELO SECO	(g)	42	41.8	39.8			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	21.9	23	23.6			NP
NUMERO DE GOLPES	-	36	24	18			

Figura n.º 01: Límite de consistencia



<b>CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA</b>	
LÍMITE LÍQUIDO	23
LÍMITE PLÁSTICO	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	NP

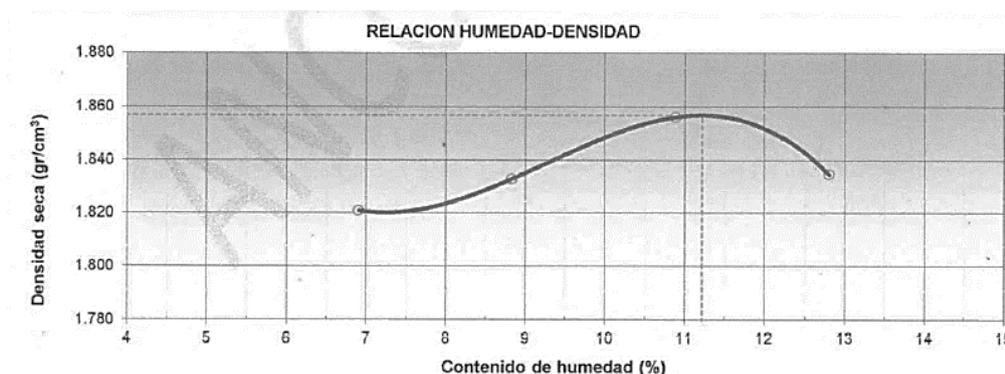
b. Ensayo de Proctor modificado

Tabla n.º 04: Ensayo de Proctor modificado

<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</b>						
<b>DATOS DE MUESTRA</b>						
<b>ESTRUCTURA: SUBRASANTE</b>						
<b>MUESTRA M-01</b>						
Peso suelo+molde	gr	726 5	736 7	750 1	752 5	
Peso molde	gr	314 6	314 6	314 6	314 6	
Peso suelo húmedo compactado	gr	411 9	422 1	435 5	437 9	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	211 6	211 6	211 6	211 6	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.94 7	1.99 5	2.05 8	2.06 9	
Recipiente N°	gr	T1	T2	T3	T4	
Peso del suelo húmedo + tara	gr	951	951	963	111 8	
Peso del suelo seco+tara	gr	897	883	882	100 7	
Tara	gr	115	113	138	140	
Peso de agua	gr	54	68	81	111	
Peso del suelo seco	gr	782	770	744	867	
Contenido de agua	%	6.91	8.83	10.8 9	12.8	
Peso volumétrico seco	gr/ cm <sup>3</sup>	1.82 1	1.83 3	1.85 6	1.83 5	
Densidad máxima						1.85

(gr/cm <sup>3</sup> )	7
Humedad óptima (%)	11.2
	2

Figura n.º 02: Relación de Humedad-Densidad. Proctor Modificado



c. Relación de soporte de california (C.B.R.) (NORMA NTP 399.145)

Muestra M-01

Clasif. (SUCS): SC

Clasif. (AASHTO): A-1-b (0)

Método de compactación : NTP 399.145

Máxima densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.86

Óptimo contenido de humedad (%) : 11.22

95% Máxima densidad seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.764

C.B.R. al 100% de M.D.S (%) 0.1": 57.1

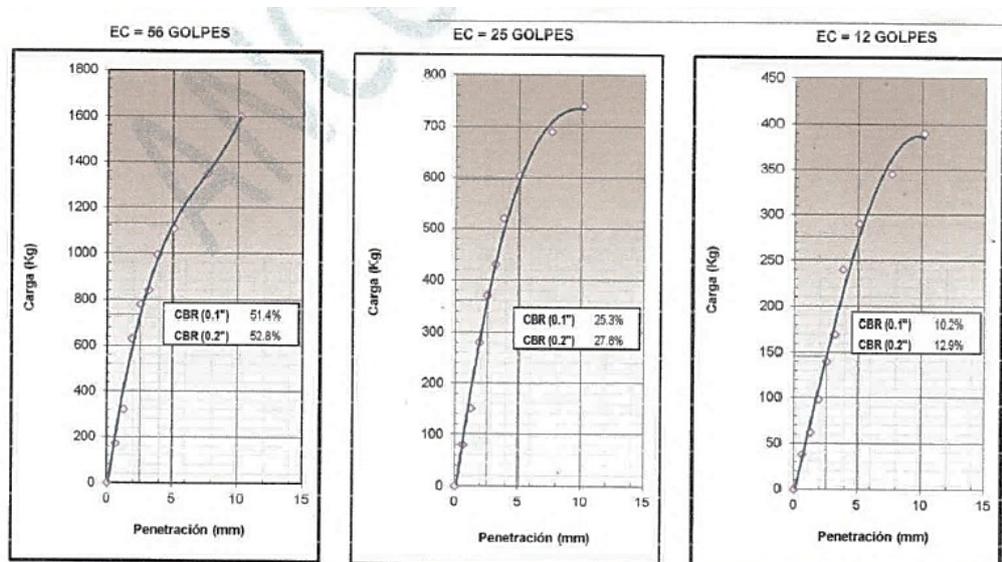
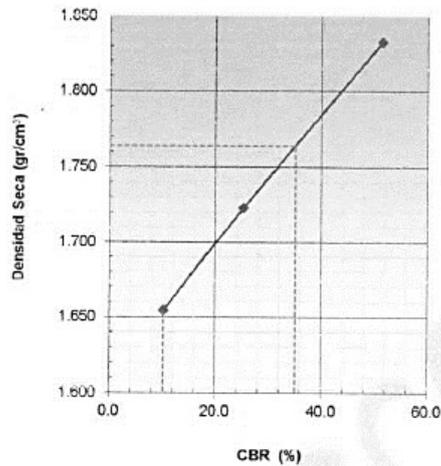
C.B.R. al 95% de M.D.S (%) 0.1": 35.0

RESULTADOS:

VALOR DE C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 57.1 (%)

VALOR DE C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 35.0 (%)

Figura n.º 03: Relación de soporte de california (CBR)



d. Resistencia al desgaste por abrasión (NTP 400.019)

- ✓ El análisis de resistencia a la abrasión de agregado grueso de tamaño menor a 37.5 mm (1½") usando la máquina los ángeles.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones en su Manual de ensayos de material, dispone el procedimiento para el ensayo de los agregados gruesos de tamaños menores a 37.5mm (1½") a fin de determinar la resistencia a la abrasión de los agregados mediante el uso de la máquina de los ángeles.

Aparatos

- Máquina de los Ángeles Se compone de un cilindro hueco de acero que tiene un diámetro interior de 711 +/- 5 mm (28 +/- 0,2") y una longitud interior de 508 +/- 5 mm (20 +/- 0,2"). Una tapa sellada con junta evita que el polvo salga por la abertura del cilindro, que se utiliza para insertar la muestra a analizar.
- Tamices: conforme con la NTP 350.001.
- Balanzas: debe presentar una exactitud de 0.1%.
- Carga: consiste en esferas de acero con una masa aproximada entre 390 g y 445 g con un diámetro aproximado de 46.8 mm (1 27/32 pulg).

Es preciso indicar, que la carga es asumida en función a la gradación de la muestra de ensayo, de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla n.º 05: Carga para el ensayo de abrasión en función de la gradación de la muestra

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

Fuente: Manual de ensayo de materiales, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

#### Preparación de la muestra

La muestra a ensayar, debe ser lavada y secada al horno a una temperatura de 110 +/- 5 °C, que cumpla con la gradación especificada en la tabla n.º

#### 06. Gradación de las muestras de ensayo

Tabla n.º 06: Gradación de las muestras de ensayo

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

Fuente: Manual de ensayo de materiales, ministerio de transportes y comunicaciones, 2016.

### Procedimiento

La prueba requiere que la muestra a analizar se coloque dentro de la máquina de Los Ángeles con la carga. Luego hay que girarlo durante 500 revoluciones a una velocidad de entre 30 y 33 rpm. Luego se extrae la muestra de la máquina y se utiliza el tamiz de 1,70 mm (No. 12) para realizar la separación preliminar de la muestra antes de tamizar la porción más fina. El material que se conserva luego se limpia y se seca en un horno hasta alcanzar un peso constante. Tenga en cuenta que si el material no tiene polvo ni revestimiento, puede omitir el último paso de limpieza. Finalmente se determina la masa final del material. muestra y, por último, se determina un porcentaje de pérdida de masa con respecto a la masa inicial.

- ✓ Utilizando la máquina Los Ángeles, pruebe la resistencia a la abrasión de agregados gruesos de más de 19 mm (¾").

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones en su Manual de ensayo de materiales, dispone el procedimiento para el ensayo de los agregados gruesos de tamaños mayores a 19 mm (¾") a fin de determinar la resistencia a la abrasión de los agregados mediante el uso de la máquina de los ángeles.

### Aparatos

- Máquina de los Ángeles: consta de un cilindro hueco de acero que mide 508 +/- 5 mm (20 +/- 0,2") de longitud y 711 +/- 5 mm (28 +/- 0,2") de diámetro. La muestra de prueba se introduce a través de una abertura en el cilindro, que está cubierta con una tapa que contiene una junta para evitar la entrada de polvo..
- Tamices: conforme con la NTP 350.001.
- Balanzas: debe presentar una exactitud de 0.1%.
- Carga: tiene una masa total de 5000 +/- 5 gy está compuesto por 12 esferas de acero con masas aproximadas que varían de 390 a 445 gy un diámetro de aproximadamente 47,0 mm (1 27/32 in). Cabe señalar que rodamientos de bolas con diámetros de 46,038 mm (1 13/16 in) y 47,625 mm (1 7/8 in) y esferas de acero con un diámetro de 46,8 mm (1 27/4 in) con una masa aproximada de Se pueden utilizar 420 g. En consecuencia, la carga puede estar formada por todas las medidas dadas sumadas para obtener una masa de 5000 +/- 5 g..

#### Preparación de la muestra

Para cumplir con la gradación dada en la tabla adjunta, la muestra a analizar debe limpiarse y secarse en el horno a 110 +/- 5 °C.

Tabla n.º 07: Gradación de las muestras de ensayo

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

Fuente: Manual de ensayo de materiales, ministerio de transportes y comunicaciones, 2016.

## Procedimiento

Para realizar la prueba, la carga y la muestra deben colocarse dentro de la máquina de Los Ángeles. A continuación, se debe girar la máquina durante 1000 revoluciones a una velocidad entre 30 y 33 rpm. Después de esto, se debe retirar el material de la máquina y primero se debe separar previamente la muestra utilizando un tamiz de 1,70 mm (No. 12), antes de tamizar la porción más fina. Una vez obtenido el material que se conservó, se limpia y luego se seca en estufa hasta lograr un peso constante, Finalmente, se determina la masa final de la muestra y se calcula el porcentaje de pérdida de masa con respecto a la masa inicial. Cabe señalar que el procedimiento de lavado final se puede omitir si el material está libre de revestimiento y polvo.

Se realizó un ensayo de degradación de agregados que incluye la abrasión o el desgaste, impacto y trituración, en un tambor acerado con rotación conteniente una cantidad determinada de esferas de acero. Así mismo teniendo en cuenta que el material se usará en pavimento rígido con piedra laja.

Tabla n.º 08: Resistencia al desgaste por abrasión. (Agregado grueso)

<b>Muestra:</b> Agregado grueso	
GRADACIÓN	"A"

PASA	RETIENE	GRAMOS
1 1/2"	1"	1250
1"	3/4"	1250
3/4"	1/2"	1250
1/2"	3.8"	1250
		5000

500 revoluciones en 15 min	
Peso que pasa tamiz N°12	1110
Desgaste	22.20%

En la tabla n.º 8, podemos ver que se trabajó con la gradación “A” ya que se utilizó piedra 1½”, estando el material dentro del peso normalizado consiguiendo un total de 5000 gramos y el peso que pasa la malla n.º 12 es 1110 consiguiendo un desgaste de 22.20%.

- ✓ Resistencia al desgaste por abrasión Piedra Laja (NTP 400.019)

Tabla n.º 09: Resistencia al desgaste por abrasión.

<b>Muestra: Piedra Laja</b>		
<b>GRADACIÓN</b>		<b>"A"</b>
<b>PASA</b>	<b>RETIENE</b>	<b>GRAMOS</b>
1 1/2"	1"	1254
1"	3/4"	1248
3/4"	1/2"	1250
1/2"	3.8"	1249
		5001
500 revoluciones en 15 min		
Peso que pasa tamiz N°12		580
DESGASTE		11.60%

En la tabla n.º 9, podemos ver que se trabajó con la gradación “A” ya que se utilizó piedra 1½”, estando el material dentro del peso normalizado consiguiendo un total de 5001 gramos y el peso que pasa la malla n.º 12 es 580 consiguiendo un desgaste de 22.20%.

- e. Gravedad específica y absorción.

Esta prueba se realiza para medir la gravedad específica (densidad relativa) y la absorción de los agregados gruesos con el fin de determinar el peso específico y el porcentaje de absorción de la piedra triturada de ¾" elegida, lo cual es posible gracias a los datos recopilados. Para mejorar el diseño de la mezcla.

En la Tabla No. 10 se muestra que se tomaron dos muestras representativas de la piedra triturada de ¾", M-1 y M-2. Allí se puede encontrar la masa volumen, pesos específicos, porcentaje de absorción y el peso del material seco. así como el volumen de huecos y material saturado, así con un promedio de

0.74, los porcentajes de absorción en M-1 y M-2 son 0.745 y 0.744, respectivamente, adicionalmente el peso específico promedio de M-1 y M-2 de 2,66.

Tabla n.º 10: Gravedad específica y por absorción. (agregado grueso).

<b>AGREGADO GRUESO</b>				
<b>N.º</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>A</b>	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire) (g)	5005	5010	
<b>B</b>	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en agua) (g)	3126	3130	
<b>C</b>	Vol. Masa/Vol. Vacíos= A-B	1879	1880	
<b>D</b>	Peso de Mat. Seco en estufa (105 Cº) (g)	4968	4973	
<b>E</b>	Vol. De masa = C-(A-D) (g)	1842	1843	
	peso específico base seca	2.644	2.645	
	peso específico sss	2.664	2.665	2.66
	peso específico relativo	2.697	2.698	
	% absorción	0.745	0.744	0.74

Determinaremos el peso del material seco, masa volumen, pesos específicos y porcentaje de absorción para las dos muestras representativas de arena gruesa, M-1 y M-2, en la siguiente tabla No. 11. El porcentaje de absorción de M-1 es 1.386, mientras que el de M-2 es 1,317. El peso específico medio de M-1 y M-2 es 2,676.

