



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO**

**RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE DEL  
CAMINO VECINAL EMP. AP-102 (UMACA) - CHINCHEROS PERÚ -2022**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. CENTENO FLORES, Edwin**

**ASESOR:**

**MG. JULIO EDGAR ZAPATA CHIROQUE**

**(ORCID: 0000-0001-5701-708X)**

**LIMA - PERÚ**

**2022**

## DEDICATORIA

A Dios.

Por darme la vida y darme una vida saludable en donde gracias a eso pude cumplir mis objetivos, metas y estar donde me encuentro en esos momentos, siempre no olvidándome de la familia que también me brindaron todo lo que pudieron al darme su apoyo de muchas circunstancias.

## **AGRADECIMIENTO**

El agradecimiento va dirigido hacia la Universidad Alas Peruanas en especial a la facultad de ingeniería civil por abrirme las puertas y hacer cumplir mi objetivo.

A mis padres que desde mis cimientos de mi desarrollo me cuidaron, me dieron una educación en donde se vive de los valores.

A mi querida madre que sé que te llegara hasta el cielo donde te encuentras con los ángeles, sé que en este mundo no existe y no hay nada comparable a una madre.

A mi familia que son el motor y motivo de seguir adelante en este mundo en donde la situación actual ya no es igual comparado con lo antes en muchas circunstancias, a eso solo nos queda seguir remando el barco hacia adelante y de los errores aprender.

## RESUMEN

En el presente trabajo de suficiencia profesional se plantea el mejoramiento de la sub rasante con concreto reciclado de los caminos vecinales del centro poblado de Umaca distrito de Ocobamba – Chincheros.

Se plantea el uso de este material de concreto reciclado en un 50 % para así cumplir con los parámetros de granulometría, gradación, absorción y otras propiedades, que según los rangos de EG-2000 Y ASTM 1241 deben cumplir para ser reconocidos como material de préstamo para el mejoramiento de la sub base y base de una carretera.

Al determinar las propiedades mecánicas del concreto reciclado y cumpliendo con los parámetros que indica la norma técnica desarrollado en laboratorio "GEOCON S.AC." Se procedió a desarrollar el CBR y determinar la capacidad resistente de la mezcla al 50 % del material reciclado y el otro de cantera llegando a un CBR 100% = 63%

Con un Proctor modificado que al relacionar el contenido de humedad de 7.23% y la máxima densidad seca en 2.16 g/cm<sup>3</sup> esta obtendría el grado de compactación óptima para este tipo de carreteras.

Palabras claves: mejoramiento, sub base, capacidad resistente, CBR y Proctor

## **ABSTRACT**

In the present work of professional sufficiency, the improvement of the subgrade with recycled concrete of the local roads of the town of Humaca, district of Ocobamba – Chincheros is proposed.

The use of 50% recycled concrete material is proposed in order to comply with the parameters of granulometry, gradation, absorption and other properties, which according to the EG-2000 and ASTM 1241 ranges must be met in order to be recognized as borrow material for the improvement of the subbase and base of a road. When determining the mechanical properties of the recycled concrete and complying with the parameters indicated in the technical standard developed in the "GEOCON S. AC." laboratory We proceeded to develop the CBR and determine the resistant capacity of the mixture with 50% recycled material and the other 50% quarry material, arriving at a CBR 100%=63% With a modified Proctor that when relating the moisture content of 7.23% and the maximum dry density of 2.16 g/cm<sup>3</sup> would obtain the optimum degree of compaction for this type of road.

Key words: improvement, unterbau, bearing capacity, CBR and Proctor.

## INTRODUCCIÓN

Los materiales obtenidos por la trituración de elementos estructurales “concreto reciclado”, se puede reutilizar como una alternativa de mejoramiento de material de préstamo en la sub base y base de una carretera, esto genera un método alternativo para dar solución a los problemas de impacto ambiental que generan al demoler estructuras de concreto como lozas, pavimentos rígidos, viviendas etc.

Con respecto al concreto reciclado en nuestro país se está empezando implementar lugares de acopio y a concientizar a los peruanos sobre los posibles usos de este material, poniendo como alternativa de sustitución en un 50% del material para el uso en el mejoramiento de las sub bases en carreteras arcillosas limosas etc., por todo ello podemos observar que en la región de Apurímac se viene tratando de acopiar en algunas chancadoras y llevarlo a las trituradoras para así llevarlos a laboratorio y ser analizados mediante ensayos pudiendo así determinar que se encuentran dentro de los lineamientos de la norma (NTP).

En cuanto a los resultados obtenidos bajo ensayos de laboratorio y esta cumplan con los rangos permitidos en la norma técnica se procederá a elaborar con una mezcla del 50% de material de concreto reciclado y de cantera el CBR y Proctor modificado para así poder determinar su capacidad resistente de este nuevo tipo de material para el mejoramiento de la sub base de suelos arcillosos limosos etc. Cuyo desarrollo de estos ensayos se determinará en el proceso de elaboración de este trabajo.

La cual propone integrar a un 50% material proveniente de concreto reciclado triturado para mejoramiento de la sub rasante de los caminos vecinales en el sector de hamaca, en respuesta favorable del impacto ambiental y reduciendo la explotación de canteras.

## ÍNDICE GENERAL

|                                           |            |
|-------------------------------------------|------------|
| <b>DEDICATORIA II</b>                     |            |
| <b>AGRADECIMIENTO .....</b>               | <b>III</b> |
| <b>RESUMEN IV</b>                         |            |
| <b>ABSTRACT V</b>                         |            |
| <b>INTRODUCCIÓN .....</b>                 | <b>VI</b>  |
| <b>CAPÍTULO I 10</b>                      |            |
| GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....         | 10         |
| Antecedentes de la empresa .....          | 10         |
| Perfil de la empresa .....                | 10         |
| Actividades de la empresa.....            | 10         |
| 1.3.1. Misión.....                        | 10         |
| 1.3.2. Visión .....                       | 10         |
| 1.3.3. Objetivo .....                     | 11         |
| <b>CAPÍTULO II 11</b>                     |            |
| REALIDAD PROBLEMÁTICA.....                | 11         |
| 2.1. Realidad problemática.....           | 11         |
| 2.2. Formulación del problema.....        | 12         |
| 2.2.1. Problema general.....              | 12         |
| 2.2.2. Problemas específicos .....        | 13         |
| 2.3. Objetivos del proyecto.....          | 13         |
| 2.3.1 Objetivo general .....              | 13         |
| 2.3.2 Objetivos específicos .....         | 13         |
| 2.4. Justificación.....                   | 14         |
| 2.5. Limitantes de la investigación ..... | 14         |
| <b>CAPÍTULO III 16</b>                    |            |
| <b>DESARROLLO DEL PROYECTO .....</b>      | <b>16</b>  |

|          |                                                                                                                                                                                                                              |           |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.1      | Descripción y diseño del proceso desarrollado.....                                                                                                                                                                           | 16        |
| 3.1.1.   | Requerimientos .....                                                                                                                                                                                                         | 16        |
| 3.1.2.   | Cálculos .....                                                                                                                                                                                                               | 19        |
| 3.1.2.1. | Analizar El Material Concreto Reciclado.....                                                                                                                                                                                 | 19        |
| 3.1.2.2. | Análisis De Las Propiedades Mecánicas Concreto Reciclado<br>Triturado 21                                                                                                                                                     |           |
| 3.1.2.3. | NUEVO MATERIAL DE PRÉSTAMO AL 50% DE CONCRETO<br>RECICLADO Y 50 % MATERIAL DE PRÉSTAMO SEGÚN EL ENSAYO.<br>ESTÁNDAR. DE CLASIFICACIÓN ASTM D4318 / NTP 339.128 - AASHTO M<br>147 - / NTP 339.129 - ASTM D1241 ASTM D422..... | 28        |
| 3.1.2.4. | Determinación De Los Limites De Consistencia ASTM D4318 / NTP<br>339.129 29                                                                                                                                                  |           |
| 3.1.2.5. | Clasificación. De los Suelos AASHTO. 1971 y SUCS. ....                                                                                                                                                                       | 30        |
| 3.1.2.6. | CBR ASTM D1883 / NTP 339.145 al 50% Concreto Reciclado<br>Triturado Y 50% De Material préstamo De Cantera.....                                                                                                               | 31        |
| 3.1.2.7. | Proctor Modificado (ASTM D-1557) / NTP 339.141.....                                                                                                                                                                          | 34        |
|          | <b>TABLA N° 17. CALCULO DE PROCTOR MODIFICADO.....</b>                                                                                                                                                                       | <b>34</b> |
| 3.1.3.   | DIMENSIONAMIENTO .....                                                                                                                                                                                                       | 35        |
| 3.1.4.   | EQUIPOS UTILIZADOS.....                                                                                                                                                                                                      | 36        |
| 3.1.5.   | Conceptos básicos.....                                                                                                                                                                                                       | 37        |
|          | Estructura .....                                                                                                                                                                                                             | 38        |
| 3.1.6.   | Elementos y funciones .....                                                                                                                                                                                                  | 38        |
| 3.1.7.   | Planificación del proyecto.....                                                                                                                                                                                              | 40        |

## **CAPITULO IV 42**

|                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>DISEÑO METODOLÓGICO.....</b>                                           | <b>42</b> |
| 4.1 Tipo y diseño de investigación .....                                  | 42        |
| 4.2 Método de investigación.....                                          | 43        |
| 4.3 Población y muestra.....                                              | 43        |
| 4.3.1 Población .....                                                     | 43        |
| 4.3.2 Muestra .....                                                       | 43        |
| 4.4 Lugar de estudio .....                                                | 43        |
| 4.5 TÉCNICA E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA<br>INFORMACIÓN ..... | 46        |
| 4.6 Análisis y Procesamiento. ....                                        | 46        |

## **CAPÍTULO V 47**

|                                                     |           |
|-----------------------------------------------------|-----------|
| <b>CONCLUSIONES SEGÚN OBJETIVOS PLANTEADOS.....</b> | <b>47</b> |
|-----------------------------------------------------|-----------|

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| <b>REFERENCIAS .....</b> | <b>49</b> |
|--------------------------|-----------|

## **CAPÍTULO VI 51**

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| <b>GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b> | <b>51</b> |
|-----------------------------------|-----------|

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| <b>CAPÍTULO VII: ÍNDICES.....</b> | <b>52</b> |
|-----------------------------------|-----------|

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| <b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b> | <b>52</b> |
|------------------------------|-----------|

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b> | <b>53</b> |
|--------------------------------|-----------|

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| <b>CAPÍTULO VIII: ANEXOS .....</b> | <b>54</b> |
|------------------------------------|-----------|

# **CAPÍTULO I**

## **GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

### **Antecedentes de la empresa**

CONSTRUCTORA MLS empresa comprometida con:

La satisfacción de los clientes, que necesitan el servicio de consultoría y ejecución de obras civiles y afines, basándose con la normatividad y reglamentación legal aplicable brindando atención a los requerimientos de nuestros clientes.

### **Perfil de la empresa**

Constructora MLS S.A.C., entidad que se enfoca brindar calidad de los servicios y productos que ofrece a sus cliente, es decir, planea, controla y mejora, importantes aspectos que influyen en la satisfacción del cliente y el logro de los resultados deseados por la empresa.

### **Actividades de la empresa**

#### **1.3.1. Misión**

La empresa constructora es colaborar de manera proactiva en el desarrollo de nuestro país, del mundo con la más minuciosa atención y cumpliendo minuciosamente con las necesidades de los clientes.

Desarrollando proyectos y construcciones con los mejores estándares de calidad, seguridad y puntualidad.

#### **1.3.2. Visión**

Ser la empresa líder en la consultoría y construcción, reconocida por su capacidad, calidad y cumplimiento con las normas de seguridad; utilizando procedimientos

innovadores en la ejecución de obras confortables, proporcionando mejores estándares de vida para la población que confían en nosotros.

### **1.3.3. Objetivo**

El empresa CONSTRUCTORA MLS S.A.C. tiene como objetivo la Certificación en el Sistema Integrado de Gestión, estableciendo la mejora continua en el desarrollo y ejecución de los proyectos, buscando no solo la mejora de la organización sino el confort de nuestros profesionales y personal de apoyo (Calificados y no Calificados).

## **CAPÍTULO II**

### **REALIDAD PROBLEMÁTICA**

#### **2.1. Realidad problemática**

El hormigón es el principal material de construcción en todo el mundo y el más utilizado en todo tipo de obras de ingeniería civil. Entre los ingredientes para el concreto, los agregados, es decir, materiales granulares inertes como arena, piedra triturada o grava, forman la mayor parte. En los últimos años, debido a la extracción continua a gran escala, el uso de agregados de recursos naturales ha sido cuestionado a nivel internacional. Esto se debe principalmente al agotamiento de los agregados primarios de calidad y una mayor conciencia de la protección del medio ambiente. Por lo tanto, el uso de áridos reciclados de residuos de construcción y demolición (residuos de C&D) en hormigón está ganando impulso en estos días. El concreto agregado reciclado puede convertirse en la necesidad del día en los años venideros.

En todo el mundo, las ciudades generan alrededor de 1.300 millones de toneladas de residuos sólidos por año. Los materiales de construcción representan aproximadamente

la mitad de todos los materiales utilizados y aproximadamente la mitad de los desechos sólidos generados en todo el mundo. Los residuos, generados en las fases de construcción, mantenimiento, reparación y eliminación de un edificio, se denominan residuos de construcción y demolición (C&D). El manejo de los desechos de C&D es un problema que enfrentan no solo en Perú sino también por la comunidad global y la cantidad de desechos producidos ocupa una fracción enorme de la generación total de desechos sólidos en masa. Además, una conciencia ambiental continua instiga la presión para la reutilización de materiales de construcción en lugar de clasificarlos como materiales de desecho.

El uso de material de desecho de la construcción como agregado para desarrollar un nuevo producto de concreto es técnicamente viable y, en algunas circunstancias, puede ser beneficioso para el medio ambiente. La reciente iniciativa del gobierno municipal de Andahuaylas para detener la extracción de arena insiste en la necesidad de reciclar, reutilizar y sustituir los agregados naturales para garantizar la sostenibilidad del medio ambiente. Este trabajo de investigación tiene como objetivo hacer uno de esos experimentos donde los agregados reciclados se producen a partir de desechos de C&D, por lo que allana el camino para la gestión efectiva de los desechos de hormigón.

## **2.2. Formulación del problema**

### **2.2.1. Problema general**

¿Cómo se puede determinar las propiedades mecánicas del concreto reciclado para el mejoramiento de la sub rasante del camino vecinal emp. ap-102 (Umaca) - chincheros Perú -2022

### **2.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cómo se puede utilizar el concreto reciclado en el mejoramiento de la sub rasante del camino vecinal emp. ap-102 (Umaca) - Chincheros Perú -2022?
- ¿En qué manera contribuye las propiedades Mecánicas del concreto reciclado en el mejoramiento de la sub rasante del camino vecinal emp ap-102 (umaca) - chincheros Perú -2022?
- ¿Cómo preparar el nuevo material de préstamo para mejoramiento de la sub rasante del camino vecinal del camino vecinal emp. ap-102 (Umaca) - chincheros Perú -2022?

