

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**“CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 4 CANTERAS
UTILIZADAS COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS
EN LA CIUDAD DE JAÉN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR EL:

BACH. ÁNGEL JHONATAN SILVA FLORES

ASESOR:

Dr. Ing. MIGUEL MOSQUEIRA MORENO

CAJAMARCA - PERÚ

2023

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

La que suscribe, Directora de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca certifica:

La originalidad de la tesis denominada **CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 4 CANTERAS UTILIZADAS COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS EN LA CIUDAD DE JAÉN DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA**, realizada por el Bachiller en Ingeniería Civil **Angel Jhonatan Silva Flores**, de acuerdo al resultado del análisis reportado por su asesor **Dr. Miguel Angel Mosqueira Moreno** con el software antiplagio Turnitin que identifica **25% (veinticinco por ciento)** de similitud, asignándole el código **oid:3117:290505622**.

Se expide el presente certificado para los fines pertinentes.

Cajamarca, 03 de diciembre del 2023

Documento firmado digitalmente

Dra. Yvonne Katherine Fernández León
Directora Unidad de Investigación Facultad de Ingeniería

AGRADECIMIENTO

A Dios por sobre todas las cosas; por la fuerza y perseverancia necesarias para culminar esta presente investigación.

A mi asesor, el Dr. Ing. MIGUEL MOSQUEIRA MORENO, por el apoyo brindado como guía constante en el desarrollo de esta presente tesis.

A mis padres y familiares que fueron soporte y motivación para seguir adelante.

Y, a todos mis amigos que me brindaron su apoyo y su tiempo durante el desarrollo de esta investigación.

DEDICATORIA

A mis padres quienes siempre confiaron en mí, y me apoyaron durante el desarrollo de toda mi carrera.

A todos mis familiares y seres queridos, que son siempre mi motivación e inspiración, que me recordaron siempre la importancia de luchar por nuestras metas y a seguir adelante.

COPYRIGHT © 2023 by
SILVA FLORES ÁNGEL JHONATAN
Todos los derechos reservados

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1.1. Selección del Problema.....	10
1.1.2. Formulación Interrogativa del Problema.....	11
1.1.3. Justificación de la investigación.....	11
1.1.4. Limitaciones y restricciones de la investigación.....	11
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
1.2.1. Objetivo General	12
1.2.2. Objetivos Específicos.....	12
1.3. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO	12
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS	14
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	14
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	14
2.1.3. Antecedentes Locales.....	15
2.2. BASES TEÓRICAS.....	16
1.3.1. Canteras.....	16
1.3.2. Tipos de Muestreo.....	17
1.3.3. Estudio de canteras de suelo.....	17
1.3.4. Características físicas y características mecánicas.....	18
1.3.5. Muestreo para la explotación de canteras	19
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	23
3.1. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	25
3.1.1. Hipótesis General.....	25
3.2. DEFINICIÓN DE VARIABLES	25
3.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
3.3.1. Tipo de Estudio.....	28
3.3.2. Diseño.....	28
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	28

3.5.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	28
3.6.	TIEMPO EN QUE SE ESTÁ REALIZANDO LA INVESTIGACIÓN	29
3.7.	ENSAYOS DE LABORATORIO	30
3.8.	CANTERAS DE ESTUDIO	42
3.8.1.	Ubicación	42
3.9.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	46
3.9.1.	Técnicas e instrumentos de recopilación de información.	46
3.9.2.	Análisis e interpretación de datos.....	46
4.1.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	47
4.2.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS CONTRASTADOS CON LA HIPÓTESIS	51
5.1.	CONCLUSIONES	54
5.2.	RECOMENDACIONES	54
	ANEXOS.....	57
	OBTENCIÓN DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS.....	57
	Tablas de resultados obtenidos de la Cantera Arenera Jaén.	57
	Tablas de resultados obtenidos de la Cantera Azula.	62
	Tablas de resultados obtenidos de la Cantera Josecito.	67
	Tablas de resultados obtenidos de la Cantera Olano.	72
	PANEL FOTOGRÁFICO	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tipos de Muestras	18
Tabla 2.	Operacionalización de variables	26
Tabla 3.	Matriz de Consistencia.....	27
Tabla 4.	Coordenadas UTM y Geográficas.....	29
Tabla 5.	Tamices de malla cuadrada	31
Tabla 6.	Cantidad de material seleccionado para contenido de humedad.....	34
Tabla 7.	Resumen de resultados de los ensayos de la Cantera Arenera Jaén.....	47
Tabla 8.	Resumen de resultados de los ensayos de la Cantera Azula.	48
Tabla 9.	Resumen de resultados de los ensayos de la Cantera Josecito.....	48
Tabla 10.	Resumen de resultados de los ensayos de la Cantera Olano.	49
Tabla 11.	Resumen de resultados de los ensayos de las Canteras en comparación a los Requisitos de calidad mínimos para Afirmado.	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Símbolos gráficos convencionales para clasificación de suelos.	19
Figura 2.	Mapa de Ubicación de la Provincia de Jaén en la Región Cajamarca.	29
Figura 3.	Mapa de Ubicación del Laboratorio de Suelos y Pavimentos GRUPO PHURA PR.....	30
Figura 4.	Aparato manual para límite líquido (Copa Casagrande).....	36
Figura 5.	Sección de la muestra del suelo.	37
Figura 6.	Prensa para forzar la penetración de un pistón en el espécimen.	41
Figura 7.	Imagen satelital de la ubicación de las cuatro canteras de estudio	42
Figura 8.	Vista de la Cantera “Arenera Jaén”.....	43
Figura 9.	Vista de la Cantera “Azula”	44
Figura 10.	Vista de la Cantera “Josecito”.....	45
Figura 11.	Vista de la Cantera “Olano”.....	46

RESUMEN

El actual estudio se presentó porque es preocupante la falta de buenas vías de comunicación que une a Jaén con sus distritos, es por ello que se necesita analizar la clase del espécimen de afirmado que contienen las canteras más concurridas de la ciudad, las cuales son: Arenera Jaén, Azula, Josecito y Olano, cuyo principal objetivo es realizar un análisis de las propiedades mecánicas y físicas de las canteras Arenera Jaén, Azula, Josecito y Olano como componente de afirmado en carreteras - provincia de Jaén, propiedades que aportaron información preciada sobre la capacidad de servicio y mantenimiento de vías a largo plazo. En este estudio se hicieron las siguientes pruebas: análisis granulométrico, CBR, índice de plasticidad, límites líquidos, límites plásticos, índice de plasticidad, contenido de humedad, clasificación de suelos, Proctor modificado, abrasión de los Ángeles y que los resultados sean aceptables para cada estándar del MTC. Se valoró detalladamente el valor del afirmado de refuerzo y se encontró que Cantera Arenera Jaén muestra un CBR al 100% = 66.68% y un % del deterioro a la abrasión= 21.4%, la cantera Azula muestra un CBR al 100% = 49.98% y un % del deterioro a la abrasión= 39.9%, la cantera Josecito muestra un CBR al 100% = 55.89% y un % del deterioro a la abrasión= 37.7%, la cantera Olano muestra un CBR al 100% = 57.94% y un % del deterioro a la abrasión= 29.4%. Las características mecánicas y físicas de las canteras Arenera Jaén, Azula, Josecito y Olano cumplen con los requisitos mínimos para ser usados como componente de afirmado en carreteras en la ciudad de Jaén.

Palabras Clave: Cantera, Características físicas, características mecánicas, afirmado y carreteras.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.

El desconocimiento sobre la clase de los áridos utilizados en la construcción de carreteras en la ciudad de Jaén me impulsó a realizar un estudio titulado “CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 4 CANTERAS UTILIZADAS COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS EN LA CIUDAD DE JAÉN - DEPARTAMENTO DE CAJARMARCA”. Existe poca información sobre el afirmado en las canteras existentes en el distrito de Jaén, pero se suelen utilizar áridos sin considerar sus propiedades mecánicas y físicas que determinan el comportamiento de los materiales en las obras de construcción de carreteras y/o nivel de mantenimiento de vías a nivel de afirmado, es por eso que se presentó el siguiente problema: ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas de las canteras “Arenera Jaén”, “Manuel Olano”, “Josecito” y “Azula” y si estas cumplen como material de afirmado en carreteras en la ciudad de Jaén?. Y el principal objetivo del estudio es realizar pruebas que nos ayuden a determinar las propiedades mecánicas y físicas de las cuatro canteras utilizadas como componente de afirmado en la ciudad de Jaén.

Es muy primordial el estudio de los áridos porque gracias a estas características podremos hacer carreteras y obras que perduraran más tiempo.

Si su estudio falla, la explotación de afirmado que creemos no cumplirá con los requisitos para los cuales fue creado. Por ello, la siguiente investigación presenta de manera fácil y didáctica el método adecuado para analizar y presentar las características del afirmado.

1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. Selección del Problema.

Para Vizcardo y Trinidad (2014) Las carreteras se han convertido en una parte esencial de la vida humana en todo el mundo. La construcción precisa de vías debe ser adecuada para todo tipo de vías, como carreteras, pasajes, bulevares, etc., que confluyen dentro de la ciudad, y es muy importante brindar seguridad a todo lo que pasa por ellas. Actualmente las carreteras sufren numerosos problemas ya que el estado físico del pavimento se está deteriorando rápidamente debido al insuficiente desarrollo de las obras de construcción y al incumplimiento de las especificaciones y normas. Por la pésima clase de los componentes utilizados en la construcción, pueden presentarse problemas fisico-mecánicos y podrá ser discontinuada.

La deficiencia del material para afirmado, trae como consecuencia que las vías tengan una falta de resistencia, estabilidad y durabilidad. Teniendo que realizar gastos adicionales elevados para su mantenimiento. (Vizcardo y Trinidad, 2014, p. 42).

Romero (2018) Señala que es muy importante conocer el origen y estado de los materiales utilizados en las vías. El medio directo de suministro de este material son las canteras encargadas de su procesamiento. Son responsables de aplicar los estándares y normas dados por el Departamento de Transportes y Comunicaciones y cumplir con diversos requisitos de calidad y tamaño de partículas.

La falta de buenas vías de comunicación que une a Jaén con sus distritos nos motiva la ejecución del actual trabajo de investigación ya que los áridos más comprados en la provincia de Jaén vienen de canteras primordiales de nuestra región, los cuales no han sido probadas para este uso.

La explotación de canteras en nuestra ciudad se da a cabo sin algún control de calidad, no se garantiza que el afirmado obtenido cumpla con los requisitos establecidos por nuestra norma técnica, por ello cada cantera debería realizar las pruebas correspondientes para encontrar las características mecánicas y físicas de las 4 canteras en estudio y así constatar que el material que se ofrece cumple con los requerimientos necesarios para ser usados. Mediante la presente investigación podremos obtener esta información y de esta manera verificar si las canteras consideradas para este estudio cumplen, así como también cual es la más óptima.

Por ende, resulta primordial realizar varios estudios de las importantes canteras que se explotan en el distrito de Jaén, teniendo en cuenta las normativas ASTM y las NTP correspondientes, por ende los resultados del actual estudio servirán para que la población de Jaén tenga la información de la calidad del material para afirmado extraído por las canteras “Arenera Jaén”, “Manuel Olano”, “Josecito” y “Azula”, siendo estas las más grandes e importantes de nuestra ciudad y verificar si cumplen con la calidad exigida por la normatividad vigente para su empleo como componente de afirmado en carreteras.

1.1.2. Formulación Interrogativa del Problema.

¿Cuáles son las características físicas y mecánicas de las canteras “Arenera Jaén”, “Manuel Olano”, “Josecito” y “Azula” y si estas cumplen como material de afirmado en carreteras en la ciudad de Jaén?

1.1.3. Justificación de la investigación.

La justificación social tiene su mayor impacto, dado que en la ciudad de Jaén no hay una evaluación previa del material que se extrae de las canteras y que cumplan los requisitos mínimos para su uso, es por esto que es necesario realizar el estudio de las características mecánicas y físicas del espécimen de cantera para afirmado en carreteras, principalmente de las canteras más conocidas en la ciudad de Jaén y de esta forma nuestras autoridades tengan un alcance de esta investigación, a partir de la cual se analizará si se necesita una combinación del material o se puede trabajar directamente.

Por lo tanto, se optó por evaluar a las 04 canteras más principales en la ciudad de Jaén, como lo son: “Arenera Jaén”, “Manuel Olano”, “Josecito”, “Azula” y comprobar si tienen una conveniente clase exigida por la normatividad vigente para su uso como material de afirmado en carreteras.

1.1.4. Limitaciones y restricciones de la investigación.

La presente tesis se limita a determinar las características mecánicas y físicas del componente de afirmado de las canteras “Arenera Jaén”, “Manuel Olano”, “Josecito” y “Azula”, mas no a las características químicas del material de afirmado.

1.2.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Objetivo General

- Determinar las características mecánicas y físicas de las 4 canteras utilizadas como material de afirmado en carreteras en la ciudad de Jaén.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar si las características mecánicas y físicas del material de la cantera “Arenera Jaén”, “Manuel Olano”, “Josecito”, “Azula”, cumplen con los requisitos mínimos exigidos por la MTC.
- Determinar la resistencia del afirmado como componente de carreteras utilizando el ensayo de California Bearing ratio (CBR) ASTM D-1883, MTC E 132.
- Determinar la granulometría del afirmado y su índice de plasticidad.

1.3.DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

El estudio de la tesis se desarrolla en 5 capítulos.

- **Capítulo I: Introducción.**

Esto incluye el contexto y el problema del estudio, su justificación o importancia, el alcance y los objetivos del estudio.

- **Capítulo II: Marco Teórico.**

Este capítulo proporciona los antecedentes teóricos del estudio y analiza estudios semejantes a nivel internacional, nacional y local. Se mencionan principios teóricos, investigaciones de canteras y propiedades mecánicas y físicas que cumplan con los requisitos mínimos.

- **Capítulo III: Materiales y Métodos.**

Este capítulo describe la ubicación, el tiempo y el tiempo del estudio. Se describen con mayor detalle los procesos llevados a cabo en la tesis, en este caso los experimentos con el afirmado. También toca el procesamiento utilizado en los datos de cada variable y cómo se presentan.

- **Capítulo IV: Análisis y Discusión de Resultados.**

En este capítulo presentamos, explicamos y comparamos los resultados de los capítulos anteriores capítulos.

➤ **Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones.**

Se colocará la conclusión de la tesis según los objetivos establecidos, y se harán las recomendaciones que el tesista considere necesario para continuar expandiendo los conocimientos sobre la inquietud de la investigación.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1.ANTECEDENTES TEÓRICOS

2.1.1. Antecedentes Internacionales

En la tesis **“Caracterización de áridos de materiales de construcción del cantón Loja.”** Gordillo (2017), El objetivo de este trabajo es evaluar y estudiar las propiedades mecánicas, física y petrográficas de las piedras usadas en obras de construcción en la ciudad de Loja. Además, el público puede aprovechar esta asistencia técnica en la toma de decisiones para beneficiarse de los materiales de construcción de calidad utilizados en las obras de construcción.

En la investigación **“Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono denominado “Carigán”** Tirado (2015), Este proyecto investigó y analizó la caracterización de los materiales básicos en las zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja en la ejecución de obras de infraestructura vial. La caracterización implicó tomar muestras y probar muestras seleccionadas de un sitio de investigación llamado "Carigán" para obtener parámetros que permitieran clasificar el suelo en grupos definidos por la norma AASHTO. Estos experimentos se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica Privada de Loja. De igual manera se realizó un estudio de materiales de la cantera de la zona, cuyo propósito fue mejorar la calidad de la base mediante el proceso de mezclado.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

En la investigación **“Evaluación del Material de Afirmado, de las Canteras Pampa La Colina -Guadalupito y San Pedrito - Samanco, Con Fines de Pavimentación - Propuesta de Mejoramiento – Ancash - 2018”** Romero (2018), Se desarrolló a través de protocolos que evalúan las propiedades físicas y mecánicas del material de refuerzo, y con base en la evaluación se realizó la correspondiente propuesta de mejora para el material de refuerzo de ambas canteras estudiadas. Finalmente, el material de pavimentación proveniente de la cantera Pampa La Colina fue de mayor calidad, ya que cumplió con los parámetros del Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y mejoró la resistencia al desgaste. mientras que el material de refuerzo proveniente de la cantera San Pedrito presentó deficiencias en sus propiedades, por lo que se mejoró el índice de plasticidad y su capacidad de carga - CBR de acuerdo al requerimiento establecido.

En la investigación **“Estudio de las propiedades físicas mecánicas cantera 3M y su utilización como material de afirmado”** Mejía (2013). De donde se nota que la Cantera 3M es de naturaleza Grava mal gradada con varios tamaños con ausencias de tamaños intermedios y finos $IP=NP=O$. Debido a que se presenta falta de contenido de finos, se plantea mezclar materiales con otra cantera que abarque finos y limo $IP=4-9\%$ para que cumpla con los requerimientos para materiales de afirmado sobre subrasante terminada.

El conocimiento de las propiedades físicas y mecánicas de los áridos es de gran importancia para la planificación de las operaciones constructivas, ya que influyen directamente en su comportamiento. Pueden ocurrir errores en la construcción debido a un manejo apresurado (sin análisis) o un análisis insuficiente.

2.1.3. Antecedentes Locales

En la investigación **“Estudio de las características físicas y mecánicas de las Canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – Provincia de Utcubamba”** Lozada (2018). Consistió en un análisis de la calidad de los áridos de las canteras de Hualango, cuyo objetivo principal fue: realizar un estudio de las propiedades físicas y mecánicas de las canteras de la provincia de Utcubamba como firme de caminos, propiedades que aportan información valiosa sobre el mantenimiento a largo plazo y la capacidad de conservación.

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

En la investigación **“Evaluación de las características geotécnicas del suelo de las principales canteras para afirmado de carreteras del distrito de Chota”** Ticlla (2021), Estudio geotécnico de los suelos de las principales canteras de pavimentación de vías del distrito de Chota con el fin de verificar la calidad de los materiales de acuerdo a los requerimientos técnicos y determinar que las canteras son La Torre, La Chuica y Regiopampa Alto 1. Se buscó evaluar las características. Regiopampa Alto 2 está clasificado en el grupo A-2 y corresponde al grado confirmado, pero con un límite fluido e índice de plasticidad mayor. Sin embargo, la cantera de Pingobamba Bajo está clasificada como grupo A-1, y su límite líquido (22%) e índice de plasticidad (4%) cumplen con los requisitos técnicos.

2.2. BASES TEÓRICAS

El aprovechamiento de las canteras es una actividad necesaria y de futuro para el desarrollo económico, industrial y social, que debe conciliarse con el desarrollo sostenible. Si el sector agregado puede integrarse en unidades más grandes, la demanda se podrá satisfacer con menos instalaciones, mejor gestionada, más horas, mejor rentabilidad y una disminución del impacto que este tipo de actividad causa sobre el medio ambiente y el territorio. (Villanueva, 2008, p.22).

1.3.1. Canteras

➤ Definición de Canteras

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

➤ Canteras en Ladera

Si los bancos de material están en pendiente, la retirada del material es más fácil. (García, 2015, p. 78).

La explotación de materiales pétreos para la construcción de carreteras es importante en todo el mundo, pues de esta actividad depende el adecuado desarrollo de las obras de infraestructura necesarias para el crecimiento del país. En el contexto de la eliminación de materiales de construcción de carreteras, el término "cantera" tiene diferentes definiciones técnicas.

Cantera significa lugar donde se obtienen materiales aptos para la construcción, reparación, mejoramiento y/o mantenimiento de caminos. (Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial [GTUFPIV], 2008, p.14).