Tabla n.º 11: Gravedad específica y por absorción. (Agregado fino)

<b>AGREGADO FINO</b>				
<b>N.º</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>A</b>	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire) (g)	300	300	
<b>B</b>	Peso Frasco + Agua	497.4	495.8	
<b>C</b>	Peso Frasco + Agua + A (g)	797.4	795.8	
<b>D</b>	Peso del Mat. + agua en el frasco (g)	685	684	
<b>E</b>	Vol. Masa + Vol. Vacío= C-D (g)	112.4	111.8	
<b>F</b>	Peso de Mat. Seco en estufa (105 Cº) (g)	295.9	296.1	

<b>G</b>	Vol. De masa = E-(A-F) (g)	108.3	107.9	
	peso específico base seca	2.633	2.648	
	peso específico sss	2.669	2.683	2.676
	peso específico relativo	2.732	2.744	
	% absorción	1.386	1.317	1.35

f. Peso unitario (NTP 400.017).

Peso unitario de agregado fino con la finalidad de determinar el porcentaje de vacíos.

Tabla n.º 12: Peso unitario agregado fino.

N.º	<b>PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO</b>				
	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3
<b>1</b>	Peso de la muestra + recipiente	gr	14738	14726	14750
<b>2</b>	peso del recipiente	cm3	3222	3222	3222
<b>3</b>	Peso de la muestra + recipiente	cm3	11516	11504	11528
<b>4</b>	volumen molde	gr	7050	7050	7050
<b>5</b>	P.U.S. Seco	kg/m3	1633.4 8	1631.77	1635.18
<b>6</b>	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3	1633.48		

Se puede ver en la tabla n.º 12, que se ha realizado el ensayo de peso unitario suelto del agregado fino, se saca tres muestras, teniendo un promedio de 1633.48 kg/m3.

Tabla n.º 13: Peso unitario compactado agregado fino.

N.º	<b>PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO</b>				
	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3
<b>1</b>	Peso de la muestra + recipiente	gr	16184	16163	16205
<b>2</b>	peso del recipiente	cm3	3422	3422	3422
<b>3</b>	Peso de la muestra + recipiente	cm3	12762	12741	12783
<b>4</b>	volumen molde	gr	7050	7050	7050
<b>5</b>	P.U.S. Seco	kg/	1810.21	1807.2	1813.19

		m3		3	
<b>6</b>	Promedio P.U.S. Seco	kg/ m3	<b>1810.21</b>		

Se puede ver en la tabla n.º 13, que se ha realizado el ensayo de peso unitario compactado del agregado fino, se saca tres muestras, teniendo un promedio de 1810.21 kg/m3.

Tabla n.º 14: Peso unitario agregado grueso

N.º	PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO				
	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3
<b>1</b>	Peso de la muestra + recipiente	gr	14340	14239	14365
<b>2</b>	peso del recipiente	cm3	3222	3222	3222
<b>3</b>	Peso de la muestra + recipiente	cm3	11118	11017	11143
<b>4</b>	volumen molde	gr	7050	7050	7050
<b>5</b>	P.U.S. Seco	kg/m3	1577.02	1562. 7	1580.57
<b>6</b>	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3	<b>1573.43</b>		

Se puede ver en la tabla n.º 14, se ha realizado el ensayo de peso unitario suelto agregado grueso, se saca tres muestras, teniendo un promedio de 1573.43 kg/m3.

Tabla n.º 15: Peso unitario compactado agregado grueso

N.º	PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO				
	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3
<b>1</b>	Peso de la muestra + recipiente	gr	15550	15594	15556
<b>2</b>	peso del recipiente	cm3	3422	3422	3422
<b>3</b>	Peso de la muestra + recipiente	cm3	12128	12172	12134
<b>4</b>	volumen molde	gr	7050	7050	7050
<b>5</b>	P.U.S. Seco	kg/m3	1720.28	1726.52	1721.13
<b>6</b>	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3	<b>1722.65</b>		

Se puede ver en la tabla n.º 15, se ha realizado el ensayo de peso unitario compactado agregado grueso, se saca tres muestras, teniendo un promedio de 1722.65 kg/m<sup>3</sup>.

g. Granulometría Arena limosa con grava

Se realiza el presente ensayo para conocer la escala granulométrica de la figura, observamos que el tamaño máximo es de 2”.

Tabla n.º 16: Granulometría arena limosa con grava

TAMIZ		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
(pulg)	(mm)				
					100
3"	76.2	0	0	0	100
2"	50.8	164	4.4	4.4	95.6
1 1/2"	38.1	129	3.5	7.9	92.1
1"	25.4	179	4.8	12.8	87.2
3/4"	19	118	3.2	16	84
1/2"	12.5	139	3.8	19.7	80.3
3/8"	9.5	122	3.3	23	77
Nº 4	4.75	315	8.5	31.6	68.4
Nº 8	2.36	388	10.5	42.1	57.9
Nº10	2	134	3.6	45.7	54.3
Nº 16	1.19	237	6.4	52.1	47.9
Nº 20	0.84	143	3.9	56	44
Nº 30	0.6	186	5	61.1	38.9
Nº 40	4.25	169	4.6	65.6	34.4
Nº 50	0.3	179	4.8	70.6	29.5
Nº 80	0.177	220	6	76.4	23.6
Nº 100	0.15	117	3.2	79.6	20.4
Nº 200	0.075	184	5	84.6	15.4
< Nº 200	FONDO	569	15.4	100	0

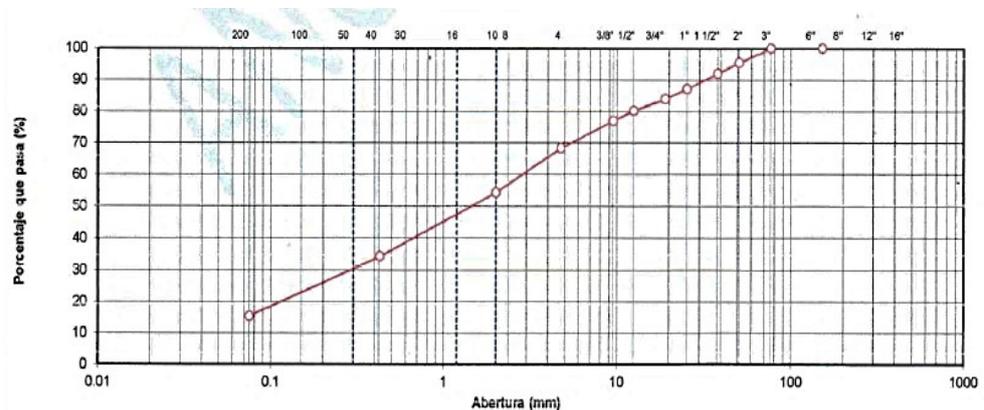
Tabla n.º 17: Contenido de humedad del suelo.

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO (NTP 339.127)	
PESO DE RECIPIENTE (g)	15
peso de recipiente + suelo húmedo (g)	5092
Peso de recipiente + suelo seco (g)	4710
Peso de agua (g)	382

Peso del suelo seco (g)	4695
Porcentaje de humedad (%)	8.14

Grupos según el sistema unificado clasificación (SUCS)	
Grava 2" - 3/8"	31.6
Arena 3/8" - N° 200	53
Finos < N° 200	15.4

Figura n.º 04: Curva granulométrica arena limosa con grava.



h. Granulometría del agregado fino.

Se realiza el presente ensayo para conocer la escala granulométrica de la figura n.º 01, observamos que el tamaño máximo es de 1/2" y tamaño máximo nominal es de 3/8", obteniendo el módulo de fineza de 2.79

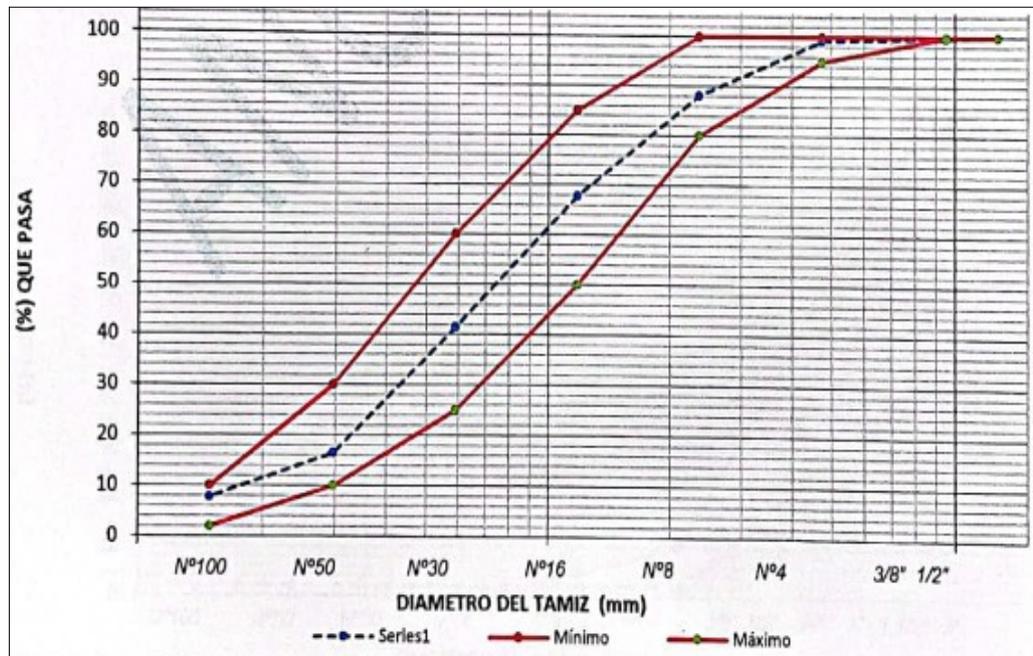
Tabla n.º 18: Peso unitario compactado agregado fino

TAMIZ	DIÁMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUSO	
						MIN.	MÁX.
1/2"	12.7	0	0	0	100	100	100
3/8"	9.525	3.35	0.22	0.22	99.78	100	100
N° 4	4.75	8.33	0.54	0.76	99.24	100	95
N° 8	2.36	171.05	11.11	11.87	88.13	100	80

N° 16	1.18	312.97	20.32	32.19	67.81	85	50
N° 30	0.59	406.43	26.39	58.58	41.42	60	25
N° 50	0.297	383.67	24.91	83.49	16.51	30	10
N° 100	0.149	134.2	8.71	92.21	7.79	10	2
FONDO	0	120	7.79	100	0		
SUMA		1540	100				

M.F.	2.79
------	------

Figura n.º 05: Curva granulométrica de arena.



i. Granulometría del agregado grueso.

Se realiza el presente ensayo para conocer la escala granulométrica. Según la figura n.º 2, observamos que el tamaño máximo es de 1 1/2” y tamaño máximo nominal es de 1”, obteniendo el módulo de fineza de 6.88.

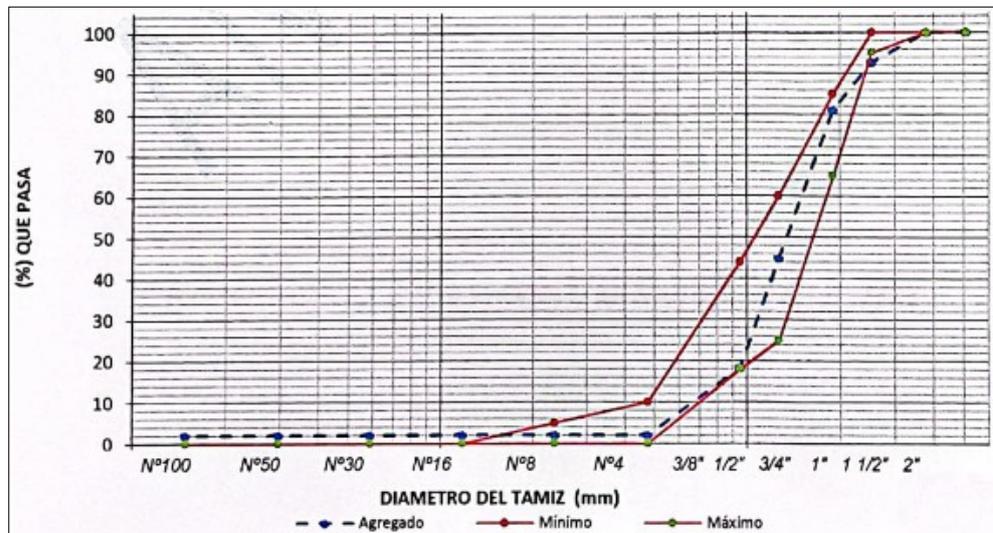
Tabla n.º 19: granulometría agregado grueso

TAMIZ	DIÁMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO O (g)	(% ) RETENIDO	(% ) RET. ACUM.	(% ) QUE PASA	ESPECIFICACION ES HUSO	
						MIN.	MÁX.
2"	50.8	0	0	0	100	100	100
1 1/2"	38.1	0	0	0	100	100	100

1"	25.4	53	7.26	7.26	92.74	100	95
3/4"	19.05	85	11.64	18.9	81.1	85	95
1/2"	12.7	264	36.16	55.07	44.93	60	25
3/8"	9.525	193	26.44	81.51	18.49	44	18
N° 4	4.75	120	16.44	97.95	2.05	10	0
N° 8	2.36	0	0	97.95	2.05	5	0
N° 16	1.18	0	0	97.95	2.05	0	0
N° 30	0.59	0	0	97.95	2.05	0	0
N° 50	0.297	0	0	97.95	2.05	0	0
N° 100	0.149	0	0	97.95	2.05	0	0
FONDO	0	15	2.05	97.95	2.05		
	SUMA	730	100				

<b>M.F.</b>	<b>6.88</b>
-------------	-------------

Figura n.º 06: Curva granulométrica del agregado grueso



j. Contenido de humedad del agregado fino

Tabla n.º 20: Contenido de humedad del agregado fino.

<b>DATOS Y RESULTADOS</b>
---------------------------

ITEM	DESCRIPCIÓN	DATOS
1	Peso de la muestra húmeda + tara (g)	1140
2	Peso de la muestra seca + tara (g)	1115
3	Peso de la tara (g)	120
4	Peso de la muestra húmeda (1-3)(g)	1020
5	Peso de la muestra seca (2-3)(g)	995
6	CONTENIDO DE HUMEDAD ((Ph-Ps)/Ps*100))	2.51
CONTENIDO DE HUMEDAD		2.51%

k. Contenido de humedad del agregado grueso

Tabla n.º 21: Contenido de humedad del agregado grueso.