### **2.3. Objetivos del proyecto**

#### **2.3.1 Objetivo general**

Determinar las propiedades mecánicas del concreto reciclado, para usarlo en el mejoramiento de la sub rasante del camino vecinal emp. ap-102 (Umaca) - chincheros Perú -2022

#### **2.3.2 Objetivos específicos**

- Utilizar el concreto reciclado y triturado, producido en plantas de chancado para usarlo en el mejoramiento de la sub rasante del camino vecinal emp. ap-102 (Umaca) - chincheros Perú -2022
- Determinar las propiedades mecánicas del concreto reciclado triturado para usar en el mejoramiento de la sub rasante del camino vecinal emp. ap-102 (Umaca) - chincheros Perú -2022

- Determinar el nuevo material de préstamo con concreto reciclado para el mejoramiento de la sub rasante del camino vecinal emp. ap-102 (Umaca) - chincheros Perú -2022

## **2.4. Justificación**

Este estudio se justifica como una forma eficaz de reducir los vertederos y los costes asociados y de evitar la contaminación del suelo en la provincia de Chincheros. Asimismo, se justifica teóricamente por ser un proyecto de tesis que servirá de modelo para futuros trabajos de investigación referidos a las variables que desarrollaremos, de manera práctica porque existe la necesidad e importancia de evaluar el concreto reciclado con escombros como alternativa mejoramiento del suelo a nivel de sub rasante, se hace conveniente, por ser, el concreto reciclado con escombros, como una alternativa de mejoramiento del suelo a nivel de sub rasante, además de cubrir infinidad de necesidades de infraestructura en el distrito de Andahuaylas, asimismo para futuros proyectos de infraestructura, socialmente beneficiará a los pobladores del distrito de Andahuaylas y en la zona de influencia de la ejecución del proyecto, a su vez la presente investigación servirá metodológicamente como una guía para generar vías sostenibles en el distrito de Andahuaylas, asimismo para futuros proyectos de infraestructura para obras civiles en zonas andinas del Perú.

## **2.5. Limitantes de la investigación**

### **Limitación de Recursos**

La investigación demanda inversión y gasto económico ya sea para buscar información y acceder a ellas, traslado entre otras.

### **Limitación de acceso a la Información**

No se cuenta con muchos referentes bibliográficos, tal vez porque se trata de temas relativamente nuevos y, por lo tanto, hubo que recurrir a diferentes fuentes. Así mismo acceder a la información por parte de las enfermeras, es

un poco complicado ya que algunas de ellas no desean participar aduciendo la poca disponibilidad de tiempo que poseen.

### **Limitación de Tiempo**

Existe limitación de tiempo, ya que de manera simultánea se realizan otras actividades relacionados con la ingeniería, que no han permitido la dedicación de manera exclusiva al desarrollo del proyecto.

## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL PROYECTO

#### 3.1 Descripción y diseño del proceso desarrollado

##### 3.1.1. Requerimientos

El MTC especifica que Los materiales granulares que se usan para conformar las capas de afirmado, sub base y base, deben de cumplir con los parámetros de granulometría de la tabla N° 02

Una de las propiedades importantes de los agregados es la gradación, esta determina La Dureza, la Estabilidad, la Durabilidad, la Permeabilidad, la Trabajabilidad, la Resistencia A La Fatiga, la Resistencia Al Rozamiento, Y la Resistencia A La Humedad. De esta manera, la gradación es la primera consideración para determinar la capacidad resistente de un suelo

Según EG-2000 La granulometría para la sub base y base debe cumplir con lo dispuesto en las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, Oficina de Control de Calidad. En la tabla 3.1 determinan rangos máximos y mínimos para materiales de afirmado.

TABLA N° 1. Ensayos de los materiales “Calidad”

| ENSAYO.                       | Sub base. | Base Granular. | Afirmado. | Asfalto. |        |
|-------------------------------|-----------|----------------|-----------|----------|--------|
|                               |           |                |           | Piedra.  | Arena. |
| Análisis Granu. por Tamizado. | ✓         | ✓              | ✓         | ✓        | ✓      |
| Límites de Consistencia.      | ✓         | ✓              | ✓         |          |        |
| Equivalente de Arena.         | ✓         | ✓              | ✓         |          | ✓      |
| P. E. y Absorción.            |           |                |           | ✓        | ✓      |

|                                             |   |   |   |   |   |
|---------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| P. u. suelto.                               |   |   |   | ✓ | ✓ |
| p. u. varillado.                            |   |   |   | ✓ | ✓ |
| Abrasión (prueba de los ángeles)            | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |   |
| Proctor Modificado.                         | ✓ | ✓ | ✓ |   |   |
| capacidad resistente CBR                    | ✓ | ✓ | ✓ |   |   |
| % de las caras fracturadas.                 | ✓ | ✓ |   | ✓ |   |
| % de las partículas chatas y las alargadas. | ✓ | ✓ |   | ✓ |   |
| Contenido de las impurezas orgánicas.       | ✓ | ✓ |   |   | ✓ |
| Contenido de las sales solubles totales.    | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Adherencia entre mallas N°3/8" y 1/4"       |   |   |   | ✓ |   |
| Riedel Weber según la norma a emplear.      |   |   |   |   | ✓ |
| Durabilidad.                                |   |   |   | ✓ | ✓ |

En la tabla 3.4 se muestra las especificaciones técnicas de los materiales que serán usados como afirmado, sub base y base.

**TABLA N° 2. Huso Granulométrico para Afirmado**

| Muestra. |                    | Afirmado. (% que pasa). |        |
|----------|--------------------|-------------------------|--------|
| Tamiz.   | Abertura.<br>(mm). | A-1                     | A-2    |
| 2".      | 50,000.            | 100.                    | --     |
| 1 ½".    | 37.500.            | 100.                    | --     |
| 1".      | 25,000.            | 90-100.                 | 100,0  |
| ¾".      | 19.000.            | 65-100.                 | 80-100 |
| 3/8".    | 9,500.             | 45-80                   | 65-100 |
| N°4.     | 4,750.             | 30-65                   | 50-85  |
| N°10.    | 2,000.             | 22-52                   | 33-67  |
| N°40.    | 0,425.             | 15-35                   | 20-45  |
| N°200.   | 0,075.             | 5-20                    | 5-20   |

*La EG-2000 y Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, Oficina de Control de Calidad Muestra las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras*

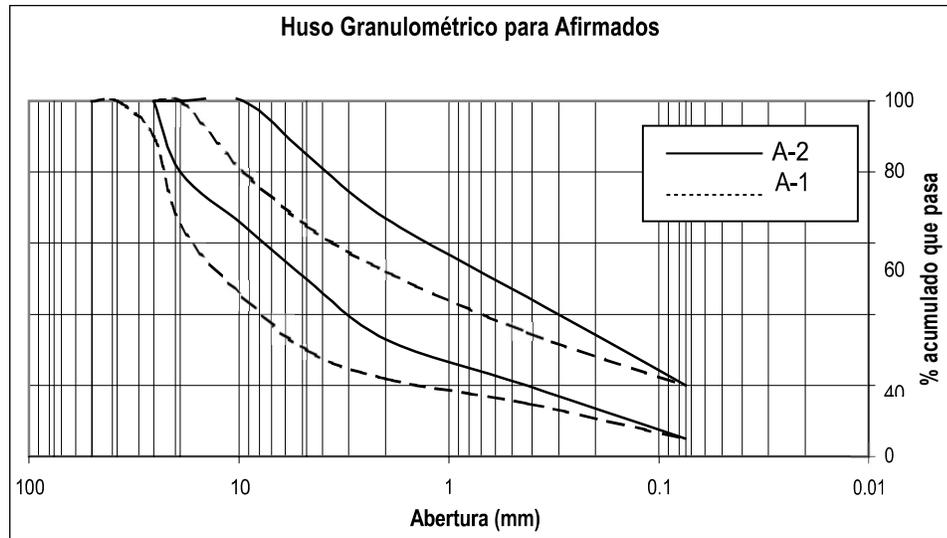


Figura N°1. Para materiales Granulares según el (MTC) la base y sub base los Rangos Granulométricos para los Materiales de Afirmado

Los materiales granulares para la base y sub base deben cumplir Las especificaciones técnicas y rangos granulométricos de materiales, según la norma ASTM D 1241 a ello se especifica que la norma fue revisada por última vez en 1994. En la tabla 3.2 muestra los parámetros de la granulométricas para materiales de sub base granular y base granular a ello el Ministerio de Transportes y Comunicaciones considero dentro de los parámetros en el año 2000. En la figura 3.2 se muestran las especificaciones gráficamente.

**TABLA N° 3. propiedades para materiales Sub-Base y Base**

| Tamiz. | Abertura.<br>(mm) | Porcentaje que pasa en peso.      |              |              |              |
|--------|-------------------|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|
|        |                   | Gradación <u>A</u> <sup>(1)</sup> | Gradación B. | Gradación C. | Gradación D. |
| 2".    | 50,000            | 100                               | 100          | -.-          | -.-          |
| 1".    | 25,000            | -.-                               | 75-95        | 100          | 100          |
| 3/8".  | 9,500.            | 30-65                             | 40-75        | 50-85        | 60-100       |
| N°4.   | 4,750.            | 25-55                             | 30-60        | 35-65        | 50-85        |
| N°10.  | 2,000.            | 15-40                             | 20-45        | 25-50        | 40-70        |
| N°40.  | 0,425.            | 8-20                              | 15-30        | 15-30        | 25-45        |
| N°200. | 0,075.            | 2-8                               | 5-15         | 5-15         | 8-15         |

*Standard Specification for Materials for Soil-Aggregate Subbase, Base and Surface Courses.*

ASTM D-1241-68 (Reapproved 1994); y

*Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG-2000, Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, Oficina de Control de Calidad: (1) la curva "gradación A" deberá emplearse en zonas con altitud mayor o igual a 3000 m.s.n.m.*

### **3.1.2. Cálculos**

#### **3.1.2.1. Analizar El Material Concreto Reciclado**

Se aprovecho el material proveniente de concreto reciclado cuyos residuos triturado en plantas de chancado para usar en un 50% de material de préstamo, se determinó que en la ciudad de chincheros Ocobamba existe zonas usadas como botadero en ellas se encuentra concreto reciclado proveniente de las viviendas en demolición, pistas y veredas. etc.



Figura N°2. Depósitos de concreto reciclado

Fuente: Propia



Figura N°3. Demolición de lozas plaza principal Andahuaylas “demolición de concreto”

Fuente: Propia

### 3.1.2.2. Análisis De Las Propiedades Mecánicas Concreto Reciclado Triturado

Para determinar las propiedades concreto reciclado ya sean mecánicas y físicas, se debe realizar la obtención de bajo muestras representativas y así dirigirnos a un laboratorio "INGEOLAB S.R.L." en la ciudad de chincheros, para ello se determinaron los ensayos a este material granular proveniente de la trituración en canteras y estas se presentan en las tablas según NTP. Por lo tanto, son favorables se encuentran dentro establecido como parámetros en las tablas 1, 2 y 3 que nos muestra la EG-2000 ello considera como material préstamo para el mejoramiento de la sub rasante en carreteras. Cuyos resultados detallaremos.

Se usa la técnica de cuarteo y se desarrolla el ensayo de Análisis granular mediante el tamizado a este material triturado, esta muestra presenta que, los porcentajes máximos y mínimos son favorables según la tabla: N° 2 y N° 3

**TABLA N° 4. Ensayo de Granulometría del concreto reciclado**

| MUESTRA      |                   | M-1                       |                            |                               |                              |                                         |           |
|--------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------|-----------|
| Tamiz.       | Abertura.<br>(mm) | Peso<br>Retenido.<br>(gr) | (%<br>Parcial<br>Retenido. | (%<br>acumulado.<br>Retenido. | (%<br>acumulado<br>que pasa. | Huso<br>Granulométrico.<br>NTP 400.037. |           |
|              |                   |                           |                            |                               |                              | (%<br>Mín                               | (%<br>Máx |
| 2"           | 50.000            | 0.0                       | 0.0                        | 0.0                           | 100.0                        | 100.0                                   | 100.0     |
| 1 1/2"       | 37.500            | 0.0                       | 0.0                        | 0.0                           | 100.0                        | 100.0                                   | 100.0     |
| 1"           | 25.000            | 0.0                       | 0.0                        | 0.0                           | 100.0                        | 95.0                                    | 100.0     |
| 3/4"         | 19.000            | 31.0                      | 2.0                        | 2.0                           | 98.0                         | 80.0                                    | 100.0     |
| 1/2"         | 12.500            | 997.0                     | 53.0                       | 55.0                          | 45.0                         | 25.0                                    | 60.0      |
| 3/8"         | 9.500             | 430.0                     | 23.0                       | 78.0                          | 22.0                         | 15.0                                    | 40.0      |
| N°4          | 4.750             | 385.0                     | 21.0                       | 99.0                          | 1.4                          | 0.0                                     | 10.0      |
| N°8          | 2.360             | 27.0                      | 1.0                        | 100.0                         | 0.0                          | 0.0                                     | 5.0       |
| N°16         | 1.180             | 0.0                       | 0.0                        | 100.0                         | 0.0                          | 0.0                                     | 0.0       |
| <b>TOTAL</b> |                   | <b>1870.0</b>             | <b>100.0</b>               |                               |                              |                                         |           |

Fuente: Propia.

Con el ensayo de granulometría podemos encontrar diversos resultados necesarios para determinar si el material es favorable o no y se muestra en las siguientes tablas:

**TABLA N° 5.** Características y resultados del concreto reciclado.

| CARACTERISTICAS                       | V. USUALES   | CALCULADO |
|---------------------------------------|--------------|-----------|
| Módulo finesa. (MF)                   | 5.5 - 8.5    | 7.23      |
| Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> ) | 2.4 - 2.8    | 2.62      |
| P. Uni. suelto (gr/cm <sup>3</sup> )  | 1300 - 1800  | 1595      |
| P. Uni. compacto gr/cm <sup>3</sup>   | 1400 - 1900  | 1615      |
| Humedad (H) (%)                       | 0.0 - 20     | 2.5%      |
| Absorción (%)                         | 0.2 - 4.0    | 0.10%     |
| Abrasión (Máquina Los Ángeles)        | Menor al 50% | 36.20%    |
| Tmn                                   |              | 1/2"      |

Fuente: Propia.

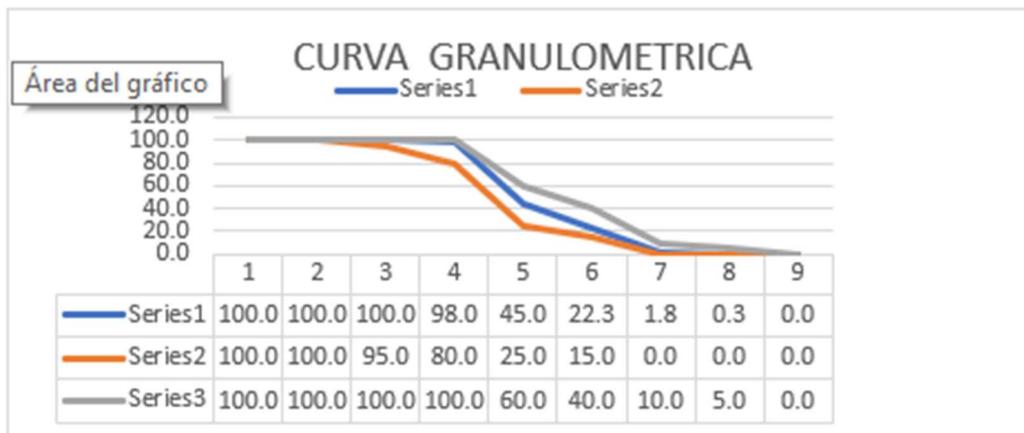


Figura N°4. Curva granulométrica del concreto reciclado

Fuente: Propia.

