FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

"EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DE LOS AGREGADOS PRODUCIDOS POR LAS CANTERAS DE LA PROVINCIA DE CHICLAYO PARA FINES DE OBRAS VIALES"

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Autores:

Br. Carranza Morales Juan Franklin.
Br. Paredes Quintana Reynaldo Alvarino.

Asesor:

Mg. Ing. Marín Bardales Noé

Línea de Investigación

Ingeniería de Procesos
Ingeniería Vial y de Transportes

Pimentel - Perú

2018

“EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DE LOS AGREGADOS PRODUCIDOS POR LAS CANTERAS DE LA PROVINCIA DE CHICLAYO PARA FINES DE OBRAS VIALES”

Aprobación de la Tesis

MSc. Ana María Guerrero Millones
Asesor Metodólogo

Mg. Ing. Noé Marín Bardales
Asesor Especialista

MSc. Ing. Omar Coronado Zuloeta
Presidente Del Jurado De Tesis

Ing. Nepton David Ruiz Saavedra
Secretario Del Jurado De Tesis

Mg. Ing. Noé Humberto Marín Bardales
Vocal del jurado de tesis

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres Tomás y Norma por haberme dado la vida y enseñarme que las metas son alcanzables y que una caída no es una derrota si no el principio de una lucha que siempre termina en logros y éxitos. Les agradezco tanto por orientarme en todo y ayudarme a salir a delante a pesar de los inconvenientes. Les dedico este triunfo para ustedes Padres.

Agradezco a mis padres Alvarino y María por haberme dado la vida y enseñarme hacer fuerte y que las metas son alcanzables y que una caída no es una derrota ni para darse por vencido si no el principio de una lucha que siempre termina en logros y éxitos. Les agradezco tanto por orientarme en todo y ayudarme a salir a delante a pesar de los inconvenientes. Les dedico este triunfo para ustedes mis Padres, mi abuelo Reynaldo y mi hija Valentina.

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico en primer lugar a DIOS, ya que sin El no podríamos hacer nada, Dios es quien nos concede el privilegio de darnos la vida y nos ofrece lo necesario para surgir y alcanzar nuestras metas. Gracias por las pruebas que me pusiste en esta etapa de mi vida cambiando mi forma de pensar y acercarme mucho más a ti.

A mis padres quienes me dieron vida, educación, apoyo y consejos. A mis compañeros de estudio, a mis maestros y amigos, quienes sin su ayuda nunca hubiera podido hacer realidad esta tesis. A todos ellos se los agradezco desde el fondo de mi alma. Para todos ellos hago esta dedicatoria

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO iii
DEDICATORIA iv
ÍNDICE GENERAL v
ÍNDICE DE TABLAS vii
ÍNDICE DE FIGURAS viii
RESUMEN ix
ABSTRACT x
INTRODUCCIÓN xi

CAPÍTULO I
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN
1.1. Situación Problemática 13
1.2. Pregunta De Investigación 16
1.3. Limitación De La Tesis 16
1.4. Objetivos 17
1.5. Justificación 17

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO
2.1. Antecedentes De La Investigación 20
2.2. Estado del arte 22
2.3. Bases Teóricas Científicas 22
2.4. Definición de Términos Básicos 53

CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO
3.1. Tipo y diseño de la investigación 59
Fuente propia 59
3.2. Población y Muestra: 60
3.3. Hipótesis 62
3.4. Variables 62
3.5. Operacionalización 63
3.6. Ensayos, técnicas y formatos para la recolección de datos 64
3.7. Materiales, herramientas y equipos 65
3.8. Procesamiento de datos 65
3.8.1. Diagrama de Flujo de Procesos 66

3.8.2. Descripción de Procesos.....66
3.9. Plan de Análisis Estadístico de Datos 68
3.10. Presentación de datos.....68

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS
1. Determinar las propiedades de los agregados de las canteras que se utilizan en la construcción de obras viales a nivel de afirmado en la ciudad de Chiclayo. 70
2. Determinar los parámetros de los agregados utilizados en la construcción de obras viales a nivel de firmado de la ciudad de Chiclayo de acuerdo con la Norma Técnica..75
1. Comparación de la granulometría.....75
3. Analizar el costo unitario por m^3 de los agregados de las canteras utilizados en la construcción de obras viales a nivel de afirmado en la ciudad de Chiclayo. 82
A. PRESUPUESTO DE AGREGADOS COMPRADOS EN CANTERA 82
B. PRESUPUESTO DE AGREGADOS PUESTO EN OBRA (CHICLAYO) 82

CAPÍTULO V
PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN.....84
DESCRIPCIÓN TÉCNICA 85
DESCRIPCIÓN ECONÓMICA 87

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES 90
RECOMENDACIONES 90

Referencias Bibliográficas

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1***Requisitos de Granulometría para Tratamientos Superficiales.*** 20
Tabla 2 *Requisitos de Calidad de los Áridos para Tratamientos Superficiales*. 21
Tabla 3 *Clasificación de canteras* 25
Tabla 4 *Valor Relativo de CBR* 28
Tabla 5 *Requerimientos Agregado Grueso* 28
Tabla 6 Requerimientos Agregado Fino 29
Tabla 7 *La fracción gruesa tendrá denominaciones, según el sistema:* 35
Tabla 8 *Límite Líquido* 39
Tabla 9 *Límite Plástico* 40
Tabla 10 Sistema de Clasificación SUCS 41
Tabla 11 Sistema de Clasificación SUCS 42
Tabla 12 Propiedades de Suelos Clasificados por SUCS 43
Tabla 13 Tablas para Clasificar los Suelos según los Valores de C.B.R. 44
Tabla 14 Clasificación según CBR 45
Tabla 15 Clasificación de Suelos según CBR y usos 45
Tabla 16 Características de los Suelos según SUCS 46
Tabla 17 *Requerimientos Granulométricos para sub-base granular* 51
Tabla 18 *Requerimientos de Ensayos Especiales* 52
Tabla 19 *Diseño de la Investigación Propia* 59
Tabla 20 *Las Distintas Canteras de la Zona de Chiclayo.* 60
Tabla 21 *Operacionalización* 63
TABLA 22 *Propuesta de la Investigación* 84
Tabla 23 *Cuadro De Coordenadas* 86
Tabla 24 *Relación de Excavaciones* 87
Tabla 25 *Datos de Ensayo Proctor de Cantera la Viña* 95
Tabla 26 *Datos de Ensayo Proctor de Cantera la Victoria* 96
TABLA 27 Datos de Ensayo Proctor de Cantera las Delicias 97
TABLA 28 Datos Ensayo N° 2 de Proctor de *Cantera La Viña:* 98
TABLA 29 Datos Ensayo N° 2 de Proctor de Cantera La Victoria: 99
TABLA 30 Datos Ensayo N° 2 de Proctor de *Cantera Las Delicias:* 100
TABLA 31 *Datos para Realizar el Proctor Según Cantera* 101
TABLA 32 *Datos para Realizar el Proctor según Cantera* 102
TABLA 33 *Datos para Realizar el Proctor según Cantera* 103
TABLA 34 *Ensayo de Límite Líquido – Viña* 104
TABLA 35 *Ensayo de Límite Líquido – Victoria* 105
TABLA 36 *Ensayo de Límite Líquido – Las Delicias* 106
TABLA 37 *Contenido de Sales según Canteras* 107
TABLA 38 *Ensayo de Expansión de las Canteras* 108

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 Sección Transversal 31
FIGURA 2 *Tablas para clasificar el suelo - carta de plasticidad* 40
FIGURA 3 Definición de CBR 48
FIGURA 4 Trípode para medir la expansión 49
FIGURA 5 RESULTADO DE ENSAYO DE ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA CANTERA LA VIÑA 70
FIGURA 6 RESULTADO DE ENSAYO DE ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA CANTERA LA VICTORIA 70
FIGURA 7 RESULTADO DE ENSAYO DE ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA CANTERA LAS DELICIAS 71
FIGURA 8 RESULTADO DE ENSAYO DE LÍMITES DE CANTERA LA VIÑA 71
FIGURA 9 RESULTADO DE ENSAYO DE LÍMITES DE CANTERA LA VICTORIA 72
FIGURA 10 RESULTADO DE ENSAYO DE LÍMITES DE CANTERA LAS DELICIAS 72
FIGURA 11 RESULTADO DE ENSAYO DE CBR DE CANTERA LA VIÑA 73
FIGURA 12 RESULTADO DE ENSAYO DE CBR DE CANTERA LA VICTORIA 73
FIGURA 13 RESULTADO DE ENSAYO DE CBR DE CANTERA LAS DELICIAS 73
FIGURA 14 RESULTADOS DE ENSAYO DE ABRASIÓN (MÁQUINA DE LOS ÁNGELES) 74
FIGURA 15 PORCENTAJE DE AGREGADOS QUE PASAN SEGÚN MALLA 75
FIGURA 16 CURVA GRANULOMÉTRICA CANTERA LA VIÑA 76
FIGURA 17 CURVA GRANULOMÉTRICA CANTERA LA VICTORIA 76
FIGURA 18 GRANULOMETRIA CANTERA LAS DELICIAS 77
FIGURA 19 CANTERA LA VIÑA 77
FIGURA 20 CANTERA LA VICTORIA 78
FIGURA 21 CANTERA LAS DELICIAS 78
FIGURA 22 CANTERA LA VIÑA 79
FIGURA 23 CANTERA LA VICTORIA 80
FIGURA 24 CANTERA LAS DELICIAS 80
FIGURA 25 **CANTERA LA VICTORIA (PATAPO)** 86
FIGURA 26 CANTERA LAS DELICIAS 109
FIGURA 27 CANTERA LA VIÑA 110
FIGURA 28 CANTERA PÁTAPO 111
FIGURA 29 CANTERA PATAPO 112
FIGURA 30 ESTUDIO GRANULOMÉTRICO 113
FIGURA 31 ESTUDIO GRANULOMÉTRICO 114
FIGURA 32 PESADO DE MUESTRA 115
FIGURA 33 PESADO DE MUESTRA 116
FIGURA 34 SECADO DE MUESTRA 117
FIGURA 35 ENSAYO CBR 118
FIGURA 36 ENSAYO DE CBR 119
FIGURA 37 ENSAYO DE LÍMITES Y SALES 120
FIGURA 38 ENSAYO DE LÍMITES Y SALES 121

RESUMEN

En la presente tesis se expone el estudio de canteras que comprende la ubicación, investigación y comprobación física, mecánica y química de los materiales agregados inertes para las capas de relleno, sub-base, base granular, carpeta asfáltica de mezcla en caliente y Concreto Hidráulico.

En el presente trabajo de investigación se determinó las propiedades y comportamiento de los agregados de cada cantera y su pertinencia en obras viales, considerando la clasificación y la descripción del material; las características mecánicas de estos materiales, usados para estabilizar las bases y las sub bases de obras viales.

Para poder cumplir con nuestros objetivos se estudió varias canteras, de las cuales nos quedamos con tres específicas, ya que las otras no se podían extraer ni acercarse por desastres naturales, en este caso fue el fenómeno costero; Se realizó estudios por cada cantera así como: Análisis granulometría, Contenido de humedad, Límites líquido, Límite plástico, Análisis químicos (sales solubles totales, sulfatos, sulfatos, cloruros como iones), CBR, entre otros para luego comparamos estos resultados con lo que estipula la norma sobre carreteras para nuestro caso de bajo tránsito.

Según los resultados que se estudió la cantera que mejor cumple con lo estipulado en las normas es la cantera La Victoria la cual se tendrá en cuenta para la tesis como son: algunos estándares que debe cumplir; desgaste de los Ángeles 50% máx., límite líquido 35% máx., índice de plasticidad estar entre 4 – 9 %, CBR 40 % máx. Y con lo referente al precio es el mejor económica y técnicamente.

Palabras clave: Canteras, obras viales, evaluación técnico económica, agregados.

ABSTRACT

This thesis presents the study of quarries that includes the location, investigation and physical, mechanical and chemical verification of the inert aggregate materials for the filling layers, sub-base, granular base, asphalt hot mix folder and Hydraulic Concrete .

In the present work of investigation will be tried to determine the properties and behavior of the aggregates of each quarry and their pertinence in road works, considering the classification and the description of the material; the mechanical characteristics of these materials, used to stabilize the bases and sub-bases of road works.

In order to fulfill our objectives we studied several quarries, of which we were specific, since the others suffered and could not be extracted or approached by natural disasters, in this case it was the coastal phenomenon; Studies were carried out for each quarry: Analysis granulometry, Moisture content, Liquid limits, Plastic boundary, Chemical analysis (total soluble salts, sulphates, sulfates, chlorides as ions), CBR, among others, then we compare these results with the stipulation Road standard for our low-traffic case.

According to the results studied and compared the quarry that best complies with what is stipulated in the rules is the La Victoria quarry which will be taken into account for our thesis as they are; Angle wear 50% max., Liquid limit 35% max., Plasticity index is between 4 - 9%, CBR 40% max. And with regards to the price is the best economically and technically speaking.

Keywords: Quarries, road works, technical economic evaluation, aggregates

INTRODUCCIÓN

Capítulo I Se describe el planteamiento del problema, la situación problemática de cómo se extrae el material de las canteras en forma artesanal sin tener en cuenta las medidas de seguridad y los criterios técnicos tanto ambiental como económicos, aquí tenemos nuestra pregunta de investigación ¿En qué medida la calidad de los agregados de las canteras de Provincia de Chiclayo influye en la construcción de obras viales a nivel de afirmado? Siendo el objetivo general Evaluar técnica y económicamente los agregados producidos por las canteras de provincia de Chiclayo para fines de obras viales a nivel de afirmado.

Capítulo II, detalla algunos antecedentes de esta tesis y profundiza las bases teóricas con las cual se trabaja detallando los ensayos a realizar en laboratorio, la normativa utilizada, tanto en laboratorio de suelos como en la comparación de resultados.

Capítulo III en esta etapa definimos la hipótesis la cual es: La calidad de los agregados influye considerablemente en la construcción de obras viales. La población y muestra y determinar el nivel de confianza de los datos recopilados en esta tesis, el procesamiento de datos y la descripción de procesos.

Capítulo IV en esta etapa se analizan los resultados y ejecución de los ensayos correspondientes a esta tesis, se determinan y se comparan los parámetros obtenidos en los ensayos con el reglamento correspondiente para esta tesis, también se realizó un análisis económico.

Capítulo V realizaremos en esta etapa nuestra propuesta de investigación para nosotros es Evaluar para qué tipo de obra vial cumple las propiedades analizadas en cada cantera estudiada en esta tesis.

Capítulo VI aquí se muestran las conclusiones y recomendaciones de la tesis.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Situación Problemática

1.1.1. A Nivel Internacional:

Según el Ing. Ortega Castro Alberto Renán (2013), brinda la siguiente información:

> *Hoy en día se realizan construcciones civiles dentro de la ciudad de Ambato utilizando agregados de diferentes canteras, sin embargo, los constructores que adquieren dicho material lo utilizan sin conocer sus propiedades y por ende esto genera un alto grado de incertidumbre al momento de realizar el hormigón (concreto) ya que al no conocer las propiedades de sus componentes no podemos saber si este alcanzará la resistencia esperada . (Ortega, 2013, p.13)*

Se observa en la nuestra ciudad que al momento de utilizar agregados estos son utilizados en cantidades que el maestro de obra utiliza lo hace por la experiencia que el posee. Pero si hacemos un análisis detallado de dosificación nos daremos cuenta que varían de una cantera a otra y sus propiedades no van a ser las mismas, debido a que cada cantera posee propiedades diferentes.

Según José Ballesta Germán (2008). “La Calidad del hormigón empleado en nuestra Región, así como la de las bases y firmes de carreteras dependen fundamentalmente de los componentes empleados en su elaboración” (Ballesta, 2008, p.8). “Estos materiales son de diversos tipos, algunos procedentes de la industria, y no necesariamente de la Región, mientras otros son materias primas provenientes de las zonas próximas de uso y elaboración de hormigones, zahorras, conglomerados, etc.” (Ballesta, 2008, p.8). “El proceso garante de un buen producto final pasa por el uso de materias primas adecuadas, y la garantía de su adecuación se consigue mediante un control sistemático de los materiales previo a su comercialización y empleo” (Ballesta, 2008, p.8).

Entenderán que para obtener una buena calidad de concreto no solamente se necesitará una cantera que abastezca de material adecuado si no también se realizará un estudio de las materias primas de cada cantería siguiendo y respaldado con las normativas de construcción sea tanto para edificación como para pavimentación.

1.1.2. A Nivel Nacional:

La Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (UNOPS) (2013): “Las Canteras serán evaluadas y seleccionadas por su calidad y cantidad (potencia), así como por su menor distancia a la obra” (Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos [UNOPS], 2013, p.12). “Las prospecciones que se realizarán en las canteras se efectuarán en base a calicatas, sondeos y/o trincheras de las que se obtendrán las muestras necesarias para los análisis y ensayos de laboratorio” (UNOPS, 2013, p.12). “El estudio de canteras incluye la accesibilidad a los bancos de materiales, descripción de los agregados, usos, tratamiento, tipo, periodo de explotación, propiedad, permisos de uso y otras informaciones” (UNOPS, 2013, p.12).

Sabrán que toda cantera tiene una vida útil, por eso se realizarán estudios de potencia de cada cantera mediante sondeos en laboratorio, para obtener así el periodo de explotación ya que al concluir la actividad de extracción esta originará serios problemas en el ámbito ambiental, principalmente en las zonas de pasajes.

1.1.3. En el Ámbito Local:

Lo que comúnmente se realiza para extraer el material de afirmado para el uso de una construcción o mejoramiento de una obra vial es que extraen el material de un centro de acopio (cantera) más cercano sin saber sus propiedades y resistencia de dicho material comúnmente hacen esto por ahorrar costos y tiempo pero que al final resulta siendo todo lo contrario. Ya que el resultado final termina siendo un material de regular calidad para esta dicha obra.

Por eso será necesario el estudio de una cantera la cual comprende ubicación comprobación mecánica y física, así como, investigación de los agregados para las capas de relleno, como son la sub-base, la base granular, la carpeta asfáltica de mezcla en caliente y Concreto Hidráulico. Las canteras elegidas serán las que cumplan con las especificaciones y además que sean de las zonas para proveer por años.

Al momento de extraer material de una cantera estos no se toman en cuenta sus estudios técnicos ni económicos simplemente son extraídos por la cercanía a la obra, será necesario un estudio verificando los costos del material, verificando la potencia de cada cantera, gastos que generan traer el material a la obra, entre otros estudios.

1.1.3.1. DESCRIPCIÓN DE CANTERAS

a) Cantera Pátapo La Victoria

- **Ubicación:**

Se ubica en el Cauce del Rio Loco La Victoria afluente del Rio Chancay del distrito de Patapo, provincia de Chiclayo. A unos 31km desde la provincia de Chiclayo.

- **Coordenadas UTM:**

9260500 a 558200

- **Propietarios:**

Los propietarios es una Asociación Civil Las Canteras – La Victoria – Pátapo.

- **Potencia:**

Una potencia estimada de 11,942.34 m^3

b) Cantera La Viña Zaña

- **Ubicación:**

Se ubica en el Cauce del Rio La Viña afluencia del Rio Zaña, del distrito de Zaña, provincia de Chiclayo.

- **Coordenadas UTM:**

9238080 a 570800

- **Volumen:**

Aproximadamente 500 000 m3

- **Usos:**

Utilizados en la industria de construcción de pavimentos y viviendas en Oyotun y centros poblados.

c) Cantera Las Delicias – Reque

- **Ubicación:**

En el caserío de Las Delicias provincia de Reque, distrito de Chiclayo.

- **Coordenadas UTM:**

6.881977 – 79,819866

- **Usos:**

Utilizados en la construcción de pavimentos.

d) Cantera Racarumi

- **Ubicación:**

Ubicada en el Rio Chancay ambas márgenes.

- **Coordenadas UTM:**

9268500 a 586300

- **Volumen:**

Aproximadamente 562500 m3

- **Usos:**

Utilizados en la industria de construcción de pavimentos, viviendas y defensas ribereñas de la cuidad de Carhuaquero y centros poblados.