1.3.2. Tipos de Muestreo

Pozos a cielo abierto o calicatas

Las calicatas, fosas, zanjas, pozos, etc. Se trata de excavaciones realizadas mediante medios mecánicos convencionales que permiten observar directamente el terreno a cierta profundidad, tomar muestras y realizar pruebas de campo. El acceso directo a la tierra ofrece la ventaja de observar grandes cantidades de muestras con fines de prueba y análisis. (Lozada, 2018).

Uno de los métodos de sondeo de superficie más utilizados son las perforaciones, que por su bajo coste y rapidez de realización son un elemento común en todo tipo de sondeos de campo. Sin embargo, tienen las siguientes limitaciones: (Manual de Ensayos de Materiales [MEM], 2016)

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

1.3.3. Estudio de canteras de suelo

El interés del estudio de las fuentes de materiales donde se extraerán los agregados para diversos fines, principalmente agregados para mejoramiento de suelos, cementaciones, terraplenes, subrasantes, terraplenes y bases granulares, agregados para mezcla de concreto y agregados para mezcla asfáltica, al realizarlo se tiene la preocupación de si la agregación es adecuada. apropiado dependiendo del tipo de trabajo utilizado. Por este motivo se deben realizar pruebas de laboratorio adecuadas para determinar las propiedades físicas y mecánicas. (Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos [MC-SSP], 2014, p. 52)

Las canteras se seleccionan y evalúan en función de su cantidad (potencia) y calidad, las investigaciones que se realizan en las canteras se basan en sondeos, tajos o pozos, de los cuales se obtienen las muestras necesarias para análisis e investigaciones de laboratorio. (MC-SSP, 2014, p. 53)

El acceso al banco de materiales incluye estudios de canteras, períodos de extracción, descripciones de agregados, usos y otra información.

En función de los requisitos a cumplir se tiene en cuenta el tipo de muestra.

Tabla 1. Tipos de Muestras

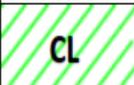
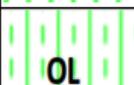
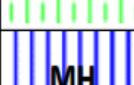
Tipo de Muestra	Norma Aplicable	Formas de Obtener y transportar	Estado de las muestras	Características
Muestra inalterada en bloque (Mib)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos.	Bloques	Inalterada	Debe mantener inalteradas las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural al momento del muestreo aplicable solamente a suelos cohesivos.
Muestra inalterada en tubo de pared delgada (Mit)	NTP 339.169 (ASTM D1587) Muestreo Geotécnico de Suelos con Tubo de Pared Delgada.	Tubos de pared delgada		Debe mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo.
Muestra alterada en bolsa de plástico	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos.	Con bolsas de plástico.	Alterada	Debe mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo.

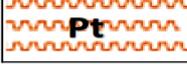
Nota. Adaptado del *RNE – E.050* (p.28), 2016.

1.3.4. Características físicas y características mecánicas

Símbolos gráficos para suelos: Tanto en los registros estratigráficos como en los perfiles se deberán usar las simbologías. (MEM, 2016, p. 19)

Figura 1. Símbolos gráficos convencionales para clasificación de suelos.

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

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

Nota. Adaptado del *Manual de Ensayo de Materiales* (p. 19), 2016, MTC.

1.3.5. Muestreo para la explotación de canteras

Para realizar los muestreos de los estrados obtenidos de las canteras, se debe referir a la norma MTC E 101 del manual de ensayo de materiales del MTC vigente.

Se realizaron al menos tres encuestas por cada área menor o igual a 1 hectárea. Las ubicaciones de los puntos de exploración están espaciadas aproximadamente a la misma distancia para centrar el desarrollo cuando se considere relevante. El desarrollo consiste en realizar sondeos y/o zanjas a profundidades mayores o iguales a la profundidad máxima disponible para asegurar el desempeño real del banco de materiales.

El número de muestras tomadas de las canteras debe ser suficiente para realizar las pruebas requeridas y realizar pruebas de control para corregir y/o confirmar resultados raros.

Se crea un registro de levantamiento para cada levantamiento, utilizando coordenadas UTMWGS84 para detallar la ubicación del levantamiento y las características de las formaciones encontradas tales como:

El tamaño, forma, color, espesor, profundidad medida de cada capa, así como material fotográfico de las fosas, para que a partir de las grabaciones se puedan entender las características detalladas de las capas encontradas. (MC-SSP, 2014, p. 55)

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

Muestras representativas: Son muestras que se presentan sin cambiar las propiedades químicas de la capa de la que fueron tomadas. Sin embargo, se han modificado algunas características físicas o estructurales y su contenido de humedad. Estas muestras se utilizan para realizar una clasificación general debido a sus propiedades de índice y la identificación de cada material en la capa.

Muestras no representativas: Se trata de muestras que no representan una capa concreta, sino partículas de diferentes capas o mezclas con otros materiales. Este tipo de muestra no es adecuada para pruebas laboratorio. Estas muestras se utilizan provisionalmente para indicar la profundidad a la que se produce el cambio máximo en la formación y las ubicaciones o profundidades a las que se pueden tomar muestras representativas o inalteradas.

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

- Personal técnico calificado.
- Instalaciones que faciliten la precisa ejecución de los ensayos.
- Métodos y procedimientos apropiados para realizar pruebas siguiendo los estándares de prueba del MTC o estándares internacionales como ASTM o AASHTO, incluidos métodos estadísticos para analizar datos de prueba.
- Equipo adecuadamente calibrado para garantizar la precisión o validez de los resultados de las pruebas.
- Aseguramiento de calidad de los resultados de los ensayos.
- Protocolo de los resultados de cada ensayo, presentado en forma de informe, que expresa el resultado de forma precisa, clara, inequívoca y objetiva según las instrucciones de los métodos de ensayo.

- **Muestreo de suelos y rocas -MTC E 101**

Su finalidad es determinar el estado del suelo y de las rocas mediante métodos convencionales; Su propósito es establecer métodos adecuados de muestreo de suelos y agregados que permitan relacionar datos equivalentes con propiedades del suelo como plasticidad, permeabilidad, peso unitario, permeabilidad, durabilidad y gradación. y piedra; como resistencia; estratigrafía, estructura y morfología.

Equipos y materiales

Equipo necesario para la investigación subterránea. Esto depende de varios factores, incluido el tipo de material que se investiga, la profundidad de la exploración, la naturaleza del terreno y cómo se utilizará la información. Éstas incluyen:

Barrenas manuales, excavadoras y palas para depositar la capa superficial del suelo a profundidades de 1 a 5 m (3 a 15 pies).

Equipos de perforación y lavado.

Barrenas y taladros, muestreadores y tubos de perforación con formas adecuadas para probar y tomar muestras de rocas y suelos.

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

Frascos de cierre hermético, para la humedad de muestras (aproximadamente de 4 a 8 onzas de capacidad) Además, un recipiente hermético o bolsa tejida sellada que esté libre de contaminantes y que tenga una capacidad de al menos 16 kg (35 lb) para evitar la pérdida de partículas. También hay una caja para muestras de núcleos de roca.

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

Instrumentos para medir asentamientos y movimientos del terreno in situ. (MEM, 2016, p. 18)

- **Conservación y transporte de muestras de suelo - MTC E 104**

Su objetivo es establecer el procedimiento para la conservación de las muestras inmediatamente después de ser obtenidas en el terreno, así como para su transporte y manejo. (MEM, 2016, p. 31)

Tiene como finalidad emplear diferentes tipos de métodos, dependiendo del tipo de muestras obtenidas, del tipo de ensayo y de las propiedades de ingeniería requeridas, de la fragilidad y sensibilidad del suelo y de las condiciones climáticas.

Deben observarse las limitaciones de dimensiones de embalaje y peso para el transporte comercial. Para su identificación debe de incluirse los elementos necesarios, tales como rótulos y marcadores para identificar adecuadamente la (s) muestra (s).

- **Obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo)**

El objetivo es establecer los procedimientos para obtener en laboratorios la muestra necesaria para la ejecución de los ensayos a realizar. El presente método de ensayo no proporciona resultados numéricos. Sin embargo, si no se sigue cuidadosamente los procedimientos aquí descritos, pueden obtenerse muestras distorsionadas para ser usadas en ensayos subsecuentes. (MEM, 2016, p. 32)

Muestras

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

Desmenuzar el material deshaciendo los terrones utilizando el mortero, asimismo de recomienda no realizar el secado al horno ya que puede influir en los cambios de resultados. (MEM, 2016, p. 32)

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- ✓ **Abrasión:** Desgaste mecánico de áridos y rocas por fricción e impacto. (GTUFPIV, 2008, p.5).
- ✓ **Absorción:** Líquido que permanece en cualquier material después de un cierto tiempo de exposición. (suelo, maderas, rocas, etc.) (GTUFPIV, 2008, p.5).
- ✓ **Afirmado:** Consiste en una capa de gránulos naturales debidamente compactados y preparados con una gradación específica que soporta directamente los esfuerzos y cargas del tráfico. Debe contener una cantidad adecuada de material cohesivo fino para unir las partículas. Funciona como una superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas y en caminos. (GTUFPIV, 2008, p.6).
- ✓ **Agregado:** Material granular de composición mineralógica, como piedra triturada, arena, escoria, piedra triturada, que se utiliza para mezclar diferentes tamaños. (GTUFPIV, 2008, p.6).
- ✓ **Agregado anguloso:** Son agregados de aristas bien definidas que se forman intercalando superficies aproximadamente planas. NTP 400.011-2020.
- ✓ **Agregado bien graduado:** Agregado cuya distribución granulométrica proporciona la máxima densidad, es decir minimiza los huecos. NTP 400.011-2020.
- ✓ **Agregado fino:** Agregado obtenido del colapso de roca o piedra natural o artificial que pasa por un tamiz estándar de 9,5 mm (3/8 de pulgada) y cumple con los límites especificados en la NTP 400.037. NTP 400.011-2020.
- ✓ **Agregado grueso:** Agregado grueso remanente en la criba de 4,75 mm (n° 4), que cumpla con los límites definidos en la NTP 400.037 y que provenga de la meteorización natural o artificial de la roca. NTP 400.011-2020.
- ✓ **Agregado que pasa:** Por un tamiz determinado, expresado generalmente en peso o porcentaje siempre que no retenga más del 5 % en masa (peso) del material tamizado. NTP 400.011-2020.
- ✓ **Arcillas:** Pequeñas partículas con un tamaño de grano inferior a (0,002 mm) procedentes de cambios físicos y químicos en rocas y minerales. (GTUFPIV, 2008, p.8).
- ✓ **Arena:** Las partículas de roca pasan a través de una malla #4 (4,75 mm) y son retenidas en una malla #200. (GTUFPIV, 2008, p.9).

- ✓ **Cantera:** Deposito natural de material apto para la construcción, renovación, reparación y/o mantenimiento de carreteras. (GTUFPIV, 2008, p.14).
- ✓ **CBR (California Bearing Ratio):** Valor relativo de soporte del suelo del material, el cual se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa del suelo. (GTUFPIV, 2008, p.15).
- ✓ **Curva granulométrica:** La distribución del tamaño de las partículas se muestra gráficamente para mostrar objetivamente la distribución del tamaño de los agregados. Esto se obtiene trazando el logaritmo de la apertura del tamiz en el eje horizontal y el porcentaje de paso o su complemento como 100 en el eje vertical y acumulándolos. NTP 400.011-2020.
- ✓ **Densidad (SSD):** Es la masa por unidad de volumen de un material, expresado como kilogramos por metro cúbico (libras por pie cúbico). NTP 400.021-2020.
- ✓ **Granulometría:** Esto representa la distribución de tamaño del agregado. La NTP 400.012 especifica un método para dividirlo a través del tamiz, obteniendo la masa de agregados retenidos en cada tamiz. Finalmente se calcula la masa retenida y/o pasajera y los porcentajes parciales y acumulados. NTP 400.011-2020.
- ✓ **Plasticidad:** Aquella propiedad de la pasta, concreto, mortero, grout o revoque fresco que determina su trabajabilidad, resistencia a deformación o facilidad de moldeo. NTP 339.047-2021.
- ✓ **Tamaño máximo del agregado:** Es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso. NTP 400.011-2020.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Hipótesis General.

Las canteras “Arenera Jaén”, “Manuel Olano”, “Josecito” y “Azula” si cumplen con las características físicas y mecánicas requeridas para su uso como material de afirmado en carreteras en la ciudad de Jaén.

3.2.DEFINICIÓN DE VARIABLES

Variable Categórica:

Las características físicas y mecánicas.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 2. Operacionalización de variables

Título: “CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 4 CANTERAS UTILIZADAS COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS EN LA CIUDAD DE JAÉN - DEPARTAMENTO DE CAJARMARCA”					
Definición operacional de las variables / categorías					
Hipótesis	Definición Conceptual de las variables / categorías	VARIABLES / categorías	Dimensiones / factores	Indicadores / cualidades	Fuente o instrumento de recolección de datos
Las canteras “Arenera Jaén”, “Manuel Olano”, “Josecito” y “Azula” ayudan a determinar la si cumplen con las características físicas y mecánicas requeridas para su uso como material de afirmado en carreteras en la ciudad de Jaén.	Las características físicas y mecánicas se basan en los ensayos de laboratorio que ayudan a determinar la geotecnia de los materiales, las cuales están basadas en el desempeño físico y mecánico de los materiales de cantera y se realizarán de acuerdo a las normas y especificaciones requeridas.	Variable Categórica: - Las características físicas y mecánicas.	Características físicas y mecánicas del material de las canteras. -Granulometría. -Contenido de humedad. -Límites de consistencia. -Relación de soporte de California (CBR). -Abrasión Los Ángeles. -Máxima densidad seca.	Manual de Carreteras. Especificaciones Técnicas Generales para Construcción. EG. 2013. - Distribución granulométrica. -Índice de plasticidad. -% -gr/cm ³	-Observación, revisión documentaria y fichas técnicas. -Fichas técnicas y equipos de laboratorio de ensayos de materiales.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 3. Matriz de Consistencia

Título: “CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 4 CANTERAS UTILIZADAS COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS EN LA CIUDAD DE JAÉN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA”						
Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables/ categorías	Fuente o instrumento de recolección de datos	Metodología	Población y muestra
¿Las características físicas y mecánicas de las canteras “Arenera Jaén”, “Manuel Olano”, “Josecito” y “Azula”, cumplirán como material de afirmado en carreteras en la ciudad de Jaén?	Objetivo General. Determinar las características físicas y mecánicas de las 4 canteras utilizadas como material de afirmado en carreteras en la ciudad de Jaén.	Hipótesis General. Las canteras “Arenera Jaén”, “Manuel Olano”, “Josecito” y “Azula” si cumplen con las características físicas y mecánicas requeridas para su uso como material de afirmado en carreteras en la ciudad de Jaén.	Variable Categórica: - Las características físicas y mecánicas.	-Observación y revisión Documentaria. -Fichas técnicas y equipos de laboratorio de ensayos de materiales.	-El tipo es aplicado, no obstante, con la presente tesis se dará a conocer por medio del estudio de las características físicas y mecánicas de los materiales de las canteras “Arenera Jaén”, “Manuel Olano”, “Josecito” y “Azula”. -El nivel es descriptivo, el diseño es experimental y la metodología que se usará es el método hipotético-deductivo.	Población: La población de estudio corresponde en este caso a las 19 canteras ubicadas en la ciudad de Jaén, región Cajamarca.
	Objetivos Específicos. -Determinar si las características físicas y mecánicas del material de la cantera “Arenera Jaén”, “Manuel Olano”, “Josecito”, “Azula”, cumplen con los requisitos mínimos exigidos por la normatividad peruana. -Determinar la resistencia del afirmado como material de carreteras utilizando el ensayo de California Bearing ratio (CBR) ASTM D-1883, MTC E 132. -Determinar la granulometría del afirmado y su índice de plasticidad.					Muestra: La muestra está conformada por las canteras más usadas de la ciudad de Jaén: “Arenera Jaén”, “Manuel Olano”, “Josecito” y “Azula”,

3.3.METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1. Tipo de Estudio.

El tipo de estudio es aplicado, porque, a diferencia de la investigación básica, no se crea ninguna teoría nueva ni se añade conocimiento; Sin embargo, esta tesis investigará las propiedades mecánicas y físicas de los componentes de las canteras de Arenera Jaén, Manuel Olano, Josecito y Azula para ver si son aptos o no para su uso en afirmados en carreteras.

3.3.2. Diseño.

El nivel es descriptivo y el diseño no es experimental porque se realizan pruebas y controles de laboratorio adecuados; Para ello, se procesa directamente el material de cada cantera para determinar su posible uso como material de afirmado en carreteras. La metodología que se usará es el método hipotético-deductivo.

3.4.POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. Población de estudio y Muestra.

La población de análisis concierne en este caso a las 4 canteras usadas de la ciudad de Jaén: “Arenera Jaén”, “Manuel Olano”, “Josecito” y “Azula”, esto se determinó por un muestreo no probabilístico realizado en el distrito de Jaén.

3.4.2. Muestra.

La muestra está conformada por los 8 ensayos que se van a realizar a cada cantera; Análisis granulométrico por tamizado, límite plástico, límite líquido, clasificación de suelos AASHTO, clasificación SUCS, California Bearing ratio (CBR), ensayo de Abrasión de los Ángeles y proctor Modificado.

3.5.UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La presente tesis se viene realizando en el distrito de Jaén departamento de Cajamarca, la recolección del material de afirmado a evaluar proviene de las cuatro canteras más importantes, las cuales son: “Arenera Jaén”, “Manuel Olano”, “Josecito” y “Azula”.

Las pruebas se están realizando en el Laboratorio de Suelos y Pavimentos GRUPO PHURA PR, ubicado en el Jirón Santa Cecilia 181, provincia de Chachapoyas, departamento de Amazonas.

Figura 2. Mapa de Ubicación del distrito de Jaén en la Región Cajamarca.