DATOS Y RESULTADOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	DATOS
1	Peso de la muestra húmeda + tara (g)	642
2	Peso de la muestra seca + tara (g)	637
3	Peso de la tara (g)	105
4	Peso de la muestra húmeda (1-3)(g)	537
5	Peso de la muestra seca (2-3)(g)	532
6	CONTENIDO DE HUMEDAD ((Ph-Ps)/Ps*100))	0.94
CONTENIDO DE HUMEDAD		0.94%

l. Material más fino que la malla N° 200, agregado fino

Tabla n.º 22: Porcentaje de finos, agregado fino.

DATOS Y RESULTADOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	DATOS
1	Peso de la muestra seca + tara (g)	1122
2	Peso de la muestra lavada seca + tara (g)	1075.7
3	Peso de la tara (g)	122
4	Peso de la muestra seca (1-3)(g)	1000
5	Peso de la muestra lavada seca (2-3)(g)	953.7
6	Porcentaje de finos (%)	4.63
PORCENTAJE DE FINOS		4.63%

m. Material más fino que la malla N° 200, agregado grueso

Tabla n.º 23: Porcentaje de finos, agregado grueso.

<b>DATOS Y RESULTADOS</b>		
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>DATOS</b>
<b>1</b>	Peso de la muestra seca + tara (g)	5163
<b>2</b>	Peso de la muestra lavada seca + tara (g)	5125
<b>3</b>	Peso de la tara (g)	160
<b>4</b>	Peso de la muestra seca (1-3)(g)	5003
<b>5</b>	Peso de la muestra lavada seca (2-3)(g)	4965
<b>6</b>	Porcentaje de finos (%)	0.76
<b>PORCENTAJE DE FINOS</b>		<b>0.76%</b>

n. Diseño de mezcla

I) Requerimientos

- Resistencia Específica (f<sub>c</sub>) : 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Uso (Tipo de estructura) : Losas y Pavimentos
- Consistencia : Fluida
- Condición de exposición : Sin Aire incorporado
- Condición Específicas de Exposición: Sin Condición Especial
- Concreto Expuesto a Soluciones de Sulfatos: No
- Desviación Estándar (s) : 20 kg/cm<sup>2</sup>
- Asentamiento (uso) : 1 a 3 pulg
- Asentamiento (consistencia) : >5 pulg

II) MATERIALES

- Cemento : Andino Tipo I.
- Peso específico : 3.15 g/cm<sup>3</sup>
- Agua : Potable
- Agregado Fino
  - Peso Específico : 2.676 g/cm<sup>3</sup>
  - Absorción : 1.35%
  - Contenido de Humedad : 2.51%
  - Módulo de finura : 2.79
- Agregado Grueso
  - Tamaño Máximo Nominal: 1"
  - Peso Específico : 2.660 g/cm<sup>3</sup>
  - Peso seco compactado : 1722.650 kg/m<sup>3</sup>
  - Absorción : 0.74%

Contenido de Humedad : 0.94%  
Módulo de finura : 6.88

### III) Desarrollo

- 1) Determinación de la resistencia promedio

$$f'_{cr} = 236.800 \text{ kg/cm}^2$$

- 2) Selección del tamaño máximo nominal

$$TMN = 1''$$

- 3) Selección del asentamiento

$$\text{Slump} = 1 \text{ a } 3 \text{ pulgadas}$$

- 4) Volumen unitario de agua

$$202 \text{ L/m}^3$$

- 5) Contenido de aire

$$1.50\%$$

- 6) Relación agua/cemento

$$\text{a/c Por Resistencia} : 0.641$$

$$\text{a/c por Durabilidad}$$

$$\text{a/c de diseño es} : 0.641$$

- 7) Factor cemento

$$315.133 \text{ kg/m}^3$$

$$7.415 \text{ bls/m}^3$$

- 8) Cálculo del volumen absoluto de pasta

$$\text{Cemento} = 0.100 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 0.202 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = 0.015 \text{ m}^3$$

$$\Sigma \text{ Volúmenes Absolutos} \quad 0.317 \text{ m}^3$$

- 9) Cálculo del volumen absoluto global

$$\text{Vol. Absoluto Global} \quad 0.683 \text{ m}^3$$

- 10) Cálculo DEL valor M y grado de incidencia del AF y AG

$$M \quad 5.369$$

$$M_f \quad 2.790$$

$$M_g \quad 6.880$$

$$\% \text{ Agr. Fino} \quad r_f = 36.944\%$$

% Agr. Grueso  $rg = 63.056\%$

11) Volúmenes absolutos de los agregados

Vol. Abs. A.F. = 0.252 m<sup>3</sup>

Vol. Abs. A.G. = 0.431 m<sup>3</sup>

12) Pesos secos de los agregados

Peso Seco Agregado Fino = 674.352 kg/m<sup>3</sup>

Peso Seco Agregado Grueso = 1,146.460 kg/m<sup>3</sup>

13) Valores de diseño de mezcla

Cemento 315.133 kg/m<sup>3</sup>

Agua de diseño 202.000 L/m<sup>3</sup>

Agregado fino seco 674.352 kg/m<sup>3</sup>

Agregado grueso seco 1 146.460 kg/m<sup>3</sup>

14) Corrección por humedad del agregado

Agregado fino

Contenido de Humedad 2.510%

Peso Húmedo A.F. 691.278 kg/m<sup>3</sup>

Agregado grueso

Contenido de Humedad 0.940%

Peso Húmedo A.F. 1157.24 kg/m<sup>3</sup>

HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS

H.S. Agregado fino 1.160%

H.S. Agregado Grueso 0.200%

Aporte de humedad de los agregados

A.H. Agregado Fino 7.822 L/m<sup>3</sup>

A.H. Agregado Grueso 2.293 L/m<sup>3</sup>

10.115 L/m<sup>3</sup>

Agua efectiva 191.885 L/m<sup>3</sup>

Pesos de materiales corregidos por humedad del agregado

Cemento 315.133 kg/m<sup>3</sup> = 315 kg/m<sup>3</sup>

Agua efectiva 191.885 L/m<sup>3</sup> = 192 L/m<sup>3</sup>

Agregado fino húmedo 691.278 kg/m<sup>3</sup> = 691 kg/m<sup>3</sup>

Agregado grueso húmedo 1 157.237 kg/m<sup>3</sup> = 1157 kg/m<sup>3</sup>

15) Proporción de peso

Cemento	1
Agregado fino	2.194
Agregado grueso	3.672
Agua	25.878

**DOSIFICACIÓN 1: 2.194: 3.672: 25.878 Litros/bolsa**

Relación agua/cemento de diseño 0.641

Relación agua/cemento efectivo 0.609 corregida

16) Peso por tanda de un saco o bolsa

Peso de 1 bolsa de cemento	42.50kg
Cemento	42.50 kg/bolsa
Agua efectivo	25.878 L/bolsa
Agregado fino Húmedo	93.25 kg/bolsa
Agregado grueso húmedo	156.06 kg/bolsa

o. Ensayos al concreto fresco

Tabla n.º 24: Ensayos al concreto fresco

ENSAYOS AL CONCRETO FRESCO	
FECHA DE ENSAYO	02/09/2023
DESCRIPCIÓN	F'C 210 kg/cm <sup>2</sup>
MUESTRA	Convencional
CONTENIDO DE AIRE (%)	2.75
TEMPERATURA C°	16.5
HORA DE ENSAYO	10:30:00 a.m.
SLUMP (")	3

p. Resistencia a la compresión.

[Diseño con piedra laja.](#)

La resistencia de las rocas depende de su capacidad de presentar deformación o falla, la cual puede ser calculada mediante el ensayo de resistencia a la compresión.

APARATOS

- Máquina universal: consiste dos estructuras esenciales; en donde en la estructura superior se efectúan las pruebas y cuenta con un manómetro para medición de la carga aplicada; en tanto la estructura inferior

soporta el peso de la máquina y sirve de alojamiento para los distintos aditamentos que son utilizados en las pruebas, dichas pruebas se realizan mediante una fuerza generada por un gato hidráulico de operación manual.

- Aparato de carga: la carga se aplica de forma perpendicular sobre la cara superior del testigo, dicha carga va incrementándose gradualmente, asimismo las reacciones deben de ser paralelas a la dirección de la fuerza aplicada durante el tiempo de duración de la prueba.

#### Obtención De La Muestra

Los testigos de las rocas son extraídos mediante máquinas perforadoras o máquinas de sondeo, según la norma ASTM7401, cuyos diámetros oscilan entre 45mm a 70mm.

#### Procedimiento

Para la realización del ensayo, se debe de tener en cuenta que la superficie de contacto del testigo se encuentre libre de impurezas y debe contar con una superficie lisa y limpia, luego se coloca el testigo sobre la parte inferior de apoyo, centrándolo de forma que quede alineado con el bloque superior.

Luego aplicamos la carga con velocidad seguida y permanente, que va incrementándose hasta ver que se produzca la rotura de la probeta.

La resistencia a la compresión del testigo se calcula considerando la fórmula siguiente:

$$Rc = \frac{4G}{\pi d^2}$$

Donde:

Rc: resistencia a compresión o rotura, (kg/cm<sup>2</sup>)

G: carga máxima de rotura, (kg)

D: Diámetro del testigo, (cm)

Tabla n.º 25: Resistencia a la compresión piedra laja

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROVETA							RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN							
N.º	MUESTREO PROBETA			Øprom cm	Hprom cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	ENSAYO ROTURA				PROMEDIO		FALLA	
	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA				FECHA	EDAD	LECT (kg)	f'ce	f'cr	%		
1	M-1	02/09/20023	PROBETA ADHERIDO PIEDRA LAJA H=5.0 CM (PROM)	210	10	20.2	78.54	30/09/2023	28	19,420 kg	247	248	118	3
	M-2				10	20	78.54		28	19,450 kg	248			5
	M-3				10	20.1	78.54		28	19,430 kg	247			5
	M-4				10	20.2	78.54		28	19,500 kg	248			5
	M-5				10	20.3	78.54		28	19,490 kg	248			5
2	M-6	02/09/20023	PROBETA ADHERIDO PIEDRA LAJA H=7.5 CM (PROM)	210	10	20.2	78.54	30/09/2023	28	22,745 kg	290	290	138	5
	M-7				10	20	78.54		28	22,735 kg	289			5
	M-8				10	20	78.54		28	22,720 kg	289			5
	M-9				10	20	78.54		28	22,740 kg	290			5
	M-10				10	20.1	78.54		28	22,750 kg	290			3

Tabla n°. 26 Resistencia a la compresión pavimento convencional.

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA								RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN						
N°	MUESTREO PROBETA			f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>	Ø <sub>prom</sub> cm	H <sub>prom</sub> cm <sup>2</sup>	Área cm <sup>2</sup>	ENSAYO ROTURA				PROMEDIO		FALLA
	CODIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA					FECHA	EDAD	LECT (kg)	f <sub>ce</sub>	f <sub>cr</sub>	%	
1	M-1	02/09/2023	PROBETA DISEÑO CONVENCIONAL	210	10	20.20	78.54	09/09/2023	7	11.930 kg	152	153	73	3
	M-2				10	20.00	78.54			12.020 kg	153			
	M-3				10	20.10	78.54			12.030 kg	153			
	M-4				16/09/2023	14	10	20.20	78.54	15.310 kg	195	196	93	5
	M-5						10	20.30	78.54	15.420 kg	196			
	M-6						10	20.20	78.54	15.360 kg	196			
	M-7						10	20.00	78.54	17.630 kg	224			
	M-8						10	20.00	78.54	17.710 kg	225			
	M-9				10	20.10	78.54	17.630 kg	224	225	107	5		

## Resistencia a la flexión en pavimento convencional.

El M.T.C. en su Manual de ensayo de materiales, dispone el procedimiento para el ensayo de resistencia a la flexión del concreto mediante el método de la viga simple cargada en los tercios de la luz.

Para la realización de este método se emplea bloques de carga, los cuales proporcionan que De manera similar a cómo las fuerzas se aplican perpendicularmente al cuerpo de la pantalla, las reacciones deben ser paralelas a la dirección de las fuerzas.

### Aparatos

- Máquina de ensayo: Con un sistema de bombas de desplazamiento positivo accionadas por motor o manualmente, la máquina debe suministrar una carga constante hasta fallar, aplicando cargas de manera consistente y continua.
- Aparato de carga: Para aplicar este procedimiento se utilizan bloques de carga, que garantizan que las fuerzas se apliquen perpendicularmente a la cara de la muestra y que las reacciones se alineen con la dirección de la fuerza.

La altura máxima para la aplicación de carga y los bloques de soporte es de 64 mm (2,5 pulgadas).

### Preparación de la muestra

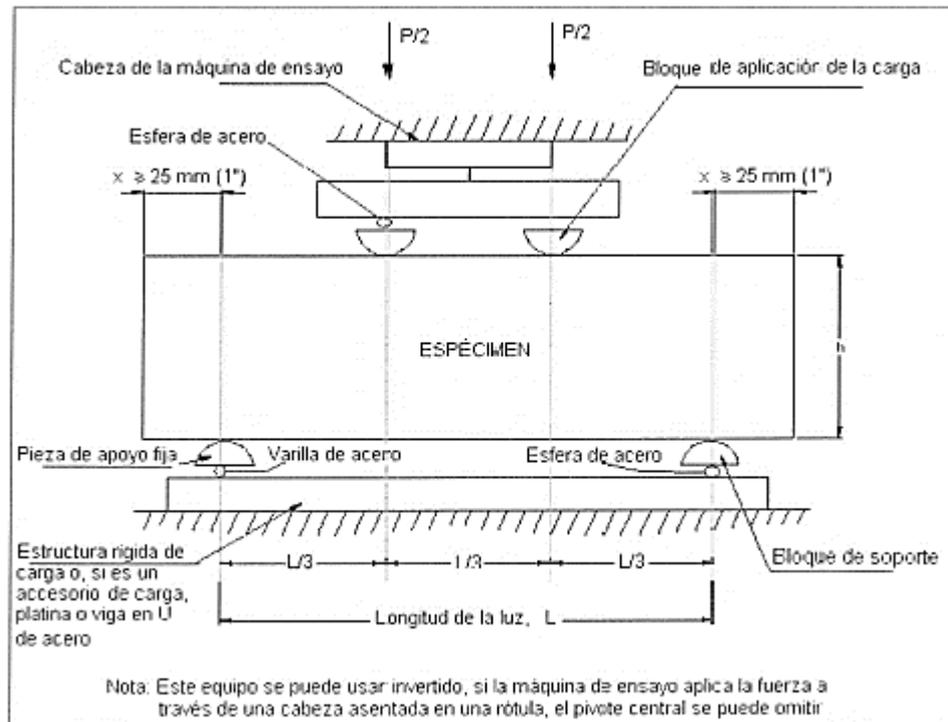
La muestra a ensayar, deben ser especímenes prismáticos y vigas con luz libre que cuente con una dimensión de 03 veces la altura, con una tolerancia de 2%, así también, los lados y las alturas del espécimen deben formar ángulos rectos, y que cuenten con superficies suaves y limpias y lisas.

