



EN LA UAP  
TÚ ERES PARTE  
DEL CAMBIO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA  
TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL CENTRO  
POBLADO DE QUICACHA DEL DISTRITO DE QUICACHA –  
CARAVELI – AREQUIPA 2022.**

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

**PRESENTADO POR**

**Bach. JULIO OXAL GAMARRA CALCINA  
(0000-0001-6998-1263) – ORCID**

**ASESOR**

**MTRO. ING. CÉSAR JOSÉ AVENDAÑO JIHUALLANGA  
(0000-0002-5172-0337) - ORCID**

**AREQUIPA – PERÚ, 2023**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado a mi familia y a mi esposa por a ver creído en mí, ya sea en los malos momentos, y con mucha dedicación y empeño puedo lograr cada paso que doy en esta vida, para poder alcanzar mis sueños y metas, junto a su apoyo incondicional y el cariño que me brindan.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia con salud.

A mis padres quienes me inculcaron a perseguir mis sueños, nunca dudaron de mí y me apoyan para alcanzar mis anhelos.

A mis docentes quienes me enseñaron toda su sabiduría en todos estos años y alimentan mi aprendizaje para ser un gran profesional y poder desenvolverme en lo laboral.

## RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional es denominado “DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL CENTRO POBLADO DE QUICACHA DEL DISTRITO DE QUICACHA – CARAVELÍ – AREQUIPA 2022”, este se realizó como termino a los diferentes errores que se hallaron en el sistema actual.

Este trabajo se obtiene como fin diseñar el pavimento rígido, en mejorar las condiciones de infraestructura vial en el centro poblado de Quicacha – Caraveli – Arequipa 2022.

En el estudio de mecánica de suelos se comprobó que existe nivel freático a las profundidades de exploración y no se considera drenaje pluvial ya que existe en sus calles pendiente por ser ladera de cerro y se propuso pavimento rígido para que el agua pluvial discurra en forma óptima, lo que se tiene que tener en cuenta es el drenaje pluvial cuando se proyecte la carretera regional que cruza el pueblo.

Se diseño un pavimento rígido de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con un espesor de 15 cm en las calles del centro poblado de Quicacha, con un área total de 7,620.39 m<sup>2</sup>, la construcción de veredas, rampas de acceso para minusválidos en un área total de 1,679.58 m<sup>2</sup> y la construcción de pavimento adoquinado en las calles alrededor de la plaza principal en un área de 722.93m<sup>2</sup>, así como la reposición y colocación de la red de agua y desagüe.

**Palabras Clave:** Pavimento rígido, pavimento adoquinado, infraestructura vial, drenaje pluvial, freática.

## ABSTRACT

The present work of professional sufficiency is called "DESIGN OF RIGID PAVEMENT TO IMPROVE VEHICULAR AND PEDESTRIAN TRANSITABILITY IN THE POPULATED CENTER OF QUICACHA OF THE DISTRICT OF QUICACHA - CARAVELÍ - AREQUIPA 2022", this was done as an end to the different errors that were found in the current system.

This work is obtained as the purpose of designing the rigid pavement, in improving the conditions of road infrastructure in the populated center of Quicacha - Caraveli - Arequipa 2022.

In the soil mechanics study, it was verified that there is a water table at the depths of exploration and storm drainage is not considered since there is a slope in its streets due to being a hillside and rigid pavement was proposed so that rainwater runs optimally. , what has to be taken into account is the pluvial drainage when the regional highway that crosses the town is projected.

A rigid pavement of  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  with a thickness of 15 cm was designed in the streets of the populated center of Quicacha, with a total area of 7,620.39 m<sup>2</sup>, the construction of sidewalks, access ramps for the disabled in a total area of 1,679.58 m<sup>2</sup> and the construction of cobbled pavement in the streets around the main square in an area of 722.93 m<sup>2</sup>, as well as the replacement and placement of the water and drainage network.

**Keywords:** Rigid pavement, cobbled pavement, road infrastructure, storm drainage, groundwater.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de suficiencia profesional llamado: **“DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL CENTRO POBLADO DE QUICACHA DEL DISTRITO DE QUICACHA – CARAVELI – AREQUIPA 2022”**; esta investigación dio inicio por el mal estado de las calles que presentaban tanto por las condiciones climáticas desfavorables, erosión que ha tenido las calles, a esto se suma el crecimiento demográfico, demanda vial que se va a dar una mejor necesidad de acceso al centro poblado de Quicacha ya que estas calles se encuentran en condiciones desfavorables para la transitabilidad lo que nos genera como objetivo principal : Mejorar la infraestructura vial y así dar un buen acceso de transporte vehicular y peatonal del centro poblado de Quicacha.

Se consideran los siguientes capítulos:

Capítulo I: Generalidades de la empresa, en este capítulo se indica la identidad, misión y visión de la empresa donde se laboró.

Capítulo II: Realidad problemática, en este capítulo se dan a conocer los antecedentes, ya sean locales, nacionales o extranjeras y se hace la definición de los términos más importantes dentro de este trabajo.

Capítulo III: Desarrollo del proyecto, en este capítulo se da a conocer los procedimientos, estudios y actividades que se han tomado en cuenta para la realización de este proyecto proceso diseño.

Capítulo IV Diseño Metodológico: se define el enfoque y el diseño de la investigación,

así como la población, la muestra y las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Capítulo V, VI y VII muestra la parte final de la investigación con las referencias bibliográficas, glosario y los anexos respectivos

## TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	v
INTRODUCCIÓN .....	vi
TABLA DE CONTENIDOS .....	viii
CAPÍTULO I: .....	12
GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....	12
1.1 Antecedentes de la empresa.....	12
1.2. Perfil de la empresa .....	12
1.2.1. Misión .....	12
1.2.2. Visión.....	13
1.2.3. Objetivo.....	13
CAPÍTULO II .....	14
REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	14
2.1 Descripción de la Realidad Problemática .....	14
a) Antecedentes internacionales .....	16
b) Antecedentes nacionales .....	17
c) Antecedentes del proyecto .....	19
2.2 Formulación del Problema .....	20



2.2.1 Problema General .....	20
2.2.2 Problemas Específicos.....	20
2.3 Objetivos del Proyecto .....	20
2.3.1 Objetivo General .....	20
2.3.2 Objetivos Específicos.....	20
2.4 Justificación .....	21
2.5 Limitantes de la Investigación .....	21
CAPÍTULO III .....	22
DESARROLLO DEL PROYECTO .....	22
3.1 Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado .....	22
3.1.1 Requerimientos.....	22
3.1.2 Cálculos .....	23
3.1.3 Dimensionamiento .....	31
3.1.4 Equipos utilizados .....	33
3.1.5 Conceptos Básicos para el Diseño del Piloto .....	33
3.1.6 Estructura .....	35
3.1.7 Elementos y funciones .....	35
3.1.8 Planificación del proyecto .....	38
3.1.9 Servicios y Aplicaciones.....	39
CAPÍTULO IV .....	46
DISEÑO METODOLÓGICO .....	46

4.1 Tipo y diseño de Investigación .....	46
4.2 Método de Investigación .....	46
4.3 Población y Muestra.....	46
4.3.1 Población.....	46
4.3.2 Muestra.....	47
4.4 Lugar de Estudio .....	47
4.5 Técnica e Instrumentos para la recolección de la información .....	49
4.6 Análisis y Procesamiento de datos.....	49
CAPITULO V.....	51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
5.1 Conclusiones .....	51
5.2 Recomendaciones .....	52
CAPÍTULO VI.....	53
REFERENCIAS.....	53
6.1 Libros. ....	53
6.2 Electronica. ....	54
CAPÍTULO VII.....	57
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	57
7.1 Glosario de términos .....	57
CAPÍTULO VIII.....	59
ÍNDICES .....	59

8.1 Índices de Ilustraciones .....	59
7.2 Índice de Tablas .....	62
CAPÍTULO IX.....	63
ANEXOS .....	63
9.1 ANEXO 1 .....	63
9.2 ANEXO 2.- Estudio de Mecánica de Suelos.....	64
8.3 ANEXO 3.- Estudio Meteorológico .....	90
8.4 ANEXO 4.- Estudio de Cantera .....	94

# **CAPÍTULO I:**

## **GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

### **1.1 Antecedentes de la empresa**

La municipalidad Distrital de Quicacha, como gobierno local es la entidad regulada por la ley N° 27972 “Ley Orgánica de Municipalidades” y demás normas complementarias, constituyéndose como órgano de gobierno promotor del desarrollo local con personería jurídica de derecho público y plena capacidad para el cumplimiento de sus fines; gozando además de autonomía política, económica y administrativa en los asuntos de sus competencias.

### **1.2. Perfil de la empresa**

#### **1.2.1. Misión**

Brindar un excelente servicio y atención de calidad, eficaz y eficiente, garantizando un buen manejo de recursos, obteniendo así una mejora integral y bienestar estable para con la población de una manera constante.

### **1.2.2. Visión**

Crecer como una municipalidad líder de la provincia y ser conmemorado por la mejora constante en nuestra labor eficiente y proactiva ofrecida por nuestro personal jurídico altamente calificados a favor del bienestar de toda la población.

### **1.2.3. Objetivo**

- Lograr que los Servicios Públicos Locales, brindados por la Municipalidad Distrital de Quicacha, sean de estándares de calidad premium, optimizando sus recursos logísticos, financieros y humanos para beneficio de los usuarios, contribuyentes y vecinos en general.
- Implementar de manera eficiente los diferentes Programas y Proyectos Sociales, Educativos y de Salud, dirigidos prioritariamente a los anexos de pobreza y pobreza extrema para alcanzar el desarrollo Humano, el aprovechamiento del turismo, la conservación ambiental, fomento de la cultura, educación y el deporte en un entorno de seguridad y promoción de la salud.
- Mejorar las condiciones de vida de la población con énfasis en promover la competitividad y las inversiones para lograr un desarrollo local económico y sostenible, mediante la identificación de potencialidades, uso adecuado del territorio, sus recursos naturales y el planeamiento estratégico concertado.

## **CAPÍTULO II**

### **REALIDAD PROBLEMÁTICA**

#### **2.1 Descripción de la Realidad Problemática**

A nivel mundial se aumentó la elaboración de diferentes movilidades con distintas proporciones y peso; a la vez incrementando el movimiento vehicular, las diferentes cargas que transitan en las distintas vías de transporte terrestre que generalmente son de pavimento flexible y algunas de pavimento rígido, aunque el tiempo útil es entre los diez a quince años, pero su vida útil se degrada aún más por el flujo vehicular, altas solicitaciones, etc., así generando mayor gastos de mantenimiento que se les dará.

En Latinoamérica, se opta más por el pavimento rígido que el pavimento flexible, ya que si se ejecuta de la manera correcta su duración y presupuesto resulta ser más económico a largo plazo, pero en caso se elabore de una manera incorrecta la reparación del pavimento rígido este sería más costoso. América Latina, el pavimento rígido toma protagonismo frente al pavimento flexible esto se debe a que el uso de éste resulta más económico a largo plazo, sin embargo, en caso de algún desperfecto las reparaciones son más costosas.

La industria de elaboración de pavimentos se proponen solucionar la poca resistencia a tracción del concreto, así como aumentando el espesor de la losa o fortalecer la zona inferior de ellos, con acero en forma de malla; pero esto sube el presupuesto de la obra y no sería óptimo por ese lado. Las losas de pavimento, sean simples o armadas, sufren efectos del ambiente cuando este tiene diferentes cambios climáticos, según el lugar que se realice el trabajo, lo que genera errores en el pavimento por fatiga, empeorando por las distintas cargas generados por los vehículos no anticipados; sin embargo estudios nacionales e internacionales hacen investigaciones orientados al perfeccionamiento de la peculiaridad del hormigón sobre el manejo de aditivos, como las fibras metálicas en el hormigón y se sabe que brindan mayor dureza y ductibilidad al concreto. Al manejo de dicho aditivo nos dan como resultado concreto de alta resistencia, disminuyendo las fisuras y obtener pavimento con menor espesor y así cumplan con el servicio de nivel durante su vida útil.

La ejecución de este proyecto se justifica ya que esta ubica en la zona rural de la ciudad de Arequipa, en el centro poblado de Quicacha del Distrito de Quicacha, donde es claro ver las calles de trocha carrozable, actualmente se puede apreciar que al paso de los vehículos genera polvareda por los baches y la tierra que afecta la salud de los peatones y dificulta el tránsito peatonal y vehicular. Asimismo, es una de las arterias más importantes ya que conecta el centro poblado con la carretera regional, la conlleva un gran flujo vehicular de alto tonelaje.

Actualmente, no hay investigaciones sobre el uso de refuerzos longitudinales (varilla de acero corrugado) y refuerzo transversal (dowels) en el diseño de paños de losas de concreto pertenecientes a un pavimento rígido en la localidad de Quicacha,

se comienza incorporando distintos elementos en la losa de concreto, con el resultado de saber que la actitud de este laso de caracteres de concreto y la manipulación en los paños rígidos, los cuales son evaluados y llevados a cabo en distintas zonas del centro poblado de Quicacha, con el fin de proveer una eficaz infraestructura de transporte peatonal y vehicular, tal y como se ha proyectado en la obra complementaria tales como; veredas, adoquines de concreto, suministro e instalación de redes de alcantarillado y agua potable, y el concreto rígido de  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  sin pasadores.

#### **a) Antecedentes internacionales**

(Cano & Saenz, 2019) nos menciona:

El diseño de estructuras viales (rígidas, flexibles, articuladas) es objeto de estudios e investigaciones, como consecuencia de los diversos resultados obtenidos en la ingeniería civil y en particular en la construcción de estructuras para una vía vehicular. Esta tesis evalúa los diferentes métodos utilizados para el diseño de estructuras de pavimentos según criterios de parámetros empíricos, semiempíricos y racionales con el fin de identificar las diferentes alternativas que existen en este campo. Esto con el fin de contrastar y comparar los conceptos y parámetros técnicos académicos utilizados para los diferentes tipos de diseño con el fin de determinar las diferencias de las que se derivan y que al ser aplicados puedan o no conducir a resultados objetables e inadecuados en relación con el comportamiento de la situación real de la estructura. Además, este trabajo se realiza para conocer las condiciones actuales del área donde interviene y recopilar información sobre las características y propiedades del suelo con el fin de identificar qué modelo de diseño está disponible para el proyecto a implementar. (pág. 45)



## **b) Antecedentes nacionales**

(Tetiano & Vásquez, 2021), nos menciona:

Actualmente las vías del área de estudio se encuentran en mal estado de conservación y como propuesta académica se plantea realizar el estudio topográfico, estudio hidrológico de la zona de influencia de la vía y el dimensionamiento del espesor del pavimento rígido con el objetivo de optimizar la transitabilidad de la vía comarcal Cajamarca - Cumbe Mayo; donde se obtuvo una distancia de 20.035 km según el estudio topográfico, un CBR de 31.10% según el diseño -Tráfico, se consideró un periodo de diseño de 20 años mediante el método ASSHTO 93, se determinó un espesor de 15 cm y de acuerdo al estudio hidrográfico se plantea cunetas de forma triangular. (pág. 12)

(Chávez & Ronda, 2021), tuvieron como objetivo la comparación técnica-económica entre el pavimento flexible y rígido en el tramo de Cambio Puente hasta Chimbote, con 5 kilómetros de longitud, con la finalidad de determinar el pavimento que más se adecua a las condiciones del tramo en cuestión en una investigación cuantitativa, con diseño descriptivo no experimental, transversal comparativo, cuyo objetivo general fue: realizar el estudio comparativo entre un pavimento rígido y un pavimento flexible para el tramo en cuestión teniéndose en cuenta los diseños para los tipos de pavimento utilizando la metodología de diseño AASHTO 93, considerándose similares condiciones de tránsito, subrasante y periodo de diseño, consecuentemente y después de obtener los espesores en ambos tipos de pavimentos se efectúa la comparación de costos y presupuestos. Por otro lado, en la parte técnica se compara la eficacia y el comportamiento a lo largo de su vida de diseño, Concluyéndose que mediante los estudios topográficos el terreno es plano

con una pendiente longitudinal menor al 3%, por lo que no presenta mayores dificultades de trazado, ya que se ubica en la zona urbana costera. (pág. 6)

(Acuña & Figueroa, 2020), Nos menciona:

Como objetivo diseñar el pavimento rígido para el mejoramiento de la transitabilidad de la calle principal del Centro Poblado de Shansha; para ello se realizaron los respectivos trabajos de campo, para obtener un adecuado diseño del pavimento rígido, con los cronogramas planteados a criterio. El tipo de investigación que se realiza es no experimental, que es aquella que se ejecuta sin manipular las variables de manera deliberada, se basa directamente en la observación de hechos tal y como surgen en su contexto normal o natural para analizarlos con posterioridad; en este modelo de investigación no hay restricciones, ni estímulos a los que se expongan los sujetos o elementos del estudio, los sujetos son observados y estudiados en su ambiente natural. Como muestra la población será el total de recorrido de la vía a analizar, la cual consta de 1.12 kilómetros. Vía sobre la cual, realizamos un levantamiento topográfico, un estudio de tráfico y un estudio de mecánica de suelos, como medios para obtener los hechos y/o datos necesarios para realizar el diseño estructural del pavimento y así determinar los espesores de sus capas componentes. (pág. 8)

(Rebaza, 2018), nos menciona:

Que tuvo como objetivo investigar el uso de geomalla multiaxial como refuerzo dentro de pavimentos rígidos, con este propósito se realizó dos alternativas de diseño con el método AASHTO, en la primera se usó el método no reforzado mientras que la otra consistió en reforzar la estructura con geomalla multiaxial TX-

160. Se realizó el levantamiento topográfico; en el estudio de tránsito se obtuvo 4485744.31 ESALS en el carril derecho y 3973256.88 en el carril izquierdo; en el estudio de mecánica de suelos se obtuvo de la primera calicata: tipo de suelo según clasificación AASHTO: A-2-6, límite líquido: 26.98, límite plástico: 15.41, contenido de humedad: 21.11%, contenido óptimo de humedad: 12.75%, máxima densidad seca: 1.905 gr/cm<sup>3</sup> y C.B.R: 18.00% y en la segunda calicata: tipo de suelo según clasificación AASHTO: A-2-6, límite líquido: 32.48, límite plástico: 20.45, contenido de humedad: 24.12%, contenido óptimo de humedad: 14.05%, máxima densidad seca: 1.883 gr/cm<sup>3</sup> y C.B.R: 9.50%; también se realizó el estudio de suelo del material para subbase granular de la Cantera Rumicucho en el que la granulometría cumple con la gradación B, la Abrasión es 32.11% y C.B.R. es 34%. Posteriormente se diseñó el pavimento rígido no reforzado con la fórmula general del método AASHTO y se obtuvo el espesor de losa: 21cm y de subbase granular: 20cm, y con uso de geomalla multiaxial TX-160 se obtuvo los espesores de losa: 19cm y de subbase granular: 20cm; se elaboró los metrados y presupuesto de ambos diseños y se obtuvo el costo por metro cuadrado igual a s/.142.25 y s/.137.95 para pavimento rígido convencional y con uso de geomalla respectivamente. (pág. 8)

### **c) Antecedentes del proyecto**

La ejecución de este proyecto se justifica ya que esta ubica en la zona Urbana del Distrito de Quicacha, en el centro poblado de Quicacha, donde se aprecia a simple vista el acceso a diferentes calles con el estado de trocha carrozable, actualmente se puede apreciar que al paso de los vehículos genera polvareda por los baches que genero el clima en su temporada y el terreno natural que afecta la salud de los peatones y dificulta el tránsito peatonal y vehicular. Asimismo, las diferentes calles

son importantes ya que conecta el centro poblado de Quicacha con la carretera regional, la que conlleva un gran flujo vehicular de alto tonelaje.

## **2.2 Formulación del Problema**

### **2.2.1 Problema General**

a) ¿De qué manera el diseño de pavimento rígido ayuda a mejorar la infraestructura vial en el centro poblado de Quicacha – Caraveli – Arequipa 2022?

### **2.2.2 Problemas Específicos**

a) ¿En qué condiciones se encuentra las calles del centro poblado de Quicacha – Caraveli – Arequipa 2022?

b) ¿Cuáles son las características para el diseño de pavimento rígido en la infraestructura vial en el centro poblado de Quicacha– Caraveli – Arequipa 2022?

c) ¿Cuál será la mejora de diseño de pavimento rígido en la infraestructura vial en el centro poblado de Quicacha - Caraveli – Arequipa 2022?

## **2.3 Objetivos del Proyecto**

### **2.3.1 Objetivo General**

a) Diseñar el pavimento rígido para mejorar las condiciones de infraestructura vial del centro poblado de Quicacha del distrito de Quicacha – Caraveli – Arequipa 2022.

### **2.3.2 Objetivos Específicos**

a) Analizar las condiciones en que se encuentran las calles del centro poblado de Quicacha, Arequipa 2022.

- b) Evaluar las características para el diseño de pavimento rígido en la infraestructura vial en el centro poblado de Quicacha del Distrito de Quicacha – Caraveli – Arequipa 2022.
- c) Diseñar el pavimento rígido para mejorar la infraestructura vial del centro poblado de Quicacha del Distrito de Quicacha – Caraveli – Arequipa 2022.

## **2.4 Justificación**

En lo práctico el presente trabajo de suficiencia profesional contribuirá con la municipalidad Distrital de Quicacha (2022), ya que es sumamente importante debido a que en este momento las calles del centro poblado de Quicacha viene soportando el agua pluvial que discorra con tierra y piedras producto de la escorrentía de las laderas de las calles proyectadas y estas generarían la colmatación inmediata de cualquier drenaje pluvial que se proyecte por la cantidad de tierra a ingresar a las calles del centro poblado de Quicacha.

Entonces, se quiere obtener un buen servicio sustentable, cómodo y seguro para los móviles de diferentes proporciones, pesos; y peatones de las diferentes calles del centro poblado de Quicacha del distrito de Quicacha.

## **2.5 Limitantes de la Investigación**

En este presente trabajo de suficiencia no se encontraron limitantes que se puedan considerar.

## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL PROYECTO

#### 3.1 Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado

##### 3.1.1 Requerimientos

Normatividad aplicada en trabajo de investigación:

**Tabla 1** Normas aplicadas al presente trabajo de suficiencia

Norma	Descripción
Diseño geométrico. DG-2014	Son los requisitos para realizar el diseño geométrico de carreteras. Alineamientos y secciones.
Manual de carreteras suelos geología geotecnia y pavimentos 2014	Son los requisitos para realizar el diseño de pavimentos rígidos
Guía AASHTO	Diseño de estructuras de pavimentos, 1993.
Norma Técnica de Edificación E.050 "Suelos y Cimentaciones"	

### 3.1.2 Cálculos

#### 3.1.2.1. Estudios básicos

##### A. Estudio topográfico

La topografía de terreno se realizó en la zona del proyecto, para iniciar el reconocimiento del terreno y hacer el levantamiento topográfico en el lugar, una vez en el sitio se realizó el reconocimiento de campo determinando los componentes topográficos, hidro fluviales y determinar los factores de erosión: datos referenciales de posicionamiento global y datos topográficos – puntos topográficos, por método de radiación compuesta.

Se recogió datos preliminares antes del levantamiento de campo, que consta la ubicación del proyecto pro medio de información geoespaciales, información que se dispone de las imágenes DEM, que se toman desde los satélites que lectura información geodésica.

**Ilustración 1** vista del levantamiento topográfica



La zona Investigada por las mediciones topográficas se especificó para las principales calles del centro poblado de Quicacha como son es la calle principal. Calle cusco, calle N° 01, Calle N° 02, Calle N° 3, Calle N°06, Calle Jasmín, calle primavera, calle magisterial, calle Jorge Chávez.

NORTE : 628,715.217 m

ESTE : 8,271,950.776 m

### **Metodología del trabajo**

En el lugar de la investigación no existe una marca Bench Mark monumentado, para ello se utilizó estacas como puntos de referencia, como a su vez GPS de mayor exactitud (3m de margen de error), estos están derivados al DATUM PASAD 56 y tienen relación entre si con la red Geodésica Nacional UTM, el cual se encuentra dentro de la zona 18 sur de las cuadrículas.

