



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
CIVIL**

**TESIS**

**“ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y  
MECÁNICAS DE LAS CANTERAS HUALANGO  
COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN  
CARRETERAS – PROVINCIA DE UTCUBAMBA”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**Autor:**

**Bach. Lozada Tiglla Edwar Francis**

**Asesor:**

**Dra. Sotomayor Nunura Gioconda del Socorro**

**Línea de Investigación:**

**Ingeniería de Procesos**

**Pimentel – Perú**

**2018**

**TESIS**  
**“ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS  
CANTERAS HUALANGO COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN  
CARRETERAS – PROVINCIA DE UTCUBAMBA”**

APROBADO POR:

---

Dra. Sotomayor Nunura Gioconda del Socorro  
Asesor de Investigación

---

Dr. Coronado Zuloeta, Omar  
Presidente del Jurado de Tesis

---

MSc. Ballena del Río Pedro Manuel  
Secretario del Jurado de Tesis

---

Ing. Borja Suárez Manuel  
Vocal del Jurado de Tesis

## **DEDICATORIA**

### **A Dios:**

Que es mi mayor sentido para vivir y cada día me da la hermosa oportunidad de disfrutar de las personas que amo.

### **A mis padres:**

José Edwar Lozada Fonseca y Soila Tiglla Coronel,

Quienes son el pilar fundamental en mí casa y la razón de mi vida. De no ser por ellos no estaría escalando otro peldaño en mi formación profesional.

### **A mis hermanos:**

Andy, Lilibeth, Saidy y Jheisson quienes son mi admiración, respeto y cariño. Los que siempre me dieron su apoyo y estuvieron conmigo durante la ejecución de esta investigación.

**Edwar Francis**

## **AGRADECIMIENTO**

### **A Dios:**

Por haberme permitido concluir con mi objetivo

### **A mis asesores:**

Ing. Muñoz Pérez Sócrates Pedro y MSc. Guerrero Millones Ana María,

Por su apoyo, comprensión y orientación profesional para el desarrollo de la presente investigación.

### **A la Universidad Señor de Sipán:**

Por haberme acogido en sus aulas, a la escuela profesional de Ingeniería civil y docentes que impartieron sus enseñanzas durante mi formación profesional.

El autor

## ÍNDICE

PÁGINA DE JURADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE.....	v
INDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
INDICE DE ECUACIONES.....	xii
INDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
Abstract.....	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1. Situación Problemática.....	18
1.2. Formulación del Problema.....	26
1.3. Hipótesis.....	26
1.4. Objetivos.....	26
1.5. Justificación e importancia del estudio.....	26
1.6. Antecedentes de investigación.....	27
1.7. Marco teórico.....	28
II. MATERIAL Y METODOS.....	61
2.1. Tipo y diseño de la investigación.....	61
2.2. Métodos de investigación.....	61
2.3. Población y muestra.....	68
2.4. Variables y Operacionalización.....	68
2.4.1. Variables.....	68
2.4.2. Operacionalización.....	69

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	71
2.6. Validación y confiabilidad de instrumentos.....	72
2.7. Recursos y Presupuesto.....	73
III. RESULTADOS .....	76
3.1. Resultados en tablas y figuras .....	76
IV. DISCUSIÓN.....	121
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	124
5.1. Conclusiones .....	124
5.2. Recomendaciones.....	126
VI. REFERENCIAS .....	128
ANEXOS.....	132

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Vía de acceso .....	20
<b>Tabla 2.</b> Tipos de muestras. ....	33
<b>Tabla 3.</b> Tamices de malla cuadrada.....	44
<b>Tabla 4.</b> Cantidad de material seleccionado para contenido de humedad .....	47
<b>Tabla 5.</b> Gradaciones según AASHTO M 147 .....	57
<b>Tabla 6.</b> Libreta de campo, levantamiento con GPS cantera La Loma .....	76
<b>Tabla 7.</b> Libreta de campo, levantamiento con GPS cantera Las Paguillas .....	77
<b>Tabla 8.</b> Resumen de análisis granulométrico por tamizado - Cantera La Loma.....	79
<b>Tabla 9.</b> Resumen de análisis granulométrico por tamizado - Cantera Las Paguillas .....	80
<b>Tabla 10.</b> Contenido de Humedad - Cantera La Loma.....	82
<b>Tabla 11.</b> Contenido de Humedad - Cantera Las Paguillas .....	82
<b>Tabla 12.</b> Índice de plasticidad - Cantera La Loma.....	83
<b>Tabla 13.</b> Índice de plasticidad - Cantera Las Paguillas.....	83
<b>Tabla 14.</b> Contenido de Sales Solubles Totales -Cantera La Loma .....	84
<b>Tabla 15.</b> Contenido de Sales Solubles Totales - Cantera Las Paguillas.....	84
<b>Tabla 16.</b> Ensayo de los Ángeles - Cantera La Loma .....	86
<b>Tabla 17.</b> Ensayo de los Ángeles - Cantera Las Paguillas.....	86
<b>Tabla 18.</b> Resumen de resultado, cantera La Loma.....	90
<b>Tabla 19.</b> Resumen de resultado, cantera Las Paguillas.....	91
<b>Tabla 20.</b> Libreta de campo, levantamiento con GPS cantera La Limones.....	91
<b>Tabla 21.</b> Resumen de análisis granulométrico por tamizado - Cantera Limones .....	95
<b>Tabla 16.</b> Ensayo de los Ángeles - Cantera La Loma .....	96
<b>Tabla 22.</b> Combinación de agregados Cantera La Loma - Cantera Limones.....	98
<b>Tabla 23.</b> Combinación de agregados Cantera Las Paguillas - Cantera Limones.....	102

<b>Tabla 24.</b> Resumen de resultados, combinación de agregados de canteras Hualango. ...	106
<b>Tabla 25.</b> Potencia y rendimiento – cantera La Loma .....	107
<b>Tabla 26.</b> Potencia y rendimiento – cantera Las Paguillas .....	107
<b>Tabla 27.</b> Potencia y rendimiento – cantera Limones.....	108
<b>Tabla 28.</b> Potencia y rendimiento de las canteras Hualango. ....	108
<b>Tabla 29.</b> Carguío de material al lugar de acopio.....	109
<b>Tabla 30.</b> Movilización de equipos.....	110
<b>Tabla 31.</b> Rendimiento de transporte.....	111
<b>Tabla 32.</b> Metrado del material necesario para el mantenimiento de la carretera ..... <b>¡Error!</b>	
<b>Marcador no definido.</b>	
<b>Tabla 33.</b> Metrado del material seleccionado.....	112

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Vista en planta de las canteras - Hualango .....	20
<b>Figura 2.</b> Cantera la Loma .....	21
<b>Figura 3.</b> Carretera deteriorada antes del mantenimiento a nivel de afirmado.....	22
<b>Figura 4.</b> Carretera después del mantenimiento a nivel de afirmado .....	22
<b>Figura 5.</b> Presencia de surcos en la estructura de la carretera .....	23
<b>Figura 6.</b> Deterioro de la estructura de la carretera. ....	23
<b>Figura 7.</b> Pérdida de finos y aparición de surcos en la carretera. ....	24
<b>Figura 8.</b> Cantera las Paguillas .....	24
<b>Figura 9.</b> Cantera Limones .....	25
<b>Figura 10.</b> Excavación de cantera por banqueo.....	29
<b>Figura 11.</b> Canteras en terrenos horizontales .....	30
<b>Figura 12.</b> Canteras en ladera .....	30
<b>Figura 13.</b> Muestras inalteradas.....	35
<b>Figura 14.</b> Obtención de muestra de una explanación u otra superficie nivelada, tal como en fondo de una calicata. ....	35
<b>Figura 15.</b> Obtención de muestra de la cara vertical de una calicata o corte de una excavadora.....	36
<b>Figura 16.</b> Obtención de muestra utilizando el molde de compactar .....	37
<b>Figura 17.</b> Excavación alrededor del cilindro.....	37
<b>Figura 18.</b> Extracción de la muestra utilizando la barra de carga .....	38
<b>Figura 19.</b> Símbolos gráficos convencionales para clasificación de suelos .....	39
<b>Figura 20.</b> Símbolos gráficos convencionales para clasificación de suelos .....	39
<b>Figura 21.</b> Aparato manual para límite líquido .....	50
<b>Figura 22.</b> Sección de la muestra del suelo .....	50

<b>Figura 23.</b> Prensa para forzar la penetración de un pistón en el espécimen .....	55
<b>Figura 24.</b> Plano aerofotogramétrico – Centro Poblado Hualango. ....	62
<b>Figura 25.</b> Mapa de ubicación – Centro Poblado Hualango.....	63
<b>Figura 26.</b> Mapa de ubicación de las canteras Hualango, (ver anexo 3). ....	64
<b>Figura 27.</b> Extracción de muestras de calicatas Cantera La Loma.....	64
<b>Figura 28.</b> Extracción de muestras de calicatas Cantera Las Paguillas .....	65
<b>Figura 29.</b> Ubicación de puntos de investigación - cantera Limones.....	65
<b>Figura 30.</b> Ensayo de límite líquido .....	66
<b>Figura 31.</b> Ensayo de Contenido de Sales Solubles Totales.....	66
<b>Figura 32.</b> Levantamiento topográfico cantera La Loma .....	67
<b>Figura 33.</b> Levantamiento topográfico cantera Las Paguillas .....	67
<b>Figura 34.</b> Plano en planta - Cantera la Loma, (ver anexo 4).....	77
<b>Figura 35.</b> Plano en planta - Cantera las Paguillas, (ver anexo 5).....	78
<b>Figura 36.</b> Resumen de curva granulométrica - Cantera La Loma.....	80
<b>Figura 37.</b> Resumen de curva granulométrica - Cantera Las Paguillas.....	81
<b>Figura 38.</b> Curva Próctor, Optimo Contenido de Humedad vs Máxima Densidad Seca .	87
<b>Figura 39.</b> Curva Próctor, Optimo Contenido de Humedad vs Máxima Densidad Seca .	87
<b>Figura 40.</b> Curva C.B.R.....	88
<b>Figura 41.</b> Curva C.B.R.....	89
<b>Figura 42.</b> Plano en planta - Cantera Limones, (ver anexo 06).....	93
<b>Figura 43.</b> Resumen de curva granulométrica - Cantera La Limones.....	96
<b>Figura 44.</b> Curva Próctor, Optimo Contenido de Humedad vs Máxima Densidad Seca	100
<b>Figura 45.</b> Curva C.B.R.....	101
<b>Figura 46.</b> Curva Próctor, Optimo Contenido de Humedad vs Máxima Densidad Seca. .....	104

<b>Figura 47.</b> Curva C.B.R.....	105
<b>Figura 48.</b> Equidistancia de canteras .....	109
<b>Figura 49.</b> Levantamiento topográfico con estación total - Cantera Limones .....	132
<b>Figura 50.</b> Levantamiento topográfico con estación total - Cantera Limones .....	132
<b>Figura 51.</b> Levantamiento topográfico con estación total - Cantera Las Paguillas .....	133
<b>Figura 52.</b> Levantamiento topográfico con estación total - Cantera La Loma.....	133
<b>Figura 53.</b> Levantamiento topográfico con estación total - Cantera La Loma.....	134
<b>Figura 54.</b> Lectura de coordenadas con GPS – cantera La Loma .....	134
<b>Figura 55.</b> Lectura de coordenadas de calicata – cantera Las Paguillas.....	135
<b>Figura 56.</b> Lectura de coordenadas con GPS – cantera Limones .....	135
<b>Figura 57.</b> Ubicación de cantera limones .....	136
<b>Figura 58.</b> Excavación de calicata – cantera La Loma .....	136
<b>Figura 59.</b> Excavación de calicata – cantera Las Paguillas .....	137
<b>Figura 60.</b> Medición de profundidad de calicata – cantera La Loma.....	137
<b>Figura 61.</b> Medición de profundidad de calicata – cantera Las Paguillas .....	138
<b>Figura 62.</b> Calicata - Cantera Las Paguillas .....	138
<b>Figura 63.</b> Ensayo CBR – laboratorio mecánica de suelos .....	139
<b>Figura 64.</b> Ensayo Contenido de sales solubles – laboratorio mecánica de suelos .....	139
<b>Figura 65.</b> Ensayo Próctor – laboratorio mecánica de suelos.....	140
<b>Figura 66.</b> Ensayo CBR – laboratorio mecánica de suelos .....	140
<b>Figura 67.</b> Pesado del material para el diseño de mezcla .....	141
<b>Figura 68.</b> Pesado del material mezclado .....	141
<b>Figura 69.</b> Material seleccionado para el ensayo de Abrasión .....	142
<b>Figura 70.</b> Material obtenido después de realizarse el ensayo de Abrasión.....	142

## INDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1.</b> Porcentaje Retenido. ....	45
<b>Ecuación 2.</b> Contenido de Humedad. ....	48
<b>Ecuación 3.</b> Límite líquido. ....	51
<b>Ecuación 4.</b> Límite Plástico. ....	53
<b>Ecuación 5.</b> Índice plástico. ....	53

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Panel fotográfico.....	132
<b>Anexo 2.</b> Formato de recolección de datos. ....	143
<b>Anexo 3.</b> Plano de ubicación de las canteras Hualango.....	169
<b>Anexo 4.</b> Planos - Cantera La Loma. ....	170
<b>Anexo 5.</b> Planos - Cantera Las Paguillas .....	171
<b>Anexo 6.</b> Planos - Cantera Limones.....	172
<b>Anexo 7.</b> Resultado de ensayos de laboratorio.....	173

## RESUMEN

*La presente investigación se desarrolló con la finalidad de analizar la calidad de los agregados que contienen las canteras Hualango, teniendo como objetivo principal, Realizar un estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – Provincia de Utcubamba, características que brindaron información valiosa para la capacidad de servicio y mantenimiento de la estructura a largo plazo. El tipo de investigación que se aplicó fue de tipo exploratoria, ya que por primera vez se realizó E.M.S. Se evaluó detalladamente la importancia de los agregados, y se determinó que la cantera La loma presenta un CBR al 100% = 46.0%, y un % del desgaste a la abrasión= 68.6%, la cantera Las Paguillas presenta un CBR al 100% = 47.4%, y un % del desgaste a la abrasión= 54.26%.*

*En esta investigación se desarrolló los ensayos: Contenido de humedad, Análisis granulométrico, límites líquido, límite plástico, índice de plasticidad, Clasificación de suelos, Proctor modificado, CBR, abrasión de los Ángeles y contenido de sales solubles totales, ya que los resultados son admisibles según norma del MTC que rigen a cada ensayo.*

*El material proveniente de la cantera La Loma y cantera Las paguillas se combinó con el material de la cantera Limones, mejorando así sus características físicas y mecánicas, obteniendo un CBR mayor al 40% y un % del desgaste a la abrasión menor al 50 %. Por lo tanto se garantiza que el material combinado, se puede utilizar como material de afirmado en carreteras.*

**Palabras Clave:** *Cantera, Características físicas y mecánicas, afirmado*

## **Abstract**

*This research was developed with the aim of analysing the quality of the aggregates containing the quarries Hualango, having as main objective, to conduct a study of the physical and mechanical characteristics of the quarries Hualango as stated on roads - Province of Utcubamba, characteristics that provided valuable information for the ability to service and maintenance of the structure in the long term. The type of research applied was exploratory, because for the first time E.M.S. We evaluated in detail the importance of the aggregates, and it was determined that the quarry La loma presents a CBR to 100% = 46.0 %, and a % of the abrasion wear= 68.6%, the quarry The Paguillas presents a CBR to 100% = 47.4 %, and a % of the abrasion wear=54.26%.*

*In the investigation developed the tests: moisture content, sieve analysis, limits fluid, plastic limit, plasticity index, classification of soils, Modified Proctor, CBR, abrasion of Los Angeles and content of total soluble salts, since the results are admissible according to the norm of the MTC that govern each trial.*

*Material from the Quarry La Loma and quarry The paguillas was combined with the material from the quarry Lemons, thus improving their physical and mechanical characteristics, obtaining a greater than 50% CBR and a % of the abrasion wear less than 50 %. Therefore ensures that the material, it can be used as material of affirmed in roads.*

**Key words:** *Quarry, physical and mechanical characteristic, surfacing material.*

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **I. INTRODUCCIÓN**

La falta de conocimiento sobre la calidad de los agregados que se utilizan en la región Amazonas para afirmado en construcción de carreteras, me llevó a realizar la investigación que se titulada “Estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – Provincia de Utcubamba”. Las canteras de afirmado se localizan en el Centro Poblado Hualango, distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, departamento de Amazonas.

Con respecto a los materiales de canteras existentes en la provincia de Utcubamba, se cuenta con información limitada, sin embargo muchas veces se hace uso de los agregados sin tener en cuenta sus características físicas y mecánicas, las que determinan el comportamiento de los materiales en obras de construcción y/o mantenimiento de carreteras a nivel de afirmado, es por ello que se planteó el siguiente problema, ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – Provincia de Utcubamba? . Y se tiene como objetivo principal de la investigación, realizar un estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – Provincia de Utcubamba.

Esta investigación será de mucha importancia, ya que con éste estudio se determinó las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango (cantera la Loma y cantera las Paguillas), y teniendo como resultados según el estudio de mecánica de suelos, que el material que lo componen ambas canteras no es adecuado para su uso como material de afirmado, por lo cual se combinó con el material de la cantera Limones, que posee mejor gradación que los anteriores; mejorando las características físicas y mecánicas del material como afirmado para carreteras, según rige el manual para carreteras del MTC. Así mismo se dejan registros de E.M.S necesarios para los posteriores diseños y construcción de las carreteras que se ejecutarán en el centro poblado Hualango.

## **1.1. Situación Problemática.**

### **1.1.1.A Nivel internacional**

En México en la mayoría de los casos, las canteras son explotadas por la misma gente del lugar, sin conocimiento alguno de diseño y operación, no es adecuado ni acorde con las condiciones óptimas de seguridad y el recurso no se aprovecha al máximo como debería ser, con un plan de explotación, con diseño de barrenación y cálculo de equipos. (Garcia, 2015, p.7).

En la ciudad de Ambato (Ecuador), se hacen construcciones correspondientes a la Ingeniería civil; haciendo uso de los agregados pertenecientes a distintas canteras, no obstante los maestros de obras que obtienen el material lo usan sin saber las características físicas y mecánicas como también sus propiedades, por lo que genera gran incertidumbre ya que al no conocer sus propiedades no pueden saber si el material a utilizar alcanzará la resistencia esperada. (Ortega, 2013, p.5)

En San Antonio de Pichincha (Ecuador), la explotación de los materiales para la construcción de obras civiles, en gran medida ha sido una de las actividades más realizadas durante un amplio periodo a través de su historia, en la cual en su territorio cuenta con un número considerable de canteras siendo un total de 34 canteras, las que se pueden dividir en 3 grupos: canteras ilegales, canteras legales y canteras abandonadas. (Baca, 2012, p.43).

### **1.1.2.A Nivel Nacional**

En el Perú existen canteras ilegales e informales las cuales producen en cantidad materiales que son de insumo para la utilización en la construcción. Actualmente, la explotación de algunas canteras de materiales para las obras con fines de aprovechamiento en (Pavimentación, Carreteras, etc.), Son informales y por ende es un punto de partida para la corrupción en el sector Construcción, algunas inmobiliarias las subvencionan para tener material a precios mínimos que se eleva en perjuicio del comprador de un departamento.

En la provincia de Cajamarca no se cuenta con información adecuada de los materiales de las canteras existentes, sin embargo muchas veces se hace uso de los agregados sin tener en cuenta sus características físicas y mecánicas, las mismas que determinan el comportamiento

del material en las diferentes obras de construcción de carreteras a nivel de afirmado. (Pastor, 2013, p.1).

En el departamento de Huancavelica existen pocas canteras naturales de material que tienen una gradación ideal, en el cual para obtener una granulometría bien especificada es necesario zarandear el material sin ser procesado y puede ser utilizado directamente en obras viales. (Ramos & Torres, 2012, p. 9).

### **1.1.3.A Nivel Local**

En la Provincia de Utcubamba las canteras de agregados en la jurisdicción tienden a ser explotadas sin analizar el manejo sostenible de los recursos naturales, por lo que se tiene como consecuencia impactos en el medio ambiente, básicamente en el suelo, el aire y paisajes.

Sin embargo en los métodos y condiciones actuales que se realizan se puede predecir un mayor impacto al ambiente, siendo necesario y obligatorio que las autoridades pertenecientes a la municipalidad de Hualango otorgue permisos para la explotación de canteras, pero al mismo tiempo se inicie un proceso para la explotación de agregados; las que deben satisfacer a las futuras generaciones un costo menor ambiental posible.

Si bien es cierto, en el centro poblado Hualango perteneciente a la provincia de Utcubamba no existen explotaciones de canteras a gran escala, es por ello que no se registran antecedentes de E.M.S. de canteras existentes; por lo que no se realizan obras viales continuamente, pero si se hacen mantenimientos de las mismas a nivel de subrasante; ya que éstas se deterioran más en época de invierno (marzo a junio) y generan dificultades en la transitividad vehicular. Cada vez que se realizan éstas actividades, al momento de elegir el material de la cantera se tiene la incertidumbre sobre sus características físicas y mecánicas del tipo de material a usar para el mantenimiento de la carretera.

#### **1.1.3.1. Vías de acceso**

De la provincia de Utcubamba se recorre por la vía asfaltada Fernando Belaunde, hasta la localidad Corral Quemado, habiendo una longitud de 45 km, y luego por la carretera afirmada Corral Quemado – Lonya Grande, hasta el Centro Poblado Tactago, haciendo un recorrido de 31+650 km de carretera afirmada en mal estado, de ahí se toma la trocha carrozable que se encuentra en mal estado de conservación, recorriendo 10+480 km, hasta el Centro Poblado Hualango.

**Tabla 1.**

*Vía de acceso*

LUGAR DE RECORRIDO	TIPO DE VIA	KM DE RECORRIDO	TIEMPO DE RECORRIDO
C.P.Tactago - C.P. HUALANGO	Trocha carrozable	10+480 km	40 min

### 1.1.3.2. Ubicación de las canteras Hualango

A continuación se muestra la ubicación de las canteras: cantera La Loma, cantera Las Paguillas y cantera Limones con respecto a la distancia del centro poblado Hualango.



**Figura 1.** Vista en planta de las canteras - Hualango

**Fuente.** Elaboración propia

#### a) **Cantera La Loma.**

Se ubica en el Km 7+220 en las coordenadas 9338689.12 S 766331.06 E, altitud 987.20 m.s.n.m.



**Figura 2.** Cantera la Loma

**Fuente.** Elaboración propia

### **Descripción.**

El material que lo compone a ésta cantera presenta características físicas de materiales poco gradados, con mucha presencia de finos y un tipo de suelo grava arcillosa, La cantera presenta un área de 10803.65 m<sup>2</sup>, una capa de vegetación superficial de 15 cm de espesor, y aproximadamente la tercera parte de la cantera ha sido explotada, para ser utilizada como material de afirmado en la carretera perteneciente al centro poblado Hualango.

Antes de haberse realizado el mantenimiento de la carretera perteneciente al C.P. Hualango, ésta se encontraba deteriorada, diviso surcos a causa de las lluvias y mucha pérdida de finos. (Ver imagen 3. Fecha, 20 de diciembre del 2017).



**Figura 3.** Carretera deteriorada antes del mantenimiento a nivel de afirmado

**Fuente.** Elaboración propia

Para el mantenimiento de la trocha carrozable del C.P. Hualango, se utilizó el material de la cantera La Loma en su estado natural, sin conocer sus características físicas y mecánicas, además de no realizarse ningún estudio de mecánica de suelos. (Ver imagen 5. Fecha, 26 de febrero del 2018).



**Figura 4.** Carretera después del mantenimiento a nivel de afirmado

**Fuente.** Elaboración propia

Aproximadamente después de tres meses de haberse realizado estas labores se tuvo como consecuencia el deterioro de la estructura y la pérdida de finos a causa de las lluvias. (Ver figura 4. Fecha, 27 de abril del 2018)



**Figura 5.** Presencia de surcos en la estructura de la carretera

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 6.** Deterioro de la estructura de la carretera.

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 7.** Pérdida de finos y aparición de surcos en la carretera.

**Fuente.** Elaboración propia

### **Cantera Las Paguillas.**

Se ubica en el Km 4+500 en las coordenadas 9338638.05 S, 766276.76 E, altitud 711.375 m.s.n.m.



**Figura 8.** Cantera las Paguillas

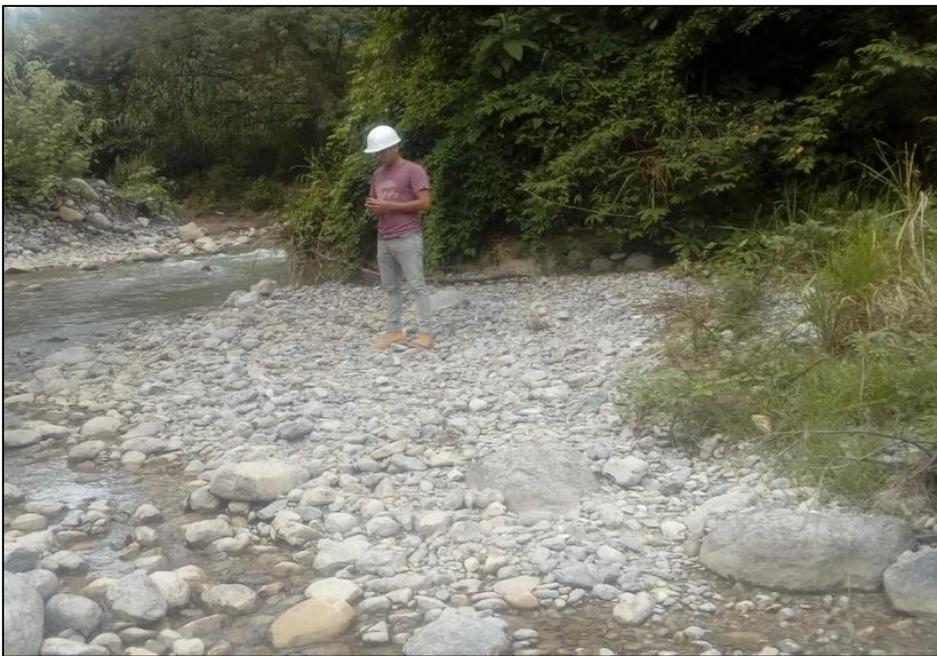
**Fuente.** Elaboración propia

### **Descripción.**

La cantera presentan características físicas de materiales poco graduados con presencia de muchos finos, y un tipo de suelo grava arcillosa, con un área de 10739.80 m<sup>2</sup>. Cabe mencionar que La cantera las Paguillas no ha sido explotada, pero si se ha considerado para su posterior explotación, y ser utilizada como material de afirmado en el mantenimiento de la carretera, a la fecha ésta cantera se encuentra intacta.

### **Cantera Limones.**

Se ubica en el Km 1+520 del centro poblado Hualango en las coordenadas 9337861.91 S, 763790.88 E, altitud 511.10 m.s.n.m.



**Figura 9.** Cantera Limones

**Fuente.** Elaboración propia

### **Descripción.**

El material de la cantera limones, presenta mayor presencia de agregados granulares y con mayor resistencia, debido al paso continuo y transporte del agua, los que desgastan los agregados, quedando así aquellos que poseen mayor dureza. En ocasiones los materiales de ésta cantera ha sido utilizado para el mantenimiento de la carretera Hualango, pero no se han encontrado registros de antecedentes de estudios de mecánica de suelos realizados.

## **1.2. Formulación del Problema.**

¿Cuáles son las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – Provincia de Utcubamba?

## **1.3. Hipótesis.**

El estudio de mecánica de suelos determinará las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – Provincia de Utcubamba.

## **1.4. Objetivos.**

### **1.4.1. Objetivo general**

Realizar un estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – Provincia de Utcubamba.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

Realizar levantamiento topográfico de las canteras Hualango (cantera la Loma, cantera las Paguillas y cantera Limones).

Desarrollar el estudio de Mecánica de suelos (EMS) según Manual de ensayo de materiales para carreteras del MTC (en vigencia).

Analizar el material existente en las canteras Hualango.

Proponer un diseño de mezcla para afirmado con el material de las canteras Hualango.

## **1.5. Justificación e importancia del estudio.**

### **Tecnológica**

La incorporación tecnológica (EMS) para determinar las características físicas y mecánicas de materiales de una cantera avanza en gran medida, por lo cual esta investigación podrá determinar si el material de las canteras Hualango es apropiado para el uso en carreteras como material de afirmado.

### **Económica:**

Cuando nos referimos a la justificación económica, se analiza el costo del material de cada Cantera (m<sup>3</sup>). Asimismo este estudio será de mucha ayuda a entidades del sector público y privado ya que sabrán con certeza si los agregados de las canteras Hualango son de buena calidad y pueden ser utilizados como material de afirmado en carreteras.

## **Social:**

El material que lo compone cada cantera será de gran ayuda para el mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado del centro poblado Hualango y pueblos aledaños, facilitando así la transitividad vehicular motorizada.

### **1.6. Antecedentes de investigación.**

Según Herrera, (2016) en su tesis titulada “Diseño del sistema de explotación de materiales de construcción existentes en la cantera “Mina 2”, ubicada en la parroquia Cangahua, Cantón Cayambe, provincia de Pichincha” tiene por objetivo diseñar el sistema de explotación de los materiales de construcción existentes en la cantera Mina 2 ubicada en la parroquia Cangahua, Cantón Cayambe, provincia de Pichincha, y ha concluido que la cantera Cangahua – Oyacachi contiene material de origen volcánico apto para uso en vías y para hormigones.

De acuerdo a Valle, Acosta, & Salvatierra,( 2011) en su tesina de seminario titulada Agregados Utilizados en Obras Civiles extraídos de la cantera San Luis. Tiene por objetivo general describir los procesos de extracción del macizo rocoso y las propiedades físicas y de resistencia de los agregados de la cantera San Luis. Así mismo han concluido que la cantera San Luis produce agregados naturales triturados sedimentarios.

Según Núñez, (2013) en su tesis titulada “Evaluación de las propiedades físicas, mecánicas y químicas de la cantera del rio Huayobamba provincia de San Marcos con fines de uso en la construcción” tiene como objetivo general evaluar las propiedades físicas, mecánicas y químicas de la cantera del rio Huayobamba provincia de San Marcos con fines de uso en la construcción. Concluyendo que del ensayo de soporte California CBR ASTM D1884, se obtuvo el siguiente resultado CBR al 100% igual al 94.1, CBR 95% igual 57.3, valores que están dentro del rango permisible.

De acuerdo a Urcia, (2014) en su tesis profesional “Análisis de mezclas de materiales de la cantera de Pinos y Tajo La Quinua para su uso en las vías de Minera Yanacocha” sostiene por objetivo principal realizar el diseño de mezclas de materiales de las canteras de Pinos, y Tajo La Quinua para su uso como base en las vías de Minera Yanacocha. Así mismo concluye que los materiales de las canteras de Pinos y Tajo la Quinua, no cumplen con las especificaciones de granulometría, compactación y resistencia a la abrasión para ser utilizados como capa de base en las vías de Minera Yanacocha

Según Mosquera, (2011) en su tesis titulada “Evaluación de las canteras de la provincia de San Martín para su utilización en obras civiles” tiene por objetivo general evaluar las diferentes canteras de agregados ubicados dentro de la provincia de San Martín, para determinar mediante ensayos de laboratorios, las diferentes características físicas y mecánicas de los mismos, y a la vez así obtener la calidad y potencial del tipo de material utilizado para distintas obras civiles en la provincia. Concluyendo que las canteras de agregados que se explotan en la provincia de San Martín son geológicamente de origen fluvial – aluvial, cuyo autoabastecimiento se debe al recorrido que sufre por las corrientes de agua de los ríos que los contiene. Sin embargo se debería tener un control medido para una explotación más ordenada.

Mejía, (2013) en su tesis titulada “Estudio de las propiedades físicas y mecánicas cantera 3M y su utilización como material de afirmado”, tiene como objetivo principal determinar la granulometría, el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca del material de la cantera 3M. Concluyendo que la cantera 3M es de naturaleza grava mal gradada con varios tamaños con ausencias de tamaños intermedios debido a que se presenta ausencia de contenido de finos.

Aguedo, (2008) en su tesis “Problemática medioambiental de las canteras de materiales de construcción en Lima”, planteó como objetivo principal identificar las zonas urbanas con problemática medioambiental ocasionado por los trabajos de explotación en las canteras de materiales de construcción, que hacen daño a la salud de las personas con el consiguiente impacto negativo al medio ambiente, y concluyó que se realizan operaciones de explotación, clasificación y chancado sin haber presentado el estudio de impacto ambiental y el plan de minado correspondiente.

### **1.7. Marco teórico**

La explotación de canteras de áridos se trata de una actividad necesaria para el progreso económico, industrial y social, con futuro y que debe compatibilizarse con el desarrollo sostenible. Si el sector de los áridos es capaz de integrarse en unidades de mayor tamaño será posible abastecer la demanda con menor número de explotaciones, mejor gestionadas, con mayor vida operativa, mayor rentabilidad y una disminución del impacto que este tipo de actividad causa sobre el medio ambiente y el territorio. (Villanueva, 2008, p.22).

“Para su uso como árido un material deberá tener condiciones físicas como: superficie específica, densidad adherente y absoluta, porocidad, formas de las partículas, porocidad, compactidad, resistencia al desgaste y choque y por ultimo adherencia”. (Arana & Fernández, 2000, p.139).

### **1.7.1. Canteras**

“Consiste en excavaciones por banqueo, con varios niveles de extracción, bien ascendente o descendente, según se trate de excavaciones en ladero o en terrenos llanos”. (García, 2010, p.76).



**Figura 10.** Excavación de cantera por banqueo

**Fuente.** Estudio sobre áridos: Geología, legislación, medio ambiente, normativa, explotación y tratamiento.

### **1.7.2. Explotación de canteras en terrenos horizontales.**

Cuando se tiene este tipo de terrenos el método de explotación consiste en planificar la excavación en sectores adyacentes y las labores se realizarán en forma de trinchera para poder alcanzar la profundidad y el largo que se desea para un primer banco, luego proceder a ensanchar el hueco a una cota determinada. Mientras que el material del primer banco es desechado entonces la excavación del segundo banco será más beneficioso integralmente. Mientras más profundidad haya el hueco se va estrechando por lo que se limita mayor profundidad entonces se dejaran bermas entre taludes inferiores y superiores. (García, 2010, p.77).



**Figura 11.** Canteras en terrenos horizontales

**Fuente.** Estudio sobre áridos: Geología, legislación, medio ambiente, normativa, explotación y tratamiento.

### **1.7.3. Canteras en ladera**

“Cuando los bancos de materiales se presentan en ladera, entonces será más fácil el proceso de extracción del material (incluye la estabilidad de taludes)”. (Garcia, 2015, p.78)



**Figura 12.** Canteras en ladera

**Fuente.** Estudio sobre áridos: Geología, legislación, medio ambiente, normativa, explotación y tratamiento.

La extracción de materiales pétreos para la construcción de carreteras es importante en cualquier lugar del mundo, ya que de esta actividad depende el buen desarrollo de las obras de infraestructura que impulsan el crecimiento de un país. Dentro del marco de explotación de materiales para construcción de carreteras, existen definiciones de diferentes profesionales referentes al término “cantera”.

Cantera es el término que se utiliza para referirse al lugar donde existe material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de los caminos. (MTC, 2008, p.2).

#### **1.7.4. Tipo de muestreo**

##### **1.7.4.1. Pozos a cielo abierto o calicatas**

Las calicatas, zanjas, pozos, etc. Consisten en excavaciones realizadas mediante medios mecánicos convencionales, que permiten la observación directa del terreno a cierta profundidad, así como la toma de muestras y la realización de ensayos de campo. Tienen la ventaja de que permiten acceder directamente al terreno, pudiéndose observar muestras de gran tamaño para la realización de ensayos y análisis.