### Procedimiento

Para la realización del ensayo, la muestra se coloca sobre los bloques de soporte debidamente centrado, y posteriormente se colocan los bloques de aplicación de carga, también debidamente posicionados, luego se aplica la carga entre el 3% y el 6% de la carga última estimada; seguidamente se observa si en una longitud de 25mm (1pulg) o más larga, se aprecia la presencia de vacíos entre la muestra y la superficie del bloque, mediante

calibradores de lámina normalizados de 0.1 mm (0.004 pulg) y de 0.38 mm (0.015 pulg).

Figura n.º 07: Esquema de equipo para el ensayo de flexión del concreto mediante el uso de viga simple cargada en los tercios de luz



Fuente: Manual De Ensayo De Materiales, Ministerio De Transportes Y Comunicaciones, 2016)

Es importante señalar, que la aplicación de la carga se realiza continuamente con una tasa de incremento constante del esfuerzo de la fibra extrema cuyo valor oscila entre 0.9 MPa/min y 1.2 MPa/min, hasta la ocurrencia de la rotura.

La tasa es calculada de acuerdo a lo siguiente:

$$r = \frac{Sb d^2}{L}$$

Dónde:

r = tasa de carga, MN/min (lb/min).

S = tasa de incremento de la tensión en la fibra extrema, MPa/min (psi/min).

b = ancho promedio de la muestra, mm (pulg).

d = altura promedio de la muestra, mm (pulg) y  
L = longitud de la luz de la muestra, mm (pulg).

Se debe tener en cuenta que, La siguiente fórmula se puede utilizar para determinar el módulo de rotura si la fractura comienza en el tercio medio del claro libre, en la zona de tensión:

$$R = \frac{P \cdot l}{b \cdot d^2}$$

Donde:

R: módulo de rotura Kpa (psi),

P: máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo N(Ibf),

l: longitud libre entre apoyos mm, (pulg),

b= ancho promedio de la muestra mm, (pulg), y

d= altura de la muestra mm, (pulg)

Asimismo, El modelo de fractura se encuentra usando la siguiente fórmula si la fractura ocurre en la zona de tensión, fuera de la tercera distancia media de la luz y a una distancia no mayor al 5% de la luz:

$$R = \frac{3P \cdot a}{b \cdot d^2}$$

Donde:

A: distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano, medida sobre la zona de tensión de la viga, mm

Tabla n.º 27: Resistencia a la flexión en viga convencional

N.º	COD	FECHA MUESTREO	ESTRUCTURA	LUZ	ALT.	ANCHO	FECHA ROTURA	EDAD	LECT (kg)	M R	MR Prom	Zona de fractura
1	M-1	02/09/2023	VIGA CONVENCIONAL	30	10	10	09/09/2023	7	765 kg	23	24	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
	M-2			30	10	10			815 kg	24		
	M-3			30	10	10	16/09/2023	14	995 kg	30	29	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
	M-4			30	10	10			915 kg	27		
	M-5			30	10	10	03/09/2023	28	1,210 kg	36	35	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
	M-6			30	10	10			1,150 kg	35		

q. Resistencia a la flexión en piedra laja.

Figura n.º 08: Esquema de equipo para el ensayo de flexión del pavimento con piedra laja.

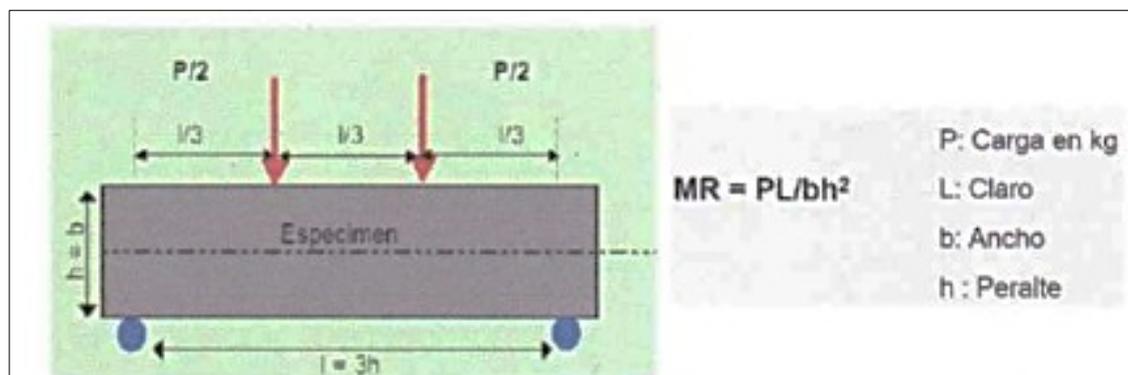


Tabla n.º 28: Resistencia a la flexión viga de concreto, piedra laja

	CÓDIGO	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA	LUZ	ALT	ANCHO	FECHA	EDAD	LECT (kg)	MR	MR Prom	ZONA DE FRACTURA		
1	M-1	02/09/2023	VIGA ADHERIDO PIEDRA LAJA H=5.0 CM (PROM)	30	10	10	30/09/2023	28	2,400 kg	72	71	DENTRO DEL TERCIO MEDIO		
	M-2			30	10	10		28	2,390 kg	71. 7		DENTRO DEL TERCIO MEDIO		
	M-3			30	10	10		28	2,380 kg	71. 4		DENTRO DEL TERCIO MEDIO		
	M-4			30	10	10		28	2,350 kg	70. 5		DENTRO DEL TERCIO MEDIO		
	M-5			30	10	10		28	2,395 kg	71. 9		DENTRO DEL TERCIO MEDIO		
2	M-6			VIGA ADHERIDO PIEDRA LAJA H=7.5 CM (PROM)	30	10		10		28	2,720 kg	81. 6	82	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
	M-7				30	10		10		28	2,730 kg	81. 9		DENTRO DEL TERCIO MEDIO
	M-8				30	10		10		28	2, 725 kg	81. 8		DENTRO DEL TERCIO MEDIO
	M-9				30	10		10		28	2, 700 kg	81		DENTRO DEL TERCIO MEDIO
	M-10				30	10		10		28	2,710 kg	81. 3		DENTRO DEL TERCIO MEDIO

## CAPÍTULO VI

### VI. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. El uso de piedra laja en el pavimento rígido aumenta los valores de la resistencia a la compresión, flexión y al desgaste por abrasión.

a. Resistencia a la compresión.

En la tabla n.º 25 y 26 podemos ver los resultados del ensayo de resistencia a la compresión.

- En la tabla n.º 25, podemos ver la resistencia a la compresión con piedra laja, obteniendo los siguientes resultados de este ensayo, la resistencia promedio de la piedra laja con una altura de 5 cm, a los 28 días con un promedio de 118% fue 248 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia promedio de la piedra laja con una altura de 7.5 cm, a los 28 días con un promedio 138% es 290 kg/cm<sup>2</sup>, a.
- En la tabla n.º 26, podemos ver la resistencia a la compresión del pavimento convencional, se obtuvo los siguientes resultados de este ensayo, a los 7 días fue 153 kg/cm<sup>2</sup> llegando a un 73%, a los 14 días fue 196 kg/cm<sup>2</sup> allegando a un 93%, 28 días fue 225 kg/cm<sup>2</sup> llegando a un 107%.

Según los resultados obtenidos en el uso de piedra laja en el pavimento hace que esta sea superior en la resistencia a la compresión, ya que alcanza a 290 kg/cm<sup>2</sup> siendo mayor el resultado que el convencional.

b. Resistencia a la flexión

En la tabla n.º 27 podemos ver la resistencia a la flexión en viga convencional y en la tabla n.º 28 la resistencia a la flexión de pavimento convencional, se obtuvo los siguientes resultados del ensayo de resistencia a la flexión.

- Según la tabla n.º 27 “pavimento convencional”, la resistencia promedio a la flexión a los 7 días fue de 24 MR, a los 14 días fue 29 MR y a los 28 días fue 35 MR.
- Según la tabla n.º 28 “pavimento con piedra laja”, la resistencia promedio a la flexión a los 28 días con piedra laja H=5 cm fue 71 MR y la resistencia promedio a la flexión a los 28 días con piedra laja a una H=7.5cm fue 82MR.

Según los resultados obtenidos se puede afirmar que la utilización de piedra laja hacen que la resistencia a la flexión en el pavimento sea superior al convencional, y esto hace más óptimo al uso de la piedra laja.

c. Resistencia al desgaste por abrasión.

En la tabla n.º 08 y n.º 09 se obtuvo los siguientes resultados del ensayo de resistencia al desgaste por abrasión

- En la tabla n.º 08, en la resistencia al desgaste por abrasión de agregado grueso, en gradación “A” ya que uso piedra 1 ½”, con 5000 gramos y 500 revoluciones en 15 min, teniendo el peso que pasa por el tamiz n.º 12 de 1110 gr., se tiene un desgaste de 22.20%.
- En la tabla n.º 09, en la resistencia al desgaste por abrasión con piedra laja, en la gradación “A”, ya que uso piedra 1 ½”, con 5001 gramos y 500 revoluciones en 15 min., de 580 de peso que pasa por el tamiz n.º 12, se tiene un desgaste a la abrasión de 11.60%.

Según los resultados obtenidos se puede afirmar que el uso de piedra laja en el pavimento hacen que la resistencia por abrasión de la piedra laja es superior al desgaste por abrasión del agregado para pavimento convencional.

## CONCLUSIONES

1. El resultado de utilizar piedra laja en el pavimento hacen que esta sea más factible porque produce una mejor resistencia y consistencia en el concreto aumentado las propiedades.
2. Se obtuvo los resultados de laboratorio de suelos los cuales se concluye que la resistencia a la compresión promedio de la piedra laja con una altura de 7.5cm es de 290 kg/cm<sup>2</sup> a diferencia que el convencional siendo de 248 kg/cm<sup>2</sup>, llegando a ser menor y determinando que la piedra laja en el pavimento es factible por su mayor resistencia a la compresión estando en el rango normativo.
3. Los resultados obtenidos en laboratorio de suelos en la resistencia a la flexión la piedra laja de 7.5 cm llegó a los 28 días un resultado de 82 MR siendo el mejor resultado que lo convencional, concluyendo que su uso de la piedra es más efectivo en pavimentos.
4. El resultado, la resistencia al desgaste por abrasión con piedra laja, en la gradación "A", es de 11.60% obteniendo mejor resultado que el desgaste de agregado grueso. Demostrando que la piedra tiene las propiedades adecuadas para ser usado y mejoramiento de vías.

## RECOMENDACIONES

1. Se debe de tener en consideración el procedimiento de construcción realizándolo de una manera muy detallada y minuciosa ya que no existen normas de proceso constructivo de pavimento con piedra laja.
2. Se debe tener en consideración el espesor del pavimento para tráfico pesado y ligero y así lograr mayor eficiencia.
3. Para la elección de piedras lajas se debe considerar una selección rigurosa, con cuidado para llegar a una homogeneidad así dar mejor desempeño de la misma.
4. El proceso constructivo del pavimento con piedra laja es similar al pavimento convencional, pero se recomienda tener en cuenta al momento de desarrollar el acabado final para que nos dé un resultado óptimo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ministerio de transportes y comunicación. Manual de ensayos de materiales con Resolución Directoral RD N° 18-2014-MTC/14: República del Perú, 2016
2. Ministerio de transportes y comunicación. Manual de carreteras. Suelos, geología, geotécnica y pavimentos: República del Perú, 2013.
3. Ministerio de Transportes y Comunicación. Análisis granulométrico de suelos por tamizado. Norma MTC E107-1999: República del Perú, 2016.
4. Ministerio de Transportes y Comunicación. Análisis granulométrico de Agregado grueso y finos. Norma MTC E204-1999: República del Perú 2016.
5. Ministerio de Transportes y Comunicación. Determinación del límite líquido de los suelos. Norma MTC E110-1999: República del Perú, 2016.
6. Ministerio de Transportes y Comunicación. Determinación del Límite Plástico (L.P.) de los suelos e Índice de plasticidad (I.P.). Norma MTC E111-1999, República del Perú, 1999.
7. Ministerio de Transportes y Comunicación. Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado). Norma MTC E115-1999: República del Perú, 1999.
8. Norma Técnica Peruana. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. NTP 339.145-1999: República del Perú, 1999.
9. Norma Técnica Peruana. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. NTP 400.012-2001, AGREGADOS: República del Perú, 2001.
10. Norma Técnica Peruana. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo. NTP 339.185-2021, AGREGADOS: República del Perú, 2021.
11. Norma Técnica Peruana. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75  $\mu\text{m}$  (N° 200) por lavado en agregados. NTP 400.018-2002, AGREGADOS: República del Perú, 2002.
12. Ministerio de Transportes y Comunicación. Gravedad específica y absorción de agregados finos. Norma MTC E205-1999: República del Perú, 2016.
13. Ministerio de Transportes y Comunicación, Peso específico y absorción de agregados gruesos. Norma MTC E206-1999: República del Perú, 1999.

14. Ministerio de Transportes y Comunicación. Peso unitario y vacíos de los agregados. Norma MTC E203-1999: República del Perú, 2016.
15. Norma Técnica Peruana. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). NTP 339.034-1999 Suelos: República del Perú, 1999.
16. Norma Técnica Peruana. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. NTP 339.078-2012 CONCRETO: República del Perú, 2012.
17. Huang, Y.H. Pavement analysis design (2<sup>nd</sup> ed.). Pearson Prentice Hall, 2004, pág. 112.
18. Montejo, Alfonso. Ingeniería de pavimentos. Colombia, Universidad catolica de colombia. Colombia : s.n., 2008. pág. 327, Informe.
19. Valery. Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de fabricación de baldosas de piedra laja rosada. ULIMA-Perú: s.n., 2019, pág. 32, Tesis de grado.
20. Arenas y Mormontoy. Evaluación comparativa de la resistencia a la flexión y costos; para diferentes espesores de piedra laja con junta seca embebida en viguetas de concreto, con referencia a una vigueta de concreto tradicional. UAC-Perú : s.n., 2016. pág. 102, Tesis de grado.
21. Mamani. Análisis de estabilización de suelos con cemento, en componentes estructurales para diseño equivalente de pavimentos rígidos, segmentados y flexibles en vías de bajo volumen de tránsito. UPeU- Perú : s.n., 2018. pág. 63, Tesis de grado.
22. García. Pavimentos urbanos: criterios para su uso y diseño. UPM-Madrid: s.n., 2015. pág. 122, Tesis de grado.
23. Ruiz, Ramon. El metodo científico y sus etapas. Mexico. Mexico : s.n., 2007. pág. 79, Procedimiento.
24. Investigacion aplicada. Murillo. 2008, Revista educacion, pág. 12.
25. Rivera, Daniel Behar. Introduccion a la metodologia de investigacion. [ed.] Sanabria. Shalom. Mexico : Rubeira, 2008. pág. 94. Vol. 1.
26. Investigacion Descriptiva. Tamayo, Mario Tamayo y. [ed.] Gladys Patricia Guevara. Ecuador : Saberes de conocimiento, 2016, Recimundo, Vol. 4, pág. 11.