De esta manera se obtiene la posición de las diferentes coordenadas planas y geográficas de la zona del proyecto, se asignaron puntos de estaciones principales EST 1 y los puntos de apoyo de la poligonal abierta, amarrados a la base, asignando dos (02) estaciones llamadas, VERTICE 01 Y VERTICE 02.

**Tabla 2** Puntos referenciados del BM

DESCRIPCION	NORTE	ESTE	COTA	REFERENCIA
BM-01	628715.217	8271950.776		CALLE 3
BM AUX-02	628923.299	8272333.744		CARRETERA CHALA



### **Control horizontal topográfico.**

Para poder hallar las coordenadas planas de las diferentes estaciones se ha usado como puntos de referencia a los levantamientos topográficos y se consideró como estación de partida el hito (estaca) del vértice 01 y como apoyo el hito del vértice 02 (estaca 02).

### **Observaciones de direcciones angulares.**

Las medidas de las direcciones angulares se utilizó la estación total TS02 Leica de una exactitud a 5seg.

### **Mediciones de distancia**

Para el avance de la poligonal abierta de 4ta orden, las longitudes fueron encontradas por la estación total y fueron cuantificados las longitudes de la triangulación poligonal de la zona del proyecto para los diferentes levantamientos topográficos.

### **Cálculos**

Después de adquirir los resultados verificados de los ángulos horizontales y con la información de distancia también se verifico los cálculos previos y luego el decisivo de la poligonal cerrada hallando las coordenadas planas de las estaciones medidas, así como su respectivo azimut y los resultados.

### **Control vertical.**

Se realizo una nivelación diferencial de 3er orden con el fin de dar diferentes distancias a los puntos del Distrito de Quicacha y los hitos de la poligonal. Iniciando de un nivel oficial BM=01, con altitud definida de 1840 m con respecto al nivel del mar, localizado en la parte central de la plaza de armas de Quicacha.

A continuación, se listan las coordenadas UTM en el sistema PSAD 56 de los puntos de control establecidos para el levantamiento de la zona de estudio de las principales vías del distrito de Quicacha.

**Tabla 3** Coordenadas UTM en el sistema PSAD 56

<b>Punto</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>
<b>A</b>	628922.5524	8272400.8213
<b>B</b>	628945.7439	8272394.5481
<b>C</b>	628955.6572	8272325.4425
<b>D</b>	629033.9047	8272203.9833
<b>E</b>	629000.3151	8272075.4875
<b>F</b>	628774.8948	8271937.9817
<b>G</b>	628725.6618	8271883.5713
<b>H</b>	628635.4641	8271866.4844
<b>I</b>	628623.4527	8271875.5423
<b>J</b>	628635.2938	8272048.7907
<b>K</b>	628734.7379	8272176.8157
<b>L</b>	628774.1381	8272239.4275
<b>LL</b>	628831.6688	8272289.0350

## **B. Estudio de Mecánica de Suelos**

El Distrito de Quicacha está ubicado dentro del mismo valle de Chaparra, entre los 1,650 m.s.n.m. y los 3,550 m.s.n.m. y las coordenadas 15° 38' 21'' de latitud sur y los 73° 47' 47'' de longitud oeste.

El proyecto contempla la construcción de vías de pavimentación rígido, veredas, áreas de circulación, iluminación, obras de arte en concreto armado, sardineles, muros de contención pequeños, etc. según la topografía y lo planteado.

### **Descripción del área de estudio.**

El área de estudio se caracteriza por presentar distintos cambios climáticos comunes del sur del Perú, con un clima seco durante todo el año y mínimas precipitaciones pluviales que tiene el lugar.

La localidad de Quicacha, se encuentra a una altitud de 1820 m.s.n.m. y presenta una buena accesibilidad.

## Resumen de las condiciones de Cimentación

Según la norma técnica E.050 “suelos y cimentaciones” se presenta que esta información no es limitada, ya que se deberá de cumplir con lo mencionado de manera detallada en el siguiente Estudio de Mecánica de Suelos y con el Reglamento Nacional de Edificaciones, según la **Tabla 4**:

**Tabla 4** Resumen de las condiciones de cimentación

Estrato de apoyo de la cimentación: <b>conglomerado heterogéneo con matriz areno limosa mal graduada de clasificación SUCS “SM”</b>
Profundidad de la napa freática: <b>no presenta</b>
Parámetros de diseño de la cimentación: <b>Profundidad de cimentación: 1.50 m</b> <b>Presión admisible: 1.60 kg/cm<sup>2</sup></b> <b>Factor de seguridad por corte (estático, dinámico): 3</b> <b>Asentamiento diferencial máximo admisible: 2.54 cm.</b> <b>Capacidad de soporte del suelo CBR: 11%</b>
Parámetros sísmicos del suelo (de acuerdo a la norma E030) <b>Zona sísmica: 4</b> <b>TIPO DE PERFIL DEL SUELO: S2</b> <b>Factor de suelo (S): 1.05</b> <b>Periodo TP (s): 0.6</b> <b>Periodo TL (s): 2.0</b>
<b>Agresividad del suelo a la cimentación: no presenta</b>
Problemas especiales de cimentación <b>Licuación: no presenta</b> <b>Colapso: no presenta</b> <b>Expansión: no presenta</b>

## Exploración del campo

### Calicatas o pozos de exploración:

Se realizó 04 calicatas (a cielo abierto), nombrados como C-1, C-2, C-3 y C-4 los mencionados fueron asignados a un punto convenientes y con interiores insustituible de acuerdo a la fuerza de las cargas en la obra de construcción.

Tomando como referencia la “guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción” NTP 339.162 (ASTM D 420).

Esta investigación nos sirve para tantear directamente las diferentes singularidades del subsuelo en su estado propio.

Hasta el interior explorado no se halló el nivel freático.

La Perforación del suelo alcanza la siguiente profundidad:

**Tabla 5** Perforaciones de las calicatas

Pozo	Profundidad interna (m)
<b>C-1</b>	1.50
<b>C-2</b>	1.50
<b>C-3</b>	1.50
<b>C-4</b>	<b>1.50</b>

**Ilustración 2** Calicata n°01



**Ilustración 3** Calicata n°02



**Ilustración 4** Calicata n°03



## Ilustración 5 Calicata n°04



### Ensayos de Laboratorio

#### Ensayos estándar

- Análisis granulométrico por tamizado. NTP 339.128 (ASTM D422).
- Limite plástico y limite líquido. NTP 339.129 (ASTM D4318).
- Contenido de Humedad. NTP 339.127 (ASTM D2216).
- Peso específico relativo de sólidos. NTP 339.131 (ASTM D854).
- Clasificación unificada de suelos (SUCS). NTP 339.134 (ASTM D2487).

#### Ensayos especiales

- De manera característica el pozo de 0.00 – 1.50 m del interior, se hizo la prueba de california bearing Ratio (CBR). MTC E 132-2000 (ASTM D-1883).
- De manera característica la muestra del pozo de 0.00 – 1.50 m del interior, se hizo la prueba de corte directo saturado – inalterado. NTP 339.171 (ASTM D3080).

### 3.1.3 Dimensionamiento

- **Ubicación política del Proyecto**

**Tabla 6** Ubicación Política del proyecto

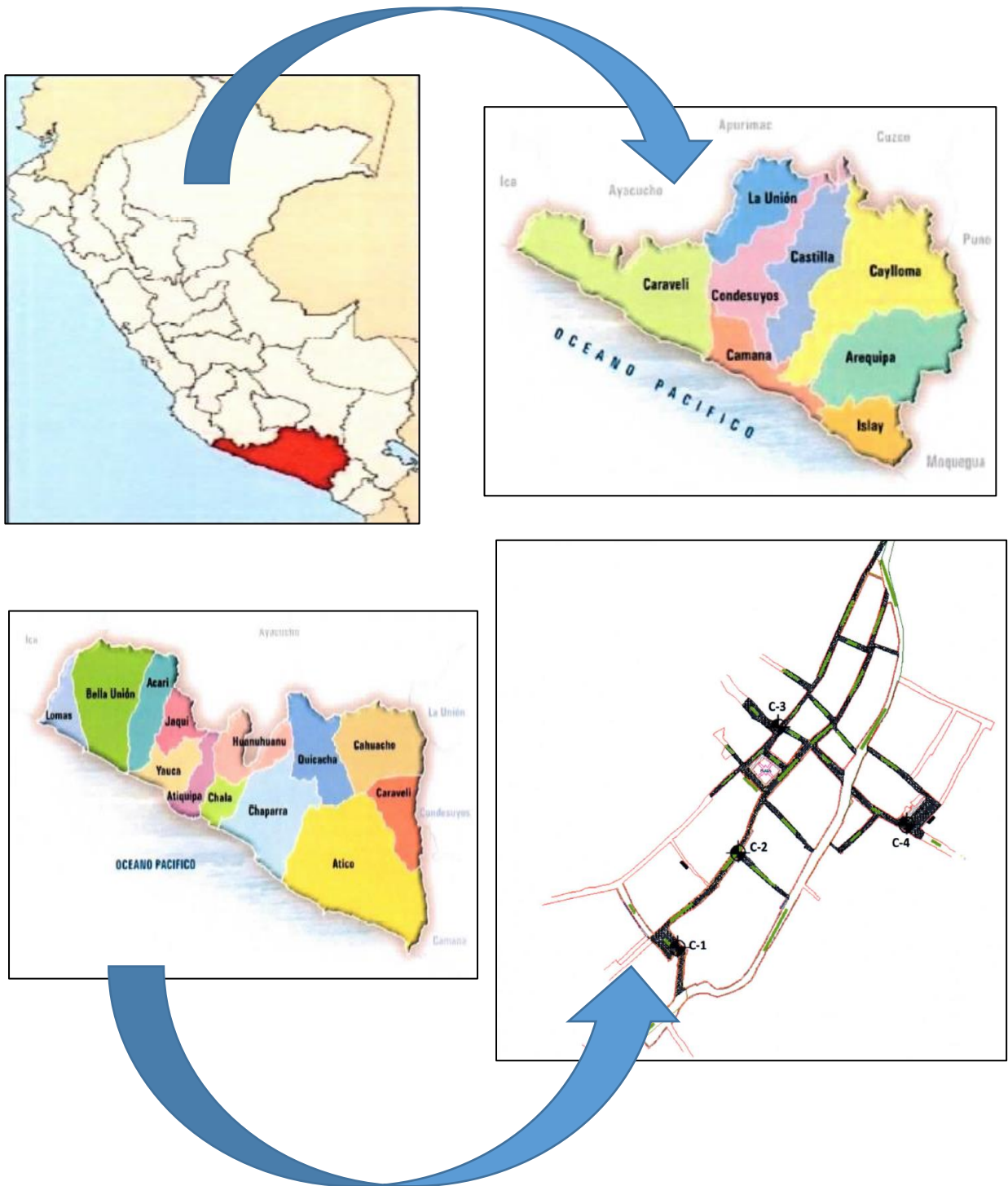
<b>Ubicación política del proyecto</b>	
- Departamento/Región	: Arequipa
- Provincia	: Caraveli
- Distrito	: Quicacha
- Zona	: Rural

- **Ubicación geográfica del proyecto**

**Tabla 7** Ubicación geográfica del Proyecto de Investigación

<b>Ubicación geográfica del proyecto</b>	
- Región geográfica	: Arequipa
- Coordenadas WGS 84	
- Este	: 8'271,950.776
- Norte	: 628,715.217

**Ilustración 6** Sitio de la zona de estudio





### 3.1.4 Equipos utilizados

**Tabla 8** Equipos Utilizados para el desarrollo de la investigación

<b>Equipo utilizado</b>	<b>Descripción Teórica</b>
Computador Portátil (Laptop)	Son sistemas informáticos relativamente pequeños y económicos, también conocidos como micro procesadores.
GPS diferencial Trimble Goexplorer	Es un sistema de navegación por satélite de GPS arroja las correcciones de los datos con el fin de tener la mejor precisión que sería en centímetros.
Software AutoCAD 2021	Es un software para el diseño mediante la utilización de una computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D.
Cámara Fotográfica Digital (Celular)	Son cámaras fotográficas modernas que tienen varias funciones. Contienen dispositivos capaces de captar y almacenar fotografía, además pueden grabar sonido y video.
Impresora Multifuncional	Es un equipo que incorpora las funciones de: una impresora, un escáner y copiadora.
Herramientas Manuales	Son los instrumentos de uso manual con los que se realizan diversas actividades de trabajo en el campo, como la cinta métrica y otros.

### 3.1.5 Conceptos Básicos para el Diseño del Piloto

- **Pavimento rígido.** – según (Mora Cano & Arguelles Saenz, 2019)

“Se forman a partir de una losa de hormigón sobre sobre la subestructura. Transferir las fuerzas puntualmente al suelo de manera mínima. Es constante y necesario hacer seguimiento el monto del concreto” (pág. 13).

- **Estudio de tráfico.** - según (Vega Pérrigo, 2018)

“Es el flujo del vehículo; es decir, los tipos de vehículos que circularán por la zona y la frecuencia con la que lo harán” (pág. 17).

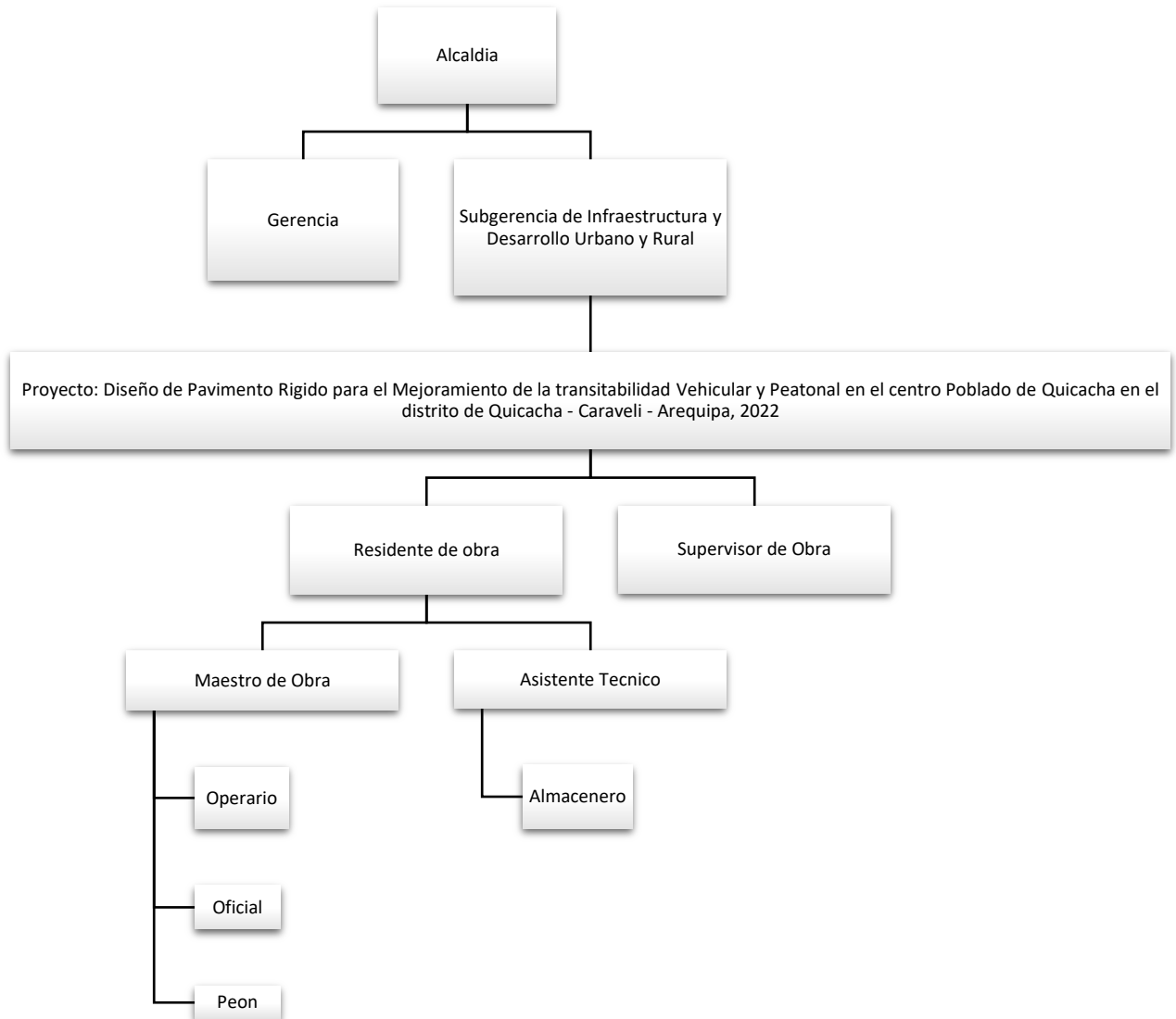
- **Esal** - Según (Gonzales Minaya & Ordoñez Huaman, 2006) menciona que el “ESAL es un eje estándar que consiste en un eje simple con dos ruedas en los extremos” (pág. 98)
- **La subrasante.** - según (Rivas Marchan & Benites Chero, 2021)

“Es la base natural preparada y compactada sobre la que se puede construir un pavimento. La función de la subestructura es proporcionar un soporte razonablemente consistente sin cambios repentinos en el valor del soporte” (pág. 68)

.
- **Sub base.** – según (James Chinome, 2020) nos dice: “Es una capa granular compuesta por materiales triturados, arena y material grueso, esta capa es resistente a la erosión, permite el libre drenaje y evita el bombeo” (pág. 68).

### 3.1.6 Estructura

**Tabla 9** Organigrama de la Municipalidad Distrital de Talavera



### 3.1.7 Elementos y funciones

**Residente de obra.** - Encargado del área técnica y de dar cumplimiento el proyecto en base a lo establecido en el expediente, así mismo se menciona las funciones que tiene a responsabilidad antes y durante la ejecución del proyecto, tales como:

- Revisión del expediente técnico aprobado, antes del inicio de la obra.

- Control y evaluación del cumplimiento de las funciones y responsabilidades del personal técnico y administrativo responsable.
- Administrar adecuadamente el cuaderno de obra.
- Solicitar al proyectista los informes de aclaración de observaciones, respecto del expediente técnico.
- Ejecutar los trabajos involucrando integrantes competentes y capacitados, para efectuar los trabajos indicados dentro del proyecto.
- Planificar y supervisar el cumplimiento de las medidas de seguridad del personal en obra.

**Inspector de obra.** - Tiene las similares responsabilidades que ejerce el supervisor de obra, donde solo uno de los dos profesionales está permitido estar en obra, mas no estar los dos a la vez, su función principal es de asegurar que la obra se culmine garantizando la calidad de la obra ejecutada; por lo cual las responsabilidades que le compete en obra son:

- Revisar los documentos y las actividades del proyecto en coordinación con el profesional residente.
- Verificar que el proyecto asignado cuente con el cuaderno de obra debidamente legalizada; asimismo debe registrar en el cuaderno de obra los avances, ocurrencias, observaciones y recomendaciones debidamente firmadas.
- Verificar que los recursos y materiales utilizados durante la ejecución del proyecto estén de acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas en el expediente técnico; asimismo estar en constante coordinación con el profesional Residente de Obra.

- Realizar las recomendaciones correspondientes para solucionar los problemas de carácter técnico, legal y laboral, referentes al proyecto.

**Asistente Técnico.** - Es el profesional ingeniero que se encuentre en su totalidad capacitado para realizar todas las actividades que se ejecuten durante el periodo del proyecto, conllevando así, responsabilidades tales como:

- Asistir al Residente de Obra en la ejecución del proyecto.
- Presentar los siguientes documentos: Informe mensual de actividades ejecutadas, Planillas de metrados ejecutados; asimismo, apoyar en el seguimiento de la documentación de los adicionales de obra, deductivos, cambio de especificaciones técnicas, diseño y en la reprogramación de actividades del proyecto.
- Gestionar de forma confidencial todos los documentos relacionados con el trabajo.
- Entregar al administrador toda la colección de documentos creados durante la ejecución del trabajo.

**Maestro de Obra.** - Es el encargado de la dirección del equipo de trabajo a quien se le encomienda la ejecución material de una obra determinada, asignándosele responsabilidades como:

- Ejecutar el proyecto cumpliendo con los detalles técnicos, en mutuo acuerdo con el Residente de Obra.
- Planificar el procedimiento y consecución de las actividades constructivas de la obra.
- Organizar los espacios de trabajo en cuanto a espacios de maniobra, almacenamiento, acceso para carga y descarga de materiales.

- Controlar, organizar y asignar tareas al personal bajo su responsabilidad.

**Almacenero.** - Es responsable de la custodia de todos los materiales de la obra, conllevando un control de ingresos y salidas, como también conservar los materiales en buen estado para el uso de la obra, como indica las normas de construcción.

**Operario.** - Es el personal con especialidad y se puede desempeñar como: albañil, carpintero estructural, herrero, gasfitero, electricista, maquinista, operador de equipo liviano, mezcladora, concretero, mecánico, etc.

**Oficial.** - Es el personal sin experiencia que se desempeña como el asistente del operario, considerado como su mano derecha.

**Peón.** - Es el personal sin experiencia que se desempeña como la mano de obra ejerciendo la labor ardua del proyecto como ayudante del oficial.

### 3.1.8 Planificación del proyecto

**Tabla 10** Cronograma de actividades durante la de investigación

Actividad	Diciembre				enero				
	06	15	22	28	01	05	15	20	25
Búsqueda de referencias	■								
Planteamiento del Título		■							
Definición de variables			■						
Formulación del Problema				■					
Objetivos del Proyecto					■				
Justificación						■			
Limitantes							■		
Desarrollo del proyecto								■	
Conclusiones									■
Recomendaciones									
Corrección de Observaciones									
Entrega final y Presentación									

### 3.1.9 Servicios y Aplicaciones

#### Estudio de Mecánica de Suelos

##### Nivel de la capa freática.

Hasta el interior explorado no se halló ningún nivel freático

##### Valor de soporte del suelo (CBR) del agro de fundación

El suelo de fundación está constituido principalmente por materiales conglomerado heterogéneos con matriz gravo arenoso. El ensayo de CBR indica los siguientes valores representativos al 100% de la máxima densidad seca (MDS).

Máxima densidad seca al 100% : 2.177 g/cm<sup>3</sup>

CBR para 0.1" de penetración : 11%

##### Análisis de la cimentación

##### Tipo y profundidad de cimentación:

Según los trabajos de agro, pruebas en laboratorio, especificación del perfil estratigráfico, detalles del proyecto y el estudio efectuado, se da como resultado que la cimentación será con un interior de 1.50 m.

##### Cálculo de la capacidad portante admisible:

Los resultados obtenidos del ensayo de corte directo remoldeado – saturado ( $\phi=30^\circ$  y  $c=0.00$  kg/cm<sup>2</sup>) en un estado no favorable y utilizando la teoría de Karl Terzagui y verificar por Meryerhoft para cimentaciones superficiales, se tiene:

$$q_{adm} = \frac{qNq + cNc + 0.50\gamma BN\gamma}{FS}$$

Donde:

$q_{adm}$ : capacidad portante admisible = kg/cm<sup>2</sup>

$\phi$ : Angulo de fricción interna = 30°

$C$ : Cohesion ( $\frac{gr}{cm^3}$ ) = 0.00

$$\gamma: \text{Densidad Natural } (gr/cm^3) = 1.409$$

$$D_f: \text{Prof. de cimentacion (m)} = 1.50$$

$$B : \text{ancho de cimentacion (m)} = 1.00$$

$$L: \text{Longitud de Zapata (m)} = 1.00$$

$$FS: \text{Factor de Seguridad} = 3$$

Factores de capacidad de carga respectivamente para una falla local.

$$N_c = 30.140$$

$$N_q = 18.401$$

$$N_y = 15.668$$

Reemplazando se obtiene:

$$q_{adm} = 1.60 \text{ kg/cm}^2$$

## Efecto del sismo

### Sismicidad de la zona investigada:

Iniciando la investigacion (Macro sísmica), se ha creado los mapas de líneas isosistas de algunos sismos destructores que han tenido incidencia sobre la franja N° 1.