Las calicatas son uno de los métodos más empleados en el reconocimiento superficial del terreno, y dado su bajo coste rapidez de realización, constituye un elemento habitual en cualquier tipo de investigación en el terreno. Sin embargo, cuentan con las siguientes limitaciones:

- a) La profundidad no suele exceder de 4m.
- b) La presencia de agua limita su utilidad.
- c) El terreno debe poderse excavar con medios mecánicos.

Para su ejecución es imprescindible cumplir las normas de seguridad frente a derrumbes de las paredes. Los resultados de este tipo de reconocimientos se registran en estadillos en los que se indica la profundidad, continuidad de los diferentes niveles, descripción litológica, discontinuidades, presencia de filtraciones, situación de las muestras tomadas y fotografías.

##### **1.7.4.2. Muestreo por perforación con posteadora, barrenos helicoidales.**

Se diferencia de los sondeos a cielo abierto por lo que únicamente obtiene muestras alteradas, pero con esto basta para saber las características del suelo y su relación que tiene con la cantidad de agua, esto solo cuando es un suelo plástico. Tiene como objetivo realizar el muestreo de los suelos mediante perforación con barrenos helicoidales o también es

conocido como vástago hueco. Puede aplicarse cuando se requieren muestras representativas o muestras in situ o ambas, siempre que la formación del terreno sea de naturaleza consolidada. Tiene por finalidad obtener muestras representativas in situ mediante la utilización de barrenos helicoidales (vástago hueco), para la realización de ensayos, análisis o investigaciones de laboratorio que requieren un proyecto. (MTC, Manual de ensayos de materiales para carreteras, 2016).

### **Equipo**

Barrenos con vástago hueco, fabricados de acero-carbono, de aleaciones de acero, o de ambos. Deberán clasificarse como pequeños, medianos y largos.

Tamaño mínimo. Los diámetros interiores deberán ser de 57,2 mm (2,25”), 82,6 mm (3,25”) y 95,2 mm (3,75”). Son aceptables tamaños adicionales y mayores, con tal de que cumplan el requisito del párrafo siguiente para la luz libre del “muestreador”.

La holgura del “muestreador” deberá ser tal, que ningún “muestreador” o tubos saca núcleos sea operado en, o atreves de un barreno con vástago hueco, cuyo diámetro de dicho hueco sea menor del 108% del diámetro exterior del “muestreador”

El barreno con vástago hueco podrá avanzar y tomar núcleos, conducida por cualquier máquina de perforación que tenga suficiente fuerza de torsión y de hincado, para hacerla girar y forzar hasta la profundidad deseada, con tal de que la maquina este equipada con los accesorios necesarios para tomar la muestra o el núcleo requerido. (MTC, Manual de ensayos de materiales para carreteras, 2016).

#### **1.7.5. Estudio de canteras de suelo**

El interés del estudio de las fuentes de materiales donde se extraerán los agregados para diferentes usos, principalmente como mejoramientos de suelos, afirmado, terraplenes, sub-base, agregados para rellenos, y base granular, agregados para mezclas de concreto y agregados para mezclas asfálticas, es determinar si los agregados son o no aptos para el tipo de obra que se va a emplear, por tal razón se requiere determinar sus características físicas y mecánicas mediante la realización de los correspondientes ensayos de laboratorio. (MTC, Manual de carreteras - sección suelos y pavimentos, 2014).

Las canteras serán seleccionadas y evaluadas por su cantidad (potencia) y calidad, las prospecciones que se realizan en las canteras serán efectuadas en base a sondeos, trincheras

o calicatas de las que se obtendrán las muestras necesarias para los realizar los análisis y ensayos de laboratorio.

La accesibilidad a los bancos de materiales incluye el estudio de canteras, el periodo de explotación, la descripción de los agregados, usos y otras informaciones.

En función a las exigencias que deberá atenderse en cada caso se consideran los tipos de muestras que se indican en la siguiente tabla.

**Tabla 2.**

*Tipos de muestras.*

<b>TIPO DE MUESTRA</b>	<b>NORMA APLICABLE</b>	<b>FORMAS DE OBTENER Y TRANSPORTAR</b>	<b>ESTADO DE LAS MUESTRAS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Muestra inalterada en bloque (Mib)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	Bloques	Inalterada	Debe mantener inalteradas las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural al momento del muestreo (aplicable solamente a suelos cohesivos, rocas blandas o suelos granulares finos suficientemente cementados para permitir su obtención).
Muestra inalterada en tubo de pared delgada (Mit)	NTP 339.169 (ASTM D1587) Muestreo Geotécnico de Suelos con Tubo de Pared Delgada	Tubos de pared delgada		Debe mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo
Muestra alterada en bolsa de plástico	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de muestras de suelos	Con bolsas de plástico	Alterada	Debe mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo

**Fuente.** (Edificaciones, 2016)

*Nota:* En la presente tabla se muestra las formas de obtener y transportar las muestras según el estado en que se encuentren.

### **1.7.6. Muestreo de los suelos inalterados**

Este tipo de muestreo describe la forma de obtener muestras de los suelos cohesivos que conserven la estructura y humedad que posee en su estado natural, cuando pueden tomarse superficialmente o de una profundidad a la que se llega por excavación a cielo abierto o de una galería. Las dimensiones, forma y demás características de las muestras inalteradas dependen del tipo de ensayo al cual van a estar cometidas. Existen tres procedimientos generales para tomar este tipo de muestras. (MTC, Manual de ensayos de materiales para carreteras, 2016)

- a) Muestras en bloque o muestra-trozo, son tomadas de la superficie del terreno, del piso de una galería o del fondo de un pozo.
- b) Muestras en bloque, son tomadas de una pared vertical de un pozo o galería.
- c) Muestras cilíndricas.

Este muestreo se utiliza cuando es necesario obtener un espécimen intacto o relativamente inalterado, se utiliza para realizar las pruebas de laboratorio de las diferentes propiedades del suelo o alguna otra prueba que pudieran afectar por la alteración del muestreo del suelo.

#### **Equipos y materiales:**

**Equipos,** elegir el tipo de herramientas cortantes más adecuadas para cada tipo de suelo.

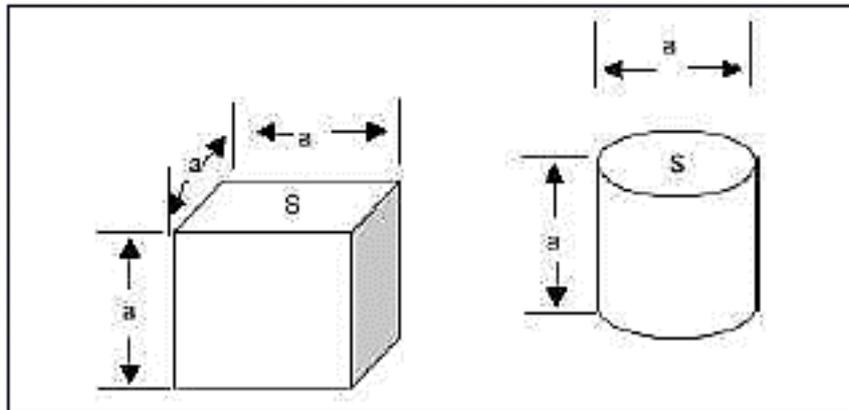
Herramientas para tallar la muestra.

Hornillo o estufa para calentar la parafina.

Recipientes de diferentes tamaños

#### **Herramientas para excavar**

Moldes cilíndricos con borde afilado y firme. (MTC, Manual de ensayos de materiales para carreteras, 2016, pág. 193)



**Figura 13.** Muestras inalteradas

**Fuente.** (MTC, Manual de ensayos de materiales para carreteras, 2016)

Para obtener la muestra de suelos que no se deformen, el tipo más sencillo de muestra inalterada es cortando un trozo de suelo del tamaño que se desee y cubrirlo para evitar posibles pérdidas de roturas y humedad.

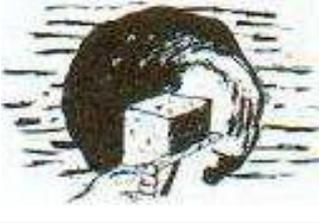
A continuación se presentan y se detallan los pasos a seguir para la obtención de estas muestras in situ.

<p>Descripción: Excavar una zanja alrededor de éste, alisar la superficie del terreno y delimitar el contorno del trozo.</p>	<p>Descripción: Profundizar la excavación y con la ayuda de un cuchillo cortar los lados del trozo.</p>	<p>Descripción: Separar la muestra cortando con un cuchillo y retirar del hoyo con bastante cuidado.</p>

**Figura 14.** Obtención de muestra de una explanación u otra superficie nivelada, tal como en fondo de una calicata.

**Fuente.** (MTC, Manual de ensayos de materiales para carreteras, 2016)

Para obtener muestras de la cara vertical de una calicata o del corte producido por una excavadora se realizaran los siguientes pasos:

		
Descripción: De manera cuidadosa alisar la cara de la superficie y marcar el contorno.	Descripción: Excavar por detrás y alrededor del trozo con la ayuda de un cuchillo.	Descripción: cortar el trozo y retirar del hoyo con mucho cuidado.

**Figura 15.** Obtención de muestra de la cara vertical de una calicata o corte de una excavadora.

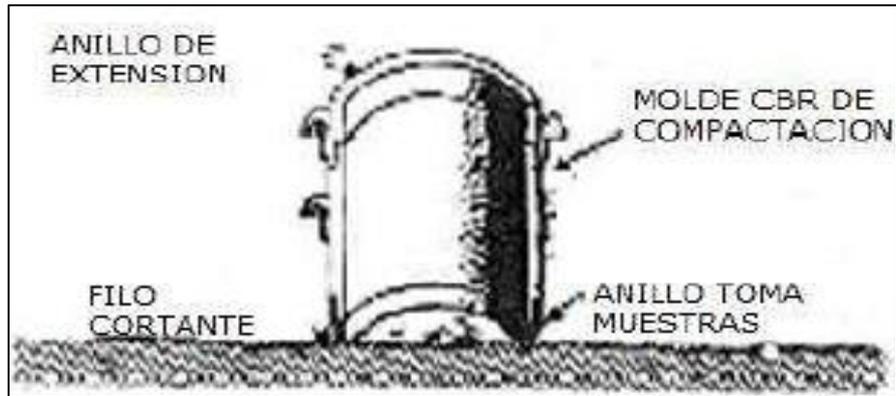
**Fuente.** (MTC, Manual de ensayos de materiales para carreteras, 2016)

#### **a) Obtención de muestras utilizando moldes cilíndricos para CBR.**

En suelos blandos de granos finos se puede tomar directamente muestras cilíndricas, para el CBR con muestras inalteradas o para la determinación de la densidad utilizando el anillo toma muestras.

Este tipo de muestras cilíndricas también se pueden obtener con un trozo pequeño de tubo o con cualquier otro recipiente metálico. A continuación se detallan los pasos para la toma de muestras.

Como primer paso, alisar la superficie del terreno y presionar el molde con el anillo tomamuestras contra el suelo. (MTC, Manual de ensayos de materiales para carreteras, 2016).



**Figura 16.** Obtención de muestra utilizando el molde de compactar  
**Fuente.** (MTC, Manual de ensayos de materiales para carreteras, 2016)

Segundo paso, excavar una zanja alrededor del cilindro ya compactado.



**Figura 17.** Excavación alrededor del cilindro  
**Fuente.** (MTC, Manual de ensayos de materiales para carreteras, 2016)

Tercer paso, presionar firmemente el molde contra el suelo en forma vertical utilizando la barra de carga, luego cuidadosamente cortar con el cuchillo el suelo junto al anillo.

Luego Cortar hacia abajo y hacia afuera para evitar hacerlo dentro de la muestra, cabe señalar que el verdadero tamaño de ésta lo corta el anillo.



**Figura 18.** Extracción de la muestra utilizando la barra de carga

**Fuente.** (MTC, Manual de ensayos de materiales para carreteras, 2016)

### **1.7.7. Proyección de las propiedades de los suelos**

Los parámetros de los suelos y la proyección de sus propiedades especifican el comportamiento de los suelos tras producirse cambios ambientales. Es de gran interés conocer las aplicaciones geotécnicas como la deformabilidad, resistencia, la permeabilidad y compactado de los suelos in situ. (Merritt, Loftin, & Ricketts, 1999)

#### a) Resistencia de los suelos cohesivos

Es de gran importancia saber la resistencia de este tipo de suelos por lo que ayudan al control y diseño de terraplenes en terrenos blandos.

Existen varias pruebas de laboratorios para determinar la resistencia al corte no drenado de suelos cohesivos bajo una carga fija, estas pruebas son las siguientes: compresión triaxial (TC), compresión uniaxial, cortante directa, cortante simple y cortante de torsión, siendo una de ellas la prueba de laboratorio más usada y de mejor comprensión.

#### b) Resistencia de los suelos no cohesivos

Para obtener los resultados de la resistencia al corte de los suelos no cohesivos bajo una carga fija desarrollar la prueba de laboratorio de compresión triaxial (TC) drenadas o no drenadas a las que se deben incorporar medidas de presiones del poro.

#### c) Deformabilidad de los suelos de grano fino

El grano fino al deformarse del suelo se puede clasificar por el cambio del volumen, por distorsión (elástica) y sin producirse ningún cambio de volumen o ya sea por la combinación de estas causas.

La variación de volumen se puede manifestar por presencia de los esfuerzos cortantes impuestos, en una sola dirección o en 3 direcciones y puede darse inmediatamente o ser independiente del tiempo.

d) Deformabilidad de los suelos de grano grueso

La deformación que se produce de los suelos de grano grueso aparece de forma casi exclusiva por el volumen que ha cambiado a una velocidad que se asemeja a la razón de una variación de esfuerzo. Los módulos de deformación son de forma notables y no lineal con respecto a la variación de esfuerzos. (Merritt, Loftin, & Ricketts, 1999)

**1.7.8. Características físicas y características mecánicas**

**1.7.8.1. Símbolos gráficos para suelos**

Tanto en los registros estratigráficos como en los perfiles se deberán usar la siguiente simbología.

	Arcillas inorgánicas de elevada plasticidad, arcillas grasosas.
	Arcillas orgánicas de mediana o elevada plasticidad, linos orgánicos
	Turba, suelos considerablemente orgánicos.

**Figura 19.** Símbolos gráficos convencionales para clasificación de suelos

**Fuente.** (MTC, Manual de ensayos de materiales (EM 2000), 2000)

	Gravas bien graduadas, mezcla de arena, grava con poco o nada de material fino, variación en tamaños granulares.		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy baja.
	Grava mal graduada, mezcla de arena - grava con poco nada de material fino.		Arenas arcillosas, mezclas de arena - arcillosa.
	Gravas limosas mezclas de grava arena limosa.		Limos orgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas arcillosas o arcillosas o limo arcillosos con ligera plasticidad.
	Gravas arcillosas, mezclas de grava - arena - arcilla gravas con material fino, cantidad apreciable de material fino.		Arcillas inorgánicas de plasticidad baja o mediana, arcillas gravas, arcillas arenosa, arenas limosas, arcillas magras.
	Arena bien graduada, arenas con grava, poco o nada de material fino, arena limpia poco o nada, amplia variación en tamaño granular y cantidades de partículas en tamaño intermedio.		Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas, baja plasticidad.
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino, un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas internas.		Limo inorgánicas sueltos, finos granosos o limosos, micaceas o diatomecias, limos elasticos.

**Figura 20.** Símbolos gráficos convencionales para clasificación de suelos

**Fuente.** (MTC, Manual de ensayos de materiales (EM 2000), 2000)

### **1.7.9. Muestreo para la explotación de canteras**

Para realizar los muestreos de los estratos obtenidos de las canteras, reñirse a la norma MTC E 101 del manual de ensayo de materiales del MTC vigente.

Se realizaran como mínimo 05 exploraciones por cada área que es menor o igual a una hectárea, la ubicación de los puntos de prospección serán a distancias aproximadamente iguales, para luego poder densificar la explotación si se estima pertinente. Las explotaciones consistirán en realizar calicatas sondeos y/o trincheras, a profundidades que no serán menores de la profundidad máxima de explotación, con el fin de garantizar la real potencia de bancos de los materiales.

La cantidad de muestras extraídas de canteras deberán permitir efectuar los ensayos exigidos, así como también ensayos de verificación para rectificar y/o ratificar los resultados poco frecuentes.

Se prosperaran registros de exploraciones para cada una de las prospecciones, en el cual se detallaran las ubicaciones de las prospecciones con sus respectivas coordenadas UTM-WGS84, las características de los estratos encontrados tales como: Tamaño, forma, color, espesor de cada estrato, profundidad de la prospección, así como material fotográfico de las calicatas, de tal manera que en los registros se precisen las características detalladas de los estratos encontrados. (MTC, Manual de carreteras - sección suelos y pavimentos, 2014)

Estas muestras se clasifican según Hvorslev (1959), en muestras representativas y no representativas:

**Muestras representativas:** Son las muestras que se presentan sin alterar las características químicas del estrato del cual fue sustraída. Sin embargo algunas características físicas o estructurales, si han sido alteradas, así como también su contenido de humedad. Estas muestras son usadas para llevar a cabo una clasificación general, debido a sus propiedades índice así como la identificación de cada material del estrato.

**Muestras no representativas:** Son las muestras que no representan algún estrato en particular, sino que es una mezcla de partículas de diferentes estratos o con otros materiales, este tipo de muestra no es útil para los exámenes de laboratorio. Estas muestras son usadas preliminarmente, indicando profundidades de ocurrencia de mayor cambio en los estratos,

así como también indicando lugar o profundidad del cual se pueden obtener las muestras representativas o no alteradas.

Los ensayos deben ser ejecutados en laboratorios competentes que cuenten con:

Personal calificado

Instalaciones que faciliten la correcta ejecución de los ensayos.

Métodos y procedimientos apropiados para la realización de los ensayos, siguiendo las normas de ensayos del MTC o normas internacionales como ASTM o AASHTO, incluyendo técnicas estadísticas para el análisis de los datos de ensayo.

Equipos debidamente calibrados, que garanticen la exactitud o validez de los resultados de los ensayos.

Aseguramiento de calidad de los resultados de los ensayos.

Informe de resultados de cada ensayo, presentado en forma de informe que exprese el resultado de manera exacta, clara, sin ambigüedades y objetivamente de acuerdo con las instrucciones específicas de los métodos de ensayo.

#### **1.7.9.1. Muestreo de suelos y rocas -MTC E 101**

Tiene por objetivo determinar las condiciones de los suelos y rocas con base a procedimientos normales; tiene por finalidad establecer los procedimientos adecuados de muestreo de suelos y rocas, que permitirán la correlación de los respectivos datos con las propiedades del suelo, tales como plasticidad, permeabilidad, peso unitario, comprensibilidad, resistencia y gradación; y de la roca; tales como resistencia; estratigrafía, estructura, y morfología.

#### **Equipos y materiales**

El equipo requerido para una investigación por debajo de la superficie; depende de varios factores, tales como el tipo de material a investigar, profundidad de exploración, naturaleza del terreno, y utilización de la información. Entre ellos se indica los siguientes:

Barrenos manuales, excavadoras y palas, para depósitos superficiales de suelo hasta profundidades de 3-15 pies (1-5m).

Equipos de perforación y lavado.

Barrenos y taladros rotatorios motorizados, con formas adecuadas, muestreadores y tubos saca núcleos, para la investigación y muestreo tanto de rocas como de suelo.

Herramientas manuales pequeñas, tales como llaves de tubo y alas, constituyen parte del equipo necesario. Para determinados suelos finos plásticos de la selva, los denominados “posteadores”.

Frascos de cierre hermético, para la humedad de muestras (aproximadamente de 4 a 8 onzas) de capacidad, de vidrio, de metal o de plástico, que pueden sellarse; además, recipientes herméticos o bolsas de tejido cerrado, libres de material contaminante, de manera que no haya pérdida de partículas finas y que tengan una capacidad de por lo menos 16 kg (35 lb); también cajas apropiadas para muestras de núcleos de roca.

Complementarios: brújula, nivel de mano, cámara fotográfica, estacas y cinta métrica.

Instrumentos para medir asentamientos y movimientos del terreno in situ. (MTC, Manual de ensayos de materiales para carreteras, 2016)

#### **1.7.9.2. Conservación y transporte de muestras de suelo - MTC E 104**

Su objetivo es establecer el procedimiento para la conservación de las muestras inmediatamente después de ser obtenidas en el terreno, así como para su transporte y manejo. Tiene como finalidad emplear diferentes tipos de métodos, dependiendo del tipo de muestras obtenidas, del tipo de ensayo y de las propiedades de ingeniería requeridas, de la fragilidad y sensibilidad del suelo y de las condiciones climáticas. Deben observarse las limitaciones de dimensiones de embalaje y peso para el transporte comercial. Para su identificación debe incluirse los elementos necesarios, tales como rótulos y marcadores para identificar adecuadamente la (s) muestra (s).

#### **1.7.9.3. Obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo)**

El objetivo es establecer los procedimientos para obtener en laboratorios la muestra necesaria para la ejecución de los ensayos a realizar. El presente método de ensayo no proporciona resultados numéricos. Sin embargo si no se sigue cuidadosamente los procedimientos aquí descritos, pueden obtenerse muestras distorsionadas para ser usadas en ensayos subsecuentes.

## **Muestras**

Una vez obtenida la muestra del suelo secar al aire libre colocando de forma extendida sobre una superficie horizontal plana.

Desmenuzar el material deshaciendo los terrones utilizando el mortero, asimismo de recomienda no realizar el secado al horno ya que puede influir en los cambios de resultados. (MTC, Manual de ensayos de materiales para carreteras, 2016).

### **1.7.10. Ensayos de laboratorio**

Para determinar las características físicas y mecánicas de los materiales de las canteras los ensayos de laboratorio se efectuarán según el manual de ensayo de material para carreteras del MTC.

#### **a) Ensayos estándar para material de afirmado**

Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422, MTC E107

Limite liquido malla N° 40 ASTM D – 4318, MTC E110

Limite plástico malla N° 40 ASTM D – 4318, MTC W111

Clasificación de suelos AASHTO M-145, ASTM D-3282

Contenido de sales solubles totales, MTC E219

Clasificación SUCS ASTM D-2848

Material orgánica en arena ASTM C-140, MTC E213

#### **b) Ensayos especiales para material de afirmado**

California Bearing ratio (CBR) ASTM D-1883, MTC E 132.

Ensayo de Abrasión de los Ángeles ASTM C-131, MTC E 207.

Equivalente de arena ASTM D-2419, mtc E 114.

Proctor Modificado ASTM D-1557, MTC E 115.

#### **1.7.10.1. Frecuencia de ensayos en laboratorio.**

Las muestras de materiales representativos de cada cantera se someterán a los ensayos de laboratorio, como mínimo serán 5 pruebas por cada tipo de ensayo, cubriendo de esta manera todo el área y volumen de explotación.

Además presenta un resumen en cuadro de todos los ensayos efectuados para cada cantera identifica (nombre de cantera, espesor de estrato, muestra y/o calicata, profundidad del pozo explorado, etc.).

#### **1.7.10.2. Análisis granulométrico de suelos por tamizado**

Tiene como objetivo determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo. La finalidad es describir el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el (N° 200). Este modo operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del usuario establecer las cláusulas de seguridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de uso e interpretación.

#### **Equipos y materiales**

##### **Equipos:**

Dos balanzas. Una con sensibilidad de 0.01 g para pesar el material que pase el tamiz de 4.760mm (N° 4). Otra balanza con sensibilidad de 0.1% del peso de la muestra para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4.760 mm (N° 4).

Estufa. Capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta  $110 \pm 5$  °C.

Tamices de malla cuadrada, incluyen los siguientes:

**Tabla 3.**

*Tamices de malla cuadrada*

<b>TAMICES</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>
3"	75000
2"	50800
1 1/2"	38100
1"	25400
3/4"	19000
3/8"	9500
N°4	4760
N°10	2000
N°20	0.84
N°40	0.425
N°60	0.26
N°140	0.106
N°200	0.075

**Fuente.** (MTC, Manual de ensayos de materiales para carreteras, 2016)

Nota: En la siguiente tabla se presenta la distribución de tamices para el análisis granulométrico con sus respectivas aberturas en mm.

**Procedimiento.**

- Secar la muestra húmeda en el horno.
- Pesar la muestra después de retirado del horno y registrar su respectivo peso.
- Saturar la muestra y lavar por la malla N° 200.
  
- Colocar la muestra lavada en el horno.
  
- Después de 24 horas retirar la muestra del y horno.
  
- Para que la muestra sea representativa, es necesario cuartear el total de la muestra.
  
- Llevar la muestra al juego de tamices y agitar manualmente con movimientos rotatorios y horizontales.
  
- Tomar registro de pesos retenidos de las muestras en los tamices.

**Calculo de resultados.**

- Se calcula los porcentajes que pasan por los tamices normalizados.
  
- Para determinar el porcentaje total que pasa por cada tamiz, dividir el peso total que pasa entre el peso total de la muestra y multiplicar el resultado por 100.
  
- Calcular el porcentaje retenido en cada tamiz.

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido en el tamiz}}{\text{Peso total}} * 100$$

***Ecuación 1. Porcentaje Retenido.***

- Calcular el porcentaje que pasa, restando en forma acumulativa de 100% los porcentajes retenidos sobre cada tamiz, de la siguiente forma:

$$\% \text{ Pasa} = 100\% - \% \text{ Retenido acumulado}$$

-Validar los resultados obtenidos, comprobando que la suma de los pesos de las fracciones retenidas en las mallas y el peso del material tamizado que queda en el fondo, no difiere más de 1% del peso total.

### **1.7.10.3. Determinación del contenido de humedad de un suelo**

Su objetivo es establecer el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. Tiene como finalidad determinar el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a  $110 \pm 5$  °C. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua. Este método no da resultado confiable cuando el suelo contiene yeso u otros minerales que contienen gran cantidad de agua de hidratación o cuando el suelo contiene grandes cantidades de material orgánico. (MTC, Manual de ensayos de materiales para carreteras, 2016)

#### **Equipos y materiales**

##### **Equipos**

Horno de secado: horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno del tipo tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de  $100 (+) (-) 5$ °C.

Balanzas: de capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones:

De 0,01 g para muestras de menos de 200g

De 0,1 g para muestras de más de 200g.

##### **Materiales**

Recipientes.- recipientes apropiados y sus tapas deben ser herméticos fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición a materiales de pH variable, y a limpieza.

Desecador (opcional).- un desecador de tamaño apropiado que contenga silica gel o fosfato de calcio anhidro. Es preferible usar un desecante cuyos cambios de color indiquen la necesidad de su restitución.

Utensilios para manipulación de recipientes.- se requiere el uso de guantes, tenazas, o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después de que se hayan secado.

Otros utensilios.- se requieren el empleo de cuchillos, espátulas, cucharas, lona para cuarteo, divisores de muestras, etc.

### Procedimiento

- Seleccionar una porción del material mediante el método del cuarteo y pesar.
- La cantidad mínima de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total, si no se toma la muestra total, será de acuerdo a la siguiente tabla.

**Tabla 4.**

*Cantidad de material seleccionado para contenido de humedad*

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados	
		a ± 0,1%	a ± 1%
2 mm o menos	2,00 mm (Nº 10)	20 g	20 g
4,75 mm	4,760 mm (Nº 4)	100 g	20 g
9,5 mm	9,525 mm (3/8")	500 g	50 g
19,0 mm	19,050 mm (3/4")	2.5 g	250 g
37,5 mm	38,1 mm (1 1/2")	10 kg	1 kg
75,0 mm	76,200 mm (3")	50 kg	5 kg

**Fuente.** (MTC, Manual de ensayos de materiales para carreteras, 2016)

Nota: En la siguiente tabla se presenta la masa mínima en gramos para contenido de humedad a utilizar, de acuerdo al tamaño máximo de las partículas que pasan por las mallas estándar.

- Colocar la muestra húmeda en su estado natural al horno a  $110 \pm 5$  °C.
- Pasado 24 horas, retirar la muestra del horno.
- Pesar la muestra seca retirada del horno y calcular el contenido de humedad.

### Cálculos

El contenido de humedad de la muestra húmeda natural se calcula con la siguiente fórmula:

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} * 100$$

$$W = \frac{M_{CWS} - M_{Cs}}{M_{CS} - M_C} * 100 = \frac{M_W}{M_S} * 100$$

***Ecuación 2. Contenido de Humedad.***

Donde:

$W$  = Es el contenido de humedad, (%)

$M_{CWS}$  = Es el peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos

$M_{Cs}$  = Es el peso del contenedor más el suelo secado en gramos

$M_C$  = Es el peso del contenedor, en gramos

$M_C$  = Es el peso de las partículas sólidas, en gramos

**1.7.10.4. Determinación del límite líquido de los suelos**

Tiene como objetivo determinar el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquidos y plástico. Se designa como contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia mínima de 13 mm (1/2 pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo.

Los límites líquido y plástico de un suelo puede ser utilizado con el contenido natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino para determinar su número de actividad.

El límite líquido de un suelo contiene cantidades significativas de materia orgánica que decrece cuando el suelo es secado al horno antes de ser ensayado. La comparación del límite líquido de una muestra antes y después del secado al horno por consiguiente puede ser usada como una medida cualitativa del contenido de materia orgánica de un suelo. (MTC, Manual de ensayos de materiales para carreteras, 2016)

## **Equipos y materiales.**

### **Equipos.**

- Recipiente de almacenaje: una vasija de porcelana de 115 mm de diámetro aproximadamente.
- Aparato del límite líquido (Casagrande), es un aparato consistente en una taza bronce con sus aditamentos.
- Estufa: termostáticamente controlado y que puede conservar temperaturas de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Para secar la muestra.
- Balanza: una balanza con sensibilidad de 0,01 g.
- Recipientes o pesa filtros: de material resistente a la corrosión, cuya masa no cambie con repetidos calentamientos y enfriamientos. Deben tapas que cierren bien, sin costuras, para evitar las pérdidas de humedad de las muestras antes de la pasada inicial y para evitar la absorción de humedad de la atmósfera tras el secado y antes de la pasada final.
- Calibrador. Ya sea incorporado al rasurador o separado, de acuerdo a la dimensión crítica.

### **Materiales**

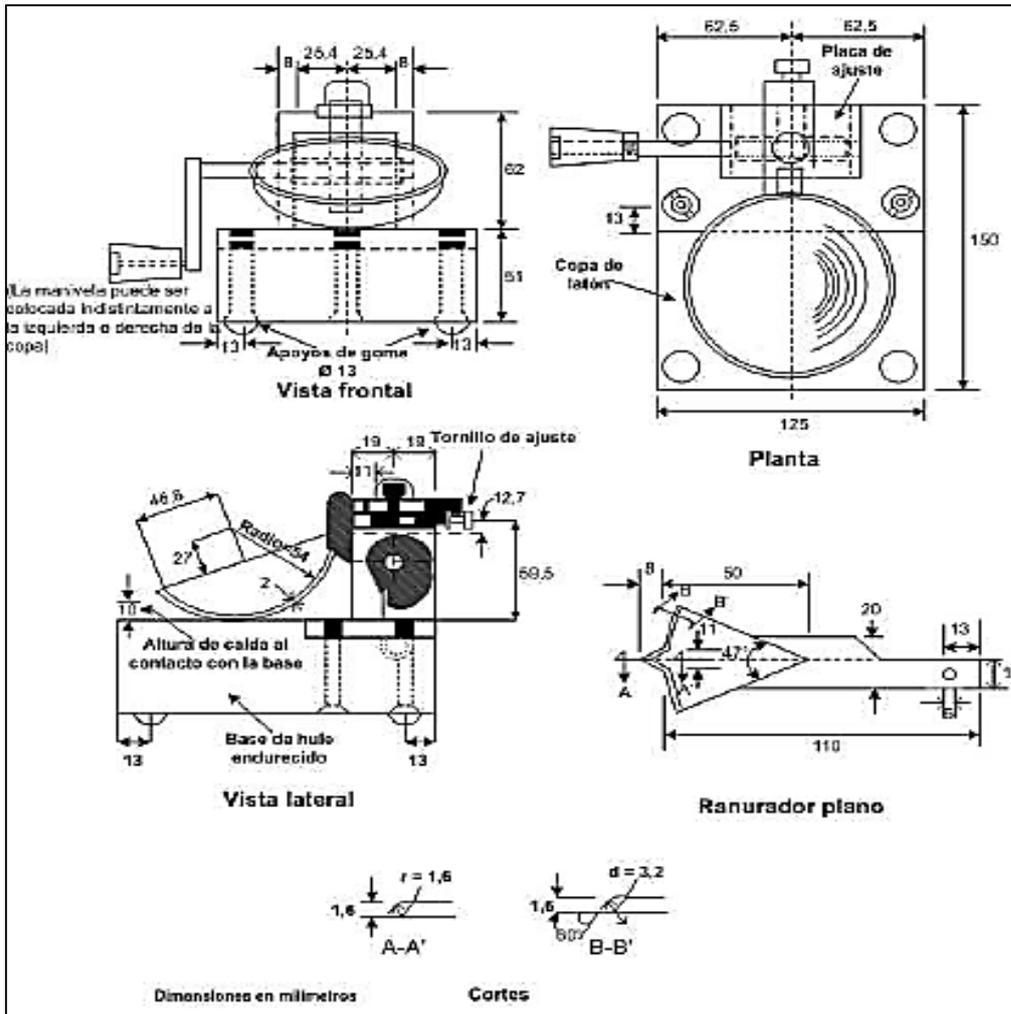
- Espátula. De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud y 20 mm (3/4") de ancho aproximadamente.

-

### **Procedimiento.**

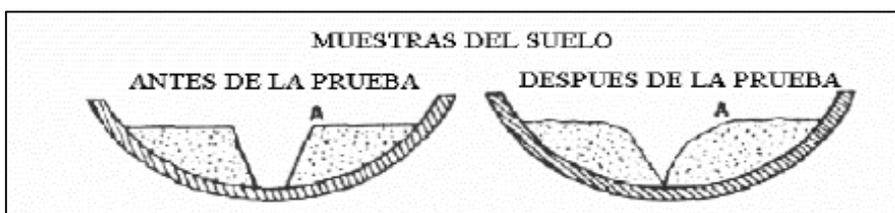
#### a) Multipunto

- Colocar una porción de suelo preparado en la copa Casagrande, presionándola y esparciéndola en la copa hasta una profundidad de aproximadamente 10mm en su punto más profundo, formando una superficie aproximadamente horizontal.



**Figura 21.** Aparato manual para límite líquido

**Fuente.** (MTC, Manual de ensayos de materiales para carreteras, 2016)



**Figura 22.** Sección de la muestra del suelo

**Fuente.** (MTC, Manual de ensayos de materiales para carreteras, 2016)

- Utilizando el acanalador, dividir la muestra contenida en la copa Casagrande, haciendo una ranura a través del suelo siguiendo una línea que una el punto más alto y el punto más bajo sobre el borde de la copa.

- Verificar que no existan restos de suelo por debajo de la copa Casagrande. Levantar y soltar la copa girando el manubrio a una velocidad de 1,9 a 2,1 golpes por minuto, hasta que las dos mitades de suelo estén en contacto en la base de la ranura, una longitud de 13mm (1/2 pulg).
- Registrar el número de golpes (n), necesarios para cerrar la ranura. Seguidamente tomar una tajada de suelo de aproximadamente del ancho de la espátula, extendiéndola de ambos extremos en ángulos rectos a la ranura e incluyendo la porción de la ranura en la cual el suelo se deslizó en conjunto y colocarlo en un recipiente de peso conocido.
- Regresar el suelo remanente en la copa al plato de mezclado. Lavar y secar la copa y el acanalador y fijar la copa nuevamente a su soporte como preparación para la siguiente prueba.
- Mezclar nuevamente el espécimen del suelo en el plato de mezclado añadiéndola un poco de agua destilada para aumentar su contenido de humedad y disminuir el número de golpes necesarios para cerrar la ranura.
- Una de estas pruebas se realizara para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 a 30 golpes y otra para un cierre entre 15 a 25 golpes.