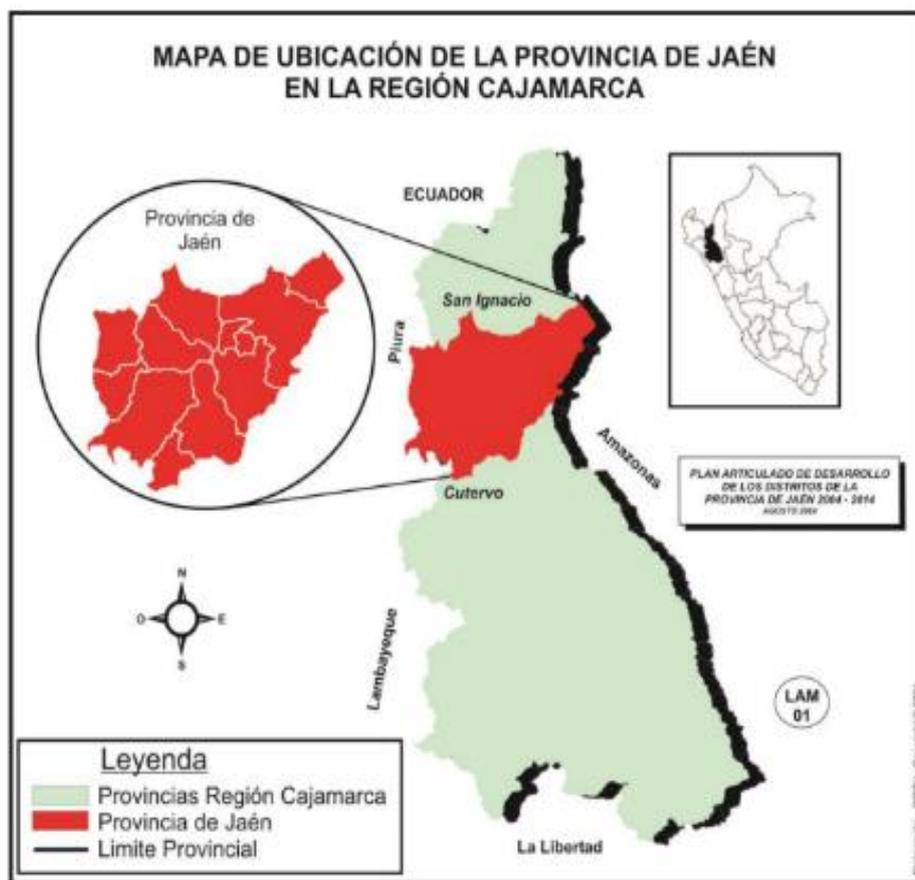


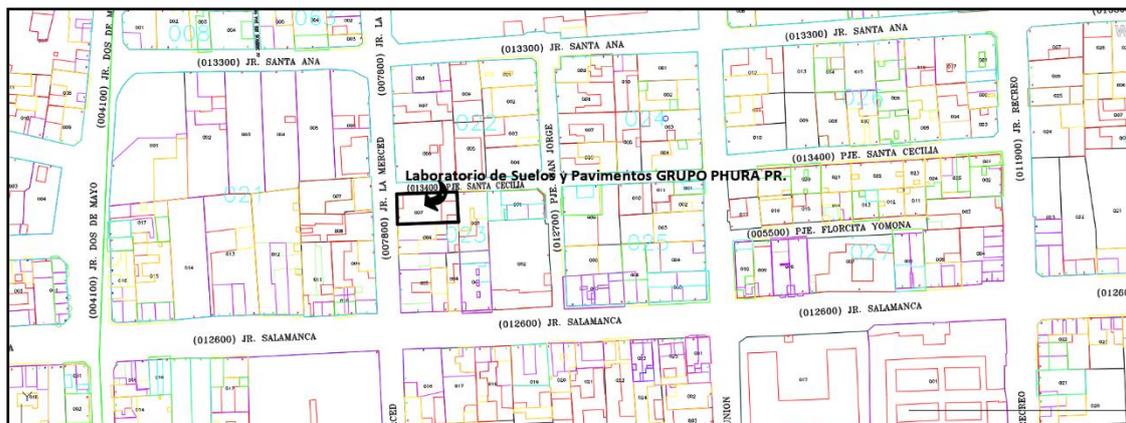
Tabla 4. Coordenadas UTM y Geográficas

COORDENADAS UTM	
NORTE	9368690
ESTE	742788
ZONA	17 M
COORDENADAS GEOGRAFICAS	
LATITUD	5°42.4374' S
LONGITUD	78°48.471' O

3.6. TIEMPO EN QUE SE ESTÁ REALIZANDO LA INVESTIGACIÓN

El estudio se viene desarrollando en el tiempo comprendido de Enero – Agosto del 2023, con una duración de siete meses.

Figura 3. Mapa de Ubicación del Laboratorio de Suelos y Pavimentos GRUPO PHURA PR.



Nota. Adaptado del plano catastral de chachapoyas, 2023.

3.7. ENSAYOS DE LABORATORIO

Para encontrar las características mecánicas y físicas del afirmado de las canteras las pruebas de laboratorio se realizarán según el Manual de Ensayo de Material para Carreteras del MTC, 2016.

a) Pruebas estándar para espécimen de afirmado.

Granulometría por tamizado MTC E107, ASTM D-422.

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

Limite plástico malla N° 40 MTC E111, ASTM D – 4318.

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

Clasificación SUCS ASTM D-2848.

b) Pruebas específicas para espécimen de afirmado.

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

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

Proctor Modificado MTC E 115, ASTM D-1557.

✓ **Análisis granulométrico de suelos por tamizado**

El objetivo es encontrar cuantitativamente la dispensación de la extensión de las partículas del material. El presente tiene como objetivo explicar cómo determinar la proporción de suelo que pasa por los distintos tamices (N°. 200) de la serie utilizada en los ensayos. Esta modalidad de funcionamiento no tiene condiciones de seguridad. Es su responsabilidad establecer disposiciones de seguridad adecuadas y determinar las obligaciones de uso e interpretación. (MEM, 2016, p. 44)

Equipos y materiales.

Equipos: 2 básculas. Una báscula con sensibilidad de 0.1% para ponderar el espécimen que pasa el tamiz de 4.760 mm (N° 4) y otra bascula con sensibilidad de 0.01 g para pesar el espécimen que pase el tamiz de 4.760mm (N° 4).

Horno. Capaz de contener temperaturas iguales y constantes hasta 110 ± 5 °C. filtros de malla cuadrada, incluyen los siguientes:

Tabla 5. Tamices de malla cuadrada

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
N°4	4,760
N°10	2,000
N°20	0,84
N°40	0,425
N°60	0,26
N°140	0,106
N°200	0,075

Nota. Adaptado del *Manual de Ensayo de Materiales* (p. 45), 2016, MTC.

Procedimiento.

- Dejar secar la tierra húmeda en la estufa.
- posteriormente sacar las muestras de la estufa, pesarlas y anotar el peso de cada una.
- Saturar la muestra y lavar por la malla N° 200.

- Luego poner la tierra lavada en la estufa.
- Pasadas las 24 horas sacar la tierra de la estufa.
- Para que el afirmado sea representativo, es indispensable cuartear el total de la tierra.
- Transportar la tierra a los tamices y mover los tamices de manera uniforme y rápida.
- Registrar los pesos conservados de la tierra en los tamices.

Cálculo de resultados

- Se encuentra el porcentaje que pasa por un tamiz estandarizado.
- Para encontrar el porcentaje del total que pasó por cada filtro, se divide el peso global que pasó por cada filtro por el peso global de la tierra y multiplica el resultado por 100.
- Calcular el porcentaje retenido en cada filtro.

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

Ecuación 01. Porcentaje retenido.

Encontrar el porcentaje que pasa, disminuyendo en forma acumulativa de 100% los porcentajes conservados sobre cada filtro, de la siguiente forma:

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

Dar validez a los resultados y asegurar que la diferencia entre el peso total de las fracciones retenidas dentro de la malla y el peso de la tierra tamizada que queda en el fondo no supere el 1% del peso global.

✓ **Determinación del contenido de humedad de un suelo**

El objetivo es determinar un método de prueba para determinar el contenido de humedad del suelo. Su propósito es medir el peso del agua eliminada al secar el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a 110 ± 5 °C. Utilice el peso de la tierra restante durante el secado en horno como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso por secado se considera peso de agua. Este método no da resultados confiables si el suelo contiene yeso u otros minerales que contienen grandes cantidades de agua hidratada, o si el suelo contiene grandes cantidades de materia orgánica. (MEM, 2016, p. 50)

Equipos y materiales.**Equipos.**

Estufa de secado: estufa de secado termostáticamente controlado, de prioridad uno del clase tiro forzado, capaz de contener una temperatura de 100 (+) (-) 5°C.

Básculas: de cavidad conveniente y con las siguientes aproximaciones:

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

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

Materiales.

Contenedores. - Los contenedores adecuados y sus tapas deberán ser de material hermético, resistente a la corrosión y cambios de masa por enfriamiento o calentamiento continuo, contacto con materiales de diferente pH y a limpieza.

Secadora (opcional). - un desecante de dimensión adecuada que contenga silica gel o fosfato de calcio anhidro. Se recomienda utilizar una secadora cuyas variaciones de color indiquen la necesidad de cambiar.

Aparatos para el uso de contenedores. - Para mover y manipular los recipientes calientes una vez secos se deberán utilizar guantes, pinzas o un mango adecuado.

Otros aparatos. - Otras herramientas. - como cuchillos, espátulas, cucharas, paños divisorios, separadores de muestras, etc.

Procedimiento

- Coger una parte del espécimen mediante el método del cuarteo y pesar.
- La porción mínima de componente de la tierra húmeda seleccionada como representativa de la tierra total, si no se toma la tierra total, será acorde a la siguiente tabla.

Tabla 6. Cantidad de tierra seleccionada para contenido de humedad.

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados	
		a ± 0.1 %	a ± 1 %
2mm o menos	2,00 mm (Nº10)	20 g	20 g
4,75 mm	4,760 mm (Nº4)	100 g	20 g
9,5 mm	9,525 mm (3/8")	500 g	50 g
19,0 mm	19,050 mm (3/4")	2.5 kg	250 g
37,5 mm	38,1 mm (1 1/2")	10 kg	1 kg
75,0 mm	76,200 mm (3")	50 kg	5 kg

Nota. Adaptado del *Manual de Ensayo de Materiales* (p. 51), 2016, MTC.

Nota: La tabla muestra los pesos mínimos en gramos de contenido de humedad a utilizar, dependiendo de las dimensiones máximas de las partículas que pasaran a través de un tamiz.

- Poner la tierra húmeda en su estado natural a la estufa a 110 ± 5 °C.
- Luego de 24 horas, retirar la tierra de la estufa.
- Pesar la tierra seca sacada de la estufa y encontrar el contenido de humedad.

Cálculos.

El porcentaje de humedad de la tierra húmeda natural se encuentra con la siguiente ecuación:

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

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

Ecuación 02. *Contenido de Humedad.*

Donde:

W = Contenido de humedad, (%)

M_{CWS} = Peso del recipiente más el material secado en la estufa, en gramos

M_{CS} = Peso del recipiente más el material seco en gramos

M_C = Peso del recipiente, en gramos

M_S = Peso de las áridos sólidos, en gramos

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

Su propósito es encontrar el porcentaje de contenido de humedad en el que el material se encuentra, el límite entre el estado líquido y plástico. Esto se denomina contenido de humedad al cual la ranura que separa las dos mitades de la masa molida se cierra en el fondo al menos 13 mm (1/2 pulgada) cuando la taza se deja caer 25 veces desde una altura de 1 cm. dos caídas por segundo.

El límite líquido y plástico del suelo se pueden utilizar para expresar su consistencia o liquidez relativa al contenido natural del suelo y para determinar su número de actividad con porcentajes más precisos.

El límite líquido del material tiene grandes cantidades de espécimen orgánico, pero secar la muestra en una estufa antes de realizar los ensayos reduce la materia orgánica. Por ende, comparar el límite líquido de las muestras al inicio y al final del secado en horno puede usarse como una medida cualitativa del contenido de materia orgánica del suelo. (MEM, 2016, p. 68)

Equipos y materiales.

Equipos.

- Recipiente de almacenamiento: Recipiente de cerámica con un diámetro aproximado de 115 mm.
- Artefacto del límite líquido (Casagrande), es un artefacto consistente en una taza bronce con sus aditamentos.
- Horno: termostáticamente controlada y que puede contener temperaturas de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.

Para secar la tierra: Basculas: una báscula con sensibilidad de 0,01 g.

- Tanques o pesas de filtro: fabricados de un componente resistente a la corrosión cuya masa no cambia durante el calentamiento y enfriamiento repetidos. Las tapas deben cerrar sin costuras para evitar la pérdida de humedad de los especímenes antes del primer pase y la absorción de humedad de la atmósfera luego del secado y antes del último pase.
- Calibre. Ya sea incorporado al rasurador o separado, acorde a la dimensión crítica.

Materiales.

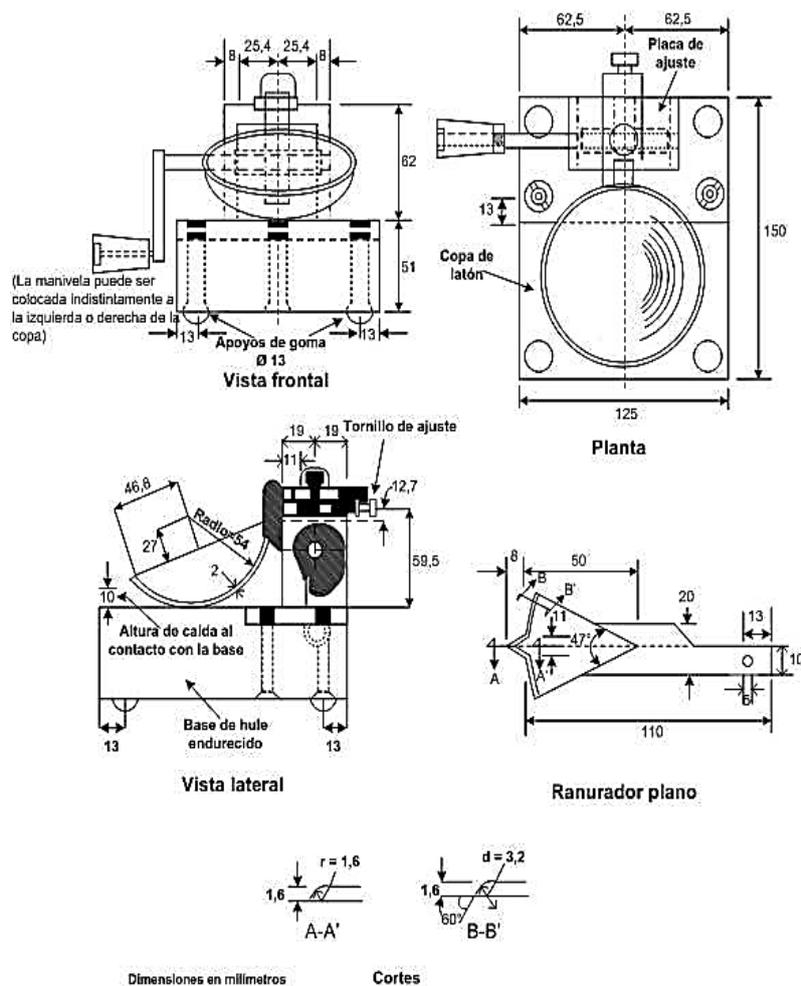
- Pala o Espátula. De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud y 20 mm (3/4") de ancho aproximadamente.

- Procedimiento.

a) Multipunto

- Poner una parte de la muestra preparada en la copa Casagrande, comprimiéndola y dispersándola en la copa hasta una hondura de aproximadamente 10mm en su punto más profundo, formado un espacio horizontal.

Figura 4. Dispositivo manual para límite líquido (Copa Casagrande)



Nota. Adaptado del *Manual de Ensayo de Materiales* (p. 70), 2016, MTC.

Figura 5. Sección de la muestra del suelo.



Nota. Adaptado del *Manual de Ensayo de Materiales* (p. 70), 2016, MTC

- Usando un acanalador, divide el espécimen en la botella de Casa Grande haciendo una ranura en el fondo a lo extenso de la línea que une los puntos más altos y más bajos en el borde de la botella.
- Asegúrese de que no queden residuos de tierra debajo de la corona de Casa Grande. Levante y suelte la copa girando el manillar a una rapidez de 1,9 a 2,1 golpes por minuto hasta que las dos mitades inferiores en la base de la ranura tengan 13 mm (1/2") de largo.
- Registra el número de golpes (n) indispensables para cerrar la ranura. A continuación, retire un trozo de tierra del ancho de una espátula, estírelo desde ambos extremos en ángulo recto con la zanja, incluida la parte de la zanja donde la tierra se ha derrumbado, y colóquelo en un recipiente de peso conocido.
- Devuelva la tierra restante de la taza al plato mezclador. Lave y seque la copa y la ranura, luego vuelva a instalar la copa en el soporte para el siguiente ensayo.
- Vuelve a mezclar el espécimen de muestra en la placa de mezcla agregando agua destilada para sumar el contenido de humedad y reducir la cantidad de golpes necesarios para cerrar la ranura.
- Se realizará una de estas pruebas para contraventanas que requieran de 25 a 35 golpes, una para contraventanas de 20 a 30 golpes y otra para contraventanas de 15 a 25 golpes. (MEM, 2016, pág. 70)

Cálculos.

- Dibujar la conexión entre el contenido de humedad W^n del vidrio Casagrande y el N° de golpes (n) utilizando un esquema semilogarítmico del contenido de humedad. Dibuja la mejor línea recta que pase por tres o más puntos.

- Ecuación para encontrar el límite líquido.

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

Ecuación 03. Límite líquido.

Donde:

N = N° de golpes indispensables para unir la ranura para el contenido de humedad.

W^n = contenido de humedad de la tierra.

✓ **Determinación del límite plástico (LP) de los suelos e índice de plasticidad (IP).**

El principal objetivo es determinar el límite de plasticidad de un suelo en el laboratorio y calcular el índice de plasticidad (IP) cuando se encuentra el límite líquido (LL) de la misma tierra. Este sistema se utiliza como parte integral de diferentes procesos de clasificación técnica para caracterizar la fracción fina de suelos e identificar la fracción de grano de los especímenes de construcción.

Los plásticos del suelo se pueden usar junto con el contenido de humedad natural del suelo para expresar su consistencia relativa o índice de fluidez, y se pueden usar porcentajes más detallados para determinar su número de actividad. (MEM, 2016, p. 72)

Equipos y materiales.

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

Vasijas para almacenar, de cerámica o similar, de 115mm de diámetro

Básculas con aproximación a 0,01g.

Filtro, (N°40) , Agua destilada

Horno, termostáticamente controlada y regulable a 110 ± 5 C°.

Vidrios de reloj, o vasijas adecuadas para la determinación de la humedad.

Procedimiento

- Plasmar la mitad de la muestra la silueta de un elipsoide y gírala entre tus dedos sobre un espacio liso presionándolo si es necesario para formar un cilindro.

- Si el elipsoide no se ha colapsado hasta alcanzar unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rehaga el cilindro y repita la marcha las veces como sea necesario hasta que colapse a ese diámetro.
- La ruptura del suelo puede manifestarse de modo distinto, en los diversos tipos de muestra.
- La dosis resultante se pone en vidrios de reloj, se prosigue el proceso hasta recolectar unos 6 gr. de tierra y determinar la humedad.

Cálculos

Cálculo del LL.

- La resistencia plástica es la media del contenido de humedad de las dos determinaciones y se coloca como porcentaje del contenido de humedad como un número entero aproximado y se encuentra mediante la siguiente ecuación.

$$\text{Límite plástico} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del suelo al horno}} \times 100$$

Ecuación 04. Límite plástico.

Cálculo del índice de plasticidad

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

$$IP = LL - LP$$

Ecuación 05. Índice plástico.

Donde:

LL = Límite Líquido.

LP = Límite Plástico.

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

✓ **Desgaste de agregados con la Maquina de Los Ángeles**

-Es la dimensión del deterioro de los especímenes minerales en gradaciones normales causado por una mezcla de actos como abrasión, trituración y impacto en una caja de forma cilíndrica de acero giratorio que tiene un número determinado de bolas de acero según la gradación. del espécimen de análisis. A medida que la caja gira, el material y las bolas de acero son recogidas por la pestaña de acero y llevadas hasta que son tiradas al otro lado del cilindro de acero, creando un resultado aplastante debido al contacto. Este ciclo vuelve hacer a medida que el cilindro de acero gira con el material y las bolas metálicas. Seguido de un número determinado de vueltas, el espécimen agregado se retira del tambor, se filtra y se encuentra su deterioro como porcentaje de pérdida. (MEM, 2016, p. 316)

✓ **CBR de suelos (laboratorio)**

Explica un procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia del suelo llamado valor de capacidad de carga, comúnmente conocido como CBR (California Bearing Ratio). La prueba generalmente se realiza sobre materiales de suelo preparados en el laboratorio bajo condiciones específicas de humedad y densidad; pero también se puede utilizar con muestras inalteradas tomadas del suelo. (MEM, 2016, p. 248)

Este indicador se usa para valorar la capacidad de soporte de las muestras de suelo de subrasante y de las capas de base, subbase y de afirmado.

En aplicaciones donde el resultado del agua compactada sobre el CBR es mínimo, como especímenes no cohesivos de grano grueso, o donde el diseño permite la diferenciación del contenido de agua compactada, el CBR se puede encontrar utilizando el contenido de agua óptimo de un esfuerzo de compresión adecuada.

El peso unitario seco marcado es el porcentaje de compactación más bajo permitido en las especificaciones de compactación de campo de la unidad del usuario.