Según la Norma Sísmica Peruana NTE.030 difundida el 22 de enero del 2016 con decreto supremo N°003-2016-VIVIENDA en su artículo 2.1 considera el siguiente

### Tabla 11:



**Tabla 11** Factores de área según la NTE.030.

Factores de zona "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

### Parámetros de sitio

**Tabla 12** Factores de suelo y periodos.

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA \ SUELO	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

**Tabla 13** Periodos

Tabla N° 4 PERÍODOS "T <sub>p</sub> " Y "T <sub>L</sub> "				
	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>p</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

### Diseño de pavimento

#### Metodología de la AASHTO (1993)

La Formula ASHTTO establece un numero estructural (SN) sobre el cual se estructura el pavimento de acuerdo a la utilización de materiales y algunos consejos señaladas en la guía. Este método es para la elaboración de un nuevo pavimento que empieza a ofrecer un alto nivel. Al pasar el tiempo, las cargas del tránsito hacen que

el nivel de utilidad baja. La fórmula exige un nivel que debe conservar al término del periodo de diseño.

Por medio de desarrollo iterativo, se presume espesores hasta que la Formula proporcionada llegue a un punto de equivalencia.

El grosor determinado debe sostener el paso de un número establecido de carga sin que ocasione un desgaste de nivel de servicio mínimo precisado.

Según lo estipulado propio del área de trabajo, prosiguiendo, se ordenan los siguientes datos para la elaboración del diseño del pavimento rígido:

$$W_{80} = \# \text{ total de ejes equivalentes} = 270\ 000$$

$$FD = \text{Factor de distribución direccional} = 1$$

$$FC = \text{Factor carril} = 1$$

$$ESAL \text{ diseño} = 270\ 000$$

parámetros

$$n = \text{Periodo de diseño} = 20 \text{ años}$$

$$Z_r = \text{Desviación estandar normal} = -0.127$$

$$S_0 = \text{Desviación estándar} = 0.39$$

$$P_i = \text{Serviciabilidad inicial} = 4.5$$

$$P_t = \text{Serviciabilidad final} = 2.0$$

Propiedades del material

$$CBR \text{ subrasante} = 11\%$$

$$K = \text{Módulo resiliente de la subrasante} = 69 \text{ MPa}$$

$$f'c = \text{Resistencia a la compresión del concreto} = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = \text{Módulo de elasticidad del concreto} = 27500 \text{ MPa}$$

$$M_r = \text{Módulo de ruptura del concreto} = 34 \text{ kg/cm}^2$$

$J = \text{Coeficiente de transferencia de carga} = 3.2$

$Cd = \text{Coeficiente de drenaje} = 1.0$

$Mr = \text{Módulo resiliente de la subbase granular} = 172 \text{ MPa}$

Así mismo, se toma como referencia los datos adquiridos con anterioridad sobre la estructuración del pavimento:

**Tabla 14** Características del pavimento

ESTRUCTURA	ESPESOR
Esesor de Losa de Concreto	15 cm.
Esesor Subbase Granular	15 cm.

### Diseño de pavimento Rígido

Dimensionamiento del pavimento rígido, concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Las calles del centro poblado de Quicacha tienen una capa de afirmado desgastada, que tiene un espesor de 5cm, por lo que es necesario la construcción del pavimento a fin de poner en servicio y condiciones aceptables las calles del centro poblado de Quicacha.

Se hizo reconocimiento en campo y se determinó la ubicación de las 4 calicatas procediendo a excavarlas hasta 1.50m.

### Trabajos de Laboratorio

se han realizado ensayos de laboratorio, elaborados por el ing. Carlos Chavez R.

- Granulométricas
- Límites de consistencia
- CBR
- Proctor modificado

- Densidades de campo

Para el diseño del pavimento se consideró el Método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos rígidos donde indica:

### **Pavimento de concreto simple**

#### **Sin pasadores:**

Son pavimentos que no cuentan con esfuerzos de acero ni propiedades para traspaso de cargas, esto se consiguió mediante la trabazón (interlock) de los agregados dividiendo las caras agrietadas inferior de las juntas aserradas. Para que este traspaso sea exitoso, es útil que tenga espaciamiento corto entre juntas.

En las vías se obtiene un espesor de 16cm. En las vías de aeropuertos y autopistas 20 cm o más de espesor. Según el tipo de pavimentos se usa en lugar de tráfico pobre y clima templado; en general se asiste de forma directa sobre la subrasante.

#### **Trafico**

Por tratarse de una zona urbana, que no refleja lo determinado en las estadísticas por lo que podemos establecer los siguientes parámetros:

Tipo : Calles Urbanas

Periodo de diseño : 20 años

ESAL de diseño : 270 000

Ecuación para el diseño para pavimento flexible AASHTO 93

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

#### **Capas Estructurales**

Para las calles del centro poblado de Quicacha

Dimensionamiento de las capas estructurales:

Pavimento rígido : 15 cm.

Base granular : 15 cm.

## **CAPÍTULO IV**

### **DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **4.1 Tipo y diseño de Investigación**

El tipo de investigación según su finalidad, es básica, ya que permite la obtención de nuevos conocimientos acerca de fenómenos y hechos observables sin darle ninguna aplicación.

La investigación según su alcance o nivel es “correlacional”. Es cuantitativa. Se Establece entre si dos o más variables para medir similitudes y diferencias.

El diseño de la investigación es de tipo no experimental, ya que no se procederá a realizar nuevas técnicas.

#### **4.2 Método de Investigación**

El método de investigación es deductivo; usa argumentos y explica la realidad basándose en leyes o teorías generales para casos específicos

#### **4.3 Población y Muestra**

##### **4.3.1 Población**

En el siguiente estudio, el universo poblacional es conformado por la trocha carrozable existente en la 1ra, 2da, 3ra y 6ta. Calles, calle primavera, calle Jasmín,

calle Jorge Chávez, calle magisterial y calle cusco del centro poblado de Quicacha (m.); desde la altura de la calle magisterial hasta la calle 1ra, ubicado en el distrito de Quicacha.

#### **4.3.2 Muestra**

En el siguiente estudio se tomó de muestra la investigación de la trocha carrozable existente en las diferentes cuadras de la calle Magisterial; desde la altura calle primavera hasta la calle 3, ubicado en el distrito de Quicacha.

#### **4.4 Lugar de Estudio**

La investigación se ubica en diferentes calles del centro poblado de Quicacha, del distrito de Quicacha.

**Ilustración 7** Ubicación exacta de la zona del proyecto





#### 4.5 Técnica e Instrumentos para la recolección de la información

Técnica	Instrumento
<p>Las técnicas utilizadas en la presente investigación fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• el análisis documental (expediente técnico, libros, WEB, bibliografías consultadas),</li><li>• El análisis de contenido (interpretación de normatividad),</li><li>• Evaluación de datos de ensayos,</li><li>• Observación directa (visitas al lugar del proyecto),</li><li>• Experimentación (aplicación de pruebas para determinar las propiedades del suelo de la subrasante y la sub base.</li><li>• Evaluación sistemática, que nos ayuda a recabar información necesaria.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fichas técnicas para recabar toda la información necesaria.</li><li>• Computadora Portátil y sus unidades de almacenaje.</li><li>• Prueba CBR para evaluar la calidad del suelo de la subrasante y la sub base.</li><li>• Nomogramas de diseño de pavimento rígido, en base a la guía AASHTO - 1993".</li></ul>

#### 4.6 Análisis y Procesamiento de datos

El análisis y procesamiento de datos se realizó mediante formatos en Excel establecidos para cada uno de los diseños que se realizaran. Se emplearon procedimientos validados por normas internacionales y nacionales, los resultados obtenidos fueron analizados y supervisados por los ingenieros responsables del proyecto mediante la comparación con las especificaciones técnicas vigentes.

**Tabla 15** Matriz de Consistencia del Trabajo de Suficiencia Profesional

MATRIZ DE CONSISTENCIA – TRABAJO DE SUFICIENTE PROFESIONAL			
Diseño de Pavimento Rígido Para El Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular y Peatonal del Centro Poblado de Quicacha del Distrito de Quicacha – Caraveli – Arequipa, 2022.			
PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p><b>Problema Principal</b></p> <p>a) ¿De qué manera el diseño de pavimento rígido ayuda a mejorar la infraestructura vial en el centro poblado de Quicacha - Caraveli - Arequipa 2022?</p> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>a) ¿En qué condiciones se encuentra las calles del centro poblado de Quicacha – Caraveli – Arequipa 2022?</p> <p>b) ¿Cuáles son las características para el diseño de pavimento rígido en la infraestructura vial en el centro poblado de Quicacha– Caraveli – Arequipa 2022?</p> <p>c) ¿Cuál será la mejora de diseño de pavimento rígido en la infraestructura vial en el centro poblado de Quicacha - Caraveli – Arequipa 2022?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>a) Diseñar el pavimento rígido para mejorar las condiciones de la infraestructura vial en el centro poblado de Quicacha del distrito de Quicacha – Caraveli – Arequipa 2022.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>a) Analizar las condiciones en que se encuentran las calles del centro poblado de Quicacha, Arequipa 2022.</p> <p>b) Evaluar las características para el diseño de pavimento rígido en la infraestructura vial en el centro poblado de Quicacha del distrito de Quicacha – Caraveli – Arequipa 2022.</p> <p>c) Diseñar el pavimento rígido para mejorar la infraestructura vial en el centro poblado de Quicacha del distrito de Quicacha – Caraveli – Arequipa 2022.</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Diseño de pavimento Rígido</p> <p><b>Indicadores</b></p> <p>Diario Anual CBR Pavimento Rígido</p> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Mejorar la Transitabilidad Vehicular y Peatonal</p> <p><b>Indicadores</b></p> <p>Volumen de tránsito vehicular Volumen de Peatones</p>	<p><b>Tipo de Investigación.</b></p> <p>Básica.</p> <p><b>Nivel de Investigación.</b></p> <p>Correlacional.</p> <p><b>Diseño de investigación.</b></p> <p>No experimental.</p> <p><b>Técnicas de recolección.</b></p> <p>Análisis Documental. Análisis de contenido. Evaluación de Datos. Observación Directa. Experimentación. Evaluación Sistemática.</p> <p><b>Instrumento de Recolección.</b></p> <p>Fichas técnicas. Computadora. Unidades de almacenaje. Ensayo CBR. Nomografías AASHTO.</p>

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Se realizó el diseño e implemento el pavimento rígido en calles del centro poblado de Quicacha, así como la reposición e instalación del sistema de agua y desagüe, cumpliéndose lo programa en un 100%.
- Las diferentes calles del centro poblado de Quicacha se encontraron en condiciones de trocha carrozable, se visualizaba huecos por las precipitaciones pluviales y el polvo que generaba en los habitantes problemas respiratorios o alergias en el centro poblado de Quicacha.
- Se diseño un pavimento rígido de espesor del pavimento rígido es 15 cm y espesor de la base granular es de 15 cm y tiene una magnitud de  $f^c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.
- La construcción de pavimento de rígido en las calles del centro poblado de Quicacha, la cual se ha diseñado de acuerdo al modelo de concordancia de la topografía existente, es de un área de 7,620.39 m<sup>2</sup>.

## 5.2 Recomendaciones

- Para la operación de diseño del pavimento rígido se recomienda limitar estrictamente a lo establecido en la metodología AASHTO 93; asimismo ajustarse a las recomendaciones establecidas en las normativas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).
- Para poder cumplir con los tiempos programados en la ejecución de la obra se tiene que trabajar de la mano con el área de abastecimientos ya que este es el ente primordial en la municipalidad.
- Para realizar los ensayos de mecánica de suelos para el pavimento, interpretar detalladamente y coger en cuenta los resultados para el cálculo del CBR de diseño.
- Para el cálculo de los factores de diseño de pavimento rígido, si los resultados de CBR de las muestras de las calicatas no varían mucho, se sugiere utilizar el valor mínimo del CBR, debido a que es el más desfavorable y esto brindara un mayor margen de seguridad en el diseño, con la finalidad de que la infraestructura vial cumpla con su periodo de vida.
- El pavimento de concreto debe tener la capacidad de absorber la mayor cantidad de solicitudes de carga; asimismo de transmitir de manera uniforme la carga restante a las capas inferiores; por lo cual, para resultados menores de 15 cm, de espesor de losa de concreto, se recomienda ajustar al valor mínimo establecido por norma, el cual es de 15 cm.

## **CAPÍTULO VI**

### **REFERENCIAS**

#### **6.1 Libros.**

Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Dirección General de Caminos y Ferrocarriles - Dirección de Normatividad Vial (Lima, enero 2018). Glosario de Términos de Uso Frecuente en los Proyectos de Infraestructura Vial: Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017). Ficha Técnica Estándar para Carreteras Interurbanas - Sector Transporte: Oficina de Programación Multianual de Inversiones – OPMI: Peru

American Association of State Highway and Transportation Officials (1993). AASHTO Guide for Design of Pavements Structures. Washington, D.C., Estados Unidos: American Association of State Highway and Transportation Officials, pp. I-3.

Hernández Sampieri, R., & Fernández Collado, C. (2014). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN (Sexta ed, Vol. 148).

Carrasco Díaz, S. (2006). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA

(A. J. Paredes Galván (ed.); Primera ed).

## 6.2 Electronica.

Cruz Perales, D. S. (2018). *Zonificación de la capacidad portante del suelo de la localidad de Soritor del distrito de Soritor – provincia de Moyobamba – región san Martín*. Univercidad Nacional de San Maritn-Tarapoto, Tarapoto.

Acuña, Y., & Figueroa, Y. (2020). *Diseño estructural de un pavimento Rigido para la calle Principal del centro poblado de Shansha - Huaraz - Ancash. 2019*. tesis para obtener el titulo profesional de Ingeniero Civil, Huaraz, Perú.

Cano, M., & Saenz, A. (2019). *Diseño de pavimento rigido para la urbanizacion caballero y gongora, municipio de honda - tolima*. tesis de investigacion, Tolima, colombia.

Ccasani Bravo, M. J., & Ferro Moina, Y. I. (2017). Evaluación y Análisis de Pavimentos en la Ciudad de Abancay, para Proponer una Mejor Alternativa Estructural en el Diseño de Pavimentos”. *Tesis de grado*. Univercidad Tecnologica de los Andes, Abancay.

Chávez, O., & Ronda, M. (2021). *Estudio comparativo entre pavimento rigido y pavimento flexible, en el tramo Cambio Puente - Chimbote - 2021*. Tesis para obtener el titulo profesional de Ingeniero Civil, Universidad Cesar Vallejo, Chimbote, Perú.

Escobar Bellido , L., & Huincho Ochoa, J. (2017). Diseño de pavimento flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en santa rosa – Sachapite, Huancavelica - 2017. *Tesis de grado*. Univercidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica.

Flores Flores , E., & Zavaleta Polo, B. (2018). *Carreteras* . Lima: Uploaded By.

- Gonzales Minaya, S., & Ordoñez Huaman, A. (2006). *Diseño moderno de pavimentos asfáltico*. tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- James Chinome, A. C. (2020). *Guía para el diseño de pavimentos rígidos en vías urbanas con aplicación en municipios con poblaciones menores a 50 000 habitantes*. tesis de grado, Univercidad Santo Tomas Seccional Tunja, tunja, Tunja.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC-2014). (2022). *Indice Medio Diario Anual (IMDA)*. Lima: gop.pe.
- Mora Cano, D. A., & Arguelles Saenz, C. (2019). *Diseño de pavimento rigido para la urbanizacion caballero y gongora, Municipio de Honada-Tolima*. tolima. Colombia: Creative commons.
- Peralta Lopez , C. J. (2020). *Diseño de pavimento rigido de la carrera 22 entre calles 15 y 18 del distrito turistico y cultural de rihacha- ka guajira*. *Tesis de grado*. Univercidad Militar Nueva Granada, Bogota.
- Rebaza, F. (2018). *Análisis técnico - económico del diseño con método AASHTO y el diseño con uso de geomalla multiaxial en el pavimento rígido de la vía de evitamiento norte, entre el Jr. Carlos Malpica y la Av. Hoyos Rubio - sector 10 San Antonio, provincia Cajamarca*. tesis para optar el titulo profesional para Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Rivas Marchan, P. J., & Benites Chero, J. C. (2021). *Diseño de Pavimento Rígido para Mejorar la Serviciabilidad Vehicular en la Localidad de Chugur, Provincia Chota, Región Cajamarca*. tesis de grado, Univercidad Cesar Vallejo, Cajamarca, Lima.
- Rondan, C. y. (2021).

- Sanchez, C. (2019, Febrero 08). *Normas APA*. Retrieved Octubre 10, 2022, from Normas APA – 7ma (séptima) edición: <https://normas-apa.org/>
- Tello Sinarahua, K. (2021). Propuesta de diseño de pavimento flexible y su relación con la mejora de la transitabilidad en la carretera cacatachi – rumisapa, departamento de san martín. *Tesis de Grado*. Univercidad Catolica del Peru, Tarapoto.
- Tetiano, A., & Vásquez, V. (2021). *Diseño de pavimento rigido para la transitabilidad vehicular con el método AASHTO 93 en la carretera del Distrito Cajamarca - Cumbe mayo - 2021*. tesis de investigacion para optar grado de titulo de ingeniero civil, Cajamarca, Perú.
- Toirac Corral, J. (2012). *Caracterización granulométrica de las plantas productoras de arena en la Republica Dominicana : Ciencia y Sociedad*.
- Vasquez Quintos , E. (n.d.). Propuesta de diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad en el jirón santo toribio cuadradas 02, 03, 04 y 05 de la localidad de pósic – provincia de rioja – Perú 2021. *Tesis de grado*. Univercidad Cientifica del Peru, Tarapoto.
- Vega Pérrigo, D. A. (2018). *Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo puerto de yurimaguas (km 1+000 a 2+000)*. tesis de grado , Universidad Catolica del Peru, Lima, Perú.
- Zelada Rojas, L. A. (2019). Diseño de 1 km. de pavimento, carretera Juliaca - Puno (Km 44+000 – Km. 45+000). *Tesis de grado*. Univercidad catolica del Peru, Lima.



## CAPÍTULO VII

### GLOSARIO DE TÉRMINOS

#### 7.1 Glosario de términos

- **Granulometría.** – Según Toirac Corral (2012) “La granulometría es la distribución porcentual de diferentes tamaños de agregados en una muestra” (pág. 293).
- **Pavimento.** – “El pavimento es una estructura portante compuesta por diferentes tipos de capas que permiten el movimiento seguro y cómodo de los vehículos a velocidad de operación a través de una correcta distribución de fuerzas sobre el espesor total” (Zelada Rojas, 2019, pág. 8).
- **Flujo de Tránsito.** – Según Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2022) “Es el Movimiento de vehículos que circulan por un determinado tramo de carretera en un tiempo determinado” (pág. 25)
- **Peso Bruto Vehicular.** – “Es el peso máximo de carga que un vehículo puede llevar en circulación normal. Resulta de la suma del peso seco más la carga útil máxima que puede transportar un vehículo” (Flores Flores & Zavaleta Polo, 2018, pág. 5).
- **Estudio de suelos.** - “Es una parte del campo de la ingeniería dedicada al estudio de las fuerzas o tensiones que se producen sobre la superficie de la tierra, que

permite conocer las condiciones físicas y propiedades mecánicas del Suelo y su composición estratigráfica” ( Cruz Perales, 2018, pág. 27).

- **Base Granular.** - “Es la capa inferior a la capa superior cuya función principal es soportar, distribuir y transmitir las cargas provocadas por el tráfico” (Ccasani Bravo & Ferro Moina, 2017, pág. 15).
- **Tasa Anual de Crecimiento de Tránsito.** – Según Escobar Bellido & Huincho Ochoa (2017) “Se define en relación con la dinámica del crecimiento socioeconómico. La tasa de crecimiento del tráfico de automóviles suele estar asociada con el crecimiento anual de la población” (pág. 17).
- **Tráfico.** - “El tráfico es uno de los factores más importantes en el diseño de carreteras. Su correcta determinación depende de muchas variables que pueden conducir a una estimación inadecuada.” (Tello Sinarahua, 2021, pág. 22).
- **CBR.** - “Es el ensayo más característico utilizado para evaluar la capacidad portante de los suelos, consiste en la penetración de un émbolo en una muestra de suelo” (Peralta Lopez , 2020, pág. 45).
- **Capa de Rodadura.** –“Es la parte superior de una calzada, que puede ser de betún u hormigón, y cuya función es soportar directamente el tráfico” (Vasquez Quintos , pág. 26).
- **Expediente Técnico.** – Es el conjunto de documentos de diferente carácter técnico y/o económico nos ayuda la óptima elaboración de un proyecto, el cual comprende de memoria descriptiva, Especificaciones técnicas, Presupuesto del proyecto, Metrados, Cronograma de Ejecución del proyecto, Planos del proyecto, Valor referencial, entre otros.

## CAPÍTULO VIII

### ÍNDICES

#### 8.1 Índices de Ilustraciones

<b>Ilustración 1</b> vista del levantamiento topográfica.....	23
<b>Ilustración 2</b> Calicata nº01 .....	28
<b>Ilustración 3</b> Calicata nº02 .....	29
<b>Ilustración 4</b> Calicata nº03 .....	29
<b>Ilustración 5</b> Calicata nº04 .....	30
<b>Ilustración 6</b> Sitio de la zona de estudio.....	32
<b>Ilustración 8</b> Ubicación exacta de la zona del proyecto.....	48
<b>Ilustración 9</b> Perfil Estratigráfico (Calicata N°01).....	64
<b>Ilustración 10</b> Perfil Estratigráfico (Calicata N°02).....	64
<b>Ilustración 11</b> Perfil Estratigráfico (Calicata N°03).....	65
<b>Ilustración 12</b> Perfil Estratigráfico (Calicata N°04).....	65
<b>Ilustración 13</b> Corte Directo (Calicata N°01) .....	66
<b>Ilustración 14</b> Curvas Esfuerzo Deformación (Calicata N°01) .....	67
<b>Ilustración 15</b> Análisis Granulométrico por Tamizado (Calicata N°01) .....	68
<b>Ilustración 16</b> Análisis Granulométrico por Tamizado (Calicata N°02) .....	69
<b>Ilustración 17</b> Análisis Granulométrico por Tamizado (Calicata N°03) .....	70

<b>Ilustración 18</b>	Análisis Granulométrico por Tamizado (Calicata N°04) .....	71
<b>Ilustración 19</b>	Limites de Consistencia (Calicata N°01) .....	72
<b>Ilustración 20</b>	Limites de Consistencia (Calicata N°02) .....	73
<b>Ilustración 21</b>	Limites de Consistencia (Calicata N°03) .....	74
<b>Ilustración 22</b>	Limites de Consistencia (Calicata N°04) .....	75
<b>Ilustración 23</b>	Proctor Modificado (Calicata N°01) .....	76
<b>Ilustración 24</b>	Proctor Modificado (Calicata N°02) .....	77
<b>Ilustración 25</b>	Proctor Modificado (Calicata N°03) .....	78
<b>Ilustración 26</b>	Proctor Modificado (Calicata N°04) .....	79
<b>Ilustración 27</b>	Razón soporte California – CBR (Calicata n°01).....	80
<b>Ilustración 28</b>	Grafico Penetración – CBR (Calicata n°01). .....	81
<b>Ilustración 29</b>	Razón Soporte California CBR (Calicata n°02) .....	82
<b>Ilustración 30</b>	Grafico Penetración – CBR (Calicata n°02) .....	83
<b>Ilustración 31</b>	Razón Soporte California – CBR (Calicata n°03) .....	84
<b>Ilustración 32</b>	Grafico Penetración – CBR (Calicata n°03). .....	85
<b>Ilustración 33</b>	Razón Soporte California – CBR (Calicata n°04). .....	86
<b>Ilustración 34</b>	Grafico Penetración – CBR (Calicata n°04). .....	87
<b>Ilustración 35</b>	Densidad Máxima y Mínima. ....	88
<b>Ilustración 36</b>	Gravedad Especifica De Los Solidos del Suelo. ....	89
<b>Ilustración 37</b>	Meteorología de la zona – ENERO, 2019 .....	90
<b>Ilustración 38</b>	Estudio Meteorológico de la zona – ENERO, 2020.....	91
<b>Ilustración 39</b>	Estudio Meteorológico de la zona – FEBRERO, 2019. ....	92
<b>Ilustración 40</b>	Estudio Meteorológico de la Zona – FEBRERO, 2020.....	93
<b>Ilustración 41</b>	Análisis Granulométrico por Tamizado .....	94
<b>Ilustración 42</b>	Limites de Consistencia.....	95

<b>Ilustración 43</b>	Gravedad Especifica y Absorción de partículas Gruesas.....	96
<b>Ilustración 44</b>	Equivalente de Arena .....	96
<b>Ilustración 45</b>	Desgaste por Abrasión .....	97
<b>Ilustración 46</b>	Proctor Modificado.....	97
<b>Ilustración 47</b>	Razón Soporte California – CBR .....	98
<b>Ilustración 48</b>	Grafico Penetración – CBR .....	99

## 7.2 Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> Normas aplicadas al presente trabajo de suficiencia .....	22
<b>Tabla 2</b> Puntos referenciados del BM .....	24
<b>Tabla 3</b> Coordenadas UTM en el sistema PSAD 56.....	26
<b>Tabla 4</b> Resumen de las condiciones de cimentación.....	27
<b>Tabla 5</b> Perforaciones de las calicatas.....	28
<b>Tabla 6</b> Ubicación Política del proyecto .....	31
<b>Tabla 7</b> Ubicación geográfica del Proyecto de Investigación.....	31
<b>Tabla 8</b> Equipos Utilizados para el desarrollo de la investigación .....	33
<b>Tabla 9</b> Organigrama de la Municipalidad Distrital de Talavera .....	35
<b>Tabla 10</b> Cronograma de actividades durante la de investigación.....	38
<b>Tabla 11</b> Factores de área según la NTE.030.....	41
<b>Tabla 12</b> Factores de suelo y periodos. ....	41
<b>Tabla 13</b> Periodos.....	41
<b>Tabla 14</b> Características del pavimento .....	43
<b>Tabla 15</b> Matriz de Consistencia del Trabajo de Suficiencia Profesional.....	50
<b>Tabla 16</b> Costo Total de la Investigación .....	63

## CAPÍTULO IX

### ANEXOS

#### 9.1 ANEXO 1

Costo Total de la Investigación e Instalación del Proyecto Piloto

**Tabla 16** Costo Total de la Investigación

ÍTEM	ACTIVIDAD	UND	CANTIDAD	P. U	PARCIAL	TOTAL
1	Adicionales <ul style="list-style-type: none"><li>• Internet</li><li>• Energía eléctrica</li></ul>	Gbl	1.00	350.00	350.00	350.00
2	Equipamiento <ul style="list-style-type: none"><li>• Laptop</li><li>• Impresora</li><li>• Escritorio</li><li>• Útiles de escritorios en general</li></ul>	Gbl	1.00	500.00	500.00	500.00
3	Trabajo de campo <ul style="list-style-type: none"><li>• Movilidad</li><li>• Alimentación</li><li>• Alquiler de GPS</li><li>• Cámara fotográfica</li><li>• Hospedaje</li></ul>	Gbl	1.00	400.00	400.00	400.00
4	Asesoramiento	Gbl	1.00	200.00	200.00	200.00
<b>COSTO TOTAL DE LA INVESTIGACIÓN</b>					<b>1450.00</b>	

**Nota:** el costo total de trabajo de suficiencia profesional, corresponde a un monto total de Mil cuatrocientos cincuenta con 00/100 soles.