### **Cálculos.**

- Representar la relación entre el contenido de humedad,  $W_n$  y el número de golpes (n), de la copa Casagrande sobre un gráfico semilogarítmico con el contenido de humedad. Trazar la mejor línea recta que pase por los tres puntos o más puntos graficados.
- Fórmula para determinar el límite líquido.

$$LL = W^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

***Ecuación 3. Límite líquido.***

Donde:

N= número de golpes requeridos para cerrar la ranura para el contenido de humedad.

$W_n$ = contenido de humedad del suelo

#### **1.7.10.5. Determinación del límite plástico (L. P) de los suelos e índice de plasticidad (I. P).**

Su objetivo es determinar en el laboratorio el límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P), si se conoce el límite líquido (L.L) del mismo suelo. Éste método es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de los suelos y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción.

Los plásticos de un suelo se pueden utilizar con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino para determinar su número de actividad. (MTC, Manual de ensayos de materiales para carreteras, 2016)

#### **Equipos y materiales**

Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100mm de longitud por 20 mm de ancho

Recipientes para almacenaje, de porcelana o similar, de 115mm de diámetro

Balanza con aproximación a 0,01g.

Tamiz, (N°40)

Agua destilada

Horno o estufa, termostáticamente controlado regulable a  $110 \pm 5 \text{ C}^\circ$ .

Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para la determinación de la humedad.

#### **Procedimiento.**

- Moldear la mitad de la muestra en forma de elipsoide, luego rodar con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros.
- Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3,2 mm (1/8") no se ha desmoronado, se vuelve a hacer una elipsoide y a repetir el proceso cuantas veces sea necesario hasta que se desmorone con dicho diámetro.
- El desmoronamiento puede manifestarse de modo distinto, en los diversos tipos de suelos.

- La porción obtenida se coloca en vidrios de reloj, se continúa con el proceso hasta reunir unos 6 gramos de suelo y se determina la humedad.

### **Cálculos**

Cálculo del límite líquido.

- El límite plástico es el promedio de las humedades de ambas determinaciones y se expresa como porcentaje de humedad con aproximación a un entero y se calcula con la siguiente fórmula.

$$\text{Límite plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo al horno}} * 100$$

#### ***Ecuación 4. Límite Plástico.***

Cálculo del índice de plasticidad.

- El índice de plasticidad de un suelo se define como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

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

#### ***Ecuación 5. Índice plástico.***

Donde:

L.L = Límite Líquido

L.P = Límite Plástico

- Cuando el límite Líquido o el límite plástico no se puedan determinar, el índice de plasticidad se informará con la abreviatura NP (no plástico).
- Cuando el límite plástico resulte igual o mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se informará como NP (no plástico).

#### **1.7.10.6. CBR de suelos (laboratorio)**

Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio).

El ensayo se realiza normalmente sobre suelos preparados en el laboratorio de condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno.

Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, subbase y de afirmado.

Para aplicaciones donde el efecto del agua de compactación sobre el CBR es mínimo, tales como materiales no-cohesivos de granos gruesos, o cuando sea permisible para el efecto de diferenciar los contenidos de agua de compactación en el procedimiento de diseño, el CBR puede determinarse al óptimo contenido de agua de un esfuerzo de compactación especificado.

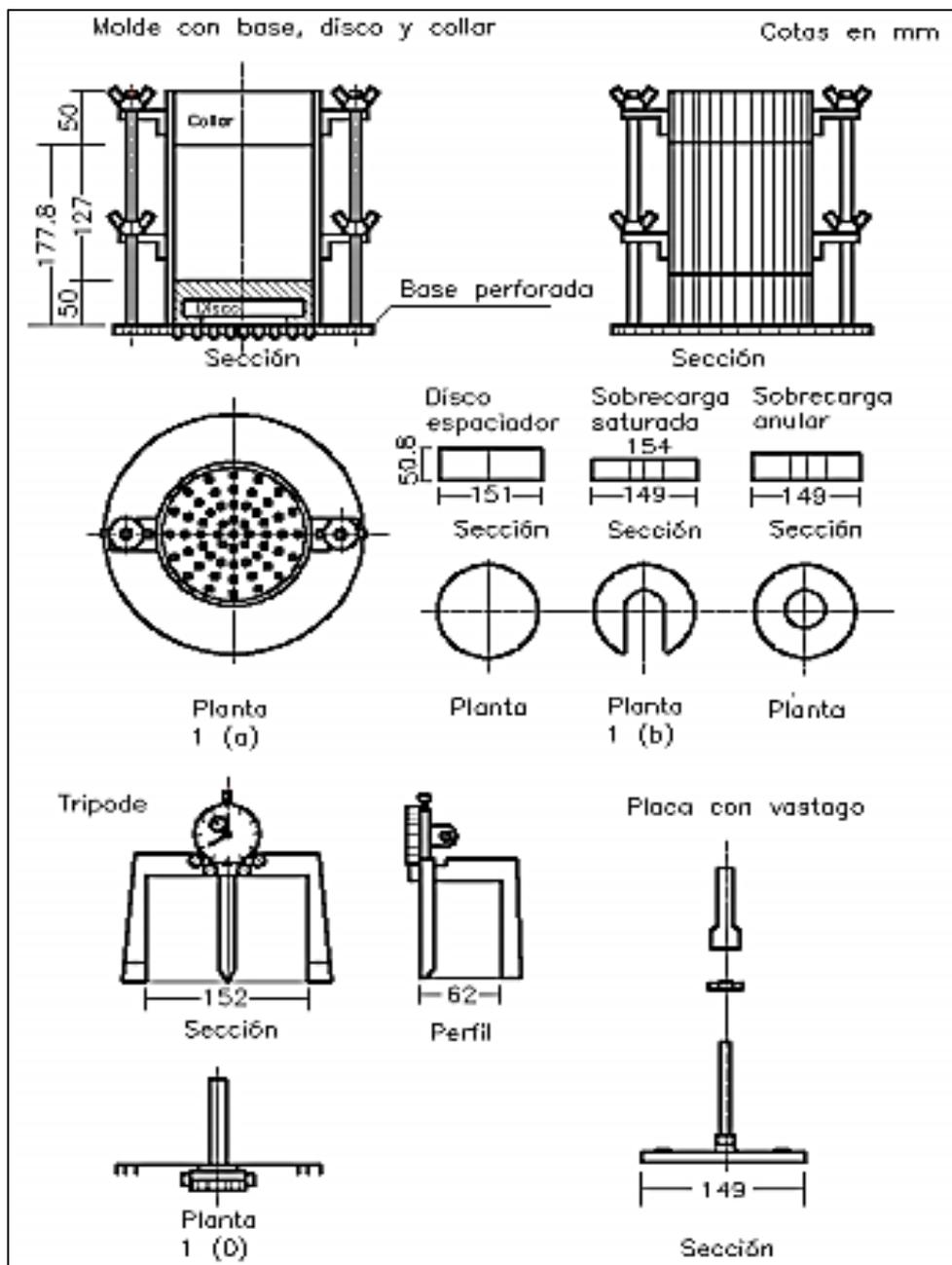
El peso unitario seco especificado es normalmente el mínimo porcentaje de compactación permitido por la especificación de compactación de campo en la entidad usuaria.

Este modo operativo hace referencia a los ensayos para determinación de las relaciones de peso Unitario – Humedad, usando un equipo modificado.

### **Equipos**

Prensa similar a las usadas en ensayos de compresión, utilizada para forzar la penetración de un pistón en el espécimen.

Pisón de compactación como el descrito en el modo operativo de ensayo Proctor modificado, (equipo modificado).



**Figura 23.** Prensa para forzar la penetración de un pistón en el espécimen

*Fuente.* (MTC, Manual de ensayos de materiales para carreteras, 2016)

#### 1.7.10.7. Carreteras con material de afirmado

Las carreteras que no están a nivel de pavimentación se clasifican de la siguiente manera:

Carreteras de tierra, que son construidas por suelo natural y mejorado con finos ligantes y grava seleccionada por zarandeo.

Carreteras gravosas, que son constituidas por una capa revestida con material natural pétreo sin procesar, que es seleccionado por zarandeo o de forma manual, cuyo tamaño máximo es de 75mm.

Carreteras afirmadas, que son constituidas por una capa revestida con materiales procedentes de cantera, dosificadas por zarandeo o de forma natural, con una dosificación especificada, la cual debe estar compuesta por una combinación de tres tipos de materiales o tamaños como son: la piedra, la arena y finos o arcilla. Con un tamaño máximo de 25mm. (MTC, Manual de carreteras - sección suelos y pavimentos, 2014).

### **1.7.11. Materiales de afirmado**

El material de afirmado a usarse es variable según la región como también las fuentes de agregados, canteras de cerro o de ríos, se diferencia si se utiliza como una capa inferior o capa superficial y que de ello depende el tamaño máximo de los agregados y el porcentaje del material fino o arcilla. El afirmado requiere de un cierto porcentaje de piedra para poder soportar las cargas del tránsito, también necesita un porcentaje de arena clasificada según su tamaño para llenar los vacíos entre las piedras y dar mejor estabilidad a la capa y por ultimo para cohesionar los materiales de la capa de afirmado es necesario un porcentaje de finos plásticos.

Existen pocos depósitos naturales de materiales que tienen una gradación ideal, en el cual el material sin haber sido procesado se puede utilizar directamente por lo que necesariamente deberá ser zarandeado para obtener una granulometría especificada.

Por lo general los materiales serán agregados naturales provenientes de excedentes de canteras o también de la trituración de rocas y gravas o pueden estar constituidas por la mezcla de productos de ambas procedencias. Cabe indicar que todos los materiales para afirmados no son los mismos es por eso que la calidad del material deberá determinarse a través de ensayos. (MTC, Manual de carreteras - sección suelos y pavimentos, 2014).

Se tendrá como referencia las gradaciones del siguiente cuadro referidas a AASHTO M 147.

**Tabla 5.**  
Gradaciones según AASHTO M 147

Porcentaje que pasa del tamiz	Gradación C	Gradación D	Gradación E	Gradación F
50 mm (2")				
37.5 mm (1 1/2")				
25 mm (1")	100	100	100	100
19 mm (3/4")				
12.5 mm (1/2")				
9.5 mm (3/8")	50 - 85	60 - 100		
4.75 mm (N° 4)	35 - 65	50 - 85	55 - 100	70 - 100
2.36 mm (N°8)				
2.0 mm (N°10)	25 - 50	40 - 70	40 - 100	55 - 100
4.25 um (N°40)	15 - 30	25 - 45	20 - 50	30 - 70
75 um (N°200)	5 - 15	5 - 20	6 - 20	8 - 25
<b>Índice de Plasticidad</b>	<b>4 - 9</b>	<b>4 - 9</b>	<b>4 - 9</b>	<b>4 - 9</b>
<b>Limite Líquido</b>	<b>Máx. 35%</b>	<b>Máx. 35%</b>	<b>Máx. 35%</b>	<b>Máx. 35%</b>
<b>Desgaste Los Ángeles</b>	<b>Máx. 50%</b>	<b>Máx. 50%</b>	<b>Máx. 50%</b>	<b>Máx. 50%</b>
<b>CBR [referido al 100% de la Máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1" (2.5 mm)]</b>	<b>Mín. 40%</b>	<b>Mín. 40%</b>	<b>Mín. 40%</b>	<b>Mín. 40%</b>

**Fuente.** (MTC, Manual de carreteras - sección suelos y pavimentos, 2014)

Nota: En la siguiente tabla se muestran las diferentes gradaciones según el porcentaje que pasa por los tamices de acuerdo a las aberturas de las mallas, así como también el índice de plasticidad, límite líquido, desgaste de los ángeles y CBR.

Es de mucha importancia el índice de plasticidad, el cual podrá llegar hasta un máximo del 12% y mínimo 4%. Por lo que la capa de rodadura en la superficie requiere un mayor porcentaje de material plástico y así las arcillas naturales le puedan dar la cohesión que

necesita para poder obtener una superficie cómoda para la transitividad vehicular. (MTC, p.127).

## **Materiales**

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

Las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales. Sus condiciones de limpieza dependerán del uso que se vaya a dar al material. (MTC, Manual de carreteras, 2013, pág. 237)

### **1.7.12. Definiciones de términos**

#### **Geotecnia.**

“La geotecnia se refiere a la aplicación de principios geológicos y de ingeniería en el comportamiento de suelos, además del estudio de las propiedades físicas, mecánicas e ingenieriles de los materiales provenientes de la tierra”. (Saavedra, 2016, p. 11)

#### **Cantera.**

Deposito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras. (MTC, Manual de carreteras - sección suelos y pavimentos, 2014)

#### **Afirmado.**

Consiste en una capa de material granular natural procesada debidamente compactada, con una gradación específica la cual soporta directamente esfuerzos y cargas del tránsito. Debe tener la cantidad adecuada de material fino cohesivo que permita mantener juntas las partículas. Funciona como una superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas y en caminos. (MTC, Manual de carreteras - sección suelos y pavimentos, 2014)

#### **Agregado.**

Material granular de composición mineralógica como la grava, arena, escoria, roca triturada que es usada para mezclar en distintos tamaños. (MTC, Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial, 2008)

**Granulometría.**

Representación de la distribución de los tamaños que posee el agregado grueso mediante el proceso de tamizado según especificaciones técnicas. (MTC, Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial, 2008)

**Abrasión:**

Desgaste mecánico de agregados y rocas producto de la fricción y/o impacto. (MTC, Manual de carreteras - sección suelos y pavimentos, 2014)

**Absorción:**

Fluido que es retenido en cualquier material después de un cierto tiempo de exposición (suelo, maderas, rocas, etc.) (MTC, Manual de carreteras - sección suelos y pavimentos, 2014)

**Agregado fino:**

Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas. Generalmente es el material que pasa la malla N° 4 (4,75 mm) y contiene finos. (MTC, Manual de carreteras - sección suelos y pavimentos, 2014)

**Agregado grueso:**

Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas correspondientes. Generalmente es el material retenido en la malla N°4 (4,75 mm). (MTC, Manual de carreteras - sección suelos y pavimentos, 2014)

**Arcillas:**

Partículas finas con tamaños de grano menor a (0,002 mm) provenientes de la alteración física y química de las rocas y minerales. (MTC, Manual de carreteras - sección suelos y pavimentos, 2014)

**Arena:**

Partículas de roca que pasan la malla N° 4 (4,75 mm.) y son retenidas por la malla N° 200. (MTC, Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial, 2008)

**CBR (California Bearing Ratio):**

Valor relativo de soporte del suelo del material, el cual se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa del suelo. (MTC, Manual de carreteras - sección suelos y pavimentos, 2014)

## **II. MATERIAL Y MÉTODOS**

## **II. MATERIAL Y METODOS**

### **2.1. Tipo y diseño de la investigación**

#### **2.1.1. Tipo de investigación**

Sera de tipo exploratoria – descriptiva, ya que no se han hecho estudios de las canteras Hualango. Así mismo permitirá registrar y conocer las características físicas y mecánicas del agregado que lo compone.

“La investigación exploratoria se efectúa cuando el objetivo a examinar es un problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes.” (Hernández et al. 2003, pág. 115)

#### **2.1.2. Diseño de la investigación**

La investigación será Cuasi - experimental, ya que se realizaron estudios con la finalidad de conocer las Características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – Provincia de Utcubamba.

“Para tratar de reducir los inconvenientes del procedimiento experimental se debe repetir la experimentación un número suficiente de veces que permita disminuir los elementos fortuitos.” (Borja, 2012, p.26).

### **2.2. Métodos de investigación**

Previo al estudio de campo de la cantera se efectuó una recopilación de los antecedentes de la zona, con la finalidad de tener una idea de la existencia de canteras cercanas que podrían servir al proyecto en estudio y/o canteras que actualmente están en explotación o fueron utilizadas para proyectos o mantenimiento de las carreteras pertenecientes al centro poblado Hualango.

Por otro lado se realizó una inspección de toda la zona del proyecto con el fin de determinar áreas geológicas apropiadas con las mismas o diferentes características físicas y mecánicas ya sea depósitos naturales de materiales para diferentes usos en la construcción de carreteras.

#### **2.2.1. Características locales de la zona**

##### **Ubicación geográfica**

Las canteras Hualango (cantera La Loma, cantera Las Paguillas y cantera Limones), se encuentran ubicadas en:

Departamento: Amazonas

Provincia: Utcubamba

Distrito: Cumba

Centro Poblado: Hualango

Ubicación de la cantera La Loma: En el Km 7 + 220 al margen derecho de la trocha.

Ubicación de la cantera Las Paguillas: En el Km 4 + 500 al margen derecho de la trocha.

Ubicación de la cantera Limones: En el Km 1 + 520 al margen izquierdo y derecho de la trocha

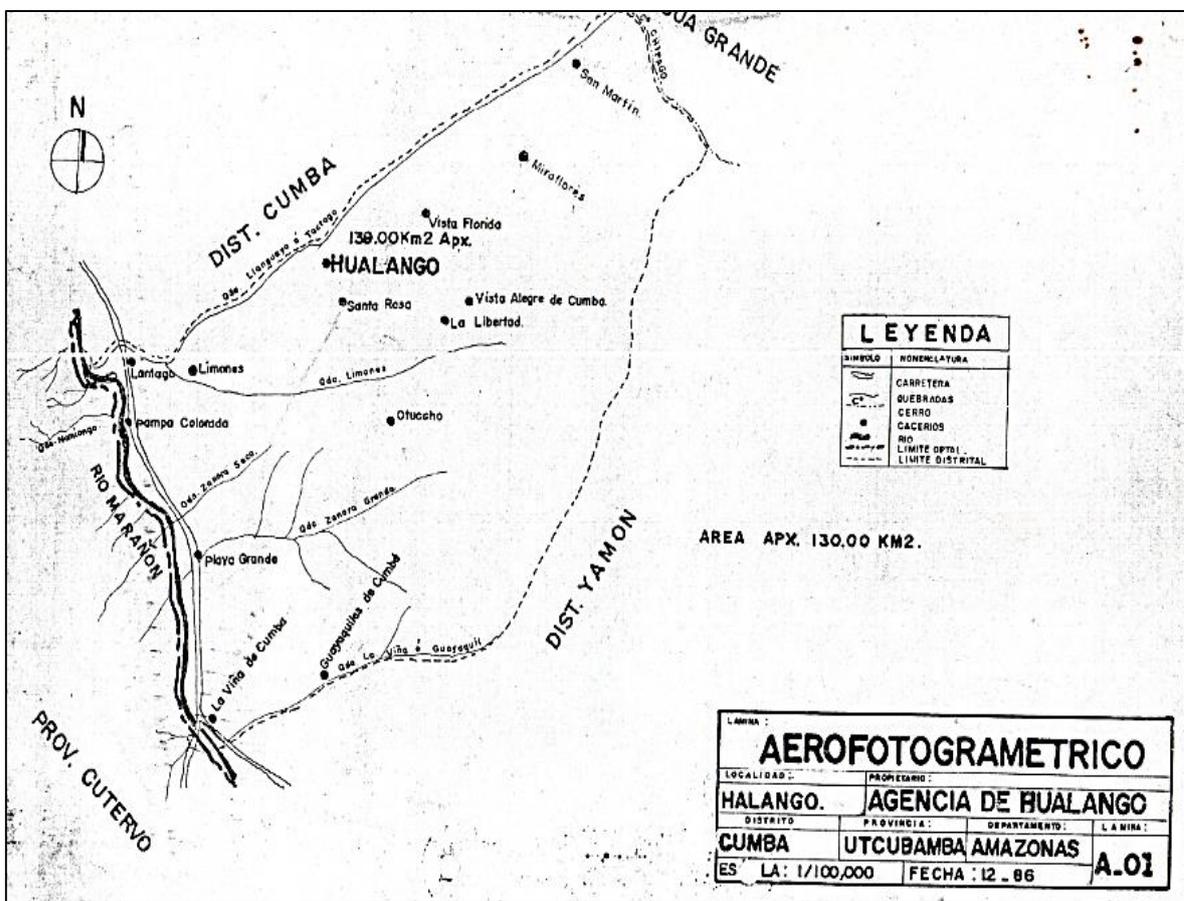
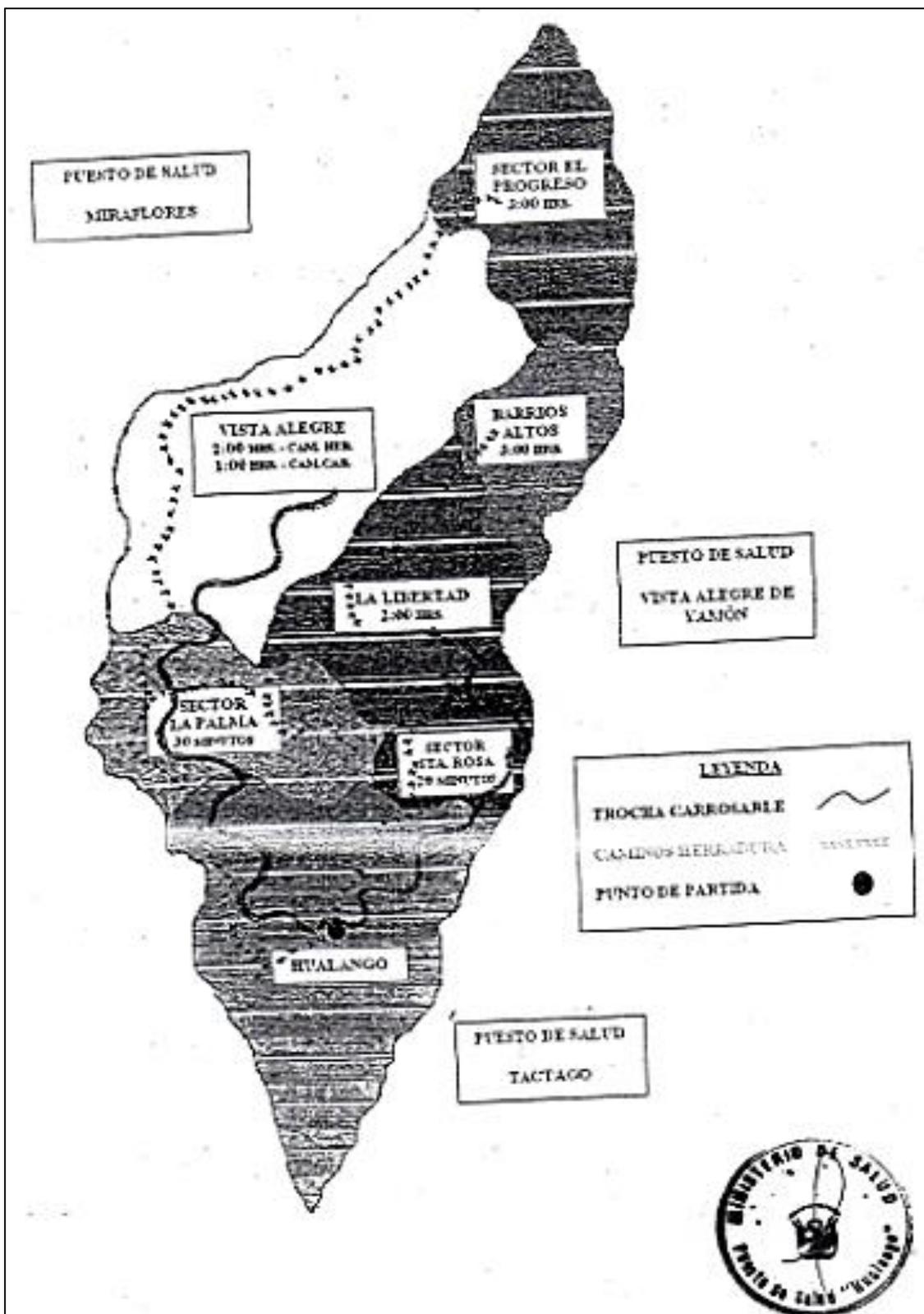


Figura 24. Plano aerofotogramétrico – Centro Poblado Hualango.

Fuente. Municipalidad del Centro Poblado Hualango



*Figura 25.* Mapa de ubicación – Centro Poblado Hualango.

*Fuente.* Municipalidad del Centro Poblado Hualango



**Figura 26.** Mapa de ubicación de las canteras Hualango, (ver anexo 3).

**Fuente.** Elaboración propia

### 2.2.2. Trabajo realizado en campo

Una vez ubicada la cantera la Loma y cantera las Paguillas para su investigación y exploración, se ubicaron cinco puntos de investigación (calicatas) por cada cantera, luego se tomaron muestras para determinar en laboratorio sus características físicas y mecánicas, como también la calidad de sus agregados para la estructura de afirmado de una carretera.



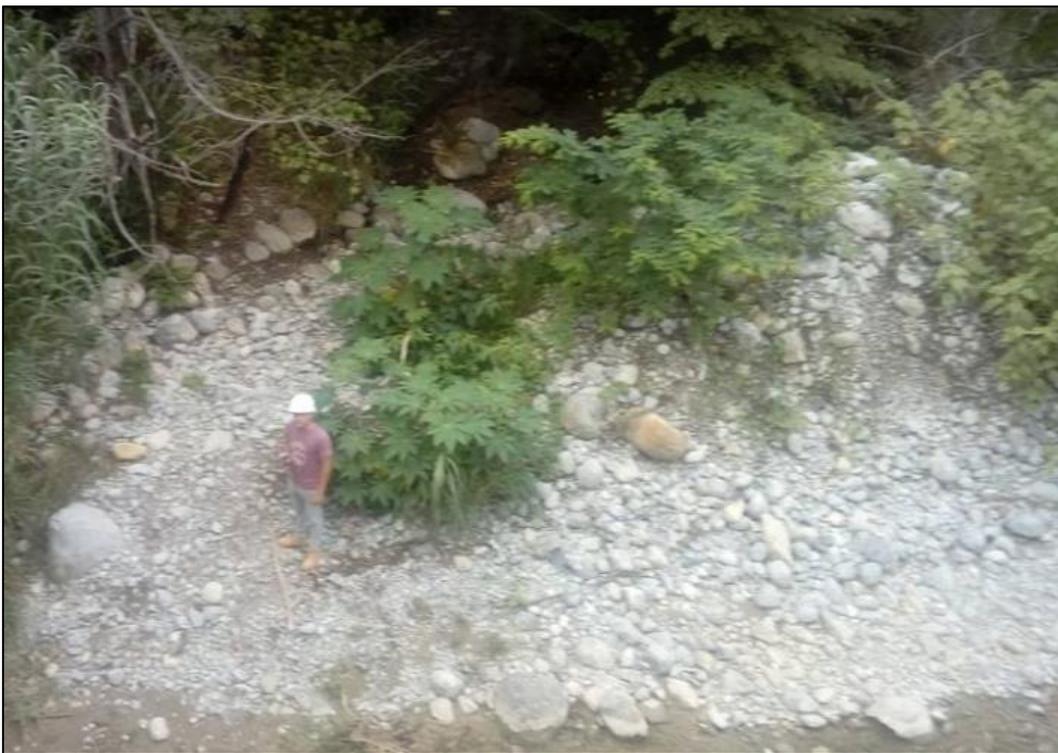
**Figura 27.** Extracción de muestras de calicatas Cantera La Loma

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 28.** Extracción de muestras de calicatas Cantera Las Paguillas

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 29.** Ubicación de puntos de investigación - cantera Limones

**Fuente.** Elaboración propia

### 2.2.3. Trabajo en laboratorio

Se realizaron todos los ensayos necesarios para determinar las características físicas y mecánicas del material de en estudio de cada cantera (cantera La Loma y cantera Las Paguillas).



**Figura 30.** Ensayo de límite líquido

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 31.** Ensayo de Contenido de Sales Solubles Totales

**Fuente.** Elaboración propia

### **Topografía.**

Se realizó el levantamiento topográfico de las canteras Hualango (Cantera La Loma y Cantera Las Paguillas) presentan una topografía ondulada, cuyas superficies de las zonas están cubiertas de vegetación.



**Figura 32.** Levantamiento topográfico cantera La Loma

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 33.** Levantamiento topográfico cantera Las Paguillas

**Fuente.** Elaboración propia

### **2.3. Población y muestra**

La población para esta investigación son las canteras, dentro de la jurisdicción del centro poblado Hualango y la muestra son los agregados de las canteras, de las cuales se ha seleccionado muestras teniendo en cuenta las zonas de ubicación y su calidad óptima de los agregados; los que fueron estudiados para su utilización como material de afirmado en carreteras.

### **2.4. Variables y Operacionalización.**

#### **2.4.1. Variables**

**Variable dependiente.** Se considera como variable dependiente: Calidad de afirmado.

**Variable independiente.** Se considera como variables independientes: Características físicas, características mecánicas.

### 2.4.2. Operacionalización

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	SUBINDICADOR	ÍNDICE	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
<b>Variable Dependiente:</b> Calidad de afirmado	Propiedades	Características granulométricas	-	(pulg), (mm)	Observación, guía y análisis de documentos	Guía de observación	Juego de tamices, copa de casa grande, método CBR, máquina de los Ángeles
		Índice de consistencia		(%)			
		Capacidad de soporte	-	mm/kg			
		Máxima densidad	-	gr/cm <sup>3</sup>			
		Desgaste a la abrasión	-	(mm)			
	Manual de carreteras	Especificaciones técnicas generales para construcción de carreteras EG – 2013.	-	-			
		MTC, Manual de ensayo de materiales					
		MTC, manual de carreteras - suelos, geología, geotecnia y pavimentos					

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	SUBINDICADOR	ÍNDICE	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
<b>Variables Independientes:</b> Características Físicas	Análisis granulométrico	Distribución del tamaño de las partículas	-	(mm), (pulg)	Observación, guía y análisis de documentos	Guía de observación	Proceso de tamizado, copa de casa grande
	Contenido de Humedad (W <sub>n</sub> )	Fórmula	% agua de la muestra húmeda	(%)			
	Limite líquido (LL)	Fórmula	Humedad más alta de la muestra	(%)			
	Limite plástico (LP)	Fórmula	Humedad más baja de la muestra	(%)			
	Índice de plasticidad (IP)	Fórmula	% de arcilla de la muestra	(%)			
	Clasificación de suelos, SUCS y AASHTO	-	Graduación de agregados	-			
<b>Variables Independientes:</b> Características Mecánicas	Abrasión de los Ángeles	-	Resistencia a la degradación	(mm)	Observación, guía y análisis de documentos	Guía de observación	Máquina de los Ángeles
	CBR (California Bearing Ratio)	Capacidad de soporte del suelo	Resistencia al esfuerzo del suelo	mm/kg			Método de CBR de laboratorio
	PROCTOR (Modificado)	Grado de compactación	Relación de compactación vs carga	gr/cm <sup>3</sup> (%)			Método Próctor

## **2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de información**

La técnica que se utilizó es la observación y extracción de muestras en campo, además de recopilar y analizar información bibliográfica en relación al tema. Para estos casos de estudio como la extracción de muestras en campo se utilizaron todos los instrumentos técnicos necesarios.

Las 2 canteras seleccionadas están consideradas como fuentes de estudio de investigación, a continuación se detallan los instrumentos de recolección de datos.

### **2.5.1. Instrumentos para realizar el levantamiento topográfico**

Los instrumentos que se mencionan a continuación fueron de gran importancia para realizar el desarrollo de la investigación en campo.

GPS, se utilizó para realizar el levantamiento de las canteras y al mismo tiempo ubicar las coordenadas de los puntos de extracción de muestras.

Machete, fue de gran ayuda para limpiar la maleza de la superficie del terreno natural y poder realizar el levantamiento topográfico con facilidad.

Wincha, se utilizó para medir distancias verticales y horizontales en terreno natural.

Yeso, se utilizó para marcar los puntos de investigación (calicatas) como también puntos en el levantamiento topográfico.

### **2.5.2. Instrumentos para excavación de calicatas.**

Este tipo de instrumentos fueron de gran ayuda para realizar las exploraciones de los puntos de investigación (calicatas), los cuales se hace mención a continuación.

Barreta

Machete

Pico

Palana

Balde

Guantes

### **2.5.3. Instrumentos para realizar la extracción de muestras**

Para realizar la extracción de muestras de los puntos de investigación (calicatas) de las canteras Hualango, se utilizaron los instrumentos que se detallan a continuación.

Palana

Bolsas plásticas

Balde

Costales

### **2.6. Validación y confiabilidad de instrumentos.**

Para la recolección de muestras de las calicatas de las canteras Hualango se realizó el respectivo trabajo de campo, realizando los diferentes ensayos de mecánica de suelos, los cuales determinaron las características físicas y mecánicas del material de la cantera, se hace mención de éstos a continuación:

#### **Ensayos según manual MTC**

Análisis granulométrico por tamizado MTC E 107

Contenido de humedad MTC E 108

Límite plástico MTC E 110

Índice de plasticidad MTC E 111

Límite líquido MTC E 111

Cosificación de los suelos por el método SUCS y AASHTO-ASTM D 2487, I45

Abrasión Los Ángeles MTC E 207

Próctor Modificado MTC E 115

CBR MTC E 132

#### **Análisis químicos**

Contenido de sales totales solubles MTC E 209

#### **Aspectos éticos.**

En este proyecto de investigación se tomará como principio ético básico la justicia el cual inclina a obrar y juzgar respetando la verdad, haciendo uso de ella para garantizar honestidad y credibilidad.

## 2.7. Recursos y Presupuesto

### Recursos Humanos

Detalle	Cantidad	Valor S/.	Total S/.
Autor del proyecto de investigación	1	1000.00	1000.00
Asesor especialista	1	1000.00	1000.00
Subtotal S/.			2000.00

### Presupuesto

#### Materiales

Detalle	Unidad	Cantidad	Valor S/.	Total S/.
Impresiones	Und	1000	0.20	200
Papel bond	Mill	1	20.00	20.00
lapiceros	Und	5	1.00	5.00
Libreta de apuntes	Und	1	5.00	5.00
Subtotal S/.				230.00

#### Servicios

Detalle	Unidad	Cantidad	Valor S/.	Total S/.
Internet	h	300	1.00	300.00
Pasajes	und	1	800.00	800.00
Subtotal S/.				1100.00

#### Levantamiento topográfico y extracción de muestras para EMS.

Detalle	Unidad	Cantidad	Valor S/.	Total S/.
Movilidad y viáticos	und	1	600.00	600.00
Topografía en canteras	und	1	300.00	300.00
Extracción de muestras para EMS	und	15	50.00	750.00
Subtotal S/.				2100.00

### **Ensayo de mecánica de suelos para afirmado.**

Detalle	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Total S/.
Contenido de Humedad	und	11	10	110.00
Análisis Granulometría	und	12	30	360.00
Límite Líquido	und	11	30	330.00
Límite Plástico	und	11	30	330.00
Clasificación de suelos SUCS y AASHTO	und	11	80	880.00
Abrasión de los Ángeles	und	3	40	120.00
CBR	und	3	160	480.00
Contenido de sales solubles totales	und	11	10	110.00
Subtotal S/.				2720.00

### **Resumen de presupuesto.**

Detalle	Sub total S/.
Recursos humanos	2000.00
Materiales	230.00
Servicios	1100.00
Levantamiento topográfico	2100.00
Ensayos de mecánica de suelos	2720.00
Otros	650.00
Total S/.	8800.00

Porcentaje que aporta la universidad en la investigación: 33.0%

Porcentaje que aporta el autor en la investigación: 67.0 %

### **Financiamiento**

Todos los gastos generados durante la ejecución de esta investigación han sido autofinanciados por el autor.