- **Nota:**

No se está extrayendo material debido a que los desastres de la naturaleza no permiten extraer ninguna clase de material.

e) Cantera Cuculí

- **Ubicación:**

Ubicada en el Cauce del Rio Chancay.

- **Coordenadas UTM:**

9258700 a 566600

- **Volumen:**

Aproximadamente 180 000 m3.

- **Usos:**

Utilizados en industria de construcción de Cuculí y otros centros poblados.

- **Nota:**

No se está extrayendo material debido a que los desastres de la naturaleza como el fenómeno costero y no permiten extraer ninguna clase de material.

1.2. Pregunta De Investigación

¿En qué medida la calidad de los agregados de las canteras de Provincia de Chiclayo influye en la construcción de obras viales a nivel de afirmado?

1.3. Limitación De La Tesis

Se encontró varias canteras muertas que ya no se están explotando debido a la sobre explotación de sus materiales por lo tanto no se tomarán en cuenta para el estudio de nuestra tesis.

Otro punto es que se realizaran estudios a nivel de afirmado como lo estipula los objetivos de la tesis.

Debido al fenómeno costero se vieron limitadas otras canteras las cuales no se tomarán en cuenta para el estudio de la tesis ya que el material no es el adecuado.

No se consideró realizar estudio de diseño de mezcla solo estudios de agregados a nivel de afirmado.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General.

Evaluar técnica y económicamente los agregados producidos por las canteras de provincia de Chiclayo para fines de obras viales a nivel de afirmado.

1.4.2. Objetivos Específicos.

1. Determinar las propiedades de los agregados de las canteras que se utilizan en la construcción de obras viales a nivel de afirmado en la ciudad de Chiclayo.
2. Determinar los parámetros de los agregados utilizados en la construcción de obras viales a nivel de firmado de la ciudad de Chiclayo de acuerdo con la norma técnica.
3. Analizar el costo unitario por m^3 de los agregados de las canteras utilizados en la construcción de obras viales a nivel de afirmado en la ciudad de Chiclayo.

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación Científica.

En el presente trabajo de investigación se pretenderá determinar las propiedades y comportamiento de los agregados de cada cantera y su pertinencia en obras viales, considerando la clasificación y la descripción del material; las características mecánicas de estos materiales, usados para estabilizar las bases y las sub bases de obras viales.

1.5.2. Justificación Económica.

Con el resultado de la presente investigación los contratistas al conocer los parámetros de los agregados de cada cantera les permitirán economizar costos. A la vez tendrán parámetros de comparación y saber con qué tipo de agregados se trabaja en cada obra vial.

“De esta manera, este trabajo se suma a muchos más relacionados con el estudio de aprovechamiento y reutilización de residuos tóxicos y no-tóxicos procedentes de procesos minero metalúrgicos, de minerales metálicos y/o no metálicos” (Islas, 2007, p.13).

> *Es así como se propone el presente trabajo, que pretenderá dar a conocer las características granulométricas y algunas propiedades físicas, de material de explotación de las canteras de la provincia de Chiclayo; con el propósito de proponer usos alternos y con esto, el reaprovechamiento de tales residuos, lo cual representa ganancias tanto económicas como de remediación del medio ambiente a la región donde se procesa dicho material . (Islas, 2007, p.13-14)*

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes De La Investigación

Ortega Alberto (2013), en su tesis de grado *"La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles"*; expresa que "Los materiales provenientes de las canteras, agregado grueso como agregado fino, estos pasan por un proceso de limpieza por ejemplo lavado, debido a que las presencias de partículas extrañas en estos pueden alterar significativamente los resultados obtenidos" (Ortega, 2013).

Sabemos que por experiencia pasadas y demostradas en laboratorio de suelos que los agregados extraídos de las canteras no vienen puros estos traen elementos perjudiciales ya sea para la construcción de viviendas como para los pavimentos, por lo tanto, es necesario realizar una limpieza y separación de estos materiales.

MSc. Ing. Rosa Herrera de la Rosa (2005). En su Revista De Construcción: *"Estudio de los Requisitos de Calidad de los Áridos para su Empleo en Tratamientos Superficiales"*. "Los áridos que se utilicen en la elaboración de carpetas construidas mediante tratamientos superficiales cumplirán con las características granulométricas, así como con los requisitos de calidad" (Herrera, 2005, p.57).

Tabla 1

Requisitos de Granulometría de los Áridos para Tratamientos Superficiales.

Fracciones (mm)					
mm		**19-10**	**12-5**	**10-5**	**5-1.19**
25.4	1"	100			
19.1	¾"	90-100	100		
12.7	½"	20-55	90-100	100	
9.52	3/8"	0-15	40-70	85-100	100
4.76	Nº 4	0-5	0-15	10-30	85-100
2.38	Nº 8		0-5	0-10	10-40
1.19	Nº 16			0-5	0-10
0.59	Nº 30				0-5
0.297	Nº 50				
0.149	Nº 100				

Fuente: Revista de la Construcción, Macul. Santiago de Chile, 2005

Tabla 2
***Requisitos de Calidad de los Áridos para Tratamientos Superficiales*.**

Características	Valor
Desgaste de Los Ángeles, % máximo.	30
Partículas planas y alargadas, % máximo.	15
Material más fino que el tamiz # 200, % máximo	1.0
Terrones de arcilla, % máximo.	0
Rango usual de tamaños nominales, mm.	20, 13, 10, 5

Fuente: Revista de la Construcción, Macul. Santiago de Chile, 2005

Luis Fajardo y Douglas Avergaray (2014), En su tesis de grado *"Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas".* Nos dice que "Las Propiedades Del Agregado en un pavimento densamente graduado de mezcla asfáltica, el agregado conforma el 90 a 95 %, en peso, de la mezcla de pavimentación" (Fajardo & Vergaray, 2014, p.19). "Eso hace que la calidad del agregado usado, sea un factor crítico en el comportamiento del pavimento" (Fajardo & Vergaray, 2014, p.19). "Sin embargo, además de la calidad, se aplican otros criterios que forman parte de la selección de un agregado en una obra de pavimentación. Estos criterios incluyen el costo y la disponibilidad del agregado" (Fajardo & Vergaray, 2014, p.19). "Aún más, un agregado que cumple con los requisitos de costo y disponibilidad, deberá poseer también ciertas propiedades para poder ser considerado apropiado para pavimento asfáltico de buena calidad" (Fajardo & Vergaray, 2014, p.19-20).

Para nosotros la calidad del agregados es un factor fundamental en especial para nuestra tesis, pero otros factores que influyen en las obras de pavimentación serán la disponibilidad de agregado más cercana, como los costos de los agregados puestos en obra ya que siendo necesario un estudio técnico, porque puede ser que los agregados de la zona cumplan con estas características agregando un aditivo y nos resulta más beneficioso tanto en calidad como en economía, en comparación con los agregados de buena calidad pero que resultan más caros traerlos de las canteras lejanas.

2.2. Estado del arte

LILIANA MUÑOZ PÉREZ (2012)

En su tesis *"Estudio del uso del polietileno tereftalato (PET) como material de restitución en suelos de baja capacidad de carga"*, nos informa que "Las técnicas de mejoramiento de suelos consisten en modificar las características de un suelo mediante distintos métodos, por ejemplo, por una acción física (vibración) o por la inclusión en el suelo de una mezcla del suelo con un material más resistente" (Muñoz, 2012, p.54). Esto se hace con el fin de:

- "Aumentar la capacidad y/o resistencia al corte" (Muñoz, 2012, p.54).
- "Disminuir los asentamientos, tanto absolutos como diferenciales, y acelerarlos cuando suceden" (Muñoz, 2012, p.54).
- "Disminuir o eliminar el riesgo de licuación en caso de sismo o de vibraciones importantes" (Muñoz, 2012, p.54).

2.3. Bases Teóricas Científicas

I. CANTERA.

> *Cantera, es el término genérico que se utiliza para referirse a las explotaciones de rocas industriales y ornamentales; también es una explotación superficial a cielo abierto de una roca muy bien clasificada y cuantificada, a excepción de las calizas, carbón y metales, donde se refiere a la actividad minera que produce áridos: gravas, gravillas, arenas, etc. que abastecen las necesidades de la construcción; además donde se aplica la más variada tecnología que va desde el pico y la pala hasta la pólvora y maquinaria de diferente orden . (Henríquez 2016, p.3)*

"Igualmente se refiere a las explotaciones a cielo abierto de materiales de construcción entre los cuales se incluyen las rocas industriales y ornamentales, gravas, gravillas, arenas y arcillas" (Henríquez 2016, p.3). "Es el lugar donde se extraen materiales de construcción, sea directamente o después de transformación, áridos para vías, o materiales para otras necesidades ingenieriles tales como enrocados, terraplenes y obras de contención" (Henríquez 2016, p.3). "Excluyendo de esta clasificación la extracción de minerales propiamente dichos. También se le llama cantera a un sitio de

explotación de agregados que usualmente es a cielo abierto” (Henríquez 2016, p.3).

“Las canteras son la fuente principal de materiales pétreos los cuales se constituyen en uno de los insumos fundamentales en el sector de la construcción de obras civiles, estructuras, vías, presas y embalses, entre otros” (Henríquez 2016, p.3). “Por ser materia prima en la ejecución de estas obras, su valor económico representa un factor significativo en el costo total de cualquier proyecto” (Henríquez 2016, p.3).

1. CLASIFICACIÓN DE CANTERAS.

“La clasificación de las canteras se dará mediante el tipo muestreo que se tome” (Henríquez 2016, p.3).

a. CANTERAS A CIELO ABIERTO.

Método más usado en nuestro entorno ya que comienza con la limpieza de la zona donde se realizarán los trabajos es decir se eliminarán materias que son distintas al material a extraer de la cantera tales como residuos orgánicos e inorgánicos esto con la finalidad de no alterar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos a extraer para la posterior evaluación de los ensayos en laboratorio . (Henriquez, 2016, p.3-4)

b. CANTERAS SUBTERRÁNEAS.

El sistema de explotación que se lleva a cabo en la cantera es el método de sostenimiento natural con el uso de enormes pilares desbastados como sostén del elemento del elemento horizontal y la explotación en caja de las galerías de la cantera para evitar derrumbes . (Henríquez 2016, p.4)

“A estas canteras subterráneas se les conoce como el tipo fossae: explotación en galerías con grandes salas para un mayor beneficio de las masas rocosas” (Henríquez 2016, p.4). “La recolección de datos y su adecuado estudio determinaran los parámetros requeridos para definir los métodos de explotación, estos conceptos deben incluir, entre otros” (Henríquez 2016, p.4):

- “Clasificación del suelo, roca o macizo rocoso” (Henríquez 2016, p.4).
- “Selección de la forma de la excavación (herradura circular)” (Henríquez 2016, p.4).
- “Análisis de estabilidad” (Henríquez 2016, p.4).
- “Selección de sistemas de sostenimiento” (Henríquez 2016, p.4).
- “Predicción del comportamiento del agua subterránea” (Henríquez 2016, p.4).
- “Requerimientos de recubrimiento” (Henríquez 2016, p.4).
- “Localización y configuración de portales” (Henríquez 2016, p.4).
- “Localización y adaptación del terreno para una planta de procesamiento interna” (Henríquez 2016, p.4).
- “Definición y selección de equipos” (Henríquez 2016, p.4).

c. CANTERAS ALUVIALES.

Estas canteras son las de formación de aluviones, llamados también canteras fluviales, en las cuales los ríos como agentes naturales de erosión, trasportan durante grandes recorridos las rocas aprovechando su energía cinética para depositarlas en zonas de menor potencialidad formando grandes depósitos de estos materiales entre los cuales se encuentran desde cantos rodados y gravas hasta arena, limos y arcillas, la dinámica propia de las corrientes de agua permite que aparentemente estas canteras tengan ciclos de autoabastecimiento, lo cual implica una explotación económica, pero de gran afectación a los cuerpos de agua y a su dinámica natural . (Henríquez 2016, p.4-5)

En las canteras de rio los materiales granulares que se encuentran son muy competentes en obras civiles, debido a que el continuo paso y transporte del agua desgasta los materiales quedando al final aquellos que tienen mayor dureza y además con características geométricas típicas como sus aristas redondeadas . (Henríquez 2016, p.5)

“Estos materiales son extraídos con palas mecánicas y cargadores de las riberas y causes de los ríos” (Henríquez 2016, p.5).

d. CANTERAS DE ROCA.

Otro tipo de canteras son las denominadas de roca, más conocidas como canteras de peña, las cuales tienen su origen en la formación geológica de una zona determinada, donde pueden ser sedimentarias, ígneas o metamórficas, estas canteras por su condición estática, no presentan esa característica de autoabastecimiento lo cual hace fuentes limitadas de materiales . (Henríquez 2016, p.5)

"Las canteras de peña están ubicadas en formaciones rocosas, montañas, con materiales de menor dureza, generalmente, que los materiales de ríos debido a que no sufren ningún proceso de clasificación, estas canteras se explotan haciendo cortes o excavaciones en los depósitos" (Henríquez 2016, p.5)

Tabla 3
Clasificación de canteras

CLASIFICACIÓN DE CANTERAS	
Según el tipo de explotación	Canteras a Cielo Abierto: En laderas, cuando la roca se arranca en la falda de un cerro. En corte, cuando la roca se extrae de cierta profundidad en el terreno (Pit). Canteras Subterráneas.
Según el material a explotar	De Materiales Consolidados o Roca. De Materiales no Consolidados como suelos, saprolito, agregados, terrazas aluviales y arcillas
Según su origen	Canteras Aluviales Canteras de roca o peña

Fuente: Tipos de canteras. Luis Fueyo, (2014)

2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE CANTERAS.

2.1. TRABAJO DE CAMPO.

Ministerio de trabajo y comunicaciones (2016): “El estudio de canteras comprende la ubicación, investigación y comprobación física, mecánica y química de los materiales agregados inertes para las capas de relleno, sub-base, base granular, carpeta asfáltica de mezcla en caliente y Concreto Hidráulico”.

2.2. ENSAYO DE LABORATORIO DE CANTERAS PARA MATERIAL DE AFIRMADO.

Ministerio de trabajo y comunicaciones [MTC] (2016): “Según el reglamento de carreteras EG 2000. Nos detalla algunos parámetros”. “Estos trabajos permiten evaluar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos, químicos y mecánicos de las muestras provenientes de las exploraciones hechas” (MTC, 2016). “Estos ensayos son de acuerdo a las recomendaciones de la American Society of Testing and Materials (ASTM) y por el Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras del MTC (EM – 2000) y son” (MTC, 2016):

a. <u>Ensayos Estándares</u>

- Análisis granulométrico por tamizado MTC E 204
- Limite Plástico MTC E 111
- Porcentaje de finos que pasa el tamiz 200 MTC E 202
- Clasificación SUCS
- Clasificación AASHTO

b. <u>Ensayos Especiales</u>

- Ensayo De California Bearning Ratio MTC E 132
- Proctor Modificado MTC E 215
- Resistencia De Abrasión MTC E 207
- Equivalente De Arena MTC E 114
- Contenido De Materia Orgánica MTC E 203
- Ensayo De Durabilidad MTC E 209
- Humedad Natural ASTM 566
- Partículas Chatas Y Alargadas ASTM D 4791
- Partículas Con Una Y Dos Caras De Fractura MTC E 210

- Peso Específico Y Absorción De Agregados MTC E 206

c. **<u>Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2000)</u>**

✓ **Requerimiento De Agregado Grueso.**

- Partículas con una cara Fracturada
- Partículas con dos caras de Fractura
- Abrasión Los Ángeles.
- Partículas Chatas y Alargadas
- Sales Solubles Totales
- Perdida con Sulfato y Sodio.
- Perdida con Sulfato y Magnesio.

✓ **Requerimiento De Agregado Fino**

- Índice Plástico
- Equivalente de Arena
- Sales Solubles Totales
- Índice de Durabilidad

El material de Base granular deberá cumplir además con las siguientes características físico-mecánicas y químicas que a continuación se indican:

Tabla 4
Valor Relativo de CBR

Valor Relativo de Soporte C.B.R. (1)	Tráfico Ligero y Medio	Mín. 80%
	Tráfico Pesado	100%

(1) referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una penetración de carga de 0.1" (2.5mm).

Fuente: Reglamento de Carreteras EG 2000.

Tabla 5
Requerimientos Agregado Grueso

ENSAYO	**NORMA MTC**	**NORMA ASTM**	**NORMA AASHTO**	**REQUERIMIENTOS**
				< 3000 M.S.N.M.
Partículas con una cara Fracturada	MTC E 210	D 5821		80 % mín.
Partículas con dos caras Fracturadas	MTC E 210	D 5821		40% mín.
Abrasión los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% máx.
Partículas chatas y Alargadas		D 4791		15% máx.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	D 1888		0.5% máx.
Pérdida con sulfato de Sodio	MTC E 209	C – 88	T 104	
Pérdida con sulfato de Magnesio	MTC E 209	C – 88	T 104	

Fuente: Reglamento de Carreteras EG 2000.

Tabla 6
Requerimientos Agregado Fino

ENSAYO	NORMA	REQUERIMIENTOS
		<3000 m.s.n.m.
Índice Plástico	MTC E 111	4 % máx.
Equivalente de Arena	MTC E 114	35 % mín.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.55% Max.

**Estos requerimientos deben considerarse dentro de las especificaciones Técnicas del estudio.*

Fuente: Reglamento de Carreteras EG 2000**.**

Según el libro, Ingeniería de pavimentos tomo 2. Ing. Alfonso Montejo Fonseca, 2002. Colombia, nos brinda la siguiente información.

II. PAVIMENTO:

"Un pavimento está constituido por una serie de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y constituyen técnicamente con materiales apropiados y adecuados compactados" (Montejo, 2002, p.1).

> *Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas de transito le trasmite durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento . (Montejo, 2002, p.1)*

1. Clasificación de los pavimentos.

"En nuestros medios los pavimentos se clasifican en: pavimentos rígidos y pavimentos articulados" (Montejo, 2002, p.2).

Pavimentos flexibles.

"Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas o rígidas, la base y subbase" (Montejo, 2002, p.2).