## 9.2 ANEXO 2.- Estudio de Mecánica de Suelos

### Perfil Estratigráfico

Ilustración 8 Perfil Estratigráfico (Calicata N°01)

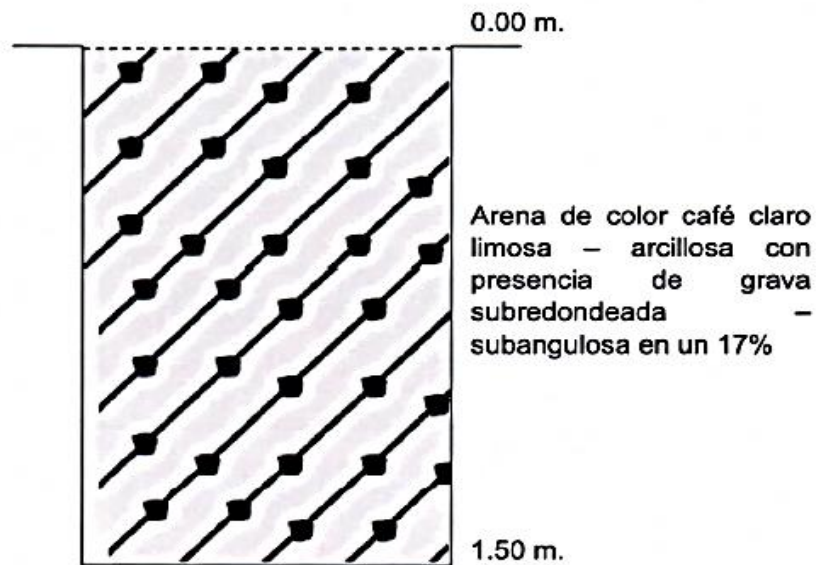
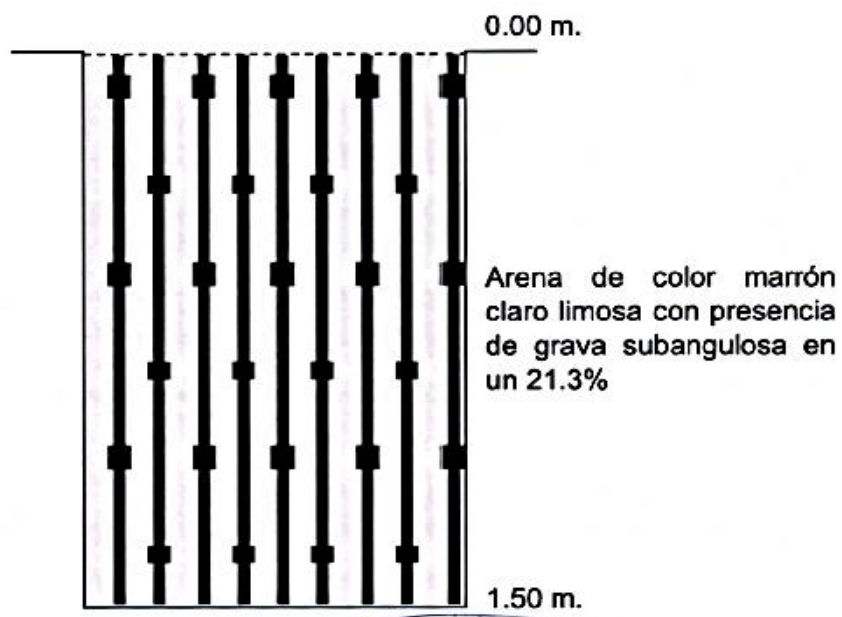
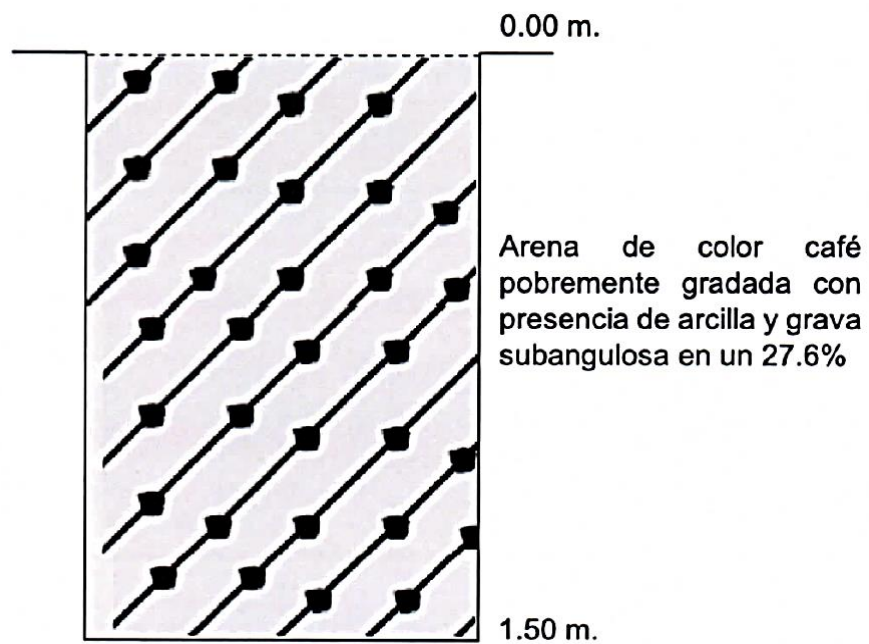


Ilustración 9 Perfil Estratigráfico (Calicata N°02)

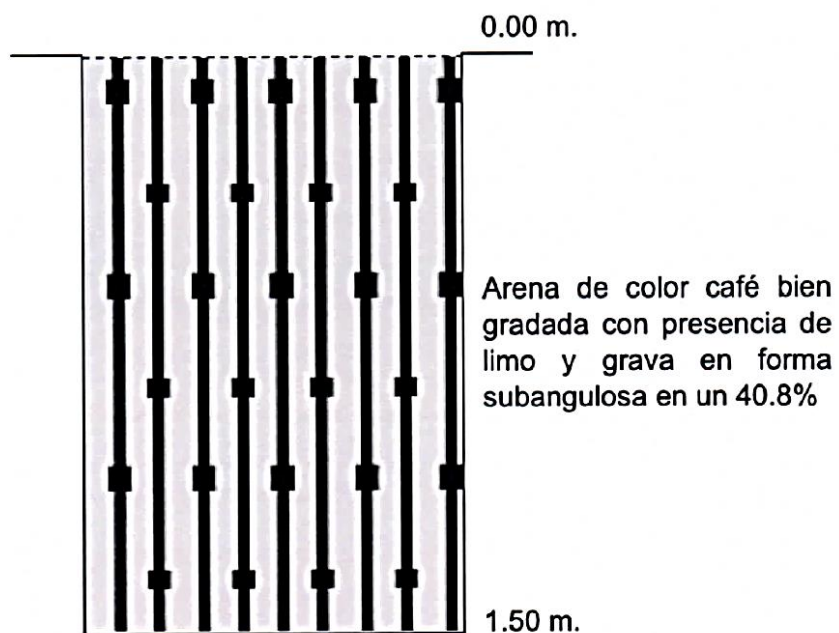




**Ilustración 10** Perfil Estratigráfico (Calicata N°03)



**Ilustración 11** Perfil Estratigráfico (Calicata N°04)

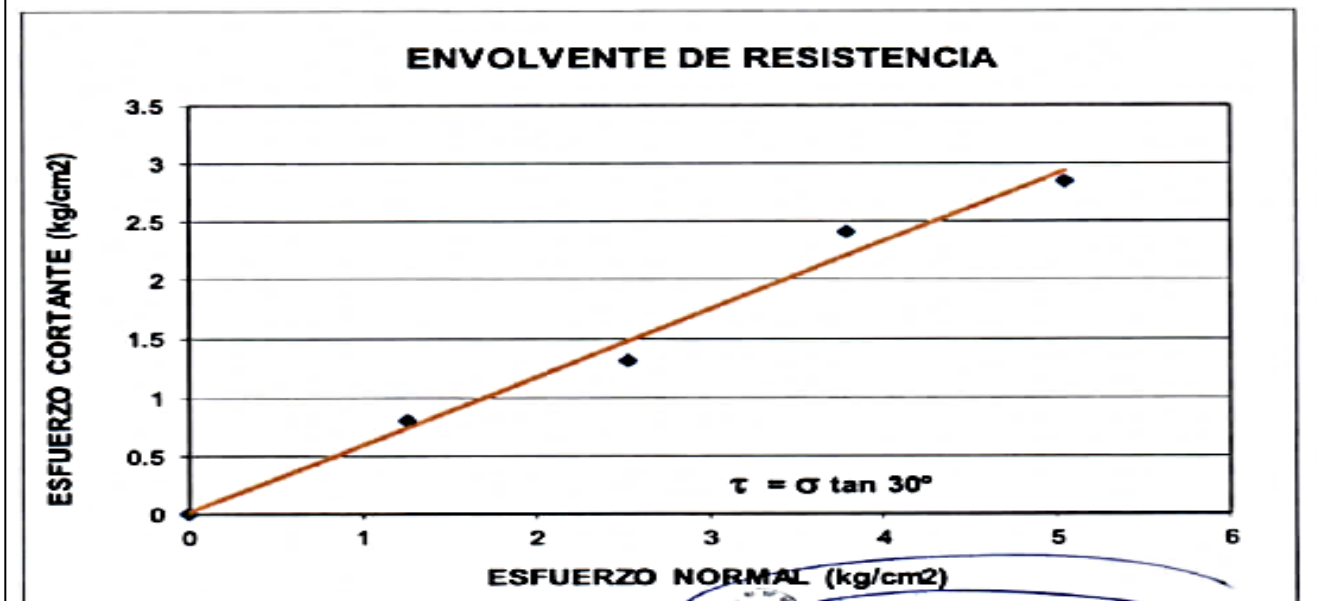


## Ensayos "In situ"

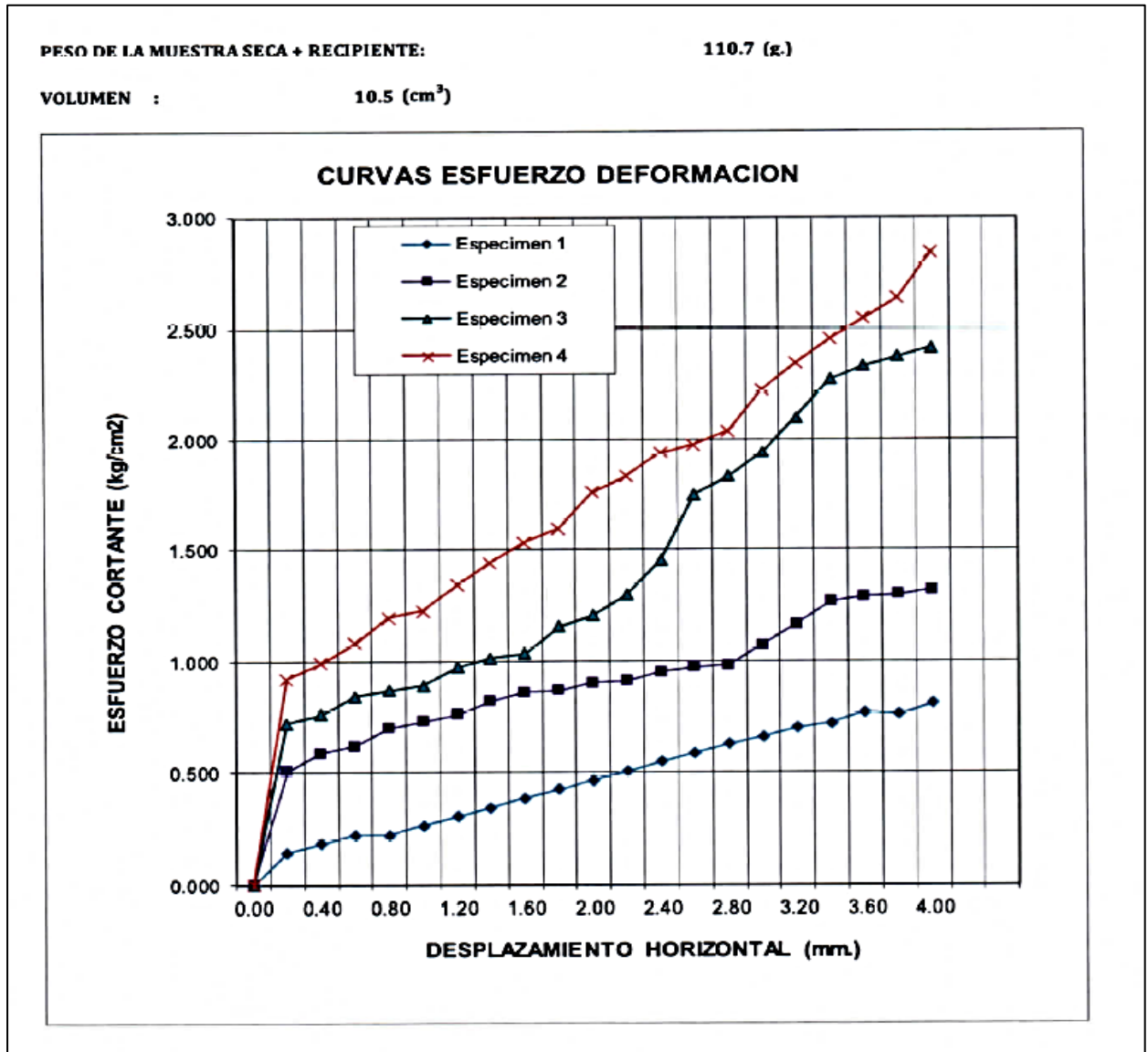
Ensayo de corte directo:

Ilustración 12 Corte Directo (Calicata N°01)

PESO DE LA MUESTRA SECA + RECIPIENTE:				110.7 gr.
VOLUMEN :				105 cm <sup>3</sup>
DEFORMACION TANGENCIAL	ESPECIMEN 01	ESPECIMEN 02	ESPECIMEN 03	ESPECIMEN 04
<i>dh (mm.)</i>	<i>s (kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>s (kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>s (kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>s (kg/cm<sup>2</sup>)</i>
	<i>t (kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>t (kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>t (kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>t (kg/cm<sup>2</sup>)</i>
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
0.20	0.142	0.507	0.721	0.924
0.40	0.182	0.589	0.761	0.995
0.60	0.223	0.619	0.843	1.086
0.80	0.223	0.700	0.873	1.198
1.00	0.264	0.731	0.893	1.229
1.20	0.304	0.761	0.975	1.340
1.40	0.345	0.822	1.015	1.442
1.60	0.386	0.863	1.036	1.533
1.80	0.426	0.873	1.158	1.594
2.00	0.467	0.904	1.208	1.757
2.20	0.507	0.914	1.300	1.828
2.40	0.548	0.954	1.452	1.940
2.60	0.589	0.975	1.747	1.980
2.80	0.629	0.985	1.828	2.041
3.00	0.660	1.076	1.940	2.224
3.20	0.700	1.168	2.102	2.346
3.40	0.721	1.269	2.275	2.458
3.60	0.772	1.290	2.336	2.549
3.80	0.761	1.300	2.377	2.641
4.00	0.812	1.320	2.417	2.844



**Ilustración 13** Curvas Esfuerzo Deformación (Calicata N°01)

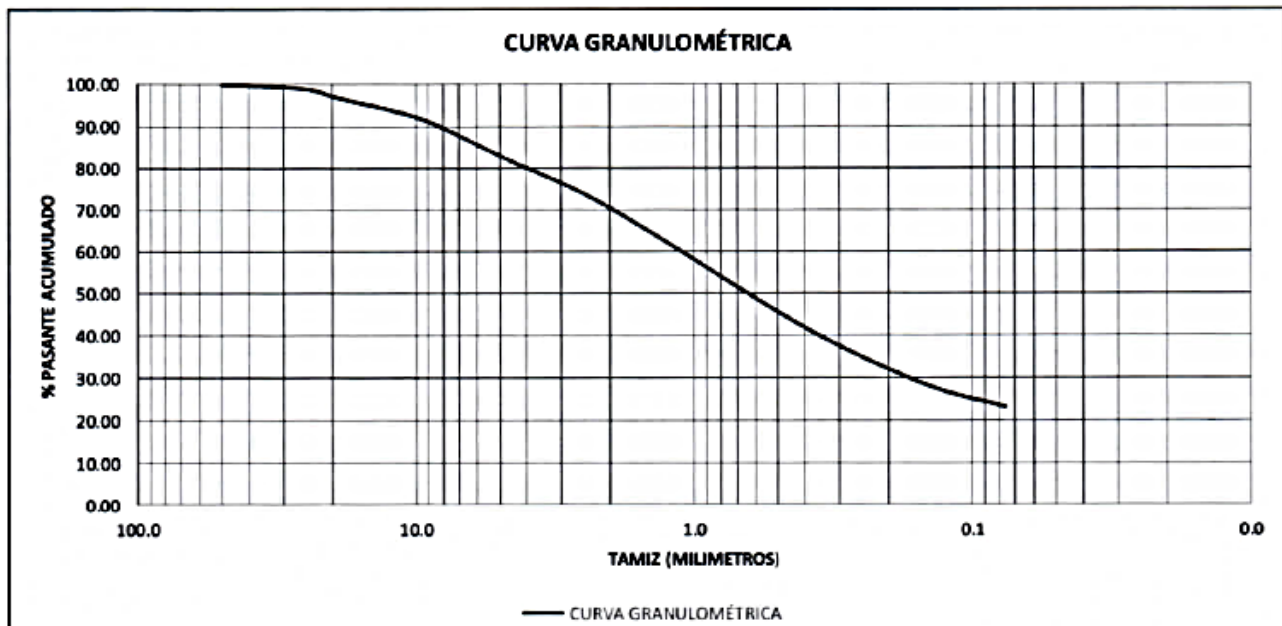


## Análisis Granulométrico por Tamizado

Ilustración 14 Análisis Granulométrico por Tamizado (Calicata N°01)

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO METODO AASHTO T-89 Y ASTM D-1422

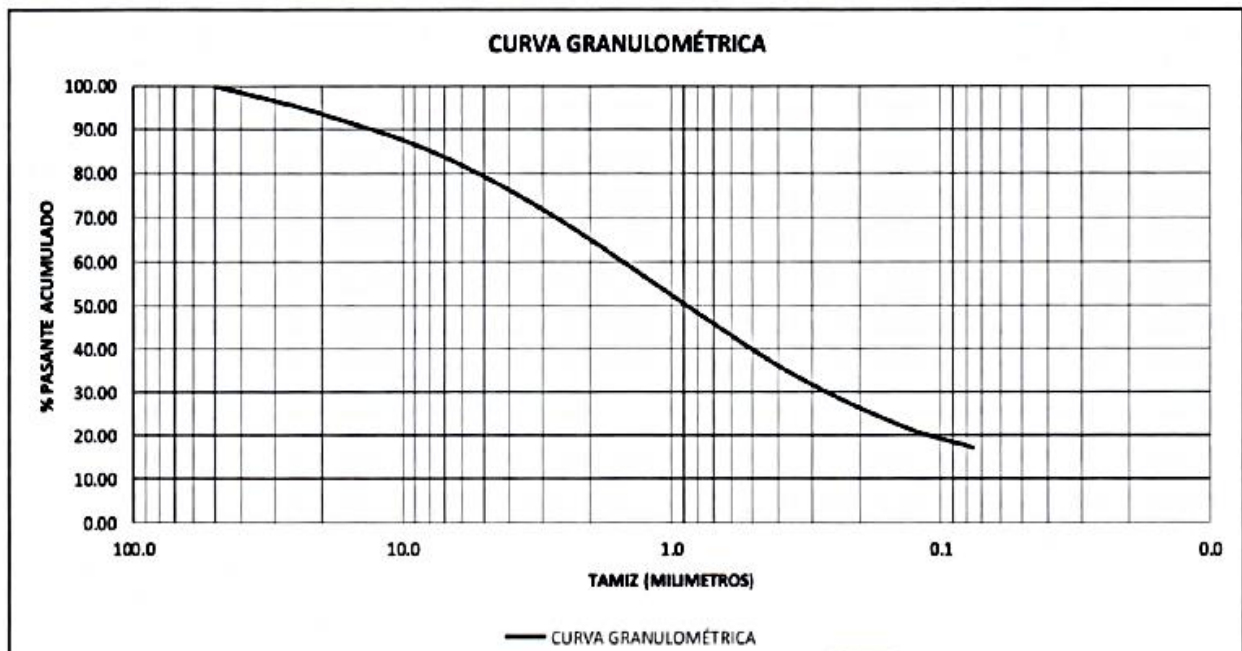
TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
4"	101.6		0.00	0.00	100.00	Ubicación = Quicacha
3"	75.0		0.00	0.00	100.00	Muestra = C-1
2 1/2"	63.0		0.00	0.00	100.00	Peso Total = 5149.00 g.
2"	50.0		0.00	0.00	100.00	Pasa #4 = 4239.00 g.
1 1/2"	38.1		0.00	0.00	100.00	Peso agregado grueso = 910.00 g.
1"	25.0	56.00	1.09	1.09	98.91	Peso agregado fino = 611.20 g.
3/4"	19.0	109.00	2.12	3.20	96.80	D <sub>60</sub> = 1.15 mm.
1/2"	12.5	144.00	2.80	6.00	94.00	D <sub>30</sub> = 0.17 mm.
3/8"	9.5	115.00	2.23	8.23	91.77	D <sub>10</sub> (diámetro efectivo) = NP mm.
# 4	4.75	486.00	9.44	17.67	82.33	Coefficiente de uniformidad (Cu) = NP
# 8	2.36	65.00	8.76	26.43	73.57	Grado de curvatura (Cc) = NP
# 10	2.00	23.20	3.12	29.55	70.45	CLASF. AASHTO = A-1-b
# 16	1.18	73.10	9.85	39.40	60.60	CLASF. SUCS = SC-SM
# 30	0.60	87.70	11.81	51.21	48.79	Contenido de humedad = 5.1 %
# 40	0.43	44.60	6.01	57.22	42.78	Porcentaje de grava = 17.67 %
# 50	0.30	40.40	5.44	62.66	37.34	Porcentaje de arena = 59.29 %
# 80	0.18	45.40	6.12	68.78	31.22	Porcentaje de finos = 23.03 %
# 100	0.15	19.40	2.61	71.39	28.61	Obs:
# 200	0.075	41.40	5.58	76.97	23.03	
< # 200		171.00	23.03	100.00	0.00	