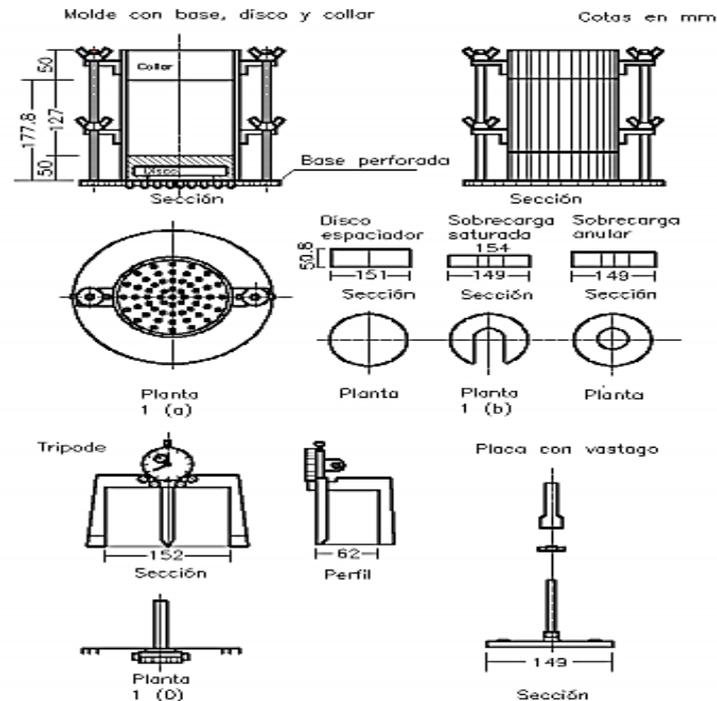
Este modo de operación se refiere a experimentos destinados a encontrar la relación peso unitario-humedad con equipos modificados.

Equipos.

Prensa similar a las usadas en pruebas de compresión, usadas para forzar la penetración de un pistón en la muestra.

Batán de compactación como el referido en el modo operativo de ensayo Proctor modificado, (equipo modificado).

Figura 6. Prensa para forzar la penetración de un batán en la muestra.



Nota. Adaptado del *Manual de Ensayo de Materiales* (p. 249), 2016, MTC.

✓ Carreteras con material de afirmado

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

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

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

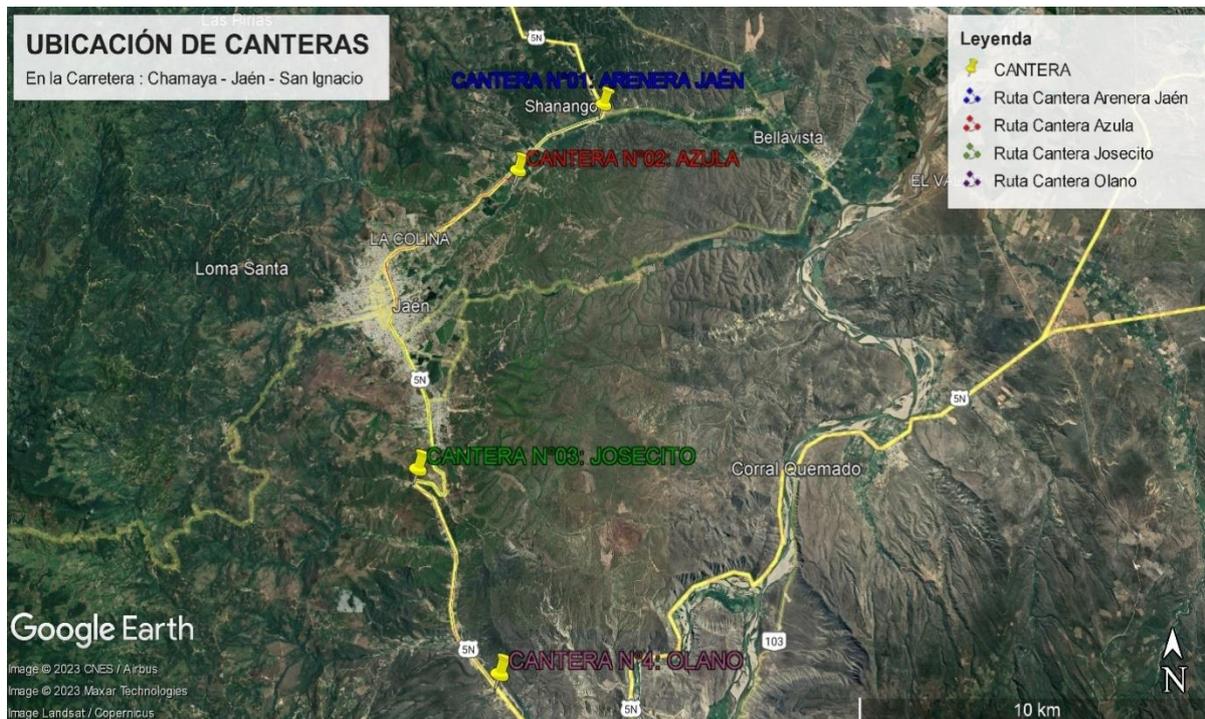
Carreteras afirmadas, que son constituidas por una capa revestida con materiales procedentes de cantera, dosificadas por zarandeo o de forma natural, con una dosificación especificada, la cual debe estar compuesta por una combinación de tres tipos de materiales o tamaños como son: la piedra, la arena y finos o arcilla. Con un tamaño máximo de 25mm. (MEM, 2016, p. 254)

3.8.CANTERAS DE ESTUDIO

3.8.1. Ubicación

Seguidamente, se aprecia la ubicación de las canteras: “Arenera Jaén”, “Azula”, “Josecito”, “Olano” con respecto a la ciudad de Jaén.

Figura 7. Imagen satelital de la ubicación de las cuatro canteras de estudio



Nota. Adaptado del Google Earth Pro, 2023.

➤ **Cantera N°01: “Arenera Jaén”:**

Se ubica en el Km 27+500 al margen derecho de la carretera Chamaya – Jaén – San Ignacio, al frente del Proyecto Especial Jaén - San Ignacio - Bagua (PEJSIB), a una distancia aproximada de 10.1Km de la ciudad de Jaén. El propietario es el Sr. Noe Requejo Mego.

COORDENADAS UTM	
NORTE	9374051.50
ESTE	749890.20
ZONA	17 M

Figura 8. Vista de la Cantera “Arenera Jaén”



La cantera Arenera Jaén es una cantera de ladera, tiene un área de explotación aproximada de 14 ha., con un método de explotación tal como se aprecia en la Figura 13.

➤ **Cantera N°02: “Azula”:**

Se encuentra en el Km 24+140 al margen derecho de la carretera Chamaya – Jaén – San Ignacio, a una distancia aproximada de 6.71Km de la ciudad de Jaén, a 120 metros al frente de la Universidad Nacional de Jaén. El propietario es el Sr. Adelmo Azula Pérez.

COORDENADAS UTM	
NORTE	9372439.60
ESTE	746973.70
ZONA	17 M

Figura 9. Vista de la Cantera “Azula”



La cantera Azula es una cantera de ladera, tiene un área de explotación aproximada de 10 ha., con un método de explotación tal como se aprecia en la Figura 14.

➤ **Cantera N°03: “Josecito”:**

Se ubica en el Km 10+340 al margen izquierdo de la carretera Chamaya – Jaén – San Ignacio, a un espacio aproximado de 7.52Km de la ciudad de Jaén. El propietario es el Sr. Luis Delgado Acuña.

COORDENADAS UTM	
NORTE	9363058.70
ESTE	744176.50
ZONA	17 M

Figura 10. Vista de la Cantera “Josecito”



La cantera Josecito es una cantera de ladera, tiene un área de explotación aproximada de 3.6 ha., con un método de explotación tal como se aprecia en la Figura 15.

➤ **Cantera N°04: “Olano”:**

Se ubica en el Km 4+020 al margen izquierdo de la carretera Chamaya – Jaén – San Ignacio, a una distancia aproximada de 14 Km de la ciudad de Jaén. El propietario es el Sr. Manuel Ángel Olano Guadalupe.

COORDENADAS UTM	
NORTE	9357451.40
ESTE	746746.00
ZONA	17 M

Figura 11. Vista de la Cantera “Olano”



La cantera Olano es una cantera de ladera, tiene un área de explotación aproximada de 12 ha., con un método de explotación tal como se aprecia en la Figura 16.

3.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.9.1. Técnicas e instrumentos de recopilación de información.

- Los métodos utilizados son la observación directa de los ensayos (pruebas de laboratorio) y discusiones documentadas sobre el tema (normas técnicas, trabajos de investigación en artículos y revistas).
- Las pruebas realizadas con los materiales de cada cantera utilizaron folletos técnicos basados en los parámetros necesarios, los cuales arrojaron resultados confiables, los cuales pueden ser un apoyo para procesar los resultados con otras tesis y estudios de investigación.

3.9.2. Análisis e interpretación de datos

- Se utilizó estadística descriptiva utilizando el software Microsoft Office Excel para procesar y tabular los datos de cada prueba realizada en cada cantera del área de estudio.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

En base a los resultados obtenidos de las pruebas realizadas de las muestras de cada cantera, se obtiene las propiedades mecánicas y físicas del espécimen para afirmado respecto a las canteras evaluadas, como se visualiza en las siguientes tablas.

Tabla 7. Resumen de resultados de los ensayos de la Cantera Arenera Jaén.

CANTERA DE ESTUDIO 01 : ARENERA JAÉN			
Ensayo	Norma ASTM	Norma MTC	Resultado del ensayo (promedio)
METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO	A.S.T.M. D 6913	MTC E 204	Presenta Gradación A-1 y según la clasificación A.A.S.H.T.O. se obtuvo un tipo de suelo: A-1-a(0).
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO	A.S.T.M. D 2216	MTC E 108	Se obtuvo un contenido de humedad de 6.39%.
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS	A.S.T.M. D 4318	MTC E 110 , MTC E 111	Presenta un LL = 21%, LP = 17% y un IP= 4%.
RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE PEQUEÑO TAMAÑO POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MAQUINA LOS ANGELES	ASTM C 131 AASHTO T 96	MTC E 207	Presenta un desgaste a la abrasión del 21.4%.
METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA	A.A.S.H.T.O. T 180	MTC E 115	Se obtiene una densidad seca máxima de 2.110 gr/cm ³ con un contenido de humedad óptimo de 8.80%.
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.)	A.S.T.M. D 1883	MTC E 132	Se obtuvo un CBR de 66.68% para el 100% de la M.D.S. (0,1")

Tabla 8. Resumen de resultados de los ensayos de la Cantera Azula.

CANTERA DE ESTUDIO 02 : AZULA			
Ensayo	Norma ASTM	Norma MTC	Resultado del ensayo (promedio)
METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO	A.S.T.M. D 6913	MTC E 204	Presenta Gradación A-1 y según la clasificación A.A.S.H.T.O. se obtuvo un tipo de suelo: A-2-4(0).
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO	A.S.T.M. D 2216	MTC E 108	Se obtuvo un contenido de humedad de 9.46%.
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS	A.S.T.M. D 4318	MTC E 110 , MTC E 111	Presenta un LL = 31%, LP = 24% y un IP= 8%.
RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE PEQUEÑO TAMAÑO POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MAQUINA LOS ANGELES	ASTM C 131 AASHTO T 96	MTC E 207	Presenta un desgaste a la abrasión del 39.9%.
METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA	A.A.S.H.T.O. T 180	MTC E 115	Se obtiene una densidad seca máxima de 2.103 gr/cm ³ con un contenido de humedad óptimo de 8.40%.
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.)	A.S.T.M. D 1883	MTC E 132	Se obtuvo un CBR de 49.98% para el 100% de la M.D.S. (0,1")

Tabla 9. Resumen de resultados de los ensayos de la Cantera Josecito.

CANTERA DE ESTUDIO 03 : JOSECITO			
Ensayo	Norma ASTM	Norma MTC	Resultado del ensayo (promedio)
METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO	A.S.T.M. D 6913	MTC E 204	Presenta Gradación A-1 y según la clasificación A.A.S.H.T.O. se obtuvo un tipo de suelo: A-2-4(0).
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO	A.S.T.M. D 2216	MTC E 108	Se obtuvo un contenido de humedad de 7.27%.
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS	A.S.T.M. D 4318	MTC E 110 , MTC E 111	Presenta un LL = 30%, LP = 23% y un IP= 7%.
RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE PEQUEÑO TAMAÑO POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MAQUINA LOS ANGELES	ASTM C 131 AASHTO T 96	MTC E 207	Presenta un desgaste a la abrasión del 37.7%.
METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA	A.A.S.H.T.O. T 180	MTC E 115	Se obtiene una densidad seca máxima de 2.073 gr/cm ³ con un contenido de humedad óptimo de 6.30%.
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.)	A.S.T.M. D 1883	MTC E 132	Se obtuvo un CBR de 55.89% para el 100% de la M.D.S. (0,1")

Tabla 10. Resumen de resultados de los ensayos de la Cantera Olano.

CANTERA DE ESTUDIO 04 : OLANO			
Ensayo	Norma ASTM	Norma MTC	Resultado del ensayo (promedio)
METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO	A.S.T.M. D 6913	MTC E 204	Presenta Gradación A-1 y según la clasificación A.A.S.H.T.O. se obtuvo un tipo de suelo: A-2-4(0).
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO	A.S.T.M. D 2216	MTC E 108	Se obtuvo un contenido de humedad de 9.35%.
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS	A.S.T.M. D 4318	MTC E 110 , MTC E 111	Presenta un LL = 32%, LP = 25% y un IP= 7%.
RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE PEQUEÑO TAMAÑO POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MAQUINA LOS ANGELES	ASTM C 131 - AASHTO T 96	MTC E 207	Presenta un desgaste a la abrasión del 29.4%.
METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA	A.A.S.H.T.O. T 180	MTC E 115	Se obtiene una densidad seca máxima de 2.050 gr/cm ³ con un contenido de humedad óptimo de 7.60%.
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.)	A.S.T.M. D 1883	MTC E 132	Se obtuvo un CBR de 57.94% para el 100% de la M.D.S. (0,1")

Tabla 11. Resumen de resultados de los ensayos de las Canteras en comparación a los Requisitos de calidad mínimos para Afirmado.

RESUMEN DE LAS CANTERAS ESTUDIADAS							
Ensayo	Norma ASTM	Norma MTC	Requisitos de Calidad	Cantera N°01: Arenera Jaén	Cantera N°02: Azula	Cantera N°03: Josecito	Cantera N°04: Olano
METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO	A.S.T.M. D 6913	MTC E 204	Cumplir con alguna de las franjas granulométricas: A-1, A-2, C, D, E, F.	Presenta Gradación A-1. SI CUMPLE	Presenta Gradación A-1. SI CUMPLE	Presenta Gradación A-1. SI CUMPLE	Presenta Gradación A-1. SI CUMPLE
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS	A.S.T.M. D 4318	MTC E 110 , MTC E 111	Presentar como máximo un Límite líquido de 35% y un Índice de Plasticidad en el rango de : 4-9%.	Presenta un LL = 21%, LP = 17% y un IP = 4%. SI CUMPLE	Presenta un LL = 31%, LP = 24% y un IP = 8%. SI CUMPLE	Presenta un LL = 30%, LP = 23% y un IP = 7%. SI CUMPLE	Presenta un LL = 32%, LP = 25% y un IP = 7%. SI CUMPLE
RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE PEQUEÑO TAMAÑO POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MAQUINA LOS ANGELES	ASTM C 131 AASHTO T 96	MTC E 207	Presentar un desgaste a la abrasión en la máquina de los ángeles del 50% como máximo.	Presenta un desgaste a la abrasión del 21.4%. SI CUMPLE	Presenta un desgaste a la abrasión del 39.9%. SI CUMPLE	Presenta un desgaste a la abrasión del 37.7%. SI CUMPLE	Presenta un desgaste a la abrasión del 29.4%. SI CUMPLE
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.)	A.S.T.M. D 1883	MTC E 132	Obtener un CBR de 40% como mínimo , referido al 100% de la M.D.S.de carga de 0,1".	Se obtuvo un CBR de 66.68% para el 100% de la M.D.S. (0,1"). SI CUMPLE	Se obtuvo un CBR de 49.98% para el 100% de la M.D.S. (0,1"). SI CUMPLE	Se obtuvo un CBR de 55.89% para el 100% de la M.D.S. (0,1"). SI CUMPLE	Se obtuvo un CBR de 57.94% para el 100% de la M.D.S. (0,1"). SI CUMPLE

4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS CONTRASTADOS CON LA HIPÓTESIS

Se establecieron las propiedades mecánicas y físicas del componente de afirmado de las cuatro canteras, las cuales se detallan a continuación:

-En la Cantera N°01: Arenera Jaén:

El espécimen está formado por una grava limo arcillosa (GC-GM) conforme a la clasificación SUCS y según AASHTO como A-1-a (0), la cual cumple con la franja granulométrica de Gradación A-1. La silueta de los cuerpos es sub redondeada; presenta un contenido de humedad del 6.39%.

Los límites de consistencia obtenidos son: LL=21%, LP=17% en donde se obtiene un Índice de Plasticidad del 4% cumpliendo el rango de 4-9% y con un LL máximo del 35%. El material grueso muestra una excelente resistencia a la abrasión: 21.4% de promedio, lo cual está muy por debajo del máximo permitido que es 50%.

En conclusión, el material de esta cantera tiene características físicas de muy buena clase, así como mecánicas, debido a que el CBR obtenido al 100% de la MDS. es de 66.68%, siendo superior al mínimo de 40% como requisito de calidad para su uso como material de afirmado, con una densidad seca máxima de 2.11 gr/cm³ y un contenido de humedad óptimo de 8.80%.

-En la Cantera N°02: Azula:

El espécimen está conformado por una grava arcillosa (GC) conforme a la clasificación SUCS y según AASHTO como A-2-4 (0), la cual cumple con la franja granulométrica de Gradación A-1. La silueta de los cuerpos es sub angular; presenta un contenido de humedad del 9.46%.

Del ensayo de análisis granulométrico se obtuvo los siguientes resultados:

El coeficiente de uniformidad $C_u = 76.00$

El coeficiente de curvatura $C_c = 0.43$

El coeficiente de curvatura es menor que los valores comprendidos entre 1 y 3, por lo tanto, es una muestra que presenta una mala gradación.

Los límites de consistencia encontrados son: LL=31%, LP=24% en donde se obtiene un Índice de Plasticidad del 8% cumpliendo el rango de 4-9% y con un LL máximo del 35%. El material grueso muestra una aceptable resistencia a la abrasión: 39.9% de promedio, lo cual está por debajo del máximo permitido que es 50%.

A pesar de tener una gradación no uniforme, el material de esta cantera muestra características físicas de gran calidad, así como mecánicas, debido a que el CBR obtenido al 100% de la MDS. es de 49.98%, siendo superior al mínimo de 40% como requisito de calidad para su uso como material de afirmado, con una densidad seca máxima de 2.103 gr/cm³ y un contenido de humedad óptimo de 8.40%.

-En la Cantera N°03: Josecito:

El espécimen está conformado por una grava arcillosa (GC) conforme a la clasificación SUCS y según AASHTO como A-2-4 (0), la cual cumple con la franja granulométrica de Gradación A-1. La silueta de los cuerpos es sub redondeada; presenta un contenido de humedad del 7.27%.

Del ensayo de análisis granulométrico se obtuvo los siguientes resultados:

El coeficiente de uniformidad $C_u = 52.31$

El coeficiente de curvatura $C_c = 0.59$

El coeficiente de curvatura es menor que los valores comprendidos entre 1 y 3, por lo tanto, es una muestra que presenta una mala gradación.

Los límites de consistencia obtenidos son: LL=30%, LP=23% en donde se obtiene un Índice de Plasticidad del 7% cumpliendo el rango de 4-9% y con un LL máximo del 35%. El material grueso muestra una gran resistencia a la abrasión: 37.7% de promedio, lo cual está por debajo del máximo permitido que es 50%.