## **III. RESULTADOS**

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Resultados en tablas y figuras

##### 2.7.1. Levantamiento topográfico de canteras (Cantera La Loma y Cantera Las Paguillas).

Se realizó levantamiento topográfico de las canteras Hualango, en el cual se tomaron como datos las coordenadas UTM para delimitar el área de cada cantera, también se tomaron coordenadas de los puntos de investigación (calicatas) de cada cantera. A continuación se muestran las libretas de campo.

##### a) Levantamiento topográfico de la Cantera La Loma

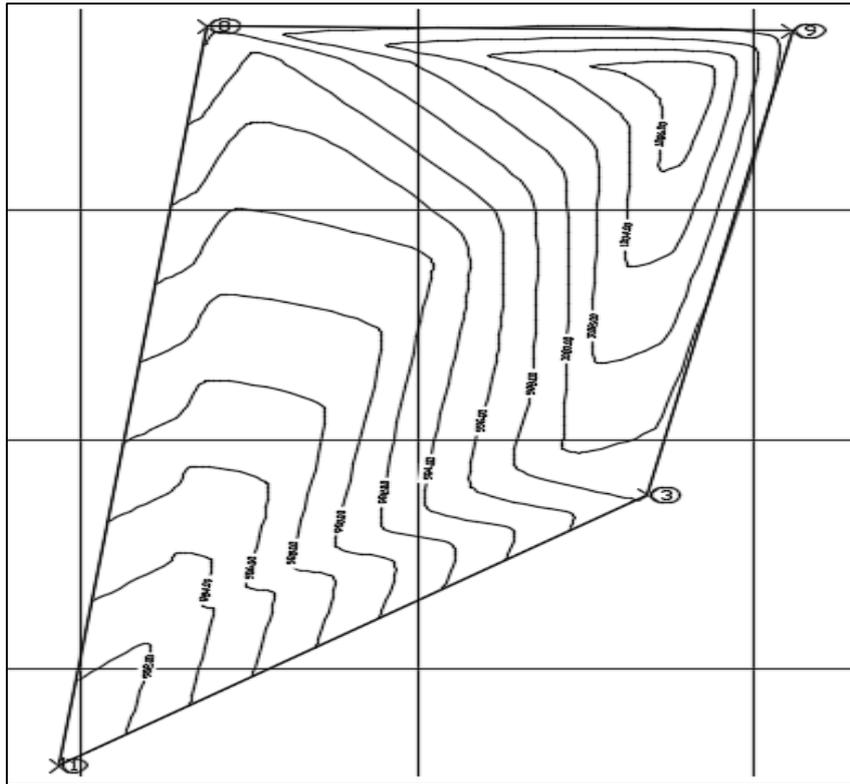
**Tabla 6.**

*Libreta de campo, levantamiento con GPS cantera La Loma*

<b>LIBRETA DE CAMPO</b>				
<b>RESPONSABLE</b> : BACH. LOZADA TIGLLA EDWAR FRANCIS				
<b>LUGAR</b> : CANTERA LA LOMA				
<b>PUNTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COTA (m.s.n.m)</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>
1	P4	979.875	9338529,00	766222,00
2	CALICATA 04	982.394	9338560,35	766237,89
3	P3	998.488	9338587,91	766309,49
4	CALICATA 03	1000.248	9338598,60	766297,52
5	CALICATA 02	991.705	9338638,05	766276,76
6	P2	1007.958	93386 79,00	766316,00
7	CALICATA 01	995.515	9338683,00	766252,00
8	P1	998.488	9338690,00	766244,00
9	P2	998.488	9338689,00	766331,00

**Fuente.** Elaboración propia

**Análisis:** La zona presenta una topografía ondulada y se ha delimitado un área de 10803.6573 m<sup>2</sup>, además se tomaron las coordenadas de los cinco puntos de investigación (calicatas) las que se muestran en el plano en planta. Ver (anexo N° 04)



**Figura 34.** Plano en planta - Cantera la Loma, (ver anexo 4).

**Fuente.** Elaboración propia

**b) Levantamiento topográfico de la Cantera Las Paguillas**

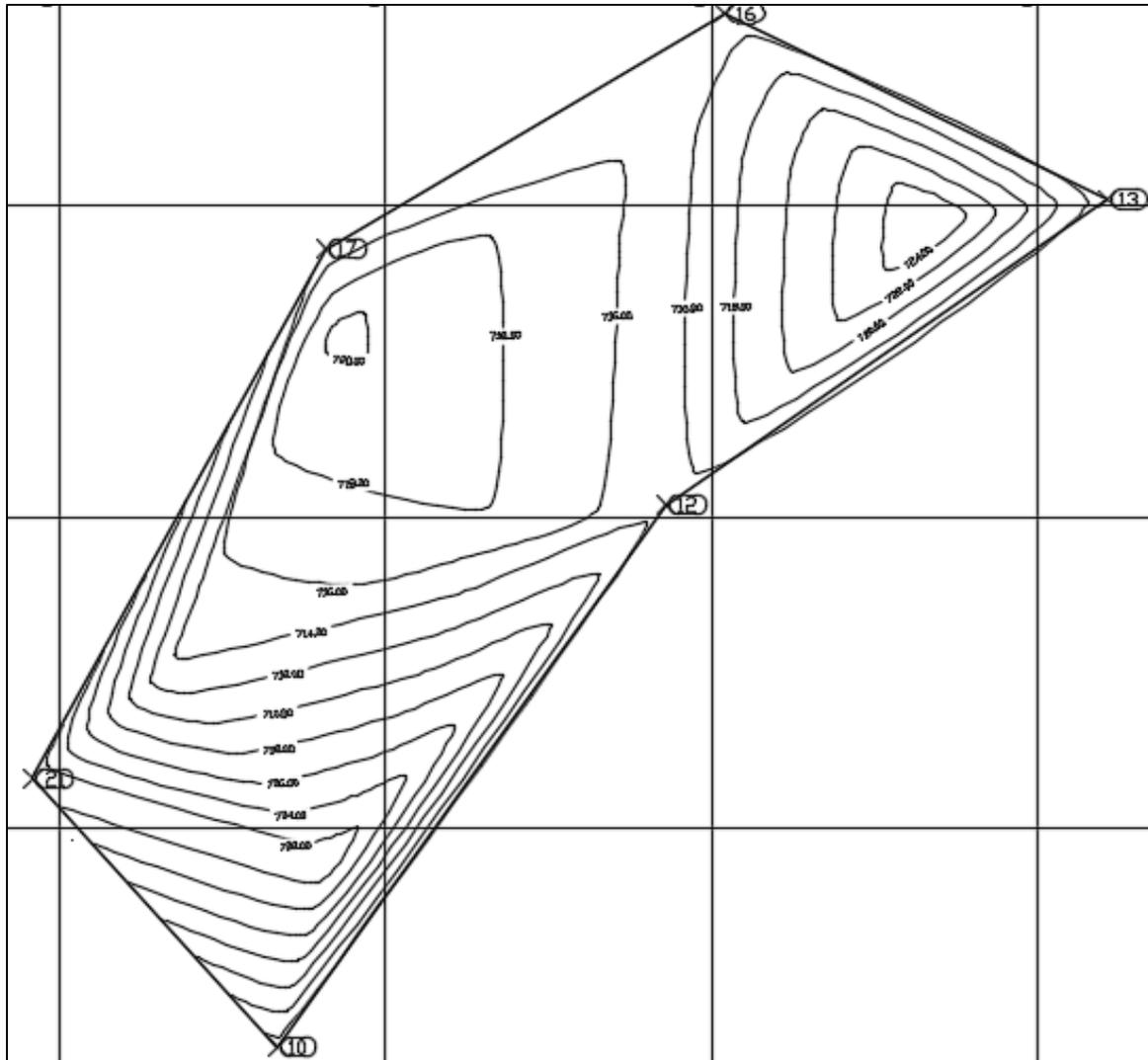
**Tabla 7.**

*Libreta de campo, levantamiento con GPS cantera Las Paguillas*

<b>LIBRETA DE CAMPO</b>				
<b>RESPONSABLE</b> : BACH. LOZADA TIGLLA EDWAR FRANCIS				
<b>LUGAR</b> : CANTERA LAS PAGUILLAS				
<b>PUNTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COTA (m.s.n.m)</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>
10	PP6	714.744	9338064,95	764833,46
11	CALICATA 06	700.552	9338094,27	764840,39
12	PP4	714.744	9338152,00	764893,00
13	PP2	714.744	9338200,99	764960,70
14	CALICATA 02	726.010	9338197,77	764934,28
15	CALICATA 01	715.137	9338212,33	764894,43
16	PP1	714.744	9338230,82	764901,99
17	PP3	714.744	9338193,09	764840,85
18	CALICATA 03	720.428	9338180,13	764842,53
19	CALICATA 04	717.875	9338150,13	764867,10
20	CALICATA 05	713.775	9338125,91	764816,84
21	PP5	700.551	9338108,00	764796,00

**Fuente.** Elaboración propia

**Análisis:** La zona presenta una topografía ondulada y se ha delimitado un área de 10739.8033 m<sup>2</sup>, además se tomaron las coordenadas de los seis puntos de investigación (calicatas) las que se muestran en el plano en planta. Ver (anexo N° 05)



**Figura 35.** Plano en planta - Cantera las Paguillas, (ver anexo 5).

**Fuente.** Elaboración propia

### 2.7.2. Estudio de mecánica de suelos (EMS)

Se desarrolló el estudio de mecánica de suelos según manual de ensayo de materiales para carreteras del MTC (vigente) en laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Señor de Sipán. Se realizaron 10 ensayos por cada punto de investigación y por cada cantera (cantera la Loma y cantera Las Paguillas), los cuales se mencionan a continuación.

Análisis granulométrico por tamizado MTC E 107

Contenido de humedad MTC E 108

Limite plástico MTC E 110

Índice de plasticidad MTC E 111

Limite líquido MTC E 111

Clasificación del suelo por método SUCS y AASHTO, ASTM D 2487 AASHTO I 45

Abrasión Los Ángeles MTC E 207

Próctor Modificado MTC E 115

CBR MTC E 132

Contenido de sales totales solubles MTC E 209

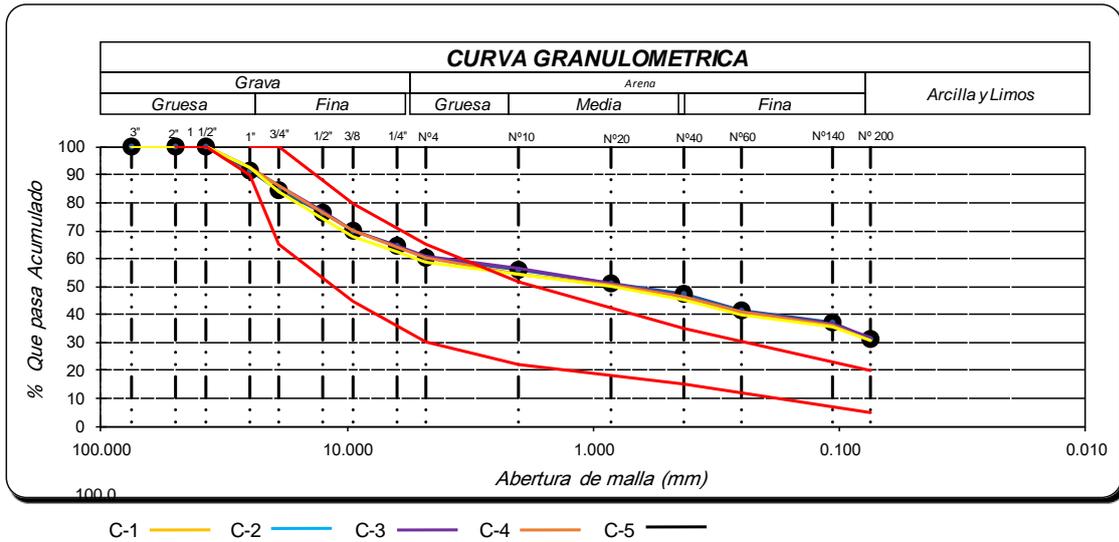
### 2.7.2.1. Análisis granulométrico por tamizado MTC E 107 Cantera La Loma

**Tabla 8.**

*Resumen de análisis granulométrico por tamizado - Cantera La Loma*

MALLAS		% QUE PASA ACUM.	PARÁMETROS SEGÚN MTC				
PULGADAS	MILÍMETROS	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	
3"	75.000	100.00	100.00	100.00	100.00	100	
2"	50.000	100.00	100.00	100.00	100.00	100	100.0
1 1/2"	37.500	100.00	100.00	100.00	100.00	100	100.0
1"	25.000	92.40	92.6	92.60	91.28	91.832	90-100
3/4"	19.000	84.10	86.3	86.30	83.52	84.80	65-100
1/2"	12.500	74.10	76.4	76.90	74.56	76.2618	
3/8"	9.500	68.00	69.9	70.10	68.97	69.8198	45-80
1/4"	6.300	62.700	64.0	64.90	63.72	64.4198	
Nº4	4.750	58.500	60.2	60.90	59.57	60.2472	30-65
Nº10	2.000	54.200	54.5	56.70	53.42	55.8856	22-52
Nº20	0.850	49.900	50.9	51.40	49.47	51.4652	
Nº40	0.425	45.400	46.4	46.40	45.13	47.3448	15-35
Nº60	0.250	39.800	41.0	40.90	40.19	41.2812	
Nº140	0.106	35.800	36.1	36.80	35.62	37.0674	
Nº200	0.075	31.000	30.7	32.00	30.17	31.52	5-20
FONDO		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 36.** Resumen de curva granulométrica - Cantera La Loma.

**Fuente.** Elaboración propia

**Análisis:** Presenta una curva granulométrica de agregados poco graduados, y mayor presencia de agregado fino, los que están fuera de los parámetros de material para afirmado en carreteras. Además la variación es corta entre los valores del porcentaje que pasa acumulado.

### Cantera Las Paguillas

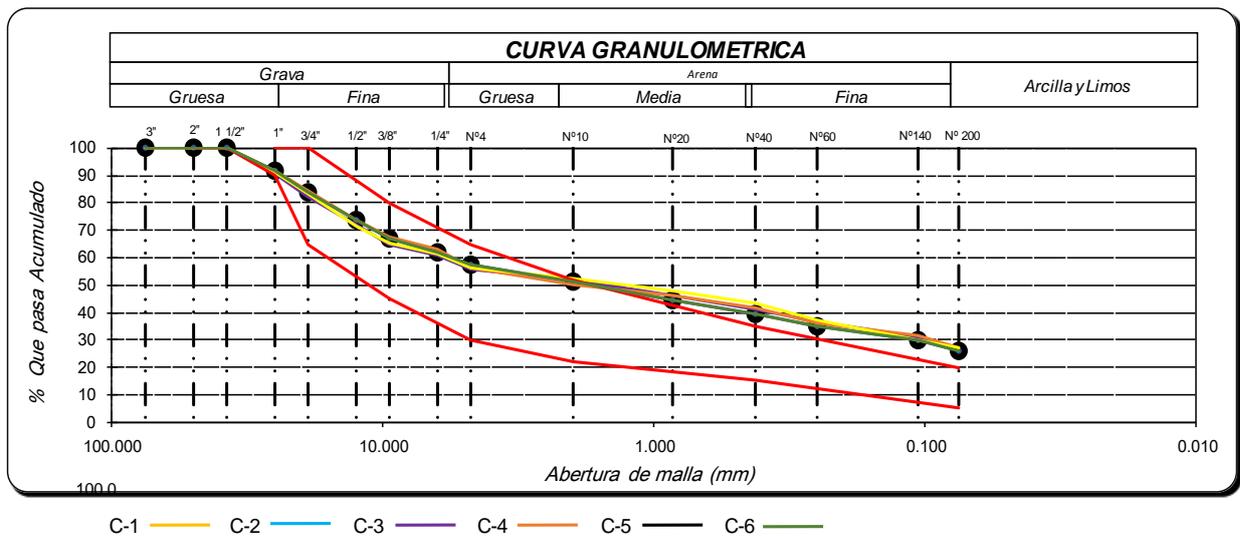
**Tabla 9.**

*Resumen de análisis granulométrico por tamizado - Cantera Las Paguillas*

MALLAS		% QUE PASA ACUM.	PARÁMETROS SEGÚN MTC					
PULGADAS	MILÍMETROS	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	
3"	75.000	100.00	100.00	100.00	100.00	100	100	
2"	50.000	100.00	100.00	100.00	100.00	100	100	100.0
1 1/2"	37.500	100.00	100.00	100.00	100.00	100	100	100.0
1"	25.000	91.44	91.6	90.35	92.65	91.3	91.7	90-100
3/4"	19.000	83.28	84.2	82.20	84.02	83.10	83.70	65-100
1/2"	12.500	71.30	73.7	72.02	73.04	73.5	73.9	
3/8"	9.500	65.58	67.4	64.62	67.44	67.3	67.2	45-80
1/4"	6.300	61.298	63.0	60.67	61.18	61.7	61.8	
N°4	4.750	56.537	56.6	55.77	57.02	57.5	57.2	30-65

N°10	2.000	52.203	50.3	51.55	50.27	51.2	51.2	22-52
N°20	0.850	47.909	46.1	46.01	44.70	44.8	44.7	
N°40	0.425	43.642	41.8	40.96	39.07	40.5	39.5	15-35
N°60	0.250	37.080	35.8	36.74	34.55	36.3	35.2	
N°140	0.106	30.036	31.3	30.96	29.72	31.1	29.8	
N°200	0.075	27.200	27.0	27.26	26.86	27.2	25.8	5-20
FONDO		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 37.** Resumen de curva granulométrica - Cantera Las Paguillas.

**Fuente.** Elaboración propia

**Análisis:** Presenta una curva granulométrica de agregados poco graduados, y mayor presencia de agregado fino, los que están fuera de los parámetros de material para afirmado en carreteras. Además la variación es corta entre los valores del porcentaje que pasa acumulado.

### 2.7.2.2. Contenido de humedad MTC E 108

Se realizó el ensayo del contenido de humedad para determinar el agua retenida que presenta la muestra en su estado natural. Se tomó cinco muestras de cada cantera en su estado natural, siendo un total de 10 ensayos realizados en laboratorio de mecánica de suelos.

Para la obtención de estos resultados se utilizó 800 gr de la muestra húmeda, seguido de colocarse al horno se pesó la muestra seca y se determinó el contenido de agua de la muestra. Los resultados se muestran en las siguientes tablas.

## Cantera La Loma

**Tabla 10.**

*Contenido de Humedad - Cantera La Loma*

DESCIPCIÓN	W (%)
C-1	11.02
C-2	11.48
C-3	11.14
C-4	10.68
C-5	10.54
<b>PROMEDIO</b>	<b>10.97</b>

*Fuente.* Elaboración propia

**Análisis:** La tabla presenta en porcentaje el contenido de humedad natural de la muestra extraída de las calicatas, teniendo como promedio  $W=10.97\%$ .

## Cantera Las Paguillas

**Tabla 11.**

*Contenido de Humedad - Cantera Las Paguillas*

DESCIPCIÓN	HUMEDAD (%)
C-1	13.86
C-2	13.93
C-3	13.11
C-4	12.87
C-5	13.04
C-6	12.91
<b>PROMEDIO</b>	<b>13.29</b>

*Fuente.* Elaboración propia

**Análisis:** La tabla presenta en porcentaje el contenido de humedad natural de la muestra extraída de las calicatas de la cantera, teniendo como promedio  $W=13.23\%$ .

### 2.7.2.3. Limite Líquido, Limite Plástico, Índice De Plasticidad

#### Cantera La Loma

**Tabla 12.**

Índice de plasticidad - Cantera La Loma

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	SEGÚN MANUAL MTC - EG 2013	
CALICATA 01	23.57	14.68	8.89	4%-9%	SI CUMPLE
CALICATA 02	26.99	19.06	7.93	4%-9%	SI CUMPLE
CALICATA 03	23.43	15.28	8.15	4%-9%	SI CUMPLE
CALICATA 04	26.92	18.71	8.21	4%-9%	SI CUMPLE
CALICATA 05	26.02	17.85	8.18	4%-9%	SI CUMPLE
		<b>PROMEDIO =</b>	8.27		

**Análisis:** En promedio presenta un índice de plasticidad de 8.27%, lo cual indica que la cantera presenta un índice de plasticidad adecuado; que está entre los parámetros que estipula el manual de carreteras del MTC para materiales de afirmado.

#### Cantera Las Paguillas

**Tabla 13.**

Índice de plasticidad - Cantera Las Paguillas

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	SEGÚN MANUAL MTC - EG 2013	
CALICATA 01	24.09	16.06	8.03	4%-9%	SI CUMPLE
CALICATA 02	28.24	20.70	7.55	4%-9%	SI CUMPLE
CALICATA 03	26.77	19.05	7.72	4%-9%	SI CUMPLE
CALICATA 04	27.26	19.20	8.07	4%-9%	SI CUMPLE
CALICATA 05	26.14	18.40	7.74	4%-9%	SI CUMPLE
CALICATA 06	27.58	20.17	7.41	4%-9%	SI CUMPLE
		<b>PROMEDIO =</b>	7.82		

**Análisis:** Presenta un índice de plasticidad de 10.53%, lo cual quiere decir que la cantera presenta un índice de plasticidad aceptable y está dentro de los parámetros que estipula el manual del MTC para materiales de afirmado.

#### 2.7.2.4. Contenido de sales totales MTC E 209

Determina el contenido de cloruros y sulfatos, solubles en agua de los agregados pétreos, este método sirve para efectuar controles debido a la rapidez de visualización y cuantificación de la existencia de sales.

El ensayo se desarrolló en laboratorio de mecánica de suelos de la universidad Señor de Sipán, se utilizó 50gr de muestra de suelo tamizado por la malla N°10 y 250 ml de agua destilada, se sumergió la muestra en una fiola con agua destilada y se agito durante 1 hora, pasado ese tiempo se pesó 50 gramos de agua pasado por un papel filtro y se colocó al horno para el día siguiente determinar el contenido de sales totales.

#### Cantera la loma

**Tabla 14.**

*Contenido de Sales Solubles Totales -Cantera La Loma*

DESCRIPCIÓN	SST (%)
C-01	0.10
C-02	0.10
C-03	0.10
C-04	0.20
C-05	0.10

**Análisis:** El porcentaje promedio de contenido de sales que presenta el material de la cantera La Loma es mínimo que es igual al 0.10%, y está dentro de los parámetros para material de afirmado en carreteras según manual del MTC.

#### Cantera las paguillas

**Tabla 15.**

*Contenido de Sales Solubles Totales - Cantera Las Paguillas*

DESCRIPCIÓN	SST (%)
C-01	0.10
C-02	0.10
C-03	0.20
C-04	0.20
C-05	0.10
C-06	0.10

**Análisis:** El porcentaje promedio de contenido de sales que presenta el material de la cantera Las Paguillas en su estado natural es mínimo, igual al 0.20%, y está dentro de los parámetros para material de afirmado en carreteras según manual del MTC.

#### 2.7.2.5. Clasificación del suelo por método SUCS y AASHTO, ASTM D 2487

##### AASHTO I 45

##### Cantera La Loma

Clasificación (S.U.C.S.)	<b>GC</b>
Descripción del suelo <b>Grava arcillosa con arena</b>	
Clasificación (AASHTO)	A-2-4 (0)
Descripción <b>BUENO</b>	

**Análisis:** La cantera La Loma, en la clasificación SUCS presenta un tipo de suelo GC (suelo de grava arcillosa con arena). En la clasificación AASHTO presenta un tipo de suelo A-2-4, entonces es un material de buena calidad.

##### Cantera Las Paguillas

Clasificación (S.U.C.S.)	<b>GC</b>
Descripción del suelo <b>Grava arcillosa con arena</b>	
Clasificación (AASHTO)	A-2-4 (0)
Descripción <b>BUENO</b>	

**Análisis:** La cantera Las Paguillas en la clasificación SUCS presenta un tipo de suelo GC (suelo de grava arcillosa con arena). En la clasificación AASHTO presenta un tipo de suelo A-2-4, entonces es un material de buena calidad.

### 2.7.2.6. Ensayo de los Ángeles (ABRASIÓN) MTC E 207

Se realizó en laboratorio de mecánica de suelos de la universidad Señor de Sipán usando la máquina de abrasión de los ángeles para determinar el porcentaje del desgaste del agregado grueso.

#### Cantera La Loma

**Tabla 16.**

*Ensayo de los Ángeles - Cantera La Loma*

% de desgaste por abrasión	68.6%
% de uniformidad	1.0%

**Fuente.** Elaboración propia

**Análisis:** La cantera la loma presenta un 68.62% del desgaste del agregado grueso, lo cual según manual de carreteras del MTC para materiales de afirmado no es aceptable; ya que estipula que el porcentaje máximo de los agregados es el 50% de su peso total.

#### Cantera Las Paguillas

**Tabla 17.**

*Ensayo de los Ángeles - Cantera Las Paguillas*

% de desgaste por abrasión	54.3%
% de uniformidad	1.0%

**Fuente.** Elaboración propia

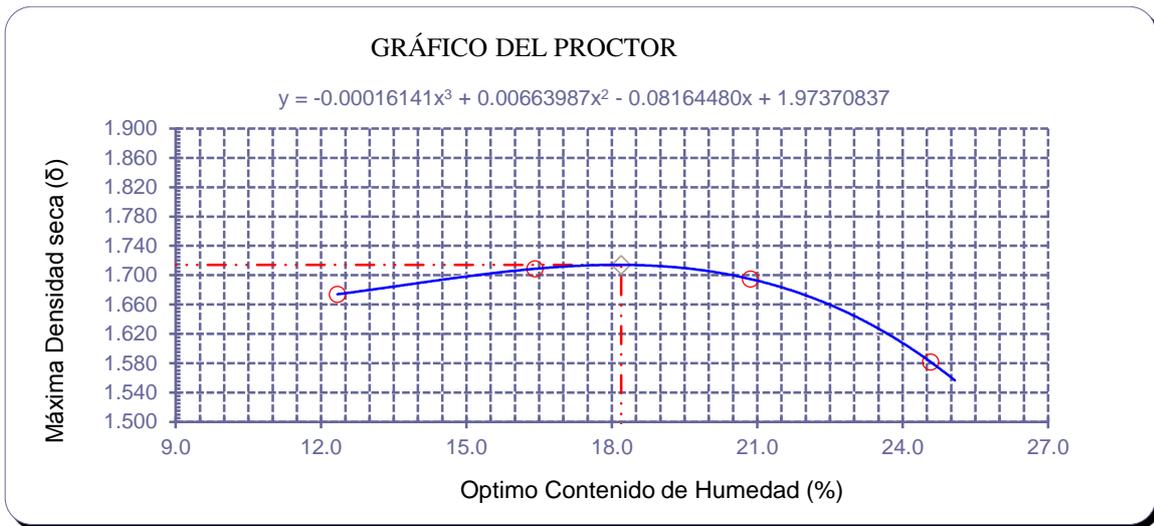
**Análisis:** La cantera la loma presenta un 54.3% del desgaste del agregado grueso, lo cual según manual de carreteras del MTC para materiales de afirmado no es aceptable; ya que estipula que el porcentaje máximo de los agregados es el 50% de su peso total.

### 2.7.2.7. Ensayo de Próctor Modificado MTC E 115

Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación).

El ensayo se desarrolló en el laboratorio de mecánica de suelos de la universidad Señor de Sipán haciendo uso de los equipos Próctor con una compactación de 56 golpes para 4 muestras.

### Cantera Las Paguillas



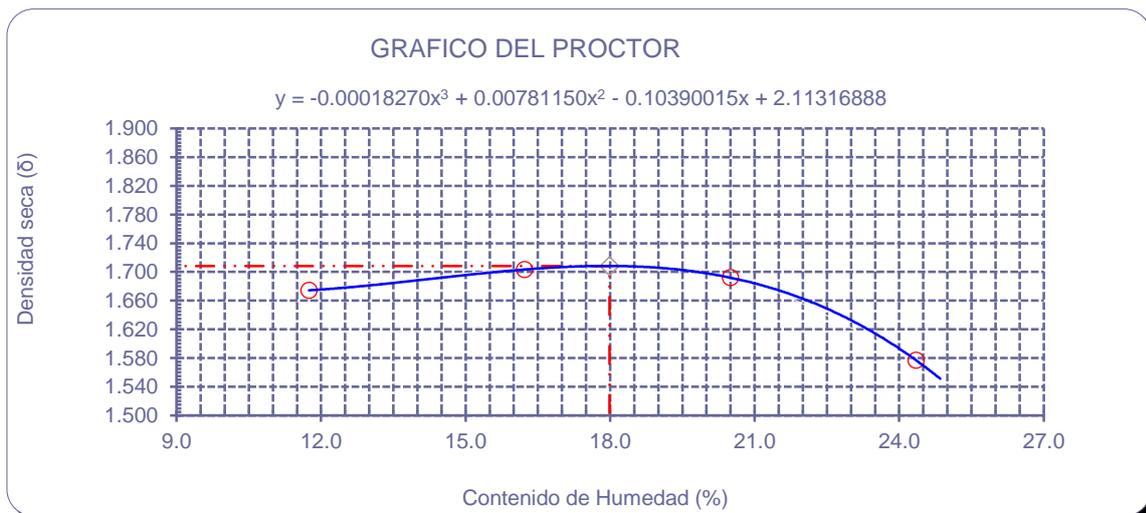
**Figura 38.** Curva Próctor, Optimo Contenido de Humedad vs Máxima Densidad Seca

**Fuente.** Elaboración propia

Máxima densidad seca	1.714	g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	18.19	%

**Análisis:** A través de la curva se logró determinar la máxima densidad seca 1.714 g/cm<sup>3</sup> y el óptimo contenido de humedad 18.19%, lo cual ayudara para determinar índice de resistencia del suelo en el ensayo de CBR.

### Cantera La Loma



**Figura 39.** Curva Próctor, Optimo Contenido de Humedad vs Máxima Densidad Seca

**Fuente.** Elaboración propia

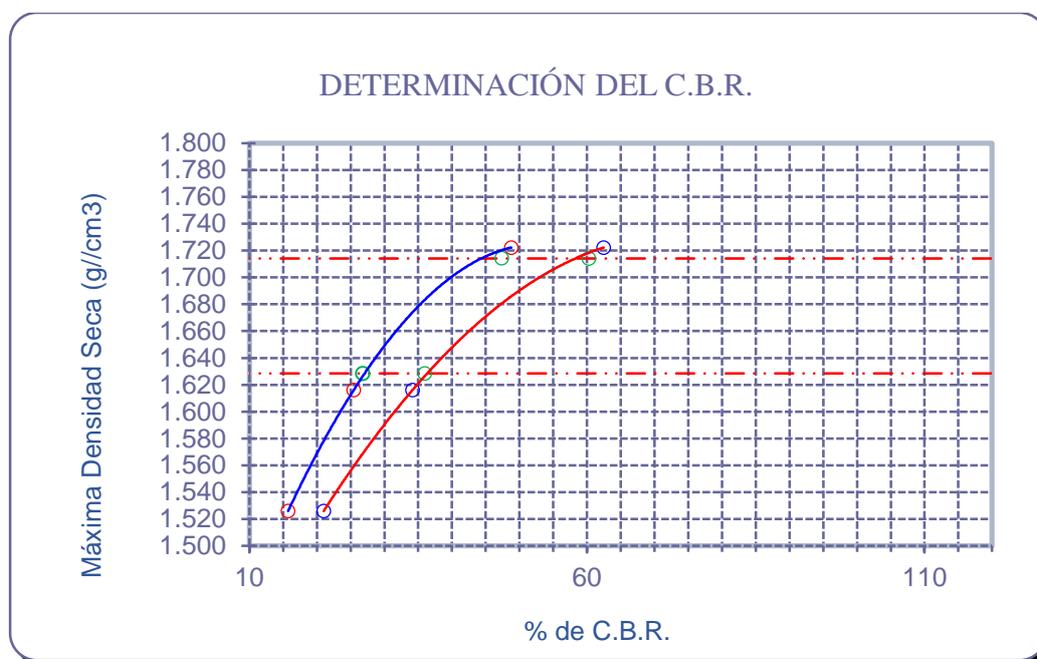
DENSIDAD MÁXIMA SECA	(M.D.S)	<b>1.708 g/cm<sup>3</sup></b>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	(O.C.H)	<b>17.99 %</b>

**Análisis:** A través de la curva se logró determinar la máxima densidad seca 1.708 y el óptimo contenido de humedad 17.99 %, lo cual ayudara para determinar índice de resistencia del suelo en el ensayo de CBR.

### 2.7.2.8. Ensayo CBR MTC E 132

Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base. Además se logra determinar un índice el cual se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos, en este caso de afirmado.

#### Cantera Las Paguillas



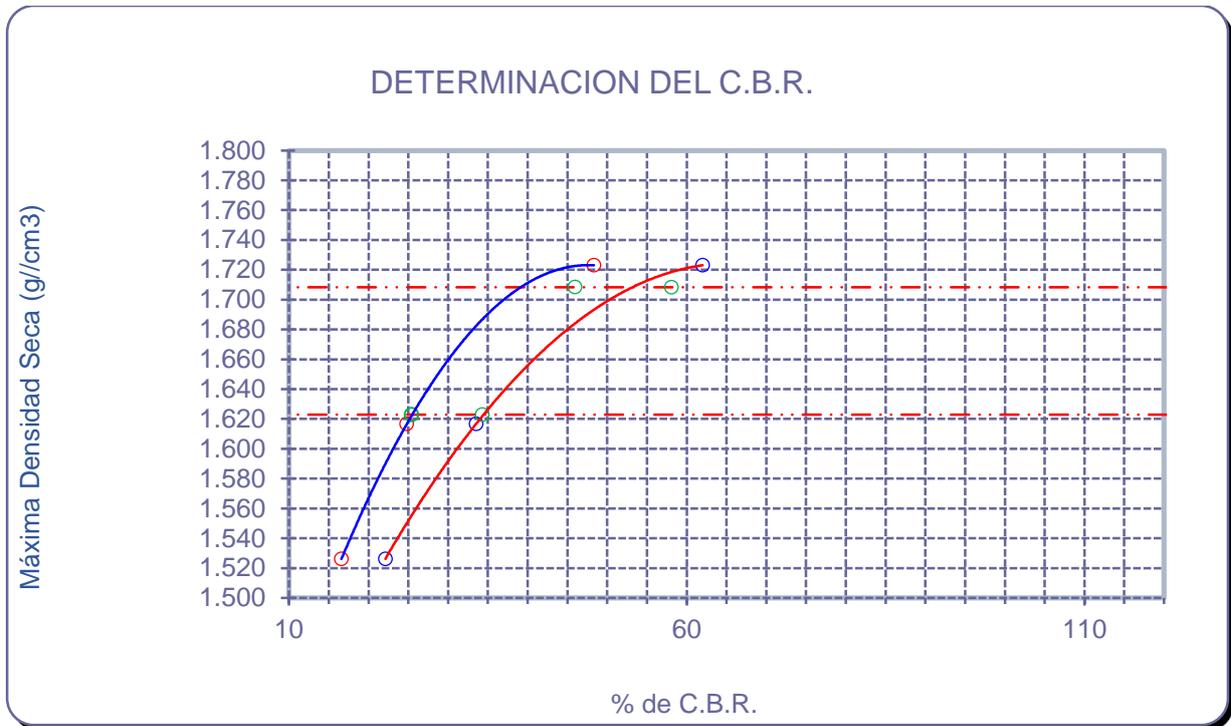
**Figura 40.** Curva C.B.R

**Fuente.** Elaboración propia

	VALOR DEL C.B.R.			
	0.1"		0.2"	
C.B.R. AL 100%	<b>47.4</b>	%	<b>60.3</b>	%
C.B.R. AL 95%	<b>26.8</b>	%	<b>36.0</b>	%

**Análisis:** El material de la cantera la loma se evaluó con un C.B.R al 100% en el cual se determinó una resistencia de 47.4% lo cual indica que está dentro de los parámetros de resistencia del suelo para material de afirmado en carreteras, según manual de carreteras del MTC la resistencia mínima de C.B.R debe ser 40%.