**Ilustración 15** Análisis Granulométrico por Tamizado (Calicata N°02)

**ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
**METODO AASHTO T-89 Y ASTM D-1422**

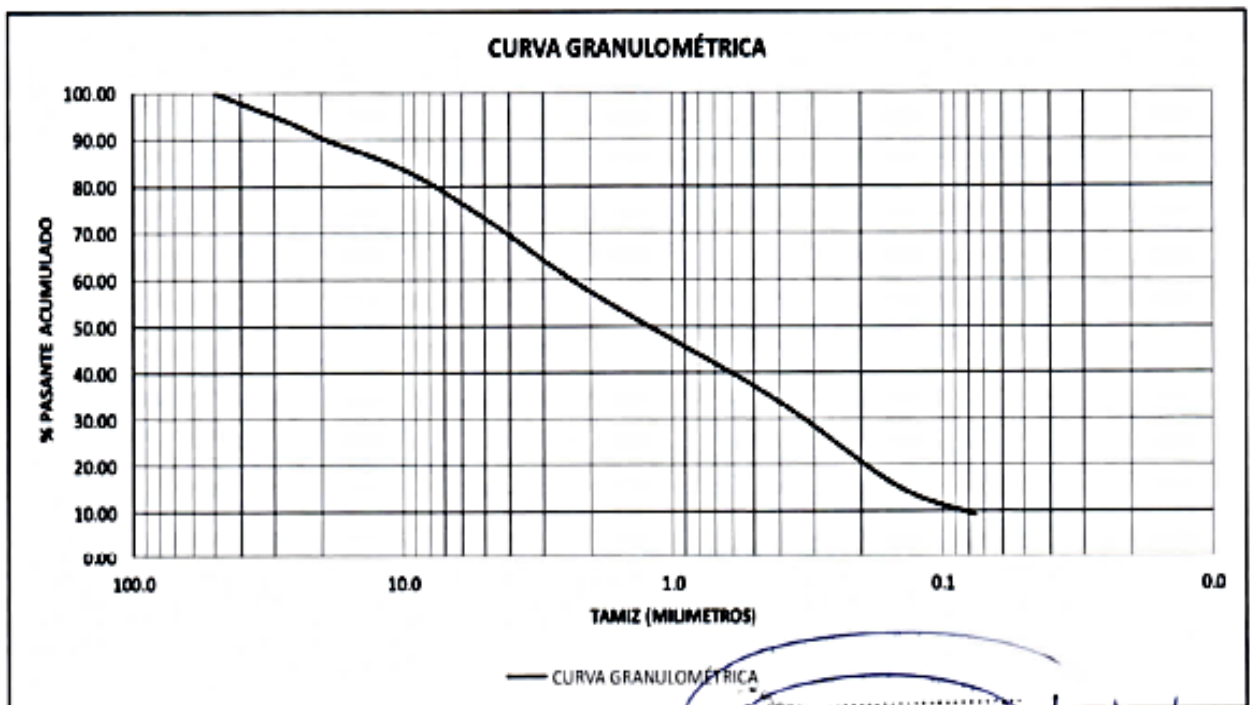
TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
4"	101.6		0.00	0.00	100.00	Ubicación = Quicacha
3"	75.0		0.00	0.00	100.00	Muestra = C-2
2 1/2"	63.0		0.00	0.00	100.00	Peso Total = 5534.00 g.
2"	50.0		0.00	0.00	100.00	Pasa #4 = 4353.00 g.
1 1/2"	38.1		0.00	0.00	100.00	Peso agregado grueso = 1181.00 g.
1"	25.0	257.00	4.64	4.64	95.36	Peso agregado fino = 639.70 g.
3/4"	19.0	124.00	2.24	6.88	93.12	D <sub>50</sub> = 1.61 mm.
1/2"	12.5	186.00	3.36	10.25	89.75	D <sub>30</sub> = 0.27 mm.
3/8"	9.5	146.00	2.64	12.88	87.12	D <sub>10</sub> (diámetro efectivo) = NP mm.
# 4	4.75	468.00	8.46	21.34	78.66	Coefficiente de uniformidad (Cu) = NP
# 8	2.36	82.00	10.08	31.42	68.58	Grado de curvatura (Cc) = NP
# 10	2.00	27.90	3.43	34.85	65.15	CLASF. AASHTO = A-1-b
# 16	1.18	84.10	10.34	45.20	54.80	CLASF. SUCS = SM
# 30	0.60	96.20	11.83	57.02	42.98	Contenido de humedad = 1.8 %
# 40	0.43	46.80	5.75	62.78	37.22	Porcentaje de grava = 21.34 %
# 50	0.30	43.40	5.34	68.12	31.88	Porcentaje de arena = 61.46 %
# 80	0.18	54.10	6.65	74.77	25.23	Porcentaje de finos = 17.20 %
# 100	0.15	17.40	2.14	76.91	23.09	Obs:
# 200	0.075	47.90	5.89	82.80	17.20	
< # 200		139.90	17.20	100.00	0.00	



**Ilustración 16** Análisis Granulométrico por Tamizado (Calicata N°03)

**ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
METODO AASHTO T-89 Y ASTM D-1422**

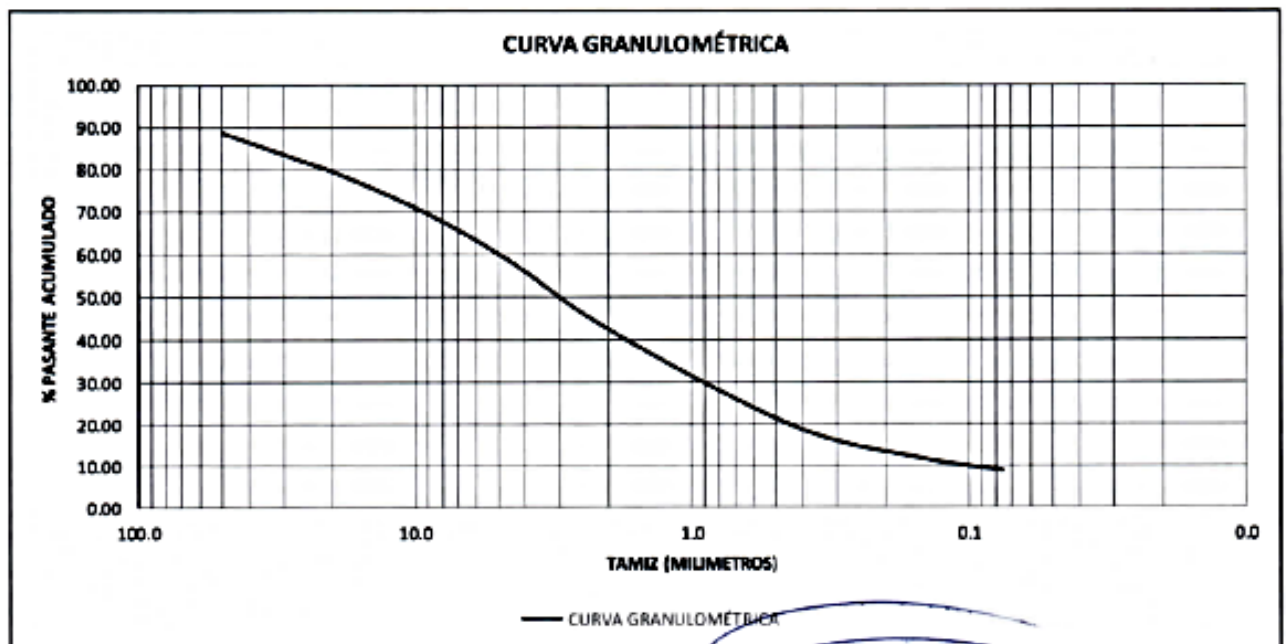
TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET. RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
4"	101.6		0.00	0.00	100.00	Ubicación = Quicacha
3"	75.0		0.00	0.00	100.00	Muestra = C-3
2 1/2"	63.0		0.00	0.00	100.00	Peso Total = 4612.00 g.
2"	50.0		0.00	0.00	100.00	Pasa #4 = 3341.00 g.
1 1/2"	38.1		0.00	0.00	100.00	Peso agregado grueso = 1271.00 g.
1"	25.0	315.00	6.83	6.83	93.17	Peso agregado fino = 1973.50 g.
3/4"	19.0	150.00	3.25	10.08	89.92	D <sub>50</sub> = 2.16 mm.
1/2"	12.5	184.00	3.99	14.07	85.93	D <sub>30</sub> = 0.34 mm.
3/8"	9.5	128.00	2.78	16.85	83.15	D <sub>10</sub> (diámetro efectivo) = 0.08 mm.
# 4	4.75	494.00	10.71	27.56	72.44	Coefficiente de uniformidad (Cu) = 27.00
# 8	2.36	245.30	9.00	36.56	63.44	Grado de curvatura (Cc) = 0.67
# 10	2.00	164.80	6.05	42.61	57.39	CLASF. AASHTO = A-1-b
# 16	1.18	217.50	7.98	50.60	49.40	CLASF. SUCS = SP-SC
# 30	0.60	225.20	8.27	58.86	41.14	Contenido de humedad = 1.0 %
# 40	0.43	178.50	6.55	65.41	34.59	Porcentaje de grava = 27.56 %
# 50	0.30	176.60	6.48	71.90	28.10	Porcentaje de arena = 63.18 %
# 80	0.18	181.50	6.66	78.56	21.44	Porcentaje de finos = 9.26 %
# 100	0.15	154.30	5.66	84.22	15.78	Obs:
# 200	0.075	177.50	6.52	90.74	9.26	
< # 200		252.30	9.26	100.00	0.00	



**Ilustración 17** Análisis Granulométrico por Tamizado (Calicata N°04)

**ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
METODO AASHTO T-89 Y ASTM D-1422**

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
4"	101.6		0.00	0.00	100.00	Ubicación = Quicacha
3"	75.0		0.00	0.00	100.00	Muestra = C-4
2 1/2"	63.0		0.00	0.00	100.00	Peso Total = 4783.00 g.
2"	50.0	542.00	11.33	11.33	88.67	Pasa #4 = 2830.00 g.
1 1/2"	38.1	306.00	6.40	17.73	82.27	Peso agregado grueso = 1953.00 g.
1"	25.0	27.00	0.56	18.29	81.71	Peso agregado fino = 658.60 g.
3/4"	19.0	132.00	2.76	21.05	78.95	D <sub>50</sub> = 5.14 mm.
1/2"	12.5	291.00	6.08	27.14	72.86	D <sub>30</sub> = 1.05 mm.
3/8"	9.5	128.00	2.68	29.81	70.19	D <sub>10</sub> (diámetro efectivo) = 0.10 mm.
# 4	4.75	527.00	11.02	40.83	59.17	Coefficiente de uniformidad (Cu) = 52.97
# 8	2.36	142.80	12.83	53.66	46.34	Grado de curvatura (Cc) = 2.23
# 10	2.00	43.70	3.93	57.59	42.41	CLASF. AASHTO = A-1-a
# 16	1.18	112.90	10.14	67.73	32.27	CLASF. SUCS = SW-SM
# 30	0.60	102.00	9.16	76.89	23.11	Contenido de humedad = 1.3 %
# 40	0.43	40.60	3.65	80.54	19.46	Porcentaje de grava = 40.83 %
# 50	0.30	33.50	3.01	83.55	16.45	Porcentaje de arena = 50.33 %
# 80	0.18	37.10	3.33	86.88	13.12	Porcentaje de finos = 8.84 %
# 100	0.15	13.40	1.20	88.09	11.91	Obs:
# 200	0.075	34.20	3.07	91.16	8.84	
< # 200		98.40	8.84	100.00	0.00	



## Ensayos de Límites de Consistencia

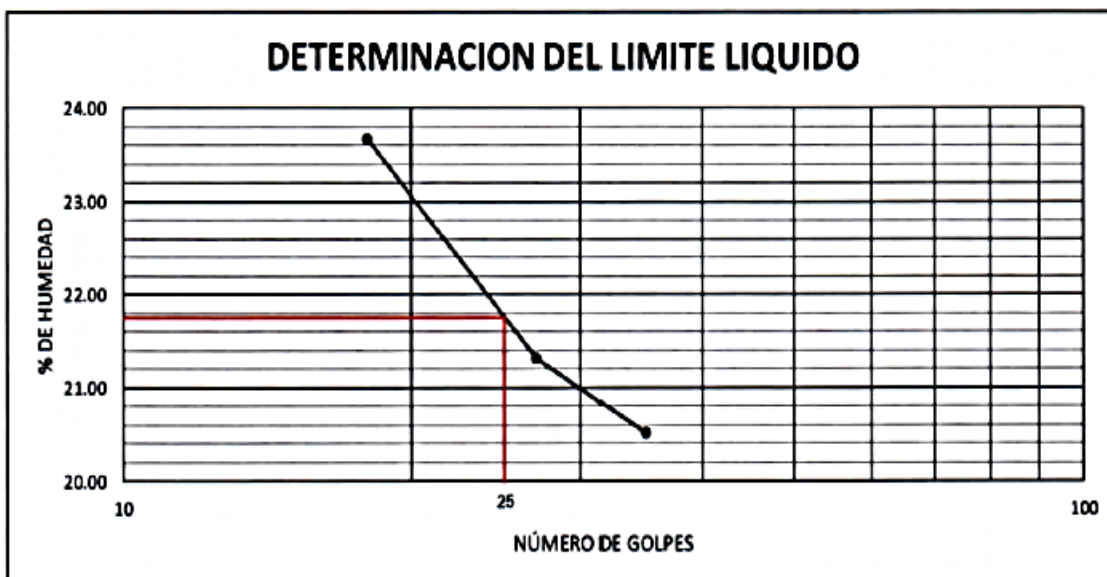
### Ilustración 18 Límites de Consistencia (Calicata N°01)

#### LIMITE LIQUIDO ASTM D-423

ENSAYO N°	1	2	3			
N° de Golpes	35	27	18			
Recipiente N°	1	2	3			
R + Suelo Hum.	40.27	43.86	40.42			
R + Suelo Seco	37.72	41.11	37.58			
Peso de agua	2.55	2.75	2.84			
Peso de Recip.	25.29	28.21	25.58			
Peso de S. Seco	12.43	12.9	12			
% de Humedad	20.51	21.32	23.67			

#### LIMITE PLASTICO ASTM D-424

ENSAYO N°	1	2				
Recipiente N°	1	2				
R + Suelo Hum.	27.9	31.63				
R + Suelo Seco	26.99	30.74				
Peso de agua	0.91	0.89				
Peso de Recip.	21.53	25.29				
Peso de S. Seco	5.46	5.45				
% de Humedad	16.67	16.33				



<b>RESULTADOS</b>	
<b>LIMITE LIQUIDO</b>	21.8 %
<b>LIMITE PLASTICO</b>	16.3 %
<b>INDICE DE PLASTICIDAD</b>	5.5 %



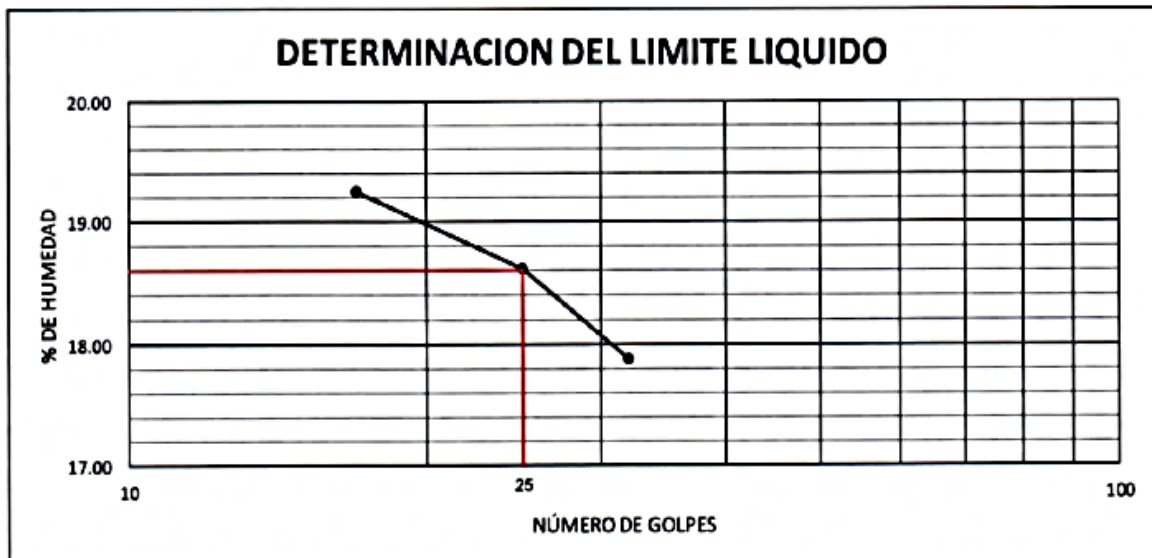
### Ilustración 19 Límites de Consistencia (Calicata N°02)

#### LÍMITE LIQUIDO ASTM D-423

ENSAYO N°	1	2	3			
N° de Golpes	32	25	17			
Recipiente N°	1	2	3			
R + Suelo Hum.	40.69	41.58	40.56			
R + Suelo Seco	38.44	39.19	38.11			
Peso de agua	2.25	2.39	2.45			
Peso de Recip.	25.86	26.35	25.38			
Peso de S. Seco	12.58	12.84	12.73			
% de Humedad	17.89	18.61	19.25			

#### LÍMITE PLASTICO ASTM D-424

ENSAYO N°	1	2				
Recipiente N°	1	2				
R + Suelo Hum.	28.03	27.53				
R + Suelo Seco	27.23	26.73				
Peso de agua	0.8	0.8				
Peso de Recip.	21.85	21.43				
Peso de S. Seco	5.38	5.3				
% de Humedad	14.87	15.09				



<b>RESULTADOS</b>	
<b>LÍMITE LIQUIDO</b>	18.6 %
<b>LÍMITE PLASTICO</b>	14.9 %
<b>INDICE DE PLASTICIDAD</b>	3.7 %

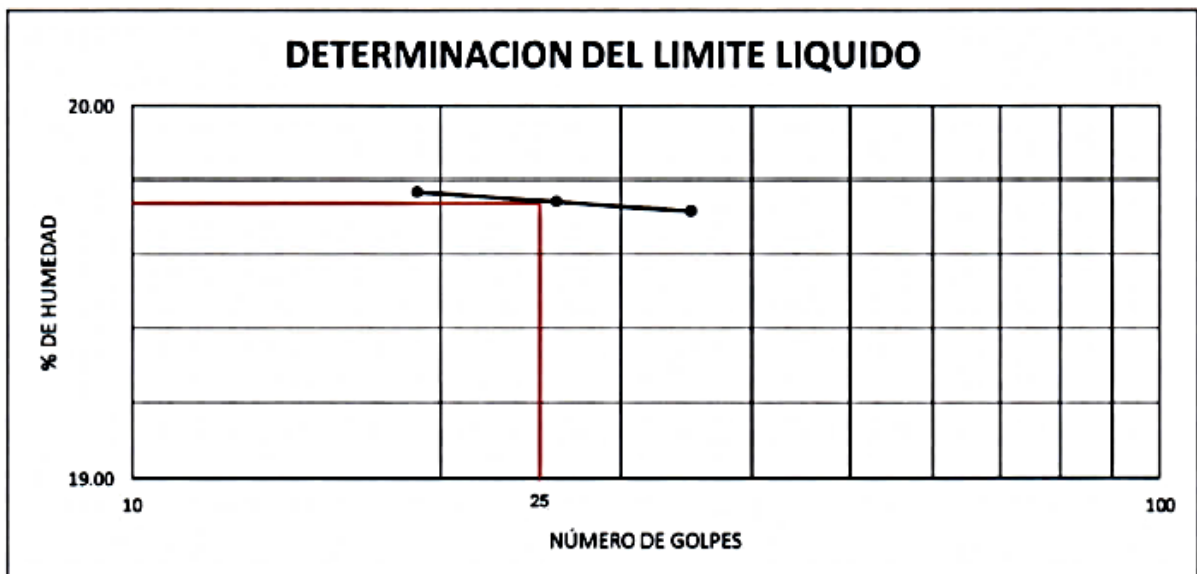
## Ilustración 20 Límites de Consistencia (Calicata N°03)

### LÍMITE LÍQUIDO ASTM D-423

ENSAYO N°	1	2	3			
N° de Golpes	35	26	19			
Recipiente N°	1	2	3			
R + Suelo Hum.	40.67	42.76	41.44			
R + Suelo Seco	38.16	40.31	38.73			
Peso de agua	2.51	2.45	2.71			
Peso de Recip.	25.43	27.9	25.02			
Peso de S. Seco	12.73	12.41	13.71			
% de Humedad	19.72	19.74	19.77			

### LÍMITE PLÁSTICO ASTM D-424

ENSAYO N°	1	2				
Recipiente N°	1	2				
R + Suelo Hum.	28.62	27.95				
R + Suelo Seco	27.66	27.09				
Peso de agua	0.96	0.86				
Peso de Recip.	21.82	21.63				
Peso de S. Seco	5.84	5.46				
% de Humedad	16.44	15.75				



<b>RESULTADOS</b>	
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>	<b>19.7 %</b>
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>	<b>15.8 %</b>
<b>ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD</b>	<b>4.0 %</b>

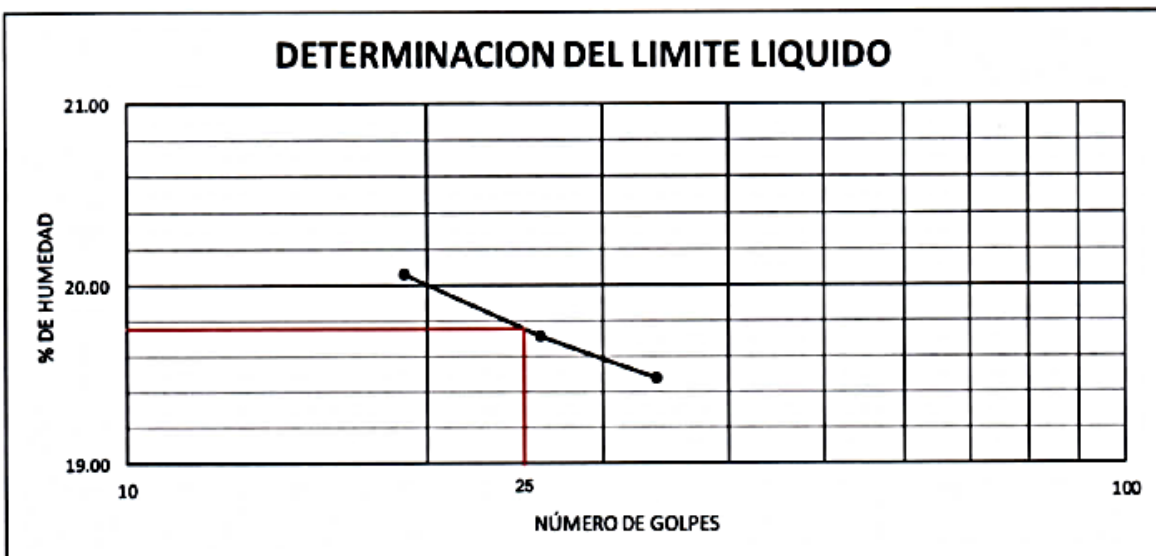
## Ilustración 21 Límites de Consistencia (Calicata N°04)