“No obstante puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra” (Montejo, 2002, p.2)

2. Funciones de las capas de un pavimento flexible.

✓ **La subbase granular.**

- **Función Económica.** “Una de las principales funciones de esta capa es netamente económica; en efecto, el espesor total que se requiere para que el nivel de esfuerzos en la subrasante sea igual o menor que su propia resistencia, puede ser construido con materiales de alta calidad; sin embargo., es preferible distribuir las capas más calificadas en la parte superior y colocar en la parte inferior del pavimento la capa de menor calidad la cual es frecuentemente la más barata. Esta solución puede traer consigo un aumento en el espesor total del pavimento y, no obstante, resultar más económica . (Montejo, 2002, p.4)
- **Capa de Transición.** La subbase bien diseñada impide la penetración de los materiales que constituyen la base con los de la subrasante y, por otra parte, actúa como filtro de la base impidiendo que los finos de la subrasante la contaminen menoscabando su calidad . (Montejo, 2002, p.4)
- **Disminución de las Deformaciones.** Algunos cambios volumétricos de la capa subrasante, generalmente asociados a cambios en su contenido de agua (expansiones), o a cambios extremos de temperatura (heladas), pueden absorberse con la capa subbase, impidiendo que dichas deformaciones se reflejen en la superficie de rodamiento . (Montejo, 2002, p.4)
- **Resistencia.** La subbase debe soportar los esfuerzos transmitidos por las cargas de Los vehículos a través de las capas superiores y transmitidos a un nivel adecuado a la subrasante . (Montejo, 2002, p.4)
- **Drenaje.** En muchos casos la subbase debe drenar el agua, que se introduzca a través de la carpeta o por las bermas, así como impedir la ascensión capilar . (Montejo, 2002, p.4)

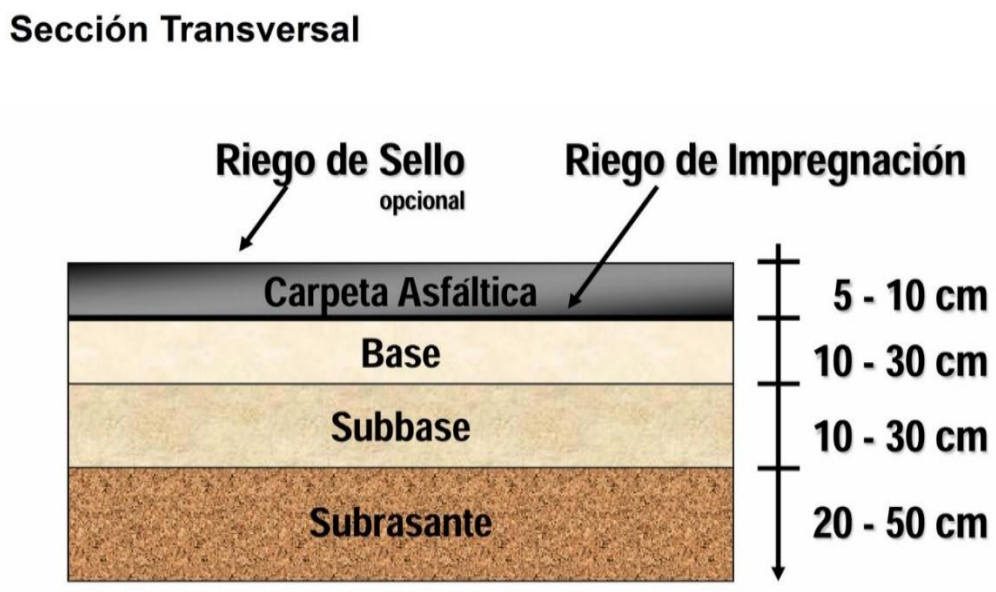
✓ **La base granular.**

- **Resistencia.** La (unción fundamental de la base granular de un pavimento consiste en proporcionar un elemento resistente que transmita a la

subbase y a la subrasante los esfuerzos producidos por el tránsito en una intensidad apropiada . (Montejo, 2002, p.4)

- **Función económica.** Respecto a la carpeta asfáltica, la base tiene una función económica análoga a la que tiene la subbase respecto a la base . (Montejo, 2002, p.4)
- **Superficie de rodamiento.** La carpeta debe proporcionar una superficie uniforme y estable al tránsito, de textura y color conveniente y resistir los efectos abrasivos del tránsito . (Montejo, 2002, p.4)

FIGURA 1 Sección Transversal



Fuente: Ingeniería de pavimentos tomo 2. Ing. Alfonso Montejo Fonseca, 2002

Según El Manual De Laboratorio Ensayos Para Pavimentos Volumen I. Ing. Silene Minaya González, M.I. Abel Ordóñez Huamán, Lima, diciembre Del 2001, nos detalla algunos parámetros y ensayos a realizarse.

III. ENSAYOS REQUERIDOS DE LOS AGREGADOS.

1. PARA TERRAPLENES Y RELLENOS.

- "Contenido de humedad" (Quispe, 2011, p.8).
- "Límites de consistencia" (Quispe, 2011, p.8).
- "Análisis químicos (sales solubles totales, sulfatos, sulfatos, cloruros como iones)" (Quispe, 2011, p.8).

- “Cantidad de material que pasa el tamiz N 200” (Quispe, 2011, p.8).
- “Relación densidad humedad (Proctor modificado)” (Quispe, 2011, p.8).
- “Gravedad específica y absorción (grava y arena)” (Quispe, 2011, p.8).
- “Valor relativo de soporte (CBR)” (Quispe, 2011, p.8).

2. PARA SUB RASANTE.

- “Todos los indicados para terraplenes y rellenos” (Quispe, 2011, p.9).
- “Contenido de materia orgánica” (Quispe, 2011, p.9).
- “Cantidad de material mayor a 3” (Quispe, 2011, p.9).
- “Tamaño de partículas de suelo menores de la N 200 (sedimentación)” (Quispe, 2011, p.9).

3. PARA RASANTE.

- “Todos los indicados para sub rasante” (Quispe, 2011, p.10).
- “Durabilidad con sulfato de sodio (grava y arena)” (Quispe, 2011, p.10).
- “Abrasión” (Quispe, 2011, p.10).
- “Peso unitario” (Quispe, 2011, p.10).
- “Equivalente de arena” (Quispe, 2011, p.10).
- “Cantidad de material mayor a 2” (Quispe, 2011, p.10).
- “Forma y textura de agregado grueso” (Quispe, 2011, p.10).

4. PARA GRAVA Y ARENA POR SEPARADO.

- “Análisis granulométrico por tamizado” (Quispe, 2011, p.11).
- “Durabilidad” (Quispe, 2011, p.11).
- “Peso unitario” (Quispe, 2011, p.11).
- “Gravedad específica y absorción” (Quispe, 2011, p.11).
- “Sales solubles totales” (Quispe, 2011, p.11).
- “Afinidad con el asfalto (adherencia)” (Quispe, 2011, p.11).

IV. ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO

1. Información preliminar.

Introducción: “En los comienzos de la investigación de las propiedades de los suelos se creyó que las propiedades mecánicas dependían directamente de la distribución de las partículas constituyentes según sus tamaños” (Coral, 2006, p.68); “por ello era preocupación especial de los ingenieros la búsqueda de métodos adecuados para obtener tal distribución” (Coral, 2006, p.68).

> *Aun hoy, tal parece que todo técnico interesado en suelos debe pasar a modo de etapa de iniciación, por una época en que se siente obligado a creer que, con suficiente experiencia, es posible deducir las propiedades mecánicas de los suelos a partir de su distribución granulométrica o descripción por tamaños; es común, sin embargo, que una no muy dilatada experiencia haga que tal sueño se desvanezca . (Coral, 2006, p.68)*

“Solamente en suelos gruesos, cuya granulometría puede determinarse por mallas, la distribución por tamaños puede revelar algo de los referente a las propiedades físicas del material” (Coral, 2006, p.68); “en efecto, la experiencia indica que los suelos bien graduados, o sea con amplia gama de tamaños, tienen comportamiento ingenieril más favorable, en lo que atañe a algunas propiedades importantes, que los suelos de granulometría muy uniforme” (Coral, 2006, p.68).

> *Más aun en esos suelos gruesos, ha de señalarse, según ya se dijo, que el comportamiento mecánico e hidráulico esta Principalmente definido por la compacidad de los granos y su orientación, características que destruye, por la misma manera de realizarse, la prueba de granulometría, de modo que en sus resultados finales se ha tenido que perder toda huella de aquellas propiedades tan decisivas . (Coral, 2006, p.68)*

“De esto se desprende lo muy deseable que sería poder hacer una investigación granulométrica con un método tal que respetará la estructuración inalterada del material” (Coral, 2006, p.68-69); “este método, sin embargo, hasta hoy no se haya encontrado y todo parece indicar que no se podrá desarrollar jamás” (Coral, 2006, p.68-69).

“En suelos finos en estado inalterado, las propiedades mecánicas e hidráulicas dependen en tal grado de su estructuración e historia geológica, que el conocimiento de su granulometría, resulta totalmente inútil” (Coral, 2006, p.69).

Sin embargo, el ingeniero interesado en suelos debe estar suficientemente familiarizado con los criterios técnicos basados en la distribución granulométrica y con los métodos más importantes para su determinación, pues estos temas ocupan aun un espacio apreciable dentro de la literatura técnica y se hace necesario al ingeniero moderno estar más informado sobre esta materia que aquellos que, sin la conveniente meditación de sus ideas, aplican normas simplicistas, conducentes a conclusiones inaceptables . (Coral, 2006, p.69)

2. Objetivos.

Poder clasificar un suelo según los tamaños de sus partículas, estimar si el suelo está mal graduado o bien graduado.

Hallar el diámetro efectivo (D10), Hallar el coeficiente de uniformidad (Cu) y el coeficiente de curvatura (Cc).

Ver si nuestra muestra cumple con las especificaciones ASTM.

3. Análisis granulométrico.

“Proceso para determinar la proporción en que participan los granos del suelo, en función de sus tamaños. Esa proporción se llama gradación del suelo” (Duque & Escobar, 2002, p.27). “La gradación por tamaños es diferente al término geológico en el cual se alude a los procesos de construcción (gradación) y la destrucción (degradación) del relieve, por fuerzas y procesos tales como tectonismo, vulcanismo, erosión, sedimentación, etc.” (Duque & Escobar, 2002, p.27).

4. Métodos de análisis granulométrico.

“Comprende dos clases de ensayos: El de tamizado para las partículas grueso – granulares (gravas, arenas) y el de sedimentación para la fracción fina del suelo (limos, arcillas), pues no son discriminables por tamizado” (Duque & Escobar, 2002, p.27).

a. “Método del tamizado” (Duque & Escobar, 2002, p.27).
b. “Método del hidrómetro” (Duque & Escobar, 2002, p.27).
c. “Método de la pipeta” (Duque & Escobar, 2002, p.28).

A continuación, se desarrollará el método del tamizado, por ser el que se empleará en el ensayo, los demás métodos serán brevemente desarrollados en la parte de anexos.

5. Método del tamizado.

“Una vez se pasa el suelo por la estufa y se pulverice, se hace pasar por una serie organizada de tamices, de agujeros con tamaños decrecientes y conocidos, desde arriba hacia abajo” (Duque & Escobar, 2002, p.27). “El primer tamiz, es el de mayor tamaño y es donde inicia el tamizado” (Duque & Escobar, 2002, p.27). “Se tapa con el fin de evitar pérdidas de finos; el último tamiz está abajo y descansa sobre un recipiente de forma igual a uno de los tamices, y recibe el material más fino no retenido por ningún tamiz” (Duque & Escobar, 2002, p.27).

“Con sacudidas horizontales y golpes verticales, mecánicos o manuales, se hace pasar el suelo por la serie de tamices, de arriba abajo, para luego pesar por separado el suelo retenido en cada malla” (Duque & Escobar, 2002, p.27).

6. Curva granulométrica.

“Los resultados de los ensayos de tamizado y sedimentación se llevan a un gráfico llamado curva granulométrica” (Duque & Escobar, 2002, p.29).

Tabla 7
La fracción gruesa tendrá denominaciones, según el sistema:

	BRITANICO[1]	***AASHTO[2]***	***ASTM[3]***	***SUCS[4]***
	(mm)	***(mm)***	***(mm)***	***(mm)***
Grava	60 - 2	75 - 2	> 2	75 – 4.75
Arena	2 – 0.06	2 – 0,05	2 – 0,075	4,75 – 0,075
Limo	0,06 – 0,002	0,05 – 0,002	0,075 – 0,005	< 0,075 FINOS
Arcilla	< 0,002	< 0,002	< 0,005	

1: B S – 5930: 1981
2: American Association of State Highway and Transportation Official
3: American Society for Testing and Materials
4: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

Fuente: Manual De Laboratorio Ensayos Para Pavimentos Volumen I. Lima, Diciembre Del 2001

“Para los suelos gruesos – granulares, el diámetro equivalente está referido al agujero cuadrado de la malla. Para los finos, al diámetro de una esfera” (Duque & Escobar, 2002, p.29).

“La curva se dibuja en papel semilogarítmico. Con la escala aritmética (ordenadas) los porcentajes en peso de partículas con f < que cada uno de los lados de las abscisas” (Duque & Escobar, 2002, p.29). “En escala logarítmica (abscisas) los tamaños de los granos en milímetros. Esta escala, en razón de que los f varían de cm a mm” (Duque & Escobar, 2002, p.29).

“Esta clasificación es necesaria en geotecnia, pero no suficiente. Se complementa siempre la granulometría con el ensayo de Límites de Atterberg, que caracterizan la plasticidad y consistencia de los finos en función del contenido de humedad” (Duque & Escobar, 2002, p.29).

7. Descripción de la gradación.

“La forma de la curva de distribución de tamaños de partículas, indica si los tamaños varían en un rango amplio (curva C) o estrecho (curva B)” (Duque & Escobar, 2002, p.30); “si el rango tiende a los tamaños mayores del suelo grueso (A) o a los menores del suelo fino (C)” (Duque & Escobar, 2002, p.30). “Si todos los tamaños tienen proporciones en peso relativamente iguales, el rango es amplio y la curva suave, el suelo así será bien gradado (A y C). La mala gradación puede ser por falta de extensión (B) o por discontinuidad” (Duque & Escobar, 2002, p.30).

“En suelos granulares la gradación, expresada numéricamente, la da el coeficiente de uniformidad Cu con el coeficiente de curvatura Cc” (Duque & Escobar, 2002, p.30).

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} \;\; ; \;\; Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{10} * D_{60}}$$

Para un suelo bien graduado cumple:

Cu > 4 a 6

1 < Cc < 3

“Cuanto más alto sea Cu, mayor será el rango de tamaños del suelo. Los Di; i = 10, 30, 60 son los amaños f de las partículas, para el cual el i% del material es más fino que ese tamaño” (Duque & Escobar, 2002, p.30).

V. ENSAYO DE LÍMITES DE ATTENBERG:

“Cuando un suelo arcilloso se mezcla con una cantidad excesiva de agua, este puede fluir como un *semilíquido*. Si es suelo es secado gradualmente, se comportará como un material *plástico*, *semisólido* o *solidó*, dependiendo de su contenido de agua” (Das, 20006).

> *Este, en por ciento, con el que el cuello cambia de un estado líquido a un estado plástico se define como límite líquido (LL). Igualmente, los contenidos de agua, en por ciento, con el que el suelo cambia de un estado plástico a un semisólido y de un semisólido a un sólido se definen como el límite plástico (LP) y el límite de contracción (SL), respectivamente . (Das, 20006)*

Estos se denominan como *límites de Attenberg*.

Definición de los límites de ATTENBERG

- ***El límite líquido:*** *“*de un suelo es determinado por medio de la copa de Casagrande (designación de prueba D-4318 de la ASTM) y se define como el contenido de agua con el cual se cierra una ranura de 12.7mm. Mediante 25 golpes” (Das, 20006).

- ***El límite plástico:*** *“*se define como el contenido de agua con el cual el suelo se agrieta al formarse un rollito de 3mm. De diámetro (designación de prueba D-4318 de la ASTM)” (Das, 20006).

- ***El límite de contracción:*** *“*se define como el contenido de agua con el cual el suelo no sufre ningún cambio adicional de volumen con la pérdida de agua (designación de prueba D-427 de la ASTM)” (Das, 20006).

- ***OBJETIVOS GENERALES:***

- Calcular el índice de plasticidad, la actividad, índice de liquidez, índice de comprensibilidad.

- Clasificar el suelo según los datos hallados.

- ***OBJETIVOS***

- Hallar el contenido de humedad dado en porcentaje (%) de nuestra muestra.

- Calcular el contenido de humedad para los 25 golpes

- ***INFORMACION PRELIMINAR:***

"Un diagrama esquemático (vista lateral) de un dispositivo para determinar el límite líquido se muestra en la figura, que consiste en una copa de bronce y una base de hule duro" (Veintimilla, 2015, p.20). "La copa de bronce se deja caer sobre la base por una leva operada por una manivela. Para la prueba se coloca una pasta en la copa" (Veintimilla, 2015, p.20). "Se corta una ranura en el centro de la pasta de suelo, usando la herramienta de corte estándar. Luego, con la leva operada por la manivela, se levanta la copa y se deja caer desde una altura de 10mm" (Veintimilla, 2015, p.20). "El contenido de agua, en porcentaje requerido para cerrar a una distancia de 12.7mm" (Veintimilla, 2015, p.20). "A lo largo del fondo de la ranura a los 25 golpes se define como el límite líquido. El procedimiento para la prueba del límite liquido esta dado en la prueba D-4318 de la ASTM" (Veintimilla, 2015, p.20).

VI. LÍMITE PLÁSTICO:

- ***INFORMACION PRELIMINAR:***

"La prueba para la determinación del límite líquido plástico, tal como Atterberg la definió, no especifica el diámetro a que debe llegarse al formar el cilindro de suelo requerido" (Rosero, 2013, p.64). "Terzaghi agrego la condición de que el diámetro sea de 3 mm. (1/8)" (Rosero, 2013, p.64). "La formación de los rollitos se hace usualmente sobre una hoja de papel totalmente seca, para acelerar la pérdida de humedad del material: también es frecuente efectuar el rolado sobre una placa de vidrio" (Rosero, 2013, p.64). "Cuando los rollitos llegan a los 3mm. Se doblan y presionan, formando una pastilla que vuelve a rolarse, hasta que en los 3mm" (Rosero, 2013, p.64). "Justos ocurra el desmoronamiento y agrietamiento; en tal momento se determinará rápidamente su contenido de agua, que es el límite plástico" (Rosero, 2013, p.64).

Se han hecho varios intentos para sustituir el rolado manual por la acción mecánica de algún aparato, pero sin resultados satisfactorios, debido, en

primer lugar, a que la experiencia ha demostrado que en esta prueba la influencia del operador no es importante y, en segundo, a que, hasta la fecha, no ha podido desarrollarse ningún aparato en que la presión ejercida se ajusta a la tenacidad de los diferentes suelos; en el rolado manual, el operador, guiado por el tacto, hace el ajuste automáticamente . (Rosero, 2013, p.64)

- La pérdida del material es igual a la diferencia entre el peso lavado y la sumatoria de pesos retenidos:

Perdida (gr.) = Peso lavado seco - sumatoria de pesos retenidos

- Luego el porcentaje de pérdida estará dado por:

%de pérdida= Perdida / Peso lavado seco * 100

- Si Notamos que el error no supera el 1.5% por lo tanto procedemos a compensar:

ENSAYO LÍMITES DE ATTENBERG

Tabla 8
Límite Líquido

Ensayo	Nº	***1***	***2***	***3***	***4***
Cápsula	Nº				
Cápsula + suelo húmedo	gr.				
Cápsula + suelo seco	gr.				
Agua	gr.				
Peso de la á	gr.				
Peso del suelo seco	gr.				
Contenido de humedad	%				
Nº de golpes	Nº				

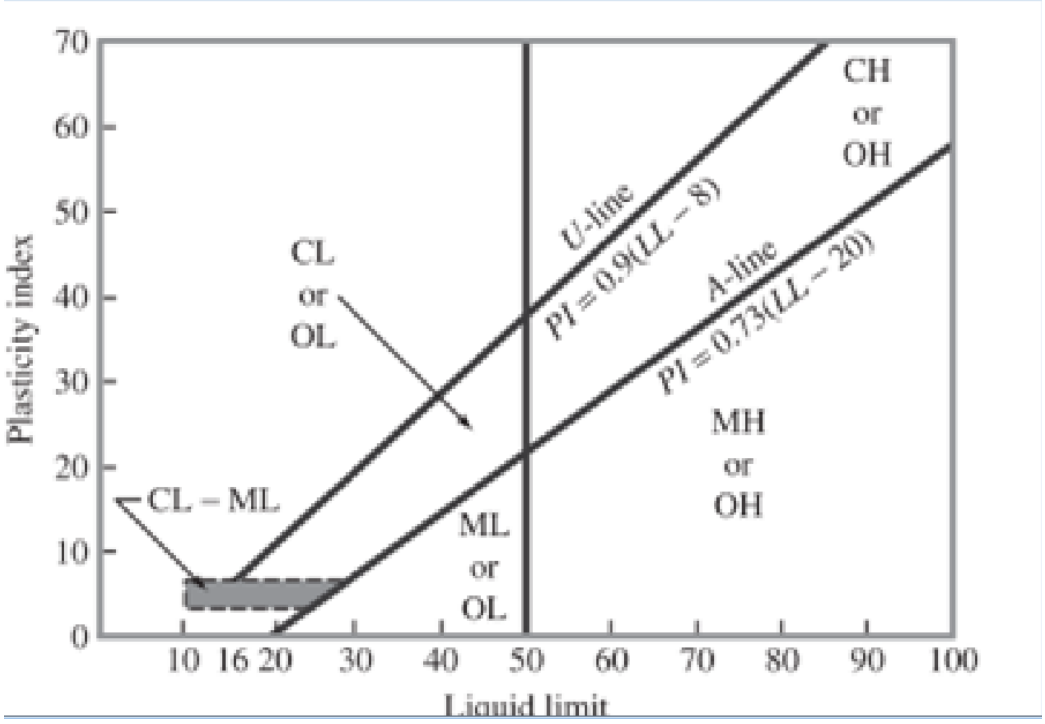
Fuente: Manual De Laboratorio Ensayos Para Pavimentos Volumen I., Lima, Diciembre Del 2001

Tabla 9
Límite Plástico

Ensayo	Nº	*1*	*2*	*3*	*4*
Cápsula	Nº				
Cápsula + suelo húmedo	gr.				
Cápsula + suelo seco	gr.				
Agua	gr.				
Peso de la cápsula	gr.				
Peso del suelo seco	gr.				
Límite plástico (w%)	%				
Promedio	Nº				

Fuente: Manual De Laboratorio Ensayos Para Pavimentos Volumen I., Lima, Diciembre Del 2001

FIGURA 2 *Tablas para clasificar el suelo - carta de plasticidad*



Fuente: Manual De Laboratorio Ensayos Para Pavimentos Volumen I., Lima, Diciembre Del 2001

Con esta imagen se clasifican los tipos de suelos, según la plasticidad y límite líquido.