**Cantera La Loma**



**Figura 41.** Curva C.B.R

**Fuente.** Elaboración propia

VALOR DEL C.B.R.				
	0.1"		0.2"	
C.B.R. AL 100%	<b>46.0</b>	%	<b>58.1</b>	%
C.B.R. AL 95%	<b>25.4</b>	%	<b>34.3</b>	%

**Análisis:** El material de la cantera la loma se evaluó con un C.B.R al 100% en el cual se determinó una resistencia de 46.0%, lo cual indica que está dentro de los parámetros de resistencia del suelo para material de afirmado en carreteras, según manual de carreteras del MTC la resistencia mínima de C.B.R debe ser 40%.

## 2.8. Resumen de resultados cantera La Loma y cantera Las Paguillas

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los resultados de estudio de mecánica de suelos desarrollados en laboratorio, se da a conocer las características físicas y mecánicas de cada cantera (cantera La Loma y cantera Las Paguillas) según especificado en el Manual de carreteras del MTC vigente.

**Tabla 18.**

*Resumen de resultado, cantera La Loma.*

ENSAYO	DATOS OBTENIDOS EN LABORATORIO
	CANTERA LA LOMA
Análisis granulométrico por tamizado MTC E 107	Mayor presencia de finos
Contenido de humedad MTC E 108	W= 10.97%
Clasificación del suelo por método SUCS, ASTM D 2487	GC (Grava arcillosa con arena)
Clasificación del suelo por método AASHTO I 45	A-2-6
Índice de plasticidad MTC E 111	IP= 8.27%
Abrasión Los Ángeles MTC E 207	%de desgaste = 68.6%
Próctor Modificado MTC E 115	(M.D.S)= 1.708 g/cm <sup>3</sup> (O.C.H) = 17.99%
CBR MTC E 132	Valor al 100% = 46.0%
Contenido de sales totales solubles MTC E 209	SST= 0.10%, ppm= 1000

**Fuente.** Elaboración propia

**Tabla 19.**

*Resumen de resultado, cantera Las Paguillas.*

ENSAYO	DATOS OBTENIDOS EN LABORATORIO
	CANTERA LAS PAGUILLAS
Análisis granulométrico por tamizado MTC E 107	Mayor presencia de finos
Contenido de humedad MTC E 108	W= 13.29%
Clasificación del suelo por método SUCS, ASTM D 2487	GC (Grava arcillosa con arena)
Clasificación del suelo por método AASHTO I 45	A-2-4
Índice de plasticidad MTC E 111	IP= 7.82%
Abrasión Los Ángeles MTC E 207	%de desgaste = 54.3%
Próctor Modificado MTC E 115	(M.D.S)= 1.714 g/cm <sup>3</sup> (O.C.H) = 18.19 %
CBR MTC E 132	Valor al 100% = 47.4%
Contenido de sales totales solubles MTC E 209	SST= 0.20 % , ppm= 2000

*Fuente.* Elaboración propia

## 2.9. Cantera Limones

### Levantamiento con GPS cantera Limones

**Tabla 20.**

*Libreta de campo, levantamiento topográfico de la cantera Limones*

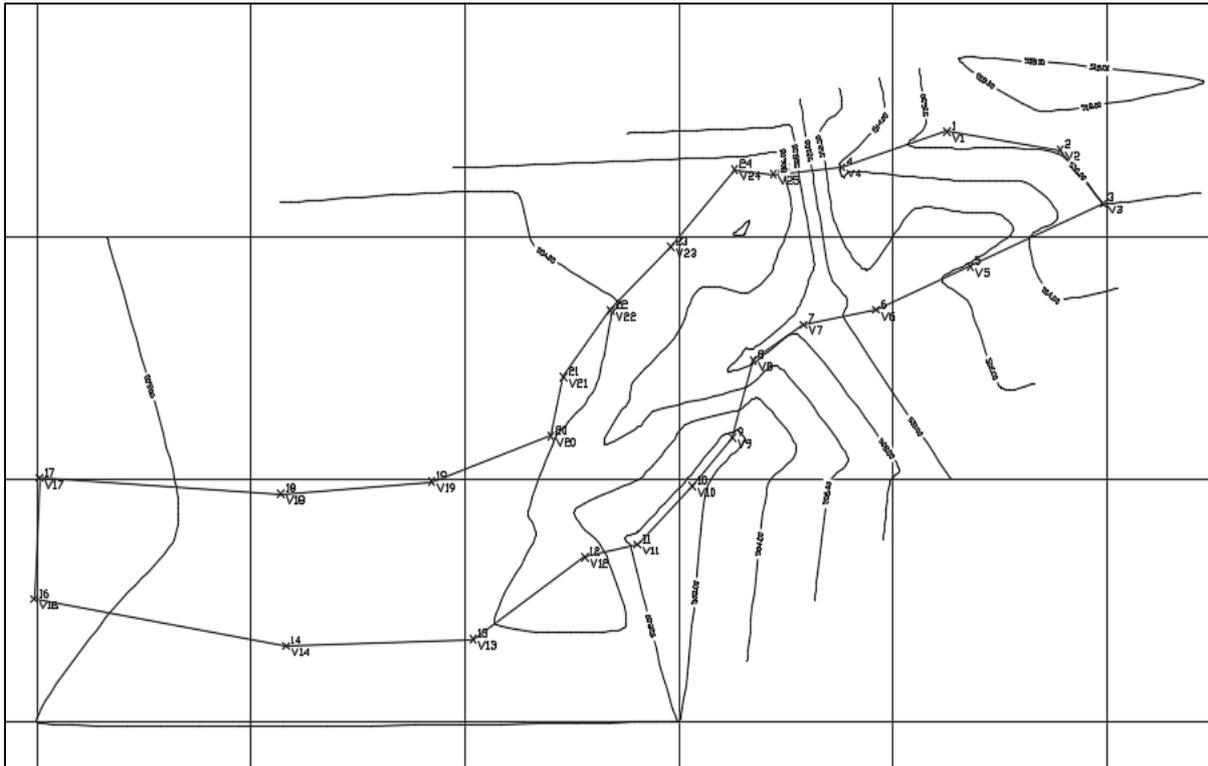
LIBRETA DE CAMPO				
<b>RESPONSABLE</b> : BACH. LOZADA TIGLLA EDWAR FRANCIS				
<b>LUGAR</b> : CANTERA LIMONES				
PUNTO	DESCRIPCIÓN	COTA (m.s.n.m)	NORTE	ESTE

29	Calicata 01	513.1	9337834.69	763691.01
28	Calicata 02	508.45	9337878.07	763801.83
32	Calicata 03	502.62	9337906.32	763856.69
26	Calicata 04	513.1	9337837.08	763749.53
1	V1	517.04	9337921.91	763862.56
2	V2	516.17	9337918.00	763889.00
3	V3	516.02	9337907.00	763899.00
4	V4	514.21	9337914.47	763837.96
5	V5	517.04	9337894.00	763868.00
6	V6	511.12	9337885.00	763846.00
7	V7	508.6	9337882.00	763829.00
8	V8	508.38	9337874.64	763817.30
9	V9	501.5	9337858.63	763812.45
10	V10	501.95	9337848.69	763803.14
11	V11	501.68	9337836.55	763790.30
12	V12	505.4	9337834.00	763778.00
13	V13	503.64	9337817.03	763751.83
14	V14	503.14	9337815.62	763708.17
16	V16	501.5	9337825.29	763649.38
17	V17	501.95	9337850.28	763650.68
18	V18	502.37	9337847.00	763707.00
19	V19	502.54	9337849.53	763742.20
20	V20	503.75	9337859.00	763770.00
21	V21	502.15	9337871.17	763773.02
22	V22	503.89	9337884.92	763783.96
23	V23	504.64	9337898.00	763798.00
24	V24	505.06	9337914.00	763813.00
25	V25	504.41	9337913.00	763822.00

**Fuente.** Elaboración propia

**Análisis:** La zona presenta una topografía llana. La cantera Limones se intersecta con el carretera Hualango en el kilómetro 1+520, cabe mencionar que esta cantera es proveniente de la quebrada limones, y se ha delimitado un área de 8154.20 m<sup>2</sup>,

Además se tomaron las coordenadas de los cuatro puntos de investigación (calicatas) las que se muestran en el plano en planta. Ver (anexo N° 06)



**Figura 42.** Plano en planta - Cantera Limones, (ver anexo 06)

**Fuente.** Elaboración propia

Los ensayos que se realizaron en laboratorio de mecánica de suelos para la cantera Limones son los que se mencionan a continuación:

Análisis granulométrico por tamizado MTC E 107

Contenido de humedad MTC E 108

Límite plástico MTC E 110

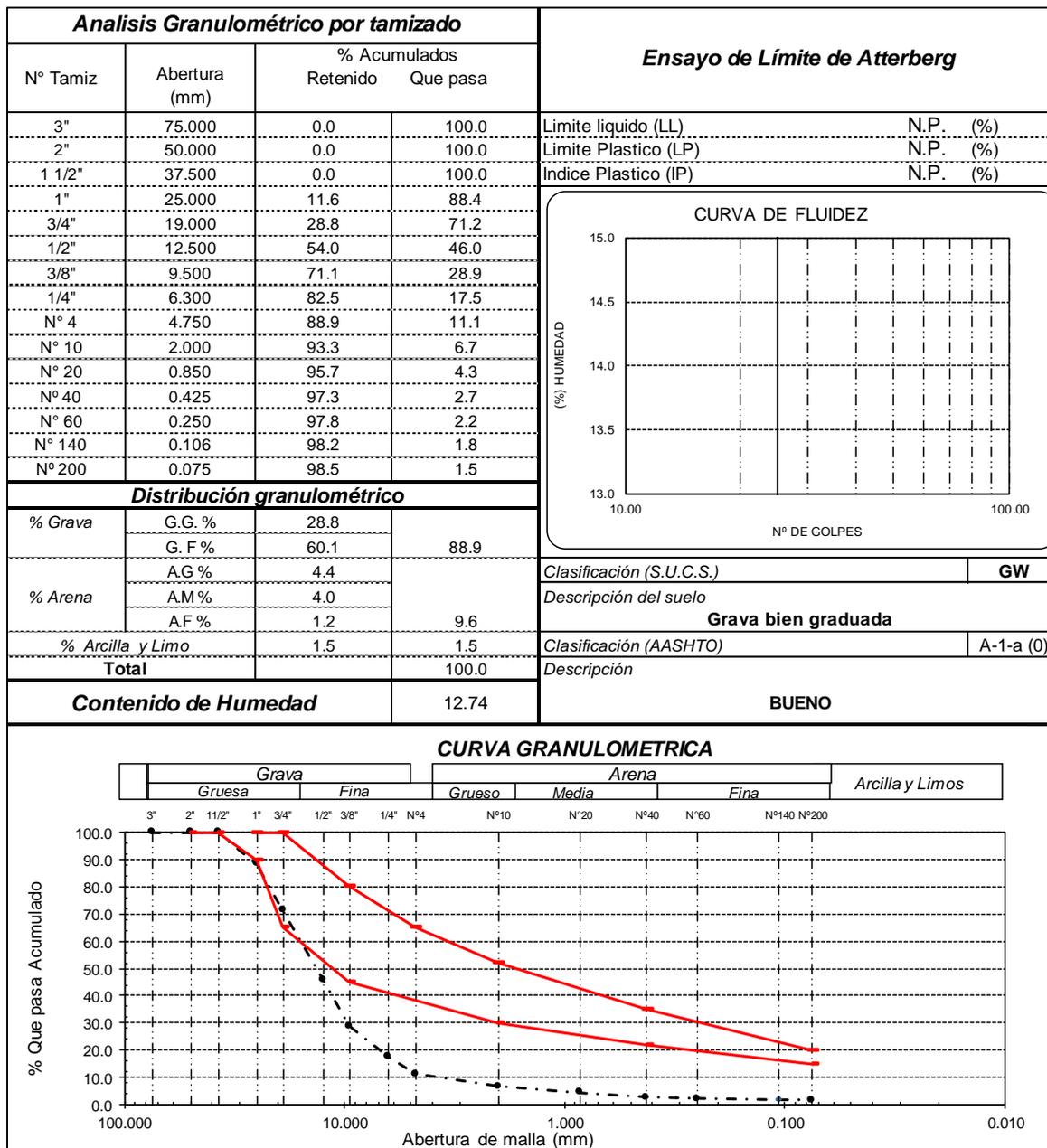
Índice de plasticidad MTC E 111

Límite líquido MTC E 111

Clasificación del suelo por método SUCS y AASHTO, ASTM D 2487 AASHTO I 45

Ensayo de los Ángeles (ABRASIÓN) MTC E 207.

Se presenta un resumen de los datos obtenidos de los ensayos que se realizaron en laboratorio de mecánica de suelos para la cantera Limones.



**Fuente.** Elaboración propia

**a) Análisis granulométrico por tamizado**

**Análisis:** Presenta una curva granulométrica de los agregados, con mayor presencia de agregado grueso, los que están fuera de los parámetros de material para afirmado en carreteras según manual de carreteras del MTC.

**b) Contenido de humedad**

**Análisis:** La tabla presenta en porcentaje el contenido de humedad natural de la muestra extraída de las calicatas, teniendo como promedio  $W=12.74\%$ .

**c) Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad**

**Análisis:** No presenta LL, LP e IP.

**d) Clasificación del suelo por método SUCS y AASHTO**

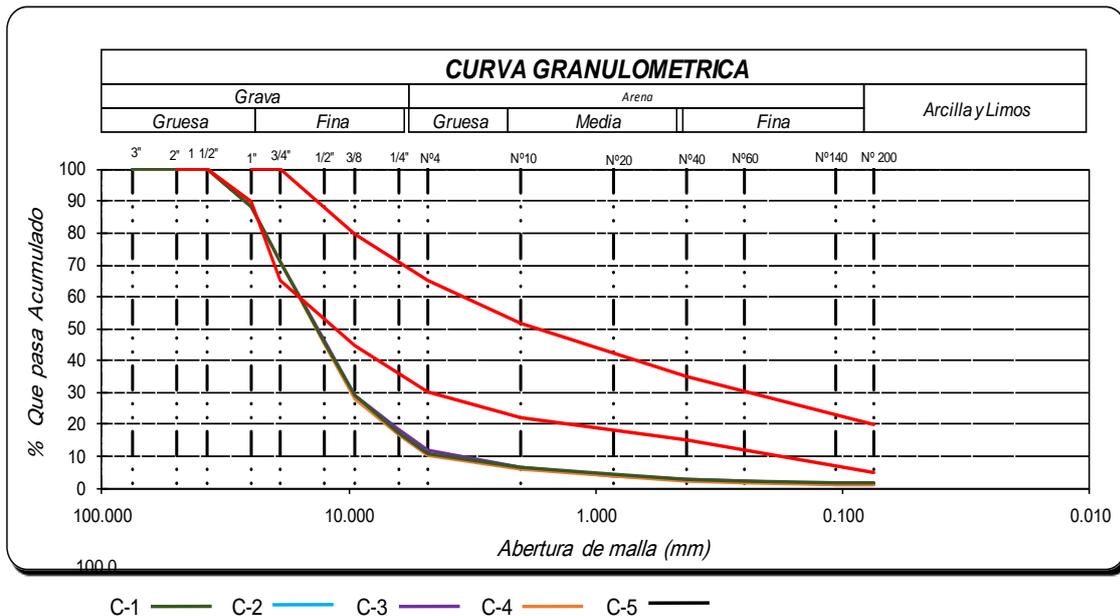
**Análisis:** La cantera Limones, en la clasificación SUCS presenta un tipo de suelo GW (Grava bien gradada). En la clasificación AASHTO presenta un tipo de suelo A-1-a, entonces es un material de buena calidad.

**Tabla 21.**

*Resumen de análisis granulométrico por tamizado - Cantera Limones*

MALLAS		% QUE PASA ACUM.	PARÁMETROS SEGÚN MTC			
PULGADAS	MILÍMETROS	C-1	C-2	C-3	C-4	
3"	75.000	100.00	100.00	100.00	100.00	
2"	50.000	100.00	100.00	100.00	100.00	100.0
1 1/2"	37.500	100.00	100.00	100.00	100.00	100.0
1"	25.000	88.40	88.4	88.40	88.30	90-100
3/4"	19.000	71.20	70.9	70.90	71.10	65-100
1/2"	12.500	46.00	45.4	46.50	46.90	
3/8"	9.500	28.90	28.1	29.40	29.10	45-80
1/4"	6.300	17.500	16.6	18.30	17.70	
Nº4	4.750	11.100	10.2	11.80	12.10	30-65
Nº10	2.000	6.700	5.9	6.50	7.40	22-52
Nº20	0.850	4.300	3.6	4.10	4.70	
Nº40	0.425	2.700	2.2	2.70	2.90	15-35
Nº60	0.250	2.200	1.7	2.00	2.10	
Nº140	0.106	1.800	1.3	1.30	1.60	
Nº200	0.075	1.500	1.0	1.00	1.20	5-20
FONDO		0.00	0.00	0.00	0.00	

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 43.** Resumen de curva granulométrica - Cantera La Limones

**Fuente.** Elaboración propia

**e) Ensayo de los Ángeles (ABRASIÓN) MTC E 207**

**Tabla 22.**

Ensayo de los Ángeles - Cantera La Loma

% de desgaste por abrasión	17.2%
% de uniformidad	1.0%

**Análisis:** La cantera Limones presenta un 17.2% del desgaste del agregado grueso, lo cual según manual de carreteras del MTC para materiales de afirmado sí es aceptable; ya que estipula que el porcentaje máximo de los agregados es el 50% de su peso total.

## **2.10. Combinación de los agregados**

Una vez obtenidos los resultados en laboratorio de mecánica de suelos, de las canteras Hualango (Cantera La Loma, Cantera Las Paguillas y Cantera Limones), se realizó el siguiente diseño de mezcla añadiendo la cantidad de agregados de cada cantera en porcentajes entre, Cantera La Loma (45%) - Cantera Limones (55%), y de la misma manera un diseño de mezcla entre, Cantera Las Paguillas (55%) - Cantera Limones (45%). Mejorando la gradación con la combinación de materiales como también sus características físicas y mecánicas.

Con el diseño de mezcla realizado entre las canteras Hualango, se hace mención a los siguientes ensayos realizado en laboratorio de mecánica de suelos:

Análisis granulométrico por tamizado MTC E 107

Contenido de humedad MTC E 108

Límite plástico MTC E 110

Índice de plasticidad MTC E 111

Límite líquido MTC E 111

Clasificación de suelos por el método SUCS y AASHTO - ASTM D2487, I45

Abrasión Los Ángeles MTC E 207

Próctor Modificado MTC E 115

CBR MTC E 132

### **2.10.1. Combinación de agregados Cantera La Loma (45%) + Cantera Limones (55%)**

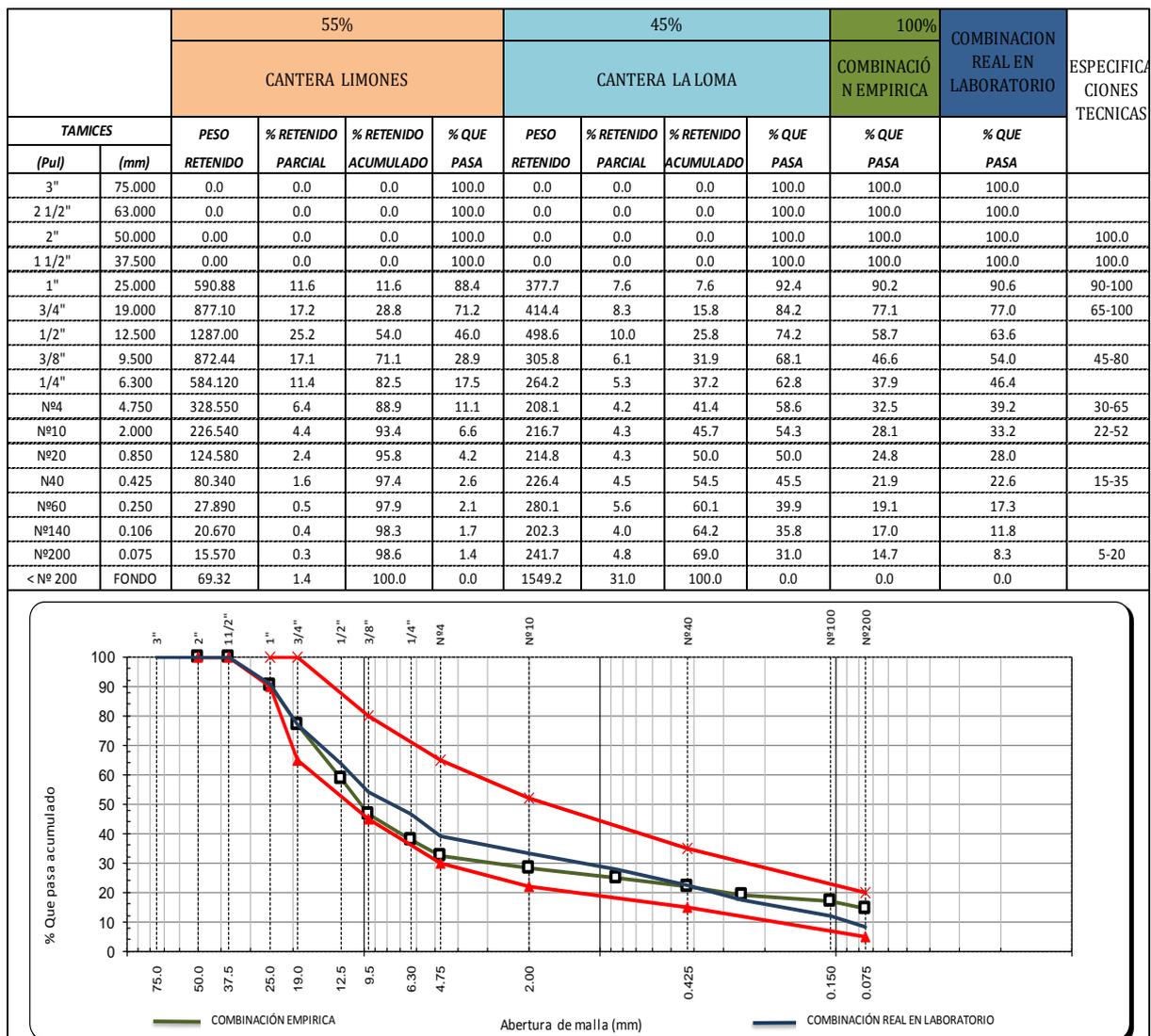
#### **Características físicas.**

En la siguiente tabla se muestran los resultados de las características físicas del material combinado en porcentajes.

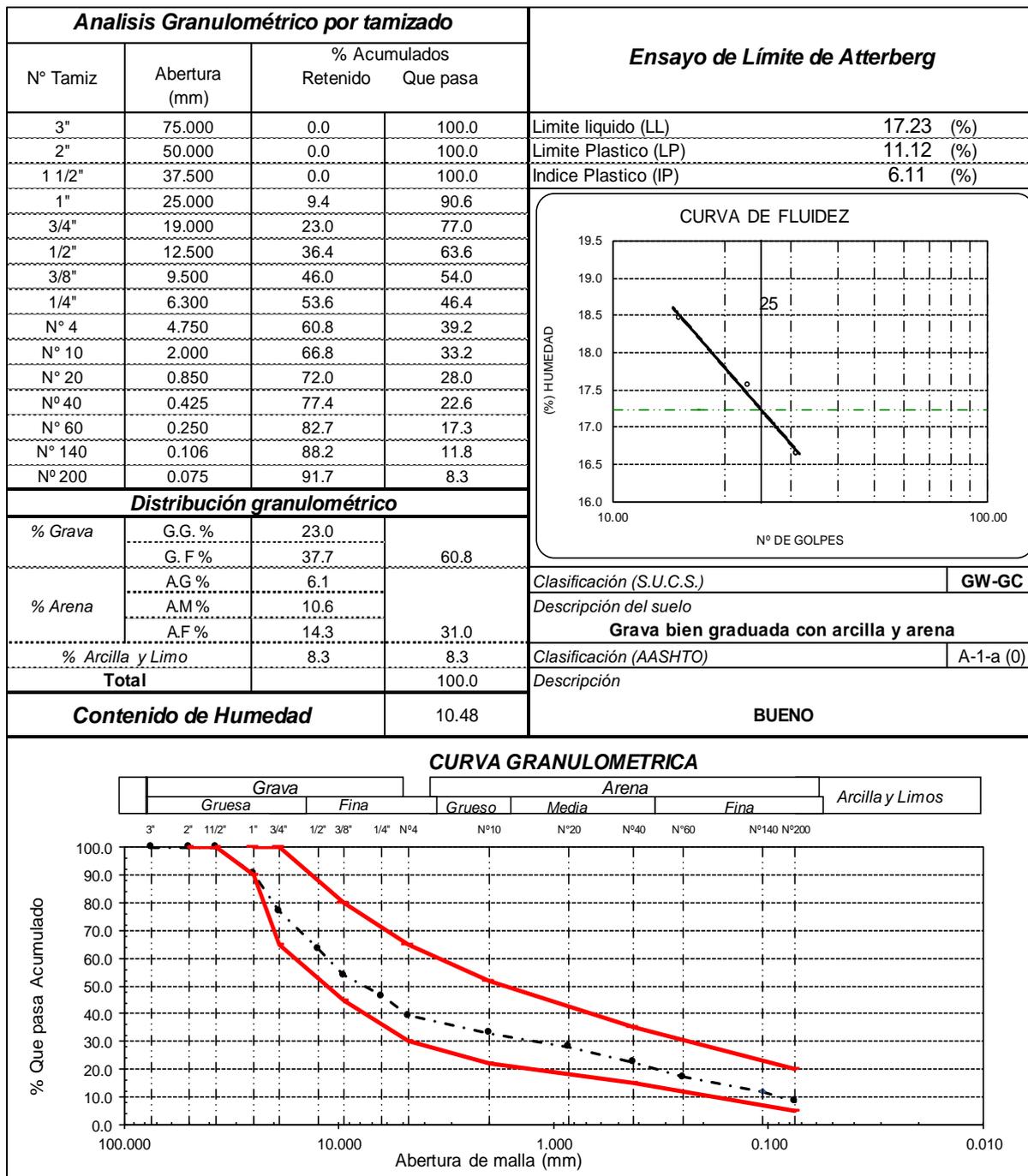
En la siguiente tabla se muestran los resultados de la combinación granulométrica entre canteras en ciertos porcentajes, además se puede apreciar la diferencia de las curvas granulométricas entre el material combinado empíricamente y la combinación real en laboratorio, cabe mencionar que las curvas granulométricas se ajustan a las especificaciones Técnicas del manual de carreteras del MTC.

**Tabla 23.**

*Combinación de agregados Cantera La Loma + Cantera Limones*



**Fuente.** Elaboración propia



**Fuente.** Elaboración propia

**Análisis:**

Según la curva granulométrica presenta una buena graduación, que está dentro de los parámetros para material de afirmado en carreteras que estipula el manual de carreteras del MTC.

Presenta un límite líquido LL=17.23%, un límite plástico LP=11.12% y un índice de plasticidad IP= 6.11%, lo cual indica un índice de plasticidad adecuado; que está entre los

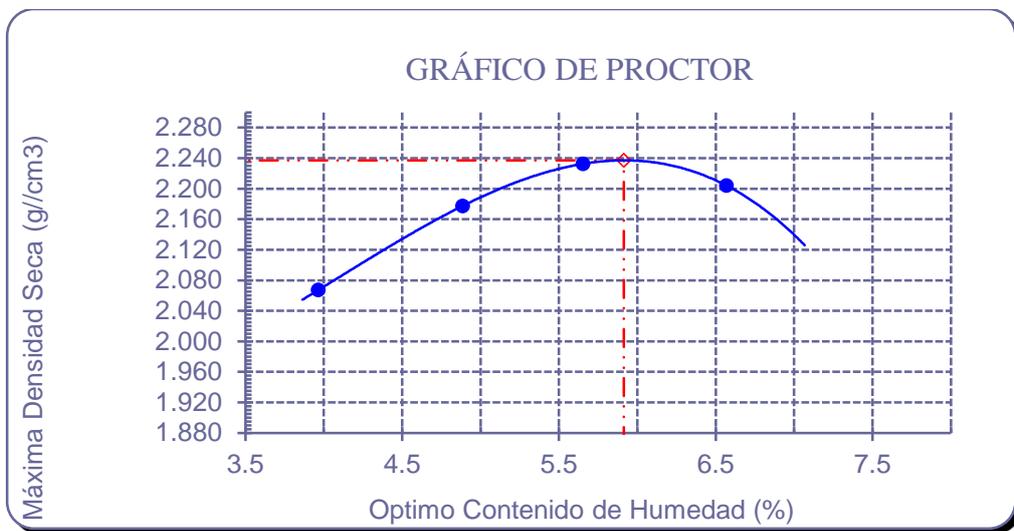
parámetros que estipula el manual de carreteras del MTC para materiales de afirmado (IP entre 4% - 9%). Y Presenta un contenido de humedad de 10.48%.

Según la clasificación SUCS, es un suelo de Grava bien graduada con arcilla y arena (GW-GC). Y según la clasificación AASHTO es un suelo de buena graduación (A-1-a)

**Características Mecánicas.**

A continuación se muestran los resultados de las características mecánicas del material combinado en porcentajes.

**Próctor Modificado MTC E 115.**



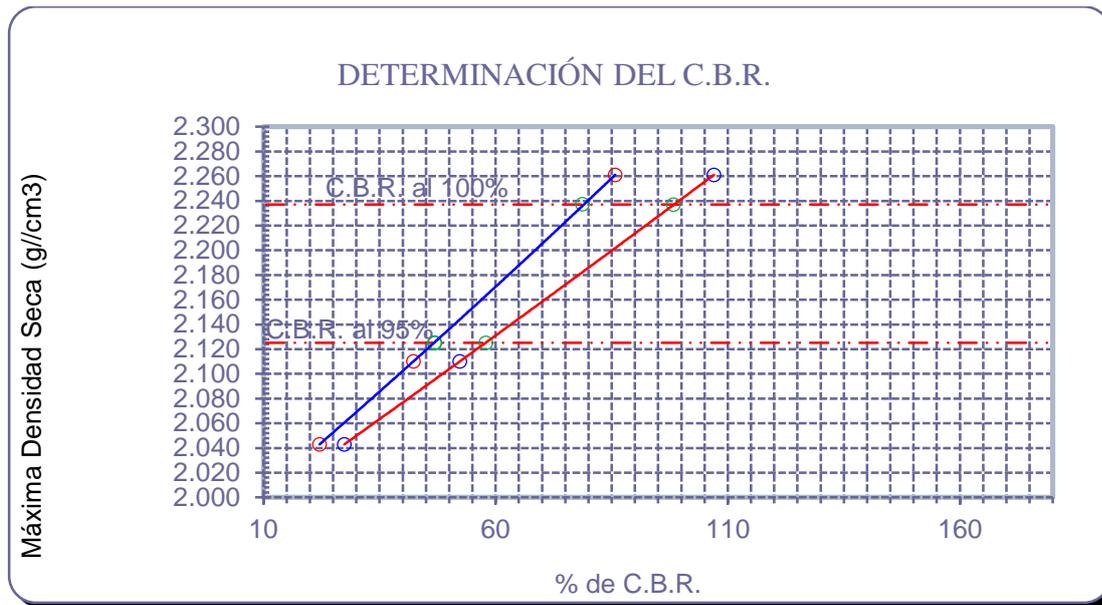
**Figura 44.** Curva Próctor, Óptimo Contenido de Humedad vs Máxima Densidad Seca

**Fuente.** Elaboración propia

Máxima densidad seca	2.237 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	5.91%

**Análisis:** A través de la curva se logró determinar la máxima densidad seca 2.237 g/cm<sup>3</sup> y el óptimo contenido de humedad 5.91%, lo cual ayudara para determinar índice de resistencia del suelo en el ensayo de CBR.

## CBR MTC E 132



**Figura 45.** Curva C.B.R

**Fuente.** Elaboración propia

	VALOR DEL C.B.R.	
	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100%	<b>78.7</b> %	<b>98.3</b> %
C.B.R. AL 95%	<b>46.9</b> %	<b>57.9</b> %

**Análisis:** El material seleccionado se evaluó con un C.B.R al 100% en el cual se determinó una resistencia de 78.7% lo cual indica que está dentro de los parámetros de resistencia del suelo para material de afirmado en carreteras, según manual de carreteras del MTC la resistencia mínima de C.B.R debe ser 40%.

### **Abrasión Los Ángeles MTC E 207.**

% de desgaste por abrasión	30.1%
% de uniformidad	1.0%

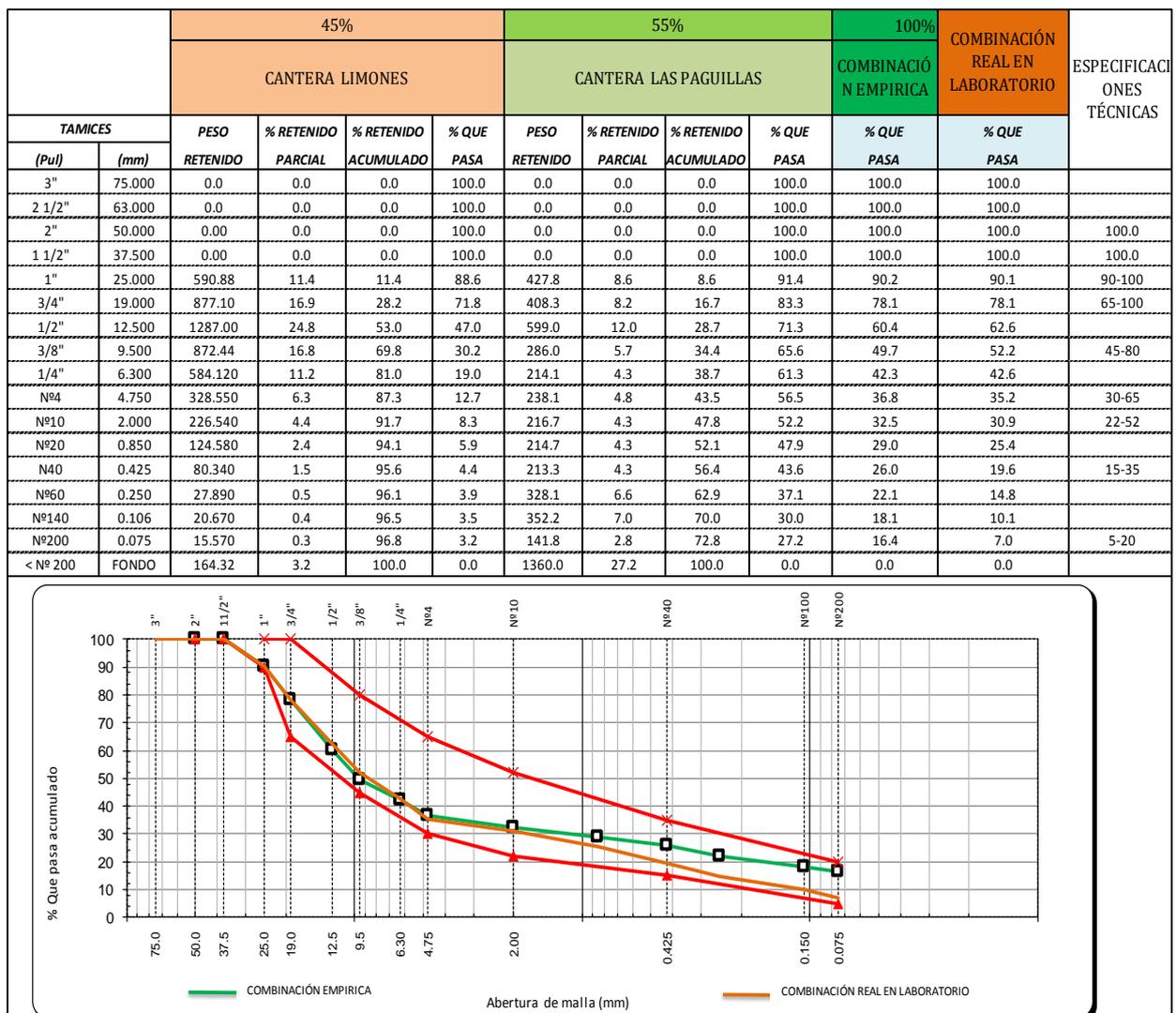
**Análisis:** El material seleccionado presenta un 30.1% del desgaste del agregado grueso, lo cual según manual de carreteras del MTC para materiales de afirmado es aceptable; ya que estipula que el porcentaje máximo de los agregados es el 50% de su peso total.