### LÍMITE LIQUIDO ASTM D-423

ENSAYO N°	1	2	3			
N° de Golpes	34	26	19			
Recipiente N°	1	2	3			
R + Suelo Hum.	43.35	42.37	40.82			
R + Suelo Seco	40.98	39.91	38.3			
Peso de agua	2.37	2.46	2.52			
Peso de Recip.	28.81	27.43	25.74			
Peso de S. Seco	12.17	12.48	12.56			
% de Humedad	19.47	19.71	20.06			

### LÍMITE PLASTICO ASTM D-424

ENSAYO N°	1	2				
Recipiente N°	1	2				
R + Suelo Hum.	29.6	30.29				
R + Suelo Seco	28.72	29.36				
Peso de agua	0.88	0.93				
Peso de Recip.	23.38	23.8				
Peso de S. Seco	5.34	5.56				
% de Humedad	16.48	16.73				



<b>RESULTADOS</b>	
<b>LÍMITE LIQUIDO</b>	<b>19.8 %</b>
<b>LÍMITE PLASTICO</b>	<b>16.5 %</b>
<b>INDICE DE PLASTICIDAD</b>	<b>3.3 %</b>

## Ensayo de Proctor Modificado

Ilustración 22 Proctor Modificado (Calicata N°01)

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	947.000			
Determinación N°	1	2	3	4
Peso del Molde y Muest. (g.)	6034	6124	6227	6187
Peso del molde (g.)	3981	3981	3981	3981
Peso de Muestra Compactado (g.)	2053	2143	2246	2206
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.17	2.26	2.37	2.33
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.10	2.15	2.17	2.09

### CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	1	2	3	4
Peso del Tarro (g.)	71.70	83.50	71.70	71.00
Peso del T. + Suelo Húmedo (g.)	661.50	651.60	640.40	650.40
Peso de T. + Suelo Seco (g.)	642.70	622.90	600.20	601.10
Peso del Agua (g.)	18.80	28.70	40.20	49.30
Peso del Suelo Seco (g.)	573.50	566.80	439.60	423.60
Contenido de Humedad (%)	3.28	5.06	9.14	11.64
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	2.177	CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)		8.40

### CURVA HUMEDAD-DENSIDAD SECA

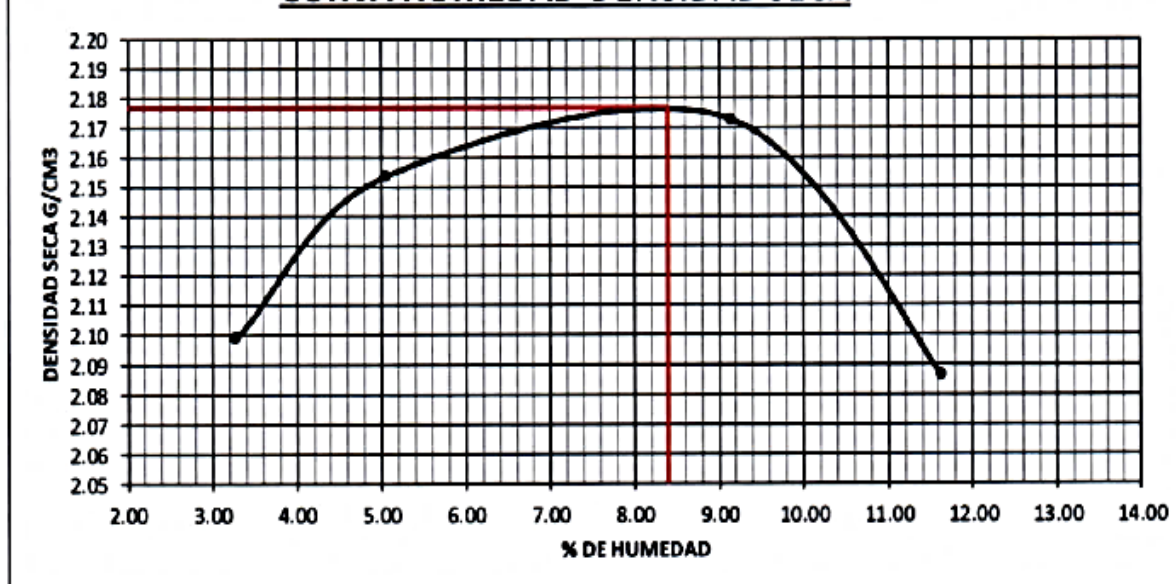


Ilustración 23 Proctor Modificado (Calicata N°02)

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2115.876				
Determinación N°	1	2	3	4	5
Peso del Molde y Muest. (g.)	6830	6924	7038	7146	7160
Peso del molde (g.)	2722	2722	2722	2722	2722
Peso de Muestra Compactado (g.)	4108	4202	4316	4424	4438
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.94	1.99	2.04	2.09	2.10
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.85	1.86	1.87	1.88	1.85

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente N°	1	2	3	4	5
Peso del Tarro (g.)	9.90	8.90	11.00	12.30	13.70
Peso del T. + Suelo Húmedo (g.)	89.20	95.70	93.90	105.90	127.20
Peso de T. + Suelo Seco (g.)	85.60	90.20	87.00	96.50	113.80
Peso del Agua (g.)	3.60	5.50	6.90	9.40	13.40
Peso del Suelo Seco (g.)	75.70	81.30	76.00	84.20	100.10
Contenido de Humedad (%)	4.76	6.77	9.08	11.16	13.39
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.882		CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)		10.85

**CURVA HUMEDAD-DENSIDAD SECA**

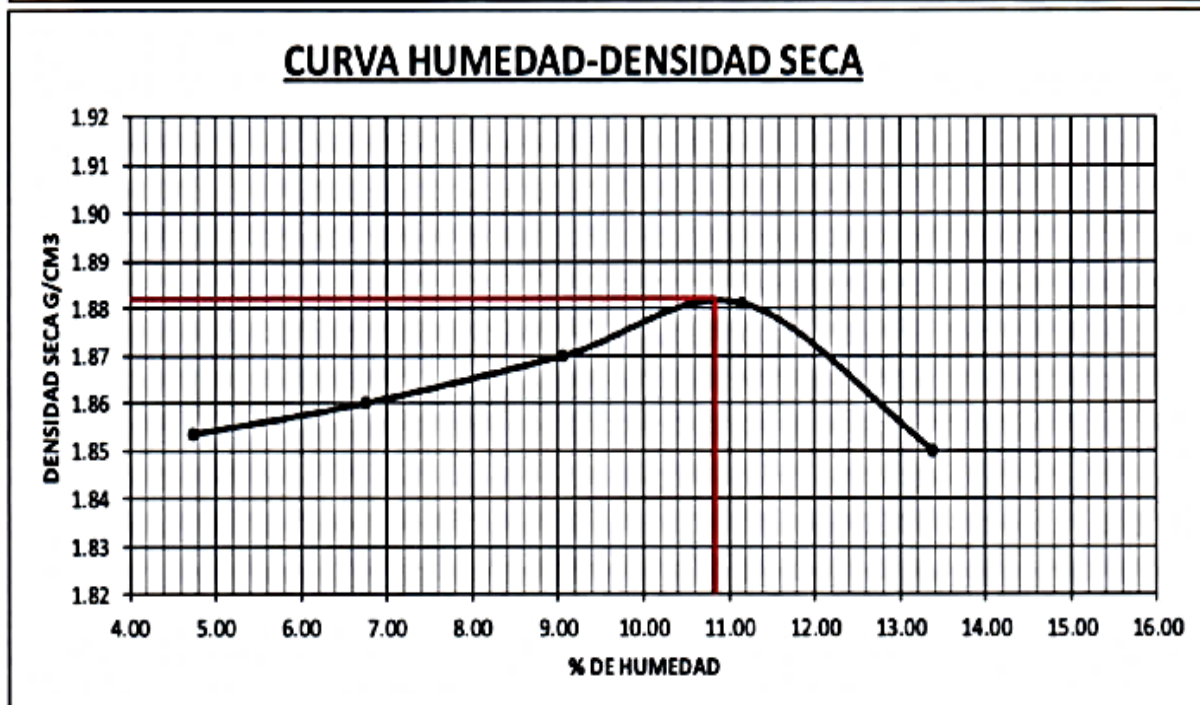


Ilustración 24 Proctor Modificado (Calicata N°03)

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2115.876				
Determinación N°	1	2	3	4	5
Peso del Molde y Muest. (g.)	6575	6680	6790	6902	6886
Peso del molde (g.)	2722	2722	2722	2722	2722
Peso de Muestra Compactado (g.)	3853	3958	4068	4180	4164
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.82	1.87	1.92	1.98	1.97
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.69	1.71	1.73	1.736	1.69

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente N°	1	2	3	4	5
Peso del Tarro (g.)	9.90	8.90	11.00	13.00	12.30
Peso del T. + Suelo Húmedo (g.)	96.00	90.20	96.80	92.90	94.50
Peso de T. + Suelo Seco (g.)	89.90	83.10	88.00	83.20	83.00
Peso del Agua (g.)	6.10	7.10	8.80	9.70	11.50
Peso del Suelo Seco (g.)	80.00	74.20	77.00	70.20	70.70
Contenido de Humedad (%)	7.62	9.57	11.43	13.82	16.27
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.737</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)</b>			<b>13.40</b>

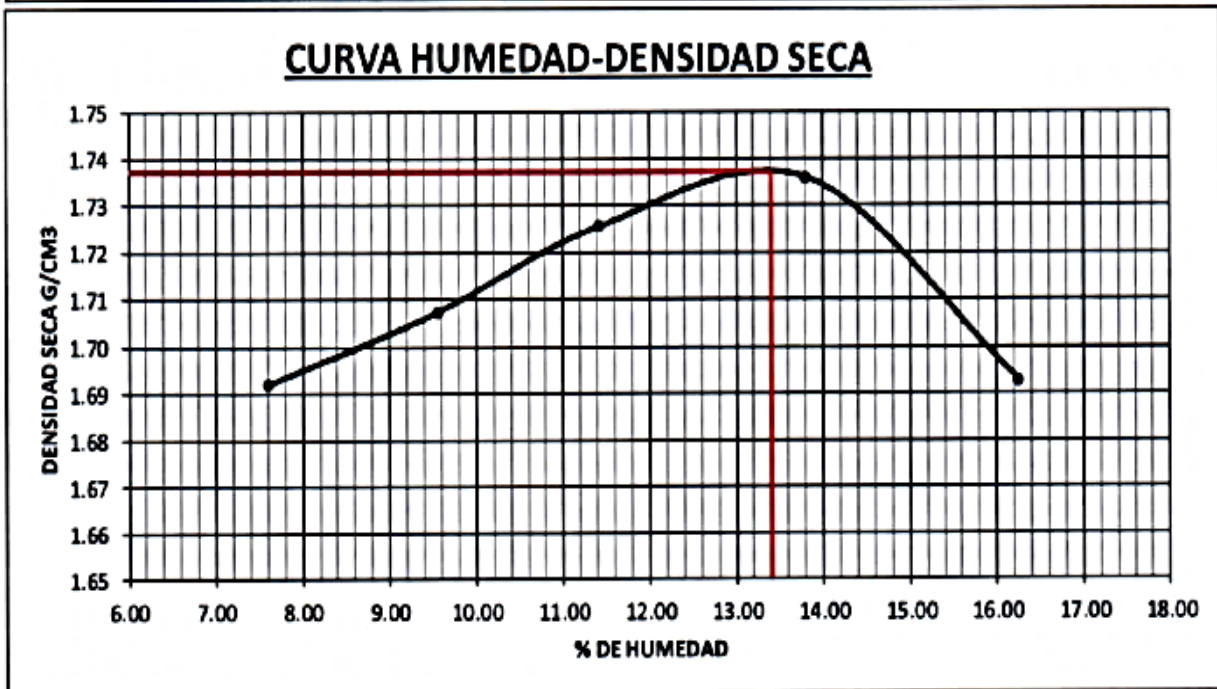


Ilustración 25 Proctor Modificado (Calicata N°04)

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2115.876				
Determinación N°	1	2	3	4	5
Peso del Molde y Muest. (g.)	6545	6650	6754	6828	6845
Peso del molde (g.)	2722	2722	2722	2722	2722
Peso de Muestra Compactado (g.)	3823	3928	4032	4106	4123
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.81	1.86	1.91	1.94	1.95
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.65	1.67	1.68	1.69	1.67

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente N°	1	2	3	4	5
Peso del Tarro (g.)	11.80	13.80	13.80	12.50	12.70
Peso del T. + Suelo Húmedo (g.)	78.70	81.30	83.30	90.90	100.30
Peso de T. + Suelo Seco (g.)	72.90	74.40	75.10	80.80	87.80
Peso del Agua (g.)	5.80	6.90	8.20	10.10	12.50
Peso del Suelo Seco (g.)	61.10	60.60	61.30	68.30	75.10
Contenido de Humedad (%)	9.49	11.39	13.38	14.79	16.64
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.691	CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)			14.60

**CURVA HUMEDAD-DENSIDAD SECA**

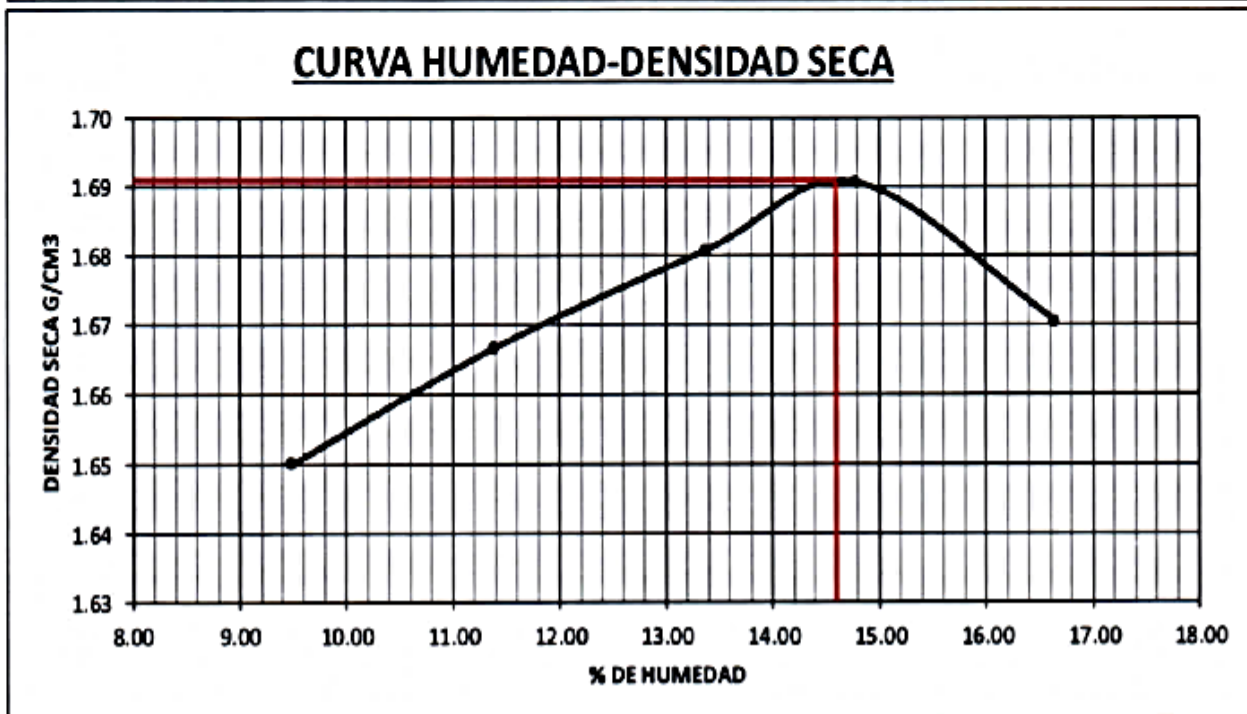


Ilustración 26 Razón soporte California – CBR (Calicata n°01).

MOLDE Nro.	1		2		3	
Nro. GOLPES POR CAPA	10		25		56	
COND. DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso molde + suelo humedo	9457		9553		9831	
Peso del Molde	4827		4732		4812	
Peso del Suelo humedo	4630		4821		5019	
Volumen del Suelo	2128		2131		2127	
Densidad humeda	2.18		2.26		2.36	
% de humedad	8.40		8.40		8.40	
Densidad seca	2.01		2.09		2.18	
Tara Nro.	1		2		3	
Tara + suelo humedo	320.00		350.60		341.10	
Tara + suelo seco	301.90		330.13		321.36	
Peso del agua	18.10		20.47		19.74	
Peso de tara	86.40		86.50		86.40	
Peso del suelo seco	215.50		243.63		234.96	
% de humedad	8.40		8.40		8.40	

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTUR.	EXPANSION		LECTURA	EXPANSION		LECTURA	EXPANSION	
		HRS.	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
		0									
		24									
NO EXPANSIVO											

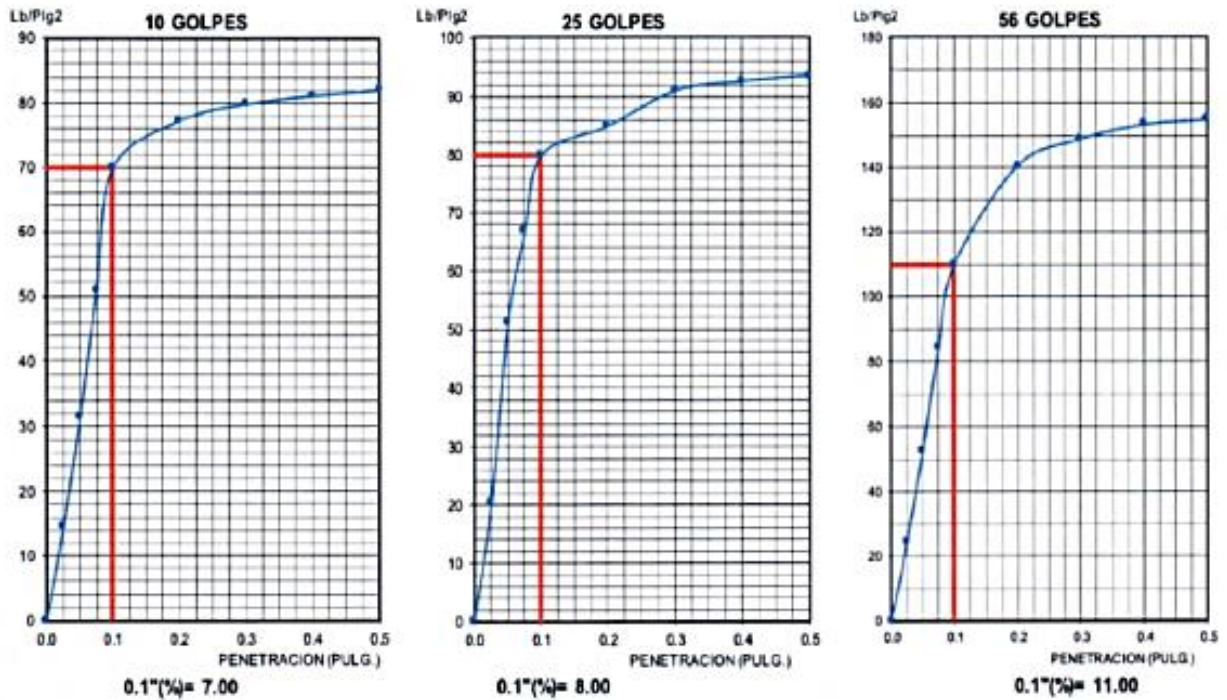
### PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
LECTUR./	CORRECCION	LECTURA	CORRECCION	LECTUR./	CORRECCION	LECTUR./	CORRECCION	LECTUR./	CORRECCION	
mm.	pulg.	DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2
	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.025	6	46	15	9	65	21	10	76	24
	0.050	13	99	32	21	161	51	22	165	53
	0.075	21	160	51	28	210	67	35	265	84
	0.100	29	220	70	34	251	80	46	346	110
	0.200	32	243	77	36	267	85	59	442	141
	0.300	33	251	80	38	286	91	62	468	149
	0.400	34	255	81	39	291	93	64	482	153
	0.500	34	258	82	39	294	94	65	487	155

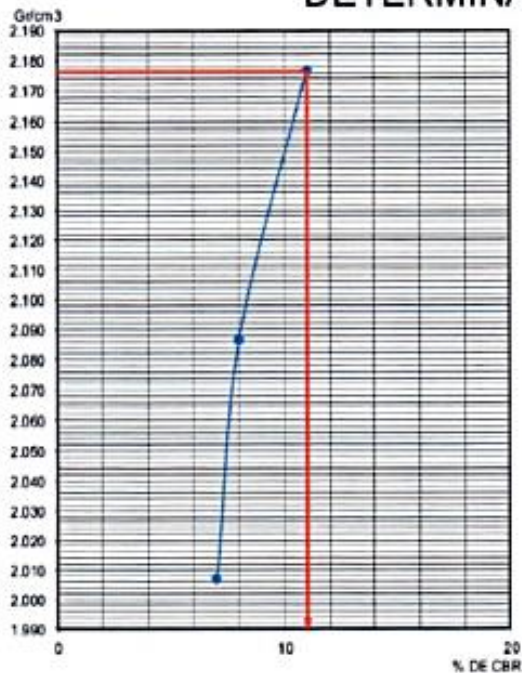


Ilustración 27 Grafico Penetración – CBR (Calicata n°01).