A pesar de presentar una gradación no uniforme, el material de esta cantera presenta características físicas de calidad muy aceptable, así como mecánicas, debido a que el CBR obtenido al 100% de la MDS. es de 55.89%, siendo muy superior al mínimo de 40% como requisito de calidad para su uso como material de afirmado, con una densidad seca máxima de 2.073 gr/cm³ y un contenido de humedad óptimo de 6.3%.

-En la Cantera N°04: Olano:

El espécimen está conformado por una grava bien graduada con arcilla (GW-GC) conforme a la clasificación SUCS y según AASHTO como A-2-4 (0), la cual cumple con la franja granulométrica de Gradación A-1. La silueta de los cuerpos es angular; presenta un contenido de humedad del 9.35%.

Del ensayo de análisis granulométrico se obtuvo los siguientes resultados:

El coeficiente de uniformidad $C_u = 49.00$

El coeficiente de curvatura $C_c = 1.80$

El coeficiente de curvatura se encuentra entre los valores entre 1 y 3, por lo tanto, es una muestra que presenta una buena gradación.

Los límites de consistencia obtenidos son: $LL=32\%$, $LP=25\%$ en donde se obtiene un Índice de Plasticidad del 7% cumpliendo el rango de 4-9% y con un LL máximo del 35%. El material grueso muestra una muy gran resistencia a la abrasión: 29.4% de promedio, lo cual está muy por debajo del máximo permitido que es 50%.

El espécimen de esta cantera presenta características físicas de clase muy buena, así como mecánicas, debido a que el CBR obtenido al 100% de la MDS. es de 57.94%, siendo muy superior al mínimo de 40% como requisito de calidad para su uso como material de afirmado, con una densidad seca máxima de 2.050 gr/cm^3 y un contenido de humedad óptimo de 7.60%.

Al determinar la clase del espécimen de cantera para afirmado de las canteras estudiadas, a través de los resultados de los ensayos se visualiza que: todas cumplen con los requisitos mínimos requerido por el Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción” (Pg. 238), en referencia a la Norma AASSTHO M-147. Por lo tanto, se comprueba que la hipótesis planteada es verdadera en su totalidad.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se concluye que, de acuerdo a las características físicas y mecánicas obtenidas de las canteras Arenera Jaén, Azula, Josecito y Olano, evaluadas para su uso como material de afirmado, estas cumplen con los requisitos mínimos de calidad de cada parámetro de ensayo establecidos en la norma.
- Se concluye que de acuerdo al ensayo de California Bearing ratio (CBR) se obtuvo como resultado: Cantera Arenera Jaén con 66.68%, Cantera Azula con 49.98%, Cantera Josecito con 55.89% y Cantera Olano con 57.94%, los cuales están muy superiores a lo mínimo establecido que es 40% para un 100% de M.D.S.
- las canteras de estudio, también se ajusta a la franja granulométrica requerida por la norma del Manual de Carreteras. Presentando toda una gradación de A-1, así como el Índice de Plasticidad se encuentra en el rango de 4-9%.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para poder utilizar los materiales provenientes de las cuatro canteras estudiadas, se recomienda realizar previamente estudios de mecánica de suelos y que cumplan con las especificaciones técnicas del manual de carreteras vigente del MTC.
- Realizar mensualmente los ensayos para examinar correctamente sus propiedades mecánicas y físicas del material de afirmado de las 4 canteras en estudio, ya que éstas pueden variar con el tiempo.
- Se recomienda hacer un estudio dosificado de las canteras o una mezcla de ambas, para mejorar su gradación en el caso de la cantera Azula y Josecito.
- Se recomienda hacer este estudio en todas las canteras del distrito de jaén y así encontrar si las características mecánicas y físicas del material de afirmado cumplen con los requisitos mínimos exigidos por la MTC.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cartuche Malla, J.M. (2012). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de áridos del cantón Loja*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Particular de Loja]. <https://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/3171>
- García Rodríguez, D. (2015). *Propuesta de un nuevo diseño para incrementar la producción de una cantera de agregados ubicada en el estado de México*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/9460?show=full>
- García, M. (2010). Estudio sobre áridos: geología, legislación, medio ambiente, normativa, explotación y tratamiento. https://www.academia.edu/35681968/ESTUDIO_SOBRE_%C3%81RIDOS
- Lozada Tiglla, E.F. (2018). *Estudio de las características físicas y mecánicas de las Canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – Provincia de Utcubamba*. [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5301>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013). *Manual de Carreteras. Especificaciones Técnicas Generales para Construcción*. Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). *Manual de Carreteras. Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos*. Perú.
- Mejía Chatilán, J.R. (2013). *Estudio de las propiedades físicas mecánicas cantera 3M y su utilización como material de afirmado*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/517>
- NTP 339.185.2021. AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. 3ª. Ed. R. 2021-CRT-INDECOPI.
- NTP 400.010.2020. AGREGADOS. Extracción y preparación de muestras. 3ª. Ed. R. 2020-CRT-INDECOPI.

- NTP 400.012.2021. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. 4ª. Ed. R. 2021-CRT-INDECOPI.
- NTP 400.018.2020. AGREGADOS. Determinación de materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 µm (No. 200) por lavado en agregados. Método de ensayo. 4ª. Ed. R. 2020-CRT-INDECOPI.
- NTP 400.019.2020. AGREGADOS. Determinación de la resistencia al desgaste en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. Método de ensayo. 4ª. Ed. R. 2020-CRT-INDECOPI.
- NTP 400.022.2021. AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo. 4ª. Ed. R. 2021-CRT-INDECOPI.
- Romero Figueroa, C.D.(2018). *Evaluación del Material de Afirmando, de las Canteras Pampa La Colina -Guadalupito y San Pedrito - Samanco, Con Fines de Pavimentación - Propuesta de Mejoramiento – Ancash – 2018*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/23760>
- Ticlla Ríos, T.N. (2021). *Evaluación de las características geotécnicas del suelo de las principales canteras para afirmando de carreteras del distrito de Chota*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://hdl.handle.net/20.500.14142/162>
- Valle Flores, Acosta Verde & Salvatierra Ron. (2011). *Agregados utilizados en obras civiles extraídos de la Cantera San Luis*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral].https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/20257/1/Tesis%20Cicyt%20_definitivo_pv.pdf

ANEXOS

OBTENCIÓN DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

Tablas de resultados obtenidos de la Cantera Arenera Jaén.

TESIS:		CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 4 CANTERAS UTILIZADAS COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS EN LA CIUDAD DE JAÉN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA										
TESISTA:		Bach. Ing. Civil Ángel Jhonatan Silva Flores										
Laboratorio:		GRUPO PHURA S.R.L LABORATORIO DE SUELOS DE PAVIMENTOS										
Datos del muestreo												
Cantera :		Arenera Jaén (Km 27 +500)			Calicata:		C-1		Muestra:		M-1	
METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO - A.S.T.M. D 6913												
EL ENSAYO SE REALIZO BAJO LOS PARAMETROS DEL MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES E 204												
FRACCION GRUESA	TAMIZ		P.RET	P.RET	% PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	% PORCENTAJE RETENIDO ACUMULATIVO	PORCENTAJE QUE PASA	MUESTRA TOTAL HUMEDA				
	N°	ABERTURA(mm)	PARCIAL	ACUMULADO				TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C		
	3"	75.00	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	FACTOR PARA PESO RETENIDO EN FRACCIÓN FINA		18.0		
	2 1/2"	63.00	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0					
	2"	50.80	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0					
	1 1/2"	37.50	17.0	17.0	0.3	0.3	99.8					
	1"	25.40	508.5	525.5	7.5	7.8	92.3					
	3/4"	19.00	324.3	849.7	4.8	12.5	87.5					
	1/2"	12.50	358.5	1208.2	5.3	17.8	82.2	MUESTRA TOTAL SECA				
	3/8"	9.50	487.0	1695.2	7.2	25.0	75.0	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr) ENTRE [≤ N° 10 Y ≤N°200]		151.6		
1/4"	6.35	861.5	2556.7	12.7	37.7	62.3						
N°4	4.75	627.2	3183.9	9.3	47.0	53.04						
FRACCION FINA	N° 10	2.00	31.5	3750.2	8.4	55.3	44.7	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		6780.0		
	N° 20	0.85	26.6	4228.5	7.1	62.4	37.6					
	N° 40	0.43	28.8	4746.4	7.6	70.0	30.0					
	N° 60	0.25	26.0	5213.9	6.9	76.9	23.1					
	N° 140	0.106	24.7	5658.0	6.6	83.5	16.5	ANALISIS FRACCION GRUESA				
	N° 200	0.08	14.0	5909.7	3.7	87.2	12.8	TOTAL	WG =	3184		
	PASA LA N°200	--	48.4	6780.0	12.8	100.0		ANALISIS FRACCION FINA				
	TOTAL			6780.0				% QUE PASA	MALLA N°4	53.04		
								FRACCIÓN SECA	S =	200.0		

(CURVA GRANULOMETRICA A.A.S.H.T.O.T. 88) - HUSO A - 1											
D60 =		6		D30 =		0.15		D10 =			
Cu =				Cc =							
CLASIFICACIÓN: DE LA MUESTRA REPRESENTATIVA SE OBTUVO UN TIPO DE SUELO A-1-a(0)											
OBSERVACIONES: LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGUN LA NORMA (A.S.T.M. D 2487 - STANDARD CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES) - AASTHO											

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO			
(A.S.T.M. D 2216 - MTC E 108)			
CANTERA :	Arenera Jaén (Km 27+500)		
CALICATA :	01		
MUESTRA :	M - 1		
ENSAYO :	1	2	3
W (tara + M.Húmeda) gr	198.60	197.54	200.25
W (tara + M Seca) gr	188.96	188.20	188.00
W agua (gr)	9.64	9.34	12.25
W tara (gr)	25.50	25.60	25.40
W Muestra Seca (gr)	163.46	162.60	162.60
W(%)	5.90%	5.74%	7.53%
W (%) Promedio :	6.39%		

TESIS:	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 4 CANTERAS UTILIZADAS COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS EN LA CIUDAD DE JAÉN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA
TESISTA:	Bach. Ing. Civil Ángel Jhonatan Silva Flores
Laboratorio:	GRUPO PHURA S.R.L LABORATORIO DE SUELOS DE PAVIMENTOS

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS				
(A.S.T.M. D 4318 - MTC E 110 , MTC E 111)				
CANTERA :	Arenera Jaén (Km 27+500)			
CALICATA :	01	MUESTRA :	M - 1	
LIMITE LIQUIDO				
TARA Nº	45	48	62	
Wt+ M.Húmeda (gr)	26.86	26.12	25.20	
Wt+ M. Seca (gr)	24.78	24.33	23.56	
W agua (gr)	2.08	1.79	1.64	
W tara (gr)	15.28	15.85	15.25	
W M.Seca (gr)	9.50	8.48	8.31	
W(%)	21.89%	21.11%	19.74%	
N.GOLPES	13	19	32	
LIMITE PLASTICO				
TARA Nº	13	48	Promedio	
Wt+ M.Húmeda (gr)	34.64	34.84		
Wt+ M. Seca (gr)	33.30	33.49		
W agua (gr)	1.34	1.35		
W tara (gr)	25.58	25.60		
W M.Seca (gr)	7.72	7.89		
W(%)	17.4%	17.1%	17.2%	
TEMPERATURA DE SECADO				
PREPARACION DE MUESTRA				
60°C		110° C		
CONTENIDO DE HUMEDAD				
60°C		110° C		
AGUA USADA				
DESTILADA				
POTABLE				
OTRA				
LIMITE LIQUIDO (%)				
				21
LIMITE PLASTICO (%)				
				17
IP (%)				
				4

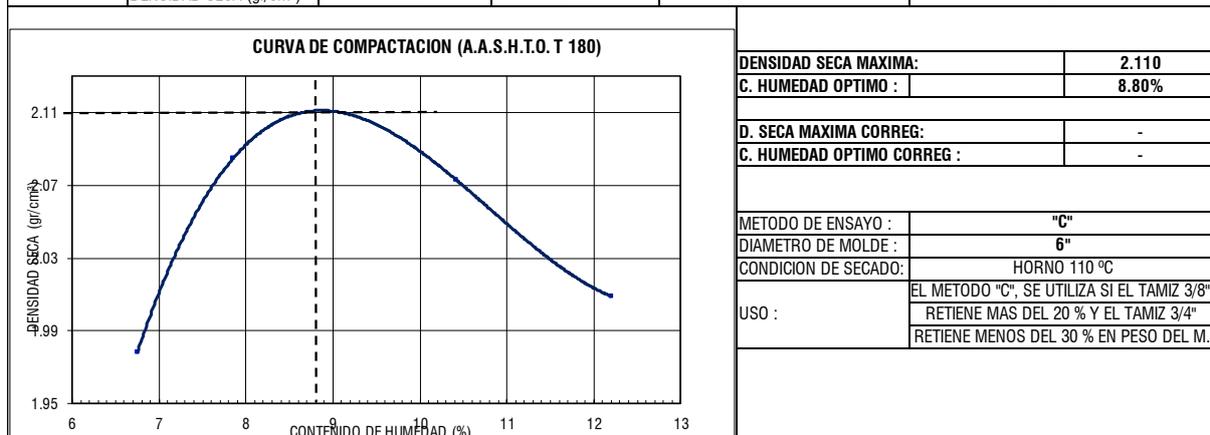
LIMITE LIQUIDO	
UNIPUNTO	
Nº GOLPES	FACTOR
N	K
20	0.9734
21	0.9792
22	0.9847
23	0.9900
24	0.9951
25	1.0000
26	1.0048
27	1.0094
28	1.0138
29	1.0182
30	1.0223

OBSERVACIONES:

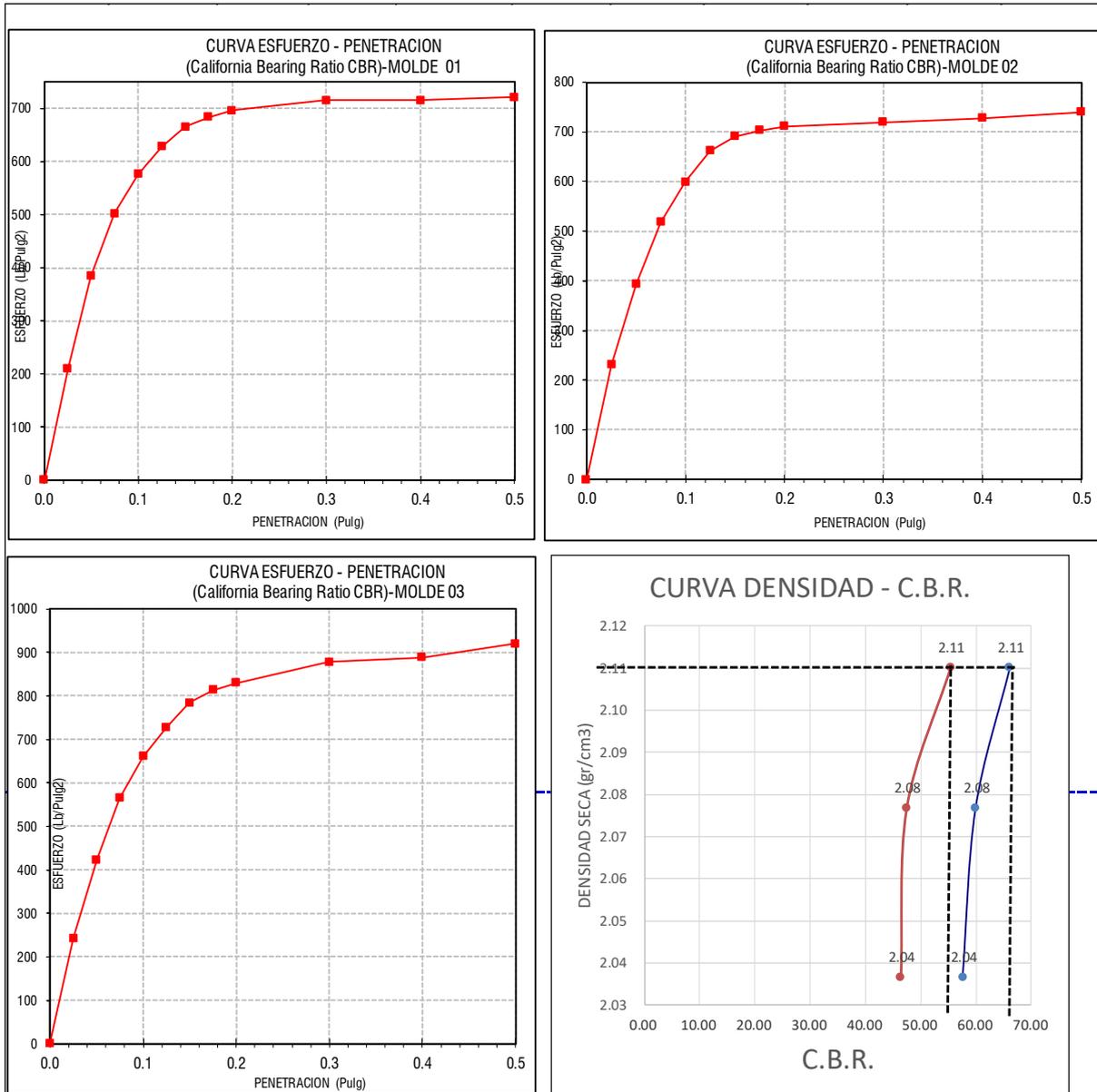
EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

TESIS:	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 4 CANTERAS UTILIZADAS COMO MATERIAL DE					
TESISTA:	Bach. Ing. Civil Ángel Jhonatan Silva Flores					
Laboratorio:	GRUPO PHURA S.R.L LABORATORIO DE SUELOS DE PAVIMENTOS					
RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE PEQUEÑO TAMAÑO POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MAQUINA LOS ANGELES						
MTC E 207 - ASTM C 131 - AASHTO T 96						
CANTERA :	Arenera Jaén (Km 27 + 500)					
CALICATA :	01	MUESTRA :			M - 1	
	TAMIZ		GRADACIÓN "A"	ENSAYO 01	ENSAYO 02	ENSAYO 03
	PASA	RETENIDO	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)
	1 1/2"	1"	1250 ± 25	1255	1265	1270
	1"	3/4"	1250 ± 25	1250	1250	1225
	3/4"	1/2"	1250 ± 10	1250	1240	1245
	1/2"	3/8"	1250 ± 10	1255	1255	1250
	TOTAL (gr)		5000 ± 10	5010	5010	4990
	RETENIDO EN EL TAMIZ N°12			3995	3895	3910
	PORCENTAJE DE DESGASTE (%)			20.3	22.3	21.6
	PROMEDIO			21.4		

TESIS:	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 4 CANTERAS UTILIZADAS COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN								
TESISTA:	Bach. Ing. Civil Ángel Jhonatan Silva Flores								
Laboratorio:	GRUPO PHURA S.R.L LABORATORIO DE SUELOS DE PAVIMENTOS								
METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA									
NORMA A.A.S.H.T.O. T 180			Energía de Compactación: 2700 kN-m/m3						
CANTERA :	Arenera Jaén (Km 27 + 500)		CALICATA :	01	MUESTRA :		M - 1		
DENSIDAD	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
	N° de Capas	5		5		5		5	
	N° de Golpes por Capa	56		56		56		56	
	Peso Húmedo + Molde (gr)	10725.00		11015.00		11101.00		11027.00	
	Peso Molde (gr)	6240.00		6240.00		6240.00		6240.00	
	Peso Húmedo (gr)	4485.00		4775.00		4861.00		4787.00	
	Volumen del Molde (cm³)	2123.70		2123.70		2123.70		2123.70	
Densidad Húmeda (gr/cm³)	2.11		2.25		2.29		2.25		
HUMEDAD	Numero de Tara	177	380	126	222	372	382	158	178
	Peso Húmedo + Tara (gr)	140.10	120.40	156.40	158.90	154.20	121.90	123.70	135.01
	Peso Seco + Tara (gr)	133.50	114.23	145.69	149.12	141.48	112.98	113.49	122.53
	Peso Agua (gr)	6.60	6.17	10.71	9.78	12.72	8.92	10.21	12.48
	Peso Tara (gr)	24.63	23.51	25.86	24.17	23.12	24.60	25.79	24.71
	Peso Muestra Seca (gr)	108.87	90.72	119.83	124.95	118.36	88.38	87.70	97.82
	Contenido de Humedad (%)	6.70	6.80	8.94	7.83	10.75	10.09	11.64	12.76
	C. Humedad (%) promedio	6.75		7.85		10.42		12.20	
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.98		2.08		2.07		2.01		