Tabla 10

Sistema de Clasificación SUCS

DIVISIONES MAYORES			SIMBOLO DE GRUPO	NOMBRES TIPICOS
Suelos de grano grueso (mas del 50% del material es mayor que N°200)	Gravas (mas de la mitad de la fracción gruesa es mayor que el tamiz N°4)	Gravas limpias (poco o ningún fino)	***GW***	Gravas bien gradadas, mezclas gravosas, pocos o ningún fino
			GP	Gravas pobremente gradadas, mezclas grava-arena, pocos o ningún fino
		Gravas con finos (cantidad apreciable de finos)	***GM***	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo
			GC	Gravas arcillosas, mezclas gravo-

Fuente: Ingeniería de pavimentos tomo 2. Ing. Alfonso Montejo Fonseca, 2002.

Tabla 11

Sistema de Clasificación SUCS

				areno-arcillosas
	Arenas (mas del 50% de la fracción gruesa es menor que el tamiz N°4)	Arenas limpias (poco o ningún fino)	***SW***	Arenas bien gradadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino
			SP	Arena pobremente gradadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino
		Arenas con finos (cantidad apreciable de finos)	***SM***	Arenas limosas, mezclas arena- limo
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla
Suelos de grano fino (mas del 50% del material pasa el tamiz N°200)	Limos y arcillas (limite liquido wL<50)		***ML***	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad
			CL	Arenas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras
			OL	Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad
	Limos y arcillas (limite liquido wL>50)		***MH***	Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o diatomáceos, suelos elásticos
			CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad media a alta plasticidad, arcillas grasas
			OH	Arcillas inorgánicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos
	orgánicos		***Pt***	Turba y otros suelos altamente orgánicos

Fuente: Ingeniería de pavimentos tomo 2. Ing. Alfonso Montejo Fonseca, 2002.

Esta tabla nos brinda la siguiente información. En la clasificación de suelos Sucs

Tabla 12

Propiedades de Suelos Clasificados por SUCS

TIPO DE SUELO	*Permeabilidad en estado compacto*	*Resistencia al corte en estado compacto*	*Compresibilidad en estado compacto y saturado*	*Facilidad de tratamiento en obra*
GW	Permeable	Excelente	Despreciable	Excelente
GP	Muy permeable	Buena	Despreciable	Buena
GM	Semipermeable	Buena	Despreciable	Buena
GC	Impermeable	Buena a regular	Muy baja	Buena
SW	Permeable	Excelente	Despreciable	Excelente
SP	Permeable	Buena	Muy baja	Regular
SM	Semi a impermeable	Buena	Baja	Regular
SC	Impermeable	Buena a regular	Baja	Buena
ML	Semi a impermeable	Regular	Madia	Regular
CL	Impermeable	Regular	Media	Buena a regular
OL	Semi a impermeable	Deficiente	Media	Regular
MH	Semi a impermeable	Regular a deficiente	Elevada	Deficiente
CH	Impermeable	Deficiente	Elevada	Deficiente
OH	Impermeable	Deficiente	Elevada	deficiente
Pt				

Fuente: Ingeniería de pavimentos tomo 2. Ing. Alfonso Montejo Fonseca, 2002.

Esta tabla nos brinda la siguiente información. En la clasificación de suelos Sucs

Tabla 13

Tablas para Clasificar los Suelos según los Valores de C.B.R.

CBR %	Clasificación regular	usos	Sistema de clasificación	
			unificado	AASHTO
0 – 3	Muy pobre	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3 – 7	Pobre a regular	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7 – 20	Regular	Sub-base	OL, CL, ML, SC, SP, SM	A2, A4, A6, A7
20 – 50	Bueno	Base, sub-base	GM, GC, SM, SP, GP	A1b, A2-5, A3, A2-6
> 50	excelente	base	GW, GM	A1-a, A2-4, A3

Fuente: Ingeniería de pavimentos tomo 2. Ing. Alfonso Montejo Fonseca, 2002.

Esta tabla nos brinda la siguiente información sobre clasificación de suelos según valores de CBR

Tabla 14

Clasificación según CBR

C.B.R.	CLASIFICACION
0 – 5	Subrasante muy mala
5 – 10	Subrasante mala
10 – 20	Subrasante regular a buena
20 – 30	Sabrasante muy buena
30 – 50	Sub-Base buena
50 – 80	Base buena
80 - 100	Base muy buena

Fuente: Ingeniería de pavimentos tomo 2. Ing. Alfonso Montejo Fonseca, 2002.

Tabla 15

Clasificación de Suelos según CBR y usos

C.B.R.	Clasificación cualitativa del suelo	Usos
2 – 5	Muy mala	Subrasante
5 – 8	Mala	Subrasante
8 – 20	Regular a buena	Subrasante
20 – 30	excelente	Subrasante
30 – 60	Buena	Sub-Base
60 – 80	Buena	Base
80 - 100	excelente	Base

Fuente: Ingeniería de pavimentos tomo 2. Ing. Alfonso Montejo Fonseca, 2002.

Tabla 16

Características de los Suelos según SUCS

DIVISIONES PRINCIPALES		SIMBOLO		COMPORTAMIENTO MECANICO	CAPACIDAD DE DRENAJE	DENSIDAD OPTIMA P.M.	C.B.R. in situ
SUELOS DE GRANO GRUESO	Gravas	***GW***		Excelente	excelente	2.00 – 2.24	60 – 80
		GP		Bueno a excelente	excelente	1.76 – 2.08	25 – 60
		GM	d	Bueno a excelente	Aceptable a mala	2.08 – 2.32	40 – 80
			u	Bueno	Mala a impermeable	1.92 – 2.24	20 – 40
		GC		Bueno	Mala a impermeable	1.92 – 2.24	20 – 40
	Arenas	***SW***		Bueno	Excelente	1.76 – 2.00	20 – 40
		SP		Aceptable a bueno	Excelente	1.63 – 1.92	10 – 25
		SM	d	Aceptable e bueno	Aceptable a mala	1.92 – 2.16	20 – 40
			u	Aceptable	Mala a impermeable	1.58 – 2.08	10 – 20
		SC		Malo a aceptable	Mala a impermeable	1.58 – 2.00	10 – 20
SUELOS DE GRANO FINO	Limos y arcillas (LL< 50)	***ML***		Malo a aceptable	Aceptable a mala	1.60 – 2.00	5 – 15
		CL		Malo a aceptable	Casi impermeable	1.60 – 2.00	5 – 15
		OL		Malo	Mala	1.44 – 1.70	4 – 8
	Limos y arcillas (LL> 50)	***MH***		Malo	Aceptable a mala	1.28 – 1.60	4 - 8
		CH		Malo a aceptable	Casi impermeable	1.44 – 1.76	3 – 5
		OH		Malo y muy malo	Casi impermeable	1.28 – 1.68	3 – 5
SUELOS ORGANICOS		***Pt***		inaceptable	Aceptable a mala		

Fuente: Ingeniería de pavimentos tomo 2. Ing. Alfonso Montejo Fonseca, 2002.

VII. ENSAYO DE COPA CASAGRANDE.

Casagrande (1932), determinó que el Límite Líquido es una medida de resistencia al corte del suelo a un determinado contenido de humedad y que cada golpe necesario para cerrar el surco, corresponde a un esfuerzo cortante cercano a 1 gr/cm2.

La muestra de ensayo debe ser igual o mayor que 100 grs. y pasar completamente por el tamiz de 0,5 mm. (Malla Nº40 ASTM).

Los Límites se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir 4 estados de consistencia según su humedad. Así, un suelo se encuentra en estado sólido, cuando está seco. Al agregársele agua poco a poco va pasando sucesivamente a los estados de semisólido, plástico, y finalmente líquido. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados Límites de Atterberg.

VIII. Límite Líquido

Definición

De acuerdo a Sowers-Sowers (1970), “es el contenido de humedad de un suelo cuya consistencia se encuentra entre los estados líquidos y plásticos”. Según Bowels (1979), “es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico; para Fratelli (1993) es el contenido de humedad para el cual el suelo pasa del estado líquido a los plásticos”.

IX. California Bearing Ratio (CBR) de laboratorio.

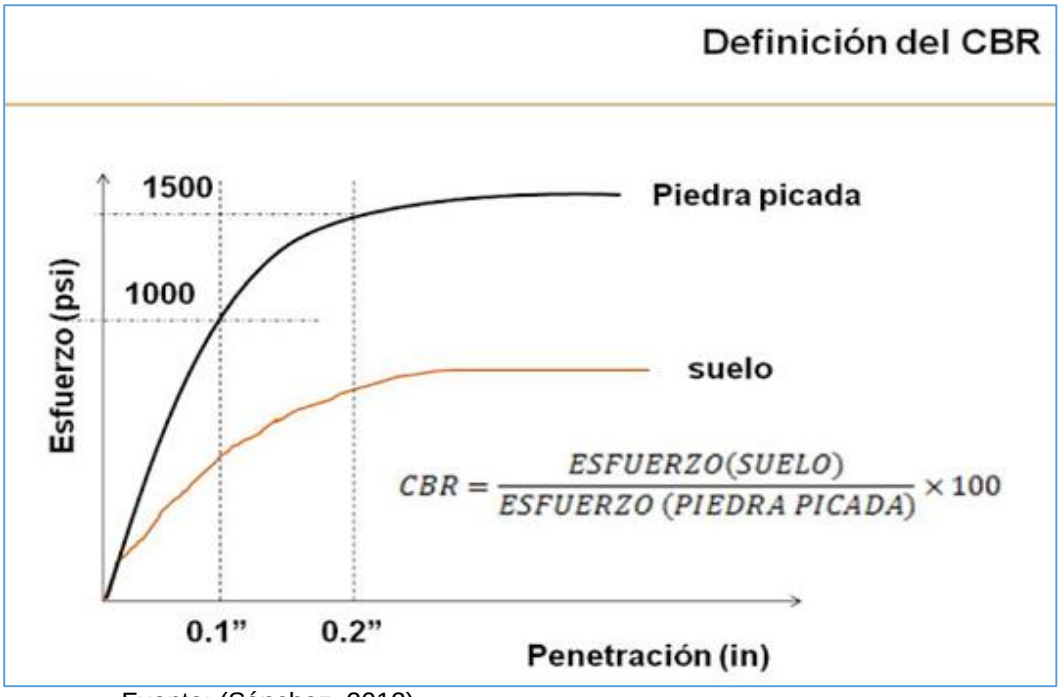
- ✓ Origen:

Chang (2014). Este método fue propuesto en 1929 por los ingenieros T. E. Stanton y O. J. Porter del departamento de carreteras de California. Desde esa fecha tanto en Europa como en América, el método CBR se ha generalizado y es una forma de clasificación de un suelo para ser utilizado como sub rasante o material de base en la construcción de carreteras. Durante la segunda guerra mundial, el cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos adoptó este ensayo para utilizarlo en la construcción de aeropuertos.

✓ Definición:

Sánchez (2012). “El CBR es un ensayo para evaluar la calidad de un material de suelo con base en su resistencia, medida a través de un ensayo de placa a escala”. “CBR significa en español relación de soporte California, por las siglas en inglés de California Bearing Ratio, aunque en países como México se conoce también este ensayo por las siglas VRS, de Valor Relativo del Soporte” (Sánchez, 2012).

FIGURA 3 Definición de CBR



Fuente: (Sánchez, 2012)

Chang (2014). “CBR de un suelo es la carga unitaria correspondiente a 0.1 ó 0.2 de penetración, expresada en por ciento en su respectivo valor estándar”. “También se dice que mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controlada” (Chang, 2014). “El ensayo permite obtener un número de la relación de soporte, que no es constante para un suelo dado sino que se aplica solo al estado en el cual se encontraba el suelo durante el ensayo” (Chang, 2014).

Tupia y Alva (2001). “Es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo bajo condiciones de densidad y humedad” (Tupia & Alva, 2001, p.47). “La metodología utilizada en la ejecución de los ensayos es la normada

por ASTM-D 1883 para los ensayos de CBR de laboratorio, ASTM-D 4429-93 para los ensayos de CBR in situ” (Tupia & Alva, 2001, p.47).

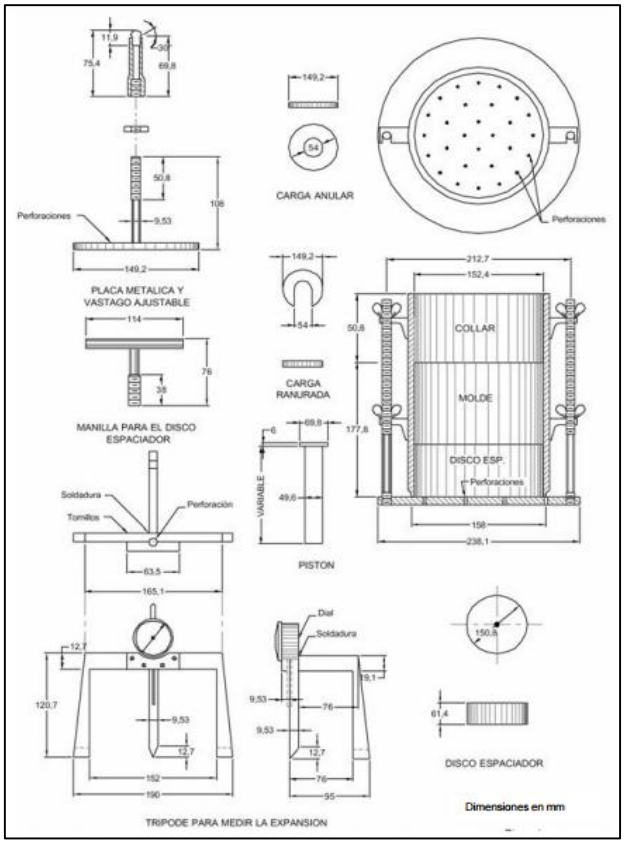
- ✓ Definición de número CBR.

Chang (2014):

El número CBR (o simplemente *CBR), se obtiene de la relación de la carga unitaria (lbs/pulg2, psi) necesaria para lograr una cierta profundidad de penetración del pistón de penetración (19.4 cm2) dentro de la muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad dadas con respecto a la carga unitaria patrón (lbs/pulg2) .*

“Requerida para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturado” (Chang, 2014). “Los ensayos de CBR se hacen usualmente sobre muestras compactadas al contenido de humedad óptimo para un suelo específico, determinado utilizando el ensayo de compactación estándar o modificada del experimento” (Chang, 2014).

FIGURA 4 Trípode para medir la expansión



Fuente: (INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS)

X. SUBBASES Y BASES

(Según Normas de carreteras – manuales EG-2000, Ministerio De Transportes Y Comunicaciones – Perú.)

A. CAPÍTULO 3: SUBBASES Y BASES.

Sección 303: Súbase Granular

Descripción:

303.01 Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de subbase granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto o establecidos por el Supervisor . (MTC, 2000)

"Las consideraciones ambientales están referidas a la protección del medio ambiente durante el suministro, transporte, colocación y compactación de material de subbase granular" (MTC, 2000).

Materiales:

"303.02 Los agregados para la construcción de la subbase granular deberán satisfacer los requisitos indicados en la Subsección 300.02 para dichos materiales" (MTC, 2000).

"Además, deberán ajustarse a una de las franjas granulométricas indicadas en la siguiente tabla" (MTC, 2000):

Tabla 17
Requerimientos Granulométricos para sub-base granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A (1)	**Gradación B**	**Gradación C**	**Gradación D**
50 mm (2 pul.)	100	100	---	---
25 mm (1 pul.)	---	75 – 95	100	100
9.5 mm (3/8 pul.)	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4.75 mm (Nº 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2.0 mm (Nº 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4.25 um (Nº 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 um (Nº 200)	2 – 8	5 – 15	5 – 15	8 – 15

Fuente: Normas de carreteras – manuales EG-2000-ASTM D 1241

(1) La curva de gradación A deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o supe m.s.n.m.

(1) La curva granulométrica SB-3 deberá usarse en zonas con altitud mayor de 3 500 m.s.

(2) Sólo aplicable a SB-1.

"Además, el material también deberá cumplir con los siguientes requisitos de calidad" (MTC, 2000):

Sub-Base Granular

Tabla 18
Requerimientos de Ensayos Especiales

Ensayo	**Norma MTC**	**Norma ASTM**	**Norma AASHTO**	**Requerimiento**	
				< 3000 msnm	**≥ 3000 msnm**
Abrasión	MTC E 207	C 131	T 96	50 % máx.	50 % máx.
CBR (1)	MTC E 132	D 1883	T 193	40 % mín.	40 % mín.
Límite Líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	25% máx.	25% máx.
Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 89	6% máx.	4% máx.
Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	25% mín.	35% mín.
Sales Solubles	MTC E 219			1% máx.	1% máx.
Partículas Chatas y Alargadas (2)	MTC E 211	D 4791		20% máx.	20% máx.

Fuente: Normas de carreteras – manuales EG-2000

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1 (2.5mm)
(2) La relación a emplearse para la determinación es 1/3 (espesor/longitud)

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Contratista deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa . (MTC, 2000)

2.4. Definición de Términos Básicos

1. **AASHTO:** “Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte (American Association of State Highway and Transportation Officials)” (MTC, 2000).
2. **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:** “El objeto del análisis granulométrico es conocer la distribución de los tamaños de las partículas que componen una muestra de árido separándolas, de acuerdo con su dimensión media, mediante los tamices adecuados y dispuestos correlativamente de mayor a menor abertura de malla” (Ballesta, 2008).
3. **ABSORCIÓN DE AGUA:** “Es el volumen de huecos accesibles al agua. Viene dado por las diferencias de pesos entre el árido saturado y el árido seco” (Ballesta, 2008).
4. **ARENA:** “Es un conjunto de partículas de rocas disgregadas. En geología se denomina arena al material compuesto de partículas cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2 milímetros (mm)” (Ballesta, 2008). “Una partícula individual dentro de este rango es llamada *grano de arena*. Una roca consolidada y compuesta por estas partículas se denomina arenisca (o psamita)” (Ballesta, 2008). “Las partículas por debajo de los 0,063 mm y hasta 0,004 mm se denominan limo, y por arriba de la medida del grano de arena y hasta los 64 mm se denominan grava” (Ballesta, 2008).
5. **CANTERA:** “Deposito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras” (MTC, 2000).
6. **CARAS DE FRACTURA:** “Se define como cara de fractura de una partícula de un árido, aquel plano de fractura presente en la misma cuya dimensión lineal mayor sea al menos el tercio de la longitud máxima de la partícula considerada” (Ballesta, 2008). “El ensayo determina una característica específica de los áridos gruesos obtenidos por machaqueo, que se exige en numerosos materiales granulares utilizados en la construcción de carreteras” (Ballesta, 2008).
7. **CBR (California Bearing Ratio):** “Valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo” (MTC, 2000).