En las tablas 2, 3 y la figura 3 muestra en la curva granulométrica que el concreto reciclado muestra los porcentajes máximos y mínimos favorables para su uso según la Carreteras EG-2000 siempre y cuando estas cumplan parámetros emitidos en la norma citada.

mediante la prueba de los ángeles “ensayo de “gradación” se determina los cálculos de cantidades retenidos graduados se expresan en porcentajes, con ello podemos identificar el tipo de abrasión y uso por la tabla N° 4 cuya identificación es importante.

**TABLA N° 6. Gradación “prueba de los ángeles” a la muestra.**

| TIPO | TAMICES             | PESO<br>RETENIDO GR | No DE<br>ESFERAS | REV. | TIEMPO<br>MINIMO |
|------|---------------------|---------------------|------------------|------|------------------|
| A    | 1", ¾", ½" y        | 1250±10             | 12               | 500  | 17               |
| B    | ¾"                  | 2500±10             | 11               | 500  | 17               |
| C    | ½" y ¾"             | 2500±10             | 8                | 500  | 17               |
| D    | ¼" y No. 4<br>No. 8 | 5000                | 6                | 500  | 17               |

Fuente: NTP 400.019.

De la granulometría de este concreto reciclado como material de préstamo para mejoramiento de sub rasante indica que sus porcentajes retenidos y cantidades en los tamices de ½", 3/8" y 1/4" muestra que se existe la mayor cantidad retenida de este material de concreto reciclado es favorable para este uso.

**TABLA N° 7. Gradación (Los Ángeles).**

| TIPO DE<br>AGREGADO | REVOLUCIONES<br>N° | BILLAS<br>N° | P.<br>MUESTRA<br>ANTES DEL<br>ENSAYO | P. QUEDA<br>LUEGO<br>DEL<br>ENSAYO. | % PERDIDA<br>CORREGIDA |
|---------------------|--------------------|--------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| B                   | 500                | 11           | 5000                                 | 3192                                | 36.20%                 |

Fuente: Elaboración propia.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones en E 207-2000 recomienda que el ensayo de abrasión mediante la “prueba de los ángeles que determina la dureza del material” indica que no debe superar el 50%.

En el ensayo de abrasión nuestra muestra un 36.20% y esta es menor al 50% por lo cual indica que la muestra de concreto triturado reciclado está dentro de los rangos permitidos y se podrá usar en el mejoramiento de la sub rasante del camino vecinal.

Para realizar los ensayos de absorción y Gravedad específica de concreto reciclado usamos la ASTM D 1241 para el material granular en la que se determinara con los siguientes procedimientos:

La relación de temperatura estable de una masa y el aire con un material permeable, incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material libre de gas como el agua destilada se le determina El (Peso específico) de masa.

El procedimiento de “el Peso Específico de masa saturado superficialmente seco Pesss”: esta es similar al P.E. solo que se incluye el peso de los poros permeables Al determinar el P.E. aparente es la relación a una temperatura estable de masa en el aire dentro del volumen unitario de material, esta masa en el aire debe ser igual al volumen del agua destilada sin gas en la cual si el material es sólido el volumen es igual a la porción impermeable

En la que la tabla 5,6 y 7 la que muestra datos y los resultados de lo descrito para ser utilizados en el CBR y Proctor modificado.

**TABLA N° 8. Características del material reciclado Anexo D.**

| DATOS: MATERIAL CONCRETO RECICLADO        |             |       |
|-------------------------------------------|-------------|-------|
| P. s. al horno a 105 °C                   | A           | 467   |
| P. sss. de la muestra (sumergido al agua) | B           | 289   |
| P. m. s. superf. Seco (sss)               | C           | 500.  |
| P. m. sss + probeta + agua                | D           | 500   |
| Vol. de la Maestra reciclada              | F           | 211   |
| Vol. de la masa (muestra reciclada)       | G           | 178   |
| (%) Absorción.                            | $C-A*100/A$ | 7.10% |
| P. E. (Bulk) base seca.                   | A/F         | 2.21  |
| P. E. (Bulk) base saturada.               | C/F         | 2.37  |
| P. E. aparente base seca                  | A/G         | 2.62  |
| Absorción (%)                             | $C-A*100/A$ | 7.10% |

*Fuente: Elaboración propia.*

**TABLA N° 9. Resultados del concreto reciclado.**

| RESULTADOS DEL CONCRETO RECICLADO. |       |
|------------------------------------|-------|
| G. E. base seca (segun bulk)       | 2.21  |
| G. E. base saturada (segun bulk)   | 2.37  |
| G. E. aparente seca                | 2.62  |
| Absorción (%)                      | 7.07% |

*Fuente: Elaboración propia.*

Con respecto al concreto reciclado y el resultado del P. U. al comparar con el EG-2000 de carreteras la cual indica que el material granular se encuentra de los rangos 1500kg/m<sup>3</sup> a 1600kg/m<sup>3</sup>. Según estos resultados la muestra se encuentra favorable y dentro de los rangos permitidos u eta se pueda usar como material de mejoramiento de sub rasante al 50 %

**TABLA N° 10. P. U. suelto datos de ensayo.**

| DATOS ENSAYO PESO                              | AG     | MEDIDAS DEL MOLDE |        |
|------------------------------------------------|--------|-------------------|--------|
| UNITARIO SUELTO                                |        |                   |        |
| Pesos de la muestra seca al horno + molde (gr) | 9152   | altura=           | 17 cm  |
| Peso del molde (gr)                            | 4359   | diametrto=        | 15 cm  |
| Peso del muestra seca al horno (gr)            | 4793   | volumen           |        |
| Volm. del molde                                | 3004.1 | cm <sup>3</sup> = | 3004.1 |
| P. U. kg /cm <sup>3</sup>                      | 1595   |                   |        |

*Fuente: Elaboración propia.*

Al comparar los resultados de peso unitario del concreto reciclado con la Carreteras EG-2000 el P.U. compactado el material debe estar en un parámetro 1400.00 kg/m<sup>3</sup> a 1900.00 kg/m<sup>3</sup> cuyo resultado es 1595 kg/m<sup>3</sup> la cual cumple, esto puede ser que este material se encuentre con poros y cuya textura es favorable. Y esta se puede utilizar en

el mejoramiento de la sub rasante ene este tipo de carreteras y esta que se muestra tabla N° 10

**TABLA N° 11. Datos ensayo peso unitario varillado.**

| DATOS UNITARIO                                  | ENSAYO VARILLADO | PESO AG | MEDIDAS DEL MOLDE |        |
|-------------------------------------------------|------------------|---------|-------------------|--------|
| Pesos de la muestra seca al horno + molde en gr |                  | 8310    | altura=           | 17 cm  |
| P. del molde en gr                              |                  | 4359    | diametrto=        | 15 cm  |
| P. del material seca al horno gr                |                  | 3951    | volumen cm3=      | 3004.1 |
| Volm. del molde                                 |                  | 3004.1  |                   |        |
| P. U. kg/cm3                                    |                  | 1615    |                   |        |

*Fuente: Propia.*

**TABLA N° 12. Corrección de Contenido de humedad.**

| MUESTRA                     |                                                 | MUESTRA TOTAL |       |
|-----------------------------|-------------------------------------------------|---------------|-------|
| Recipiente N°               |                                                 | 1             | 2     |
| 1                           | Recipiente + Muestra Húmedo (1) (peso)          | 24.52         | 11.36 |
| 2                           | Recipiente + Muestra Seco (2) (peso)            | 91.70         | 75.92 |
| 3                           | Recipiente (3) (peso)                           | 89.98         | 74.32 |
| 4                           | Agua (1) - (2) (peso)                           | 1.72          | 1.60  |
| 5                           | Peso de la muestra seco (2) - (3)               | 65.46         | 62,96 |
| 6                           | Humedad (%) [ ( (1) - (2) / (2) - (3) ) ] * 100 | 2.63          | 2.54  |
| 7                           | Humedad (%)                                     | 2.63          | 2.54  |
| <b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b> |                                                 | <b>2.58</b>   |       |

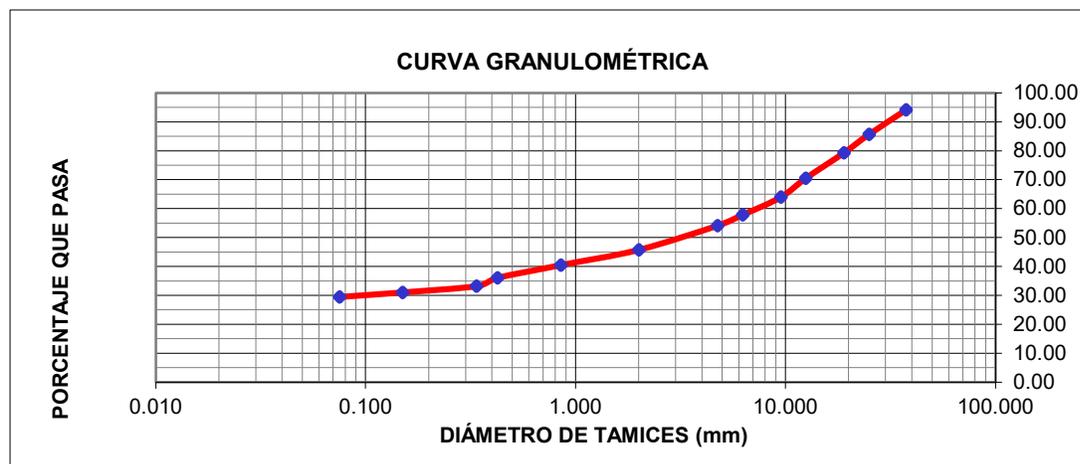
*Fuente: Propia.*

**3.1.2.3. NUEVO MATERIAL DE PRÉSTAMO AL 50% DE CONCRETO RECICLADO Y 50 % MATERIAL DE PRÉSTAMO SEGÚN EL ENSAYO ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN ASTM D4318 / NTP 339.128 - AASHTO M 147 - / NTP 339.129 - ASTM D1241 ASTM D422.**

**TABLA N° 13. Curva granulométrica**

| Muestra inicial  |               | 2256.0 gr Muestra lavada y secada |                      | 2132.0 gr     |        |
|------------------|---------------|-----------------------------------|----------------------|---------------|--------|
| TAMIZ<br>(Pulg.) | TAMIZ<br>(mm) | PESO<br>RET.<br>(gr.)             | PESO CORR.<br>(gr. ) | %RET.         | %PASA  |
| 2"               | 50.000        | 226.00                            | 226.00               | 10.02         | 100.00 |
| 1 1/2"           | 37.500        | 132.00                            | 132.00               | 5.85          | 94.15  |
| 1"               | 25.000        | 190.00                            | 190.00               | 8.42          | 85.73  |
| 3/4"             | 19.000        | 144.00                            | 144.00               | 6.38          | 79.34  |
| 1/2"             | 12.500        | 199.00                            | 199.00               | 8.82          | 70.52  |
| 3/8"             | 9.500         | 147.00                            | 147.00               | 6.52          | 64.01  |
| 1/4"             | 6.250         | 139.00                            | 139.00               | 6.16          | 57.85  |
| N°4              | 4.750         | 83.00                             | 83.00                | 3.68          | 54.17  |
| N°10             | 2.000         | 189.00                            | 189.00               | 8.38          | 45.79  |
| N°20             | 0.850         | 119.00                            | 119.00               | 5.27          | 40.51  |
| N°40             | 0.425         | 99.00                             | 99.00                | 4.39          | 36.13  |
| N°50             | 0.337         | 65.00                             | 65.00                | 2.88          | 33.24  |
| N°100            | 0.150         | 49.00                             | 49.00                | 2.17          | 31.07  |
| N°200            | 0.075         | 36.00                             | 36.00                | 1.60          | 29.48  |
| Cazuela          |               | 445.00                            | 439.00               | 19.46         |        |
| <b>TOTAL</b>     |               | <b>2262.00</b>                    | <b>2256.00</b>       | <b>100.00</b> |        |

**CURVA GRANULOMETRICA**



### 3.1.2.4. Determinación De Los Limites De Consistencia ASTM D4318 / NTP

339.129

TABLA N° 14. Calculo del límite líquido y plástico

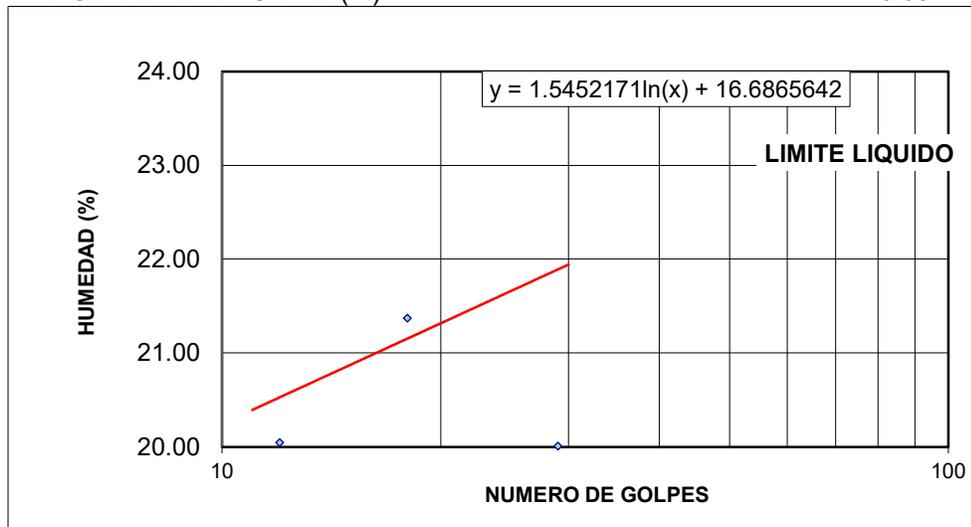
#### LIMITE LIQUIDO

| Muestra             | 1            | 2            | 3            | 4            |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| N° de Cápsula       | 1            | 2            | 3            | 4            |
| Caps + S. húmedo    | 42.83        | 47.25        | 46.55        | 45.80        |
| Caps.+ S. seco      | 40.33        | 43.95        | 42.50        | 42.62        |
| Agua                | 2.50         | 3.30         | 4.05         | 3.18         |
| Peso Cápsula        | 27.86        | 28.51        | 25.48        | 26.73        |
| Peso S. seco        | 12.47        | 15.44        | 17.02        | 15.89        |
| <b>% Humedad</b>    | <b>20.05</b> | <b>21.37</b> | <b>23.80</b> | <b>20.01</b> |
| <b>N° de golpes</b> | <b>12</b>    | <b>18</b>    | <b>25</b>    | <b>29</b>    |

#### LIMITE PLÁSTICO

| Muestra          | 1            | 2            | 3            | 4            |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| N° de Cápsula    | 1            | 2            | 3            | 4            |
| Caps + S. húmedo | 21.05        | 33.20        | 31.66        | 38.39        |
| Caps.+ S. seco   | 19.84        | 31.65        | 30.45        | 34.84        |
| Agua             | 1.21         | 1.55         | 1.21         | 3.55         |
| Peso Cápsula     | 11.43        | 16.30        | 22.05        | 16.30        |
| Peso S. seco     | 8.41         | 10.02        | 8.40         | 18.54        |
| <b>% Humedad</b> | <b>14.39</b> | <b>15.47</b> | <b>14.40</b> | <b>19.15</b> |