Problemas	Objetivos	Marco teórico	Hipótesis	Variables	Metodología
<p><b>Problema general:</b> ¿Cuál será la factibilidad del pavimento enchapado con piedra laja frente al pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Analizar la factibilidad del pavimento enchapado con piedra laja frente al pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023.</p>	<p><b>1. Antecedentes</b> <b>A nivel nacional:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ULIMA-Perú: Valery (2019): “Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de fabricación de baldosas de piedra laja rosada”</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general:</b> La factibilidad del pavimento enchapado con piedra laja es más eficiente frente al pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023.</p>	<p><b>Variable independiente:</b> <b>V1:</b> Pavimento enchapado con piedra laja.</p> <p><b>Variable dependiente V2:</b> Pavimento rígido</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> Básico <b>Nivel de investigación:</b> Explicativo. <b>Diseño de Investigación:</b> No Experimental <b>Población y Muestra</b> <b>Población:</b> La población son las vías del distrito de Chivay, que necesitan ser pavimentadas, ubicada en el departamento de Arequipa, provincia de Caylloma.</p>
<p><b>Problemas específicos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Cuál es la factibilidad de la resistencia a la compresión del pavimento enchapado con piedra laja frente al pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023?</li> <li>2. ¿Cuál es la factibilidad de la resistencia a la flexión del pavimento enchapado con piedra laja frente al pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023?</li> <li>3. ¿Cuál es la factibilidad de la resistencia al desgaste por abrasión del pavimento enchapado con piedra laja frente al pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023?</li> </ol>	<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Determinar la factibilidad de la resistencia a la compresión del pavimento enchapado con piedra laja frente al pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023.</li> <li>2. Determinar la factibilidad de la resistencia a la flexión del pavimento enchapado con piedra laja frente al pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023.</li> <li>3. Determinar la factibilidad de la resistencia al desgaste por abrasión del pavimento enchapado con piedra laja frente al pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023.</li> </ol>	<p>- UNH-Perú, Pillpa (2014): “Estudio comparativo entre una pavimentación con concreto hidráulico y una pavimentación con piedra laja emboquillado con concreto en la zona urbana de Lircay”.</p> <p><b>A nivel internacional:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- UPM – Madrid (2015): García: “Pavimentos urbanos: criterios para su uso y diseño”</li> <li>- UNIANDES-Bogotá (2013): Esquivel, “Avances y especificaciones para pavimentos en piedra”.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis específicas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El pavimento enchapado con piedra laja es factible en la resistencia a la compresión, así como el pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023.</li> <li>2. El pavimento enchapado con piedra laja es factible en la resistencia a la flexión, así como el pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023.</li> <li>3. El pavimento enchapado con piedra laja es factible en la resistencia al desgaste por abrasión, así como el pavimento rígido en la calle 28 de julio, Chivay, Arequipa 2023.</li> </ol>	<p><b>Dimensiones:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Resistente a la compresión.</li> <li>2. Resistencia a la flexión.</li> <li>3. Resistencia al desgaste por abrasión.</li> </ol>	<p><b>Muestra:</b> Probabilística, el muestreo es representativo para esta investigación y está compuesta por 12 cuadras de la calle 28 de julio departamento de Arequipa, provincia de Caylloma, distrito de Chivay 2023, dónde aún falta determinar si va ser pavimentado con piedra laja o convencional. El periodo de desarrollo de esta investigación durará de agosto hasta fines de noviembre del año 2023.</p> <p><b>Técnicas e Instrumentos de recolección de datos</b> Observación. La recolección de datos se realizó haciendo uso de las herramientas, tales como: Muestras para laboratorio Materiales de escritorio y papelería Reglamentos y normas que se emplean en la construcción de pavimentos Servicio de laboratorio Software de ingeniería s10, Microsoft office, Microsoft Excel, AutoCAD y otros.</p>

### ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

## FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023.

## Anexo 2. OPERACIÓN DEL INSTRUMENTO

Variab les	Indicador es	Unidad	Método / Técnica	Instrumentos	Equipo / Herramienta	Fuente
VI: Pavimen to en chapa do con piedra laja.	Módulo de resistencia a la compresión con dimension es de espesor de piedra laja de 5", 7.5".	Kg/ cm <sup>2</sup>	Laborator io, evaluación	Ensayo de laboratorio	Prensa Hidráulica calibrada  Equipos de laboratorio	Laborator io
VD: Pavimen to con concreto rígido	Módulo de resistencia a la flexión. Módulo de Resistenci a al desgaste a la abrasión.			Normas técnicas peruanas. Visita, verificación y evaluación. Recopilación de información.		

### **Anexo 3. Ensayos de laboratorio.**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

2023

## MECÁNICA DE SUELOS



BACH. BRYNNER RUSSELL  
MAMANI CONDORI

" FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON PIEDRA LAJA  
FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY,  
AREQUIPA 2023"

RUC: 20608578189  
Dirección: Av. General Córdova # 322 Chica - Huancayo (Altura del Ministerio de Transportes).  
Telf.: 974222748 - (064) 602348 - 961610470  
ancoconsac@gmail.com





**ANCCOR S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**TESIS:**

**"FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON  
PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA  
CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"**

*GRANULOMETRÍA*

**SOLICITANTE:**

**BACH. BRYNNER RUSSELL MAMANI CONDORI**

**SETIEMBRE DEL 2023**





### ANCCOR S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Informe N° : BM SET 23  
Fecha de Emisión : SET 2023  
Páginas : 01 de 01  
Realizado por : C.A.  
Certificado N° : N 229 - 23

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA MTC E-107, E-204)

TESIS : "FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"  
CLIENTE : BACH. MAMANI CONDORI BRYNNER RUSSELL  
MATERIAL : SUELO NATURAL  
UBICACIÓN : CALLE 28 DE JULIO - CHIVAY - AREQUIPA

#### DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M - 01 (Muestreo por el cliente)      Peso inicial seco : 3602.0  
CLASIF. SUCS : SM      CLASIF. AASHTO : A-1-b  
DESCRIPCIÓN : - Arena limosa con grava      TAMAÑO MÁXIMO : 2"

TAMIZ	TAREZ (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
					100.0
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	164.0	4.4	4.4	95.6
1 1/2"	38.100	129.0	3.5	7.9	92.1
1"	25.400	179.0	4.8	12.8	87.2
3/4"	19.000	118.0	3.2	16.0	84.0
1/2"	12.500	139.0	3.8	19.7	80.3
3/8"	9.500	122.0	3.3	23.0	77.0
N° 4	4.750	315.0	8.5	31.6	68.4
N° 8	2.380	385.0	10.5	42.1	57.0
N° 10	2.000	134.0	3.6	45.7	54.3
N° 16	1.190	237.0	6.4	52.1	47.9
N° 20	0.840	143.0	3.9	56.0	44.0
N° 30	0.600	186.0	5.0	61.1	38.9
N° 40	0.425	169.0	4.6	65.6	34.4
N° 50	0.300	179.0	4.8	70.5	29.5
N° 60	0.250	220.0	6.0	76.4	23.6
N° 100	0.150	117.0	3.2	79.6	20.4
N° 200	0.075	164.0	4.5	84.1	15.4
< N° 200	FONDO	569.0	15.4	100.0	0.0

#### CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO (NTP 326.127)

Peso de recipiente (g)	15
Peso de recipiente + suelo húmedo (g)	5092
Peso de recipiente + suelo seco (g)	4710
Peso del agua (g)	382.00
Peso del suelo seco (g)	4695.00
Porcentaje de Humedad (%)	8.14

#### GRUPOS SEGÚN EL SISTEMA UNIFICADO CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

Grava 2" - 3/8"	31.6
Arena 3/8" - N° 200	53.0
Finos < N° 200	15.4

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



ANCCOR S.A.C.  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasal Rojas  
Jefe de Laboratorio CIP, 146881

RUC: 20608578189  
DIRECCIÓN: Av. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANGAYO  
(ALTAURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).  
TELF.: 974222748 - 0641602348  
ANCCOR@GMAIL.COM





**ANCCOR S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**TESIS:**

**"FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON  
PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA  
CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"**

*LÍMITES DE CONSISTENCIA*

**SOLICITANTE:**

**BACH. BRYNNER RUSSELL MAMANI CONDORI**

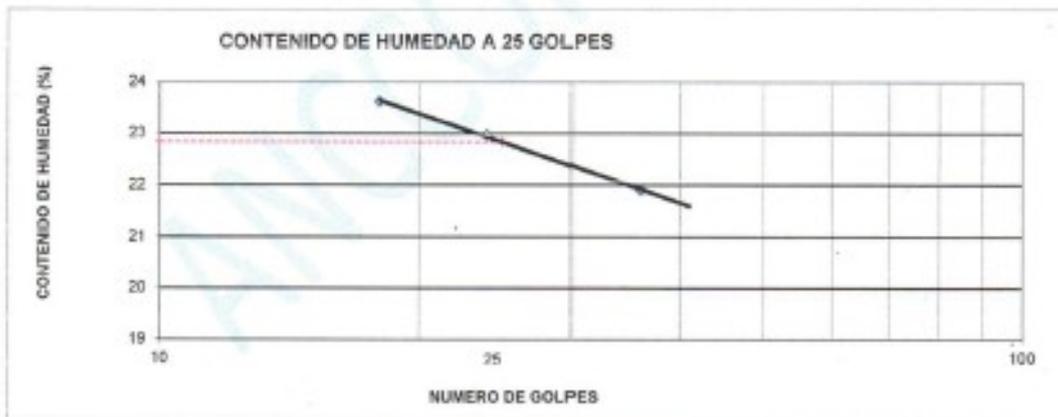
**SETIEMBRE DEL 2023**



CLIENTE : BACH. MAMAM CONDORI BRYNNER RUSSELL  
 MATERIAL : SUELO NATURAL  
 UBICACIÓN : CALLE 28 DE JULIO - CHIVAY - AREQUIPA

DATOS DE LA MUESTRA	
ESTRUCTURA : SUBRASANTE	MUESTRA M - 01 (muestreo por el cliente)

LIMITE DE CONSISTENCIA QUE PASA LA MALLA N° 200							
N° TARRO	Und	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		Promedio
		1	2	3	6	7	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	68.10	68.70	65.40	NP		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	58.90	59.10	56.00			
PESO DE AGUA	(g)	9.20	9.60	9.40			
PESO DEL TARRO	(g)	16.90	17.30	16.20			
PESO DEL SUELO SECO	(g)	42.00	41.80	39.80			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	21.9	23.0	23.6			NP
NUMERO DE GOLPES	-	36	24	18		-	-



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	23
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	NP


**ANCCOR S.A.**  
 LAB. MECANICA DE SUELO,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 Ing. Carlos A. Anccasi Rojas  
 Jefe de Laboratorio CIP. 148861

RUC: 20608578189  
 DIRECCIÓN: Av. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANDAYO  
 (ALFURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).  
 TEL: 974222748 - 1064602348  
 ANCCOR@GMAIL.COM





**ANCCOR S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**TESIS:**

**"FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON  
PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA  
CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"**

*ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO*

**SOLICITANTE:**

**BACH. BRYNNER RUSSELL MAMANI CONDORI**

**SETIEMBRE DEL 2023**





**ANCCOR S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : BM SET 23  
Fecha de Emis. : 9ET 2023  
Páginas : 01 de 01  
Realizado por : C.A.  
Certificado N° : N 222 - 23

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMA MTC E-115)

TESIS : "FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"  
CLIENTE : BACH. MAMANI CONDORI BRYNNER RUSSELL  
MATERIAL : CONVENCIONAL  
UBICACIÓN : CHILCA - HUANCAYO - JUNIN

**DATOS DE LA MUESTRA**

ESTRUCTURA : SUBRASANTE MUESTRA M - 01 (muestreo por el cliente)

Peso suelo + molde	gr	7265.0	7367.0	7501.0	7525.0	
Peso molde	gr	3146.0	3146.0	3146.0	3146.0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4119.0	4221.0	4355.0	4379.0	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2116.0	2116.0	2116.0	2116.0	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.947	1.995	2.058	2.069	
Recipiente N°		T1	T2	T3	T4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	951.0	951.0	963.0	1118.0	
Peso del suelo seco + tara	gr	897.0	883.0	882.0	1007.0	
Tara	gr	115.0	113.0	130.0	140.0	
Peso de agua	gr	54.0	68.0	81.0	111.0	
Peso del suelo seco	gr	782.0	770.0	744.0	857.0	
Contenido de agua	%	6.91	8.83	10.89	12.80	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.821	1.833	1.856	1.835	
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						1.857
Humedad óptima (%)						11.22



**ANCCOR S.A.C.**  
LAB. MECANICA DE SUELO  
CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Carlos A. Ancasí Rojas  
Jefe de Laboratorio CIP. 148851

RUC: 20600570109  
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO  
(ALTAURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).  
TELF.: 974222748 - (064)802348  
ANCCORSA@GMAIL.COM





**ANCCOR S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**TESIS:**

**"FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON  
PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA  
CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"**

*CBR*

**SOLICITANTE:**

**BACH. BRYNNER RUSSELL MAMANI CONDORI**

**SETIEMBRE DEL 2023**





LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
UELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

2023

## ENSAYO DE CONCRETO



BACH. BRYNNER RUSSELL  
MAMANI CONDORI

" FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON PIEDRA LAJA  
FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY,  
AREQUIPA 2023"

IUC: 20608578189

Dirección: Av. General Córdova # 322 Chilca – Huancayo (Altura del Ministerio de Transportes).

tel.: 974222748 - (064) 602348 - 961610470

mccorsari@gmail.com





**ANCCOR S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**TESIS:**

**"FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON  
PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA  
CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"**