8. **COEFICIENTE DE FLUJO:** “Es una medida de la cantidad de partículas trituradas que presenta una muestra de arena, por determinación del tiempo de descarga de dicho material a través del orificio calibrado de un embudo” (Ballesta, 2008).
9. **COEFICIENTE DE FRIABILIDAD:** “Determinación de la resistencia a la fragmentación de las arenas” (Ballesta, 2008). “El ensayo consiste en medir la evolución granulométrica de las arenas, producidas en un cilindro en rotación y en condiciones bien definidas, por fragmentación con la ayuda de una carga de bolas en presencia de agua” (Ballesta, 2008).
10. **CONTENIDO DE FINOS:** “Determinación de la cantidad total de finos inferiores a 0,063 mm existentes en los áridos. El procedimiento se basa en separar mediante lavados sucesivos las partículas finas existentes en los áridos” (Ballesta, 2008).
11. **EL CONCRETO HIDRÁULICO:** “Es una combinación de agregados pétreos, agua y en ocasiones aditivos, para formar una mezcla moldeable que al fraguar forma un elemento rígido y resistente” (Ballesta, 2008).
12. **DENSIDAD REAL:** “Es el cociente entre la masa seca de la muestra y el volumen ocupado por la materia sólida, comprendidos los huecos accesible e inaccesibles contenidos en los granos” (Ballesta, 2008).
13. **DESGASTE “LOS ANGELES”:** “Determinación de la resistencia a la fragmentación por choque de los áridos gruesos” (Ballesta, 2008).
14. **ENSAYO DE COMPRESIÓN:** “Ensayo para determinar la resistencia de un material o su deformación ante un esfuerzo de compresión” (Ballesta, 2008).
15. **EQUIVALENTE DE ARENA:** “Informa de la cantidad y de la calidad de los elementos finos contenidos en la fracción de suelo o de árido que pasa por el tamiz 5,00 mm” (Ballesta, 2008). “Se expresa mediante una relación volumétrica entre los elementos denominados arenosos y los llamados finos (arcillas, impurezas…)” (Ballesta, 2008).
16. **ESTABILIDAD FRENTE AL SULFATO MAGNÉSICO:** “Es la determinación de la resistencia a la desintegración de los áridos, al ser sometidos a ciclos alternativos de inmersión en disoluciones saturadas de sulfato magnésico” (Ballesta, 2008). “Se basa en establecer una

comparación entre el comportamiento de los áridos tratados y su posible comportamiento a la intemperie" (Ballesta, 2008).

17. **FINOS: "**Porción del agregado fino o suelo que pasa la malla Nº 200 (0,074 mm)" (Ballesta, 2008).
18. **FIRME:** "El firme, superficie de la carretera o pavimento es el material superficial permanente que sostiene el tráfico peatonal y vehicular de una vía o camino" (Ballesta, 2008). "En el pasado se usaban guijarros y adoquines, pero estos quedaron reemplazados por asfalto y hormigón, que permiten un paso más cómodo y una puesta más económica, dejando los adoquines para lugares históricos" (Ballesta, 2008).
19. **GRANULOMETRÍA:** "Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas" (MTC, 2000).
20. **GRAVA:** "Agregado grueso, obtenido mediante proceso natural o artificial de los materiales pétreos" (MTC, 2000).
21. **HORMIGÓN:** "Es una mezcla natural, en proporciones arbitrarias, de agregados finos y agregados grueso procedente del rio o cantera" (Ballesta, 2008). "Su granulometría debe estar comprendida entre la malla 2 como máximo y la malla 100 como mínimo.se emplea únicamente en elaboración de concreto con resistencia en compresión hasta 100 kg/cm2 a los 28 días" (Ballesta, 2008).
22. **INDICE DE LAJAS:** "Se define como índice de lajas de una fracción de árido, el porcentaje en peso de las partículas que la forman cuya dimensión mínima es inferior a 3/5 de la dimensión media de la fracción" (Ballesta, 2008).
23. **LIMITE PLASTICO:** "Se denomina límite plástico, a la humedad más baja con la que pueden formarse cilindros de suelo de unos 3 mm de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa, sin que dichos cilindros se desmoronen" (Ballesta, 2008).
24. **LÍMITE LÍQUIDO:** "Contenido de agua del suelo entre el estado plástico y el líquido de un suelo" (Ballesta, 2008).
25. **MATERIAL DE CANTERA:** "Material de características apropiadas para su utilización en las diferentes partidas de construcción de obra, que deben

estar económicamente cercanas a las obras y en los volúmenes significativos de necesidad de la misma" (Ballesta, 2008).

26. **MATERIA ORGÁNICA:** "Determinación de la presencia o no presencia de materia orgánica en las arenas" (Ballesta, 2008).
27. **MICRODEVAL:** "Consiste en determinar la pérdida de masa que se produce en la fracción 10/14 de un árido, cuando este se somete al choque de las partículas del árido, con una carga abrasiva, en presencia de agua" (Ballesta, 2008).
28. **PARTICULA BLANDAS:** "Trata de identificar las partículas blandas en toda una masa y poner de manifiesto la posible existencia de recubrimientos de escasa dureza sobre los elementos que constituyen los áridos" (Ballesta, 2008). "El procedimiento se basa en la resistencia al rayado de las partículas del árido" (Ballesta, 2008).
29. **PAVIMENTO: "**Estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito" (MTC, 2000). "Por lo general está conformada por las siguientes capas: subbase, base y rodadura" (MTC, 2000).
30. **PAVIMENTO FLEXIBLE:** "Constituido con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos" (MTC, 2000).
31. **PAVIMENTO RÍGIDO:** "Constituido por cemento Pórtland como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivos" (MTC, 2000).
32. **PROCTOR MODIFICADO:** "Permite obtener la densidad máxima de un material compactado con una energía de compactación de 2.632 j/cm3, y la humedad optima necesaria para alcanzar dicha densidad" (Ballesta, 2008).
33. **SUBBASE: "**Capa que forma parte de la estructura de un pavimento que se encuentra inmediatamente por debajo de la capa de Base" (Ballesta, 2008).
34. **SUB-RASANTE** "Es considerado como tal el suelo preparado y compactado para soportar una estructura o un sistema de pavimento" (Ballesta, 2008).

35. **SUB-SUELO** “El suelo situado debajo de una sub-rasante o terraplén. Es la parte de un perfil de suelos que queda abajo del horizonte” (Ballesta, 2008).
36. **SUCS:** “Sistema unificado de clasificación de suelos” (MTC, 2000).
37. **TAMIZ:** “Aparato, en un laboratorio, usado para separar tamaños de material, y donde las aberturas son cuadradas” (MTC, 2000).
38. **TERRAPLÉN:** “Parte de la EXPLANACIÓN situada sobre el terreno original. También se le conoce como relleno” (MTC, 2000).
39. **TERRONES DE ARCILLA:** “Determinación aproximada, mediante el tacto y la vista, de los terrones de arcillas que contienen los áridos” (MTC, 2000).
40. **LAS ZAHORRAS:** “son capas granulares de granulometría continua, en las que el árido está constituido por partículas de todos los tamaños” (MTC, 2000). “Esto hace posible, en estas capas, obtener una compacidad elevada, aumentar los puntos de contacto de las partículas entre sí y disminuir el riesgo de atrición (desgaste por contacto entre las partículas)” (MTC, 2000). “Además, resulta fácilmente mecanizable la puesta en obra en capas de espesor importante, lo que conlleva una reducción del coste de operación” (MTC, 2000).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de la investigación

La investigación será de tipo Cuantitativo - Cuasi experimental.

Tabla 19
Diseño de la Investigación Propia

PROBLEMA	SOLUCIÓN	REALIDAD
Deficiente Conocimiento Técnico De Los Agregados De Las Canteras	Realizar Un Estudio Técnico Económico De Las Canteras Ubicadas En Chiclayo Para Obras Viales a Nivel de Afirmado	Conocer las propiedades de los agregados de las canteras que se utilizan en la construcción de obras viales en la ciudad de Chiclayo. Brindar los parámetros de los agregados utilizados en la construcción de obras viales de la ciudad de Chiclayo.

Fuente propia

3.2. Población y Muestra:

Tabla 20
Las Distintas Canteras de la Zona de Chiclayo.

CANTERA	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM	COMPOSICIÓN	VOLUMEN APROXIMADO	USOS
La Victoria	Cauce del Rio Loco La Victoria afluente del Rio Chancay	9260500 a 558200	Desde cantos rodados, grava gruesa, media, fina , arena fina, arena gruesa	9 600 000 m^3	Utilizados en industria de construcción de Chiclayo y otros
De Agregados Zaña	Cauce del Rio Zaña	9236560 a 564000	Grava gruesa, media y fina, arena gruesa	14400 m^3	Utilizados en industria de construcción
Cayalti-La Viña-Zaña	Cauce del Rio La Viña afluencia del Rio Zaña	9238080 a 570800	Desde cantos rodados, grava gruesa, media, fina , arena gruesa	675000m^3	Utilizados en la industria de carreteras y pavimentos en mayor uso
Oyotun	Cauce Rio Zaña	9244600 a 588700	Desde cantos rodados, grava gruesa, media, fina, arena gruesa. Agregados muy limpios de origen aluvial fluvial	500 000 m^3	Utilizados en la industria de construcción de viviendas y pavimentos en Oyotun y centros poblados

Cuculí	Cauce del Rio Chancay	9258700 a 566600	Desde cantos rodados, grava gruesa, media, fina , arena fina, arena gruesa	180 000 m^3	Utilizados en industria de construcción de Cuculí y otros centros poblados
Chongoyape	Cauce del Rio Chancay en ambas márgenes	9255600 a 580600	Desde bloques de roca, cantos rodados, grava gruesa, media, fina , arena fina, arena gruesa	1 125 000m^3	Utilizados en la industria de construcción de viviendas , pavimentos y defensas ribereñas de la cuidad de Chongoyape y centros poblados
Racarumi	Cauce del Rio Chancay en ambas márgenes	9268500 a 586300	Desde bloques de roca, cantos rodados, grava gruesa, media, fina, arena fina, arena gruesa. Agregados muy limpios de origen aluvial fluvial	562 500m^3	Utilizados en la industria de construcción de viviendas , pavimentos y defensas ribereñas de la cuidad de Carhuaquero y centros poblados
5 Patapo	Km 5 de la vía Concordia-Batangrande	Coordenadas geográficas Lat. 6º39`05” Long79º 41`00”	Material de afirmado	60 000 000m^3	Para obras viales y pavimentos

Fuente: Dr. Cáceres Narrea, Anibal - FICSA – UNPRG

3.3. Hipótesis

La calidad de los agregados influye considerablemente en la construcción de obras viales.

3.4. Variables

- **Variable Independiente**

  La cantidad de los agregados de las canteras.
  Parámetros de los agregados seleccionados.

- **Variable Dependiente**

  Calidad de los agregados empleados en la construcción de obras viales a nivel de afirmado.

3.5. Operacionalización

Tabla 21
Operacionalización

Variable	Indicador	Unidad De Medida	Instrumento De Medición	Instrumentos De Recolección De La Información	Rango /Valoración
Independiente: Los agregados de las canteras	Recolección de muestra	kg	Formatos	Guía y Observación de Análisis	según muestra a estudiar
Estudio de los parámetros de los agregados seleccionados	Estudio de muestra	Kg y %	Formatos	Guía y Observación de Análisis	Laboratorio de suelos
Dependiente: Estado de Calidad técnico económica de los agregados empleados en la construcción de obras viales a nivel de afirmado.	Estudio Granulométrico	Kg y %	Formatos	Guía y Observación de Análisis	Según reglamento ***N.T.P. 400.012***
	Límites de humedad	%	Formatos	Guía y Observación de Análisis	Según reglamento ***N.T.P. 339.185***
	Límite de plasticidad	%	Formatos	Guía y Observación de Análisis	Según reglamento
	Resistencia a la compresión	Kg/cm^2	Formatos	Guía y Observación de Análisis	Según reglamento

Fuente Propia

3.6. Ensayos, técnicas y formatos para la recolección de datos

3.6.1. Ensayo En Laboratorio (formatos según laboratorio).

PARA TERRAPLENES Y RELLENOS

- Contenido de humedad.
- Límites de consistencia.
- Análisis químicos (sales solubles totales, sulfatos, sulfatos, cloruros como iones)
- Cantidad de material que pasa el tamiz N 200.

PARA SUB RASANTE.

- Todos los indicados para terraplenes y rellenos.
- Contenido de materia orgánica.
- Cantidad de material mayor a 3
- Tamaño de partículas de suelo menores de la N 200 (sedimentación).

PARA RASANTE.

- Todos los indicados para sub rasante.
- Durabilidad con sulfato de sodio (grava y arena).
- Abrasión.
- Peso unitario.
- Equivalente de arena.
- Cantidad de material mayor a 2
- Forma y textura de agregado grueso.

3.6.2. Técnicas de Recolección

Observación

Se estudiaron los efectos que generan los diferentes tipos de agregados de las distintas canteras las cuales se determinaron en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Señor de Sipan y se anotaron todos los resultados obtenidos.

Consultas bibliográficas

Se consultó material bibliográfico (tesis, libros, revistas, investigaciones etc.), así como también información obtenida de internet, etc.

Se realizó el análisis documental para poder conocer a fondo el proceso que deseamos analizar y la observación es fundamental para poder identificar las características de los agregados en estudio.

3.7. Materiales, herramientas y equipos

Material	Lugar/ Proveedor
Afirmado	Canteras estudiadas

Equipos y Herramientas:

Equipos De Laboratorio De Suelos “Universidad Señor De Sipan” como son:

Probetas, folias, balanza, análisis granulométrico con tamices, horno para contenido de humedad, la copa de casa grande, el picnómetro para gravedad especifica volumen de agua destilada y a la misma temperatura, probetas más un pisón para el Proctor, placa de expansión de bronce, molde para compactación, tripo de expiación con dial, máquina para ensayo de comprensión inconfinada, Bugí, palana, taras, cronometro, guantes, lentes, mascarilla, etc.

3.8. Procesamiento de datos

En esta parte de la investigación se realizó la evaluación de la información de campo para luego darle una confiabilidad a dicha investigación, para tal efecto se utilizó software como Excel y el SPSS.

3.8.1. Diagrama de Flujo de Procesos

FLUJOGRAMA

3.8.2. Descripción de Procesos

1. OBSERVACIÓN DE LA CANTERA A ESTUDIAR

Se Ubicaron y nos Informamos de las canteras existentes en la Provincia de Chiclayo, Región de Lambayeque para realizar los estudios, obteniendo así su ubicación exacta.

2. SELECCIONAR LA MUESTRA QUE SE EXTRAERA PARA ESTUDIAR

Las muestras de suelos fueron extraídas mediante calicatas las cuales se realizó en distintas canteras de la Provincia de Chiclayo, Región de Lambayeque.

3. ENSAYOS EN LABORATORIO

Los Ensayo En Laboratorio (formatos según laboratorio) que se realizaron:

- Contenido de humedad.
- Límites de consistencia.
- Análisis químicos (sales solubles totales, sulfatos, sulfatos, cloruros como iones)
- Cantidad de material que pasa el tamiz N 200.
- Contenido de materia orgánica.
- Cantidad de material mayor a 3.
- Tamaño de partículas de suelo menores de la N 200 (sedimentación).
- Durabilidad con sulfato de sodio (grava y arena).
- Abrasión.
- Peso unitario.
- Equivalente de arena.
- Cantidad de material mayor a 2
- Forma y textura de agregado grueso.

4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Después de los ensayos en laboratorio y revisando resultados, se realizó una comparación de cada cantera estudiada por separado, verificando calidad y economía de los agregados.

5. CLASIFICACIÓN DE CATEGORÍAS DE AGREGADOS

Aquí una vez que se realizó los ensayos en laboratorio se clasificaron los agregados por categorías desde la más óptima para el uso en obras viales hasta la más deficiente.

6. VERIFICACIÓN DE RESULTADOS SEGÚN NORMA

Todos estos resultados se verificaron según el reglamento y normas estudiadas para los fines necesarios en esta tesis.

7. SELECCIÓN DE RESULTADOS FINALES

Aquí se realizó la selección final de todos los resultados de las distintas canteras, esta selección será verificando la calidad técnico económica de los agregados de las distintas canteras, eligiendo la más óptima y económicamente estable para los distintos lugares y suelos a utilizar.

8. BRINDAR INFORMACIÓN SOBRE LOS AGREGADOS ESTUDIADOS

Brindamos toda esta información a constructoras e ingenieros que necesiten información necesaria para la elección de agregados para fines viales.

3.9. Plan de Análisis Estadístico de Datos

Enfoque Cualitativo

Se examinaron las guías de análisis de documentos obtenidos de la Escuela de Ingeniería Civil y otras relacionadas al presente estudio.

Enfoque Cuantitativo

Para el procesamiento y el análisis de los datos recolectados en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Señor de Sipán, se ha recurrido a técnicas estadísticas de organización, tabulación y gráficas de dichos datos y a partir de las gráficas e interpretación respectiva; ha sido posible realizar el análisis de resultados y la formulación de conclusiones.

3.10. Presentación de datos

Los resultados se presentaron a través de:

Estadística descriptiva para las variables, tomadas individualmente.

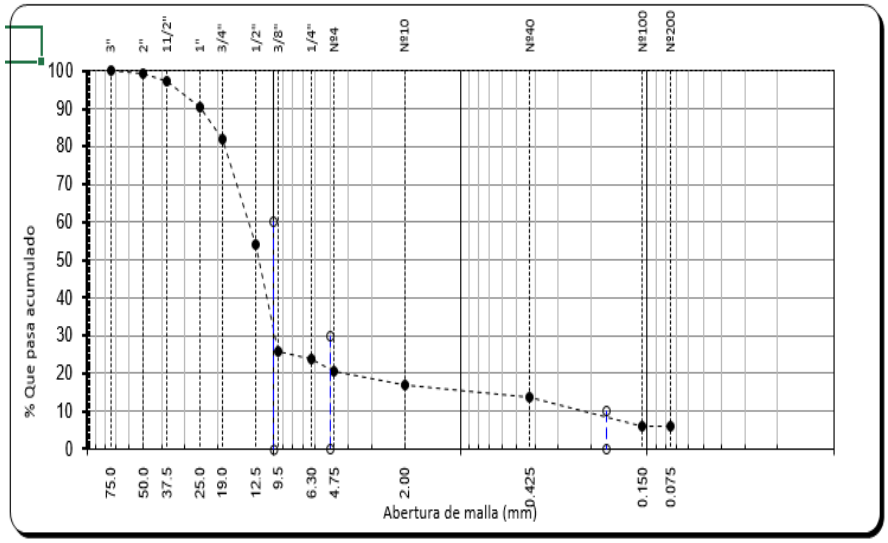
Frecuencias y porcentajes.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

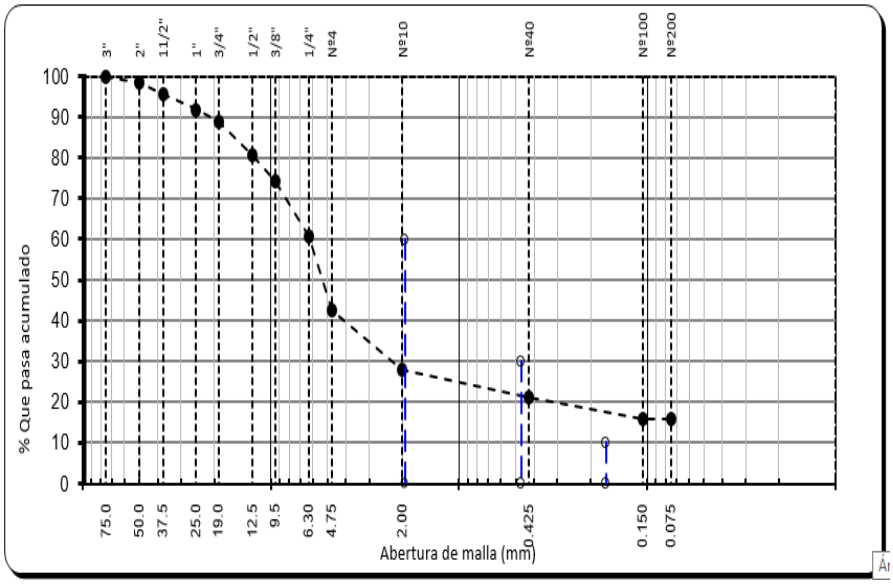
1. Determinar las propiedades de los agregados de las canteras que se utilizan en la construcción de obras viales a nivel de afirmado en la ciudad de Chiclayo.