LIMITE LIQUIDO= 22.86 %  
 LIMITE PLASTICO= 16.83 %  
 INDICE DE PLASTICIDAD (%) = 6.03 %



### 3.1.2.5. Clasificación. De los Suelos AASHTO. 1971 y SUCS.

TABLA N° 15. Clasificación de tipo de suelo

| ITEM.                 | PROPIEDAD.                  | RESULTADO DE ENSAYOS. |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 01.01.                | % TAMIZ N°4                 | 54.17                 |
| 01.02.                | % TAMIZ N°10                | 45.79                 |
| 01.03.                | % TAMIZ N°40                | 36.13                 |
| 01.04.                | % TAMIZ N°100               | 31.07                 |
| 01.05.                | % TAMIZ N°200               | 29.48                 |
| 01.06.                | COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD. | NO TIENE.             |
| 01.07.                | COEFICIENTE DE CONCAVIDAD.  | NO TIENE.             |
| 01.08.                | (%) INDICE DE GRUPO.        | 0                     |
| 02.01.                | (%) LIMITE LIQUIDO.         | 23                    |
| 02.02.                | (%) LIMITE PLÁSTICO.        | 17                    |
| 02.02.                | (%) ÍNDICE DE PLASTICIDA.   | 6                     |
| CLASIFICACIÓN AASHTO. |                             | <b>A-1-a</b>          |
| CLASIFICACIÓN SUCS.   |                             | <b>GM.</b>            |

| grueso |       | finos               |
|--------|-------|---------------------|
| grava  | arena | <u>arcilla+limo</u> |
| 45.83  | 24.69 |                     |
| 70.52  |       | 29.48               |

CONCLUSION: El nuevo material de préstamo presenta la consistencia de ser una mezcla de fragmentos de concreto reciclado, piedra, arena y brava la cual tiene un color gris claro

CLASIFICADO: suelo gravo arenoso

**3.1.2.6. CBR ASTM D1883 / NTP 339.145 al 50% Concreto Reciclado Triturado Y 50% De Material préstamo De  
Cantera**

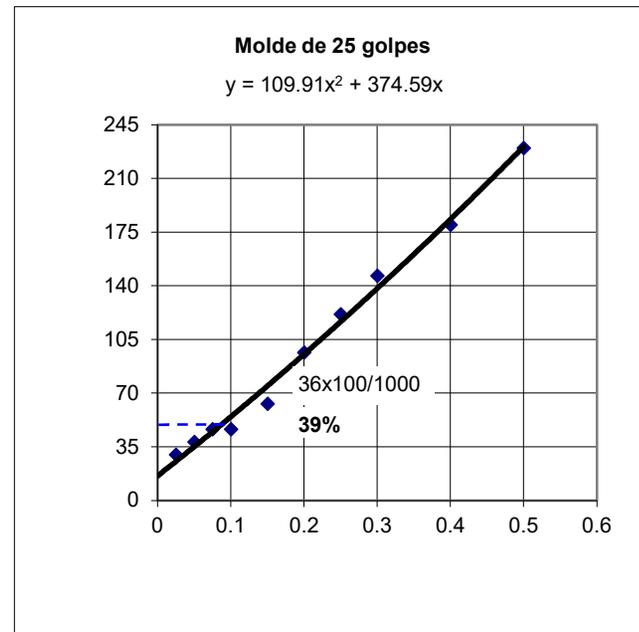
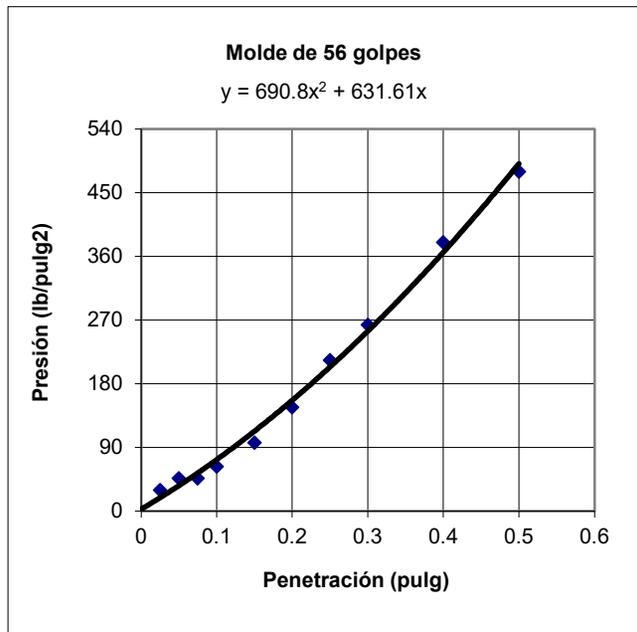
**TABLA N° 16. Calculo de CBR**

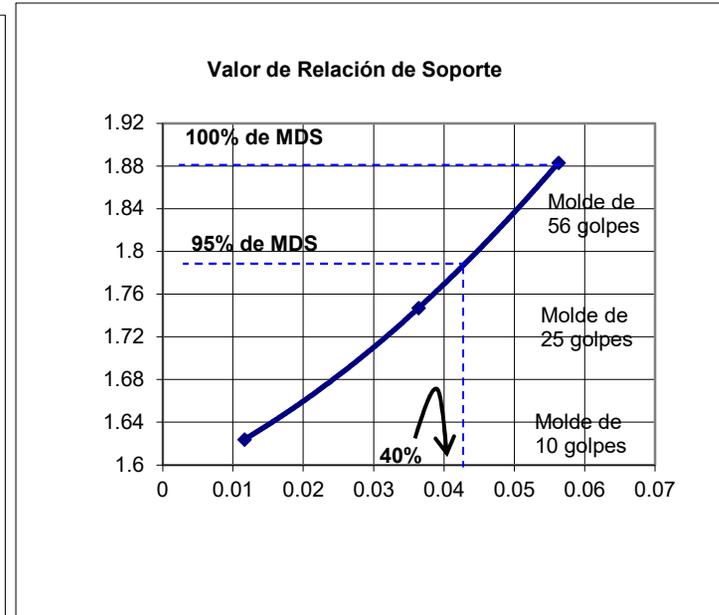
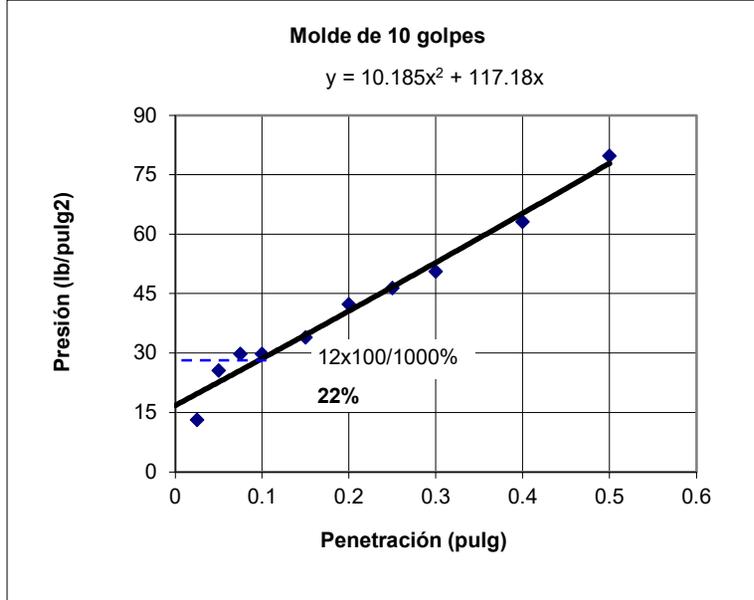
|                               |           |           |           |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Molde N°</b>               | <b>1</b>  | <b>2</b>  | <b>3</b>  |
| <b>Capas N°</b>               | <b>5</b>  | <b>5</b>  | <b>5</b>  |
| <b>N° de golpes por capa</b>  | <b>56</b> | <b>25</b> | <b>10</b> |
| contracción de la muestra     | saturada  | saturada  | saturada  |
| peso del molde + suelo húmedo | 9836.63   | 9360.93   | 9052.6    |
| peso del molde                | 5162.33   | 4903.23   | 4834.03   |
| volumen del molde             |           |           |           |
| peso del suelo húmedo         | 4676.96   | 4460.36   | 4221.26   |
| Densidad Húmeda.              |           |           |           |
| Densidad seca.                |           |           |           |
| <b>tara N.º</b>               |           |           |           |
| Peso de la tara               | 213.14    | 275.54    | 279.44    |
| tara + suelo húmedo           | 711.1     | 727.35    | 804.09    |
| tara + suelo seco             | 678.8     | 703.04    | 773.0     |
| peso del agua                 | 32.3      | 24.31     | 31.05     |
| peso del suelo seco           | 465.7     | 427.5     | 493.6     |
| % de humedad                  | 6.9%      | 5.7%      | 6.3%      |

| <b>EXPANSIÓN</b> |             |            |           |     |            |           |     |            |           |     |
|------------------|-------------|------------|-----------|-----|------------|-----------|-----|------------|-----------|-----|
| Fecha            | Hora        | Molde N° 1 |           |     | Molde N° 2 |           |     | Molde N° 3 |           |     |
|                  |             | Tiempo (H) | Expansión |     | Tiempo (H) | Expansión |     | Tiempo (H) | Expansión |     |
|                  |             |            | (mm)      | (%) |            | (mm)      | (%) |            | (mm)      | (%) |
| 18-nov-22        | 10:35 a. m. | 00:00      | 0.00      | 0.0 | 00:00      | 0.00      | 0.0 | 00:00      | 0.00      | 0.0 |
| 18-nov-22        | 10:35 a. m. | 24:00      | 1.62      | 1.4 | 24:00      | 1.90      | 1.6 | 24:00      | 2.36      | 2.0 |
| 18-nov-22        | 10:35 a. m. | 48:00      | 1.65      | 1.4 | 48:00      | 2.20      | 1.9 | 48:00      | 2.47      | 2.1 |
| 18-nov-22        | 10:35 a. m. | 72:00      | 1.24      | 1.1 | 72:00      | 2.26      | 1.9 | 72:00      | 2.50      | 2.1 |

| PENETRACIÓN.      |                          |            |              |          |            |             |          |            |             |          |
|-------------------|--------------------------|------------|--------------|----------|------------|-------------|----------|------------|-------------|----------|
| Penetración pulg. | Presión patrón lb/pulg2. | Molde N° 1 |              |          | Molde N° 2 |             |          | Molde N° 3 |             |          |
|                   |                          | Dial       | Correlación. |          | Dial       | Correlación |          | Dial       | Correlación |          |
|                   |                          |            | Lbs          | Lb/pulg2 |            | Lbs         | Lb/pulg2 |            | Lbs         | Lb/pulg2 |
| 0.025             |                          | 5          | 289          | 96       | 8          | 439         | 146      | 6          | 339         | 113      |
| 0.050             |                          | 8          | 439          | 146      | 12         | 639         | 213      | 8          | 439         | 146      |
| 0.075             |                          | 14         | 739          | 246      | 16         | 839         | 280      | 9          | 489         | 163      |
| 0.100             | 1000                     | 19         | 989          | 330      | 18         | 939         | 313      | 12         | 639         | 213      |
| 0.150             |                          | 35         | 1790         | 597      | 22         | 1139        | 380      | 14         | 739         | 246      |
| 0.200             | 1500                     | 55         | 2790         | 930      | 27         | 1389        | 463      | 18         | 939         | 313      |
| 0.250             |                          | 66         | 3340         | 1113     | 30         | 1539        | 513      | 19         | 989         | 330      |
| 0.300             |                          | 77         | 3890         | 1297     | 35         | 1790        | 597      | 20         | 1039        | 346      |
| 0.400             |                          | 100        | 5040         | 1680     | 38         | 1940        | 647      | 21         | 1089        | 363      |
| 0.500             |                          | 115        | 5790         | 1930     | 46         | 2340        | 780      | 21         | 1089        | 363      |

### CURVAS DE PENETRACIÓN:





$$0.95 \times 1.88 = 1.79$$

y del gráfico CBR (95%) = 40%

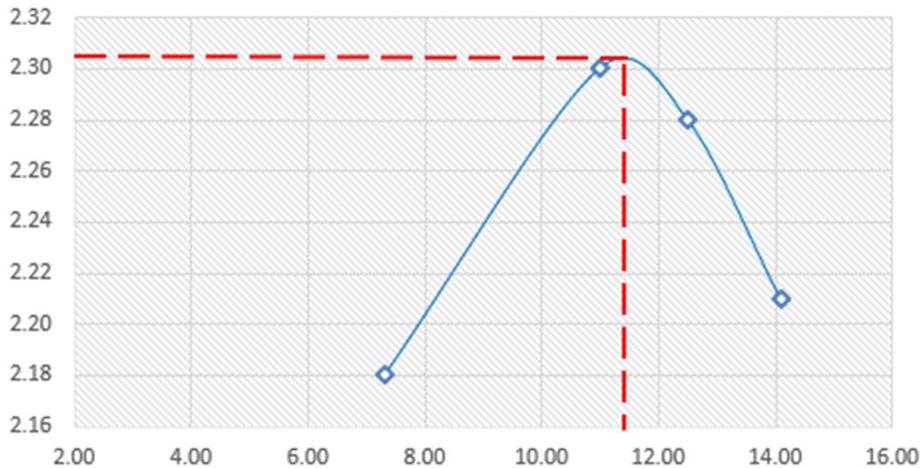
CBR (100%) = 63%

### 3.1.2.7. Proctor Modificado (ASTM D-1557) / NTP 339.141

TABLA N° 17. Calculo de Proctor Modificado

| ENSAYO N°                             | 1      | 2      | 3      | 4      |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| DETERMINACION DE DENSIDAD             |        |        |        |        |
| PESO DEL MOLDE+SUELO                  | 8,123  | 8,567  | 8,608  | 8,505  |
| PESO DEL MOLDE                        | 3,140  | 3,140  | 3,140  | 3,140  |
| PESO DEL SUELO COMPACTADO             | 4,983  | 5,427  | 5,468  | 5,365  |
| VOLUMEN DE MOLDE                      | 2,128  | 2,128  | 2,128  | 2,128  |
| DENSIDAD HUMEDA                       | 2.34   | 2.55   | 2.57   | 2.52   |
| DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD |        |        |        |        |
| RECIPIENTE N°                         | 1      | 2      | 3      | 4      |
| SUELO HUMEDO + RECIPIENTE             | 639.00 | 259.00 | 383.00 | 622.00 |
| SUELO SECO + RECIPIENTE               | 595.31 | 233.31 | 340.31 | 545.31 |
| PESO RECIPIENTE                       | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| PESO. DE AGUA                         | 43.69  | 25.69  | 42.69  | 76.69  |
| PESO DE SUELO SECO                    | 595.31 | 233.31 | 340.31 | 545.31 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD                  | 7.30   | 11.00  | 12.50  | 14.10  |
| DENSIDAD SECA                         | 2.18   | 2.30   | 2.28   | 2.21   |

### CURVA DE COMPACTACION



|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)       | 2.163 |
| OPTIMO DE CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 7.23  |

### 3.1.3. DIMENSIONAMIENTO

- Se determinó que las propiedades mecánicas del concreto reciclado pueden ser utilizados como alternativa en un 50% para mejoramiento de la sub rasante de los caminos vecinales, estas se ven reflejados en los resultados de las (Tablas N° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11) lo cual demuestra que se puede elaborar un nuevo material de préstamo con el 50% de material reciclado de concreto y el 50% de material préstamo de cantera
- Al recolectar material de concreto reciclado de diversos elementos estructurales como las demoliciones de viviendas pavimentos, lozas entre otros elementos estructurales y triturado en plantas “chancadoras” de acuerdo a la granulometría deseada y así facilitar la obtención de este nuevo material de préstamo para el mejoramiento de la sub rasante de los caminos vecinales
- Con el ensayo de granulometría se determinó que el concreto reciclado como se muestra las tablas N° 2 y 3 muestran que están dentro de los rangos de la norma Carreteras EG-2000, así mismo se desarrolló el ensayo de gradación con la máquina de los ángeles (tabla N°6 y 7) cumpliendo con lo que rige la norma ASTM D 1241 que no debe pasar del 50% del peso total, esta tubo un desgaste de 36.20%, juntamente a ello se realizó el ensayo de contenido de humedad expresado en % (tabla N° 12) de acuerdo a la norma ASTM D 1241 y se obtuvo resultados favorables y los ensayos de P. E. y absorción en % del concreto reciclado (tabla N° 8) de acuerdo a la norma ASTM D 1241 también dio resultados favorables de acuerdo a norma y también se desarrolló el ensayo de pesos unitarios (tabla N° 10 y 11) de cada agregado cumpliendo la norma ASTM D 1241 refleja resultados favorables dentro de los parámetros establecidos. finalmente se

determina que se puede sustituir el 50% del material de préstamo con el concreto reciclado para usar en el mejoramiento de la sub rasante de los caminos vecinales.