TESIS:	CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE 4 CANTERAS UTILIZADAS COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS EN LA CIUDAD DE JAÉN - DEPARTAMENTO DE										
TESISTA:	Bach. Ing. Civil Ángel Jhonatan Silva Flores										
Laboratorio:	GRUPO PHURA S.R.L LABORATORIO DE SUELOS DE PAVIMENTOS										
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.)											
A.S.T.M. D 1883											
CANTERA :	Arenera Jaén (Km 27+500)			CALICATA :	01			MUESTRA :	M - 1		
COMPACTACION C B R											
NUMERO MOLDE	1			2			3				
Altura Molde (mm)	126			126			126				
Nº Capas	5			5			5				
NºGolpes x Capa	12			25			56				
Condición de Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES			
P. Húmedo + Molde (gr)	12761.0	12834.0	12850.0	12804.0	13021.4	13037.3					
Peso Molde (gr)	8115.0	8115.0	8050.0	8050.0	8120.0	8120.0					
Peso Húmedo (gr)	4646.0	4719.0	4800.0	4754.0	4901.4	4917.3					
Volumen del Molde (cm ³)	2113.50	2113.50	2123.60	2123.60	2148.70	2148.70					
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.198	2.233	2.260	2.239	2.281	2.289					
CONTENIDO DE HUMEDAD											
Número de Ensayo	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
P.Húmedo + Tara (gr)	112.24	125.87	135.10	115.21	137.10	138.60	135.80	150.97	118.40		
Peso Seco + Tara (gr)	105.87	118.30	125.40	108.04	127.81	127.50	127.55	141.34	110.90		
Peso Agua (gr)	6.37	7.57	9.70	7.17	9.29	11.10	8.25	9.63	7.50		
Peso Tara (gr)	24.20	24.70	24.68	25.50	24.60	23.70	23.80	24.70	24.70		
P. Muestra Seca (gr)	81.67	93.60	100.72	82.54	103.21	103.80	103.75	116.64	86.20		
Contenido de Humedad (%)	7.80%	8.09%	9.63%	8.69%	9.00%	10.69%	7.95%	8.26%	8.70%		
C.Humedad Promedio (%)	7.94%		9.63%	8.84%		10.69%	8.10%		8.70%		
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.036		2.037	2.077		2.022	2.110		2.105		
ENSAYO DE HINCHAMIENTO											
TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE Nº 1			NUMERO DE MOLDE Nº 2			NUMERO DE MOLDE Nº 3			
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	
24	1	0.070	1.778	1.41	0.050	1.270	1.01	0.060	1.524	1.21	
48	2	0.100	2.540	2.02	0.110	2.794	2.22	0.080	2.032	1.61	
72	3	0.140	3.556	2.82	0.120	3.048	2.42	0.120	3.048	2.42	
96	4	0.180	4.572	3.63	0.160	4.064	3.23	0.170	4.318	3.43	
ENSAYO CARGA - PENETRACION											
PENETRACION		MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 03			
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		
		Kg.	(Kg/cm ²)	(Lb/pulg ²)	Kg.	(Kg/cm ²)	(Lb/pulg ²)	Kg.	(Kg/cm ²)	(Lb/pulg ²)	
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.64	0.025	284.50	14.70	210.04	312.52	16.15	230.73	328.65	16.98	242.64	
1.27	0.050	520.50	26.90	384.27	532.50	27.52	393.13	572.58	29.59	422.72	
1.91	0.075	680.50	35.17	502.40	702.15	36.29	518.38	765.50	39.56	565.15	
2.54	0.100	780.80	40.35	576.45	812.25	41.98	599.67	895.60	46.28	661.20	
3.18	0.125	850.60	43.96	627.98	896.70	46.34	662.02	985.50	50.93	727.57	
3.81	0.150	901.20	46.57	665.34	935.50	48.35	690.66	1061.60	54.86	783.76	
4.45	0.175	926.30	47.87	683.87	952.60	49.23	703.29	1101.60	56.93	813.29	
5.08	0.200	942.50	48.71	695.83	963.50	49.79	711.33	1124.50	58.11	830.20	
7.62	0.300	968.55	50.05	715.06	974.60	50.37	719.53	1188.50	61.42	877.45	
10.16	0.400	968.57	50.06	715.08	986.50	50.98	728.31	1204.10	62.23	888.96	
12.70	0.500	977.40	50.51	721.59	1002.40	51.80	740.05	1245.50	64.37	919.53	



(*) Valores Corregidos					
MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg ²)	PRESION PATRON (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)
MOLDE 01	0.1	576.45	1000	57.64	2.04
MOLDE 02	0.1	599.67	1000	59.97	2.08
MOLDE 03	0.1	661.20	1000	66.12	2.1
MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg ²)	PRESION PATRON (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)
MOLDE 01	0.2	695.83	1500	46.39	2.04
MOLDE 02	0.2	711.33	1500	47.42	2.08
MOLDE 03	0.2	830.20	1500	55.35	2.1
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (A.S.T.M. D 1557)			VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)		
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm ³)	:	2.110	C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. (0,1")=	66.68%	
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%)	:	8.80	C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. (0,2")=	55.85%	

Tablas de resultados obtenidos de la Cantera Azula.

TESIS:	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 4 CANTERAS UTILIZADAS COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS EN LA CIUDAD DE JAÉN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA										
TESISTA:	Bach. Ing. Civil Ángel Jhonatan Silva Flores										
Laboratorio:	GRUPO PHURA S.R.L LABORATORIO DE SUELOS DE PAVIMENTOS										
Datos del muestreo											
Cantera :	Azula (Km 24+140)			Calicata:	C-1		Muestra:	M-1			
METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO - A.S.T.M. D 6913											
EL ENSAYO SE REALIZO BAJO LOS PARAMETROS DEL MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES E 204											
FRACCION GRUESA	TAMIZ		P.RET	P.RET	% PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	% PORCENTAJE RETENIDO ACUMULATIVO	PORCENTAJE QUE PASA	MUESTRA TOTAL HUMEDA			
	Nº	ABERTURA(mm)	PARCIAL	ACUMULADO				TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C	
	3"	75.00	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	FACTOR PARA PESO RETENIDO EN FRACCIÓN FINA			
	2 1/2"	63.00	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0				
	2"	50.80	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0				
	1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0				
	1"	25.40	270.3	270.3	4.8	4.8	95.2				
	3/4"	19.00	93.0	363.3	1.6	6.4	93.6				
		1/2"	12.50	526.0	889.2	9.2	15.6	84.4	MUESTRA TOTAL SECA		
		3/8"	9.50	334.1	1223.3	5.9	21.5	78.5	PESO TOTAL MUESTRA SECA ≥ Nº 4 (gr)		
		1/4"	6.35	818.1	2041.4	14.4	35.9	64.1			
		Nº4	4.75	553.5	2594.9	9.7	45.6	54.38	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		
FRACCION FINA	Nº 10	2.00	22.7	2945.9	6.2	51.8	48.2	5687.5			
	Nº 20	0.85	32.4	3446.9	8.8	60.6	39.4	ANALISIS FRACCION GRUESA			
	Nº 40	0.43	36.5	4011.3	9.9	70.5	29.5	TOTAL	W G =	2595	
	Nº 60	0.25	16.7	4269.6	4.5	75.1	24.9	ANALISIS FRACCION FINA			
	Nº 140	0.106	31.7	4759.7	8.6	83.7	16.3	% QUE PASA MALLA Nº4			
	Nº 200	0.08	22.9	5113.8	6.2	89.9	10.1	FRACCIÓN SECA S =			
	PASA LA Nº200	--	37.1	5687.5	10.1	100.0		54.38			
	TOTAL			5687.5				200.0			

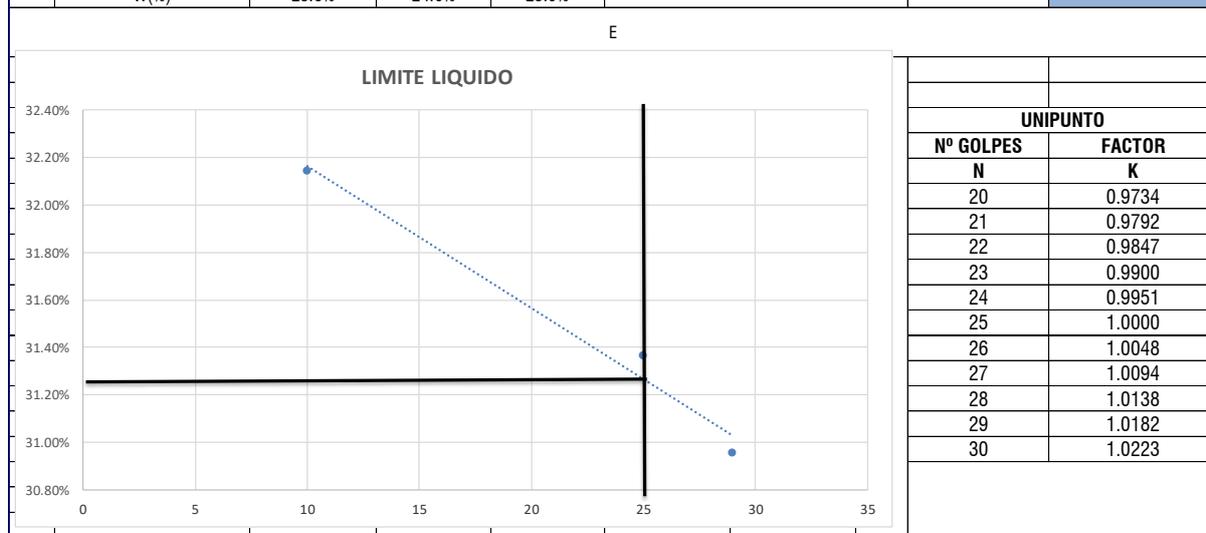
(CURVA GRANULOMETRICA A.A.S.H.T.O.T. 88) - HUSO A - 1										
D60 =	5.6	D30 =	0.43	D10 =	-					
Cu =	-	Cc =	-							

CLASIFICACIÓN:	DE LA MUESTRA REPRESENTATIVA SE OBTUVO UN TIPO DE SUELO A-2-4(0)
OBSERVACIONES:	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGUN LA NORMA (A.S.T.M. D 2487 - STANDARD CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES) - AASTHO

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO			
(A.S.T.M. D 2216 - MTC E 108)			
CANTERA :	Azula (Km 24 +140)		
CALICATA :	01		
MUESTRA :	M - 1		
ENSAYO :	1	2	3
W (tara + M.Húmeda) gr	216.36	221.90	220.88
W (tara + M Seca) gr	199.99	205.16	203.65
W agua (gr)	16.37	16.74	17.23
W tara (gr)	25.50	25.60	25.40
W Muestra Seca (gr)	174.49	179.56	178.25
W(%)	9.38%	9.32%	9.67%
W (%) Promedio :	9.46%		

TESIS:	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 4 CANTERAS UTILIZADAS COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS EN LA CIUDAD DE JAÉN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA
TESISTA:	Bach. Ing. Civil Ángel Jhonatan Silva Flores
Laboratorio:	GRUPO PHURA S.R.L LABORATORIO DE SUELOS DE PAVIMENTOS

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS				
(A.S.T.M. D 4318 - MTC E 110 , MTC E 111)				
CANTERA :	Azula (Km 24 +140)			
CALICATA :	01	MUESTRA :	M - 1	
LIMITE LIQUIDO				
TARA Nº	45	48	62	
Wt+ M.Húmeda (gr)	30.82	29.32	31.58	
Wt+ M. Seca (gr)	27.04	26.08	27.72	
W agua (gr)	3.78	3.24	3.86	
W tara (gr)	15.28	15.75	15.25	
W M.Seca (gr)	11.76	10.33	12.47	
W(%)	32.14%	31.36%	30.95%	
N.GOLPES	10	25	29	
LIMITE PLASTICO				
TARA Nº	13	48	Promedio	
Wt+ M.Húmeda (gr)	42.51	42.56		
Wt+ M. Seca (gr)	39.25	39.27		
W agua (gr)	3.26	3.29		
W tara (gr)	25.55	25.55		
W M.Seca (gr)	13.70	13.72		
W(%)	23.8%	24.0%	23.9%	
TEMPERATURA DE SECADO				
PREPARACION DE MUESTRA				
60°C		110° C		
CONTENIDO DE HUMEDAD				
60°C		110° C		
AGUA USADA				
DESTILADA				
POTABLE				
OTRA				
LIMITE LIQUIDO (%)				31
LIMITE PLASTICO (%)				24
IP (%)				8

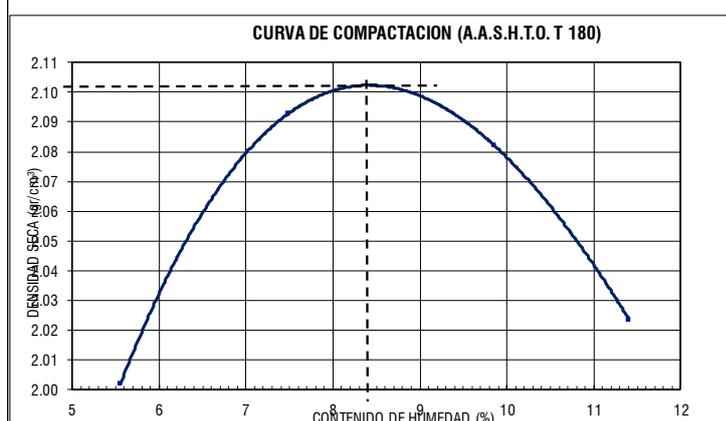


OBSERVACIONES: EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE PEQUEÑO TAMAÑO POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MAQUINA LOS ANGELES						
MTC E 207 - ASTM C 131 - AASHTO T 96						
CANTERA :		Azula (Km 24+140)				
CALICATA :		01		MUESTRA :		M - 1
	TAMIZ		GRADACIÓN "A"	ENSAYO 01	ENSAYO 02	ENSAYO 03
	PASA	RETENIDO	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)
	1 1/2"	1"	1250 ± 25	1250	1245	1250
		3/4"	1250 ± 25	1240	1265	1250
	3/4"	1/2"	1250 ± 10	1260	1245	1260
	1/2"	3/8"	1250 ± 10	1255	1255	1240
	TOTAL (gr)		5000 ± 10	5005	5010	5000
	RETENIDO EN EL TAMIZ N°12			3025	2945	3050
	PORCENTAJE DE DESGASTE (%)			39.6	41.2	39.0
	PROMEDIO			39.9		

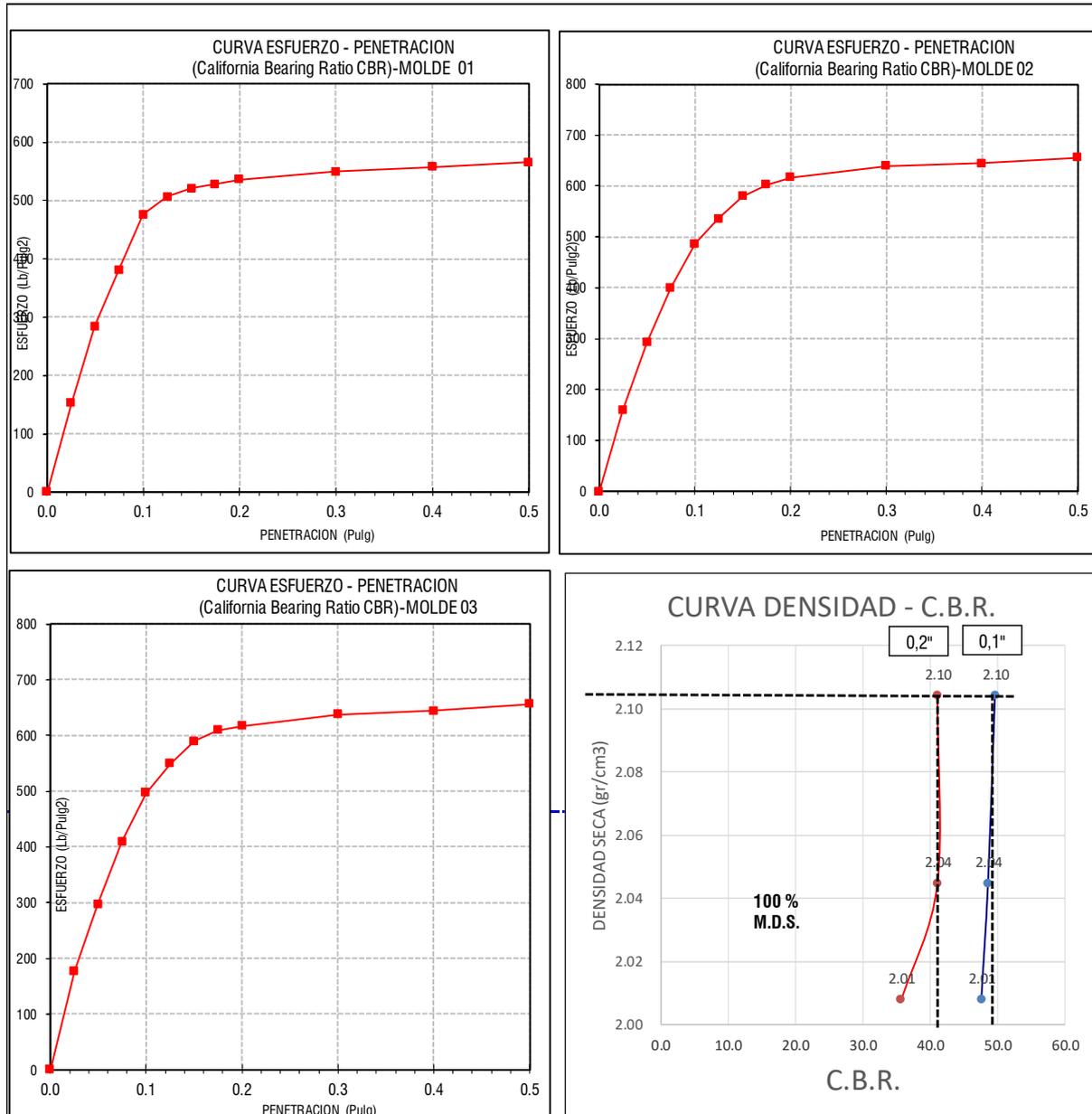
TESIS:	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 4 CANTERAS UTILIZADAS COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN
TESISTA:	Bach. Ing. Civil Ángel Jhonatan Silva Flores
Laboratorio:	GRUPO PHURA S.R.L LABORATORIO DE SUELOS DE PAVIMENTOS

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA																
NORMA A.A.S.H.T.O. T 180				Energía de Compactación: 2700 kN-m/m3												
CANTERA :		Azula (Km 24+140)		CALICATA :		01		MUESTRA :		M - 1						
DENSIDAD	NUMERO DE ENSAYO		1		2		3		4							
	N° de Capas		5		5		5		5							
	N° de Golpes por Capa		56		56		56		56							
	Peso Húmedo + Molde (gr)		10730.00		11020.00		11100.00		11030.00							
	Peso Molde (gr)		6242.00		6242.00		6242.00		6242.00							
	Peso Húmedo (gr)		4488.00		4778.00		4858.00		4788.00							
	Volumen del Molde (cm³)		2123.88		2123.88		2123.88		2123.88							
Densidad Húmeda (gr/cm³)		2.11		2.25		2.29		2.25								
HUMEDAD	Numero de Tara		177		380		126		222		372	382	158	178		
	Peso Húmedo + Tara (gr)		139.51		119.32		144.04		158.34		153.17		121.66		123.41	133.78
	Peso Seco + Tara (gr)		133.52		114.23		135.69		149.12		141.48		112.98		113.49	122.53
	Peso Agua (gr)		5.99		5.09		8.35		9.22		11.69		8.68		9.92	11.25
	Peso Tara (gr)		24.63		23.51		25.86		24.17		23.12		24.60		25.79	24.71
	Peso Muestra Seca (gr)		108.89		90.72		109.83		124.95		118.36		88.38		87.70	97.82
	Contenido de Humedad (%)		5.50		5.61		7.60		7.38		9.88		9.82		11.31	11.50
	C. Humedad (%) promedio		5.56		7.49						9.85		11.41			
	DENSIDAD SECA (gr/cm³)		2.00		2.09						2.08		2.02			



DENSIDAD SECA MAXIMA:	2.103
C. HUMEDAD OPTIMO :	8.40%
D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-
METODO DE ENSAYO :	"C"
DIAMETRO DE MOLDE :	6"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 °C
USO :	EL METODO "C", SE UTILIZA SI EL TAMIZ 3/8", RETIENE MAS DEL 20 % Y EL TAMIZ 3/4" RETIENE MENOS DEL 30 % EN PESO DEL M.