FIGURA 5 RESULTADO DE ENSAYO DE ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA CANTERA LA VIÑA



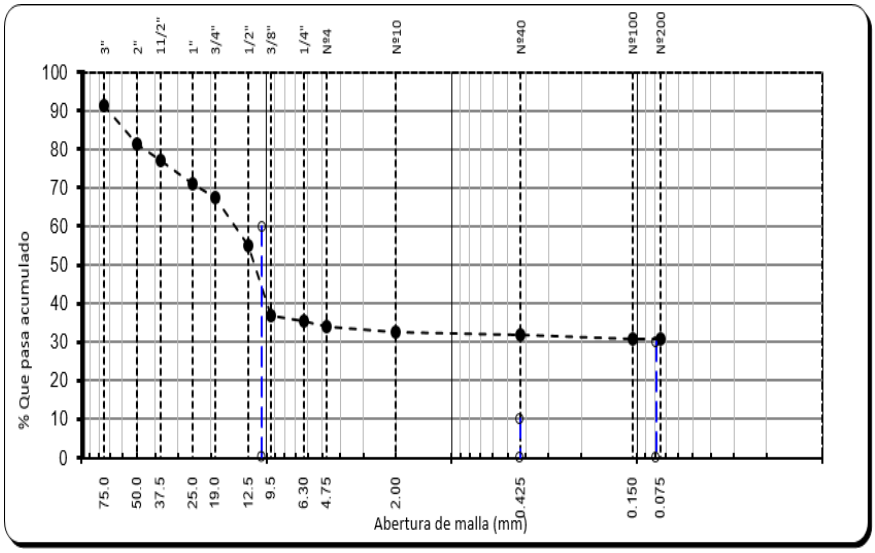
En esta figura se aprecia los resultados obtenidos del ensayo correspondientes a la muestra de la cantera la viña.

FIGURA 6 RESULTADO DE ENSAYO DE ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA CANTERA LA VICTORIA



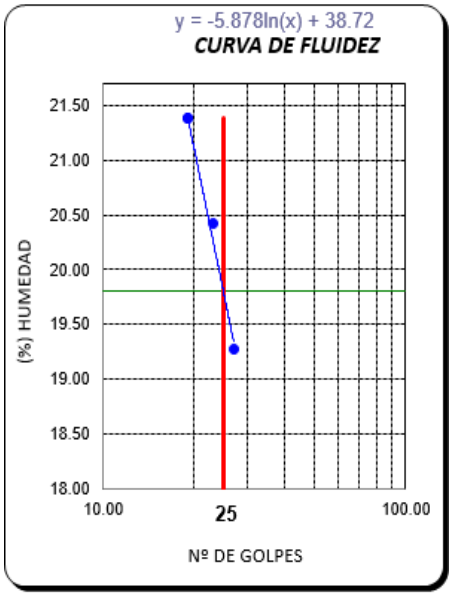
En esta figura se aprecia los resultados obtenidos del ensayo correspondientes a la muestra de la cantera la victoria.

FIGURA 7 RESULTADO DE ENSAYO DE ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA CANTERA LAS DELICIAS



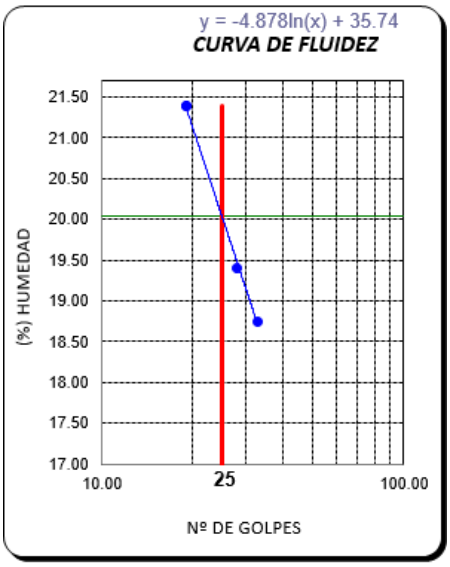
En esta figura se apreciar los resultados obtenidos del ensayo correspondientes a la muestra de la cantera las delicias.

FIGURA 8 RESULTADO DE ENSAYO DE LÍMITES DE CANTERA LA VIÑA



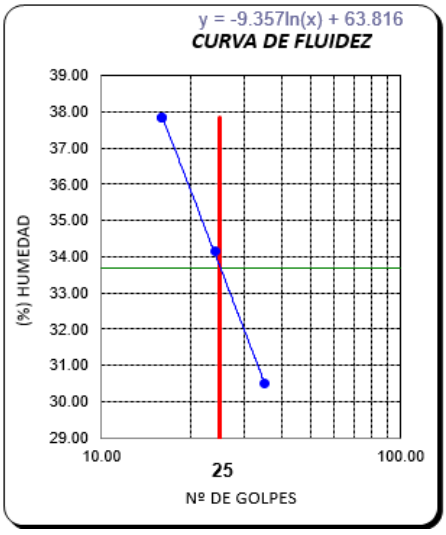
En esta figura se aprecia los resultados obtenidos del ensayo correspondientes a la muestra de la cantera la viña es que su límite liquido es de 19.80%, su límite plástico se encuentra en18.59% y su índice de plasticidad es de 1.21%.

FIGURA 9 RESULTADO DE ENSAYO DE LÍMITES DE CANTERA LA VICTORIA



en esta figura se aprecia los resultados obtenidos del ensayo correspondientes a la muestra de la cantera la viña es que su límite liquido es de 20.04%, su límite plástico se encuentra en19.24% y su índice de plasticidad es de 0.80%.

FIGURA 10 RESULTADO DE ENSAYO DE LÍMITES DE CANTERA LAS DELICIAS



En esta figura se aprecia los resultados obtenidos del ensayo correspondientes a la muestra de la cantera las delicias es que su límite líquido es de 33.70%, su límite plástico se encuentra en 21.03% y que su índice de plasticidad es de 12.67%.

FIGURA 11 RESULTADO DE ENSAYO DE CBR DE CANTERA LA VIÑA

MUESTRA **LA VIÑA**

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	2.231 g/cm^3
Óptimo contenido de humedad	5.20 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm3)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	69.6	2.242	0.02	0.1"	100	66.7
02	25	37.2	2.111	0.03	0.1"	95	39.5
03	12	15.3	2.033	0.03	0.2"	100	77.8
					0.2"	95	46.1

FIGURA 12 RESULTADO DE ENSAYO DE CBR DE CANTERA LA VICTORIA

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	2.202 g/cm^3
Óptimo contenido de humedad	6.45 %

MUESTRA LA VICTORIA

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm3)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	66.6	2.217	0.03	0.1"	100	63.2
02	25	34.5	2.117	0.03	0.1"	95	30.8
03	12	12.6	1.969	0.01	0.2"	100	71.7
					0.2"	95	35.8

FIGURA 13 RESULTADO DE ENSAYO DE CBR DE CANTERA LAS DELICIAS

MUESTRA : LAS DELICIAS

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.811 g/cm^3
Óptimo contenido de humedad	13.36 %

MUESTRA LAS DELICIAS

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm3)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	68.8	1.813	0.35	0.1"	100	67.8
02	25	35.2	1.729	0.62	0.1"	95	28.6
03	12	13.3	1.699	0.69	0.2"	100	79.1
					0.2"	95	33.3

FIGURA 14 RESULTADOS DE ENSAYO DE ABRASIÓN (MÁQUINA DE LOS ÁNGELES)

CANTERA LA VIÑA
Profundidad
I.- Granulometría global

Mallas Pasa	Retiene	Peso retenido	% retenido	Método A
1 1/2"	1"	2000.0	9.8	1250.0
1"	3/4"	6800.0	33.2	1250.0
3/4""	1/2"	8740.0	42.7	1250.0
1/2"	3/8"	2947.0	14.4	1250.0
Total		**20487.0**	**100.0**	**5000**

II.- Ensayo de Abrasión

- Peso inicial antes del ensayo	5000.0
- Peso final después de las 500 revoluciones	3618.0

III.- Cálculos

- % de desgaste por abrasión	27.6

Cantera : LA VICTORIA
I.- Granulometría global

Mallas Pasa	Retiene	Peso retenido	% retenido	Método A
1 1/2"	1"	2040.0	20.1	1250.0
1"	3/4"	2910.0	28.7	1250.0
3/4""	1/2"	2240.0	22.1	1250.0
1/2"	3/8"	2947.0	29.1	1250.0
Total		**10137.0**	**100.0**	**5000**

II.- Ensayo de Abrasión

- Peso inicial antes del ensayo	5000.0
- Peso final después de las 500 revoluciones	3798.0

III.- Cálculos

- % de desgaste por abrasión	24.0

CANTERA LAS DELICIAS
Profundidad
I.- Granulometría global

Mallas Pasa	Retiene	Peso retenido	% retenido	Método A
1 1/2"	1"	1400.0	19.0	1250.0
1"	3/4"	1860.0	25.2	1250.0
3/4""	1/2"	1160.0	15.7	1250.0
1/2"	3/8"	2947.0	40.0	1250.0
Total		**7367.0**	**100.0**	**5000**

II.- Ensayo de Abrasión

- Peso inicial antes del ensayo	5000.0
- Peso final después de las 500 revoluciones	3540.0

III.- Cálculos

- % de desgaste por abrasión	29.2

En estas figuras observamos los resultados obtenidos en laboratorio que corresponde al ensayo de Ab rasión (por medio de la máquina de Los Ángeles) de las respectivas canteras en estudio.

2. Determinar los parámetros de los agregados utilizados en la construcción de obras viales a nivel de firmado de la ciudad de Chiclayo de acuerdo con la Norma Técnica.

1. Comparación de la granulometría

FIGURA 15 PORCENTAJE DE AGREGADOS QUE PASAN SEGÚN MALLA

Tamiz	Porcentaje que pasa					
	A-1	A-2	C	D	E	F
50 mm (2")	100	—				
37,5 mm (1½")	100	—				
25 mm (1")	90-100	100	100	100	100	100
19 mm (¾")	65-100	80-100				
9,5 mm ($^3/_8$ ")	45-80	65-100	50-85	60-100		
4,75 mm (N.° 4)	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
2,0 mm (N.° 10)	22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
425 µm (N.° 40)	15-35	20-45	15-30	25.45	20-50	30-70
75 µm (N.° 200)	5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

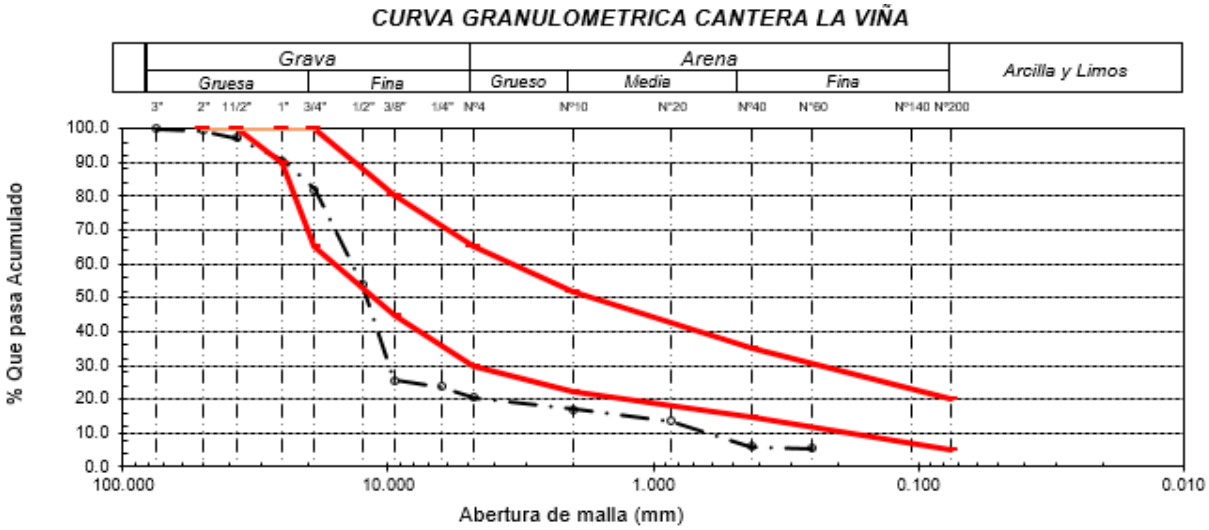
Fuente: AASHTO M-147

Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste Los Ángeles: 50% máx. (MTC E 207)
- Límite Líquido: 35% máx. (MTC E 110)
- Índice de Plasticidad: 4-9% (MTC E 111)
- CBR (1): 40% mín. (MTC E 132)

Tabla de manual de carreteras con la cual vamos a comparar nuestros resultados obtenidos en laboratorio

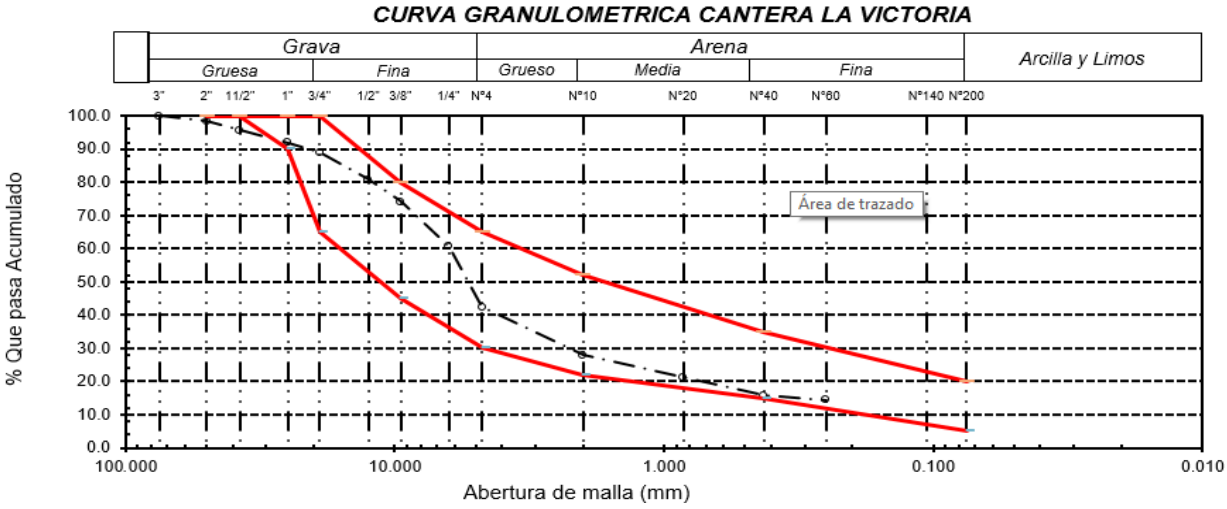
FIGURA 16 CURVA GRANULOMÉTRICA CANTERA LA VIÑA



Fuente Propia

Las líneas rojas son los parámetros según el manual de carreteras el cual significa que los resultados obtenidos en nuestros ensayos realizados en laboratorio no cumplen con los valores que exige la norma.

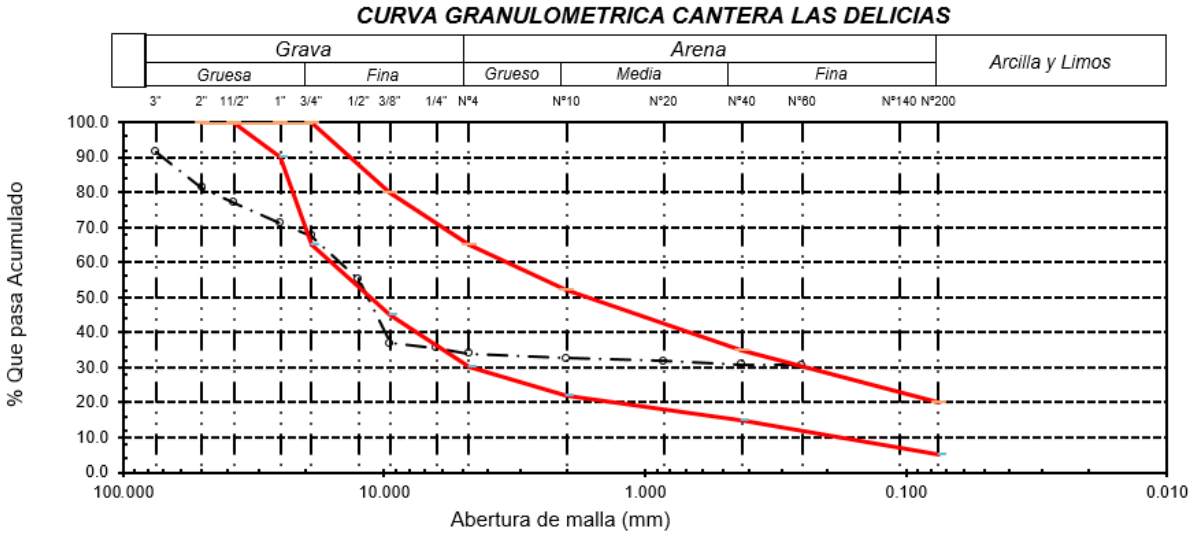
FIGURA 17 CURVA GRANULOMÉTRICA CANTERA LA VICTORIA



Fuente Propia

Las líneas rojas son los parámetros según el manual de carreteras el cual significa que los resultados obtenidos en nuestros ensayos realizados en laboratorio si cumplen con los valores que exige la norma.

FIGURA 18 GRANULOMETRIA CANTERA LAS DELICIAS



Fuente Propia

Las líneas rojas son los parámetros según el manual de carreteras el cual significa que los resultados obtenidos en nuestros ensayos realizados en laboratorio no cumplen con los valores que exige la norma.

COMPARACIÓN DE CBR CON LA NORMA

FIGURA 19 CANTERA LA VIÑA

MUESTRA **LA VIÑA**

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	2.231 g/cm^3
Óptimo contenido de humedad	5.20 %

Espécime	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm3)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	69.6	2.242	0.02	0.1"	100	66.7
02	25	37.2	2.111	0.03	0.1"	95	39.5
03	12	15.3	2.033	0.03	0.2"	100	77.8
					0.2"	95	46.1

Según el manual de carreteras el porcentaje de CBR como mínimo al 100% debe ser 40% y con lo que respecta al resultado del ensayo es de 66.7% lo cual cumple con lo establecido en la norma.

FIGURA 20 CANTERA LA VICTORIA

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	2.202 g/cm^3
Óptimo contenido de humedad	6.45 %

MUESTRA LA VICTORIA

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm3)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	66.6	2.217	0.03	0.1"	100	*63.2*
02	25	34.5	2.117	0.03	0.1"	95	*30.8*
03	12	12.6	1.969	0.01	0.2"	100	*71.7*
					0.2"	95	*35.8*

Fuente Propia

Según el manual de carreteras el porcentaje de CBR como mínimo al 100% debe ser 40% y con lo que respecta al resultado del ensayo es de 63.2% lo cual cumple con lo establecido en la norma.

FIGURA 21 CANTERA LAS DELICIAS

NORMA DE REFERENCI : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

MUESTRA : LAS DELICIAS

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.811 g/cm^3
Óptimo contenido de humedad	13.36 %

MUESTRA LAS DELICIAS

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm3)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	68.8	1.813	0.35	0.1"	100	*67.8*
02	25	35.2	1.729	0.62	0.1"	95	*28.6*
03	12	13.3	1.699	0.69	0.2"	100	*79.1*
					0.2"	95	*33.3*

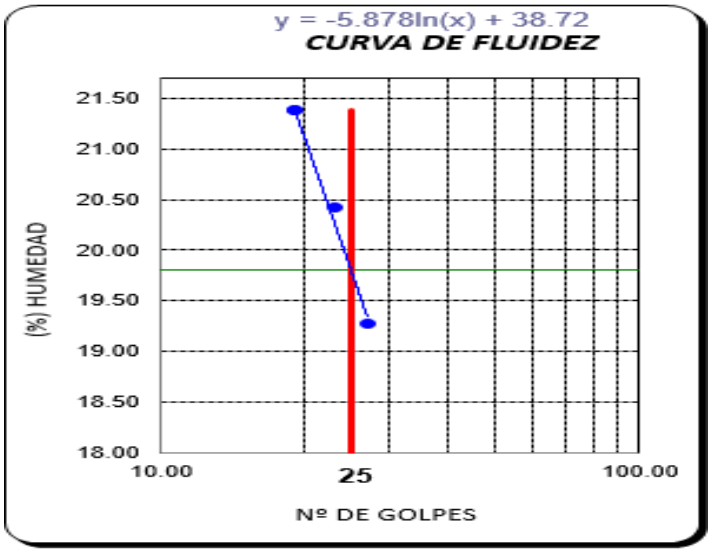
Fuente Propia

Según el manual de carreteras el porcentaje de CBR como mínimo al 100% debe ser 40% y con lo que respecta al resultado del ensayo es de 67.8% lo cual cumple con lo establecido en la norma.