### GRAFICO PENETRACION DE CBR



### DETERMINACION DE CBR



**Datos de Proctor:**

Densidad seca :	2.177	gr/cc.
Optimo humedad:	8.40	%

MATERIAL : SUBRASANTE

CBR AL 100%: 11.0 %

**Ilustración 28** Razón Soporte California CBR (Calicata nº02)

MOLDE Nro.	1		2		3	
Nro. GOLPES POR CAPA	10		25		56	
COND. DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso molde + suelo humedo	8864		8984		9245	
Peso del Molde	4827		4732		4812	
Peso del Suelo humedo	4037		4252		4433	
Volumen del Suelo	2128		2131		2127	
Densidad humeda	1.90		2.00		2.08	
% de humedad	10.80		10.85		10.85	
Densidad seca	1.71		1.80		1.88	
Tara Nro.	1		2		3	
Tara + suelo humedo	300.24		310.45		305.60	
Tara + suelo seco	279.40		288.53		284.15	
Peso del agua	20.84		21.92		21.45	
Peso de tara	86.40		86.50		86.40	
Peso del suelo seco	193.00		202.03		197.75	
% de humedad	10.80		10.85		10.85	

**EXPANSION**

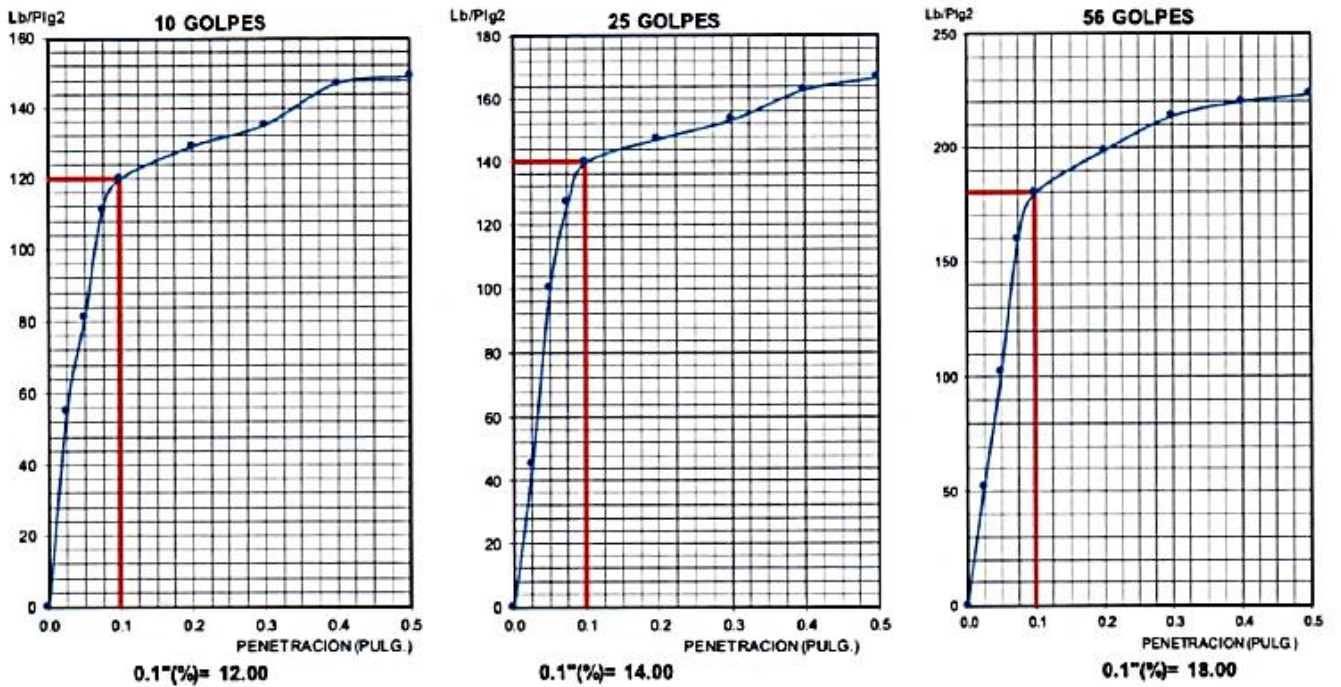
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTUR.		EXPANSION		LECTURA		EXPANSION		LECTURA		EXPANSION	
			DIAL		mm.	%	DIAL	mm.	%	DIAL	mm.	%		
		0												
		24			NO EXPANSIVO									

**PENETRACION**

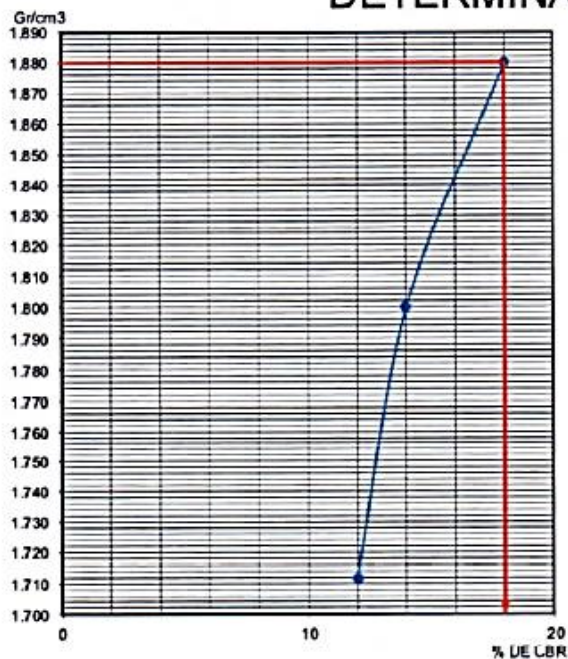
PENETRACION		MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
mm.	pulg.	LECTUR./		CORRECCION	LECTURA		CORRECCION	LECTUR./		CORRECCION
		DIAL	Libras		DIAL	Libras		DIAL	Libras	
	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.025	23	174	55	19	142	45	22	163	52
	0.050	34	256	81	42	316	101	43	321	102
	0.075	47	350	111	53	400	127	67	502	160
	0.100	50	377	120	59	440	140	75	565	180
	0.200	54	406	129	62	463	147	83	624	199
	0.300	57	425	135	64	482	153	90	672	214
	0.400	62	462	147	68	512	163	92	692	220
	0.500	62	468	149	70	524	167	94	702	223

Ilustración 29 Grafico Penetración – CBR (Calicata n°02)

## GRAFICO PENETRACION DE CBR



## DETERMINACION DE CBR



### Datos de Proctor:

Densidad seca :	1.882	gr/cc.
Optimo humedad:	10.85	%

MATERIAL : SUBRASANTE

CBR AL 100%: 18.0 %

**Ilustración 30 Razón Soporte California – CBR (Calicata nº03)**

MOLDE Nro.	1		2		3	
Nro. GOLPES POR CAPA	10		25		56	
COND. DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso molde + suelo humedo	8608		8712		9002	
Peso del Molde	4827		4732		4812	
Peso del Suelo humedo	3781		3980		4190	
Volumen del Suelo	2128		2131		2127	
Densidad humeda	1.78		1.87		1.97	
% de humedad	13.40		13.40		13.40	
Densidad seca	1.57		1.65		1.74	
Tara Nro.	1		2		3	
Tara + suelo humedo	340.12		345.86		341.50	
Tara + suelo seco	310.14		315.21		311.36	
Peso del agua	29.98		30.65		30.14	
Peso de tara	86.40		86.50		86.40	
Peso del suelo seco	223.74		228.71		224.96	
% de humedad	13.40		13.40		13.40	

**EXPANSION**

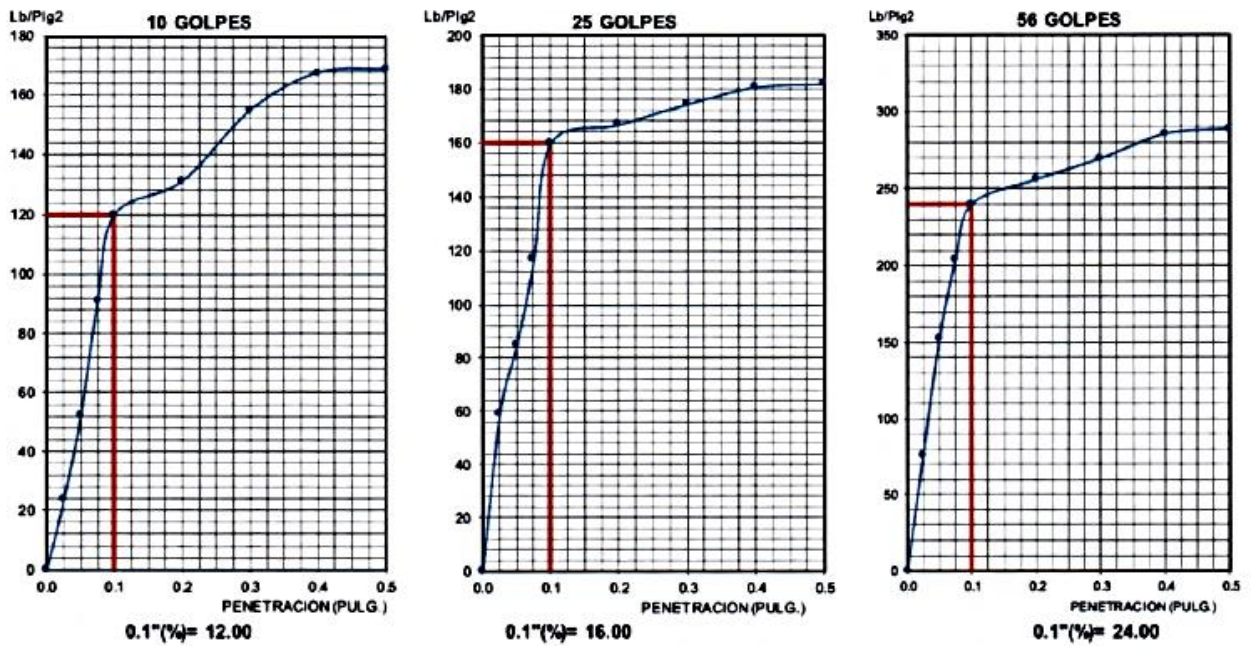
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTUR.		EXPANSION		LECTURA		EXPANSION		LECTURA		EXPANSION	
			HRS.	DIAL	mm.	%	DIAL	mm.	%	DIAL	mm.	%		
		0												
		24												
NO EXPANSIVO														

**PENETRACION**

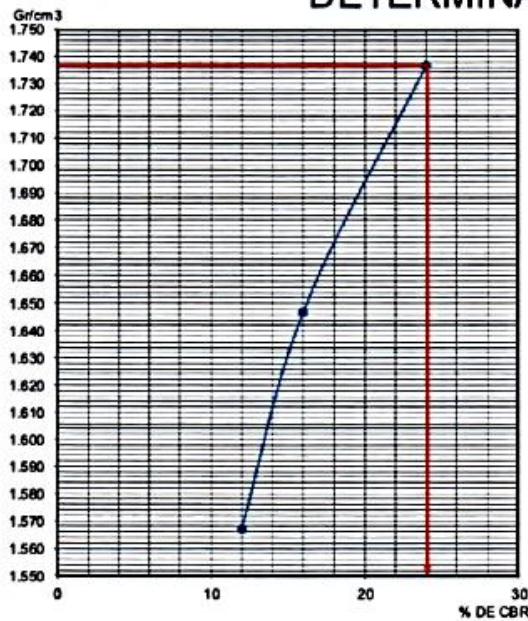
PENETRACION	MOLDE Nro. 1		MOLDE N 2		MOLDE N 3					
	LECTUR/ CORRECCION		LECTURA CORRECCION		LECTUR/ CORRECCION					
	mm.	pulg.	DIAL	Libras lbs/Pg2	DIAL	Libras lbs/Pg2	DIAL	Libras lbs/Pg2		
kg	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.025	10	76	24	25	186	59	32	240	76
	0.050	22	165	53	36	268	85	64	480	153
	0.075	38	286	91	49	368	117	85	641	204
	0.100	50	377	120	67	503	160	101	754	240
	0.200	55	412	131	70	524	167	107	804	256
	0.300	65	486	155	73	548	174	113	846	269
	0.400	70	526	167	76	568	181	119	896	285
	0.500	71	530	169	76	572	182	121	906	288

Ilustración 31 Grafico Penetración – CBR (Calicata n°03).

### GRAFICO PENETRACION DE CBR



### DETERMINACION DE CBR



**Datos de Proctor:**

Densidad seca :	1.737	gr/cc.
Optimo humedad:	13.40	%

MATERIAL : SUBRASANTE

CBR AL 100%: 24.0 %

**Ilustración 32** Razón Soporte California – CBR (Calicata nº04).

MOLDE Nro.	1		2		3	
Nro. GOLPES POR CAPA	10		25		56	
COND. DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso molde + suelo húmedo	8536		8642		8934	
Peso del Molde	4827		4732		4812	
Peso del Suelo húmedo	3709		3910		4122	
Volumen del Suelo	2128		2131		2127	
Densidad húmeda	1.74		1.83		1.94	
% de humedad	14.60		14.60		14.60	
Densidad seca	1.52		1.60		1.69	
Tara Nro.	1		2		3	
Tara + suelo húmedo	330.56		320.45		329.64	
Tara + suelo seco	299.45		290.64		298.65	
Peso del agua	31.11		29.81		30.99	
Peso de tara	86.40		86.50		86.40	
Peso del suelo seco	213.05		204.14		212.25	
% de humedad	14.60		14.60		14.60	

**EXPANSION**

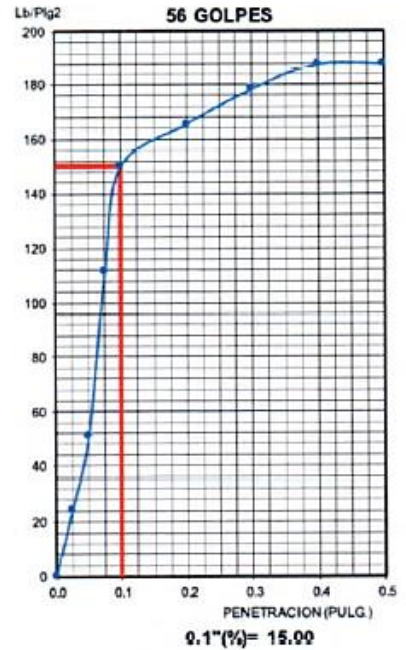
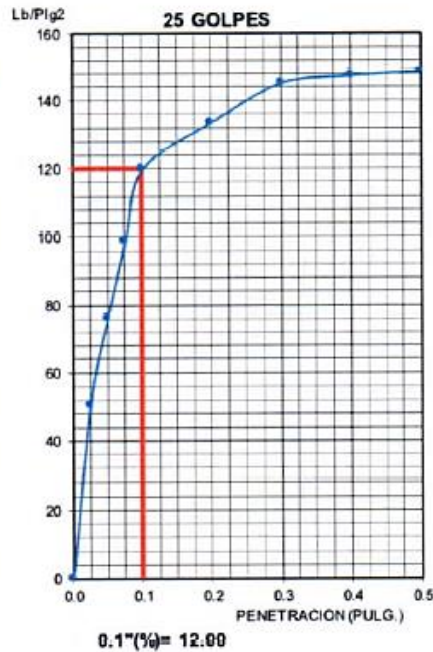
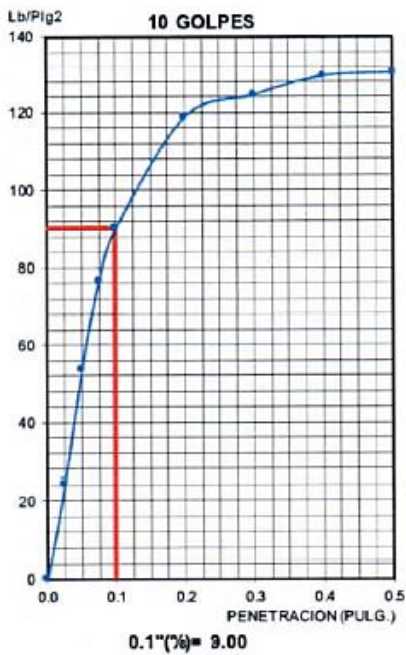
FECHA	HORA	TIEMPO HRS.	LECTUR.		EXPANSION		LECTURA		EXPANSION		LECTURA		EXPANSION	
			DIAL	mm.	%	DIAL	mm.	%	DIAL	mm.	%			
		0												
		24												
NO EXPANSIVO														

**PENETRACION**

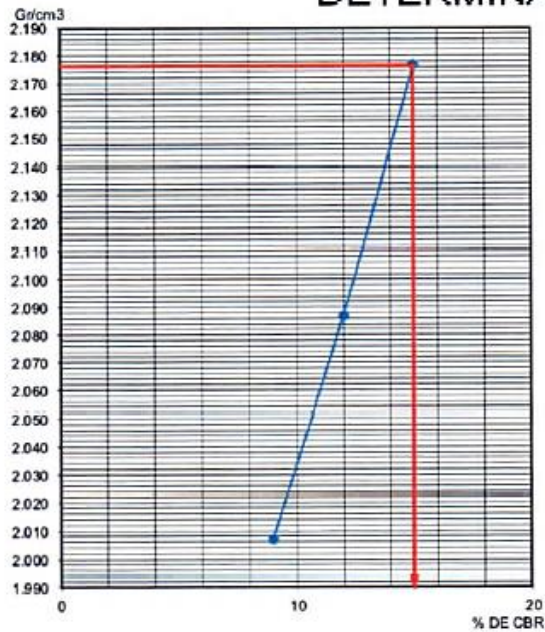
PENETRACION	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
	LECTUR./		CORRECCION		LECTURA		CORRECCION		LECTUR./		CORRECCION	
	mm.	pulg.	DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2	
	0.000		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0.025		10	76	24	21	160	51	10	76	24	
	0.050		22	168	53	32	240	76	21	160	51	
	0.075		32	240	76	41	310	99	47	350	111	
	0.100		38	283	90	50	377	120	63	471	150	
	0.200		50	373	119	56	420	134	69	520	166	
	0.300		52	391	124	61	456	145	75	560	178	
	0.400		54	406	129	62	463	147	79	590	188	
	0.500		55	409	130	62	467	149	79	591	188	

**Ilustración 33** Grafico Penetración – CBR (Calicata n°04).

### GRAFICO PENETRACION DE CBR



### DETERMINACION DE CBR



**Datos de Proctor:**

Densidad seca :	2.202	gr/cc.
Optimo humedad:	7.30	%

MATERIAL : SUBRASANTE

CBR AL 100%: 15.0 %

**Ilustración 34** Densidad Máxima y Mínima.

<b>MUESTRA 01</b>						
<b>ENSAYO</b>	<b>DENSIDAD MÍNIMA</b>			<b>DENSIDAD MÁXIMA</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
VOLUMEN DEL MOLDE/MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	936.90	936.90	936.90	936.90	936.90	936.90
PESO DEL MOLDE (g)	4,217.00	4,217.00	4,217.00	4,217.00	4,217.00	4,217.00
PESO DEL SUELO + MOLDE (g)	5,532.00	5,537.00	5,542.00	5,932.00	5,943.00	5,939.00
PESO DEL SUELO (g)	1,315.00	1,320.00	1,325.00	1,715.00	1,726.00	1,722.00
DENSIDAD MINIMA/MAXIMA (g/cm <sup>3</sup> )	1.404	1.409	1.414	1.831	1.842	1.838
RESULTADO	DENSIDAD MÍNIMA: 1.409			DENSIDAD MÁXIMA: 1.837		

<b>MUESTRA 02</b>						
<b>ENSAYO</b>	<b>DENSIDAD MÍNIMA</b>			<b>DENSIDAD MÁXIMA</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
VOLUMEN DEL MOLDE/MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	936.90	936.90	936.90	936.90	936.90	936.90
PESO DEL MOLDE (g)	4,217.00	4,217.00	4,217.00	4,217.00	4,217.00	4,217.00
PESO DEL SUELO + MOLDE (g)	5,561.00	5,569.00	5,577.00	5,941.00	5,948.00	5,955.00
PESO DEL SUELO (g)	1,344.00	1,352.00	1,360.00	1,724.00	1,731.00	1,738.00
DENSIDAD MINIMA/MAXIMA (g/cm <sup>3</sup> )	1.435	1.443	1.452	1.840	1.848	1.855
RESULTADO	DENSIDAD MÍNIMA: 1.443			DENSIDAD MÁXIMA: 1.848		

<b>MUESTRA 03</b>						
<b>ENSAYO</b>	<b>DENSIDAD MÍNIMA</b>			<b>DENSIDAD MÁXIMA</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
VOLUMEN DEL MOLDE/MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	936.90	936.90	936.90	936.90	936.90	936.90
PESO DEL MOLDE (g)	4,217.00	4,217.00	4,217.00	4,217.00	4,217.00	4,217.00
PESO DEL SUELO + MOLDE (g)	5,515.00	5,523.00	5,531.00	5,915.00	5,922.00	5,929.00
PESO DEL SUELO (g)	1,298.00	1,306.00	1,314.00	1,698.00	1,705.00	1,712.00
DENSIDAD MINIMA/MAXIMA (g/cm <sup>3</sup> )	1.385	1.394	1.402	1.812	1.820	1.827
RESULTADO	DENSIDAD MÍNIMA: 1.394			DENSIDAD MÁXIMA: 1.820		

<b>MUESTRA 04</b>						
<b>ENSAYO</b>	<b>DENSIDAD MÍNIMA</b>			<b>DENSIDAD MÁXIMA</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
VOLUMEN DEL MOLDE/MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	936.90	936.90	936.90	936.90	936.90	936.90
PESO DEL MOLDE (g)	4,217.00	4,217.00	4,217.00	4,217.00	4,217.00	4,217.00
PESO DEL SUELO + MOLDE (g)	5,576.00	5,584.00	5,592.00	5,867.00	5,874.00	5,881.00
PESO DEL SUELO (g)	1,359.00	1,367.00	1,375.00	1,650.00	1,657.00	1,664.00
DENSIDAD MINIMA/MAXIMA (g/cm <sup>3</sup> )	1.451	1.459	1.468	1.761	1.769	1.776
RESULTADO	DENSIDAD MÍNIMA: 1.459			DENSIDAD MÁXIMA: 1.769		



**Ilustración 35** Gravedad Especifica De Los Solidos del Suelo.

<b>MUESTRA C-1</b>			
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ENSAYO 1</b>	<b>ENSAYO 2</b>
Metodo de remocion de aire		Ebullicion	Ebullicion
Volumen de la fiola a 20° C	ml.	497.9	497.2
Peso fiola + agua	g.	688.1	683.3
Peso fiola + agua + muestra	g.	909.7	905.5
Temperatura de medicion	°C	20	20.3
Factor de correccion por T°	-	1.0000	0.9999
Peso de la muestra seca	g.	350	350
Gravedad especifica	Tx/20° C	2.73	2.74
Promedio gravedad especifica	g/cm <sup>3</sup>	2.73	

<b>MUESTRA C-2</b>			
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ENSAYO 1</b>	<b>ENSAYO 2</b>
Metodo de remocion de aire		Ebullicion	Ebullicion
Volumen de la fiola a 20° C	ml.	497.9	497.2
Peso fiola + agua	g.	688.1	683.3
Peso fiola + agua + muestra	g.	910	909
Temperatura de medicion	°C	20	20.3
Factor de correccion por T°	-	1.0000	0.9999
Peso de la muestra seca	g.	356	357
Gravedad especifica	Tx/20° C	2.65	2.72
Promedio gravedad especifica	g/cm <sup>3</sup>	2.69	

<b>MUESTRA C-3</b>			
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ENSAYO 1</b>	<b>ENSAYO 2</b>
Metodo de remocion de aire		Ebullicion	Ebullicion
Volumen de la fiola a 20° C	ml.	497.9	497.2
Peso fiola + agua	g.	688	687
Peso fiola + agua + muestra	g.	907	906
Temperatura de medicion	°C	20	20.3
Factor de correccion por T°	-	1.0000	0.9999
Peso de la muestra seca	g.	346	344
Gravedad especifica	Tx/20° C	2.72	2.75
Promedio gravedad especifica	g/cm <sup>3</sup>	2.74	

<b>MUESTRA C-4</b>			
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ENSAYO 1</b>	<b>ENSAYO 2</b>
Metodo de remocion de aire	-	Ebullicion	Ebullicion
Volumen de la fiola a 20° C	ml.	497.9	497.2
Peso fiola + agua	g.	688.1	683.3
Peso fiola + agua + muestra	g.	918	911
Temperatura de medicion	°C	20	20
Factor de correccion por T°	-	1.0000	1.0000
Peso de la muestra seca	g.	364	362
Gravedad especifica	Tx/20° C	2.71	2.70
Promedio gravedad especifica	g/cm <sup>3</sup>	2.70	

### 8.3 ANEXO 3.- Estudio Meteorológico

Ilustración 36 Meteorología de la zona – ENERO, 2019

Estación : CARAVELI				
Departamento : AREQUIPA		Provincia : CARAVELI		Distrito : CARAVELI
Latitud : 15°46'32.45"		Longitud : 73°21'45.31"		Altitud : 1755 msnm.
Tipo : CO - Meteorológica		Código : 115018		
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/01/2019	30.8	13	57.7	0
02/01/2019	31.4	12.8	52.1	0
03/01/2019	32.2	13.6	47.2	0
04/01/2019	33	13.6	45.6	0
05/01/2019	31.6	13	41.2	0
06/01/2019	31.8	14.2	40.6	0
07/01/2019	27.4	10.2	60.7	0
08/01/2019	28	9.4	67.7	0
09/01/2019	26	11.2	71	0
10/01/2019	23.6	12.4	78.9	0
11/01/2019	24.6	13.4	71.7	0
12/01/2019	26	11.2	70.6	0
13/01/2019	28.6	10.6	60.2	0
14/01/2019	28.8	12.4	54.1	0
15/01/2019	28.8	12.2	62.5	0
16/01/2019	28.6	12.6	56.7	0
17/01/2019	29.2	14.2	60.7	0
18/01/2019	29.4	13.8	66.5	0.2
19/01/2019	30.6	14.2	61	0
20/01/2019	29.8	15	54.9	0
21/01/2019	30.8	12.8	54.1	0
22/01/2019	29.2	12.6	58.2	0
23/01/2019	31.6	14.4	61.2	0
24/01/2019	29.6	15.6	63.9	0
25/01/2019	31.8	16.2	59.6	0
26/01/2019	29.8	14.8	64	0
27/01/2019	28	16.6	81.3	34.3
28/01/2019	22.2	15.4	92.6	0
29/01/2019	23	15.4	89.6	3.7
30/01/2019	23.4	15.4	82.8	10.8
31/01/2019	25.8	14.4	78.3	0