## 2.10.2. Combinación de agregados Cantera Las Paguillas (55%) + Cantera Limones (45%).

De la misma manera en la tabla siguiente se muestran los resultados de la combinación granulométrica entre canteras en ciertos porcentajes, además se puede apreciar la diferencia de las curvas granulométricas entre el material combinado empíricamente y la combinación real en laboratorio. Cabe mencionar que las curvas granulométricas se ajustan a las especificaciones Técnicas del manual de carreteras del MTC.

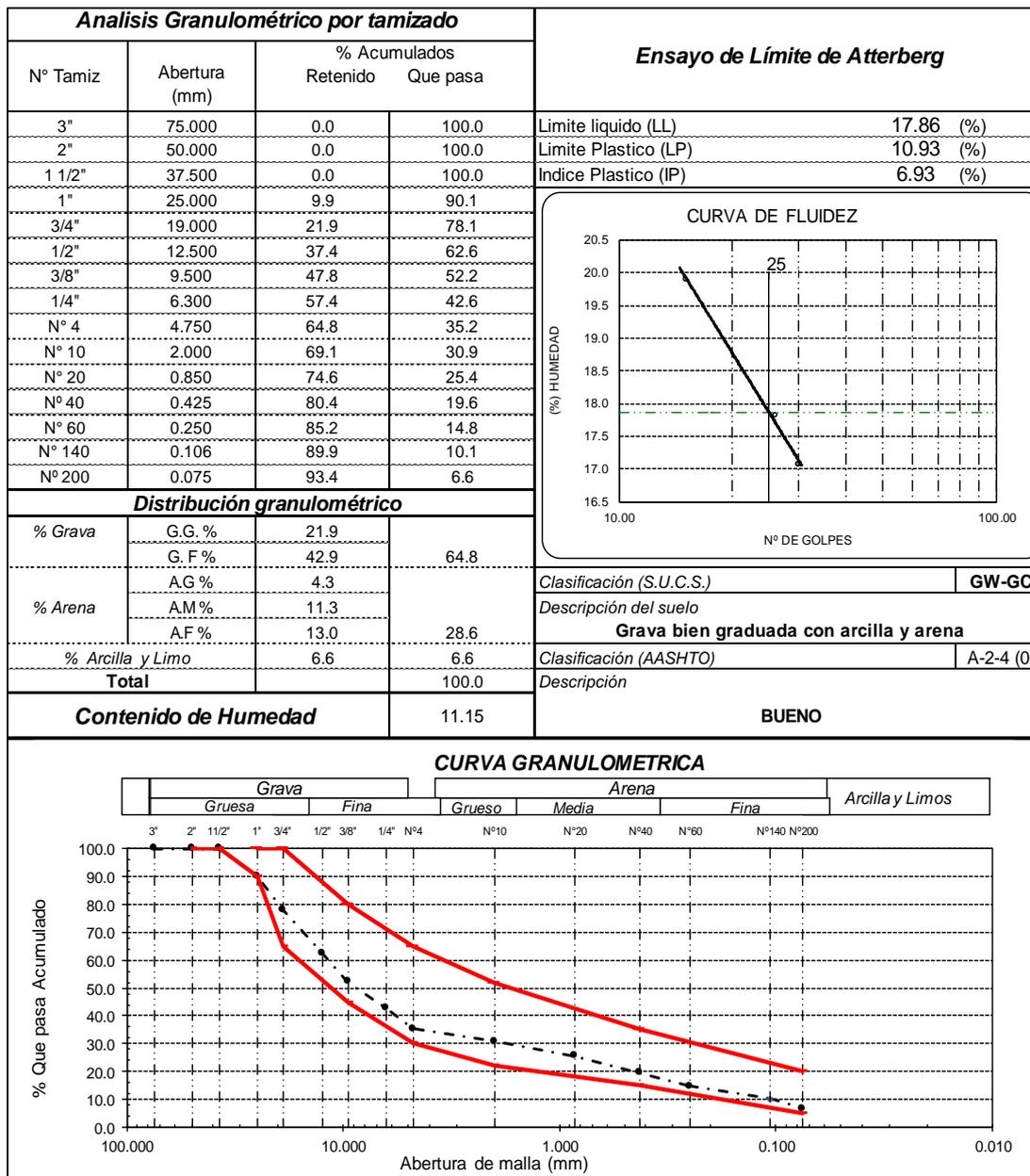
**Tabla 24.**

*Combinación de agregados Cantera Las Paguillas + Cantera Limones*



**Fuente.** Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestran los resultados de las características físicas del material combinado en porcentajes.



**Fuente.** Elaboración propia

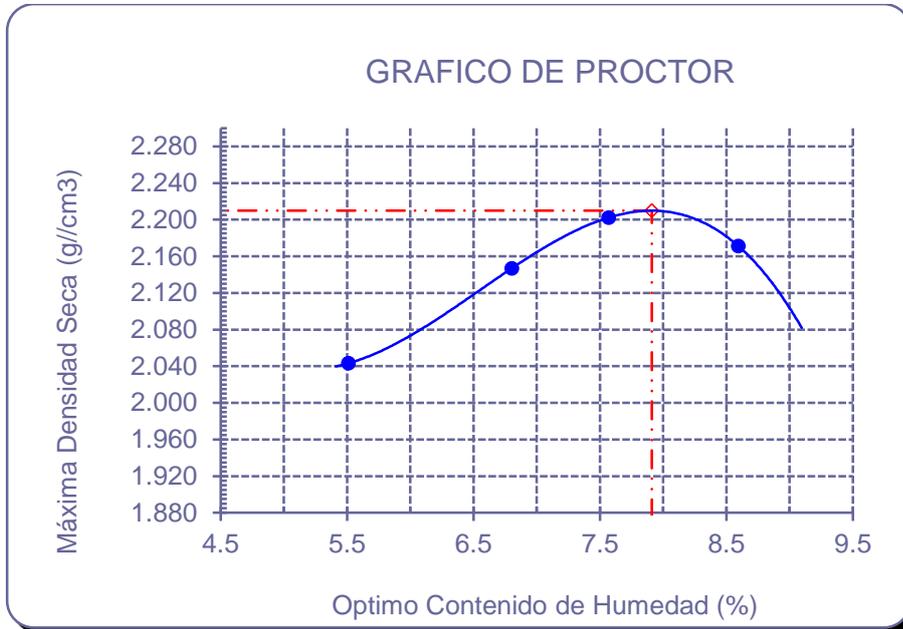
**Análisis.**

Según la curva granulométrica presenta una buena graduación, y se ajusta a lo establecido en las especificaciones técnicas, ya que está dentro de los parámetros para material de afirmado que estipula el manual de carreteras del MTC.

Presenta un límite líquido LL=17.86%, un límite plástico LP=10.93% y un índice de plasticidad IP= 6.93%, lo cual indica que la cantera presenta un índice de plasticidad adecuado; que está entre los parámetros que estipula el manual de carreteras del MTC para materiales de afirmado (IP entre 4% - 9%). Y Presenta un contenido de humedad de 11.15%.

Según la clasificación SUCS, es un suelo de Grava bien graduada con arcilla y arena (GW-GC). Y según la clasificación AASHTO es un suelo de buena graduación (A-2-4).

**Próctor Modificado MTC E 115.**



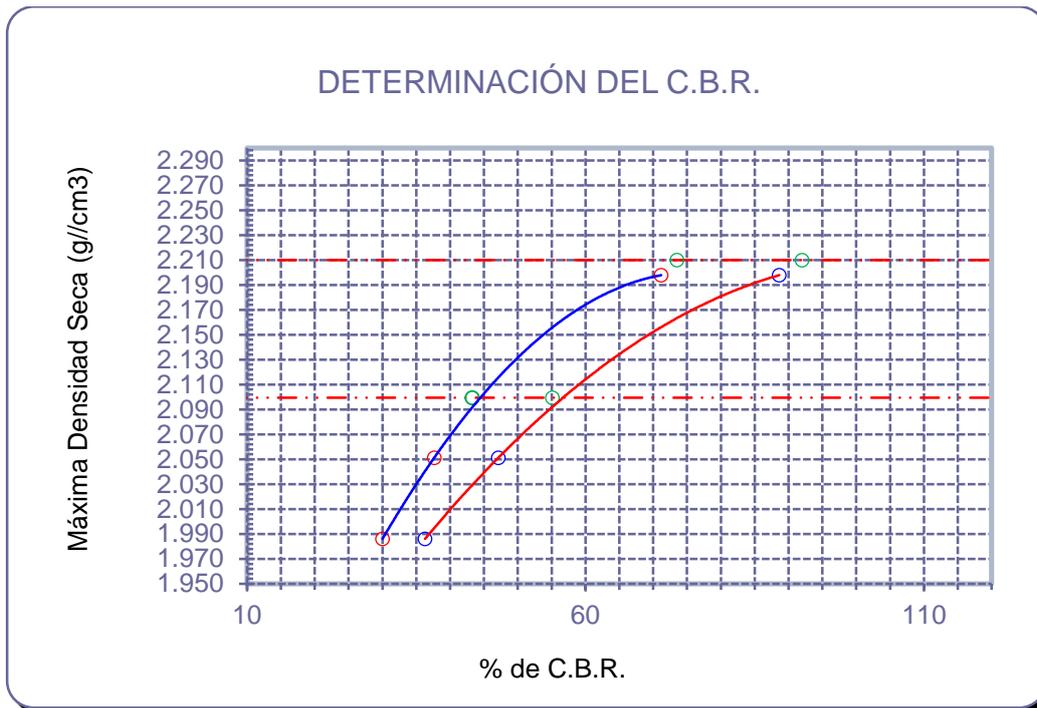
**Figura 46.** Curva Próctor, Óptimo Contenido de Humedad vs Máxima Densidad Seca.

**Fuente.** Elaboración propia

Máxima densidad seca	2.210 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	7.91%

**Análisis:** A través de la curva se logró determinar la máxima densidad seca 2.210 g/cm<sup>3</sup> y el óptimo contenido de humedad 7.91%, lo cual ayudara para determinar índice de resistencia del suelo en el ensayo de CBR.

**CBR MTC E 132**



**Figura 47.** Curva C.B.R

**Fuente.** Elaboración propia

	VALOR DEL C.B.R.			
	0.1"		0.2"	
C.B.R. AL 100%	<b>73.5</b>	%	<b>92.0</b>	%
C.B.R. AL 95%	<b>43.3</b>	%	<b>55.1</b>	%

**Análisis:** El material seleccionado se evaluó con un C.B.R al 100% en el cual se determinó una resistencia de 73.5 % lo cual indica que está dentro de los parámetros de resistencia del suelo para material de afirmado en carreteras, según manual de carreteras del MTC la resistencia mínima de C.B.R debe ser 40%.

**Abrasión Los Ángeles MTC E 207.**

% de desgaste por abrasión	33.2%
% de uniformidad	1.0%

**Análisis:** El material seleccionado presenta un 33.2% del desgaste del agregado grueso, lo cual según manual de carreteras del MTC para materiales de afirmado es aceptable; ya que estipula que el porcentaje máximo de los agregados es el 50% de su peso total.

**2.10.3. Resumen de resultado, Cantera La Loma (45%) + Cantera Limones (55%), Cantera Las Paguillas (55%) + Cantera Limones (45%).**

**Tabla 25.**

*Resumen de resultados, combinación de agregados de canteras Hualango.*

ENSAYO	RESUMEN DE RESULTADOS		Según Manual MTC
	CANTERA LA LOMA (45%) + CANTERA LIMONES (55%)	CANTERA LAS PAGUILLAS (55%) + CANTERA LIMONES (45%)	
Análisis granulométrico por tamizado MTC E 107	Buena graduación	Buena graduación	<b>si cumple</b>
Contenido de humedad MTC E 108	W= 10.48%	W= 11.15%	<b>si cumple</b>
Clasificación del suelo por método SUCS, ASTM D 2487	GW-GC (Grava bien graduada con arcilla y arena)	GW-GC (Grava bien graduada con arcilla y arena)	<b>si cumple</b>
Clasificación del suelo por método AASHTO I 45	A-1-a	A-2-4	<b>si cumple</b>
Índice de plasticidad MTC E 111	IP= 6.11%	IP= 6.93%	<b>si cumple</b>
Abrasión Los Ángeles MTC E 207	%de desgaste= 30.1%	%de desgaste=33.2%	<b>si cumple</b>
Próctor Modificado MTC E 115	(M.D.S)= 2.237 g/cm <sup>3</sup> (O.C.H) = 5.91%	(M.D.S)= 2.210 (O.C.H) = 7.91%	<b>si cumple</b>
CBR MTC E 132	Valor al 100% =78.7%	Valor al 100% =73.5%	<b>si cumple</b>

**Fuente.** Elaboración propia

**2.11. Potencia y rendimiento de las canteras Hualango**

En las siguientes tablas se muestran los resultados de la potencia y rendimiento de las canteras Hualango.

### 2.11.1. Potencia y rendimiento – cantera La Loma

**Tabla 26.**

Potencia y rendimiento – Cantera La Loma

CANTERA LA LOMA		
DESCRIPCIÓN	VALOR	UND
Área de la Cantera en m2	15052.500	m2
Área de la Cantera en Ha	1.505	Ha
Número de Calicatas	5.00	und
<b>CÁLCULO DE LA POTENCIA Y RENDIMIENTO</b>		
DESCRIPCION	VALOR	UND
DESBROCE	15052.50	m2
Over de la cantera (material mayor de 3" despues de desbroce)	10.00	%
POTENCIA BRUTA EN BANCO	327850.300	m3
Top Soil (suelo superficial que debera eliminarse ) 0.20 m	3010.500	m3
POTENCIA NETA EN BANCO BRUTA - Top Soil	324839.800	m3
Over de la Potencia Neta	32483.980	m3
POTENCIA NETA APROV. EN BANCO P.BRUTA - OVER DE LA PC	292355.820	m3
<b>POTENCIA NETA APROVECHABLE EN CANTERA</b>	<b>292355.820</b>	<b>m3</b>
<b>RENDIMIENTO DE LA CANTERA</b>		
Rendimiento de la Carga	89.174	%
<b>RENDIMIENTO DE LA CANTERA</b>	<b>90.000</b>	<b>%</b>

*Fuente.* Elaboración propia

### 2.11.2. Potencia y rendimiento – Cantera Las Paguillas

**Tabla 27.**

Potencia y rendimiento – cantera Las Paguillas

CANTERA LAS PAGUILLAS		
DESCRIPCIÓN	VALOR	UND
Área de la Cantera en m2	12534.710	m2
Área de la Cantera en Ha	1.253	Ha
Número de Calicatas	6.00	und
<b>CÁLCULO DE LA POTENCIA Y RENDIMIENTO</b>		
DESCRIPCÓN	VALOR	UND
DESBROCE	12534.71	m2
Over de la cantera (material mayor de 3" despues de desbroce)	10	%
POTENCIA BRUTA EN BANCO	241356.320	m3
Top Soil (suelo superficial que debera eliminarse ) 0.20 m	2506.942	m3
POTENCIA NETA EN BANCO BRUTA - Top Soil	238849.378	m3
Over de la Potencia Neta	23884.938	m3
POTENCIA NETA APROV. EN BANCO P.BRUTA - OVER DE LA P	214964.440	m3
<b>POTENCIA NETA APROVECHABLE EN CANTERA</b>	<b>214964.440</b>	<b>m3</b>
<b>RENDIMIENTO DE LA CANTERA</b>		
Rendimiento de la Carga	89.065	%
<b>RENDIMIENTO DE LA CANTERA</b>	<b>90.000</b>	<b>%</b>

*Fuente.* Elaboración propia

### 2.11.3. Potencia y rendimiento – Cantera Limones

**Tabla 28.**

*Potencia y rendimiento – Cantera Limones*

<b>CANTERA LIMONES</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR</b>	<b>UND</b>
Área de la Cantera en m2	13585.770	m2
Área de la Cantera en Ha	1.359	Ha
Número de Calicatas	4.00	und
<b>CÁLCULO DE LA POTENCIA Y RENDIMIENTO</b>		
<b>DESCRIPCION</b>	<b>VALOR</b>	<b>UND</b>
DESBROCE	13585.77	m2
Over de la cantera (material mayor de 3" despues de desbroce)	20	%
POTENCIA BRUTA EN BANCO	27171.540	m3
Top Soil (suelo superficial que debera eliminarse ) 0.15 m	2037.866	m3
POTENCIA NETA EN BANCO BRUTA - Top Soil	25133.675	m3
Over de la Potencia Neta	5026.735	m3
POTENCIA NETA APROV. EN BANCO P.BRUTA - OVER DE LA P	20106.940	m3
<b>POTENCIA NETA APROVECHABLE EN CANTERA</b>	<b>20106.940</b>	<b>m3</b>
<b>RENDIMIENTO DE LA CANTERA</b>		
Rendimiento de la Carga	74.000	%
<b>RENDIMIENTO DE LA CANTERA</b>	<b>74.000</b>	<b>%</b>

*Fuente.* Elaboración propia

### 2.11.4. Resumen de Potencia y rendimiento – Canteras Hualango

**Tabla 29.**

*Potencia y rendimiento de las canteras Hualango.*

<b>RESUMEN DE POTENCIA Y RENDIMIENTO DE LAS CANTERAS HUALANGO</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>AREA DE CANTERA (m2)</b>	<b>POTENCIA NETA APROVECHABLE EN CANTERA (m3)</b>	<b>RENDIMIENTO DE LA CANTERA</b>
<b>CANTERA LA LOMA</b>	15052.50	324839.80	90%
<b>CANTERA LAS PAGUILLAS</b>	12534.71	238849.37	90%
<b>CANTERA LIMONES</b>	13585.77	20106.93	74%

*Fuente.* Elaboración propia

## 2.12. Carguío del material para el mezclado en cancha.

En esta parte se realizarán los trabajos de mezclado en cancha de agregados de la cantera La Loma, que se ubica en la progresiva 7+220, cantera Las Paguillas que se ubica en la progresiva 4+500 y cantera Limones que se ubica en la progresiva 1+520, además comprende el carguío y movilización del material al centro de acopio.

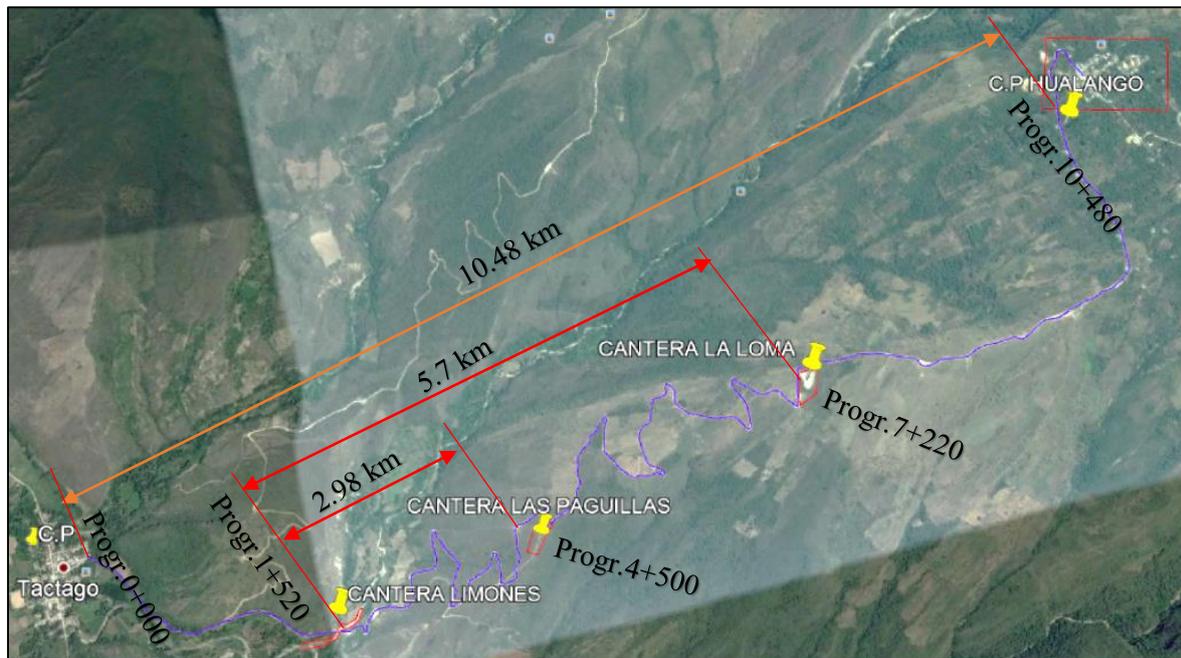
**Tabla 30.**

*Carguío de material al lugar de acopio.*

CARGUÍO DE MATERIAL DE CANTERA AL LUGAR DE ACOPIO				
PROGRESIVA		LUGAR DE ACOPIO	DISTANCIA	
INICIO	FINAL		m	Km
CANTERA LIMONES	CANTERA LAS PAGUILLAS	CANTERA LAS PAGUILLAS	2980	2.98
1+520	4+500			
CANTERA LIMONES	CANTERA LA LOMA	CANTERA LA LOMA	5700	5.7
1+520	7+220			

*Fuente.* Elaboración propia

A continuación se muestra las distancias entre canteras del centro poblado Hualango



**Figura 48.** Equidistancia de canteras

*Fuente.* Elaboración propia

## 2.13. Movilización de equipos

**Tabla 31.**

### Movilización de equipos

"ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LAS CANTERAS HUALANGO COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS - PROVINCIA DE UTCUBAMBA"							
01.01.01 MOVILIZACION DE MAQUINARIAS-HERRAMIENTAS PARA LA OBRA							
1.0 EQUIPO TRANSPORTADO							
UNIDAD	DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIA	PESO EN KG	OBSERVACIÓN				
3.00	CAMION VOLQUETE 15M3.	2000.00	(3)				
1.00	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 2.0-2.25 YD3.	16584.00	(3)				
1.00	EXCAVADORA CAD 320 C . 138 HP	10200.00	(2)				
1.00	ZARANDA MECANICA	500.00	(1)				
1.00	CISTERNA 3000 gl	1500.00	(1)				
N° Viajes	VEHÍCULO	COSTO EN SOLES				SUB TOTAL	
		PESO	TIEMPO VIAJE	COSTO	S/.		
		KG	HRS	ALQUILER HM			
2	CAMABAJA 6 X 4, 330HP DE 40 TON	10,200.00	1.00	350.00	S/.	700.00	
<b>TOTAL S/.</b>						<b>700.00</b>	
COTIZACIÓN SEGÚN REVISTA COSTOS							
NOTA : (1) EQUIPO TRANSPORTADO EN VOLQUETES							
(2) EQUIPO TRANSPORTADO EN CAMIÓN PLATAFORMA							
(3) EQUIPO AUTOTRANSPORTADO							
<b>TRACTO Y CAMA BAJA PARA TRANSPORTE DE MAQUINARIA PESADA (PBM: 40-50 TON)</b>							
Intervalo de Capacidad : (20-30 Ton)							
CÁLCULO DE HORAS DE VIAJE DE CAMABAJA 6 X 4, 330HP DE 40 TON					Distancia	Velocidad	TOTAL
					KM	KM/HR	Tiempo
					Cumba - Tactago	30.00	15.00
					Tactago -Hualango	20.00	45.00
					<b>14.12</b>		<b>60.00</b>
2.0 EQUIPO AUTOTRANSPORTADO							
UNIDAD	VEHÍCULO	COSTO EN SOLES				SUB TOTAL	
		TIEMPO DE VIAJE		ALQ / HOR	S/.		
		IDA	VUELTA				
3.00	CAMION VOLQUETE VOLVO 15 M3.	1.00	1.00	120.00	S/.	720.00	
1.00	EXCAVADORA CAD 320 C . 138 HP	1.00	1.00	200.00	S/.	400.00	
1.00	CARGADOR C/LLANTAS 125-155 HP 2.0-2.25 YD3.	1.00	1.00	180.00	S/.	360.00	
1.00	CISTERNA 3000 gl	1.00	1.00	100.00	S/.	200.00	
<b>TOTAL</b>						<b>1,480.00</b>	
RESUMEN							
1.0 MAQUINARIA Y EQUIPO TRANSPORTADO						S/.	700.00
2.0 MAQUINARIA Y EQUIPO AUTOTRANSPORTADO						S/.	1,480.00
<b>TOTAL MOVILIZACIÓN DE MAQUINARIAS</b>						<b>S/.</b>	<b>2,180.00</b>

Fuente. Elaboración propia

## 2.14. Rendimiento de transporte

**Tabla 32.**

*Rendimiento de transporte.*

RENDIMIENTOS DE TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN		CANTERA LIMONES + CANTERA LAS PAGUILLAS		CANTERA LIMONES + CANTERA LA LOMA	
BASES DE CALCULO	UND	TRANSPORTE DE BASE GRANULAR D>1 Km	TRANSPORTE DE AGUA D>1 Km	TRANSPORTE DE BASE GRANULAR D>1 Km	TRANSPORTE DE AGUA D>1 Km
DISTANCIA MEDIA PONDERADA	km	2.98	2.98	5.70	5.70
VELOCIDAD CARGADO	km/h	20	15	20	15
VELOCIDAD DESCARGADO	km/h	30	20	30	20
TIEMPO DE CARGA	min	8.57	30	8.57	30
TIEMPO DE DESCARGA	min	2.00		2.00	
TIEMPO RECORRIDO CARGADO	fórmula	60 d / 20	60 d / 15	60 d / 20	60 d / 15
TIEMPO RECORRIDO DESCARGADO	fórmula	60 d / 30	60 d / 20	60 d / 30	60 d / 20
TIEMPO RECORRIDO	min	5.00	7.00	5.00	7.00
CICLO	fórmula	10.57 + 5.00d	30.00 + 7.00d	10.57 + 5.00d	30.00 + 7.00d
CICLO	min	25.47	50.86	39.07	69.90
TIEMPO TRABAJADO POR DIA	min	480	480	480	480
EFICIENCIA	%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%
TIEMPO UTIL TRABAJADO	min	432	432	432	432
VOLUMEN DEL VOLQUETE	m <sup>3</sup>	15		15	
VOLUMEN DEL CAMION CISTERNA	gln		3,000.00		3,000.00
RENDIMIENTO DEL CARGADOR	m <sup>3</sup> /día	840		840	
INCIDENCIA DEL CARGADOR	hm	0.3036		0.1964	
NUMERO DE VIAJES AL DIA	u	17	8	11	6
VOLUMEN TRANSPORTA. x DIA	m <sup>3</sup>	255	91	165	68
<b>RENDIMIENTO (m<sup>3</sup>/día)</b>		<b>254</b>	<b>91</b>	<b>165</b>	<b>68</b>

*Fuente.* Elaboración propia

### 2.15. Obtención del material seleccionado

En la siguiente tabla se muestran datos del material seleccionado entre canteras, con el porcentaje necesario para mejorar sus características físicas y mecánicas como material de afirmado.

**Tabla 33.**

*Metrado del material seleccionado.*

METRADO PARA EL MATERIAL SELECCIONADO				
CANTERAS	MATERIAL DE CANTERA (M3)	%	MATERIAL COMBINADO (M3)	TOTAL DE MATERIAL COMBINADO (M3)
CANT. LIMONES	74221.8127	55%	134948.75	269897.5007
CANT. LA LOMA	60726.93766	45%		
CANT. LIMONES	60726.93766	45%	134948.75	
CANT. LAS PAGUILLAS	74221.8127	55%		

*Fuente.* Elaboración propia

## 2.16. Presupuesto

### Presupuesto

Presupuesto	0201001	ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS CANTERAS HUALANGO COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS - PROVINCIA DE UTCUBAMBA		
Subpresupuesto	001	ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS CANTERAS HUALANGO COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS - PROVINCIA DE UTCUBAMBA		
Cliente	UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN		Costo al	02/07/2018
Lugar	AMAZONAS - UTCUBAMBA - CUMBA			

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>18,607.34</b>
01.01	DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO	ha	3.00	2,181.94	6,545.82
01.02	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	glb	1.00	2,180.00	2,180.00
01.03	TOPOGRAFIA DE TRAZO	m2	41,172.98	0.24	9,881.52
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>183,764.18</b>
02.01	<b>CANTERA LIMONES</b>				<b>54,286.40</b>
02.01.01	EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO DE MATERIAL	m3	5,240.00	6.10	31,964.00
02.01.02	ZARANDEO DE MATERIAL	m3	5,240.00	4.26	22,322.40
02.02	<b>CANTERA LAS PAGUILLAS</b>				<b>66,427.48</b>
02.02.01	EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO DE MATERIAL	m3	2,882.00	6.10	17,580.20
02.02.02	ZARANDEO DE MATERIAL	m3	2,882.00	4.26	12,277.32
02.02.03	TRANSPORTE DE MAT. CANT. LIMONES - CANT. PAGUILLAS	m3	2,882.00	5.58	16,081.56
02.02.04	COMBINACIÓN DE AGREGADOS DE CANTERAS	m3	5,240.00	3.91	20,488.40
02.03	<b>CANTERA LA LOMA</b>				<b>63,050.30</b>
02.03.01	EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO DE MATERIAL	m3	2,358.00	6.10	14,383.80
02.03.02	ZARANDEO DE MATERIAL	m3	2,358.00	4.26	10,045.08
02.03.03	TRANSPORTE DE MAT. CANT. LIMONES - CANT. LA LOMA	m3	2,358.00	7.69	18,133.02
02.03.04	COMBINACIÓN DE AGREGADOS DE CANTERAS	m3	5,240.00	3.91	20,488.40
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>202,371.52</b>
	<b>GASTOS GENERALES</b>				<b>20,237.15</b>
	<b>UTILIDAD</b>				<b>20,237.15</b>
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>242,845.82</b>
	<b>IGV</b>				
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>242,845.82</b>

SON : DOSCIENTOS CUARENTIDOS MIL OCHOCIENTOS CUARENTICINCO Y 82/100 NUEVOS SOLES

*\*Por ser el proyecto en el departamento de Amazonas no se considera el IGV.*

## 2.17. Análisis de precios unitarios

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201001	ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS CANTERAS HUALANGO COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS - PROVINCIA DE UTCUBAMBA						
Subpresupuesto	001	ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS CANTERAS HUALANGO COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS - PROVINCIA DE UTCUBAMBA						
Partida	01.01	DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO						
Rendimiento	ha/DIA	0.7500	EQ.	0.7500	Costo unitario directo por : ha		<b>2,181.94</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	10.6667	14.58	155.52	
0101010005	PEON		hh	5.0000	53.3333	13.19	703.47	
							<b>858.99</b>	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	858.99	42.95	
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 y3		hm	1.0000	10.6667	120.00	1,280.00	
							<b>1,322.95</b>	
Partida	01.02	MOBILIZACION Y DESMOBILIZACION DE EQUIPOS						
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : glb		<b>2,180.00</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Materiales</b>							
02903200090039	MOBILIZACIÓN Y DESMOBILIZACIÓN DE EQUIPO		pza		1.0000	2,180.00	2,180.00	
							<b>2,180.00</b>	
Partida	01.03	TOPOGRAFIA DE TRAZO						
Rendimiento	m2/DIA	1,500.0000	EQ.	1,500.0000	Costo unitario directo por : m2		<b>0.24</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101030000	TOPOGRAFIA		hh	1.0000	0.0053	14.58	0.08	
01010300030003	AYUDANTE DE TOPOGRAFIA		hh	1.0000	0.0053	13.19	0.07	
							<b>0.15</b>	
	<b>Equipos</b>							
0301000020	ESTACION TOTAL		hm	1.0000	0.0053	16.25	0.09	
							<b>0.09</b>	

Partida	<b>02.01.01</b>	<b>EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO DE MATERIAL</b>						
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>300.0000</b>	EQ.	<b>300.0000</b>	Costo unitario directo por : m3	<b>6.10</b>		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0267	14.58	0.39	
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0267	13.19	0.35	
							<b>0.74</b>	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.74	0.02	
03011700010001	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP		hm	1.0000	0.0267	200.00	5.34	
							<b>5.36</b>	
Partida	<b>02.01.02</b>	<b>ZARANDEO DE MATERIAL</b>						
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>150.0000</b>	EQ.	<b>150.0000</b>	Costo unitario directo por : m3	<b>4.26</b>		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0533	14.58	0.78	
0101010005	PEON		hh	3.0000	0.1600	13.19	2.11	
							<b>2.89</b>	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	2.89	0.09	
03011600010002	CARGADOR FRONTAL CAT-930		hm	0.2000	0.0107	120.00	1.28	
							<b>1.37</b>	
Partida	<b>02.02.01</b>	<b>EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO DE MATERIAL</b>						
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>300.0000</b>	EQ.	<b>300.0000</b>	Costo unitario directo por : m3	<b>6.10</b>		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0267	14.58	0.39	
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0267	13.19	0.35	
							<b>0.74</b>	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.74	0.02	
03011700010001	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP		hm	1.0000	0.0267	200.00	5.34	
							<b>5.36</b>	
Partida	<b>02.02.02</b>	<b>ZARANDEO DE MATERIAL</b>						
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>150.0000</b>	EQ.	<b>150.0000</b>	Costo unitario directo por : m3	<b>4.26</b>		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0533	14.58	0.78	
0101010005	PEON		hh	3.0000	0.1600	13.19	2.11	
							<b>2.89</b>	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	2.89	0.09	
03011600010002	CARGADOR FRONTAL CAT-930		hm	0.2000	0.0107	120.00	1.28	
							<b>1.37</b>	

Partida	<b>02.02.03</b>	<b>TRANSPORTE DE MAT. CANT. LIMONES - CANT. PAGUILLAS</b>					
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>255.0000</b>	EQ. <b>255.0000</b>	Costo unitario directo por : m3	<b>5.58</b>		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	0.2500	0.0078	13.19	0.10	
						<b>0.10</b>	
	<b>Equipos</b>						
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	0.3036	0.0095	180.00	1.71	
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0314	120.00	3.77	
						<b>5.48</b>	
Partida	<b>02.02.04</b>	<b>COMBINACIÓN DE AGREGADOS DE CANTERAS</b>					
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>480.0000</b>	EQ. <b>480.0000</b>	Costo unitario directo por : m3	<b>3.91</b>		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0167	14.58	0.24	
						<b>0.24</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301160001	CARGADOR FRONTAL	hm	1.0000	0.0167	120.00	2.00	
03012200050005	CISTERNA PARA AGUA 3000 gl 178-2	hm	1.0000	0.0167	100.00	1.67	
						<b>3.67</b>	
Partida	<b>02.03.01</b>	<b>EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO DE MATERIAL</b>					
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>300.0000</b>	EQ. <b>300.0000</b>	Costo unitario directo por : m3	<b>6.10</b>		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0267	14.58	0.39	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0267	13.19	0.35	
						<b>0.74</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.74	0.02	
03011700010001	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP	hm	1.0000	0.0267	200.00	5.34	
						<b>5.36</b>	
Partida	<b>02.03.02</b>	<b>ZARANDEO DE MATERIAL</b>					
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>150.0000</b>	EQ. <b>150.0000</b>	Costo unitario directo por : m3	<b>4.26</b>		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0533	14.58	0.78	
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.1600	13.19	2.11	
						<b>2.89</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.89	0.09	

03011600010002	CARGADOR FRONTAL CAT-930	hm	0.2000	0.0107	120.00	1.28
						<b>1.37</b>

Partida **02.03.03** **TRANSPORTE DE MAT. CANT. LIMONES - CANT. LA LOMA**

Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>165.0000</b>	EQ. <b>165.0000</b>	Costo unitario directo por : m3	<b>7.69</b>	
-------------	---------------	-----------------	---------------------	---------------------------------	-------------	--

<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010005	PEON	hh	0.2500	0.0121	13.19	0.16
						<b>0.16</b>
	<b>Equipos</b>					
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	0.1964	0.0095	180.00	1.71
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0485	120.00	5.82
						<b>7.53</b>

Partida **02.03.04** **COMBINACIÓN DE AGREGADOS DE CANTERAS**

Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>480.0000</b>	EQ. <b>480.0000</b>	Costo unitario directo por : m3	<b>3.91</b>	
-------------	---------------	-----------------	---------------------	---------------------------------	-------------	--

<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0167	14.58	0.24
						<b>0.24</b>
	<b>Equipos</b>					
0301160001	CARGADOR FRONTAL	hm	1.0000	0.0167	120.00	2.00
03012200050005	CISTERNA PARA AGUA 3000 gl 178-2	hm	1.0000	0.0167	100.00	1.67
						<b>3.67</b>

### Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra                    0201001            ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS CANTERAS HUALANGO COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS - PROVINCIA DE UTCUBAMBA

Subpresupuesto    001                    ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS CANTERAS HUALANGO COMO MATERIAL DE AFIRMADO

Fecha                02/07/2018

Lugar                010703                AMAZONAS - UTCUBAMBA - CUMBA

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>MANO DE OBRA</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	1,045.4161	14.58	15,242.17
0101010005	PEON	hh	2,167.6269	13.19	28,591.00
0101030000	TOPOGRAFO	hh	218.2168	14.58	3,181.60
01010300030003	AYUDANTE DE TOPOGRAFIA	hh	218.2168	13.19	2,878.28
					<b>49,893.05</b>
<b>MATERIALES</b>					
02903200090039	MOBILIZACIÓN Y DESMOBILIZACIÓN DE EQUIPO	pza	1.0000	2,180.00	2,180.00
					<b>2,180.00</b>
<b>EQUIPOS</b>					
0301000020	ESTACION TOTAL	hm	218.2168	16.25	3,546.02
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			1,270.13
0301160001	CARGADOR FRONTAL	hm	175.0160	120.00	21,001.92
03011600010002	CARGADOR FRONTAL CAT-930	hm	112.1360	120.00	13,456.32
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	49.7800	180.00	8,960.40
03011700010001	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP	hm	279.8160	200.00	55,963.20
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 y3	hm	32.0001	120.00	3,840.01
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	204.8578	120.00	24,582.94
03012200050005	CISTERNA PARA AGUA 3000 gl 178-2	hm	175.0160	100.00	17,501.60
					<b>150,122.54</b>
				<b>Total</b>	<b>S/.</b>
					<b>202,195.59</b>

## 2.18. Costo por m<sup>3</sup> del material de afirmado de las canteras Hualango

Según el análisis de costos unitarios, se obtiene que para producir un metro cubico del material de afirmado seleccionado es de S/. 23.17

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE	TOTAL MATERIAL A EXPLOTAR (M3)
Cant. Limones + Cant. La Loma	55%	1
	45%	
Cant. Limones + Cant. Paguillas	45%	
	55%	

*Total de Presupuesto = S/. 242845.82*

*Mat. a explotar = 10480 m<sup>3</sup>*

$$\text{Costo mat.} = \frac{242845.82}{10480} = 23.17$$

*Costo de material de afirmado seleccionado: 1m<sup>3</sup> = S/. 23.17*

## **IV. DISCUSIÓN**

#### IV. DISCUSIÓN

Según los resultados de los ensayos, el material que lo compone a la cantera La Loma, identificado según el método AASHTO es un tipo de suelo A-2-4 y según el método SUCS es de tipo GC (suelo de grava arcillosa con arena). Presenta baja humedad en la muestra y un índice de plasticidad igual al 8.27%. El agregado grueso presenta mala resistencia a la Abrasión ya que el % por desgaste a la abrasión es 68.6%, mayor a lo que estipula el manual de carreteras del MTC (Máx 50%). Así mismo presenta bajo contenido de sales igual a 0.10%, además el C.B.R. al 100% para 0.1" = 46.0 %.