COMPARACION DE ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO E INDICE DE PLASTICIDAD CON LA NORMA

- Desgaste Los Ángeles: 50% máx. (MTC E 207)
- Límite Líquido: 35% máx. (MTC E 110)
- Índice de Plasticidad: 4-9% (MTC E 111)
- CBR (1): 40% mín. (MTC E 132)

FIGURA 22 CANTERA LA VIÑA

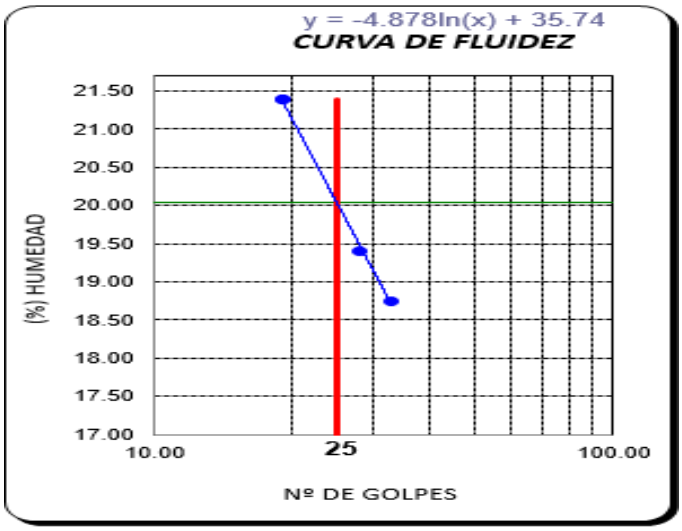


En esta figura se aprecia los resultados obtenidos del ensayo correspondientes a la muestra de la cantera La Viña es que su límite liquido es de 19.80%, su límite plástico se encuentra en18.59% y su índice de plasticidad es de 1.21%.

Fuente Propia

Según los valores que tiene el manual de carreteras comparando con los resultados obtenidos en laboratorio si cumple con respecto al límite líquido pero con el índice de plasticidad no cumple.

FIGURA 23 CANTERA LA VICTORIA

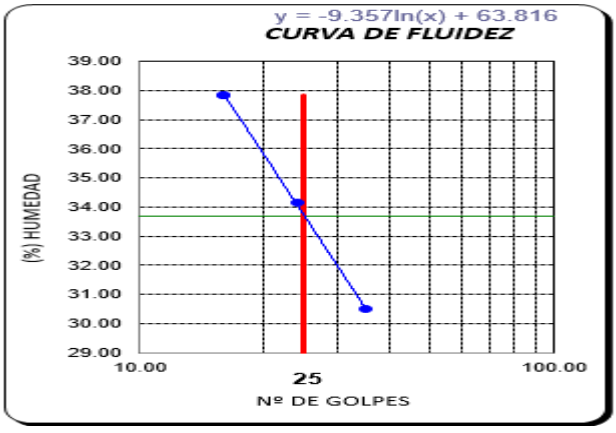


En esta figura se aprecia los resultados obtenidos del ensayo correspondientes a la muestra de la cantera La Viña es que su límite liquido es de 20.04%, su límite plástico se encuentra en19.24% y su índice de plasticidad es de 0.80%.

Fuente Propia

Según los valores que tiene el manual de carreteras comparando con los resultados obtenidos en laboratorio si cumple con respecto al límite líquido pero con el índice de plasticidad no cumple.

FIGURA 24 CANTERA LAS DELICIAS



En esta figura se aprecia los resultados obtenidos del ensayo correspondientes a la muestra de la cantera Las Delicias es que su límite líquido es de 33.70%, su límite plástico se encuentra en 21.03% y que su índice de plasticidad es de 12.67%.

Fuente Propia

Según los valores que tiene el manual de carreteras comparando con los resultados obtenidos en laboratorio si cumple con respecto al límite líquido pero con el índice de plasticidad no cumple.

COMPARACION DE ENSAYO DE ABRASION (DESGASTE LOS ANGELES) CON LA NORMA

CANTERA LA VIÑA

II.- Ensayo de Abrasión	
- Peso inicial antes del ensayo	5000.0
- Peso final después de las 500 revoluciones	3618.0
III.- Cálculos	
- % de desgaste por abrasión	27.6

Según los valores que tiene el manual de carreteras comparando con los resultados obtenidos en laboratorio si cumple ya que la norma permite un desgaste máximo de 50% lo cual comparándola con la muestra tiene un desgaste por abrasión de 27.60 % por lo tanto se encuentra dentro del rango que establece la norma.

CANTERA LA VICTORIA

II.- Ensayo de Abrasión	
- Peso inicial antes del ensayo	5000.0
- Peso final después de las 500 revoluciones	3798.0
III.- Cálculos	
- % de desgaste por abrasión	24.0

Según los valores que tiene el manual de carreteras comparando con los resultados obtenidos en laboratorio si cumple ya que la norma permite un desgaste máximo de 50% lo cual comparándola con la muestra tiene un desgaste por abrasión de 24.00 % por lo tanto se encuentra dentro del rango que establece la norma.

CANTERA LAS DELICIAS

II.- Ensayo de Abrasión	
- Peso inicial antes del ensayo	5000.0
- Peso final después de las 500 revoluciones	3540.0
III.- Cálculos	
- % de desgaste por abrasión	29.2

Según los valores que tiene el manual de carreteras comparando con los resultados obtenidos en laboratorio si cumple ya que la norma permite un desgaste máximo de 50% lo cual comparándola con la muestra tiene un desgaste por abrasión de 24.00 % por lo tanto se encuentra dentro del rango que establece la norma.

3. Analizar el costo unitario por m^3 de los agregados de las canteras utilizados en la construcción de obras viales a nivel de afirmado en la ciudad de Chiclayo.

A. PRESUPUESTO DE AGREGADOS COMPRADOS EN CANTERA

CANTERA: La Viña

Material de Afirmado = s/. 270.00 Volquetada de 15 m^3 ⟶ s/. 18.00 $1m^3$

CANTERA: Pátapo.

Material de Afirmado = s/. 300.00 Volquetada de $15m^3$ ⟶ s/. 20.00 $1m^3$

CANTERA: Las Delicias

Material de Afirmado = s/. 16.00 $1m^3$

B. PRESUPUESTO DE AGREGADOS PUESTO EN OBRA (CHICLAYO)

ANTERA: La Viña

Material de Afirmado = s/. 540.00 volquetada de $15m^3$ ⟶ s/. 36.00 $1m^3$

CANTERA: Pátapo.

Material de Afirmado = s/. 600.00 Volquetada de $15m^3$ ⟶ s/. 40.00 $1m^3$

CANTERA: Las Delicias

Material de Afirmado = s/. 32.00 $1m^3$

CAPÍTULO V

PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN

TABLA 22

Propuesta de la Investigación

CANTERA	ESTADO
Cantera Pátapo - La Victoria	Según con los valores que tiene el manual de carreteras comparando con los resultados obtenidos en laboratorio con lo que respecta al material de esta cantera estudiada sus valores están iguales con los valores que está en la norma por lo tanto se concluye en decir que este material si es útil para la participación de una obra vial.
Cantera La Viña- Zaña	Según con los valores que tiene el manual de carreteras comparando con los resultados obtenidos en laboratorio con lo que respecta al material de esta cantera estudiada sus valores están por debajo con los valores que está en la norma por lo tanto se concluye en decir que este material no es útil para la participación de una obra vial.
Cantera Las Delicias – Reque	Según con los valores que tiene el manual de carreteras comparando con los resultados obtenidos en laboratorio con lo que respecta al material de esta cantera estudiada sus valores están por debajo con los valores que está en la norma por lo tanto se concluye en decir que este material no es útil para la participación de una obra vial.

Fuente Propia

La presente investigación después de una evaluación técnico – económica de los agregados propone:

La utilización de la cantera La Victoria como material para el uso de obras viales.

PLAN DE DIFUSIÓN:

1. Descripción técnica
2. Descripción Económica
3. Plan de difusión a empresas constructoras
4. Diseño de un tríptico (noticia / anuncio).

DESCRIPCIÓN TÉCNICA
PÁTAPO

Pátapo está ubicado al este de la Ciudad de Chiclayo y en la parte media del valle de Chancay.

Pátapo, significa “El Señor de la Rivera o Terraza” por qué se encuentra cerca de la Rivera de un Rio o Canal (canal Taymi).

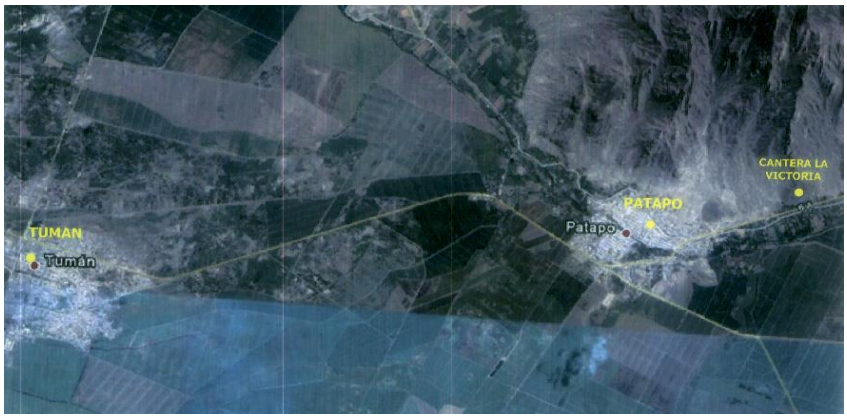
La denominación del “Señor de la Terraza”, debido a la existencia de la gran cantidad de construcciones que están diseminadas a lo largo y ancho del cerro de Pátapo, que al verlas parece ser terrazas o andenes.

Según el Censo del 2007 estima una población para el 2018 de 24859 habitantes.

CANTERA LA VICTORIA (PATAPO)

Ubicación: Se ubica en el Cauce del Rio Loco La Victoria afluente del Rio Chancay del distrito de Pátapo, provincia de Chiclayo. A unos 31km desde la provincia de Chiclayo

FIGURA 25 **CANTERA LA VICTORIA (PATAPO)**



Fuente Google Maps

Coordenadas UTM

9260500 a 558200

Propietarios: Los propietarios es una Asociación civil Las canteras _ La Victoria – Pátapo

Potencia: Una potencia estimada de 11,942.34 m^3

Tabla 23
Cuadro De Coordenadas

CUADRO DE COORDENADAS UTM		
CANTERA LA VICTORIA		
VÉRTICE	E	N
A	655 304.29	9258115.96
B	655 331.25	9258105.09
C	655 336.78	9258095.62
D	655 285.67	9258016.77
E	655 255.88	9258002.97
F	655 214.61	9258048.81
G	655 246.53	9258082.14
H	655 246.53	9258126.29
I	655 283.44	9258147.11
ÁREA		1.04 HA
PERÍMETRO		394m

Fuente Propia

Tabla 24
Relación de Excavaciones

RELACIÓN DE EXCAVACIONES			
CALICATAS	COORDENADAS GPS		PROFUNDIDAD
	ESTE	NORTE	
C-1	655 268.69	9258122.50	1 M
C-2	655 227.28	9258070.90	1M
C-3	655 290.10	9258042.78	1M

Fuente Propia

DESCRIPCIÓN ECONÓMICA

PRESUPUESTO DE AGREGADOS COMPRADOS EN CANTERA

CANTERA: Pátapo.

Material de Afirmado= s/. 300.00 Volquetada de $15m^3$ ⟶ s/. 20.00 $1m^3$

PRESUPUESTO DE AGREGADOS PUESTO EN OBRA (CHICLAYO)

CANTERA: Pátapo.

Material de Afirmado= s/. 600.00 Volquetada de $15m^3$ ⟶ s/. 40.00 $1m^3$

PRESENTACION

CANTERA	ESTADO
Cantera Patapo - La Victoria	Según con los valores que tiene el manual de carreteras comparando con los resultados obtenidos en laboratorio con lo que respecta al material de esta cantera estudiada sus valores están iguales con los valores que está en la norma por lo tanto se concluye en decir que este material si es útil para la participación de una obra vial.
Cantera La Viña-Zaña	Según con los valores que tiene el manual de carreteras comparando con los resultados obtenidos en laboratorio con lo que respecta al material de esta cantera estudiada sus valores están por debajo con los valores que está en la norma por lo tanto se concluye en decir que este material no es útil para la participación de una obra vial.
Cantera Las Delicias – Reque	Según con los valores que tiene el manual de carreteras comparando con los resultados obtenidos en laboratorio con lo que respecta al material de esta cantera estudiada sus valores están por debajo con los valores que está en la norma por lo tanto se concluye en decir que este material no es útil para la participación de una obra vial.

La presente investigación después de una evaluación técnico – económica de los agregados propone:

La utilización de la cantera La Victoria como material para el uso de obras viales.

DESCRIPCION TECNICA

PATAPO

Patapo está ubicado al este de la Ciudad de Chiclayo y en la parte media del valle de Chancay.

Patapo, significa "El señor de la Rivera o Terraza" por qué se encuentra cerca de la Rivera de un Rio o Canal (canal Taymi).

La denominación del "Señor de la Terraza", debido a la existencia de la gran cantidad de construcciones que están diseminadas a lo largo y ancho del cerro de Patapo, que al verlas parece ser terrazas o andenes.

Según el Censo del 2007 estima una población para el 2018 de 24859 habitantes.

CANTERA LA VICTORIA (PATAPO)

Ubicación

Se ubica en el Cauce del rio loco la victoria afluente del rio chancay del distrito de Patapo, provincia de Chiclayo. A unos 31km desde la provincia de Chiclayo

rdenadas UTM

9260500 a 558200

Propietarios

Los propietarios es una Asociación civil Las canteras _ La Victoria – Patapo

Potencia

Una potencia estimada de 11,942.34 m3

PRESUPUESTO DE AGREGADOS COMPRADOS EN CANTERA

Material de Afirmado = s/. 300.00 Volquetada de 15m3

PRESUPUESTO DE AGREGADOS PUESTO EN OBRA (CHICLAYO)

Material de Afirmado = s/. 600.00 Volquetada de 15m3

CONCLUSIONES

1. Se concluye con el estudio de las propiedades de las canteras realizando el estudio granulométrico se encuentra en el margen admisible según la normas de carreteras, para nuestro estudio se tomaron las canteras La Victoria, La Viña y Las Delicias.
2. Al determinar los parámetros estudiados y analizados se comparó con la norma específica de carreteras, se observó algunas diferencias entre las canteras estudiadas las cuales se detallaron en los resultados finales, determinando así su menor costo y calidad.
3. Se analizó satisfactoriamente el estudio de costo unitario en la cantera directamente extraída realizando una comparación de precios tanto situó como puesto en obra en la provincia de Chiclayo todo estos costos se realizaron por m3.

CAPÍTULO VI

Conclusiones Y Recomendaciones

CONCLUSIONES

1. En los ensayos de laboratorios para el control de calidad de obras viales, se pudo determinar que la cantera la victoria cumple con todas las exigencias del Manual de Carreteras. (Análisis de Granulometría, CBR, Porcentaje Limite Liquido, Porcentaje Limite Plástico) las demás canteras también tiene importante valores, pero solo en algunos aspectos.

2. En Los Ensayos De Laboratorios Para El Control De Calidad Del Afirmado, De Determino Que La Cantera La Victoria Cumple Con Las Exigencia del Manual de Carreteras.

3. El costo unitario de cantera es s/. 20.00 $1m^3$ este costo varía con el incremento del material puesto en obra (s/. 40.00 $1m^3$), tomando como referencia la provincia de Chiclayo.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que para realizar más estudios como por ejemplo: Equivalente De Arena, Contenido De Materia Orgánica, Partículas Chatas y Alargadas, Ensayo De Durabilidad.

2. Realizar un estudio más completo de toda la región de Lambayeque y abarcar toda la zona que corresponde al área de construcción sea en el ámbito vial como edificación.

3. Para realizar una buena obra vial, tenemos que trabajar con afirmado es necesario trabajar a nivel de sub rasante para obtener una buena distribución de cargas del pavimento.

Referencias Bibliográficas

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE ACI 2005 High-strength concrete (ACI-363R). (2005). Estados Unidos.

Ballesta, J. (2008). *Estudio sobre canteras de áridos para hormigones y viales en la región de Murcia año 2008.* Región de Murcia, España: Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio. Obtenido de https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=10936&IDTIPO=246&RASTRO=c191$m456,13838,21902

Chang, L. (2014). *CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R).* PERU.

Coral, H. (2006). *Geotecnia I.* Universidad de Nariño, Facultad de Ingeniería. Nariño, Colombia: Universidad de Nariño. Obtenido de https://documents.mx/documents/geotecnia-i.html

Das, B. M. (20006). *Principios de Ingeniería de Cimentaciones.* México, D.F.: Cengage Learning.

Duque, G., & Escobar, C. E. (2002). *Mecanicas de los suelos.* Mazinales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/

El Ministerio De Transportes Y Comunicaciones: Provias Nacional Chiclayo . (s.f.). Obtenido de http://www.mtc.gob.pe/normas_legales/normas_legales.html.

El Ministerio De Transportes Y Comunicaciones: Provias Nacional Chiclayo, MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES 2000. (s.f.). Obtenido de http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/eg- 2000/.

Fajardo, L. E., & Vergaray, D. A. (2014). *Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas.* Universidad San Martin de Porres, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Lima, Perú: Universidad San Martin de Porres. Obtenido de http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/1044/1/vergaray_da.pdf

Fonseca, A. M. (2002). *Ingenieria de Pavimentos para Carreteras.* Bogotá: Stella Valbuena de Fierro.

Henriquez, P. (23 de 07 de 2016). *Estudio de cantera de agregados.* Recuperado el 6 de 05 de 17, de scribd: https://es.scribd.com/document/319102088/ESTUDIO-DE-CANTERA-pdf

Herrera, R. (2005). Estudio de los Requisitos de Calidad de los Áridos para su Empleo en Tratamientos Superficiales. *Revista de la Construcción, IV*(01), 50 - 58. Obtenido de https://repositorio.uc.cl/bitstream/handle/11534/11360/000389276.pdf?sequence=1

http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5942/3/FOLLETO.pdf. (s.f.). Obtenido de http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5942/3/FOLLETO.pdf.

http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guia.pdf. (s.f.). Obtenido de http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guia.pdf.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, P. (s.f.). Obtenido de RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO: ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-148-07.pdf

Islas, E. (2007). *Caracterización y estudio de viabilidad para el reaprovechamiento de la Cantera de Tezoantla, Estado de Hidalgo.* Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Obtenido de http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/511/Caracterizacion%20y%20estudio%20de%20viabilidad%20cantera.pdf?isAllowed=y&sequence=1

Muñoz, L. (2012). *Estudio del uso del polietileno tereftalato (PET) como material de restitución en suelos de baja capacidad de carga.* Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/2514/1/TESIS.pdf

Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos [UNOPS]. (2013). *Estudio de canteras y fuentes de agua para los proyectos de vialidad y saneamiento del Programa de Inversión Pública Habilitación para la creación de la nueva ciudad de Olmos, Lambayeque.* Lambayeque, Perú: UNOPS. Obtenido de https://www.unops.org/ApplyBO/File.aspx/2494%20TDR%20Canteras.pdf?AttachmentID=aedc7535-65da-470e-8050-4e09eb720d9d

Ortega, A. R. (2013). *La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigon empleado en la construccion de obras civiles.* Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/4335/1/TESIS%20ALBERTO%20RENAN%20ORTEGA%20CASTRO.pdf

Quispe, S. K. (2011). *Exploración y explotación de Canteras.* Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ingenería Civil. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Obtenido de https://es.scribd.com/doc/59682919/Explotacion-y-Exploracion-de-Canteras

Rosero, F. D. (2013). *BASES ESTABILIZADAS CON EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA PAVIMENTOS (APLICACIÓN CALLE NOGALES PARROQUIA NAYÒN L= 1.0*

KM). Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática. Quito, Perú: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/943/1/T-UCE-0011-33.pdf

Sánchez, F. J. (10 de agosto de 2012). *¿Qué es el CBR?* Obtenido de BLOG DE CONCEPTOS Y APLICACIONES DE LA TECNOLOGIA RAMCODES EN SUELOS Y MEZCLAS ASFALTICAS.: http://blogramcodes.blogspot.pe/2012/08/que-es-el-cbr.html

Título de experto en canteras de Áridos y roca ornamental. (2010). España: 1.