- Se determinó que el concreto reciclado utilizado al 50% y realizar los ensayos necesarios determinando de manera precisa sus propiedades siendo favorables, se procedió a determinar el grado compactación que esta llegaría según el Proctor modificado y CBR mostrado en las (tablas N° 16, 17, 18 y 19)

#### 3.1.4. EQUIPOS UTILIZADOS

- Las celdas de Carga de 50 kN.



Figura N°5. Celdas de carga de 50 kg

- El Pistón de Penetración.



Figura N°6. Pistón de penetración

- Transductor Lineal. de Desplazamiento Potenciométrico con una parte de Conexión de 25 x 0.001 mm.



Figura N°7. Transductor Lineal

- Software excel Para Computadora
- Cable de Conexión.
- Molde Proctor Estándar UTS-0600, ASTM.
- Martillo Compactador UTS-0602. para Suelos Proctor Estándar ASTM
- Molde Proctor Modificado UTS-0604 ASTM.
- Martillo Compactador para Suelos Proctor Modificado UTS-0606 ASTM.



Figura N°8. Moldes y equipos para Proctor Modificado

### 3.1.5. Conceptos básicos

- **Análisis** es una práctica minuciosa de evaluación descriptiva de un tema u objeto al conocer su naturaleza, su estado, sus características y aquellos factores que se interponen.
- **Propiedades.** se determina mediante la aplicamos de fuerzas y se reflejan con la capacidad de resistir a acciones de fuerzas y cargas que directa o indirectamente.

- **Concreto reciclado.** Resultado de la mezcla de materiales que con el tiempo y desarrollo de la sociedad estas se vienen reciclando en botaderos. La cual al ser demolido y trasladado a un almacén o cantera estas pueden ser reutilizados.
- **Granulometría.** Proceso de separación de las partículas por tamaños por tamices, este proceso se da con elementos con un marco metálico y con una malla en la que se distribuye según su tamaño en los tamices de 4” hasta la malla N° 200
- **peso específico de una muestra.** Es la correlación entre el peso y volumen de un material o muestra dentro de un recipiente. Esta nos da el valor dependiente de la humedad, poros y el P.E. de nuestros materiales “solidos”
- **abrasión.** Mediante la prueba de los ángeles se determina el nivel de desgaste mediante el roce y fricción cuyo resultado se expresa en porcentajes, este ensayo trae en si la capacidad de dureza y resistencia a cualquier agente proporcionado en el ámbito natural.
- **CBR.** es un parámetro del suelo que cuantifica su capacidad resistente como subrasante, sub base y base. Es un ensayo empírico que se efectúa bajo condiciones controladas de humedad y densidad
- **Proctor modificado.** Se emplea para medir el grado de compactación de un material mediante la relación de la densidad seca – humedad podemos determinar el grado de compactación de los suelos.

## **Estructura**

La formulación estuvo a cargo de una empresa consultora en el cual mi persona formo parte como equipo técnico; esta consultora fue contratada por la Municipalidad Distrital de chincheros. Por lo que todas las coordinaciones serializo directamente con la sub gerencia de infraestructura de dicha municipalidad.

### **3.1.6. Elementos y funciones**

**Funciones dentro de la consultora:**

- Recopilación de la información preliminar plan de trabajo.
- Revisión de los ensayos realizados de las canteras y tramos de ejecución.
- Presentación del informe sobre las deficiencias de los suelos.
- Revisión de los planos topográficos.

### 3.1.7. Planificación del proyecto

El presente trabajo de investigación se desarrolló en un periodo de 30 días calendarios, a continuación, se detalla las actividades y los tiempos programados.

TABLA N° 18. : Cronograma de elaboración de CBR Y PROCTOR

| <b>SERVICIO DE ANÁLISIS DE PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB<br/>RASANTE DEL CAMINO VECINAL EMP. AP-102 (UMACA) - CHINCHEROS PERÚ -2022</b> |                      |                                             |                              |                           |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------------|
| <b>Numero</b>                                                                                                                                                                         | <b>Identificador</b> | <b>Descripción de actividades</b>           | <b>Inicio de actividades</b> | <b>Fin de actividades</b> | <b>Duración</b> |
|                                                                                                                                                                                       |                      | <b>Coordinaciones</b>                       |                              |                           |                 |
| 01                                                                                                                                                                                    | A                    | Coordinación con los beneficiarios          | 14 de junio de 2022          | 15de junio de 2022        | 1,00            |
| 02                                                                                                                                                                                    | B                    | Recopilación de la información disponible   | 15 de junio de 2022          | 16 de junio de 2022       | 1,00            |
|                                                                                                                                                                                       |                      | <b>Estudio cbr y Proctor</b>                |                              |                           |                 |
| 03                                                                                                                                                                                    | C                    | Presentación de plan de trabajo             | 16 de junio de 2022          | 18 de junio de 2022       | 2,00            |
| 04                                                                                                                                                                                    | D                    | <b>Trabajo de campo</b>                     |                              |                           |                 |
| 05                                                                                                                                                                                    | E                    | Reconocimiento de campo                     | 18 de junio de 2022          | 19 de junio de 2022       | 1,00            |
|                                                                                                                                                                                       |                      | Coordinación con los beneficiarios          | 19 de junio de 2022          | 20 de junio de 2022       | 1,00            |
|                                                                                                                                                                                       |                      | Revisión de los planos ubicación de cantera | 20 de junio de 2022          | 21de junio de 2022        | 1,00            |
|                                                                                                                                                                                       |                      | Socialización del planteamiento de trabajo  | 21 de junio de 2022          | 22 de julio de 2022       | 1,00            |
| 06                                                                                                                                                                                    | F                    | <b>Trabajo de gabinete</b>                  |                              |                           |                 |
| 07                                                                                                                                                                                    | G                    | Diseño en laboratorio                       | 22 de julio de 2022          | 06 de julio de 2022       | 15,00           |
| 08                                                                                                                                                                                    | H                    | Elaboración de informe final                | 06 de julio de 2022          | 07 de julio de 2022       | 1,00            |
| 09                                                                                                                                                                                    | G                    | Presentación del informe final              | 07 de julio de 2022          | 14 de julio de 2022       | 6,00            |
| <b>TOTAL EN DÍAS</b>                                                                                                                                                                  |                      |                                             |                              |                           | <b>30,00</b>    |

**SERVICIO DEL ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE DEL CAMINO VECINAL EMP. AP-102 (UMACA) - CHINCHEROS PERÚ -2021**  
**TABLA N° 19. Cronograma de análisis**

| ACTIVIDAD                                | TIEMPO | IDENTIFICADOR | 2022  |  |  |  | 2022  |                                         |  |                |
|------------------------------------------|--------|---------------|-------|--|--|--|-------|-----------------------------------------|--|----------------|
|                                          |        |               | JUNIO |  |  |  | JULIO |                                         |  |                |
| <b>COORDINACIONES</b>                    |        |               |       |  |  |  |       |                                         |  |                |
| COORDINACIONES CON LOS BENEFICIARIOS     | 1      | A             |       |  |  |  |       |                                         |  |                |
| RECOPIACION DE LA INFORMACION DISPONIBLE | 1      | B             |       |  |  |  |       |                                         |  |                |
| <b>ESTUDIO DE LABORATORIOS</b>           |        |               |       |  |  |  |       |                                         |  |                |
| PRESENTACION DEL PLAN DE TRABAJO         | 2      | C             |       |  |  |  |       |                                         |  |                |
| <b>TRABAJO DE CAMPO</b>                  |        |               |       |  |  |  |       |                                         |  |                |
| RECONOCIMIENTO DE CAMPO                  | 2      | D             |       |  |  |  |       |                                         |  |                |
| COORDINACION CON LOS BENEFICIARIOS       | 1      |               |       |  |  |  |       |                                         |  |                |
| REVISION DE LOS PLANOS DE CANTERA        | 1      |               |       |  |  |  |       |                                         |  |                |
| SOCIALIZACION DEL PLAN DE TRABAJO        | 1      |               |       |  |  |  |       |                                         |  |                |
| <b>TRABAJO DE GABINETE</b>               |        |               |       |  |  |  |       |                                         |  |                |
| DISEÑO DE LABORATORIO                    | 15     | E             |       |  |  |  |       |                                         |  |                |
| ELABORACION DEL INFORME FINAL            | 1      | F             |       |  |  |  |       |                                         |  |                |
| PRESENTACION DEL INFORME FINAL           | 6      | G             |       |  |  |  |       |                                         |  |                |
|                                          |        |               |       |  |  |  |       | <b>Total de semanas que se requiere</b> |  | <b>30 D.C.</b> |

## CAPITULO IV

### DISEÑO METODOLÓGICO

#### 4.1 Tipo y diseño de investigación

La investigación es de tipo descriptiva y transversal, cuyo diseño de esta investigación es no experimental con un tratamiento cuantitativo.

(SAMPIERI, 2014). Indica que este tipo de investigación se desarrolla sin manipular ninguna de las variables, lo que significa que no se manipulara las variables al colocarlo en un entorno diferente. En este trabajo de investigación, se realiza una encuesta no experimental, para observar y verificar los fenómenos que ocurren de forma natural, para que podamos estudiarlo y así proyectarnos para sus beneficios (HURTADO, 2005). Indica que esta investigación se refiere a no manipular arbitrariamente nuestras variables y esto se le llama “investigación no experimental”, mediante la observación podemos estudiar los cambios o fenómenos que sufre un material en su estado original.

El diseño de investigación no experimental según (KERLINGER, 2002). Indica que los científicos mediante su experiencia y la búsqueda sistemática, no pueden controlar completamente las variables.

Esquema propuesto:

M: lugar de investigación sector humaca chincheros

O: Análisis y diseño de material de préstamo para mejoramiento de sub rasante.



## **4.2 Método de investigación**

Se utilizó el método inductivo, en la que las conclusiones y resultados son válidos mediante el razonamiento. Para así llegar a las conclusiones

## **4.3 Población y muestra**

### **4.3.1 Población**

La población debe situarse claramente en el entorno a sus características del contenido, lugar y espacio (Fernández, Hernández, & Baptista, 2010). Por lo que la población lo constituye el camino vecinal del EMP. AP-102 (UMACA) - CHINCHEROS PERÚ, Región Apurímac.

### **4.3.2 Muestra**

Obtener las muestras suficientes significa obtener una versión simplificada de una población, determinando en laboratorio sus características básicas (MUESTREO, 2022). La muestra está conformada mejoramiento de sub rasante, del camino vecinal progresiva 0+000 m a la progresiva 0+500 m del camino vecinal EMP. AP-102 (UMACA) - CHINCHEROS PERÚ

## **4.4 Lugar de estudio**

### **Ubicación política**

|              |   |            |
|--------------|---|------------|
| Región       | : | Apurímac   |
| Departamento | : | Apurímac   |
| Provincia    | : | Chincheros |
| Distrito     | : | Ocobamba   |
| Sector       | : | Umaca      |

## Ubicación geográfica

Y en coordenadas UTM se ubica entre:

Coordenada Norte : 8,549,983.91 S

Coordenada Este : 432,535.59 E

Altitud : 2938 msnm



Figura N°9. Ubicación del proyecto a nivel nacional

Fuente: (INEI, 2022)



Figura N°10. Ubicación del proyecto a nivel departamental

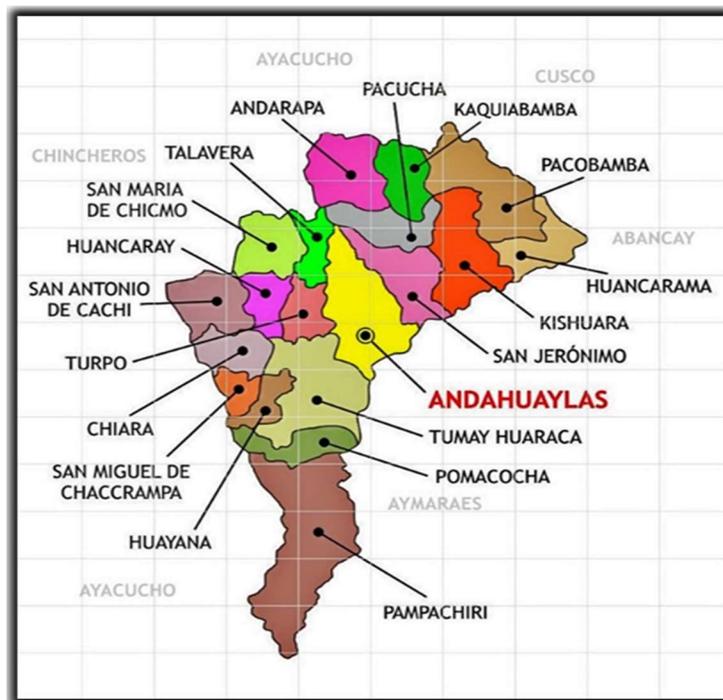


Figura N°11. Ubicación del proyecto a nivel local

Fuente: (INEI, 2022)

## **4.5 TÉCNICA E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

### **a. Técnicas**

Determinar un plan detallado para la recolección de datos implica detallar procedimientos que conduzcan a reunir datos para un propósito específico (SAMPIERI, 2014).

Las observaciones y la documentación de estas son las técnicas más utilizadas para la recolección de la información, así poder percibir y registrar las condiciones del proyecto y así optimizar y racionalizar de los recursos.

- Se procede a la recolectar datos e información en situ mediante el reconocimiento del área donde se propone mejorar la sub rasante debido a su tipo suelo.
- Se realizará el ensayo en laboratorio para determinar las propiedades mecánicas de las muestras concreto reciclado y cantera.
- Se determinará el grado compactación mediante ensayos de laboratorio utilizando así las normas técnicas como parámetros de valides

### **b. Instrumentos**

Se determino el uso de fichas de las especificaciones técnicas, de la norma técnica nacional e internacional, libretas de campo, planos de ubicación, pruebas de laboratorio, cbr y Proctor modificado.

## **4.6 Análisis y Procesamiento.**

Estos datos son cuantitativos las cuales deben ser procesados mediante programas de computadora, según (SAMPIERI, 2014). Las que nos dará resultados confiables para la interpretación de los resultados.