El material que lo compone a la cantera Las Paguillas no es de buena gradación, según la clasificación AASHTO es un suelo A-2-4 y según la clasificación SUCS es de tipo GC (suelo de grava arcillosa con arena). Presenta humedad regular en la muestra y un índice de plasticidad igual a 7.82%. El agregado grueso presenta mala resistencia a la Abrasión ya que el % por desgaste a la abrasión es 54.3%, así mismo presenta contenido de sales es un poco mayor al de la cantera La Loma igual a 0.13%, además presenta un C.B.R. al 100% para 0.1" = 47.4% que está dentro de los parámetros que estipula el manual de carreteras para material de afirmado del MTC.

En general según los resultados obtenidos en la cantera La Loma y la cantera Las Paguillas, el material que lo compone es de gradación muy pobre y presentan características mecánicas muy altas con respecto a la abrasión de los agregados por lo que no se puede utilizar directamente en condiciones naturales como material de afirmado en carreteras.

Es por ello que se optó por combinar los agregados de las dos canteras con la cantera Limones (cantera de rio), para mejorar sus características físicas y mecánicas del material como afirmado.

Por la presencia de mayor agregado fino y mala resistencia del agregado grueso, se combinó la cantera La Loma (45%) con la cantera Limones (55%), y se obtuvo una clasificación de suelo de grava bien graduada, con un IP=6.11%, según el ensayo Próctor una M.D.S=2.237 g/cm<sup>3</sup>, con optimo contenido de humedad =5.91% y una mejor resistencia con un C.B.R al 100% para 0.1" = 78.7%. Lo cual cumple con las especificaciones según el manual de carreteras del MTC.

Por la mala resistencia de agregado grueso, se combinó la cantera Las Paguillas (55%) con la cantera Limones (45%), y se obtuvo una clasificación de suelo de grava bien graduada, con un IP=6.93%, según el ensayo Próctor una M.D.S=2.210 g/cm<sup>3</sup>, con óptimo contenido de humedad =7.91% y una mejor resistencia con un C.B.R al 100% para 0.1”= 73.5%. Lo cual cumple con las especificaciones según el manual de carreteras del MTC.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

Las canteras Hualango presentan una topografía ondulada pero de fácil acceso para su exploración y explotación de sus agregados

La cantera La Loma es de naturaleza grava arcillosa con arena (GC) según el método SUCS, identificado según el método AASHTO es un tipo de suelo A-2-4, con partículas de varios tamaños y mucha presencia de finos con  $IP=8.27\%$  y está dentro de los parámetros que estipula el manual de carreteras del MTC,  $IP$  (4% a 9%), el % por desgaste a la abrasión es 68.6%, Así mismo presenta bajo contenido de sales igual a 0.10%, además el C.B.R. al 100% para 0.1" = 46.0 %. Entonces el material que lo compone a la cantera no presenta características de un material adecuado para ser utilizado en carreteras.

La cantera Las Paguillas es de naturaleza grava arcillosa con arena (GC), con ausencia de partículas intermedias y mucha presencia de finos según el método SUCS, identificado según el método AASHTO es un tipo de suelo A-2-4,  $IP=7.82\%$  y está dentro de los parámetros que estipula el manual de carreteras del MTC,  $IP$  (4% a 9%). El % por desgaste a la abrasión es 54.3%, Así mismo presenta bajo contenido de sales igual a 0.20%. Además un C.B.R. al 100% para 0.1" = 47.4%. Entonces el material que lo compone a la cantera no presenta características de un material adecuado para ser utilizado en carreteras.

La cantera Limones (cantera de río), que según el análisis granulométrico tiene mayor presencia de agregado grueso, no presenta  $IP= N.P$ , según la clasificación SUCS es un tipo de suelo GW (grava bien graduada) y según la clasificación AASHTO presenta un tipo de suelo A-1-a y el % por desgaste a la abrasión es 17.20%,

Se combinó la cantera La Loma (45%) con la cantera Limones (55%), y se obtuvo según la clasificación SUCS, es un suelo de Grava bien graduada con arcilla y arena (GW-GC), y según la clasificación AASHTO es un suelo de buena graduación (A-1-a), con un  $IP=6.11\%$ , según el ensayo Próctor una  $M.D.S=2.237 \text{ g/cm}^3$ , con óptimo contenido de humedad =5.91% y una mejor resistencia con un C.B.R al 100% para 0.1" = 78.7%. Lo cual indica que está dentro de los parámetros de resistencia del suelo para material de afirmado en carreteras, entonces si es recomendable para ser utilizado como material de afirmado en carreteras.

De igual manera se combinó la cantera Las Paguillas (55%) con la cantera Limones (45%), y se obtuvo según la clasificación SUCS, es un suelo de Grava bien graduada con arcilla y arena (GW-GC), y según la clasificación AASHTO es un suelo de buena graduación (A-2-4), con un  $IP=6.93\%$ , según el ensayo Próctor una  $M.D.S=2.210 \text{ g/cm}^3$ , con óptimo contenido de humedad  $=7.91\%$  y una mejor resistencia con un C.B.R al 100% para  $0.1''=73.5\%$ , entonces si es recomendable para ser utilizado como material de afirmado en carreteras.

## **5.2. Recomendaciones**

Se recomienda que para utilizar los materiales de las canteras Hualango, previamente se debe realizar estudios de mecánica de suelos y contrastar con las especificaciones técnicas del manual de carreteras del MTC vigente.

Realizar periódicamente los ensayos para verificar correctamente sus propiedades físicas y mecánicas y calidad de los agregados de la cantera La Loma y cantera Las Paguillas, ya que éstas pueden variar con el tiempo.

Para su uso como material de afirmado se recomienda combinar el material de las canteras Hualango (cantera La Loma y cantera Las Paguillas) con materiales de otras canteras cercanas al centro poblado Hualango.

Cuando los materiales provenientes de canteras, en condiciones naturales no cumplen con las especificaciones indicadas según el manual de carreteras del MTC, se debe mezclar con materiales provenientes de otras canteras con mejores características tanto físicas como mecánicas.

## **VI. REFERENCIAS**

## VI. REFERENCIAS

- Aguedo, A. A. (2008). *Problemática medioambiental de las canteras de materiales de construcción en Lima*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Arana, R., & Fernández, J. A. (2000). *Explotación de áridos en la región de Murcia*. Obtenido de [http://www.um.es/jmpaz/EIA\\_CCAA1213/06M4%20L1.pdf](http://www.um.es/jmpaz/EIA_CCAA1213/06M4%20L1.pdf)
- Baca, J. C. (2012). *Los conflictos socioambientales en las canteras de San Antonio*. (Tesis de pregrado). Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales sede Ecuador, Ecuador.
- Borja, M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo, Perú.
- Edificaciones, R. N. (2016). *Suelos y Cimentaciones*. Lima: Megabyte.
- García, D. (2015). *Propuesta de un nuevo diseño para incrementar la producción de una cantera de agregados ubicada en el estado de México*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- García, M. (Julio de 2010). *ESTUDIO SOBRE ÁRIDOS: geología, legislación, medio ambiente, normativa, explotación y*. Obtenido de <http://www.explorageologia.com/documentos/ESTUDIO%20SOBRE%20RIDOS%20geolog%EDa%20legislaci%F3n%20medio%20ambiente%20normativa%20explotaci%F3n%20tratamiento>
- Hernández sampieri, R., fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2003). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.

- Herrera, P. C. (2016). *Diseño del sistema de explotación de materiales de construcción existentes en la cantera Mina 2, ubicada en la parroquia Cangahua, Cantón Cayambe, Provincia de Pichincha*. (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Mejía, J. R. (2013). *Estudio de las propiedades físicas y mecánicas cantera 3M y su utilización como material de afirmado*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Merritt, F., Loftin, K., & Ricketts, J. (1999). *Manual del ingeniero civil*. México: Interamericana editores, S.A.DE C.V.
- Mosquera, E. J. (2011). *Evaluación de las canteras de la provincia de San Martín para su utilización en obras civiles*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín, Morales, Perú.
- MTC. (2000). *Manual de ensayos de materiales (EM 2000)*. Lima. Peru.
- MTC. (2008). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. Perú.
- MTC. (2013). Manual de carreteras. En MTC, *Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013* (pág. 245). Lima.
- MTC. (2014). *Manual de carreteras - sección suelos y pavimentos*. Perú.
- MTC. (2016). *Manual de ensayos de materiales para carreteras*. Lima, Perú.
- Núñez, N. (2013). *Evaluación de las propiedades físicas, mecánicas y químicas de la cantera del río Huayobamba provincia de San Marcos con fines de uso en la*

- construcción*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Ortega, C. A. (2013). *Calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de ambato y su influencia en la resistencia del hormigon empleado en la construcción de obras civiles*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Pastor, B. C. (2013). *Evaluacion de canteras para realizar la construccion de trocha carrozable a nivel de afirmado Campo Alegre -Peña Blanca, Distrito de Namora, Provincia de Cajamarca*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Ramos, B., & Torres, J. A. (2012). *Mejoramiento del material de afirmado de las canteras adyacentes para el terraplen de la carretera lircay -Ccochaccasa*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica.
- Saavedra, A. (2016). Geotecnia en minería, la importancia del estudio del terreno. *Construcción minera*, 10-11.
- Urcia, P. (2014). *Análisis de nezclas de materiales de la cantera Pinos y Tajo la Quinua para su uso en las vias de minera Yanacocha*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Valle, P. F., Acosta, A. A., & Salvatierra, C. L. (2011). *Agregados utilizados en obras civiles extraídos de la cantera San Luis*. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Villanueva, R. (2008). *Los áridos en Castilla y León*. Obtenido de <http://www.siemcalsa.com/images/pdf/Los%20aridos>

# **ANEXOS**

## ANEXOS

### Anexo 1. Panel fotográfico.



**Figura 49.** Levantamiento topográfico con estación total - Cantera Limones  
**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 50.** Levantamiento topográfico con estación total - Cantera Limones  
**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 51.** Levantamiento topográfico con estación total - Cantera Las Paguillas  
**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 52.** Levantamiento topográfico con estación total - Cantera La Loma  
**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 53.** Levantamiento topográfico con estación total - Cantera La Loma

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 54.** Lectura de coordenadas con GPS – cantera La Loma

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 55.** Lectura de coordenadas de calicata – cantera Las Paguillas

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 56.** Lectura de coordenadas con GPS – cantera Limones

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 57.** Ubicación de cantera limones

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 58.** Excavación de calicata – cantera La Loma

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 59.** Excavación de calicata – cantera Las Paguillas

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 60.** Medición de profundidad de calicata – cantera La Loma

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 61.** Medición de profundidad de calicata – cantera Las Paguillas

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 62.** Calicata - Cantera Las Paguillas

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 63.** Ensayo CBR – laboratorio mecánica de suelos

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 64.** Ensayo Contenido de sales solubles – laboratorio mecánica de suelos

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 65.** Ensayo Próctor – laboratorio mecánica de suelos  
**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 66.** Ensayo CBR – laboratorio mecánica de suelos  
**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 67.** Pesado del material para el diseño de mezcla

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 68.** Pesado del material mezclado

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 69.** Material seleccionado para el ensayo de Abrasión

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 70.** Material obtenido después de realizarse el ensayo de Abrasión

**Fuente.** Elaboración propia

## **Anexo 2. Formato de recolección de datos.**

TESIS:

TESISTA:

LUGAR:

ENSAYO: SUELO. Método de ensayo para el análisis  
 SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.  
 SUELO. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

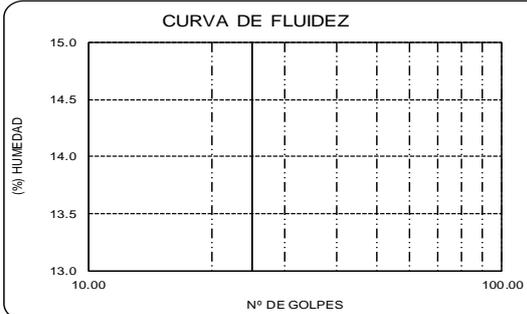
NORMA: N.T.P. 399.128 : 1999  
 N.T.P. 399.131  
 N.T.P. 399.127.1998

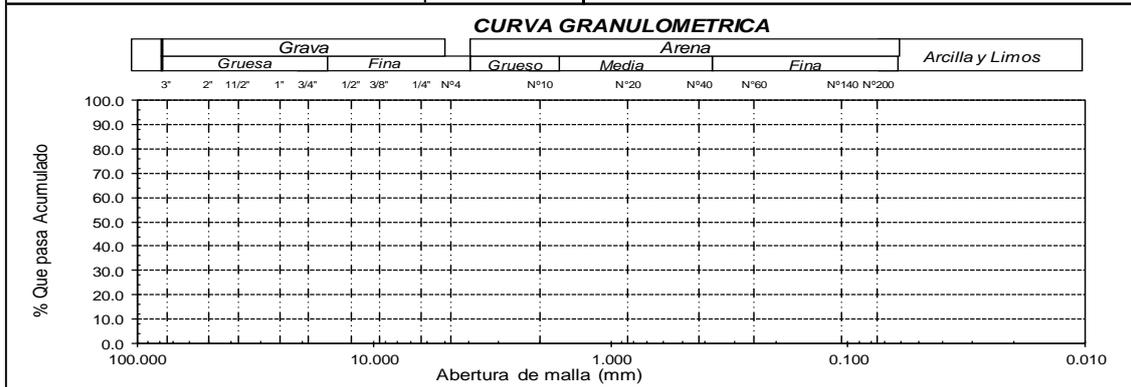
CANTERA:

CALICATA:

MUESTRA:

PROFUNDIDAD:

<b>Análisis Granulométrico por tamizado</b>				<b>Ensayo de Límite de Atterberg</b>			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados Retenido    Que pasa					
3"	75.000			Límite líquido (LL)	(%)		
2"	50.000			Límite Plástico (LP)	(%)		
1 1/2"	37.500			Índice Plástico (IP)	(%)		
1"	25.000			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;"><b>CURVA DE FLUIDEZ</b></p>  </div>			
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500						
1/4"	6.300						
N° 4	4.750						
N° 10	2.000						
N° 20	0.850						
N° 40	0.425						
N° 60	0.250						
N° 140	0.106						
N° 200	0.075						
<b>Distribución granulométrica</b>							
% Grava	G.G. %					Clasificación (S.U.C.S.)	
	G.F. %						
% Arena	A.G. %			Descripción del suelo			
	A.M. %						
	A.F. %						
% Arcilla y Limo				Clasificación (AASHTO)			
Total							
<b>Contenido de Humedad</b>			12.74	Descripción			



**AUTOR :**

**TÍTULO DE TESIS:**

**UBICACIÓN :**

**FECHA DE ENSAYO:**

**ENSAYO :** SUELO. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.

**REFERENCIA :** NORMA N.T.P. 399.152 : 2002

<b>Calicata:</b>			
<b>Muestra:</b>		<b>Muestra usada:</b>	g.
<b>Profundidad:</b>		<b>Agua destilada usada:</b>	ml
01	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		
02	Número de beaker		
03	Peso de beaker		g.
04	Peso de beaker + residuo de sales		g.
05	Peso de residuo de sales		(4)-(3) g.
06	Volumen de la solución tomada		ml
07	Constituyentes de sales solubles totales		$[(5) \times (1000000)] / (6) \times (1)$ ppm
08	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco		$(7) / 10000$ (%)
<b>SALES SOLUBLES TOTALES (%) =</b>			

**OBSERVACIONES :**

TITULO	:	
ENSAYO	:	ABRASIÓN LOS ANGELES (L.A) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm ( 1 1/2
NORMA	:	MTC E-207-2016
LUGAR	:	

MATERIAL	TAMIZ QUE PASA		TAMIZ QUE RETIENE		GRADUACIONES			
	Pulg.	(mm)	Pulg.	(mm)	A	B	C	D
AGREGADO GRUESO	3"	75.00	2"	50.00				
	2"	50.00	1 1/2"	37.50				
	1 1/2"	37.50	1"	25.00	1250.00 ± 25			
	1"	25.00	3/4"	19.00	1250.00 ± 25			
	3/4"	19.00	1/2"	12.50	1250.00 ± 10			
	1/2"	12.50	3/8"	9.50	1250.00 ± 10			
	3/8"	9.50	1/4"	6.30				
	1/4"	6.30	N° 4	4.75				
	N° 4	4.75	N° 4	2.36				
	PESO TOTAL DE LA MUESTRA							
N° ESFERAS								
PESO TOTAL DE LA MUESTRA								gr
PESO DE LA MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO								gr
PESO FINAL DESPUES DE 500 REVOLUCIONES								unid.
PORCENTAJE OBTENIDO								%
PORCENTAJE DE UNIFORMIDAD								%



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD "SEÑOR DE SIPÁN"**

TITULO :

ENSAYO :

ABRASION LOS ANGELES (L.A) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm ( 1 1/2")

LUGAR :

**ENSAYO** : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles

**REFERENCIA** : NORMA N.T.P. 400.019

<b>% de desgaste por abrasión</b>	%	
<b>% de uniformidad</b>	%	

OBSERVACIONES :

**Tesista** :

**Título** :

**Ubicación** :

PESO DEL MOLDE (g)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		
NUMERO DE ENSAYOS			
PESO SUELO + MOLDE			
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO			
PESO VOLUMETRICO HUMEDO			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
RECIPIENTE Nro.			
PESO SUELO HUMEDO + TARA			
PESO SUELOS SECO + TARA			
PESO DE LA TARA			
PESO DE AGUA			
PESO DE SUELO SECO			
CONTENIDO DE AGUA			
PESO VOLUMETRICO SECO			
PESO ESPECIFICO G <sub>s</sub>			
CONTENIDO DE AGUA PARA SATURACIÓN			
DENSIDAD MAXIMA SECA (M.D.S)		g./cc	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (O.C.H)		%	



**ECUACION :**  $Y = Ax^3 + Bx^2 + Cx + D$

**ELABORACION DE LA CURVA**

LA ECUACION DE LA CURVA DE LA IZQUIERDA  
INGRESAR LOS COEFICINETES : A , B , C y D EN EL

SIGUIENTE CUADRO :

A			$X^3$
B			$X^2$
C			X
D			Constante

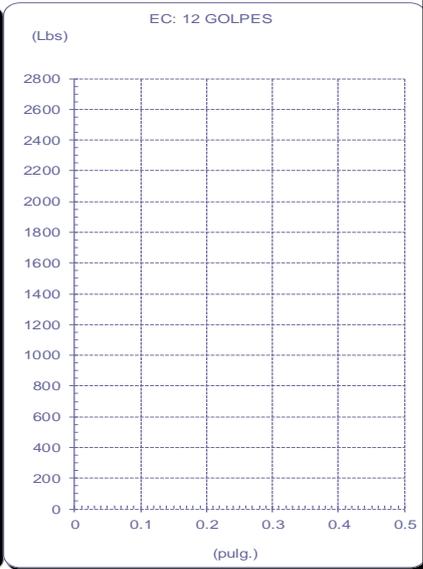
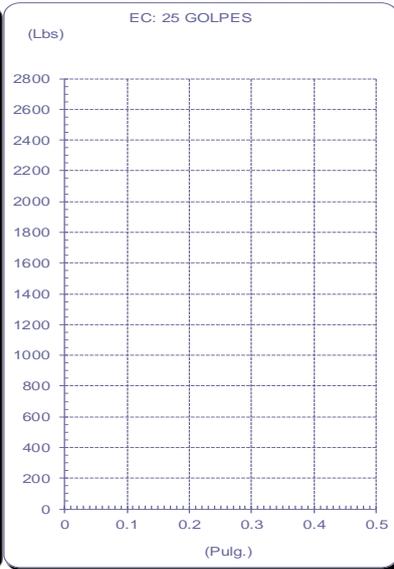
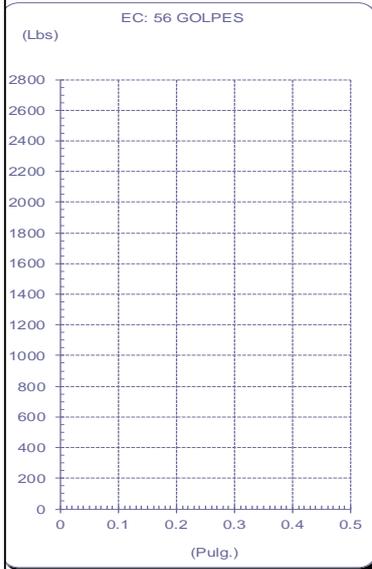


**Tesista** :

**Título** :

**Ubicación** :

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



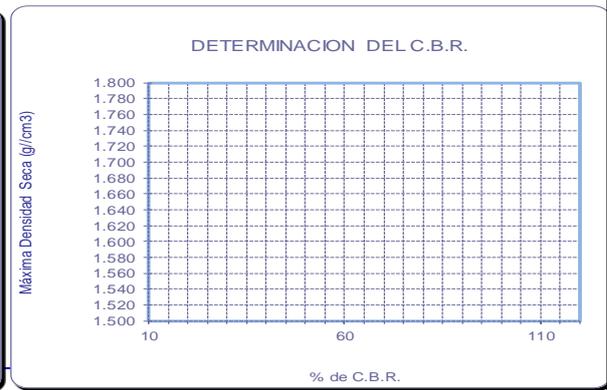
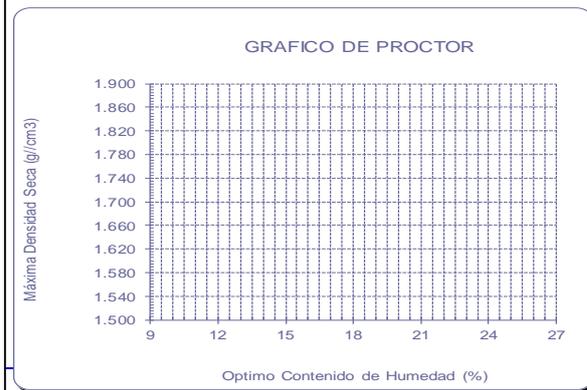
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%      g./cm<sup>3</sup>  
 DENSIDAD SECA AL 95%      g./cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD      %

**VALOR DEL C.B.R. AL 100 Y 95 %**

C.B.R. AL 100 % 0.1" :      %      0.2" :      %  
 C.B.R. AL 95 % 0.1" :      %      0.2" :      %



**Tesista** :

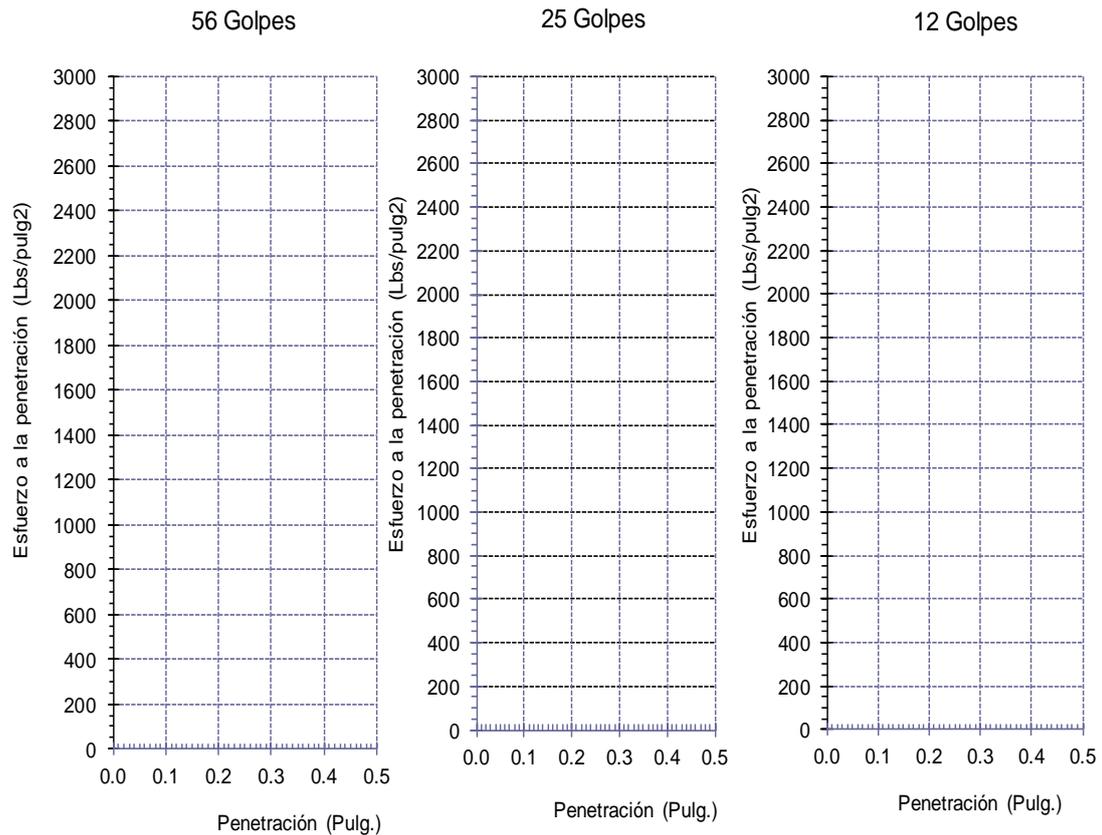
**Título** :

**Ubicación** :

Código: N.T.P. 339.145 / ASTM D - 1883

Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en laboratorio. / Diagrama de Proctor y CBR

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



# UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
**INFORME DE ENSAYO**  
 DETERMINACIÓN DE CBR

**Tesista** :

**Título** :

**Ubicación** :

Código: N.T.P. 339.145 / ASTM D - 1883

Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en laboratorio. / Diagrama de Proctor y CBR

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	%

Espécimen en	Número por capa	CBR (%)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Expansión (%)	CBR a la (Pulg)	% de	CBR (%)

Diagrama de Proctor

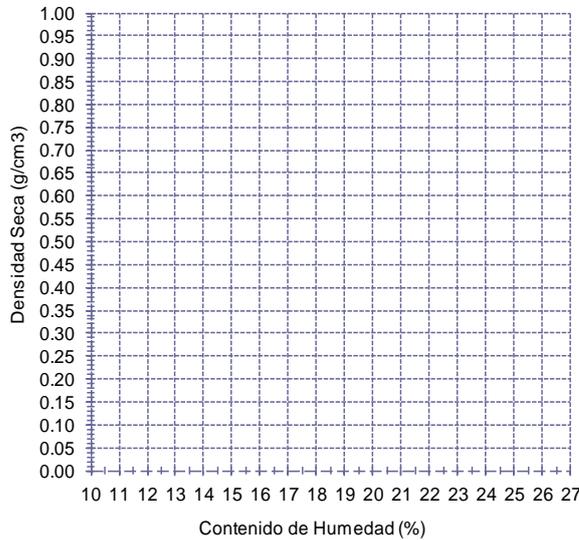
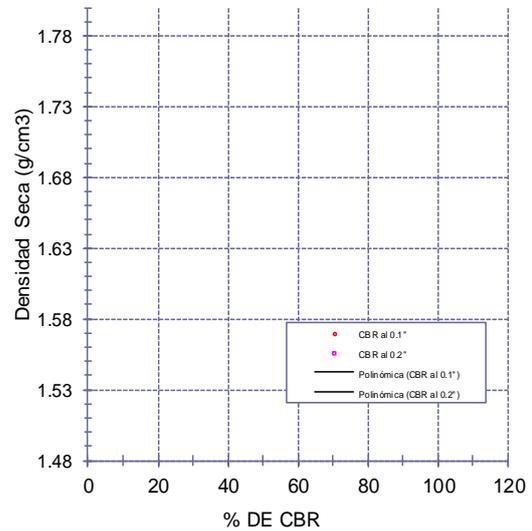


Diagrama de CBR vs Densidad



<b>LIBRETA DE CAMPO- LEVANTAMIENTO CON ESTACIÓN TOTAL</b>				
<b>RESPONSABLE:</b>		<b>BACH. LOZADA TIGLLA EDWAR FRANCIS</b>		
<b>LUGAR :</b>		<b>CENTRO POBLADO HUALANGO - CANTERA LAS PAGUILLAS</b>		
<b>PUNTO</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>COTA (m.s.n.m)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
744	764978.6390	9338224.0237	722.9871	carr
745	764974.4173	9338230.3286	723.8589	carr
746	764956.8413	9338218.0876	720.8444	carr
747	764958.9209	9338212.2364	720.0703	carr
748	764945.9005	9338203.6383	717.2172	carr
749	764941.5883	9338208.9301	718.0335	carr
750	764931.1675	9338202.9011	715.9997	carr
751	764934.6187	9338196.8239	715.5950	carr
753	764926.3439	9338191.1758	714.5384	carr
754	764921.5825	9338196.6528	714.3578	carr
755	764917.3601	9338182.9152	713.0648	carr
756	764910.4241	9338186.8636	713.0589	carr
757	764905.7525	9338176.1788	712.1080	carr
758	764898.5655	9338182.1048	712.0931	carr
759	764891.6160	9338185.2545	712.0000	carr
760	764892.6042	9338173.4922	712.0000	carr
761	764884.5189	9338176.1858	711.0476	carr
762	764879.2184	9338183.0995	711.0171	carr
763	764881.4644	9338193.6945	710.9685	carr
764	764896.6726	9338195.8804	712.2862	carr
765	764890.8332	9338201.1779	711.9165	carr
766	764903.6774	9338210.6982	713.0000	carr
767	764907.0014	9338204.3232	713.0837	carr
768	764914.5529	9338214.0345	714.3946	carr
769	764908.8033	9338218.0750	714.1138	carr
770	764918.3330	9338224.3751	716.0442	carr
771	764912.4936	9338226.5300	715.0987	carr
772	764917.2550	9338235.3293	716.1659	carr
773	764922.8249	9338232.9948	717.3085	carr
774	764884.0613	9338169.1158	711.9841	cam
775	764888.3498	9338167.8014	711.9915	cam
776	764877.0642	9338147.8252	710.9390	cam
777	764872.6743	9338150.2018	710.8167	cam
778	764869.1655	9338132.6341	706.3038	cam
779	764864.4678	9338134.6882	706.9128	cam
780	764858.1552	9338114.1468	700.7163	cam
781	764853.7510	9338117.2280	700.7806	cam
782	764850.3465	9338103.2831	697.4367	cam