**Ilustración 37** Estudio Meteorológico de la zona – ENERO, 2020

Estación : CARAVELI				
Departamento : AREQUIPA		Provincia : CARAVELI		Distrito : CARAVELI
Latitud : 15°46'32.45"		Longitud : 73°21'45.31"		Altitud : 1755 msnm.
Tipo : CO - Meteorológica		Código :		115018
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/01/2020	30.2	10.4	52.2	0
02/01/2020	27.4	12.4	63	0
03/01/2020	29.6	13.2	63.4	0
04/01/2020	29.2	12.2	65.6	0
05/01/2020	26.2	13.6	73.8	0
06/01/2020	27.2	13.6	67.8	0
07/01/2020	27.6	12.4	65.5	0
08/01/2020	27	12.8	69.5	0
09/01/2020	29.2	10.2	66.2	0
10/01/2020	31.2	12	57.1	0
11/01/2020	31.6	12.4	52.8	0
12/01/2020	31.8	14.2	45.1	0
13/01/2020	31.2	16.2	49.9	0
14/01/2020	29	15	57.8	0
15/01/2020	31.2	15.2	60.3	0
16/01/2020	32.2	13.8	63.1	0
17/01/2020	34.2	16.2	53.6	0
18/01/2020	32.2	15.6	65.4	0
19/01/2020	31.8	15	69.1	0
20/01/2020	31.8	15.6	65.6	0
21/01/2020	28.4	16.4	79.8	8.6
22/01/2020	23.4	15	95.8	40.2
23/01/2020	21.2	14.6	94.3	13
24/01/2020	21.6	13.8	90.9	6.3
25/01/2020	22.8	13.8	88.7	2.1
26/01/2020	25.4	15.2	74.7	0
27/01/2020	27.8	13.8	78.4	0
28/01/2020	26.8	14.8	75.3	0
29/01/2020	28	15.2	73.4	0
30/01/2020	28.8	14.8	70.1	0
31/01/2020	29.8	11.6	68.6	0

**Ilustración 38** Estudio Meteorológico de la zona – FEBRERO, 2019.

Estación : CARAVELI				
Departamento : AREQUIPA		Provincia : CARAVELI		Distrito : CARAVELI
Latitud : 15°46'32.45"		Longitud : 73°21'45.31"		Altitud : 1755 msnm.
Tipo : CO - Meteorológica		Código :		115018
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/02/2019	25.2	15.6	77.9	6.2
02/02/2019	26.8	13.8	75.4	0
03/02/2019	27.8	13.8	77.4	0
04/02/2019	25	15.2	80.3	0
05/02/2019	27.4	15.4	73.9	0
06/02/2019	28.4	15.4	77	0
07/02/2019	26.8	15.8	82.2	8.9
08/02/2019	23.6	16.2	87.8	13.1
09/02/2019	23.8	15.8	81.4	0
10/02/2019	25	15	85.3	0
11/02/2019	27.6	15.4	79.7	0
12/02/2019	27.6	15.6	77.2	0
13/02/2019	29.4	16.4	68.8	0
14/02/2019	31.6	15.4	67.2	0
15/02/2019	28.6	15.2	66.9	0
16/02/2019	30.2	16.6	63.4	0
17/02/2019	29.2	14.6	66.3	0
18/02/2019	27.6	15.4	68.4	0
19/02/2019	26.8	14.4	83.3	3
20/02/2019	28	15.8	73.6	0
21/02/2019	28.4	13.4	69.3	0
22/02/2019	30.2	14.4	65.1	0
23/02/2019	30.6	14.4	58.3	0
24/02/2019	28.4	14.2	66.4	0.8
25/02/2019	27	15.2	73.5	0
26/02/2019	27.2	12.8	71.4	0
27/02/2019	26	12.4	65.3	0
28/02/2019	27.6	12.8	68.1	0

**Ilustración 39** Estudio Meteorológico de la Zona – FEBRERO, 2020.

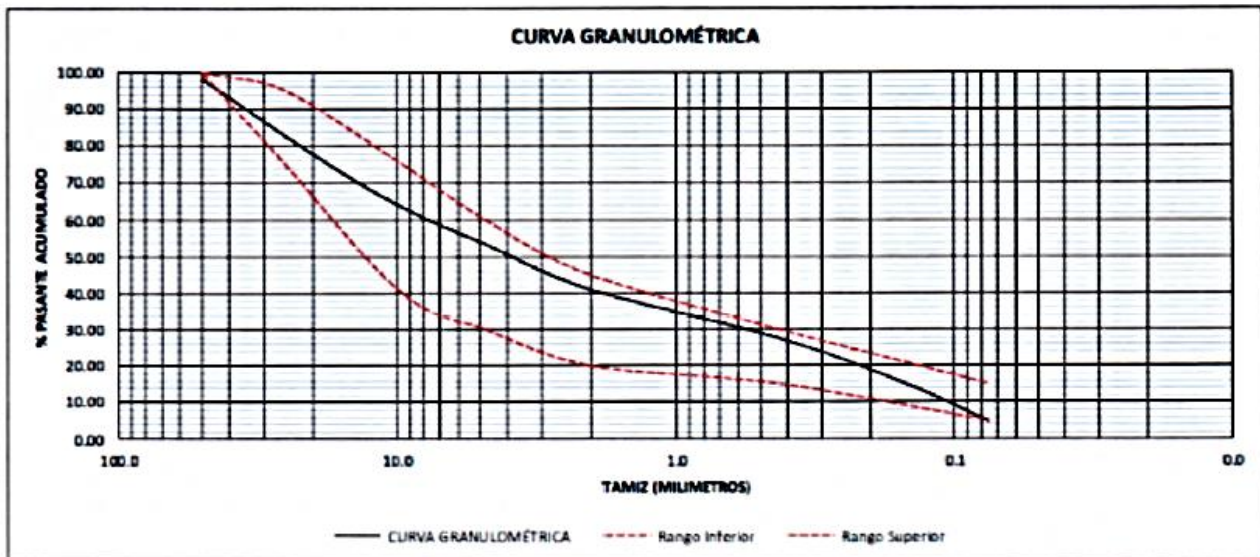
Estación : CHAPARRA				
Departamento : AREQUIPA		Provincia : CARAVELI		Distrito : CHAPARRA
Latitud : 15°44'51.55"		Longitud : 73°52'15.22"		Altitud : 1033 msnm.
Tipo : CO - Meteorológica		Código :		100026
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)			PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN	HUMEDAD RELATIVA (%)	TOTAL
01/02/2020	27.5	17.6	79.8	0
02/02/2020	27.9	16.6	77.9	0
03/02/2020	26.9	16.9	79.2	0
04/02/2020	25.5	14.7	79.7	0
05/02/2020	27.5	16.1	79.6	0
06/02/2020	26.9	16.2	72	0
07/02/2020	27.4	16.2	73.5	0
08/02/2020	26.5	15.4	77.7	0
09/02/2020	27.2	16.3	74.6	0
10/02/2020	25.1	15.9	75.4	8.9
11/02/2020	24.8	17.9	84.1	0
12/02/2020	25.2	16.6	81.6	0
13/02/2020	26.6	16.3	85.3	0
14/02/2020	27.1	17.2	82.5	0
15/02/2020	27.5	17.1	80.8	0
16/02/2020	26.9	16.8	83.5	0
17/02/2020	27.4	17.3	82.8	0
18/02/2020	27	17.1	84.7	0
19/02/2020	26	17.8	85.5	0
20/02/2020	25	18.2	85.9	0
21/02/2020	25.9	18.4	88.1	0
22/02/2020	26.2	17.9	82.6	11.8
23/02/2020	25.5	18.5	90.3	0
24/02/2020	24.5	18.5	87.5	1
25/02/2020	26	18.5	89	0
26/02/2020	27.1	18.2	80.7	0
27/02/2020	28.1	18.2	81.7	0
28/02/2020	27	17.2	81.6	0
29/02/2020	27.4	17.4	79.4	0

## 8.4 ANEXO 4.- Estudio de Cantera

### Ilustración 40 Análisis Granulométrico por Tamizado

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
MÉTODO AASHTO T-89 Y ASTM D-1422

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	GRADACION B	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
4"	101.6		0.00	0.00	100.00		Cantera = La Victoria
3"	75.0		0.00	0.00	100.00		Ubicación = Caravelí
2 1/2"	63.0		0.00	0.00	100.00		Peso Total = 19610.00 g.
2"	50.0	372.00	1.90	1.90	98.10	100 - 100	Pasa #4 = 10456.00 g.
1 1/2"	38.1	574.00	2.93	4.82	95.18		Peso agregado grueso = 9152.00 g.
1"	25.0	2248.00	11.46	16.29	83.71	75 - 65	Peso agregado fino = 564.70 g.
3/4"	19.0	1374.00	7.01	23.29	76.71		D <sub>60</sub> = 7.24 mm.
1/2"	12.5	1684.00	8.59	31.88	68.12		D <sub>30</sub> = 0.50 mm.
3/8"	9.5	932.00	4.75	36.63	63.37	40 - 75	D <sub>10</sub> (diámetro efectivo) = 0.12 mm.
1/4"	6.3	1300.00	6.63	43.26	56.74		Coefficiente de uniformidad (Cu) = 58.22
# 4	4.75	666.00	3.41	46.67	53.33	30 - 60	Grado de curvatura (Cc) = 0.28
# 8	2.36	55.60	0.28	51.94	48.06		CLASF. AASHTO = A-1-a
# 10	2.00	76.00	0.39	56.12	43.88	20 - 45	CLASF. SUCS = GP-GM
# 16	1.18	55.20	0.28	64.33	35.67		Contenido de humedad = 1.2 %
# 20	0.85	27.70	0.14	66.95	33.05		Porcentaje de grava = 44.77 %
# 30	0.60	23.30	0.12	69.15	30.85		Porcentaje de arena = 48.70 %
# 40	0.43	36.30	0.18	72.57	27.43	15 - 30	Porcentaje de finos = 4.63 %
#50	0.30	40.40	0.21	76.39	23.61		
# 100	0.15	91.70	0.47	85.05	14.95		
# 200	0.075	109.30	0.55	95.37	4.63	5 - 15	
< # 200		49.00	0.25	100.00	0.00		



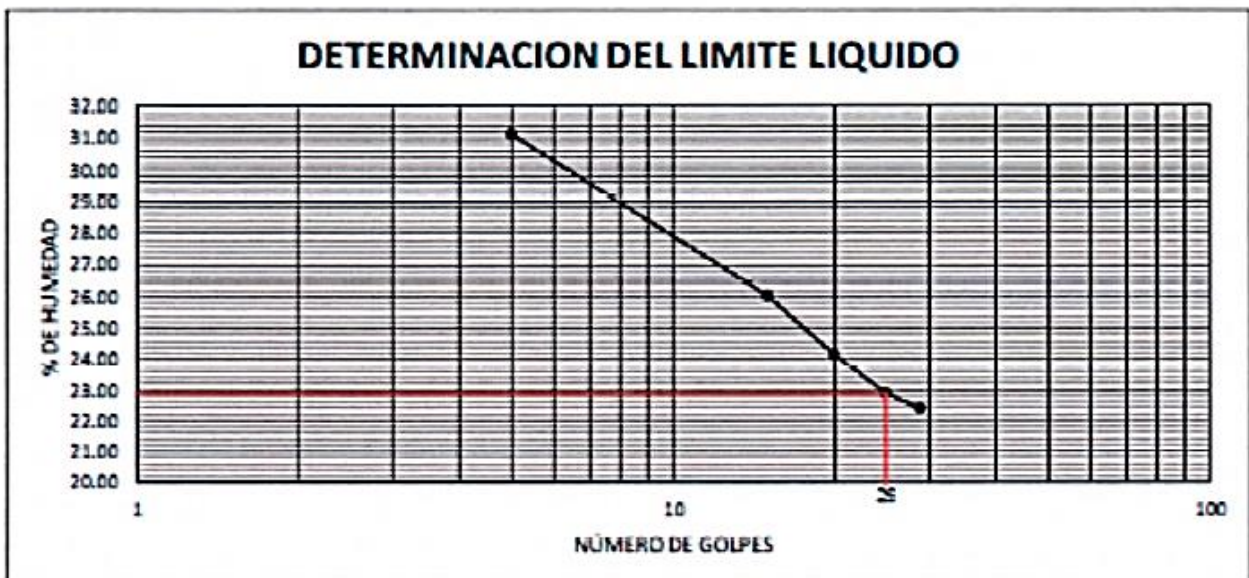
### Ilustración 41 Límites de Consistencia

#### LÍMITE LÍQUIDO ASTM D-423

ENSAYO N°	1	2	3	4	5	
N° de Golpes	5	15	20	25	29	
Recipiente N°	1	2	3	4	5	
R + Suelo Hum.	42.2	26.4	33.5	25.7	31.2	
R + Suelo Seco	38	22.6	30	23.3	28.2	
Peso de agua	4.2	3.8	3.5	2.4	3	
Peso de Recip.	24.5	8	15.5	12.8	14.8	
Peso de S. Seco	13.5	14.6	14.5	10.5	13.4	
% de Humedad	31.11	26.03	24.14	22.06	22.39	

#### LÍMITE PLÁSTICO ASTM D-424

ENSAYO N°	1	2	3			
Recipiente N°	1	2	3			
R + Suelo Hum.	30.4	28.6	28.1			
R + Suelo Seco	27.9	26.4	25.9			
Peso de agua	2.5	2.2	2.2			
Peso de Recip.	13.2	12.8	12.7			
Peso de S. Seco	14.7	13.6	13.2			
% de Humedad	16.9	16.2	16.7			



RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO	22.9 %
LÍMITE PLÁSTICO	16.2 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	6.7 %

OBSERVACIONES:

.....

.....

**Ilustración 42** Gravedad Especifica y Absorción de partículas Gruesas

<b>CODIGO</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>
A	Peso de canastilla sumergida en agua (g.)	0.00
B	Peso Mat.Sat Sup. Seca (En Aire ) (gr. )	3094.00
C	Peso canastilla sumergida + B	1951.00
D	Peso sumergido de la muestra	1951.00
E	Peso de Material Seco en estufa ( 105°C ) (gr)	3062.00
Peso específico de masa (g/cm <sup>3</sup> )		2.68
Peso específico de masa saturado superficialmente seco (g/cm <sup>3</sup> )		2.71
Peso específico aparente (g/cm <sup>3</sup> )		2.76
Porcentaje de absorción (%)		1.0%

**Ilustración 43** Equivalente de Arena

<b>CANTERA LA VICTORIA</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>Identificación</b>			<b>Promedio</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
Tamaño maximo (pasa malla N° 4) mm	4.75	4.75	4.75	
Hora de entrada a saturacion	13:15	13:45	14:30	
Hora de salida de saturacion (más 10')	13:25	13:55	14:40	
Hora de entrada a sedimentacion 00:02	13:17	13:47	14:32	
Hora de salida de sedimentacion (más 20')	13:37	14:07	14:52	
Altura máxima de material fino (pulg.)	5.00	5.00	5.00	
Altura máxima de la arena (pulg.)	3.40	3.40	3.40	
Equivalente de arena %	68.0	68.0	68.0	

Observaciones: El porcentaje de equivalente de arena es 68%



### Ilustración 44 Desgaste por Abrasión

Norma	NTP 400.019 / ASTM C 131
Designación	GRADACION B
N° de Esferas	12

TAMAÑO DE MALLAS		MASA ORIGINAL (gramos)	MASA FINAL (gramos)	MASA PERDIDA DESPUES DE 500 REVOLUCIONES	% DE DESGASTE POR ABRASION
PASA	RETIENE				
37.5 mm (1 1/2 pulg)	25 mm (1 pulg)	1250	-----	-----	-----
25 mm (1 pulg)	19 mm (3/4 pulg)	1250	-----	-----	-----
19 mm (3/4 pulg)	12.5 mm (1/2 pulg)	1250	-----	-----	-----
12.5 mm (1/2 pulg)	9.5 mm (3/8 pulg)	1250	-----	-----	-----
<b>PESO TOTAL DE LA MUESTRA</b>		5000	3400	1600	32.00%

<b>TAMAÑO MAXIMO NOMINAL</b>	2"
------------------------------	----

Observaciones: El valor del porcentaje de Desgaste por Abrasión para el material ensayado es de 32%

### Ilustración 45 Proctor Modificado

#### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2111.100				
Determinación N°	1	2	3	4	
Peso del Molde y Muest. (g.)	10373	10471	10560	10619	
Peso del molde (g.)	6090	6090	6090	6090	
Peso de Muestra Compactado (g.)	4283	4381	4470	4529	
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.03	2.08	2.12	2.15	
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.93	1.94	1.94	1.94	

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	1	2	3	4	
Peso del Tarro (g.)	71.70	83.50	71.70	71.00	
Peso del T. + Suelo Húmedo (g.)	671.43	663.31	640.78	646.55	
Peso de T. + Suelo Seco (g.)	642.70	622.90	600.20	601.10	
Peso del Agua (g.)	28.73	40.41	40.58	45.45	
Peso del Suelo Seco (g.)	573.50	566.80	439.60	423.60	
Contenido de Humedad (%)	5.01	7.13	9.23	10.73	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.938	CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)			8.00

#### CURVA HUMEDAD-DENSIDAD SECA

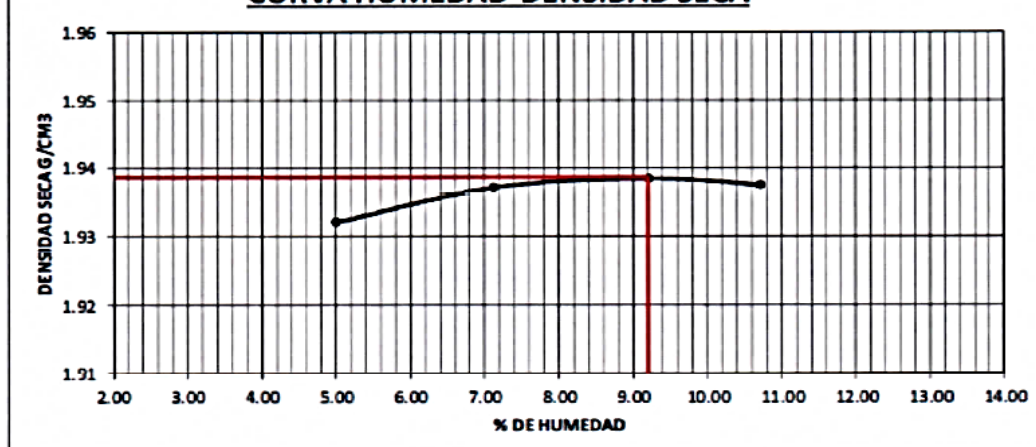


Ilustración 46 Razón Soporte California – CBR

MOLDE Nro.	1		2		3	
Nro. GOLPES POR CAPA	10		25		56	
COND. DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso molde + suelo humedo	8890		8985		9264	
Peso del Molde	4827		4732		4812	
Peso del Suelo humedo	4063		4253		4452	
Volumen del Suelo	2128		2131		2127	
Densidad humeda	1.91		2.00		2.09	
% de humedad	8.00		8.00		8.00	
Densidad seca	1.77		1.85		1.938	
Taza Nro.	1		2		3	
Taza + suelo humedo	341.50		330.60		350.70	
Taza + suelo seco	322.60		312.52		331.12	
Peso del agua	18.90		18.08		19.58	
Peso de taza	86.40		86.50		86.40	
Peso del suelo seco	236.20		226.02		244.72	
% de humedad	8.00		8.00		8.00	

### EXPANSION

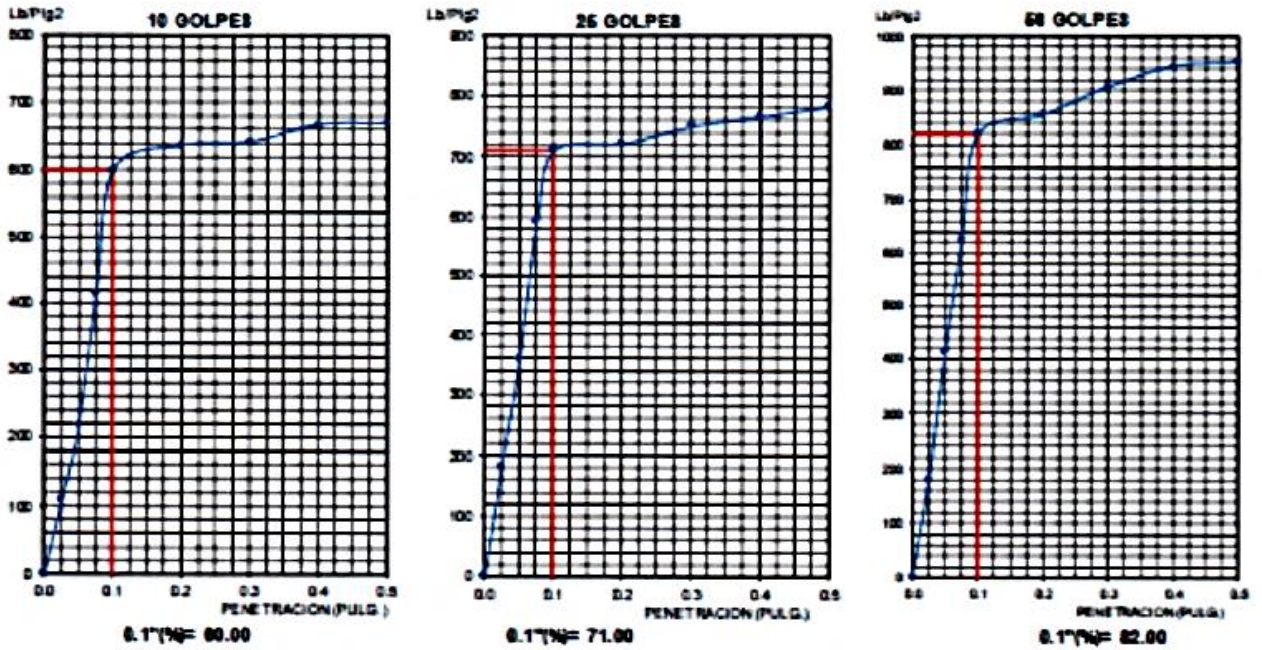
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTUR.	EXPANSION		LECTUR.	EXPANSION		LECTUR.	EXPANSION	
		HRS	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
		0									
		24									
NO EXPANSIVO											

### PENETRACION

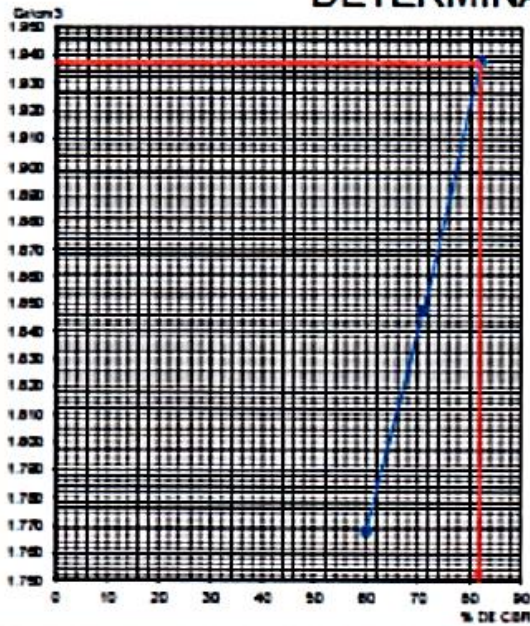
PENETRACION	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2			MOLDE N° 3			
	LECTURA		CORRECCION		LECTURA		CORRECCION	LECTURA		CORRECCION	
	mm	pulg.	DIAL	Lbms	Lb/Pg2	DIAL	Lbms	Lb/Pg2	DIAL	Lbms	Lb/Pg2
	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.025	45	341	109	76	568	181	75	565	180	
	0.050	91	683	218	150	1126	358	173	1296	413	
	0.075	173	1296	413	249	1865	594	262	1967	626	
	0.100	251	1883	600	297	2231	710	343	2576	820	
	0.200	266	1998	636	302	2268	722	358	2687	835	
	0.300	269	2016	642	314	2358	751	379	2846	906	
	0.400	279	2096	667	321	2406	766	395	2965	944	
	0.500	280	2103	669	328	2459	783	399	2989	951	

Ilustración 47 Grafico Penetración – CBR

### GRAFICO PENETRACION DE CBR



### DETERMINACION DE CBR



Datos de Proctor:

Densidad seca :	1.938	gr/cc.
Óptimo humedad:	8.00	%

MATERIAL : BASE

CBR AL 100% : 82.0 %