De acuerdo al análisis y diseño se obtendrán en laboratorio mediante ensayos necesarios para cumplir con el objetivo, cuyos los resultados se compararán por medio de las especificaciones técnicas y normas técnicas vigentes de carreteras.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES SEGÚN OBJETIVOS PLANTEADOS

- **Para objetivo general:** se pudo determinar aquellas “propiedades mecánicas” de este material de concreto triturado reciclado y al ser evaluadas mediante ensayos de laboratorio, estas pueden ser utilizadas para el mejoramiento de la sub rasante a ello se ve reflejado en los resultados de las (Tablas N° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 10, 16,17 y 18) a ello se demuestra que este material de concreto reciclado puede ser utilizado con el fin de disminuir el impacto ambiental que esta genera.
- **Para el objetivo específico 01:** La recolección de estos materiales provenientes de elementos estructurales de viviendas, lozas macizas, veredas, entre otros y al ser triturados hasta obtener la granulometría deseada de este material “concreto reciclado”, esta puede ser reutilizado para el mejoramiento de la sub rasante los caminos vecinales.
- **Para el objetivo específico 02:** mediante laboratorio se determinó como uno de los ensayos importantes la granulometría para el concreto triturado reciclado que muestra las tablas N° 2 y 3 la cual está dentro de los parámetros de EG-2000 y ASTM D 1241, así mismo se desarrolló la gradación la que muestra la (tabla N°6

y 7 ) cumpliendo con los parámetros ASTM D 1241 la que debe encontrarse bajo 50% del peso total, la cual se obtuvo que el concreto reciclado tiene un desgaste de 36.21 %, a ello se realizó el ensayo de (C.H.) expresada en % (tabla N° 12) con respecto al ASTM D 1241 obteniendo así los resultados favorables, en los ensayos de P.E. y absorción del material granular de concreto reciclado (tabla N° 8) de acuerdo a la ASTM D 1241 dio resultados favorables, también en el ensayo de P.U. (tabla N° 10 y 11) cumpliendo con el ASTM D 1241 y finalmente con estos resultados se concluye que se puede mejorar la sub rasante con concreto reciclado a un 50% triturado para los caminos vecinales.

- **Para el objetivo específico 03:** Para ello el concreto reciclado y triturado que al cumplir con los ensayos de laboratorio y determinando que las propiedades han sido favorables según el EG-2000 y ASTM 1241, se procedió a calcular al 50% de este material reciclado y el otro 50% material de cantera según (tablas N° 13, 14, 15, 16, 17 y 18) a ello en laboratorio se desarrolló el CBR la cuantifica su capacidad resistente CBR (100%) = 63% y el Proctor determinando así la relación del contenido de humedad del 7.23% y la máxima densidad seca 2.16g/cm<sup>3</sup> para una compactación óptima al 95%

Se concluye de manera general que el concreto reciclado puede ser reutilizado en el mejoramiento de la sub rasante de los caminos vecinales, siempre y cuando estos materiales cumplan con los parámetros de la norma técnica peruana

## VII RECOMENDACIONES

- **Recomendación a la conclusión general:** al reutilizar el concreto reciclado en el mejoramiento de la sub rasante se deberá de comparar el material mediante ensayos de laboratorio y que estas se encuentren dentro de los parámetros de la norma técnica EG-2000 y ASTM 1241.
- **Recomendación a la conclusión específica 01:** Que el concreto triturado reciclado debe estar libre de malezas, material orgánico, plásticos, entre otros.
- **Para la conclusión específica 02:** al realizar los ensayos en laboratorio se debe de tener los resultados verídicos y así determinar que nos encontramos dentro de los rangos de las normas vigentes.
- **Recomendación de la conclusión específica 03:** Debemos verificar los resultados de laboratorio de manera precisa y así poder garantizar el desarrollo del CBR y Proctor modificado.

## **REFERENCIAS**

**Arias. 2006.** Metodología de la Investigación. 2006.

—. **2006.** Metodología de la Investigación. 2006.

**Astorga, Ivan. 2016.** Significado de Trabajabilidad. 2016.

**Caballero, Max. 2013.** Contenido de Humedad. 2013.

**Díaz, Lidia. 2011.** La Observación. s.l., México : Universidad Nacional Autónoma de México, 2011.

**García, Luis. 2017.** Muestreo Probabilístico y No Probabilístico. 2017.

**Garcías, Saval, Baeza y Tenza. 2009.** Determinación de la granulometría de un arido. s.l., España : Universidad de Alicante, 2009.

**Hernández, Sampieri Roberto. 2004.** *Metodología de la investigación.* La Habana : Felix Varela, 2004.

**Iglesias, Daniel. 2013.** *Propiedades Físicas - Mecánicas de los Materiales.* 2013.

**López, Fernando. 2002.** *El Análisis de Contenido como Método de Investigación.* s.l., España : Revista de Educación Universidad de Huelva, 2002. pág. 170.

*de Huaraz en 2016.* s.l. : Universidad San Pedro, 2016.

**Oscar, Palacio, Alvaro, Chavez y Yessica, Velasquez. 2017.** *Evaluación y Comparación del Análisis Granulométrico Obtenido de Agregados Naturales y Reciclados.* Bogotá : Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2017.

**Puente, Wilson. 2001.** RRPPnet. *RRPPnet.* [En línea] 2001.  
<http://www.rrppnet.com.ar/tecnicasdeinvestigacion.htm>.

**Raffino, María Estela. 2021.** Densidad. 2021.

**Real Academia Española. 2001.** Diccionario de la Lengua Española. 2001.

**Rodríguez, Fiallo. 2008.** Repositorio UNSA. *Repositorio UNSA.* [En línea] 2008.  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6253/EDMoccrle.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

**Rodríguez, Kelly, Moreno, Luis Ángel y Ospina, Miguel. 2017.** *Análisis Técnico Económico del Uso de Concreto Reciclado* 2017.

**Sabino, Carlos. 1992.** *El Proceso de Investigación.* s.l., Bogotá : Panamericana, 1992.

**Sánchez y Reyes. 2006.** Issuu. *Issuu.* [En línea] 2006.  
[https://issuu.com/luispiedra/docs/sesion\\_12\\_-\\_tipos\\_y\\_m\\_\\_todos\\_de\\_inv](https://issuu.com/luispiedra/docs/sesion_12_-_tipos_y_m__todos_de_inv).

**Sanchez, Verguel Ismael Leonardo. 2016.** *Propiedades Mecánicas y Durabilidad de Concretos haciendo Uso de Agregados Reciclados en Construcción de Viviendas en el*

*Municipio de Ocaña Norte Santander.* Ocaña : Universidad Francisco de Paula Santander, 2016.

**Serrano, Hernández José. 2013.** Tecnología del Concreto. s.l. : Universidad Privada Antenor Orrego, 2013.

**Tapia, Kevyn. 2021.** Abrasión. 2021.

**Vidaud y Castaño. 2013.** Concreto Sustentable ¿Mito o realidad? s.l., Venezuela : Revista Construcción y Tecnología, 2013.

**Yepes, Victor. 2014.** Equipos de Compactación Superficial. s.l., España : Universidad Politécnica de Valencia, 2014.

**California Bearing Ratio (CBR)** ue desarrollado por el Departamento de Transportes de California antes de la Segunda Guerra Mundial.  
[https://es.wikipedia.org/wiki/California\\_Bearing\\_Ratio](https://es.wikipedia.org/wiki/California_Bearing_Ratio)

**Ensayo Proctor Normal y Modificado. Descripción e interpretación**  
<http://www.avaluoselsalvador.com/p/laboratorio-de-suelos-y-materiales.html>

## **CAPÍTULO VI**

### **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

## CAPÍTULO VII: ÍNDICES

### ÍNDICE DE TABLAS

|              |                                                                           |    |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------|----|
| tabla N° 1.  | Ensayos De Calidad De Agregados .....                                     | 16 |
| Tabla N° 2.  | Huso Granulométrico Para Afirmado.....                                    | 17 |
| Tabla N° 3.  | Huso Para Sub-Base Y Base Granular .....                                  | 19 |
| Tabla N° 4.  | Granulometría Del Concreto Estructural Reciclado Como Agregado<br>Grueso. | 21 |
| Tabla N° 5.  | Características Y Resultados Del Concreto Reciclado Granular. ....        | 22 |
| Tabla N° 6.  | Gradación De Las Muestras De Ensayo.....                                  | 23 |
| Tabla N° 7.  | Gradación (Los Ángeles). ....                                             | 23 |
| Tabla N° 8.  | Características Del Material Reciclado Anexo D.....                       | 25 |
| Tabla N° 9.  | Resultados Del Concreto Reciclado. ....                                   | 26 |
| Tabla N° 10. | Datos Ensayo P. U. Suelto. ....                                           | 26 |
| Tabla N° 11. | Datos Ensayo Peso Unitario Varillado. ....                                | 27 |
| Tabla N° 12. | Contenido De Humedad. ....                                                | 27 |
| Tabla N° 13. | Curva Granulométrica .....                                                | 28 |
| Tabla N° 14. | Calculo Del Límite Líquido Y Plástico .....                               | 29 |
| Tabla N° 15. | Clasificación De Tipo De Suelo.....                                       | 30 |
| Tabla N° 16. | Calculo De Cbr.....                                                       | 31 |
| Tabla N° 17. | Calculo De Proctor Modificado.....                                        | 34 |
| Tabla N° 18. | Cronograma De Elaboración De Cbr Y Proctor .....                          | 40 |
| Tabla N° 19. | Cronograma De Analisis .....                                              | 41 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                 |                                                                                                                                                                     |    |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura N°1.     | Para materiales Granulares según el (MTC) la base y sub base los Rangos Granulométricos para los Materiales de Afirmado .....                                       | 18 |
| Figura N°2.     | Depósitos de concreto reciclado .....                                                                                                                               | 20 |
| Figura N°3.     | Demolición de lozas plaza principal Andahuaylas “demolición de concreto”                                                                                            | 20 |
| Figura N°4.     | Curva granulométrica del concreto reciclado .....                                                                                                                   | 22 |
| Fuente: Propia. |                                                                                                                                                                     | 22 |
| Figura N°5.     | Celdas de carga de 50 kg .....                                                                                                                                      | 36 |
| Figura N°6.     | Pistón de penetración .....                                                                                                                                         | 36 |
| Figura N°7.     | Transductor. Lineal .....                                                                                                                                           | 37 |
| Figura N°8.     | Moldes y equipos para Proctor Modificado .....                                                                                                                      | 37 |
| Figura N°9.     | Ubicación del proyecto a nivel nacional .....                                                                                                                       | 44 |
| Figura N°10.    | Ubicación del proyecto a nivel departamental .....                                                                                                                  | 45 |
| Figura N°11.    | Ubicación del proyecto a nivel local .....                                                                                                                          | 45 |
| Figura N°12.    | cuarteo para obtener unas muestras con tamaños adecuados. ....                                                                                                      | 55 |
| Figura N°13.    | zarandeado para la separación de los materiales, en tamaños. ....                                                                                                   | 55 |
| Figura N°14.    | Realización del ensayo limite liquido de la muestra natural. ....                                                                                                   | 56 |
| Figura N°15.    | Resultados obtenidos de los ensayos de límites de consistencia. ....                                                                                                | 56 |
| Figura N°16.    | Realización del ensayo limite liquido de la muestra natural. ....                                                                                                   | 57 |
| Figura N°17.    | etapa de saturación de las combinaciones de los materiales .....                                                                                                    | 57 |
| Figura N°18.    | Proceso de compactación, para el ensayo de Proctor modificado. ....                                                                                                 | 58 |
| Figura N°19.    | compactación, para los ensayos de Proctor modificado .....                                                                                                          | 58 |
|                 |                                                                                                                                                                     | 59 |
| Figura N°20.    | Proceso de punzonamiento o sometimiento de esfuerzo correspondientes a las dosificaciones de 50% material de concreto reciclado y 50% de material de préstamo. .... | 59 |

## **CAPÍTULO VIII: ANEXOS**

### **ANEXO 1**

**Costo total del trabajo de Suficiencia Profesional**

## ANEXO 2: PANEL FOTOGRÁFICO DE LABORATORIO.



Figura N°12. Método del cuarteo para obtener unas muestras con tamaños adecuados.



Figura N°13. Método del zarandeado para la separación de los materiales, en tamaños.



Figura N°14. Realización del ensayo limite liquido de la muestra natural.



Figura N°15. Resultados obtenidos de los ensayos de límites de consistencia.



Figura N°16. Realización del ensayo limite liquido de la muestra natural.



Figura N°17. Realización de la etapa de saturación de las combinaciones de los materiales



Figura N°18. Proceso de compactación, para el ensayo de Proctor modificado.



Figura N°19. Proceso de compactación, para los ensayos de Proctor modificado



Figura N°20. Proceso de punzonamiento o sometimiento de esfuerzo correspondientes a las dosificaciones de 50% material de concreto reciclado y 50% de material de préstamo.

# ANEXO 3: RESULTADOS DE LABORATORIO.

## INFORME TECNICO N° 12-2022-GEOCON-INGENIEROS-SAC:

### I. OBJETIVO

Determinar las propiedades físicas mecánicas del material de la cantera Umaca con una proporción de 50% más añadiendo el material reciclado de concreto con una proporción de 50%, para el mejoramiento de la subrasante del camino vecinal EMP.AP-102 (UMACA).

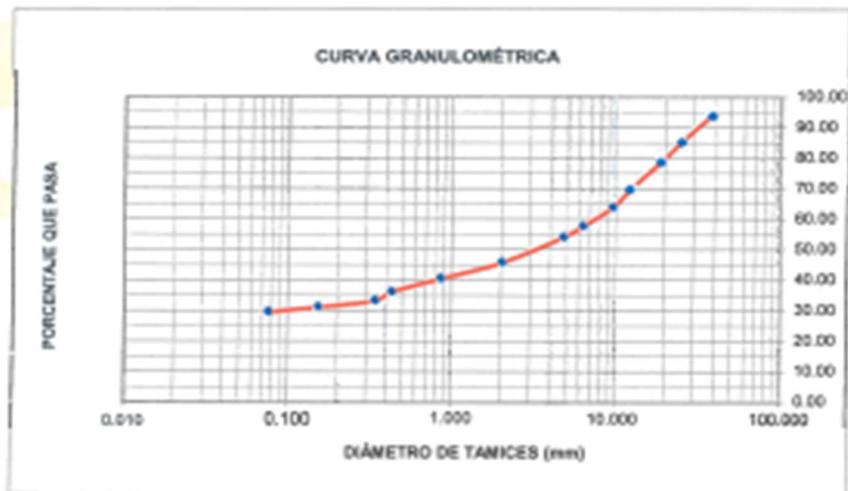
### II. IDENTIFICACION Y ANALISIS DE LA MUESTRA

La granulometría de la cantera Umaca y material reciclado de concreto, cumplen las propiedades físicas exigidas por las normas de referencia.

### III. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO.

Propiedades físico mecánicas del material.

TABLA N° 01 curva granulométrica



Muestra proporcionada por el cliente.

Curva granulométrica mejorada con material de préstamo

| grueso |       | finos          |
|--------|-------|----------------|
| grava  | arena | arcilla + limo |
| 45.83  | 24.69 |                |
| 70.52  |       | 29.48          |

Ingeniero Civil  
C.M. 101442

#### IV. MATERIAL PARA BASE Y SUB BASE

Para la construcción de pavimentos, se utilizarán materiales granulares naturales procedentes de excedentes de excavaciones, canteras, o escorias metálicas; así mismo podrán provenir de la trituración de rocas, gravas o estar constituidos por una mezcla de productos de diversas procedencias.

Las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales. Sus condiciones de limpieza dependerán del uso que se vaya a dar al material.