783	764846.0172	9338105.7688	697.1843	cam
784	764842.7012	9338093.0642	693.7817	cam
785	764838.3719	9338094.9975	694.0804	cam
786	764833.3704	9338079.1374	690.0643	cam
787	764828.8569	9338082.1754	690.1249	cam
788	764827.7515	9338071.3121	687.7437	cam
789	764824.1591	9338073.1533	688.0440	cam
790	764823.5032	9338062.1811	685.9453	cam
791	764820.2792	9338064.9429	686.0165	cam
792	764817.1474	9338060.3398	684.9742	cam
793	764821.1082	9338057.7621	684.1054	cam
794	764953.0877	9338238.2671	721.7573	est1
795	764937.6325	9338217.0502	718.0918	bm1
796	764970.3524	9338209.4664	720.4761	terr
797	764959.3129	9338200.6590	717.8256	terr
798	764949.8983	9338189.4077	716.1421	terr
799	764944.6690	9338194.5373	715.9226	terr
800	764935.1789	9338210.3133	717.0074	terr
802	764926.8323	9338227.7654	717.1979	terr
803	764914.1465	9338236.6696	715.8646	terr
804	764902.1241	9338238.7904	714.0248	terr
805	764891.9015	9338234.3011	712.3150	terr
806	764902.8985	9338229.5022	714.1250	terr
807	764894.8444	9338221.2977	712.3431	terr
808	764882.2985	9338227.9542	710.2447	terr
809	764882.3008	9338213.8525	711.1275	terr
810	764921.8009	9338211.6556	715.2275	terr
811	764864.0323	9338219.9619	708.2183	terr
812	764870.5946	9338213.9156	709.3623	terr
813	764877.2355	9338202.7116	710.8822	terr
814	764921.6887	9338174.5055	712.9648	terr
815	764904.2800	9338164.2808	711.9692	terr
816	764906.1574	9338144.2065	709.0256	terr
817	764893.3805	9338152.2787	710.9413	terr
818	764939.5207	9338186.9212	714.6657	terr
819	764936.7848	9338200.2226	716.0660	est2
820	764891.2385	9338176.5133	711.9182	est3
821	764825.1934	9338167.1175	703.1595	est4
822	764844.6278	9338100.2770	696.1459	est5
823	764920.7169	9338157.8423	711.9895	terr
824	764900.4729	9338135.5633	706.8720	terr
825	764907.1830	9338153.1819	710.4933	terr
826	764891.0333	9338140.7921	708.1980	terr
827	764864.3568	9338157.7707	711.7642	terr

828	764869.6321	9338170.6790	711.0000	terr
829	764868.1769	9338181.5875	710.7648	terr
830	764867.2673	9338191.5869	709.7980	terr
831	764867.2673	9338200.3136	709.3008	terr
832	764856.1710	9338210.4948	707.0469	terr
833	764859.2634	9338202.1317	707.8678	terr
834	764841.4366	9338211.4039	704.3346	terr
835	764833.7965	9338202.4953	702.7807	terr
836	764842.7099	9338193.2231	705.2958	terr
837	764848.1671	9338182.4965	707.4901	terr
838	764858.1720	9338190.3142	708.3733	terr
839	764854.7157	9338173.0425	709.6177	terr
840	764859.9910	9338167.5883	711.0690	terr
841	764848.3490	9338158.3161	708.4451	terr
842	764852.7148	9338149.4076	708.5390	terr
843	764859.4453	9338137.9537	707.3870	terr
844	764885.8010	9338128.2767	705.0692	terr
845	764874.5228	9338115.0048	701.5968	terr
847	764844.3262	9338126.8222	701.9299	terr
848	764828.6823	9338141.9122	702.5205	terr
849	764815.5850	9338157.3659	701.0950	terr
851	764837.2319	9338175.7284	705.4455	terr
852	764824.3165	9338181.7280	702.0518	terr
853	764822.1205	9338192.3114	701.5499	terr
854	764813.3890	9338184.6755	700.0595	terr
855	764805.7489	9338170.8581	698.6572	terr
856	764834.6721	9338154.4955	705.0989	terr
857	764846.3141	9338137.7692	705.2894	terr
858	764796.0863	9338158.6180	696.3598	terr
859	764804.8178	9338147.7096	698.2506	terr
860	764815.3684	9338135.8921	698.6685	terr
861	764826.2828	9338126.6199	698.9962	terr
863	764855.3879	9338091.8947	694.4358	terr
864	764849.0211	9338083.1680	691.8109	terr
865	764862.9344	9338102.1916	697.7312	terr
866	764874.9189	9338105.0434	698.8826	terr
867	764850.9981	9338077.0272	690.6064	terr
868	764848.6968	9338070.6978	688.7653	terr
869	764842.0532	9338059.9364	685.5032	terr
870	764833.0040	9338056.0439	683.9477	terr
871	764834.6077	9338066.5764	687.2081	terr
872	764842.3968	9338077.9103	690.3199	terr
873	764819.7167	9338092.5642	691.1367	terr
874	764834.4931	9338098.9753	694.4425	terr

875	764822.9239	9338105.7298	694.1982	terr
876	764821.3203	9338078.0248	688.6274	terr
877	764811.9275	9338067.6068	686.0402	terr
878	764793.4856	9338076.7655	686.1974	terr
879	764803.3366	9338087.7559	688.4468	terr
880	764786.5866	9338097.6277	688.9735	terr
881	764798.0412	9338107.4733	691.1725	terr
882	764813.0468	9338118.6927	695.1210	terr
883	764793.9982	9338126.7245	694.0735	terr
884	764791.4333	9338115.7378	692.0145	terr
885	764780.6238	9338110.7938	689.4004	terr
886	764777.6924	9338119.5831	690.2286	terr
887	764787.2194	9338141.9227	694.1549	terr
888	764797.8457	9338158.0365	696.7433	terr
890	764825.9315	9338123.8162	698.3653	terr
891	764836.5075	9338115.4290	698.1655	terr
892	764857.5652	9338128.4755	704.4267	terr
893	764880.4969	9338124.2522	704.0301	terr
894	764892.2649	9338159.7638	711.5143	terr
895	764872.9552	9338158.7111	711.0000	terr

<b>LIBRETA DE CAMPO- LEVANTAMIENTO CON ESTACIÓN TOTAL</b>				
<b>RESPONSABLE:</b>		<b>BACH. LOZADA TIGLLA EDWAR FRANCIS</b>		
<b>LUGAR :</b>		<b>CENTRO POBLADO HUALANGO - CANTERA LA LOMA</b>		
<b>PUNTO</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>COTA (m.s.n.m)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
570	766210.6329	9338536.1396	961.0465	carr
571	766219.9053	9338530.8164	959.2721	carr
572	766222.9929	9338539.7383	962.2255	carr
573	766212.7664	9338546.9890	963.9735	carr
574	766223.0803	9338562.6260	969.2132	carr
575	766225.7024	9338570.0515	971.5620	carr
576	766215.3886	9338568.5664	969.6782	carr
577	766227.1009	9338580.3947	974.9835	carr
578	766225.7024	9338592.4500	978.4078	carr
579	766218.8885	9338595.5298	978.0366	carr
580	766219.7625	9338603.8288	980.1812	carr
581	766227.4542	9338604.6150	982.5001	carr
582	766228.9401	9338616.4957	984.1675	carr
583	766221.5106	9338614.2244	982.1445	carr
584	766230.8679	9338625.0925	984.6941	carr
585	766225.4488	9338623.1706	983.1300	carr
586	766229.9065	9338637.2352	984.9422	carr
587	766235.1508	9338636.0996	985.8535	carr
588	766238.3037	9338648.4471	986.0993	carr
589	766233.4964	9338652.2035	986.0518	carr
590	766241.2755	9338659.3668	987.1891	carr
591	766235.9437	9338663.7347	986.0642	carr
592	766242.8488	9338668.8888	987.1812	carr
593	766237.0800	9338671.1601	986.5400	carr
594	766243.7283	9338677.3100	988.0605	carr
595	766237.6973	9338677.5720	986.8487	carr
596	766238.7462	9338685.1722	987.1066	carr
597	766245.4764	9338683.8618	988.0529	carr
598	766245.5638	9338690.0642	988.1458	carr
599	766239.8825	9338696.8781	987.7225	carr
600	766245.3890	9338697.0528	988.9688	carr
601	766240.9375	9338704.3334	985.4167	carr
602	766242.2486	9338710.0116	983.4227	carr
603	766252.1254	9338711.3220	983.3569	carr
604	766251.1640	9338703.6345	987.0533	carr
605	766259.6423	9338706.0805	986.4864	carr
606	766267.7152	9338705.4672	987.2099	carr
607	766260.8101	9338711.6696	984.1257	carr
608	766269.9003	9338712.2811	984.0329	carr
609	766282.3119	9338713.5915	984.6197	carr
610	766281.8749	9338707.6512	987.2890	carr
611	766292.4510	9338708.0879	987.2287	carr
612	766297.4628	9338716.9211	984.0349	carr

613	766297.9873	9338710.6314	985.8461	carr
614	766310.2240	9338714.3004	985.1255	carr
615	766315.1569	9338721.4724	982.2463	carr
616	766326.1700	9338718.5896	984.1759	carr
617	766329.8410	9338725.0541	981.2665	carr
618	766343.9150	9338722.7004	983.1063	carr
619	766344.0952	9338728.5008	981.1629	carr
620	766355.1038	9338730.5938	979.1762	carr
621	766353.8061	9338724.6853	982.0291	carr
622	766365.8323	9338723.5827	981.1646	carr
623	766366.5975	9338729.3000	979.1891	carr
624	766378.0857	9338726.9324	979.1362	carr
625	766377.9035	9338721.6157	980.8947	carr
626	766385.4093	9338720.0498	980.9518	carr
627	766395.7417	9338722.9690	979.1792	carr
628	766403.2194	9338713.3470	981.7976	carr
629	766410.1948	9338720.9525	978.8494	carr
630	766421.9503	9338718.6600	978.8096	carr
631	766419.0831	9338710.7318	980.9218	carr
632	766435.8442	9338711.1031	979.0981	carr
633	766437.9468	9338717.9806	978.0270	carr
634	766462.4134	9338719.1269	978.1297	carr
635	766462.3179	9338713.2046	979.1132	carr
636	766480.8090	9338715.0216	979.9253	carr
637	766481.0002	9338719.4155	979.0613	carr
638	766416.4352	9338703.3004	982.8215	terr
639	766403.6388	9338699.2403	985.5866	terr
640	766403.9435	9338706.6500	983.2718	terr
641	766408.8183	9338692.6426	982.1096	terr
642	766397.3422	9338680.1577	982.0592	terr
643	766390.1316	9338690.5110	985.0283	terr
644	766383.1240	9338701.1688	986.8343	terr
645	766388.3035	9338709.4921	984.1317	terr
646	766390.9494	9338670.8615	981.3613	terr
647	766383.3148	9338675.4072	984.1468	terr
648	766370.1573	9338693.2657	987.9762	terr
649	766364.1471	9338680.7648	987.6441	terr
650	766381.5280	9338660.9581	981.3025	terr
651	766365.6091	9338663.8804	984.9005	terr
652	766348.3906	9338663.8804	987.0648	terr
653	766357.9745	9338676.0566	988.0117	terr
654	766372.7451	9338643.3798	980.2845	terr
655	766360.8871	9338645.1657	982.5832	terr
656	766350.0037	9338649.3868	985.2801	terr
657	766339.9325	9338648.4127	986.9309	terr
658	766367.5470	9338629.7425	978.8522	terr
659	766356.9886	9338633.3142	981.2817	terr
660	766339.7701	9338632.9895	985.1164	terr
661	766362.5084	9338617.5251	977.5558	terr

662	766356.4981	9338619.1486	980.1172	terr
663	766340.4168	9338615.2522	982.7472	terr
664	766358.2850	9338604.3748	975.3944	terr
665	766347.7265	9338602.9137	977.8388	terr
666	766354.7113	9338591.8739	972.8293	terr
667	766354.3864	9338582.7823	969.7366	terr
668	766341.3498	9338574.6173	967.7809	terr
669	766335.3396	9338588.5794	974.0626	terr
670	766331.6035	9338600.4309	979.1762	terr
671	766317.7962	9338610.9836	983.9131	terr
672	766331.9186	9338621.0934	983.8816	terr
673	766327.6952	9338633.1073	985.1314	terr
674	766305.1163	9338630.1850	985.9616	terr
675	766306.9032	9338614.4371	984.7029	terr
676	766307.2280	9338602.0985	981.3102	terr
677	766316.9743	9338593.0070	977.2957	terr
678	766324.6089	9338581.9672	972.4574	terr
679	766332.8933	9338569.6286	966.4375	terr
680	766317.7865	9338560.2124	963.9337	terr
681	766311.6139	9338572.0639	969.0753	terr
682	766303.0046	9338580.8308	973.3314	terr
683	766291.9588	9338591.2211	978.2799	terr
684	766284.1618	9338601.6115	982.6751	terr
685	766283.8369	9338612.0018	985.6083	terr
686	766283.1872	9338626.7756	986.8617	terr
687	766265.5929	9338619.6137	987.3664	terr
688	766270.3037	9338603.0541	984.0596	terr
689	766276.3139	9338587.7933	978.2743	terr
690	766284.9231	9338576.9159	973.6617	terr
691	766294.5069	9338567.1749	969.4610	terr
692	766305.7152	9338554.9987	963.1706	terr
693	766290.7709	9338545.5824	960.9993	terr
694	766281.1870	9338558.8951	966.9594	terr
695	766268.3544	9338571.0713	972.4995	terr
696	766262.5066	9338582.4357	977.3021	terr
697	766254.2223	9338597.6966	983.8793	terr
698	766250.3238	9338613.6068	987.8492	terr
699	766239.6028	9338604.1906	984.6514	terr
700	766243.5013	9338588.2803	979.5451	terr
701	766245.1257	9338574.4806	975.3291	terr
702	766239.2507	9338555.7663	968.5256	terr
703	766237.1390	9338536.7714	961.4050	terr
704	766246.7229	9338527.5175	958.0476	terr
705	766263.6165	9338528.9786	957.1311	terr
706	766268.1647	9338540.5054	960.8938	terr
707	766278.8857	9338538.7196	959.4387	terr
708	766260.6926	9338552.8440	966.0846	terr
709	766257.1189	9338571.3518	973.2475	terr
710	766242.1868	9338619.8620	986.2168	terr

711	766249.2217	9338641.9364	988.0000	terr
712	766268.1997	9338641.7728	987.9870	terr
713	766252.3351	9338664.7046	988.9841	terr
714	766265.4233	9338663.8871	989.0000	terr
715	766277.3664	9338665.5222	988.8962	terr
716	766282.6017	9338644.2654	987.9741	terr
717	766301.4160	9338646.5546	987.1859	terr
718	766295.1991	9338666.0127	988.4177	terr
719	766311.4580	9338664.2309	989.0977	terr
720	766322.7466	9338648.2066	987.0528	terr
721	766332.7264	9338665.2120	989.0218	terr
722	766344.1787	9338675.6769	989.9129	terr
723	766356.7761	9338689.5756	989.7872	terr
724	766367.1045	9338707.5967	987.0262	terr
725	766375.1211	9338715.2819	983.1076	terr
726	766357.6155	9338717.4076	984.2529	terr
727	766343.7093	9338711.8481	987.0905	terr
728	766326.8581	9338706.9427	989.5367	terr
729	766306.3509	9338703.9980	990.0154	terr
730	766286.2277	9338697.7845	990.5040	terr
731	766263.8140	9338694.1872	989.6912	terr
732	766255.4703	9338688.3007	989.0000	terr
733	766254.1614	9338674.8926	989.0000	terr
734	766269.0493	9338675.2196	990.0000	terr
735	766288.0273	9338675.7101	990.1810	terr
736	766312.5678	9338672.9304	989.6451	terr
737	766333.8362	9338672.6034	989.7124	terr
738	766325.6561	9338686.0115	992.9970	terr
739	766305.3693	9338690.5899	992.8700	terr
740	766344.4704	9338694.8413	992.5820	terr
741	766329.2831	9338694.0289	992.2360	est1
742	766375.1235	9338700.2679	987.3550	bm1
743	766248.9762	9338606.5252	986.7939	est2

**LIBRETA DE CAMPO- LEVANTAMIENTO CON ESTACIÓN TOTAL**

**RESPONSABLE: BACH. LOZADA TIGLLA EDWAR FRANCIS**  
**LUGAR : CENTRO POBLADO HUALANGO - CANTERA LIMONES**

<b>PUNTO</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>COTA (m.s.n.m)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
896	763808.1801	9337875.1570	511.1661	est1
897	763844.2696	9337869.0300	513.6711	bm1
898	763842.2456	9337864.7720	513.6130	carr
899	763842.0076	9337869.6720	513.5500	carr
900	763852.0123	9337863.9170	512.1950	carr
901	763852.9643	9337869.6730	512.0137	carr
902	763859.5626	9337870.4390	512.4007	carr
903	763862.3232	9337865.8250	513.7271	carr
904	763864.9409	9337872.2940	513.1580	carr
905	763868.1775	9337868.7740	513.9849	carr
906	763871.5568	9337876.5760	514.0000	carr
907	763874.9837	9337872.6270	514.4988	carr
908	763883.1372	9337877.7780	515.0812	carr
909	763878.1873	9337881.9160	514.0307	carr
910	763883.3276	9337885.2460	514.0343	carr
911	763889.6579	9337882.1540	515.5758	carr
912	763893.3445	9337890.3430	515.0242	carr
913	763895.8670	9337885.1580	516.0573	carr
914	763902.6257	9337892.4360	516.0305	carr
915	763903.5776	9337887.2040	516.7345	carr
916	763909.6767	9337888.2060	517.0000	carr
917	763910.7714	9337892.3440	517.0000	carr
918	763917.3622	9337897.5320	517.1209	terr
919	763924.6308	9337901.5770	517.6484	terr
920	763922.7546	9337907.7790	516.8636	terr
921	763911.1122	9337900.2780	516.2082	terr
922	763918.4485	9337915.6330	516.0408	terr
923	763916.7952	9337921.2700	515.4144	terr
924	763910.0846	9337914.1260	515.5382	terr
925	763914.6556	9337907.9050	516.3700	terr
926	763904.6244	9337910.7170	515.2556	terr
927	763897.5734	9337905.8080	514.9109	terr
928	763904.8675	9337902.5030	515.8600	terr
929	763897.5247	9337897.4970	515.3400	terr
930	763892.0119	9337902.5010	514.5301	terr
931	763888.5496	9337894.1020	514.8280	terr
932	763885.4946	9337898.4080	514.3081	terr

933	763881.0294	9337890.8920	514.0000	terr
934	763876.4077	9337893.3190	513.8484	terr
935	763873.7443	9337886.8990	513.8728	terr
936	763868.6525	9337889.5610	512.9721	terr
937	763863.0025	9337880.0040	512.6156	terr
938	763858.1457	9337884.2320	512.7050	terr
939	763850.3679	9337876.6310	511.1867	terr
940	763846.9212	9337881.1720	510.5296	terr
941	763838.6299	9337876.6830	510.0611	terr
942	763829.7145	9337878.1810	510.1488	terr
943	763913.8498	9337933.5060	514.8930	qd
944	763908.2518	9337940.1580	514.9580	qd
945	763910.5897	9337924.4690	514.5920	qd
946	763903.9113	9337928.3580	514.5360	qd
947	763906.0319	9337918.1430	514.2630	qd
948	763899.7670	9337921.0060	514.1984	qd
949	763898.8676	9337911.7270	513.8960	qd
950	763894.8315	9337918.5900	514.0000	qd
951	763888.1746	9337915.4460	513.8624	qd
952	763891.2672	9337908.4790	513.8400	qd
953	763878.0144	9337910.8450	513.0779	qd
954	763882.8887	9337903.7490	513.0380	qd
955	763868.8831	9337907.2050	512.1676	qd
956	763874.2218	9337896.7880	512.1730	qd
957	763865.2241	9337892.7150	511.2380	qd
958	763856.5804	9337902.8780	511.2138	qd
959	763855.4788	9337888.2260	510.6100	qd
960	763847.6826	9337898.5590	510.2981	qd
961	763845.6310	9337885.1660	510.3200	qd
962	763841.3939	9337893.0430	510.1783	qd
963	763835.2807	9337883.2160	510.2700	qd
964	763834.4333	9337889.3140	510.2709	qd
965	763828.4167	9337882.0300	510.1900	qd
966	763827.9930	9337887.1970	510.2200	qd
967	763900.5793	9337938.5820	516.2680	terr
968	763898.5979	9337928.8410	515.9930	terr
969	763893.1891	9337936.8160	516.3100	terr
970	763890.8327	9337929.9120	516.1160	terr
971	763888.6906	9337922.2040	516.4870	terr
972	763876.2488	9337917.0410	516.1600	terr
973	763877.8820	9337924.9450	516.1200	terr
974	763882.8678	9337934.4820	515.6770	terr
975	763879.6872	9337930.4440	516.2100	terr
976	763871.5209	9337933.2790	515.4280	terr

977	763868.9421	9337926.4060	515.5890	terr
978	763868.0824	9337919.5330	515.2850	terr
979	763867.5667	9337913.8620	515.0570	terr
980	763856.2776	9337910.1570	515.8440	terr
981	763860.7476	9337918.8340	515.9600	terr
982	763863.0686	9337926.6520	515.1550	terr
983	763861.6932	9337931.2920	515.2290	terr
984	763852.7532	9337930.0890	515.1090	terr
985	763853.1830	9337923.0440	515.2790	terr
986	763850.0884	9337911.6170	515.1290	terr
987	763849.6586	9337905.0020	515.7580	terr
988	763838.7246	9337900.9570	515.8040	terr
989	763840.6158	9337910.2350	515.0600	terr
990	763839.6702	9337915.3900	515.4120	terr
991	763839.8421	9337921.9200	515.8180	terr
992	763841.8192	9337928.4490	515.9210	terr
993	763831.8672	9337915.5370	515.9530	terr
994	763830.2223	9337909.3940	515.8610	terr
995	763827.7981	9337904.5480	515.7540	terr
996	763823.2960	9337897.1930	515.4700	terr
997	763830.9149	9337891.0490	515.6430	terr
998	763836.0230	9337896.6740	515.7160	terr
999	763831.6075	9337900.2210	515.1640	terr
1000	763838.4472	9337906.3650	515.6200	terr
1001	763834.5431	9337927.3470	514.1500	qd
1002	763832.5664	9337922.1340	513.6840	qd
1003	763827.9540	9337926.3050	513.9140	qd
1004	763822.9024	9337920.2130	513.0770	qd
1005	763828.6678	9337917.4140	513.1680	qd
1006	763824.8242	9337911.5970	512.6070	qd
1007	763820.6511	9337913.7920	512.6550	qd
1008	763820.1979	9337903.6200	512.4520	qd
1009	763814.0481	9337905.2120	512.4860	qd
1010	763815.0914	9337897.4740	512.1910	qd
1011	763808.6121	9337898.9560	512.2860	qd
1012	763805.7982	9337895.0740	512.0798	qd
1013	763800.3336	9337888.0270	510.8260	qd
1014	763797.9971	9337884.3350	510.7680	qd
1015	763810.9354	9337881.6970	510.6200	qd
1016	763814.2913	9337884.5210	510.8200	qd
1017	763822.8114	9337882.3330	510.1100	qd
1018	763820.2317	9337889.0760	510.8690	qd
1019	763819.0931	9337879.5680	512.6000	terr
1020	763821.7219	9337876.4340	514.3650	carr

1021	763819.5283	9337871.4150	514.4970	carr
1022	763831.8815	9337867.4910	513.9020	carr
1023	763834.1328	9337871.9340	513.9420	carr
1024	763839.2049	9337858.2950	511.2537	terr
1025	763828.6564	9337851.1160	510.9263	terr
1026	763814.9542	9337842.5720	512.3650	terr
1027	763809.0167	9337848.2710	511.8000	terr
1028	763801.0273	9337853.5320	511.2000	terr
1029	763796.1396	9337857.7600	510.7000	terr
1030	763804.2231	9337863.2080	510.8900	terr
1031	763810.7086	9337871.0050	510.6299	terr
1032	763821.0479	9337865.8390	511.7840	terr
1033	763829.1313	9337861.0480	512.2000	terr
1034	763820.3899	9337854.7530	511.0000	terr
1035	763812.9645	9337859.6380	511.2800	terr
1036	763810.0001	9337874.0010	515.0360	pnt
1037	763812.0115	9337880.0100	515.1200	pnt
1038	763795.0099	9337883.9970	515.1160	pnt
1039	763792.9953	9337878.9820	514.9940	pnt
1040	763794.6886	9337877.1910	511.0000	qd
1041	763805.1213	9337873.9320	511.1170	qd
1042	763800.3532	9337868.3520	510.4584	qd
1043	763790.4912	9337871.9370	510.8890	qd
1044	763795.5445	9337864.6050	510.0000	qd
1045	763784.6887	9337865.2430	509.8040	qd
1046	763790.4755	9337860.3150	509.8400	qd
1047	763785.3210	9337851.9570	509.1024	qd
1048	763776.0860	9337855.4030	509.0784	qd
1049	763779.1370	9337846.9980	509.0000	qd
1050	763769.8473	9337852.0680	509.0000	qd
1051	763769.8473	9337844.5620	508.6870	qd
1052	763759.9648	9337845.9450	508.0000	qd
1053	763762.4683	9337852.0680	508.7940	qd
1054	763751.8311	9337851.9340	507.8160	qd
1055	763752.9511	9337844.6250	507.7540	qd
1056	763740.7824	9337848.0180	507.2860	qd
1057	763744.1121	9337841.2290	507.1035	qd
1058	763730.0696	9337835.2320	506.8370	qd
1059	763724.8317	9337842.8170	506.8960	qd
1061	763737.9404	9337825.8470	510.0980	terr
1062	763751.5769	9337830.2300	510.0580	terr
1063	763760.1724	9337836.3990	510.1960	terr
1064	763746.2681	9337821.2430	511.5670	terr
1065	763751.8778	9337816.5160	511.9670	terr

1066	763760.0174	9337809.0410	512.1320	terr
1067	763768.7070	9337815.1970	512.0750	terr
1068	763760.0174	9337824.8710	511.1570	terr
1069	763771.3469	9337830.4780	511.4990	terr
1070	763780.1465	9337821.0230	512.1330	terr
1071	763788.0036	9337826.6430	512.2000	terr
1072	763778.6540	9337835.5480	511.1450	terr
1073	763772.1643	9337838.1860	510.1660	terr
1074	763785.3637	9337843.3530	510.9970	terr
1075	763791.6334	9337836.8670	511.1330	terr
1076	763797.3531	9337831.0410	512.0490	terr
1077	763805.2727	9337837.7470	512.2300	terr
1078	763799.1130	9337844.3430	511.8360	terr
1079	763792.4034	9337848.9600	510.5640	terr
1080	763725.8609	9337849.7740	509.2200	terr
1081	763727.4230	9337856.9110	509.2434	terr
1082	763727.6509	9337868.6510	510.7784	terr
1083	763744.3876	9337871.1040	510.5170	terr
1084	763743.7181	9337857.3870	509.1418	terr
1085	763758.5713	9337859.1390	509.7956	terr
1086	763762.0718	9337871.4540	510.9155	terr
1087	763772.9593	9337871.1090	511.0109	terr
1088	763771.2791	9337859.3540	509.9684	terr
1089	763786.2356	9337875.8820	511.0000	terr
1090	763717.2401	9337867.4230	510.3211	terr
1091	763716.8994	9337854.8210	509.5600	terr
1093	763788.3496	9337881.1070	515.1100	carr
1094	763790.9353	9337885.9130	515.1890	carr
1095	763784.1308	9337885.6860	515.2900	carr
1096	763782.5885	9337881.6960	515.1600	carr
1097	763777.5531	9337884.4170	515.3230	carr
1098	763775.8293	9337880.2910	515.3000	carr
1099	763769.8568	9337880.2900	515.5690	carr
1100	763769.2217	9337884.1440	515.6250	carr
1101	763754.9323	9337884.5070	515.8530	carr
1102	763754.2065	9337880.3810	515.8780	carr
1103	763738.2610	9337880.8330	515.9760	carr
1104	763735.7941	9337884.4590	516.0360	carr
1105	763723.6422	9337883.0800	516.0060	carr
1106	763724.0775	9337879.6710	515.9670	carr
1107	763713.5568	9337877.2060	516.1600	carr
1108	763711.5252	9337880.9770	516.1580	carr
1109	763701.6923	9337875.0240	516.2985	carr
1110	763697.5566	9337878.5770	516.2550	carr

1111	763686.8183	9337874.3710	516.3780	carr
1112	763684.2788	9337877.0550	516.3430	carr
1113	763672.4290	9337873.3530	516.4840	carr
1114	763671.8485	9337877.4140	516.4630	carr
1115	763661.0860	9337873.6450	516.6560	carr
1116	763661.8116	9337878.2140	516.5920	carr
1117	763651.6537	9337880.0270	516.6916	carr
1118	763649.8398	9337876.1830	516.6550	carr
1119	763637.3600	9337880.8250	516.7070	carr
1120	763640.9879	9337883.6530	516.7306	carr
1121	763653.2600	9337890.3100	523.8830	terr
1122	763665.7275	9337888.4040	523.9910	terr
1123	763676.8750	9337887.5980	523.9850	terr
1124	763691.0653	9337890.3860	524.1070	terr
1125	763716.6500	9337896.1980	525.8110	terr
1126	763736.1221	9337892.0950	525.0170	terr
1127	763747.1484	9337898.3090	526.0570	terr
1128	763769.2826	9337891.9610	524.0170	terr
1129	763771.9512	9337898.4070	526.0110	terr
1130	763791.7810	9337895.3700	524.2630	terr
1131	763787.4074	9337903.7420	526.2360	terr
1132	763804.3087	9337903.2970	523.8360	terr
1133	763798.9715	9337907.0020	524.2350	terr
1134	763796.6735	9337911.6690	526.1090	terr
1135	763814.4185	9337914.3580	523.8420	terr
1136	763803.1793	9337919.9750	526.9740	terr
1137	763814.0439	9337923.5700	524.9660	terr
1138	763792.2537	9337920.6360	527.3270	terr
1139	763781.4622	9337912.2640	529.2360	terr
1140	763768.3173	9337905.7940	529.8540	terr
1141	763742.6404	9337905.4080	529.4210	terr
1142	763723.9137	9337905.6010	527.2580	terr
1143	763701.3877	9337900.6230	526.1790	terr
1144	763686.0226	9337895.9390	525.2740	terr
1145	763714.0645	9337889.1520	524.1610	terr
1146	763632.9919	9337871.9870	508.9974	terr
1147	763642.5233	9337869.0740	509.5447	terr
1148	763658.0151	9337864.8040	510.2211	terr
1149	763655.1145	9337860.7490	509.5002	terr
1150	763642.9760	9337862.6440	508.7208	terr
1151	763632.4813	9337865.1720	508.0076	terr
1152	763632.5900	9337858.2150	506.9730	terr
1153	763629.3025	9337853.6660	506.2083	terr
1154	763639.2915	9337851.7700	506.8972	terr

1155	763652.0621	9337853.0340	507.6975	terr
1156	763666.6030	9337856.9520	509.0352	terr
1157	763671.4557	9337864.6650	510.1067	terr
1158	763690.9277	9337863.6540	510.1089	terr
1159	763679.1686	9337857.8400	509.1296	terr
1160	763699.7787	9337855.8180	509.2020	terr
1161	763705.6326	9337864.9240	510.2627	terr
1162	763621.6231	9337850.0490	506.8100	terr
1163	763626.6974	9337863.5730	507.2925	terr
1164	763612.9059	9337856.6810	507.4320	terr
1165	763600.4154	9337850.1790	506.6910	terr
1166	763614.4672	9337848.0990	506.1230	terr
1167	763556.2296	9337828.5020	501.3560	qd
1168	763561.5717	9337819.7630	501.3480	qd
1169	763580.0541	9337825.9790	502.3480	qd
1170	763576.0531	9337835.5860	502.3645	qd
1171	763596.7383	9337841.3550	504.2680	qd
1172	763601.1343	9337828.6450	504.1680	qd
1173	763623.2292	9337843.8450	505.2410	qd
1174	763626.6858	9337831.2060	505.2010	qd
1175	763642.8310	9337835.2540	504.3774	qd
1176	763639.8804	9337845.1970	505.4720	qd
1177	763652.0203	9337845.9550	505.5400	qd
1178	763653.9593	9337835.5910	505.6200	qd
1179	763659.5416	9337849.2420	505.6140	qd
1180	763666.9605	9337851.2640	505.7440	qd
1181	763676.5105	9337851.1830	505.8570	qd
1182	763683.5078	9337850.1720	505.9520	qd
1183	763695.5128	9337848.3200	506.0790	qd
1184	763706.0509	9337843.1800	506.3085	qd
1185	763718.5470	9337841.6640	506.8240	qd
1186	763710.8752	9337847.3930	509.0190	terr
1187	763717.1247	9337830.8660	506.7810	qd
1188	763702.9234	9337829.4400	506.2919	qd
1189	763688.9981	9337835.5070	506.0413	qd
1190	763695.1437	9337831.6040	506.1680	qd
1191	763679.2377	9337839.9800	505.9830	qd
1192	763674.3299	9337838.3450	505.5230	qd
1193	763672.0735	9337834.7360	505.9634	qd
1194	763671.3446	9337829.5980	506.1520	qd
1195	763673.3439	9337823.8760	506.2920	qd
1196	763676.0706	9337819.0450	506.4180	qd
1197	763681.8063	9337827.8610	510.1900	terr
1198	763691.6248	9337825.4100	510.0290	terr

1199	763686.4827	9337818.2160	510.0230	terr
1200	763709.9892	9337823.3550	510.0510	terr
1201	763702.7903	9337814.9850	511.6610	terr
1202	763729.1638	9337816.0160	511.1000	terr
1203	763728.5762	9337824.3860	510.0140	terr
1204	763748.2629	9337806.9120	512.2330	terr
1205	763730.6330	9337806.6190	512.0700	terr
1206	763719.1422	9337807.3440	512.5110	terr
1207	763709.2988	9337806.3160	512.0700	terr
1208	763712.3841	9337814.6850	511.6890	terr
1209	763700.3370	9337805.1410	512.0130	terr
1210	763690.0529	9337806.9030	510.1590	terr
1211	763679.9083	9337805.7130	506.5030	qd
1212	763683.9200	9337795.3940	506.6660	qd
1213	763685.9699	9337783.8460	506.7480	qd
1214	763682.5202	9337763.5270	506.9580	qd
1215	763685.6171	9337747.1130	507.2652	qd
1216	763689.9544	9337735.4440	507.6450	qd
1217	763673.5487	9337730.1670	507.6920	qd
1218	763664.4157	9337746.5260	507.3450	qd
1219	763661.9296	9337763.8070	507.1230	qd
1220	763663.0894	9337784.7810	506.7754	qd
1221	763665.8160	9337794.1060	506.6954	qd
1222	763666.1179	9337805.1480	506.5631	qd
1223	763664.8844	9337819.8990	506.3260	qd
1224	763662.9927	9337825.8760	506.1690	qd
1225	763654.1298	9337761.6120	508.2440	terr
1226	763652.6552	9337772.3210	508.7520	terr
1227	763643.6111	9337784.0130	508.4130	terr
1228	763655.9976	9337787.9430	508.2910	terr
1229	763632.3885	9337793.7670	507.1880	terr
1230	763641.4327	9337803.2970	508.7440	terr
1231	763656.4735	9337806.4410	508.7580	terr
1232	763654.6020	9337817.3740	508.0590	terr
1233	763636.1205	9337810.8900	508.3310	terr
1234	763620.0967	9337804.5030	507.6910	terr
1235	763607.8860	9337816.2990	507.3020	terr
1236	763625.2861	9337817.6740	507.2770	terr
1237	763641.9981	9337824.6500	507.0300	terr
1238	763653.6160	9337828.5820	507.3260	terr

**Anexo 3.** Plano de ubicación de las canteras  
Hualango.

## **Anexo 4. Planos - Cantera La Loma.**

## **Anexo 5. Planos - Cantera Las Paguillas**

## **Anexo 6. Planos - Cantera Limones.**

## **Anexo 7. Resultado de ensayos de laboratorio.**