TESIS:	CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE 4 CANTERAS UTILIZADAS COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS EN LA CIUDAD DE JAÉN - DEPARTAMENTO DE									
TESISTA:	Bach. Ing. Civil Ángel Jhonatan Silva Flores									
Laboratorio:	GRUPO PHURA S.R.L LABORATORIO DE SUELOS DE PAVIMENTOS									
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.)										
A.S.T.M. D 1883										
CANTERA :	Azula (Km 24+140)			CALICATA :	01		MUESTRA :	M - 1		
COMPACTACION C B R										
NUMERO MOLDE	1			2			3			
Altura Molde (mm)	126			126			126			
Nº Capas	5			5			5			
NºGolpes x Capa	12			25			56			
Condición de Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES
P. Húmedo + Molde (gr)	12669.0	12752.0	12739.0	12800.0	13014.0	13022.0				
Peso Molde (gr)	8117.0	8117.0	8053.0	8053.0	8123.0	8123.0				
Peso Húmedo (gr)	4552.0	4635.0	4686.0	4747.0	4891.0	4899.0				
Volumen del Molde (cm ³)	2113.51	2113.51	2123.72	2123.72	2124.63	2124.63				
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.154	2.193	2.207	2.235	2.302	2.306				
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Número de Ensayo	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
P.Húmedo + Tara (gr)	113.83	126.49	145.53	114.93	129.70	137.76	134.26	149.54	116.85	
Peso Seco + Tara (gr)	106.95	118.67	135.33	107.95	121.87	128.12	125.80	140.29	108.79	
Peso Agua (gr)	6.88	7.82	10.20	6.98	7.83	9.64	8.46	9.25	8.06	
Peso Tara (gr)	24.16	24.67	24.68	25.39	24.73	24.66	23.97	24.69	24.71	
P. Muestra Seca (gr)	82.79	94.00	110.65	82.56	97.14	103.46	101.83	115.60	84.08	
Contenido de Humedad (%)	8.31%	8.32%	9.22%	8.45%	8.06%	9.32%	8.31%	8.00%	9.59%	
C.Humedad Promedio (%)	8.31%		9.22%	8.26%		9.32%	8.15%		9.59%	
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.988		2.008	2.038		2.045	2.128		2.104	
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO		NUMERO DE MOLDE Nº 1			NUMERO DE MOLDE Nº 2			NUMERO DE MOLDE Nº 3		
ACUMULADO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.050	1.270	1.01	0.040	1.016	0.81	0.040	1.016	0.81
48	2	0.100	2.540	2.02	0.090	2.286	1.81	0.090	2.286	1.81
72	3	0.140	3.556	2.82	0.120	3.048	2.42	0.100	2.540	2.02
96	4	0.180	4.572	3.63	0.180	4.572	3.63	0.160	4.064	3.23
ENSAYO CARGA - PENETRACION										
PENETRACION		MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 03		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
		Kg.	(Kg/cm ²)	(Lb/pulg ²)	Kg.	(Kg/cm ²)	(Lb/pulg ²)	Kg.	(Kg/cm ²)	(Lb/pulg ²)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	206.50	10.67	152.45	215.50	11.14	159.10	240.50	12.43	177.56
1.27	0.050	385.50	19.92	284.61	396.50	20.49	292.73	402.50	20.80	297.16
1.91	0.075	515.50	26.64	380.58	542.70	28.05	400.66	555.50	28.71	410.11
2.54	0.100	645.00	33.33	476.19	658.50	34.03	486.16	672.54	34.76	496.52
3.18	0.125	685.50	35.43	506.09	725.50	37.49	535.62	744.40	38.47	549.58
3.81	0.150	705.50	36.46	520.86	785.50	40.59	579.92	798.50	41.27	589.52
4.45	0.175	715.50	36.98	528.24	815.50	42.14	602.07	825.50	42.66	609.45
5.08	0.200	725.60	37.50	535.70	835.40	43.17	616.76	835.50	43.18	616.83
7.62	0.300	744.50	38.48	549.65	866.50	44.78	639.72	863.50	44.63	637.50
10.16	0.400	755.50	39.04	557.77	872.60	45.10	644.22	872.60	45.10	644.22
12.70	0.500	766.40	39.61	565.82	888.80	45.93	656.18	888.64	45.92	656.06



(*) Valores Corregidos					
MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg ²)	PRESION PATRON (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)
MOLDE 01	0.1	476.19	1000	47.62	2.01
MOLDE 02	0.1	486.16	1000	48.62	2.04
MOLDE 03	0.1	496.52	1000	49.65	2.10
MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg ²)	PRESION PATRON (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)
MOLDE 01	0.2	535.70	1500	35.71	2.01
MOLDE 02	0.2	616.76	1500	41.12	2.04
MOLDE 03	0.2	616.83	1500	41.12	2.10
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (A.S.T.M. D 1557)			VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)		
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm ³) :		2.103	C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. (0,1")=		49.98%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :		8.40	C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. (0,2")=		41.36%
OBSERVACIONES:		PERIODO DE SUMERGIDO:	04 DIAS		

Tablas de resultados obtenidos de la Cantera Josecito.

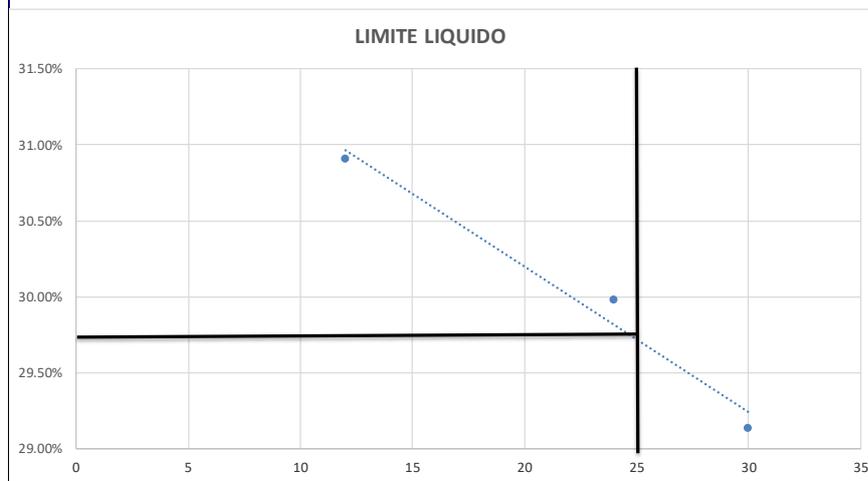
TESIS:	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 4 CANTERAS UTILIZADAS COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS EN LA CIUDAD DE JAÉN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA									
TESISTA:	Bach. Ing. Civil Ángel Jhonatan Silva Flores									
Laboratorio:	GRUPO PHURA S.R.L LABORATORIO DE SUELOS DE PAVIMENTOS									
Datos del muestreo										
Cantera :	Josecito (Km 10+340)			Calicata:	C-1		Muestra:	M-1		
METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO - A.S.T.M. D 6913										
EL ENSAYO SE REALIZO BAJO LOS PARAMETROS DEL MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES E 204										
FRACCION GRUESA	TAMIZ		P.RET	P.RET	% PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	% PORCENTAJE RETENIDO ACUMULATIVO	PORCENTAJE QUE PASA	MUESTRA TOTAL HUMEDA		
	Nº	ABERTURA(mm)	PARCIAL	ACUMULADO				TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C
	3"	75.00	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	FACTOR PARA PESO RETENIDO EN FRACCIÓN FINA		
	2 1/2"	63.00	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0			
	2"	50.80	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0			
	1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0			
	1"	25.40	396.5	396.5	5.0	5.0	95.0	MUESTRA TOTAL SECA		
	3/4"	19.00	475.6	872.1	6.0	11.0	89.0			
	1/2"	12.50	594.1	1466.2	7.5	18.6	81.4	PESO TOTAL MUESTRA SECA ≥ Nº 4 (gr)		
	3/8"	9.50	713.6	2179.8	9.0	27.6	72.4			
1/4"	6.35	1186.2	3366.0	15.0	42.6	57.4	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)			
Nº4	4.75	730.5	4096.5	9.3	51.9	48.13				
FRACCION FINA	Nº 10	2.00	40.5	4866.0	9.7	61.6	38.4	ANALISIS FRACCION GRUESA		
	Nº 20	0.85	23.4	5310.7	5.6	67.3	32.7			
	Nº 40	0.43	45.6	6177.1	11.0	78.2	21.8	ANALISIS FRACCION FINA		
	Nº 60	0.25	18.7	6532.5	4.5	82.7	17.3			
	Nº 140	0.106	34.2	7182.3	8.2	91.0	9.0	TOTAL	W G =	4096
	Nº 200	0.08	15.1	7469.3	3.6	94.6	5.4	MUESTRA TOTAL SECA ≥ Nº 4 (gr)		
	PASA LA Nº200	--	22.5	7896.8	5.4	100.0		MUESTRA TOTAL SECA (gr)		
	TOTAL			7896.8				7896.8		
							% QUE PASA MALLA Nº4			
							FRACCIÓN SECA S =			
							200.0			

(CURVA GRANULOMETRICA A.A.S.H.T.O.T. 88) - HUSO A - 1											
D60 =		6.8		D30 =		0.72		D10 =		0.13	
Cu =			52.31			Cc =			0.59		
CLASIFICACIÓN:	DE LA MUESTRA REPRESENTATIVA SE OBTUVO UN TIPO DE SUELO A-2-4(0)										
OBSERVACIONES:	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGÚN LA NORMA (A.S.T.M. D 2487 - STANDARD CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES) - AASTHO										

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO			
(A.S.T.M. D 2216 - MTC E 108)			
CANTERA :	Josecito (Km 10+340)		
CALICATA :	01		
MUESTRA :	M - 1		
ENSAYO :	1	2	3
W (tara + M.Húmeda) gr	210.60	234.35	201.90
W (tara + M Seca) gr	198.10	220.16	189.95
W agua (gr)	12.50	14.19	11.95
W tara (gr)	25.50	25.50	25.50
W Muestra Seca (gr)	172.60	194.66	164.45
W(%)	7.24%	7.29%	7.27%
W (%) Promedio :	7.27%		

TESIS:	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 4 CANTERAS UTILIZADAS COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS EN LA CIUDAD DE JAÉN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA
TESISTA:	Bach. Ing. Civil Ángel Jhonatan Silva Flores
Laboratorio:	GRUPO PHURA S.R.L LABORATORIO DE SUELOS DE PAVIMENTOS

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS				
(A.S.T.M. D 4318 - MTC E 110 , MTC E 111)				
CANTERA :	Josecito (Km 10+340)			
CALICATA :	01	MUESTRA :	M - 1	
LIMITE LIQUIDO				
TARA Nº	45	48	62	
Wt+ M.Húmeda (gr)	40.87	40.30	42.15	
Wt+ M. Seca (gr)	34.88	34.58	36.25	
W agua (gr)	5.99	5.72	5.90	
W tara (gr)	15.50	15.50	16.00	
W M.Seca (gr)	19.38	19.08	20.25	
W(%)	30.91%	29.98%	29.14%	
N.GOLPES	12	24	30	
LIMITE PLASTICO				
TARA Nº	13	48	Promedio	
Wt+ M.Húmeda (gr)	44.52	44.56		
Wt+ M. Seca (gr)	41.01	41.03		
W agua (gr)	3.51	3.53		
W tara (gr)	25.55	25.55		
W M.Seca (gr)	15.46	15.48		
W(%)	22.7%	22.8%	22.8%	
TEMPERATURA DE SECADO				
PREPARACION DE MUESTRA				
60°C		110° C		
CONTENIDO DE HUMEDAD				
60°C		110° C		
AGUA USADA				
DESTILADA				
POTABLE				
OTRA				
LIMITE LIQUIDO (%)		30		
LIMITE PLASTICO (%)		23		
IP (%)		7		



UNIPUNTO	
Nº GOLPES	FACTOR
N	K
20	0.9734
21	0.9792
22	0.9847
23	0.9900
24	0.9951
25	1.0000
26	1.0048
27	1.0094
28	1.0138
29	1.0182
30	1.0223

OBSERVACIONES: EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

TESIS:	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 4 CANTERAS UTILIZADAS COMO MATERIAL DE
TESISTA:	Bach. Ing. Civil Ángel Jhonatan Silva Flores
Laboratorio:	GRUPO PHURA S.R.L LABORATORIO DE SUELOS DE PAVIMENTOS

RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE PEQUEÑO TAMAÑO POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MAQUINA LOS ANGELES
MTC E 207 - ASTM C 131 - AASHTO T 96

CANTERA :	Josecito (Km 10+340)		
CALICATA :	01	MUESTRA :	M - 1

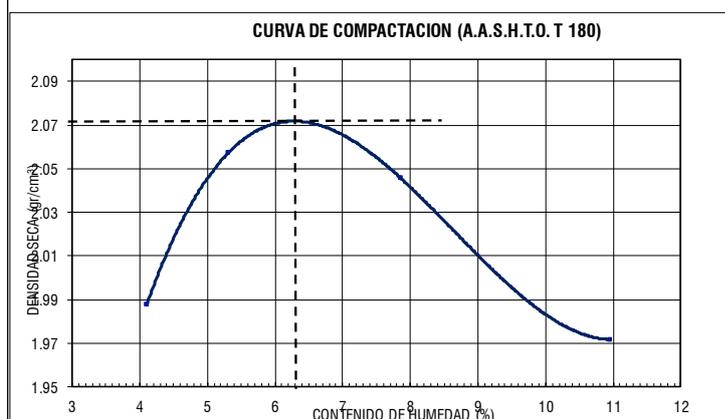
	TAMIZ		GRADACIÓN "A"	ENSAYO 01	ENSAYO 02	ENSAYO 03
	PASA	RETENIDO	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)
1 1/2"	1"	1250 ± 25	1230	1245	1240	
1"	3/4"	1250 ± 25	1265	1265	1250	
3/4"	1/2"	1250 ± 10	1255	1255	1255	
1/2"	3/8"	1250 ± 10	1250	1245	1245	
TOTAL (gr)			5000 ± 10	5000	5010	4990
RETENIDO EN EL TAMIZ N°12				3170	3125	3055
PORCENTAJE DE DESGASTE (%)				36.6	37.6	38.8
PROMEDIO				37.7		

TESIS:	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 4 CANTERAS UTILIZADAS COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN
TESISTA:	Bach. Ing. Civil Ángel Jhonatan Silva Flores
Laboratorio:	GRUPO PHURA S.R.L LABORATORIO DE SUELOS DE PAVIMENTOS

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

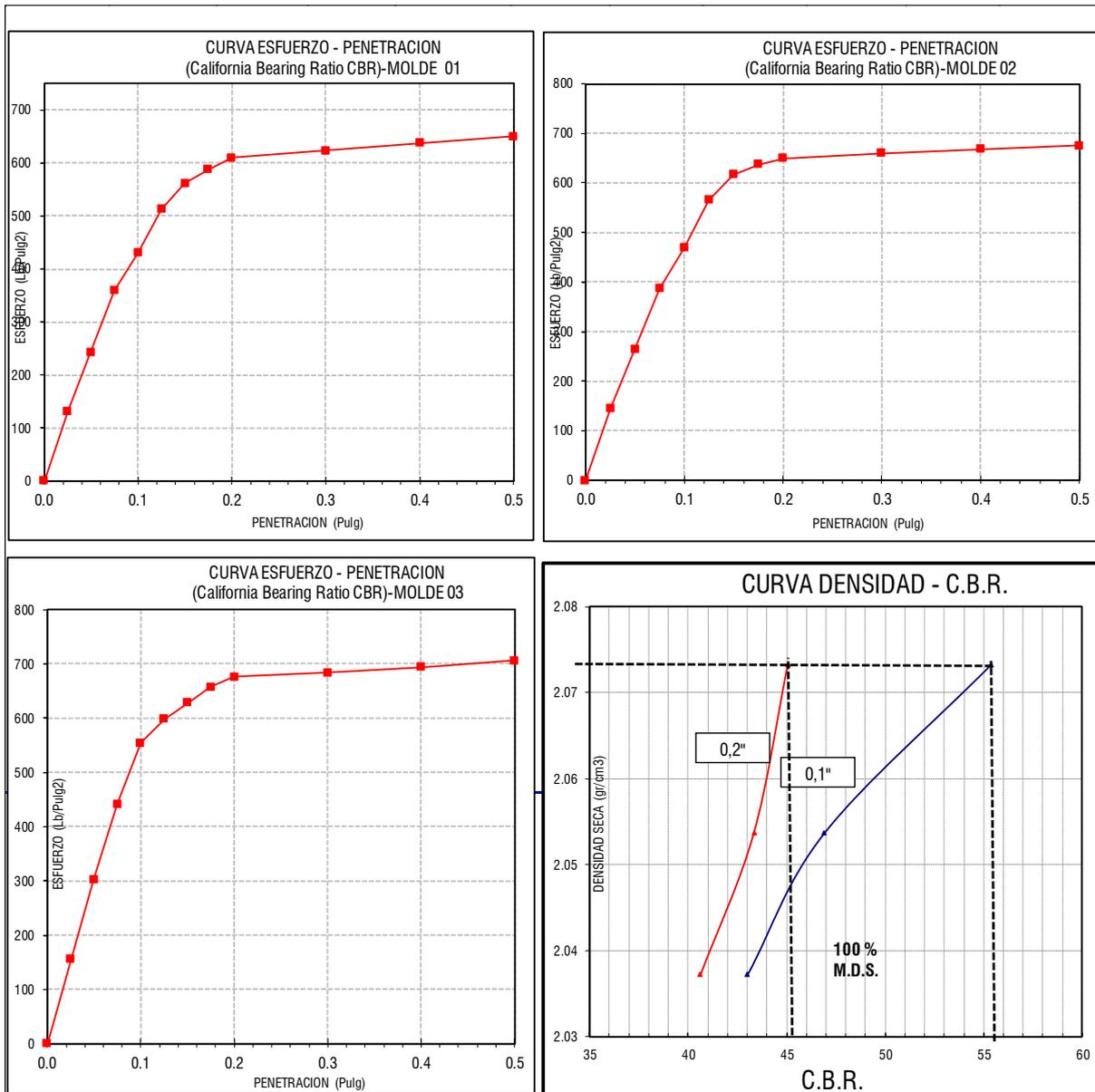
NORMA A.A.S.H.T.O. T 180				Energía de Compactación: 2700 kN-m/m3		
CANTERA :	Josecito (Km 10+340)		CALICATA :	01	MUESTRA :	M - 1

DENSIDAD	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
	N° de Capas		5	5	5	5	5	5	5
N° de Golpes por Capa		56	56	56	56	56	56	56	56
Peso Húmedo+ Molde (gr)		10508.00	10714.00	10798.00	10798.00	10798.00	10798.00	10798.00	10798.00
Peso Molde (gr)		6140.00	6140.00	6140.00	6140.00	6140.00	6140.00	6140.00	6140.00
Peso Húmedo (gr)		4368.00	4574.00	4658.00	4658.00	4658.00	4658.00	4658.00	4658.00
Volumen del Molde (cm³)		2111.05	2111.05	2111.05	2111.05	2111.05	2111.05	2111.05	2111.05
Densidad Húmeda (gr/cm³)		2.07	2.17	2.21	2.21	2.21	2.21	2.19	2.19
HUMEDAD	Numero de Tara	177	380	126	222	372	382	158	178
	Peso Húmedo + Tara (gr)	155.70	156.20	167.10	144.10	205.70	171.80	165.38	195.80
	Peso Seco + Tara (gr)	150.85	150.62	160.00	138.03	192.98	160.52	152.45	177.86
	Peso Agua (gr)	4.85	5.58	7.10	6.07	12.72	11.28	12.93	17.94
	Peso Tara (gr)	23.98	23.12	24.52	25.31	23.35	23.09	24.61	25.63
	Peso Muestra Seca (gr)	126.87	127.50	135.48	112.72	169.63	137.43	127.84	152.23
	Contenido de Humedad (%)	3.82	4.38	5.24	5.39	7.50	8.21	10.11	11.78
	C. Humedad (%) promedio	4.10		5.31		7.85		10.95	
	DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.99		2.06		2.05		1.97	



DENSIDAD SECA MAXIMA:	2.073
C. HUMEDAD OPTIMO :	6.30%
D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-
METODO DE ENSAYO :	"C"
DIAMETRO DE MOLDE :	6"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 °C
USO :	EL METODO "C", SE UTILIZA SI EL TAMIZ 3/8", RETIENE MAS DEL 20 % Y EL TAMIZ 3/4" RETIENE MENOS DEL 30 % EN PESO DEL M.