Tabla No 01 – Requisitos de calidad para afirmados

| Tamaño           | Porcentaje que pasa |        |       |        |        |        |
|------------------|---------------------|--------|-------|--------|--------|--------|
|                  | A-1                 | A-2    | C     | D      | E      | F      |
| 30 mm (1 1/2")   | 100                 | —      |       |        |        |        |
| 37.5 mm (1 1/2") | 100                 | —      |       |        |        |        |
| 47.5 mm (2")     | 90-100              | 100    | 100   | 100    | 100    | 100    |
| 60 mm (2 1/4")   | 85-100              | 80-100 |       |        |        |        |
| 75 mm (3")       | 45-80               | 65-100 | 50-85 | 60-100 |        |        |
| 95 mm (3 3/4")   | 30-65               | 30-85  | 35-65 | 50-85  | 55-100 | 70-100 |
| 125 mm (5")      | 20-50               | 20-67  | 25-50 | 40-70  | 40-100 | 50-100 |
| 150 mm (6")      | 15-35               | 20-45  | 25-30 | 35-65  | 30-100 | 50-70  |
| 190 mm (7 1/2")  | 5-30                | 5-30   | 5-35  | 5-30   | 5-30   | 5-35   |

Fuente: AASHTO M-210

#### V. MATERIALES A UTILIZAR

Las características que deberá cumplir el material para base y sub base, será la que describe los manuales del MTC. Indicando que la calidad de los materiales se determina mediante ensayos, las cuales debe cumplir las siguientes recomendaciones.

Para la dosificación y mezcla de material afirmado, se tendrá como referencia y punto de partida las gradaciones que se recomiendan en los siguientes cuadros, referidas a AASHTO M 174 y a FHWA.



INGENIERO CIVIL  
 C.R. 181442

**TABLA No 02**  
**Gradación de material afirmado**

| Porcentaje que pasa en Tamiz                                                                  | Gravado G | Gravado B | Gravado E | Gravado F |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 50 mm (2")                                                                                    |           |           |           |           |
| 37.5 mm (1 1/2")                                                                              |           |           |           |           |
| 25 mm (1")                                                                                    | 100       | 100       | 100       | 100       |
| 19 mm (3/4")                                                                                  |           |           |           |           |
| 12.5 mm (1/2")                                                                                |           |           |           |           |
| 7.5 mm (3/8")                                                                                 | 50 - 85   | 60 - 100  |           |           |
| 4.75 mm (Nº 4)                                                                                | 35 - 65   | 55 - 85   | 55 - 100  | 70 - 100  |
| 2.36 mm (Nº 60)                                                                               |           |           |           |           |
| 2.0 mm (Nº 80)                                                                                | 25 - 50   | 40 - 70   | 40 - 100  | 55 - 100  |
| 1.18 mm (Nº 150)                                                                              | 15 - 30   | 25 - 45   | 20 - 50   | 30 - 70   |
| 75 micras (Nº 200)                                                                            | 5 - 15    | 5 - 20    | 4 - 20    | 0 - 25    |
| Índice de Plasticidad                                                                         | 4 - 9     | 4 - 9     | 4 - 9     | 4 - 9     |
| Límite Líquido                                                                                | Máx. 30%  | Máx. 30%  | Máx. 30%  | Máx. 30%  |
| Desgaste Los Angeles                                                                          | Máx. 50%  | Máx. 50%  | Máx. 50%  | Máx. 50%  |
| CBR (relativo al 100% de la máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1" (2.5 mm)) | Mín. 40%  | Mín. 40%  | Mín. 40%  | Mín. 40%  |

Fuente AASHTO M 147

**TABLA No 03**  
**Gradación de material afirmado**

| PORCENTAJE QTI PARA DEL TAMA                                                                            | FHWA - FFB   | FHWA - BCLTAP |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|
| 50 mm ( 2" )                                                                                            |              |               |
| 17.5 mm ( 1 1/2" )                                                                                      |              |               |
| 75 mm ( 3" )                                                                                            | 100 (1)      |               |
| 19 mm ( 3/4" )                                                                                          | 97 - 100 (1) | 100           |
| 12.5 mm ( 1/2" )                                                                                        |              |               |
| 9.5 mm ( 3/8" )                                                                                         |              |               |
| 1.75 mm ( Nº 4 )                                                                                        | 41 - 71 (7)  | 50 - 78       |
| 2.36 mm ( Nº 6 )                                                                                        |              | 37 - 67       |
| 2.0 mm ( Nº 10 )                                                                                        |              |               |
| 4.75 mm ( Nº 40 )                                                                                       | 12 - 20 (5)  | 13 - 26       |
| 75 um ( Nº 200 )                                                                                        | 9 - 16 (4)   | 4 - 15        |
| Índice de Plasticidad                                                                                   | 6 (4)        | 4 - 12        |
| Límite Líquido                                                                                          | Máx. 35%     | Máx. 35%      |
| Desgaste Los Angeles                                                                                    | Máx. 50%     | Máx. 50%      |
| CBR (referido al 100% de la máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1" (2.5mm) (2)         | Mín. 40%     | Mín. 40%      |
| Nota:<br>(1) = Procedimiento estadístico no aplica<br>(2) = densación estándar (3) = del valor indicado |              |               |

Fuente: Federal Highway Administration - FHWA

\* Si el CBR del material es menor al mínimo recomendado, se efectuará un estudio específico para mejorar las propiedades del material.



INGENIERO CIVIL  
 CIP. 181442

**1. TRABAJOS DE LABORATORIO**

Las muestras disturbadas de canteras y material reciclado, obtenidas en la investigación de campo, han sido ensayadas en el Laboratorio de Suelos de GEOCON SAC.

**2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

Sobre la base de la evaluación visual de campo y a la interpretación de los resultados de los ensayos de laboratorio se ha podido describir las características físicas – mecánicas de los agregados, que a continuación se describen:

**Cuadro N° 05**  
**Cuadro Resumen de los Ensayos Especiales de Laboratorio**

| Tipo de Ensayo            | Norma       | Resultados<br>≥ 3000 mm  |
|---------------------------|-------------|--------------------------|
| CBR de Laboratorio (100%) | NTP 339.145 | 63%                      |
| Proctor modificado        | NTP 339.141 | 2.163 gr/cm <sup>3</sup> |

**Explotación** : Esta cantera será explotada y combinado con material reciclado, mediante el uso de equipos como tractor, cargador frontal, pala mecánica, durante su ejecución.

**Propietario** : El propietario de esta cantera es de la comunal, por lo que deberán negociar su explotación.

**Uso** : De acuerdo a los resultados de laboratorio, la zona próxima a la entrada del material es apto para ser utilizado como para el uso del mejoramiento de la sub rasante del tramo, el material de esta cantera será combinado con concreto reciclado para el mejoramiento de la sub rasante

**Procesamiento** : El material será procesado mediante la utilización de zarandas estáticas o mecánicas, chancadoras y otros procedimientos para obtener el material utilizable.

**Geotecnia** : El material identificado en la cantera se identifica como una grava con limo y arena (GM), tonalidad Naranja claro, humedad promedio de 8 % respectivamente, compacidad media a densa



INGENIERO CIVIL  
CIPY 181442

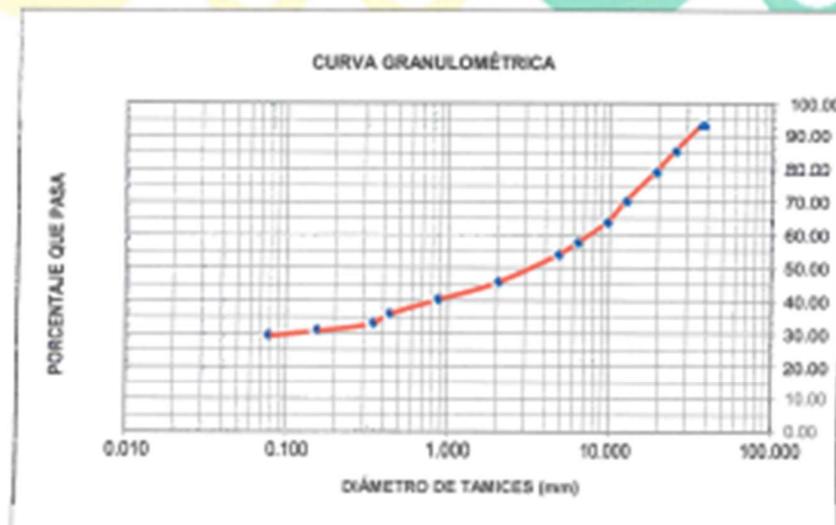
**ENSAYOS DE LABORATORIO**

**Geocon**

**TESIS:** ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO RECICLADO PARA EL  
 MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE DEL CAMINO VECINAL EMP.AP-102 (UMACA) -  
 CHINCHEROS PERU - 2022.

Ubicación: UMACA Provincia: Chincheros Fecha: Jul - 2022  
 Distrito: OCOBAMBA Región: Apurímac  
 Solicitante: Bach. Edwin Centeno Flores Muestra: Cartera

| Muestra inicial    |            | 2256.0 gr       |                  | Muestra lavada y seca |               | 2132.0 gr |                |
|--------------------|------------|-----------------|------------------|-----------------------|---------------|-----------|----------------|
| TAMIZ (Pulg.)      | TAMIZ (mm) | PESO RET. (gr.) | PESO CORR. (gr.) | %RET.                 | %PASA         |           |                |
| 1                  | 2"         | 50.000          | 226.00           | 226.00                | 10.02         | 100.00    |                |
| 2                  | 1 1/2"     | 37.500          | 132.00           | 132.00                | 5.85          | 94.15     |                |
| 3                  | 1"         | 25.000          | 190.00           | 190.00                | 8.42          | 85.73     |                |
| 4                  | 3/4"       | 19.000          | 144.00           | 144.00                | 6.38          | 79.34     | D60 = 7.386    |
| 5                  | 1/2"       | 12.500          | 199.00           | 199.00                | 8.82          | 70.52     | D30 = 0.100    |
| 6                  | 3/8"       | 9.500           | 147.00           | 147.00                | 6.52          | 64.01     | D10 = NO TIENE |
| 7                  | 1/4"       | 6.250           | 139.00           | 139.00                | 6.16          | 57.85     |                |
| 8                  | N°4        | 4.750           | 83.00            | 83.00                 | 3.68          | 54.17     |                |
| 9                  | N°10       | 2.000           | 189.00           | 189.00                | 8.38          | 45.79     |                |
| 10                 | N°20       | 0.850           | 119.00           | 119.00                | 5.27          | 40.51     |                |
| 11                 | N°40       | 0.425           | 99.00            | 99.00                 | 4.39          | 36.13     | Cu = NO TIENE  |
| 12                 | N°50       | 0.337           | 65.00            | 65.00                 | 2.88          | 33.24     |                |
| 13                 | N°100      | 0.150           | 49.00            | 49.00                 | 2.17          | 31.07     |                |
| 14                 | N°200      | 0.075           | 36.00            | 36.00                 | 1.60          | 29.48     |                |
|                    | Cazuela    |                 | 445.00           | 439.00                | 19.46         |           | Cc = NO TIENE  |
| <b>TOTAL</b>       |            |                 | <b>2262.00</b>   | <b>2256.00</b>        | <b>100.00</b> |           |                |
| Diferencia         |            |                 |                  | <3%                   | %Finos= 19.46 |           |                |
| I <sub>g</sub> = 0 |            |                 |                  |                       |               |           |                |



Edgardo Alvarado  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 101442

Edgardo Gines Nilla  
 INGENIERO CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA  
 DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

## CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS

**TESIS:** ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO RECICLADO PARA EL  
 MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE DEL CAMINO VECINAL EMP.AP-102 (UMACA) -  
 CHINCHEROS PERU - 2022.

**Ubicación:** UMACA  
**Distrito:** OCOBAMBA  
**Solicitante:** Bach. Edwin Centeno Flores

**Provincia:** Chincheros  
**Región:** Apurímac  
**Muestra:** Cantora

**Fecha:** Jul - 2022

| ITEM                 | PROPIEDAD                  | RESULTADO DE ENSAYOS |
|----------------------|----------------------------|----------------------|
| 01.01                | % QUE PASA EL TAMIZ N°4    | 54.17                |
| 01.02                | % QUE PASA EL TAMIZ N°10   | 45.79                |
| 01.03                | % QUE PASA EL TAMIZ N°40   | 36.13                |
| 01.04                | % QUE PASA EL TAMIZ N°100  | 31.07                |
| 01.05                | % QUE PASA EL TAMIZ N°200  | 29.48                |
| 01.06                | COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD | NO TIENE             |
| 01.07                | COEFICIENTE DE CONCAVIDAD  | NO TIENE             |
| 01.08                | INDICE DE GRUPO (%)        | 0                    |
| 02.01                | LIMITE LIQUIDO (%)         | 23                   |
| 02.02                | LIMITE PLÁSTICO (%)        | 17                   |
| 02.02                | INDICE DE PLASTICIDAD (%)  | 6                    |
| CLASIFICACIÓN AASHTO |                            | A-1-a                |
| CLASIFICACIÓN SUCS   |                            | GM                   |

| grueso |       | finos        |  |
|--------|-------|--------------|--|
| grava  | arena | arcilla+limo |  |
| 45.83  | 24.69 | 29.48        |  |
| 70.52  |       | 29.48        |  |

**CONCLUSION:** El suelo presenta la consistencia de ser una mezcla de  
 fragmentos de piedra grava y arena de color gris claro  
**CLASIFICADO:** suelo gravo arenoso



GUSTAVO GONZÁLEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 151442



Geocon Ingenieros S.A.C.  
 Edgardo Gómez Millán  
 INGENIERO DE INVESTIGACIÓN  
 DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

## DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129

TESIS:

 ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO RECICLADO PARA EL  
 MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE DEL CAMINO VECINAL 8889-AP-102 (UMACA) -  
 CHINCHEROS PERU - 2022

 Ubicación: UMACA  
 Distrito: OCOBAMBA  
 Solicitante: Bach. Edwin Cerón Flores

 Provincia: Chincheros  
 Region: Apurímac  
 Muestra: Cantera

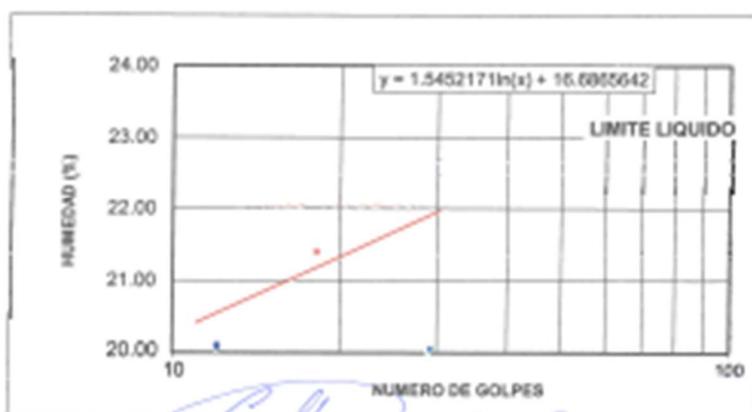
Fecha: Jul-2022

## LIMITE LIQUIDO

| Muestra           | 1     | 2     | 3     | 4     |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| N° de Cápsula     | 1     | 2     | 3     | 4     |
| Caps. + S. húmedo | 42.83 | 47.25 | 46.55 | 45.80 |
| Caps. + S. seco   | 40.33 | 43.95 | 42.50 | 42.62 |
| Agua              | 2.50  | 3.30  | 4.05  | 3.18  |
| Peso Cápsula      | 27.86 | 28.51 | 25.48 | 26.73 |
| Peso S. seco      | 12.47 | 15.44 | 17.02 | 15.89 |
| % Humedad         | 20.65 | 21.37 | 23.80 | 20.01 |
| N° de golpes      | 12    | 18    | 25    | 29    |

## LIMITE PLÁSTICO

| Muestra           | 1     | 2     | 3     | 4     |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| N° de Cápsula     | 1     | 2     | 3     | 4     |
| Caps. + S. húmedo | 21.05 | 33.20 | 31.66 | 38.39 |
| Caps. + S. seco   | 19.84 | 31.65 | 30.45 | 34.84 |
| Agua              | 1.21  | 1.55  | 1.21  | 3.55  |
| Peso Cápsula      | 11.43 | 16.30 | 22.05 | 16.30 |
| Peso S. seco      | 8.41  | 10.02 | 8.40  | 18.54 |
| % Humedad         | 14.39 | 15.47 | 14.40 | 19.15 |

 LIMITE LIQUIDO= 22.86 %  
 LIMITE PLASTICO= 16.83 %  
 INDICE DE PLASTICIDAD (%) = 6.03 %


 Edyris Glens Pilla  
 INGENIERA CIVIL  
 C.P. 181442


 Edyris Glens Pilla  
 LABORATORIO DE MECANICA  
 DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**CBR**
**ASTM D1883 / NTP 339.145**
**SOLICITANTE:** Bach. Edwin Centeno Flores

**TESIS:** ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE DEL CAMINO VECINAL EMP.AP-102 (UMACA) - CHINCHEROS PERU - 2022.