*Análisis granulométrico*

**SOLICITANTE:**

**BACH. BRYNNER RUSSELL MAMANI CONDORI**

**SETIEMBRE DEL 2023**





**ANCCOR S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

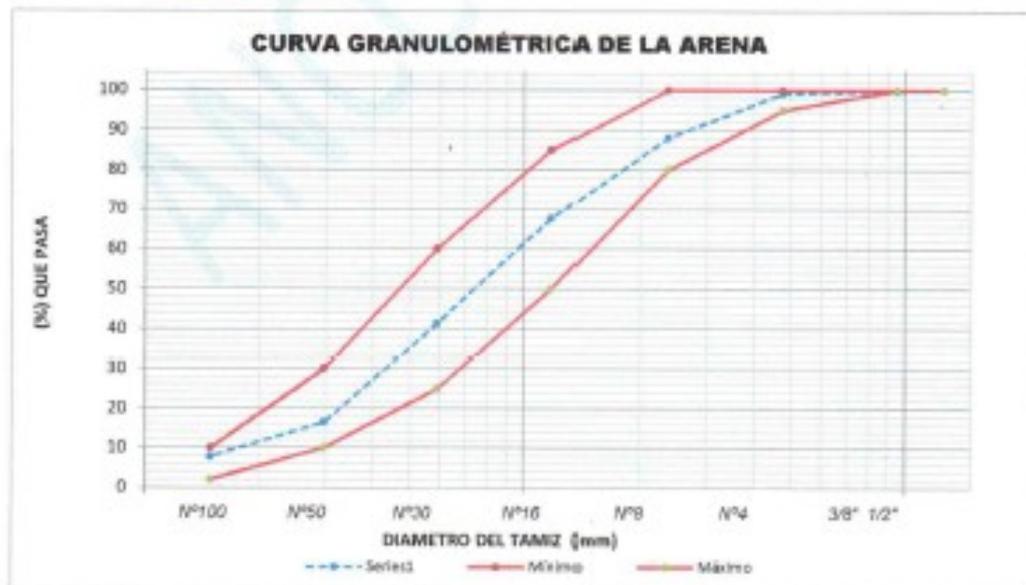
Código N° : BM SET 23  
Fecha de Emis. : SET 2023  
Páginas : 1 de 2  
Realizado por : C.A.  
Certificado N° : N 207 - 23

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
(N.T.P. 400.012)

TESIS : "FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"  
CLIENTE : BACH. MAMANI CONDORI BRYNNER RUSSELL  
MUESTRA : AGREGADO FINO  
UBICACIÓN : CANTERA CHIVAY - CAYLLOMA - AREQUIPA

TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	[%] RETENIDO	[%] RET. ACUM.	[%] Q' PASA	ESPECIFICACIONES NUSO	
						MINIMO	MAXIMO
1/2"	12.7	0	0	0	100	100	100
3/8"	9.525	3.35	0.22	0.22	99.78	100	100
N° 4	4.75	8.33	0.54	0.78	99.24	100	95
N° 8	2.36	171.05	11.11	11.87	88.13	100	80
N° 16	1.18	312.97	20.32	32.19	67.81	85	50
N° 30	0.59	406.43	26.39	58.58	41.42	60	25
N° 50	0.297	383.67	24.91	83.49	16.51	30	10
N° 100	0.149	134.20	8.71	92.21	7.79	10	2
FONDO	0	120.00	7.79	100.00	0.00		
	SUMA	1540	100				

M.F. 2.79



**ANCCOR S.A.C.**  
LAB. MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancaes Rojas  
Jefe de Laboratorio CIP. 140661

IUC: 20600578109  
DIRECCIÓN: AV. GENERAL GÓRGONA # 322 CHILCA - HUANCAYO  
ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES.



**ANCCOR S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Código N° : BM SET 23  
Fecha de Emis. : SET 2023  
Páginas : 2 de 2  
Realizado por : C.A.  
Certificado N° : N 208 - 23

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
(N.T.P. 400.012)

TESIS : "FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"  
CLIENTE : BACH, MAMANI CONDORI BRYNNER RUSSELL  
MUESTRA : AGREGADO GRUESO  
UBICACIÓN : CANTERA CHIVAY - CAYLLOMA - AREQUIPA

TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	[%] RETENIDO	[%] RET. ACUM.	[%] Q' PASA	RUSO 57	
						MINIMO	MAXIMO
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100	100	100
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.400	53.00	7.26	7.26	92.74	100	95
3/4"	19.050	85.00	11.64	18.90	81.10	85	65
1/2"	12.700	264.00	36.16	55.07	44.93	60	25
3/8"	9.525	193.00	26.44	81.51	18.49	44	18
N° 4	4.750	120.00	16.44	97.95	2.05	30	0
N° 8	2.360	0.00	0.00	97.95	2.05	5	0
N° 16	1.180	0.00	0.00	97.95	2.05	0	0
N° 30	0.590	0.00	0.00	97.95	2.05	0	0
N° 50	0.297	0.00	0.00	97.95	2.05	0	0
N° 100	0.149	0.00	0.00	97.95	2.05	0	0
FONDO	0.000	15.00	2.05	97.95	2.05		
SUMA		730.00	100.00				

M.F.= 6.88



IC: 20608578189  
RECCIÓN: AV. GENERAL GÓRDOVA # 323 CHILCA - HUANCAYO  
UTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES.  
LF: 974222748 - (0541603348

**ANCCOR S.A.C.**  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
*Ing. Carlos A. Ancosi Rojas*  
Jefe de Laboratorio CID. 145884





**ANCCOR S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**TESIS:**

**"FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON  
PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA  
CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"**

*Contenido de Humedad*

**SOLICITANTE:**

**BACH. BRYNNER RUSSELL MAMANI CONDORI**

**SETIEMBRE DEL 2023**



	<b>ANCCOR S.A.C.</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Código N° : BM SET 23
		Fecha de Emis. : SET 2023
		Páginas : 1 de 2
		Realizado por : C.A.
		Certificado N° : N 309 - 23

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO**  
(N.T.P. 339.185)

<b>TESIS</b>	: "FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"
<b>CLIENTE</b>	: BACH. MAMANI CONDORI BRYNNER RUSSELL
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO FINO
<b>UBICACIÓN</b>	: CANTERA CHIVAY - CAYLLOMA - AREQUIPA

DATOS Y RESULTADOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	DATOS
1	Peso de la muestra húmeda + tara (g)	1140
2	Peso de la muestra seca + tara (g)	1115
3	Peso de la tara (g)	120
4	Peso de la muestra húmeda (1 - 3) (g)	1020
5	Peso de la muestra seca (2 - 3) (g)	995
6	CONTENIDO DE HUMEDAD ((Ph - Ps)/Ps * 100) %	2.51
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		<b>2.51 %</b>



**ANCCOR S.A.C.**  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

*Ing. Carlos A. Ancoasi Rojas*  
Jefe de Laboratorio - CIP 140001



	<b>ANCCOR S.A.C.</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Código N° : BM SET 23
		Fecha de Emis. : SET 2023
		Páginas : 2 de 2
		Realizado por : C.A.
		Certificado N° : N 210 - 23

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO**  
(N.T.P. 339.185)

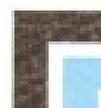
TESIS	: "FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"
CLIENTE	: BACH. MAMANI CONDORI BRYNNER RUSSELL
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO
UBICACIÓN	: CANTERA CHIVAY - CAYLLOMA - AREQUIPA

DATOS Y RESULTADOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	DATOS
1	Peso de la muestra húmeda + tara (g)	642
2	Peso de la muestra seca + tara (g)	637
3	Peso de la tara (g)	105
4	Peso de la muestra húmeda (1 - 3) (g)	537
5	Peso de la muestra seca (2 - 3) (g)	532
6	CONTENIDO DE HUMEDAD ((Ph - Ps)/Ps * 100) %	0.94
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		<b>0.94 %</b>



**ANCCOR S.A.C.**  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

.....  
**Ing. Carlos A. Ancosi Rojas**  
Jefe de Laboratorio CIP. 148821





**ANCCOR S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**TESIS:**

**"FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON  
PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA  
CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"**

*Material más fino que la malla #  
200*

**SOLICITANTE:**

**BACH. BRYNNER RUSSELL MAMANI CONDORI**

**SETIEMBRE DEL 2023**



	<b>ANCCOR S.A.C.</b>	Código N° : BM SET 23
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Fecha de Emis. : SET 2023
		Páginas : 1 de 2
		Realizado por : C.A.
		Certificado N° : N 211 - 23

**MATERIAL MAS FINO QUE LA MALLA # 200**  
(N.T.P. 400.018)

TESIS	: "FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"
CLIENTE	: BACH. MAMANI CONDORI BRYNNER RUSSELL
MUESTRA	: AGREGADO FINO
UBICACIÓN	: CANTERA CHIVAY - CAYLLOMA - AREQUIPA

DATOS Y RESULTADOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	DATOS
1	Peso de la muestra seca + tara (g)	1122
2	Peso de la muestra lavada seca + tara (g)	1075.7
3	Peso de la tara (g)	122
4	Peso de la muestra seca (1 - 3) (g)	1000
5	Peso de la muestra lavada seca (2 - 3) (g)	953.7
6	Porcentaje de finos( %)	4.63
<b>PORCENTAJE DE FINOS</b>		<b>4.63 %</b>



**ANCCOR S.A.C.**  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

  
**Ing. Carlos A. Ancasi Rojas**  
Jefe de Laboratorio CIP. 148881

	<b>ANCCOR S.A.C.</b> LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Código N° : BM SET 23
		Fecha de Emis. : SET 2023
		Páginas : 2 de 2
		Realizado por : C.A.
		Certificado N° : N 212 - 23

**MATERIAL MAS FINO QUE LA MALLA # 200**  
(N.T.P. 400.018)

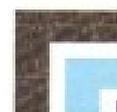
<b>TESIS</b>	: "FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"
<b>CLIENTE</b>	: BACH. MAMANI CONDORI BRYNNER RUSSELL
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO GRUESO
<b>UBICACIÓN</b>	: CANTERA CHIVAY - CAYLLOMA - AREQUIPA

DATOS Y RESULTADOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	DATOS
1	Peso de la muestra seca + tara (g)	5163
2	Peso de la muestra lavada seca + tara (g)	5125
3	Peso de la tara (g)	160
4	Peso de la muestra seca (1 - 3) (g)	5003
5	Peso de la muestra lavada seca (2 - 3) (g)	4965
6	Porcentaje de finos( %)	0.76
<b>PORCENTAJE DE FINOS</b>		<b>0.76 %</b>



**ANCCOR S.A.C.**  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

*Ing. Carlos A. Anccor Rojas*  
Jefe de Laboratorio CIP, 148861





**ANCCOR S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**TESIS:**

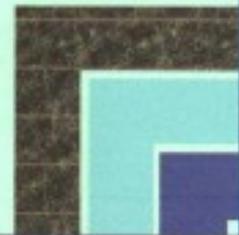
**"FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON  
PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA  
CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"**

*Gravedad específica y Absorción*

**SOLICITANTE:**

**BACH. BRYNNER RUSSELL MAMANI CONDORI**

**SETIEMBRE DEL 2023**



	<b>ANCCOR S.A.C.</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Código	: BM SET 23
		Fecha de Emis	: SET 2023
		Páginas	: 1 de 2
		Realizado por	: C.A.
		Certificado N°	: N 213 - 23

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(NORMA MTC E-205)

TESIS	: "FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RIGIDO EN LA CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"
CLIENTE	: BACH. MAMANI CONDORI BRYNNER RUSSELL
MUESTRA	: AGREGADO FINO
UBICACIÓN	: CANTERA CHIVAY - CAYLLOMA - AREQUIPA

**AGREGADO FINO**

N°	IDENTIFICACIÓN	M-1	M-2	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire ) (g)	300.0	300.0	
B	Peso Frasco + agua	497.4	495.8	
C	Peso Frasco + agua + A (g)	797.4	795.8	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (g)	685.0	684.0	
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (g)	112.4	111.8	
F	Peso De Mat. Seco en estufa (105°C) (g)	295.9	295.1	
G	Vol de masa = E - ( A - F ) (g)	108.3	107.9	
	peso específico base seca	2.833	2.648	
	peso específico ssa	2.669	2.583	2.676
	peso específico relativo	2.732	2.744	
	% absorción	1.386	1.317	1.35



**ANCCOR S.A.C.**  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

*Ing. Carlos A. Andoqui Rojas*  
Ingeniero de Laboratorio C.R. 145881



	<b>ANCCOR S.A.C.</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Código	: BM SET 23
		Fecha de Emis	: SET 2023
		Páginas	: 2 de 2
		Realizado por	: C.A.
		Certificado N°	: N 214 - 23

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(NORMA MTC E-206)

TESIS	: "FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"
CLIENTE	: BACH. MAMANI CONDORI BRYNNER RUSSELL
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO
UBICACIÓN	: CANTERA CHIVAY - CAYLLOMA - AREQUIPA

**AGREGADO GRUESO**

N°	IDENTIFICACIÓN	M-1	M-2	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire ) (g)	5005.0	5010.0	
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Agua) (g)	3126.0	3130.0	
C	Vol. Masa/Vol. Vacios = A - B	1879.0	1880.0	
D	Peso De Mat. Seco en estufa (105°C) (g)	4968.0	4973.0	
E	Vol de masa = C-(A - D) (g)	1842.0	1843.0	
	peso específico base seca	2.644	2.645	
	peso específico sss	2.664	2.655	2.66
	peso específico relativo	2.697	2.698	
	% absorción	0.745	0.744	0.74


**ANCCOR S.A.C.**  
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS  
  
 Ing. Carlos A. Ancoasi Rojas  
 Jefe de Laboratorio GIP, 148861





**ANCCOR S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**TESIS:**

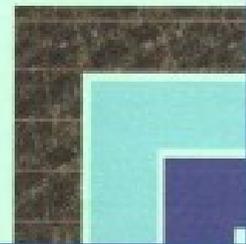
**"FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON  
PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA  
CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"**

*Peso Unitario en Agregado*

**SOLICITANTE:**

**BACH. BRYNNER RUSSELL MAMANI CONDORI**

**SETIEMBRE DEL 2023**





**ANCCOR S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Código : BM SET 23  
Fecha de Emis : SET 2023  
Páginas : 1 de 2  
Realizado por : C.A.  
Certificado N° : N 215 - 23

**PESO UNITARIO EN AGREGADO**  
(NORMA MTC E-203)

TESIS : "FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON PIEDRA LAJA FRENTÉ AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"  
CLIENTE : BACH. MAMANI CONDORI BRYNNER RUSSELL  
MUESTRA : AGREGADO FINO  
UBICACIÓN : CANTERA CHIVAY - CAYLLOMA - AREQUIPA.