Tupia, C., & Alva, J. (16 de noviembre de 2001). *Diseño de la via las Mercedes – Teorama.* Obtenido de http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/11640/14/Anexo%2018-1%20Investigación%20Geotécnica.pdf

Veintimilla, L. A. (2015). *SOLUCIÓN GEOLÓGICA, GEOTÉCNICA, HIDROLÓGICA, HIDRÁULICA Y ESTRUCTURAL DE LA ALCANTARILLA QUE SIRVE A LA AUTOPISTA CUENCA– AZOGUES, ABSCISA KM. 4+667.* Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca. Obtenido de http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21679/1/TESIS.pdf

NORMAS LEGALES 2006 Reglamento Nacional de edificaciones. Norma E.060 de concreto armado. (2006). Lima.

ANEXOS

ENSAYO DE PROCTOR DE CANTERAS

Tabla 25
Datos de Ensayo Proctor de Cantera la Viña

TARA	N° CAPAS	N° DE GOLPES	N° DE MOLDE	PESO DE MOLDE	PESO MOLDE + MUESTRA
T1	**5**	**12**	**1**	**7 137 gr**	**12 310 gr**
T2	**5**	**25**	**2**	**6 588 gr**	**11 174 gr**
T3	**5**	**56**	**3**	**7 800 gr**	**11 902 gr**

FUENTE PROPIA

Obtenemos según las distintas taras y sus respectivos golpes para calcular el peso de la muestra

Tabla 26
Datos de Ensayo Proctor de Cantera la Victoria

TARA	N° CAPAS	N° DE GOLPES	N° DE MOLDE	PESO DE MOLDE	PESO MOLDE + MUESTRA
T4	**5**	**12**	**4**	**7 483 gr**	**11 880 gr**
T5	**5**	**25**	**5**	**7 881 gr**	**12 522 gr**
T6	**5**	**56**	**6**	**7 755 gr**	**12 597 gr**

FUENTE PROPIA

Obtenemos según las distintas taras y sus respectivos golpes para calcular el peso de la muestra

TABLA 27
Datos de Ensayo Proctor de Cantera las Delicias

TARA	N° CAPAS	N° DE GOLPES	N° DE MOLDE	PESO DE MOLDE	PESO MOLDE + MUESTRA
T7	5	12	7	6 722 gr	10 496 gr
T8	5	25	8	7 485 gr	11 438 gr
T9	5	56	9	7 505 gr	11 822 gr

FUENTE PROPIA

Obtenemos según las distintas taras y sus respectivos golpes para calcular el peso de la muestra

ENSAYO DE PROCTOR DE CANTERAS
TABLA 28
Datos Ensayo N° 2 de Proctor de *Cantera La Viña:*

MALLAS		PESO RETENIDO	% RETENIDO
PASA	RETIENE		
2”	¾	17 540 gr	9.81
¾	N°4	56 200 gr	31.43
< N° 4		105 060 gr	58.76
TOTAL		178 800 gr	100

Fuente Propia

Según la tabla obtenemos los siguientes resultados:

41.24 x 55 = 2268.20 gr

58.76 x 55 = 3231.80 gr

<u>NUMERO DE TANDAS:</u>

¾ a N°4 = 56 200 gr ÷ 2268.20 gr = 24.77 = 25 tandas

< N°4 = 105060 gr ÷ 3231.80 gr = 32.51 = 33 tandas

TABLA 29
Datos Ensayo N° 2 de Proctor de Cantera La Victoria:

MALLAS		PESO RETENIDO	% RETENIDO
PASA	RETIENE		
2”	¾	7 190 gr	8.27
¾	N°4	25 195.64 gr	28.97
< N° 4		54 578.20 gr	62.76
TOTAL		86 963.84 gr	100

Fuente Propia

Según la tabla obtenemos los siguientes resultados:

37.24 x 55 = 2 048.20 gr

62.76 x 55 = 3 451.80 gr

<u>NUMERO DE TANDAS:</u>

¾ a N°4 = 25 195.64 gr ÷ 2 048.20 gr = 12.30 = 12 tandas

< N°4 = 54 578.20 gr ÷ 3 451.80 gr = 15.81 = 16 tandas

TABLA 30
Datos Ensayo N° 2 de Proctor de *Cantera Las Delicias:*

MALLAS		PESO RETENIDO	% RETENIDO
PASA	RETIENE		
2”	¾	4 420 gr	2.45
¾	N°4	69 199.48 gr	38.39
< N° 4		106 633.36 gr	59.16
TOTAL		180 252.36 gr	100

Fuente Propia

Según la tabla obtenemos los siguientes resultados:

40.84 x 55 = 2 246.20 gr

58.76 x 55 = 3 253.80 gr

<u>NUMERO DE TANDAS:</u>

¾ a N°4 = 69 199.48 gr ÷ 2 246.20 gr = 30.81 = 31 tandas

< N°4 = 106 633.36 gr ÷ 3 253.80 gr = 32.77 = 33 tandas

- **PESO DE MOLDE 6”**

  (Base + Cuerpo) = 6220 gr

- **Peso de Agua = 8258 gr -**

Peso de molde **6220 gr**

- **Volumen del cuerpo** **=** **2038 gr**

TABLA 31
Datos para Realizar el Proctor Según Cantera

PROCTOR DE CANTERA LA VIÑA	
T1= 80 ml **W muestra**= 4764 kg **W muestra húmeda** = 500.40 gr **W muestra seca** = 480.59 gr	**T2**= 135 ml **W muestra**= 3940 kg **W muestra húmeda** = 500.28 gr **W muestra seca** = 476.87 gr
T3= 190 ml **W muestra**= 4784 kg **W muestra húmeda** = 502.60 gr **W muestra seca** = 473.69 gr	**T4**= 245 ml **W muestra**= 4760 kg **W muestra húmeda** = 501.89 gr **W muestra seca** = 471.46 gr

Fuente Propia

Según la tabla obtenemos los siguientes resultados:

Aquí mostramos los datos para poder realizar el Proctor como lo es el peso húmedo (W muestra húmeda), peso seco (W muestra seca) al estar 24 horas al horno y peso de muestra (natural).

TABLA 32
Datos para Realizar el Proctor según Cantera

PROCTOR DE CANTERA LA VICTORIA	
T1= 130 ml **W muestra**= 4370 kg **W muestra húmeda** = 502 gr **W muestra seca** = 485.97 gr	**T2**= 185 ml **W muestra**= 4415 kg **W muestra húmeda** = 518.70 gr **W muestra seca** = 496.52 gr
T3= 240 ml **W muestra**= 4518 kg **W muestra húmeda** = 523.12 gr **W muestra seca** = 498.36 gr	**T4**= 295 ml **W muestra**= 4740 kg **W muestra húmeda** = 516.02 gr **W muestra seca** = 489.55 gr

Fuente Propia

Según la tabla obtenemos los siguientes resultados:

Aquí mostramos los datos para poder realizar el Proctor como lo es el peso húmedo (W muestra húmeda), peso seco (W muestra seca) al estar 24 horas al horno y peso de muestra (natural).

TABLA 33
Datos para Realizar el Proctor según Cantera

PROCTOR DE CANTERA LAS DELICIAS	
T1= 237 ml **W muestra**= 4027 kg **W muestra húmeda** = 506.04 gr **W muestra seca** = 454.50 gr	**T2**= 292 ml **W muestra**= 4164 kg **W muestra húmeda** = 501.01 gr **W muestra seca** = 443.38 gr
T3= 347 ml **W muestra**= 4194 kg **W muestra húmeda** = 508.05 gr **W muestra seca** = 445.87 gr	**T4**= 402 ml **W muestra**= 4425 kg **W muestra húmeda** = 500.02 gr **W muestra seca** = 421.90 gr

Fuente Propia

Según la tabla obtenemos los siguientes resultados:

Aquí mostramos los datos para poder realizar el Proctor como lo es el peso húmedo (W muestra húmeda), peso seco (W muestra seca) al estar 24 horas al horno y peso de muestra (natural).

LÍMITE LÍQUIDO

TABLA 34
Ensayo de Límite Líquido – Viña

CANTERA LA VIÑA				
N° tara	**W tara**	**W muestra Húmeda**	**N° Golpes**	**W muestra seca**
Ov-05	**29.24 gr**	**53.71 gr**	**19**	**49.40 gr**
Ov-02	**25.69 gr**	**45.44 gr**	**23**	**42.09 gr**
Ov-03	**28.23 gr**	**48.53 gr**	**27**	**45.25 gr**

Fuente Propia

Según la tabla obtenemos los siguientes resultados:

Información del tipo de tara en la cual se va a realizar el límite líquido sus pesos tanto de tara como de la muestra y cuantos golpes se dieron.

TABLA 35
Ensayo de Límite Líquido – Victoria

CANTERA LA VICTORIA				
N° tara	**W tara**	**W muestra Húmeda**	**N° Golpes**	**W muestra seca**
Ov-04	**27.92 gr**	**47.16 gr**	**19**	**43.77 gr**
Ov-06	**37.08 gr**	**59.66 gr**	**28**	**55.99 gr**
Ov-07	**27.59 gr**	**49.32 gr**	**33**	**45.89 gr**

Fuente Propia

Según la tabla obtenemos los siguientes resultados:

Información del tipo de tara en la cual se va a realizar el límite líquido sus pesos tanto de tara como de la muestra y cuantos golpes se dieron.

TABLA 36
Ensayo de Límite Líquido – Las Delicias

CANTERA LAS DELICIAS				
N° tara	**W tara**	**W muestra Húmeda**	**N° Golpes**	**W muestra seca**
Ov-08	**24.96 gr**	**56.11 gr**	**35**	**48.83 gr**
Ov-09	**26.89 gr**	**58.46 gr**	**24**	**50.42 gr**
Ov-10	**27.89 gr**	**57.79 gr**	**16**	**49.58 gr**

Fuente Propia

Según la tabla obtenemos los siguientes resultados:

Información del tipo de tara en la cual se va a realizar el límite líquido sus pesos tanto de tara como de la muestra y cuantos golpes se dieron.

TABLA 37
Contenido de Sales según Canteras

CANTERA	N° Tara	W Tara	W (Tara + muestra)	W seco
LA VIÑA	**OV-03**	**55.60 gr**	**104.25 gr**	**55.52 gr**
LA VICTORIA	**OV-11**	**57.33 gr**	**106.39 gr**	**57.07 gr**
LAS DELICIAS	**OV-15**	**49.96 gr**	**98.73 gr**	**50.20 gr**

Fuente Propia

Según la tabla obtenemos los siguientes resultados:

La información de las taras en las cuales se guardaron para después realizar las muestras de sales teniendo en cuenta el número de tara, peso, y el peso seco de la muestra.

TABLA 38
Ensayo de Expansión de las Canteras

CANTERAS	N° Molde	D1	D2	D3	D4
LA VIÑA	01	20.50	20.73	20.83	20.77
	02	22.78	23.18	23.18	23.14
	03	22.04	22.35	22.38	22.33
LA VICTORIA	04	21.33	21.62	21.66	21.65
	05	26.06	26.33	26.39	26.40
	06	25.48	25.62	25.62	25.62
LAS DELICIAS	07	19.81	23.56	23.64	23.94
	08	24.58	30.44	30.67	31.74
	09	24.84	32.49	32.64	32.87

Fuente Propia

Según la tabla obtenemos los siguientes resultados:

Obtenemos la variación de la expansión de cada tres muestras por cantera realizadas durante los cuatro días seguidos.

Ubicación de canteras

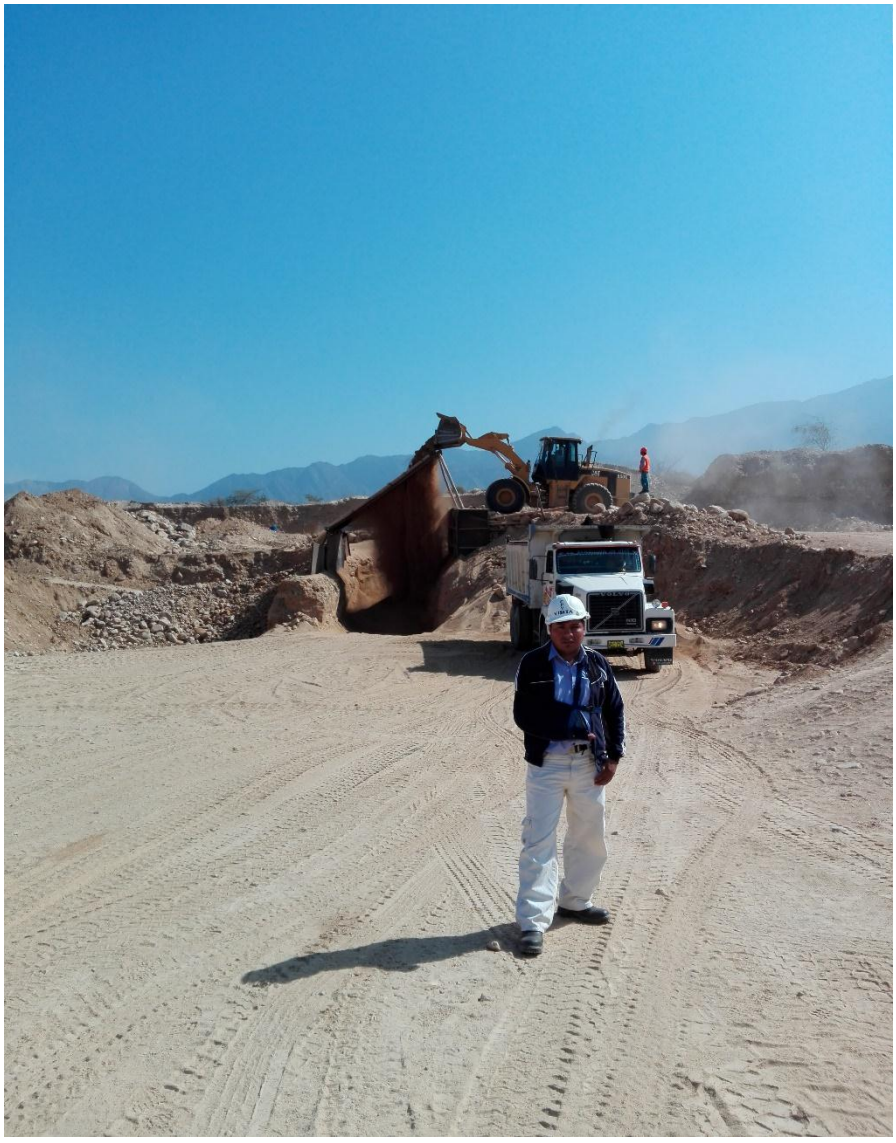
FIGURA 26 CANTERA LAS DELICIAS

En esta figura estamos llegando a la cantera las delicias, Reque, Chiclayo.

FIGURA 27 CANTERA LA VIÑA

Llegando a la cantera la viña distrito de Zaña, Chiclayo.

FIGURA 28 CANTERA PÁTAPO



En esta figura nos encontramos en la cantera La Victoria del distrito de Patapo, provincia de Chiclayo.

FIGURA 29 CANTERA PATAPO

En esta figura estamos en la cantera Patapo la Victoria del distrito de Chiclayo

Estudio granulométrico de las canteras

FIGURA 30 ESTUDIO GRANULOMÉTRICO

En esta figura se Realizó el estudio granulométrico de las canteras usando las mallas 4”, ¾”

FIGURA 31 ESTUDIO GRANULOMÉTRICO

En esta figura se Realizó la separación correspondientes con las mallas en el laboratorio de suelos

FIGURA 32 PESADO DE MUESTRA

En esta figura se observa el pesado de la muestra usando la balanza graduada con un 0.001 gr de error.

FIGURA 33 PESADO DE MUESTRA

En esta figura se observa el pesado de la muestra usando la balanza graduada con un 0.001 gr de error

FIGURA 34 SECADO DE MUESTRA

En esta figura colocamos la muestra al horno para el respectivo secado, esto se hace durante 24 horas.

FIGURA 35 ENSAYO CBR

En esta figura se observa cómo se realiza el ensayo de compactación para el CBR con el instrumento pizón

FIGURA 36 ENSAYO DE CBR

En la figura se observa la compactación del material para realizar el ensayo del CBR con el instrumento pizón y realizando 56 golpes.

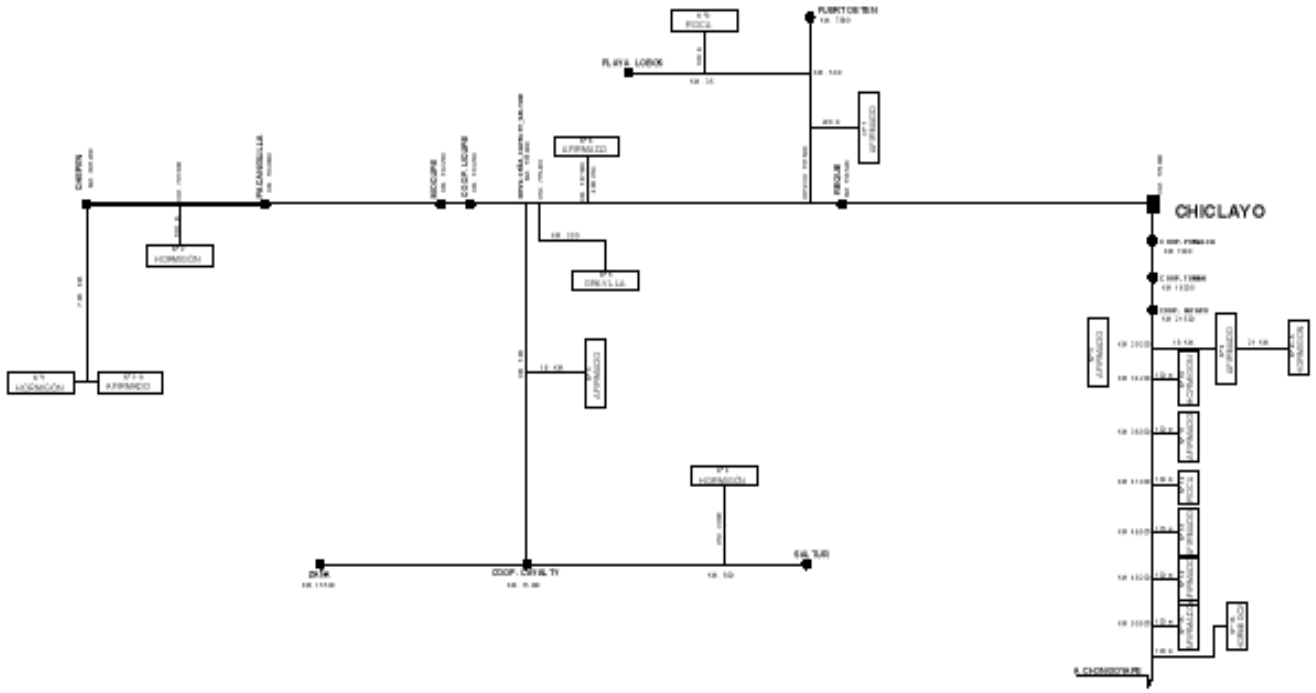
FIGURA 37 ENSAYO DE LÍMITES Y SALES

En esta figura se observa la realización del contenido de sales que posee la muestra de las canteras previa cocción y luego se deja secar, y se filtra con papel filtro una cantidad recomendada según manual.

FIGURA 38 ENSAYO DE LÍMITES Y SALES

En esta figura se observa la realización del contenido de sales que posee la muestra de las canteras previa cocción y luego se deja secar, y se filtra con papel filtro una cantidad recomendada según manual.

DIAGRAMA DE CANTERAS DE LA PROVINCIA DE CHICLAYO



FUENTE : PROPIA