**UBICACIÓN:** UMACA

**FECHA:** Jul-2022

**REGISTRO:** Jul-2022

**MUESTRA:** CANTERA

| Molde N°                      | 1        | 2        | 3        |
|-------------------------------|----------|----------|----------|
| Capas N°                      | 5        | 5        | 5        |
| N° de golpes por capa         | 56       | 25       | 10       |
| contracción de la muestra     | saturada | saturada | saturada |
| peso del molde + suelo húmedo | 9635.63  | 9360.93  | 9052.6   |
| peso del molde                | 5162.33  | 4903.23  | 4834.03  |
| volumen del molde             |          |          |          |
| peso del suelo húmedo         | 4676.96  | 4460.36  | 4221.26  |
| densidad húmeda               |          |          |          |
| densidad seca                 |          |          |          |
| tara N°                       |          |          |          |
| peso de la tara               | 213.14   | 275.54   | 279.44   |
| tara + suelo húmedo           | 711.1    | 727.35   | 804.09   |
| tara + suelo seco             | 678.8    | 703.04   | 773.0    |
| peso del agua                 | 32.3     | 24.31    | 31.05    |
| peso del suelo seco           | 465.7    | 427.5    | 433.6    |
| % de humedad                  | 6.9%     | 5.7%     | 6.3%     |

| EXPANSIÓN |             |            |           |     |            |           |     |            |           |     |
|-----------|-------------|------------|-----------|-----|------------|-----------|-----|------------|-----------|-----|
| Fecha     | Hora        | Molde N° 1 |           |     | Molde N° 2 |           |     | Molde N° 3 |           |     |
|           |             | Tiempo (H) | Expansión |     | Tiempo (H) | Expansión |     | Tiempo (H) | Expansión |     |
|           |             |            | (mm)      | (%) |            | (mm)      | (%) |            | (mm)      | (%) |
| 18-Nov-20 | 10:35 a. m. | 00:00      | 0.00      | 0.0 | 00:00      | 0.00      | 0.0 | 00:00      | 0.00      | 0.0 |
| 18-Nov-20 | 10:35 a. m. | 24:00      | 1.62      | 1.4 | 24:00      | 1.90      | 1.8 | 24:00      | 2.36      | 2.0 |
| 18-Nov-20 | 10:35 a. m. | 48:00      | 1.65      | 1.4 | 48:00      | 2.20      | 1.9 | 48:00      | 2.47      | 2.1 |
| 18-Nov-20 | 10:35 a. m. | 72:00      | 1.24      | 1.1 | 72:00      | 2.26      | 1.9 | 72:00      | 2.50      | 2.1 |

| PENETRACIÓN       |                                     |            |             |                      |            |             |                      |            |             |                      |
|-------------------|-------------------------------------|------------|-------------|----------------------|------------|-------------|----------------------|------------|-------------|----------------------|
| Penetración pulg. | Presión patrón lb/pulg <sup>2</sup> | Molde N° 1 |             |                      | Molde N° 2 |             |                      | Molde N° 3 |             |                      |
|                   |                                     | Dial       | Correlación |                      | Dial       | Correlación |                      | Dial       | Correlación |                      |
|                   |                                     |            | Lbs         | Lb/pulg <sup>2</sup> |            | Lbs         | Lb/pulg <sup>2</sup> |            | Lbs         | Lb/pulg <sup>2</sup> |
| 0.025             |                                     | 5          | 289         | 96                   | 8          | 439         | 146                  | 6          | 339         | 113                  |
| 0.050             |                                     | 6          | 439         | 146                  | 12         | 639         | 213                  | 8          | 439         | 144                  |
| 0.075             |                                     | 14         | 739         | 246                  | 16         | 839         | 260                  | 9          | 469         | 163                  |
| 0.100             | 1000                                | 19         | 989         | 330                  | 18         | 939         | 313                  | 12         | 639         | 213                  |
| 0.150             |                                     | 35         | 1790        | 697                  | 22         | 1139        | 360                  | 14         | 739         | 246                  |
| 0.200             | 1500                                | 55         | 2790        | 930                  | 27         | 1369        | 463                  | 18         | 939         | 313                  |
| 0.250             |                                     | 66         | 3340        | 1113                 | 30         | 1539        | 513                  | 19         | 989         | 330                  |
| 0.300             |                                     | 77         | 3890        | 1297                 | 35         | 1750        | 697                  | 20         | 1039        | 346                  |
| 0.400             |                                     | 100        | 5040        | 1680                 | 38         | 1940        | 647                  | 21         | 1089        | 363                  |
| 0.500             |                                     | 115        | 6290        | 1930                 | 46         | 2340        | 790                  | 21         | 1089        | 363                  |

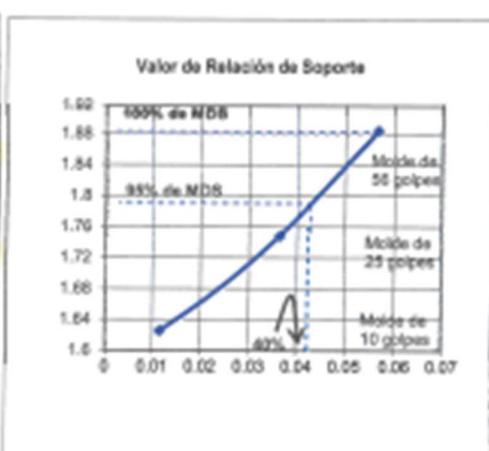
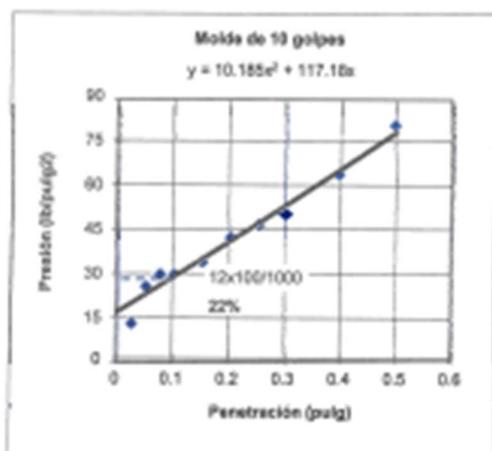
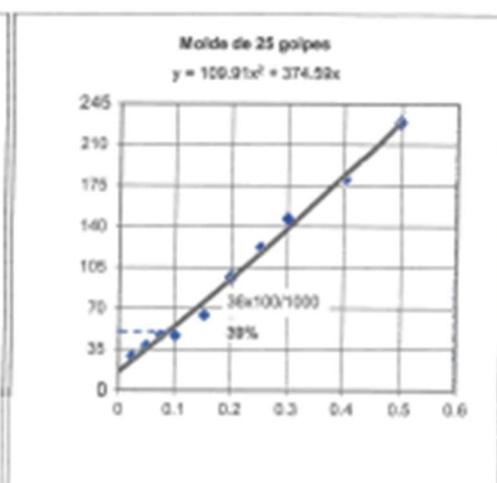
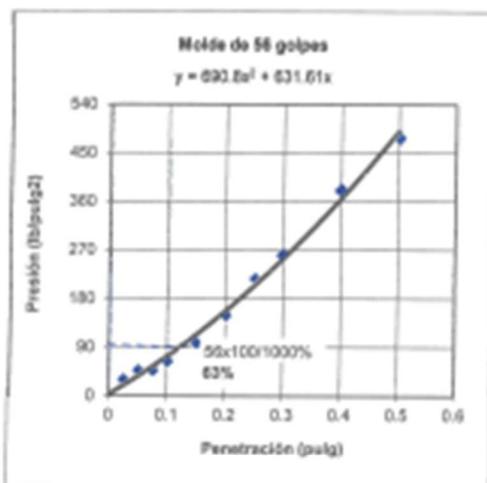


EDWIN CENTENO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 101442



Edwin Centeno Flores  
Tel. 043 434 434

Curvas de penetración:



$0.95 \times 1.88 = 1.79$   
y del gráfico CBR (95%) =  
40%

CBR (100%) = 63%

EDGARDO GÓMEZ ALCEGA  
INGENIERO CIVIL  
CIP 101427

Edgar Giltes Miño  
TEL. LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO

**PROCTOR MODIFICADO**  
 (ASTM D-1557) / NTP 339.141

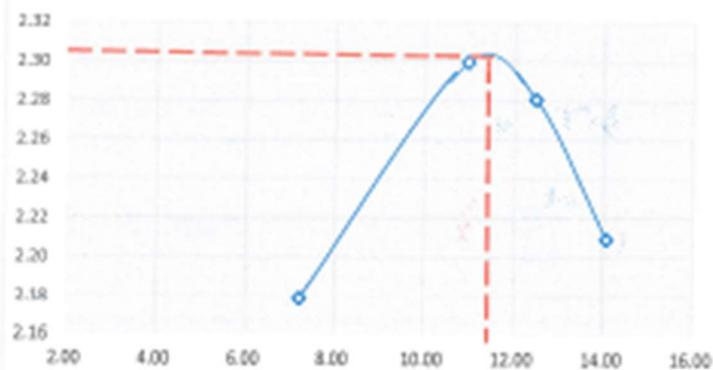
**TESIS** : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO  
 RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE  
 DEL CAMINO VECINAL EMP.AP-102 (UMACA) - CHINCHEROS  
 PERU - 2022.

**SOLICITANTE** : Bach. Edwin Centeno  
 Flores

**UBICACIÓN** : UMACA

**FECHA** : Julio de 2022

| ENSAYO N°                                    | 1      | 2      | 3      | 4      |
|----------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| <b>DETERMINACION DE DENSIDAD</b>             |        |        |        |        |
| PESO MOLDE+SUELO                             | 8,123  | 8,567  | 8,008  | 8,505  |
| PESO MOLDE                                   | 3,140  | 3,140  | 3,140  | 3,140  |
| PESO SUELO COMPACTADO                        | 4,983  | 5,427  | 4,868  | 5,365  |
| VOLUMEN DEL MOLDE                            | 2,128  | 2,128  | 2,128  | 2,128  |
| DENSIDAD HUMEDA                              | 2.34   | 2.55   | 2.27   | 2.52   |
| <b>DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b> |        |        |        |        |
| RECIPIENTE N°                                | 1      | 2      | 3      | 4      |
| SUELO HUMEDO + RECIPIENTE                    | 639.00 | 250.00 | 383.00 | 622.00 |
| SUELO SECO + RECIPIENTE                      | 595.31 | 233.31 | 340.31 | 545.31 |
| PESO RECIPIENTE                              | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| PESO DE AGUA                                 | 43.69  | 25.69  | 42.69  | 76.69  |
| PESO DE SUELO SECO                           | 595.31 | 233.31 | 340.31 | 545.31 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD                         | 7.30   | 11.00  | 12.50  | 14.10  |
| DENSIDAD SECA                                | 2.18   | 2.30   | 2.28   | 2.21   |

**CURVA DE COMPACTACION**


|                                           |       |
|-------------------------------------------|-------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.163 |
| OPTIMO DE CONTENIDO DE HUMEDAD (%)        | 7.23  |



## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

### CONCLUSIONES:

- El estudio se realiza de acuerdo a las normas E-050 suelos y cimentaciones del reglamento nacional de edificaciones (RNE)
- Los ensayos siguen los procedimientos del ASTM, del SUCS y el ASSTHO, realizándose en el laboratorio de mecánica de suelos.
- En el área de estudio no se encontró presencia de napa freática en ninguna de las exploraciones realizadas.
- El objetivo del estudio de canteras es establecer la ubicación de las fuentes de materiales que sean idóneas, tanto en cantidad como en calidad, para las obras programadas en el proyecto de afirmado y/o pavimentación de carreteras.
- Si se puede utilizar dicho material, puesto si cumple con los parámetros establecidos en mecánica de suelos.
- continuación, resumen general de los estudios

| CANTERA UMACA + MATERIAL DE CONCRETO RECICLADO |            |                  |             |
|------------------------------------------------|------------|------------------|-------------|
| ENSAYOS                                        | RESULTADOS | ESPECIFICACIONES | OBSERVACION |
| GRANULOMETRIA                                  | GM         | HUSO             | -           |
| LIMITE LIQUIDO (%)                             | 22.86      | 35 MÁX.          | CUMPLE      |
| INDICE PLASTICO (%)                            | 6.03       | 4 - 9            | CUMPLE      |
| CBR (%)                                        | 63         | 40 MIN.          | CUMPLE      |

### RECOMENDACIONES:

- La planta de zarandeo, chancado, volteo y combinación de los materiales deberán instalarse en las zonas indicadas y siguiendo las recomendaciones ambientales vigentes al momento de ejecutar las obras.
- La explotación y acopio de los materiales deben ejecutarse en las canteras respectivas.
- Para garantizar la mejor calidad de la obra, se recomienda un control estricto en cuanto a los materiales y a los procedimientos constructivos, de acuerdo a las Especificaciones Técnicas y a las Normas de Control de Calidad.
- Al acopiarse los agregados con la combinación del material de cantera deberán ser cubiertos por plásticos o con una lona para evitar que el material particulado sea dispersado por el viento y contamine la atmósfera y fuentes de agua

cercanos. Además de evitar que el material se contamine con otros materiales o sufra alteraciones por factores climáticos o sufran daños o transformaciones perjudiciales.

- Los materiales se transportarán a la vía protegidos con lonas u otros cobertores adecuados, asegurados a la carrocería y humedecidos de manera de impedir que parte del material caiga sobre las vías por donde transitan los vehículos y así minimizar los impactos a la atmósfera.
- El material no seleccionado para el empleo del mejoramiento de la sub rasante, deberá ser apilado convenientemente a fin de ser utilizado posteriormente en el nivelado del área.
- Los materiales excedentes que se obtenga de la construcción de la carretera deberán ser retirados en forma inmediata de las áreas de trabajo y colocados en las zonas indicadas para su disposición final.
- Al cumplir con los rangos de las normas técnicas peruanas vigentes EG-2000 y ASTM-1241, se recomienda el uso de este tipo de material con una buena combinación, volteo del material de cantera y material de concreto reciclado con un 50% de ambos, para el mejoramiento de las sub rasantes en caminos de todo tipo, puesto que se tiene una capacidad resistente CBR (100%)=63%, estando dentro de la norma técnica, un contenido de humedad de 7.23% y la máxima densidad seca 2.16g/cm<sup>3</sup>, para una buena compactación al 95%, estando dentro de los parámetros exigidos.
- Es recomendable por el propio echo de la contaminación del medio ambiente el uso de los materiales desechos de las construcciones antiguas, ya que estos materiales poseen y conservan las propiedades del concreto, en donde también deben de encontrarse libre de malezas, material orgánico ni otro material que altere con las propiedades.



INGENIERO CIVIL  
CIP. 181442