N°	PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO				
	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	14738	14726	14750
2	Peso del Recipiente	cm <sup>3</sup>	3222	3222	3222
3	Peso de la Muestra	cm <sup>3</sup>	11516	11504	11528
4	Volumen Molde	gr	7050	7050	7050
5	P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1633.48	1631.77	1635.18
6	Promedio P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1633.48		

N°	PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO				
	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	16184	16163	16205
2	Peso del Recipiente	cm <sup>3</sup>	3422	3422	3422
3	Peso de la Muestra	cm <sup>3</sup>	12762	12741	12783
4	Volumen Molde	gr	7050	7050	7050
5	P.U.C. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1810.21	1807.23	1813.19
6	Promedio P.U.C. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1810.21		



**ANCCOR S.A.C.**  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancoasi Rojas  
Jefe de Laboratorio CIP. 148851



	<b>ANCCOR S.A.C.</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Código : BM SET 23
		Fecha de Emis : SET 2023
		Páginas : 2 de 2
		Realizado por : C.A.
		Certificado N° : N 216 - 23

**PESO UNITARIO EN AGREGADO**  
(NORMA MTC E-203)

<b>TESIS</b>	: "FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"
<b>CLIENTE</b>	: BACH. MAMANI CONDORI BRYNNER RUSSELL
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO GRUESO
<b>UBICACIÓN</b>	: CANTERA CHIVAY - CAYLLOMA - AREQUIPA

N°	PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO				
	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	14340	14239	14365
2	Peso del Recipiente	cm <sup>3</sup>	3222	3222	3222
3	Peso de la Muestra	cm <sup>3</sup>	11118	11017	11143
4	Volumen Molde	gr	7050	7050	7050
5	P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1577.02	1562.70	1580.57
6	Promedio P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>	<b>1573.43</b>		

N°	PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO				
	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	15550	15594	15556
2	Peso del Recipiente	cm <sup>3</sup>	3422	3422	3422
3	Peso de la Muestra	cm <sup>3</sup>	12128	12172	12134
4	Volumen Molde	gr	7050	7050	7050
5	P.U.C. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1720.28	1726.52	1721.13
6	Promedio P.U.C. Seco	kg/m <sup>3</sup>	<b>1722.65</b>		



**ANCCOR S.A.C.**  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

.....  
**Ing. Carlos A. Anccasi Rojas**  
 Jefe de Laboratorio QIP, 148881





**TESIS:**

**"FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON  
PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA  
CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"**

***ENSAYO DE ABRASIÓN***

**SOLICITANTE:**

**BACH. BRYNNER RUSSELL MAMANI CONDORI**

**SETIEMBRE DEL 2023**





**ANCCOR S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Código : 001 SET 00  
Fecha de Emis. : SET 2020  
Páginas : 1 de 2  
Realizado por : C.A.  
Certificado N° : R 017 - 22

### ENSAYO DE ABRASIÓN

TEMA : "FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON PIEDRA LAJA, FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2020"  
SOLICITANTE : BACH. MAMARI CORDON BRYNNER RUSSELL  
UBICACIÓN : CARTERA CHIVAY - CAYLLOMA - AREQUIPA

Muestra : AGREGADO GRUESO

GRADACIÓN "A"

PASA	RETIENE	GRAMOS
1 1/2"	1"	1250
1"	3/4"	1250
3/4"	1/2"	1250
1/2"	3/8"	1250
		5000

500 revoluciones en 15 minutos	
Peso que pasa tamiz N° 12	1110
DESGASTE	22.20%



**ANCCOR S.A.C.**  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

*Ing. Carlos A. Russett Rojas*  
Jefe de Laboratorio CIP. 148881



	<b>ANCCOR S.A.C.</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Código : 801 587 33 Fecha de Emis. : 08/11/2023 Páginas : 2 de 2 Realizado por : C.A. Certificado N° : N 210 - 22
---	--	---

### ENSAYO DE ABRASIÓN

TESIS : "FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023" SOLICITANTE : BACH. MARIAM CONDORI BRYNER RUSSELL UBICACIÓN : CANTERA CHIVAY - CAYLLOMA - AREQUIPA
---

Muestra : PIEDRA LAJA

GRADACIÓN "A"

PASA	RETIENE	GRAMOS
1 1/2"	1"	1254
1"	3/4"	1248
3/4"	1/2"	1250
1/2"	3/8"	1249
		5001

500 revoluciones en 15 minutos	
Peso que pasa tamiz N° 12	580
DESGASTE	11.60%



**ANCCOR S.A.C.**  
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

  
**Ing. Carlos A. Ancaesal Rojas**  
 Jefe de Laboratorio CIP. 148881

RUC: 20608978189  
 DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANDAYO  
 (ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).  
 TEL.: 974222745 - 0541602348





**ANCCOR S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**TESIS:**

**"FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON  
PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA  
CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"**

*Diseño de Mezcla*

**SOLICITANTE:**

**BACH. BRYNNER RUSSELL MAMANI CONDORI**

**SETIEMBRE DEL 2023**



	<b>ANCCOR S.A.C.</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Código : 88 167 21 Fecha de Emis : 06/11/2023 Página : 02 Modificado por : C.A. Certificado N° : 0178 - 20
		<b>TEMA :</b> FACILIDAD DEL PAVIMENTO EMPACADO CON PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE 26 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023 <b>CLIENTE :</b> SACH MAMMA CONDOR BRYNER RUSSELL <b>UBICACIÓN :</b> CANTERA CHEVET - CAYLLOMA - AREQUIPA

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - MÉTODO MÓDULO DE FINURA F<sub>c</sub> = 210Kg/cm<sup>2</sup>**

**I) REQUERIMIENTOS**

Resistencia Especificada (F <sub>c</sub> )	210 kg/cm <sup>2</sup>	Desviación Estándar (S)	25 kg/cm <sup>2</sup>
Uso (Tipo de Estructura)	Losas y Pavimentos	Asestamiento (Uso)	1 a 3 Pulgadas
Consistencia	Fluda	Asestamiento (Consistencia)	> 5 Pulgadas
Condición de Exposición	En Aire Incorporado		
Condiciones Específicas de Exposición	En Condición Especial		
Concreto Espesado a Soluciones de Sulfatos	No		

**II) MATERIALES**

<input type="checkbox"/> CEMENTO <input type="checkbox"/> AGUA <input type="checkbox"/> AGREGADO FINO Peso Específico 2.676 g/cm <sup>3</sup> Absorción 1.250% Contenido de Humedad 2.570% Módulo de Finura 2.78	Arena Tipo I Faltante	Peso Específico 3.15 g/cm <sup>3</sup>
<input type="checkbox"/> AGREGADO GRUESO Tamaño Máximo Nominal 1" Peso Específico 2.680 g/cm <sup>3</sup> Peso Seco Compactado 1721.950 kg/m <sup>3</sup> Absorción 0.740% Contenido de Humedad 0.940% Módulo de Finura 6.58		

**III) DESARROLLO**

- 1 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO  
 $f_{cr} = 228.000 \text{ kg/cm}^2$
- 2 SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL  
 $TMN = 1"$
- 3 SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO  
 $Skump = 1 \text{ a } 3 \text{ Pulgadas}$
- 4 VOLUMEN UNITARIO DE AGUA  
 $202 \text{ Litro}$
- 5 CONTENIDO DE AIRE  
 $1.5 \%$
- 6 RELACIÓN AGUA / CEMENTO  
 $w/c \text{ Por Resistencia} = 0.641$   
 $w/c \text{ Por Durabilidad}$   
 $A/C \text{ de diseño es} = 0.641$
- 7 FACTOR DE CEMENTO  
 $114.115 \text{ kg/m}^3$   
 $7.415 \text{ kg/m}^3$
- 8 CÁLCULO DEL VOLUMEN ABSOLUTO DE PASTA  
 Cemento = 0.108 m<sup>3</sup>  
 Agua = 0.202 m<sup>3</sup>  
 Aire = 0.015 m<sup>3</sup>  
 $\Sigma \text{ Volúmenes Absolutos} = 0.317 \text{ m}^3$
- 9 CÁLCULO DEL VOLUMEN ABSOLUTO GLOBAL  
 Vol. Absoluto Global = 0.603 m<sup>3</sup>
- 10 CÁLCULO DEL VALOR M Y GRADO DE INCIDENCIA DEL AF y AG  
 $M = 5.369$   
 $Mf = 2.780$   
 $Mg = 5.580$   
 $\% \text{ Agr. Fino } w_f = 36.34\%$   
 $\% \text{ Agr. Grueso } w_g = 63.65\%$
- 11 VOLUMENES ABSOLUTOS DE LOS AGREGADOS  
 $V_{Abs. A.F.} = 0.252 \text{ m}^3$

RUC: 2008078189  
 DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANGAYO  
 (ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).


**ANCCOR S.A.C.**  
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 CARRANZA 2 - ANCCOR S.A.C.

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - MÉTODO MÓDULO DE FINURA  $P_c = 210 \text{ Kg/m}^2$**

Vol. Abs. A.G. = 0.431 m<sup>3</sup>

**7 PESOS SECOS DE LOS AGREGADOS**

Peso Seco Agregado Fino = 674.352 kg/m<sup>3</sup>  
 Peso Seco Agregado Grueso = 1.146.400 kg/m<sup>3</sup>

**8 VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA**

Cemento 315.133 kg/m<sup>3</sup>  
 Agua de Diseño 291.809 Litro  
 Agregado Fino Seco 674.352 kg/m<sup>3</sup>  
 Agregado Grueso Seco 1.146.400 kg/m<sup>3</sup>

**9 CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO**

**AGREGADO FINO**

Contenido de Humedad 2.500%  
 Peso Húmedo A.F. 691.278 kg/m<sup>3</sup>

**AGREGADO GRUESO**

Contenido de Humedad 0.500%  
 Peso Húmedo A.G. 1157.24 kg/m<sup>3</sup>

**HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS**

H.S. Agregado Fino 1.900%  
 H.S. Agregado Grueso 0.200%

**APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS**

A.H. Agregado Fino	7.822	Litro
A.H. Agregado Grueso	2.293	Litro
	<b>10.115</b>	<b>Litro</b>

**Agua Efectiva 191.694 Litro**

**PESOS DE MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD DEL AGREGADO**

Cemento	315.133	kg/m <sup>3</sup>	=	315	kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva	191.694	Litro	=	192	Litro
Agregado Fino Húmedo	691.278	kg/m <sup>3</sup>	=	691	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	1.157.237	kg/m <sup>3</sup>	=	1157	kg/m <sup>3</sup>

**10 PROPORCIÓN EN PESO**

CEMENTO 1  
 AGREGADO FINO 2.194  
 AGREGADO GRUESO 3.672  
 AGUA 25.878

**DOSIFICACIÓN 1 : 2.194 : 3.672 : 25.878 Libras/Bolsa**

Relación Agua/Cemento de Diseño 0.081  
 Relación Agua/Cemento Efectiva 0.089 Corregida

**11 PESO POR TANDA DE UN SACO O BOLSA**

Peso de 1 bolsa de Cemento 42.50 kg

Cemento	42.50	kg/bolsa
Agua Efectiva	25.878	Litros
Agregado Fino Húmedo	691.278	kg/bolsa
Agregado Grueso Húmedo	1157.237	kg/bolsa



**ANCCOR SAC.**  
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

**Ing. Carlos A. Ancassi Rojas**  
 Jefe de Laboratorio CIP. 146931

2060578189  
 1001 AV. GENERAL GÓRRGA # 322 CHILCA - HUANCAYO  
 14 DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES.  
 974222749 - (06-61602348)  
 RSAG@EMAIL.COM





**ANCCOR S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**TESIS:**

**"FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON  
PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA  
CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"**

*Ensayos al Concreto Fresco*

**SOLICITANTE:**

**BACH. BRYNNER RUSSELL MAMANI CONDORI**

**SETIEMBRE DEL 2023**



	<b>ANCCOR S.A.C.</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Código	: BM SET 23
		Fecha de Emis	: SET 2023
		Páginas	: 1 de 1
		Realizado por	: C.A.
		Certificado N°	: N 224 - 23

**ENSAYOS AL CONCRETO FRESCO**

PROYECTO:	: "FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"
CLIENTE	: BACH. MAMANI CONDORI BRYNNER RUSSELL
UBICACIÓN	: CHIVAY - CAYLLOMA - AREQUIPA

ENSAYOS AL CONCRETO FRESCO	
FECHA DE ENSAYO	02/09/2023
DESCRIPCIÓN	FC 210 Kg/m <sup>2</sup>
MUESTRA	Convencional
CONTENIDO DE AIRE (%)	2.75
TEMPERATURA °C	16.5
HORA DE ENSAYO	10:30:00 a.m.
SLUMP(*)	3



ANCCOR S.A.C.  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

  
 Ing. Carlos A. Anccasi Rojas  
 Jefe de Laboratorio CIP, 148901





**ANCCOR S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**TESIS:**

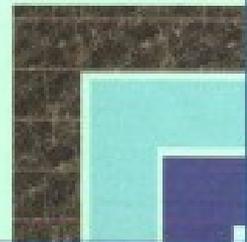
**"FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON  
PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA  
CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"**

*Resistencia a la Compresión*

**SOLICITANTE:**

**BACH. BRYNNER RUSSELL MAMANI CONDORI**

**SETIEMBRE DEL 2023**





**ANCCOR S.A.C.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Código N° : 001 8PT 23  
Fecha de Em. : 06/11/2023  
Páginas : 1 de 1  
Realizado por : C.A.  
Certificado N° : M 778 - 23

**ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**  
(N.T.P. 309.034)

PROYECTO : "FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCAPADO CON PEDRA LAJA PRESTA AL PAVIMENTO NEGRO EN LA CALLE 26 DE JULIO, CHIVAY,  
AREQUIPA 2023"  
CLIENTE : SACH MAMANI CONDOE BRYNER RUSSELL  
MUESTRA : CONVENCIONAL  
CLAS DE MAT. : CONCRETO

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA								RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN									
N°	MUESTRO PROBETA			f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>	Ø <sub>prom</sub> cm	H <sub>prom</sub> cm	AREA cm <sup>2</sup>	ENSAJO ROTURA			PROMEDIO		FALLA				
	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA					FECHA	EDAD	LECTR (kg)	f <sub>ce</sub>	f <sub>cr</sub>		%			
1	M-1	02-09-23	PROBETA DISEÑO CONVENCIONAL	210	10.0	20.2	78.54	09-09-23	7	11,930 Kg	152	153	73	3			
	M-2									12,020 Kg	153						
	M-3									12,070 Kg	153						
	M-4							10.0	20.2	78.54	16-08-23	14	15,310 Kg	196	196	93	5
	M-5							10.0	20.3	78.54			15,420 Kg	196			
	M-6							10.0	20.2	78.54			15,360 Kg	196			
	M-7							10.0	20.0	78.54	30-09-23	28	17,630 Kg	224	225	107	5
	M-8							10.0	20.0	78.54			17,710 Kg	225			
	M-9							10.0	20.1	78.54			17,530 Kg	224			

**GRÁFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO**

TIPO DE ROTURA	1	2	3	4	5	6
	1	2	3	4	5	6



**ANCCOR S.A.C.**  
LAB. DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

*Ing. Carlos A. Anccor Rojas*  
Ing. Carlos A. Anccor Rojas  
Jefe de Laboratorio CIP, 148881

UG: 20608578189  
REGIÓN AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO  
ALFARA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES.  
D.F.: 974222748 - 1064162348  
anccor84@gmail.com



**ANCCOR S.A.C.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

 Código N° : 081 SET 23  
 Fecha de Emis. : SET 2023  
 Páginas : 1 de 1  
 Realizado por : C.A.  
 Certificado N° : M 248 - 33

**ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
 (N.T.P. 339.034)

 PROYECTO : FACILIDAD DEL PAVIMENTO BEMPALADO CON PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RIGIDO EN LA CALLE 28 DE JULIO, OSWAY, AREQUIPA 2023  
 CLIENTE : BACH, MARIAM CONDORI BRYNNER RUSSELL  
 MUESTRA : ADHERIDO PIEDRA LAJA H=5.0 CM (PROM) Y H=7.5 CM (PROM)  
 CLAS DE MAT. : CONCRETO

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA							RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
N°	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA	D <sub>prom</sub> cm	H <sub>prom</sub> cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	ENSAYO ROTURA				PROMEDIO		FALLA				
							FECHA	EDAD	LECT(kg)	f <sub>cc</sub>	f <sub>cr</sub>	%					
1	M-1	02-09-23	PROBETA ADHERIDO PIEDRA LAJA H=5.0 CM (PROM)	210	10.0	20.2	78.54	30-09-23	28	19.420 Kg	247	248	198	3			
	M-2				10.0	20.0	78.54		28	19.450 Kg	248			5			
	M-3				10.0	20.1	78.54		28	19.430 Kg	247			5			
	M-4				10.0	20.2	78.54		28	19.500 Kg	248			5			
	M-5				10.0	20.3	78.54		28	19.490 Kg	248			5			
2	M-6		02-09-23		PROBETA ADHERIDO PIEDRA LAJA H=7.5 CM (PROM)	210	10.0		20.2	78.54	30-09-23	28	22.745 Kg	290	290	138	5
	M-7						10.0		20.0	78.54		28	22.735 Kg	289			5
	M-8						10.0		20.0	78.54		28	22.720 Kg	289			5
	M-9						10.0		20.0	78.54		28	22.740 Kg	290			5
	M-10						10.0		20.1	78.54		28	22.750 Kg	290			3

**GRAFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO**

TIPO DE ROTURA	1	2	3	4	5	6


**ANCCOR S.A.C.**  
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

 Ing. Carlos A. Ancosi Rojas  
 Jefe de Laboratorio GIP 148851

 T: 2060578189  
 DIRECCIÓN: Av. GENERAL GÓRDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO  
 URLA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES,  
 T: 974222748 - (064)602348  
 BORSAD@GMAIL.COM




**ANCCOR S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**TESIS:**

**"FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON  
PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA  
CALLE 28 DE JULIO, CHIVAY, AREQUIPA 2023"**

***ENSAYO A LA FLEXIÓN***

**SOLICITANTE:**

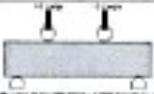
**BACH. BRYNNER RUSSELL MAMANI CONDORI**

**SETIEMBRE DEL 2023**



	<b>ANCCOR S.A.C.</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS		Código N° : 888 027 25 Fecha de Emis. : 02/11/2023 Páginas : 1 de 1 Realizado por : C.A. Certificado N° : N 226 - 23
---	---	--	--

**ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO**  
 (N.T.P. 339.078)

<b>PROYECTO</b> : "FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON PIEDRA LALA FRENTE AL PAVIMENTO RIGIDO EN LA CALLE 28 DE JULIO, CHIMAY, AREQUIPA 2023" <b>CLIENTE</b> : BACH. MAMAM CONDORI BRYNNER RUSSELL <b>MUESTRA</b> : CONVENCIONAL <b>CLAS DE MAT.</b> : CONCRETO	
--	---

N°	CÓDIGO	FECHA MUESTRO	ESTRUCTURA	USZ	N.T.	ANCHO	FECHA EDIFICIA	EDAD	USZKg	M8	M8 Acos	Zona de fractura
1	M-1	02-09-23	VIGA CONVENCIONAL	30	10.0	10.00	09-09-23	7	350 Kg	23	24	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
	M-2			30	10.0	10.00			375 Kg	26		
	M-3			30	10.0	10.00	16-09-23	14	490 Kg	30	29	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
	M-4			30	10.0	10.00			565 Kg	27		
	M-5			30	10.0	10.00	23-09-23	28	1270 Kg	36	35	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
	M-6			30	10.0	10.00			1150 Kg	35		


**ANCCOR S.A.C.**  
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS  
  
 Ing. Carlos A. Ancasti Rojas  
 Jefe de Laboratorio CIR. 148881

0608578189  
 SN: Av. GENERAL GONDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO  
 DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES.  
 74222748 - (064)602348  
 SAC@GMAIL.COM





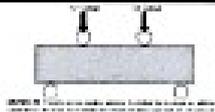
**ANCCOR S.A.C.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Código N° : 004 001 20  
 Fecha de Emis. : 05/07/2020  
 Páginas : 1 de 1  
 Realizado por : G.A.  
 Certificado N° : 00 049 - 20

**ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA FLECCIÓN DE VIGAS DE CONCRETO**  
 (N.T.P. 338 078) ASTM C78

**PROYECTO** : "FACTIBILIDAD DEL PAVIMENTO ENCHAPADO CON PIEDRA LAJA FRENTE AL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE 26 DE JULIO, CHIVAY, AREGUÑA 2007"  
**CLIENTE** : SACH. MAMANI CONDORI BRYNNER RUSSELL  
**MUESTRA** : ADHERIDO PIEDRA LAJA 11x4.5 CM (PR0M) Y 11x7.5 CM (PR0M)  
**CLAS DE MAT.** : CONCRETO



N°	CÓDIGO	FECHA MUESTRO	ESTRUCTURA	DIZ	ALT.	ANCHO	FECHA ROTURA	EDAD	UCI(kg)	MR	MR Prom	Zona de Fractura
1	M-1	03-09-23	VIGA ADHERIDO PIEDRA LAJA 11x4.5 CM (PR0M)	30	10.0	11.00	30-09-23	28	2,400 Kg	77.8	71	CENTRO DEL TERCO
	M-2			30	10.0	11.00		28	2,390 Kg	71.7		CENTRO DEL TERCO
	M-3			30	10.0	11.00		28	2,360 Kg	71.4		CENTRO DEL TERCO
	M-4			30	10.0	11.00		28	2,350 Kg	70.3		CENTRO DEL TERCO
	M-5			30	10.0	11.00		28	2,350 Kg	71.9		CENTRO DEL TERCO
2	M-6	03-09-23	VIGA ADHERIDO PIEDRA LAJA 11x7.5 CM (PR0M)	30	10.0	11.00	30-09-23	28	2,720 Kg	81.6	82	CENTRO DEL TERCO
	M-7			30	10.0	11.00		28	2,730 Kg	81.9		CENTRO DEL TERCO
	M-8			30	10.0	11.00		28	2,720 Kg	81.8		CENTRO DEL TERCO
	M-9			30	10.0	11.00		28	2,700 Kg	81.0		CENTRO DEL TERCO
	M-10			30	10.0	11.00		28	2,710 Kg	81.3		CENTRO DEL TERCO

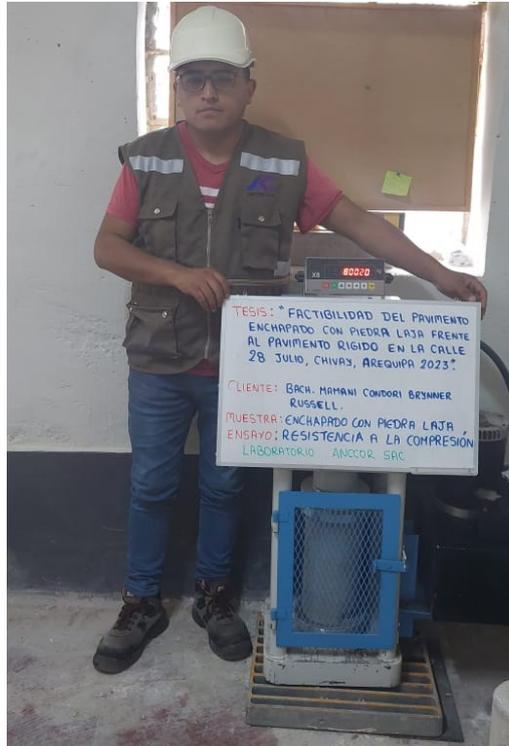


**ANCCOR S.A.C.**  
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

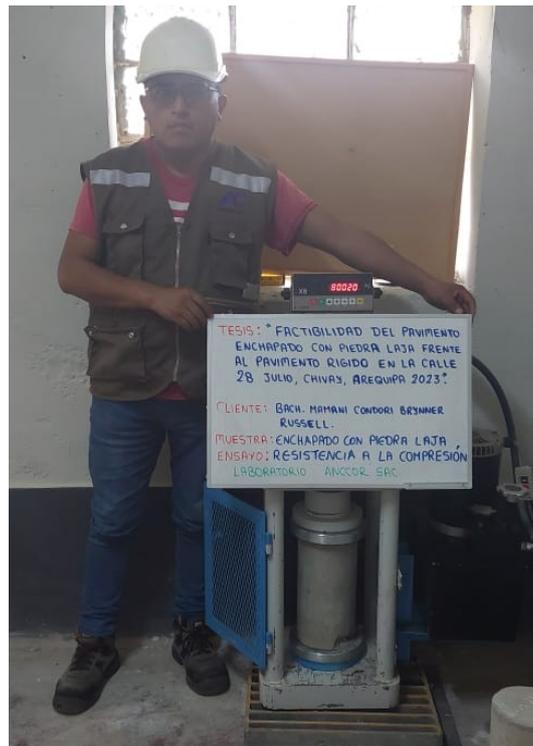
Ing. Carlos A. Ancozal Rojas  
 Jefe de Laboratorio C.R. 148861



## **PANEL FOTOGRÁFICO**



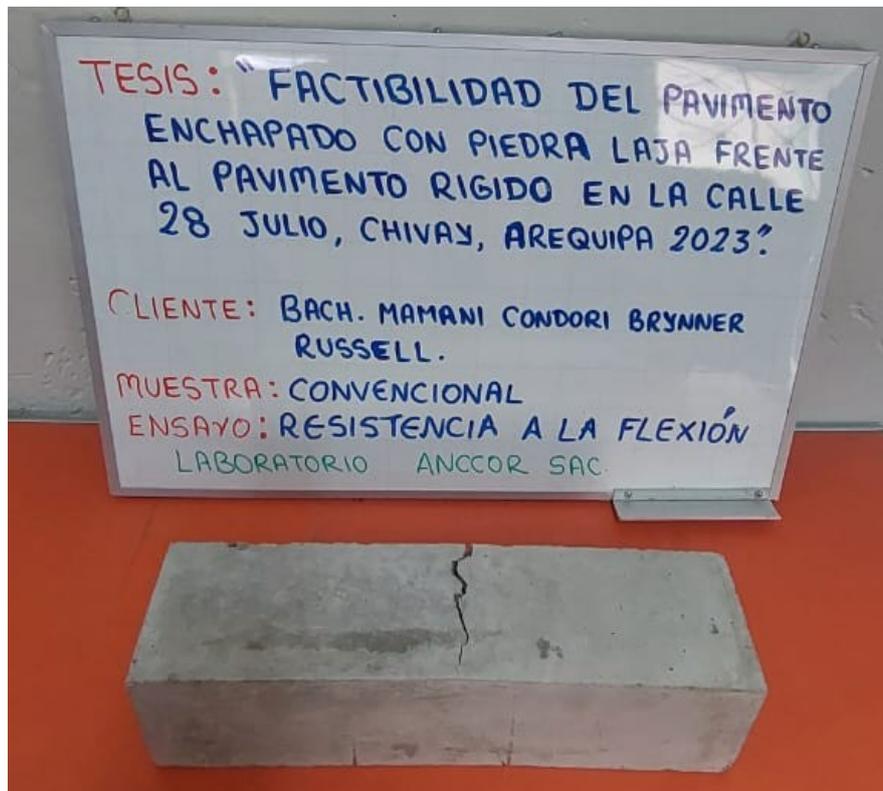
FOTOGRAFÍA 01: Se desarrolla el ensayo de la resistencia la Compresión para enchapado con piedra laja.



FOTOGRAFÍA 02: Enchapado con piedra laja ensayo de Resistencia a la Compresión.



FOTOGRAFÍA 03: Ensayo de Resistencia a la Compresión para pavimento Convencional.



FOTOGRAFÍA 04: Ensayo de Resistencia a la Flexión, pavimento convencional.



FOTOGRAFÍA 05: Ensayo de Resistencia a la Flexión, pavimento convencional.



FOTOGRAFÍA 06: Ensayo de resistencia a la Flexión, pavimento convencional.



FOTOGRAFÍA 07: Ensayo de Resistencia a la Flexión pavimento convencional.



FOTOGRAFÍA 08: Peso unitario de suelto y peso unitario compactado de Agregado grueso.



FOTOGRAFÍA 09: Peso unitario de suelto y peso unitario compactado de Agregado grueso.



FOTOGRAFÍA 10: Gravedad Específica Agregado Fino.



FOTOGRAFÍA 11: Ensayo Granulométrico pavimento convencional.



FOTOGRAFÍA 12: Piedra laja de cantera.



FOTOGRAFÍA 13: Visita a la cantera para verificación de piedra laja.



FOTOGRAFÍA 14: Visita a la cantera para verificación de piedra laja.



FOTOGRAFÍA 15: Cantera de piedra laja.



FOTOGRAFÍA 16: Elección de piedras.



FOTOGRAFÍA 17: Elección de piedras para ensayos.



FOTOGRAFÍA 18: Visita de pavimentos existentes con piedra laja.



**23 sept 2023 14:11:06**

FOTOGRAFÍA 19: Visita de pavimentos existentes con piedra laja.



**23 sept 2023 14:12:39**

FOTOGRAFÍA 20: Visita de pavimentos existentes con piedra laja.