TESIS:	CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE 4 CANTERAS UTILIZADAS COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS EN LA CIUDAD DE JAÉN - DEPARTAMENTO DE									
TESISTA:	Bach. Ing. Civil Ángel Jhonatan Silva Flores									
Laboratorio:	GRUPO PHURA S.R.L LABORATORIO DE SUELOS DE PAVIMENTOS									
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.)										
A.S.T.M. D 1883										
CANTERA :	Josecito (Km 10+340)			CALICATA :	01	MUESTRA :	M - 1			
COMPACTACION C B R										
NUMERO MOLDE	1			2			3			
Altura Molde (mm)	126			126			126			
Nº Capas	5			5			5			
NºGolpes x Capa	12			25			56			
Condición de Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES
P. Húmedo + Molde (gr)	12763.0	12845.1	12751.1	12834.0	12915.4	12961.3				
Peso Molde (gr)	8215.0	8215.0	8130.0	8130.0	8180.0	8180.0				
Peso Húmedo (gr)	4548.0	4630.1	4621.1	4704.0	4735.4	4781.3				
Volumen del Molde (cm ³)	2110.60	2110.60	2123.60	2123.60	2148.70	2148.70				
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.155	2.194	2.176	2.215	2.204	2.225				
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Número de Ensayo	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
P.Húmedo + Tara (gr)	110.30	123.52	146.20	113.25	132.00	136.30	133.50	148.85	115.80	
Peso Seco + Tara (gr)	105.80	117.90	139.30	108.20	126.10	127.10	126.95	141.54	110.92	
Peso Agua (gr)	4.50	5.62	6.90	5.05	5.90	9.20	6.55	7.31	4.88	
Peso Tara (gr)	24.20	24.70	24.68	25.50	24.60	23.70	23.80	24.70	24.70	
P. Muestra Seca (gr)	81.60	93.20	114.62	82.70	101.50	103.40	103.15	116.84	86.22	
Contenido de Humedad (%)	5.51%	6.03%	6.02%	6.11%	5.81%	8.90%	6.35%	6.26%	5.66%	
C.Humedad Promedio (%)	5.77%		6.02%	5.96%		8.90%	6.30%		5.66%	
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.037		2.069	2.054		2.034	2.073		2.106	
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE Nº 1			NUMERO DE MOLDE Nº 2			NUMERO DE MOLDE Nº 3		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.050	1.270	1.01	0.050	1.270	1.01	0.040	1.016	0.81
48	2	0.090	2.286	1.81	0.100	2.540	2.02	0.080	2.032	1.61
72	3	0.120	3.048	2.42	0.120	3.048	2.42	0.110	2.794	2.22
96	4	0.180	4.572	3.63	0.170	4.318	3.43	0.170	4.318	3.43
ENSAYO CARGA - PENETRACION										
PENETRACION		MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 03		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
		Kg.	(Kg/cm ²)	(Lb/pulg ²)	Kg.	(Kg/cm ²)	(Lb/pulg ²)	Kg.	(Kg/cm ²)	(Lb/pulg ²)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	178.60	9.23	131.86	195.80	10.12	144.56	210.80	10.89	155.63
1.27	0.050	329.60	17.03	243.34	358.50	18.53	264.67	410.20	21.20	302.84
1.91	0.075	487.30	25.18	359.76	524.70	27.12	387.38	598.50	30.93	441.86
2.54	0.100	582.60	30.11	430.12	635.50	32.84	469.18	750.00	38.76	553.71
3.18	0.125	694.50	35.89	512.74	765.70	39.57	565.30	810.50	41.89	598.38
3.81	0.150	761.60	39.36	562.27	835.50	43.18	616.83	850.50	43.95	627.91
4.45	0.175	796.60	41.17	588.11	863.60	44.63	637.58	890.90	46.04	657.73
5.08	0.200	825.40	42.66	609.38	880.50	45.50	650.06	915.50	47.31	675.90
7.62	0.300	844.50	43.64	623.48	894.50	46.23	660.39	925.50	47.83	683.28
10.16	0.400	864.10	44.66	637.95	905.80	46.81	668.73	940.40	48.60	694.28
12.70	0.500	880.50	45.50	650.06	915.50	47.31	675.90	956.50	49.43	706.16



(*) Valores Corregidos					
MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg ²)	PRESION PATRON (Lb/pulg ²)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)
MOLDE 01	0.1	430.12	1000	43.01	2.04
MOLDE 02	0.1	469.18	1000	46.92	2.05
MOLDE 03	0.1	553.71	1000	55.37	2.07
MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg ²)	PRESION PATRON (Lb/pulg ²)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)
MOLDE 01	0.2	609.38	1500	40.63	2.04
MOLDE 02	0.2	650.06	1500	43.34	2.05
MOLDE 03	0.2	675.90	1500	45.06	2.1
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (A.S.T.M. D 1557)			VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)		
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm ³)	:	2.073	C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. (0,1")=	55.89%	
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%)	:	6.30	C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. (0,2")=	45.86%	
OBSERVACIONES:		PERIODO DE SUMERGIDO:	04 DIAS		

Tablas de resultados obtenidos de la Cantera Olano.

TESIS:	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 4 CANTERAS UTILIZADAS COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS EN LA CIUDAD DE JAÉN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA										
TESISTA:	Bach. Ing. Civil Ángel Jhonatan Silva Flores										
Laboratorio:	GRUPO PHURA S.R.L LABORATORIO DE SUELOS DE PAVIMENTOS										
Datos del muestreo											
Cantera :	Olano (Km 4+020)			Calicata:	C-1		Muestra:	M-1			
METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO - A.S.T.M. D 6913											
EL ENSAYO SE REALIZO BAJO LOS PARAMETROS DEL MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES E 204											
FRACCION GRUESA	TAMIZ		P.RET	P.RET	% PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	% PORCENTAJE RETENIDO ACUMULATIVO	PORCENTAJE QUE PASA	MUESTRA TOTAL HUMEDA			
	Nº	ABERTURA(mm)	PARCIAL	ACUMULADO				TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110º C	
	3"	75.00	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	FACTOR PARA PESO RETENIDO EN FRACCIÓN FINA			
	2 1/2"	63.00	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0				
	2"	50.80	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0				
	1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0				
	1"	25.40	350.9	350.9	5.0	5.0	95.0				
	3/4"	19.00	420.8	771.7	6.0	11.0	89.0				
	1/2"	12.50	525.7	1297.4	7.5	18.6	81.4	MUESTRA TOTAL SECA			
	3/8"	9.50	631.4	1928.9	9.0	27.6	72.4	PESO TOTAL MUESTRA SECA ≥ Nº 4 (gr)			
	1/4"	6.35	1049.6	2978.5	15.0	42.6	57.4				
	Nº4	4.75	646.4	3624.8	9.3	51.9	48.13				PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)
	FRACCION FINA	Nº 10	2.00	46.5	4406.7	11.2	63.1	36.9	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		
Nº 20		0.85	35.7	5006.9	8.6	71.7	28.3	ANALISIS FRACCION GRUESA			
Nº 40		0.43	26.8	5457.5	6.4	78.1	21.9	TOTAL	W G =	3625	
Nº 60		0.25	20.9	5808.9	5.0	83.1	16.9	ANALISIS FRACCION FINA			
Nº 140		0.106	34.5	6389.0	8.3	91.4	8.6	% QUE PASA	MALLA Nº4	48.13	
Nº 200		0.08	8.1	6525.2	1.9	93.4	6.6	FRACCIÓN SECA	S =	200.0	
PASA LA Nº200		--	27.5	6987.6	6.6	100.0					
TOTAL				6987.6							

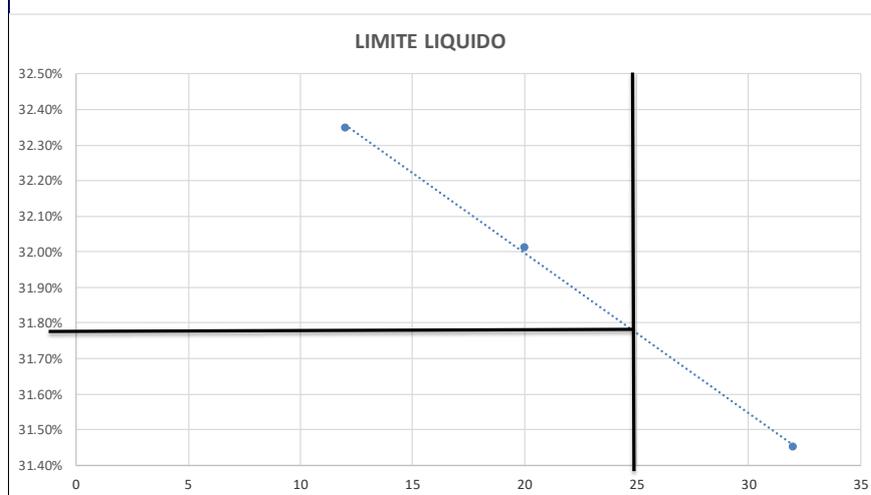
(CURVA GRANULOMETRICA A.A.S.H.T.O.T. 88) - HUSO A - 1									
D60 =	7.35	D30 =	1.41	D10 =	0.15				
Cu =		Cc =	1.80						

CLASIFICACIÓN:	DE LA MUESTRA REPRESENTATIVA SE OBTUVO UN TIPO DE SUELO A-2-4(0)
OBSERVACIONES:	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGÚN LA NORMA (A.S.T.M. D 2487 - STANDARD CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES) - AASTHO

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (A.S.T.M. D 2216 - MTC E 108)			
CANTERA :	Olano (Km 4+020)		
CALICATA :	01		
MUESTRA :	M - 1		
ENSAYO :	1	2	3
W (tara + M.Húmeda) gr	218.14	221.14	221.06
W (tara + M Seca) gr	203.10	205.14	202.22
W agua (gr)	15.04	16.00	18.84
W tara (gr)	25.50	25.50	25.50
W Muestra Seca (gr)	177.60	179.64	176.72
W(%)	8.47%	8.91%	10.66%
W (%) Promedio :	9.35%		

TESIS:	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 4 CANTERAS UTILIZADAS COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS EN LA CIUDAD DE JAÉN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA
TESISTA:	Bach. Ing. Civil Ángel Jhonatan Silva Flores
Laboratorio:	GRUPO PHURA S.R.L LABORATORIO DE SUELOS DE PAVIMENTOS

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS (A.S.T.M. D 4318 - MTC E 110 , MTC E 111)																														
CANTERA :	Olano (Km 4+020)																													
CALICATA :	01	MUESTRA :	M - 1																											
LIMITE LIQUIDO																														
TARA Nº	45	48	62	<table border="1"> <tr><td colspan="2">TEMPERATURA DE SECADO</td></tr> <tr><td colspan="2">PREPARACION DE MUESTRA</td></tr> <tr><td>60°C</td><td>110° C</td></tr> <tr><td colspan="2">CONTENIDO DE HUMEDAD</td></tr> <tr><td>60°C</td><td>110° C</td></tr> <tr><td colspan="2">AGUA USADA</td></tr> <tr><td colspan="2">DESTILADA</td></tr> <tr><td colspan="2">POTABLE</td></tr> <tr><td colspan="2">OTRA</td></tr> <tr><td colspan="2"> </td></tr> <tr><td>LIMITE LIQUIDO (%)</td><td>32</td></tr> <tr><td>LIMITE PLASTICO (%)</td><td>25</td></tr> <tr><td>IP (%)</td><td>7</td></tr> </table>	TEMPERATURA DE SECADO		PREPARACION DE MUESTRA		60°C	110° C	CONTENIDO DE HUMEDAD		60°C	110° C	AGUA USADA		DESTILADA		POTABLE		OTRA				LIMITE LIQUIDO (%)	32	LIMITE PLASTICO (%)	25	IP (%)	7
TEMPERATURA DE SECADO																														
PREPARACION DE MUESTRA																														
60°C	110° C																													
CONTENIDO DE HUMEDAD																														
60°C	110° C																													
AGUA USADA																														
DESTILADA																														
POTABLE																														
OTRA																														
LIMITE LIQUIDO (%)	32																													
LIMITE PLASTICO (%)	25																													
IP (%)	7																													
Wt+ M.Húmeda (gr)	41.89	42.14	43.21																											
Wt+ M. Seca (gr)	35.44	35.68	36.58																											
W agua (gr)	6.45	6.46	6.63																											
W tara (gr)	15.50	15.50	15.50																											
W M.Seca (gr)	19.94	20.18	21.08																											
W(%)	32.35%	32.01%	31.45%																											
N.GOLPES	12	20	32																											
LIMITE PLASTICO																														
TARA Nº	13	48	Promedio																											
Wt+ M.Húmeda (gr)	39.99	40.03																												
Wt+ M. Seca (gr)	37.14	37.15																												
W agua (gr)	2.85	2.88																												
W tara (gr)	25.50	25.50																												
W M.Seca (gr)	11.64	11.65																												
W(%)	24.5%	24.7%	24.6%																											



UNIPUNTO	
Nº GOLPES	FACTOR
N	K
20	0.9734
21	0.9792
22	0.9847
23	0.9900
24	0.9951
25	1.0000
26	1.0048
27	1.0094
28	1.0138
29	1.0182
30	1.0223

OBSERVACIONES:	EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.
-----------------------	---

TESIS:	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 4 CANTERAS UTILIZADAS COMO MATERIAL DE
TESISTA:	Bach. Ing. Civil Ángel Jhonatan Silva Flores
Laboratorio:	GRUPO PHURA S.R.L LABORATORIO DE SUELOS DE PAVIMENTOS

RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE PEQUEÑO TAMAÑO POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MAQUINA LOS ANGELES
MTC E 207 - ASTM C 131 - AASHTO T 96

CANTERA :	Olano (Km 4 +020)		
CALICATA :	01	MUESTRA :	M - 1

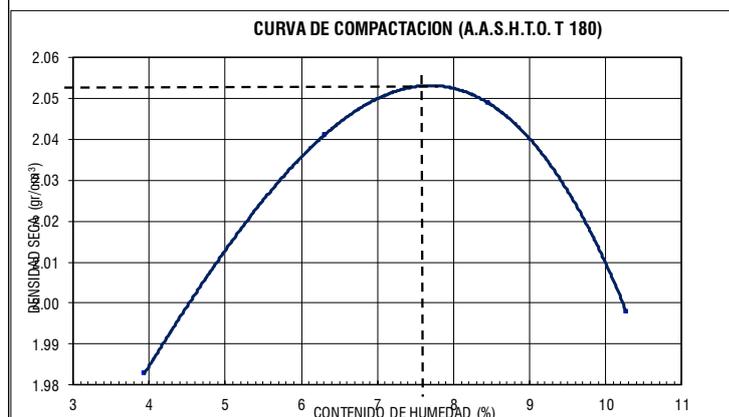
	TAMIZ		GRADACIÓN "A"	ENSAYO 01	ENSAYO 02	ENSAYO 03
	PASA	RETENIDO	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)
1 1/2"	1"	1250 ± 25	1250	1265	1260	
1"	3/4"	1250 ± 25	1255	1245	1250	
3/4"	1/2"	1250 ± 10	1245	1250	1245	
1/2"	3/8"	1250 ± 10	1240	1240	1250	
TOTAL (gr)			4990	5000	5005	
RETENIDO EN EL TAMIZ N°12			3450	3545	3590	
PORCENTAJE DE DESGASTE (%)			30.9	29.1	28.3	
PROMEDIO			29.4			

TESIS:	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 4 CANTERAS UTILIZADAS COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN
TESISTA:	Bach. Ing. Civil Ángel Jhonatan Silva Flores
Laboratorio:	GRUPO PHURA S.R.L LABORATORIO DE SUELOS DE PAVIMENTOS

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180				Energía de Compactación: 2700 kN-m/m3			
CANTERA :	Olano (Km 4 +020)	CALICATA :	01	MUESTRA :	M - 1		

DENSIDAD	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
	N° de Capas		5		5		5		5
N° de Golpes por Capa		56		56		56		56	
Peso Húmedo + Molde (gr)		10510.00		10740.00		10850.00		10810.00	
Peso Molde (gr)		6159.00		6159.00		6159.00		6159.00	
Peso Húmedo (gr)		4351.00		4581.00		4691.00		4651.00	
Volumen del Molde (cm³)		2111.05		2111.05		2111.05		2111.05	
Densidad Húmeda (gr/cm³)		2.06		2.17		2.22		2.20	
HUMEDAD	Numero de Tara	177	380	126	222	372	382	158	178
	Peso Húmedo + Tara (gr)	155.44	156.06	168.66	145.05	207.35	172.10	165.38	193.73
	Peso Seco + Tara (gr)	150.85	150.62	160.00	138.03	192.98	160.52	152.45	177.86
	Peso Agua (gr)	4.59	5.44	8.66	7.02	14.37	11.58	12.93	15.87
	Peso Tara (gr)	23.98	23.12	24.52	25.31	23.35	23.09	24.61	25.63
	Peso Muestra Seca (gr)	126.87	127.50	135.48	112.72	169.63	137.43	127.84	152.23
	Contenido de Humedad (%)	3.62	4.27	6.39	6.23	8.47	8.43	10.11	10.43
	C. Humedad (%) promedio	3.94		6.31		8.45		10.27	
	DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.98		2.04		2.05		2.00	



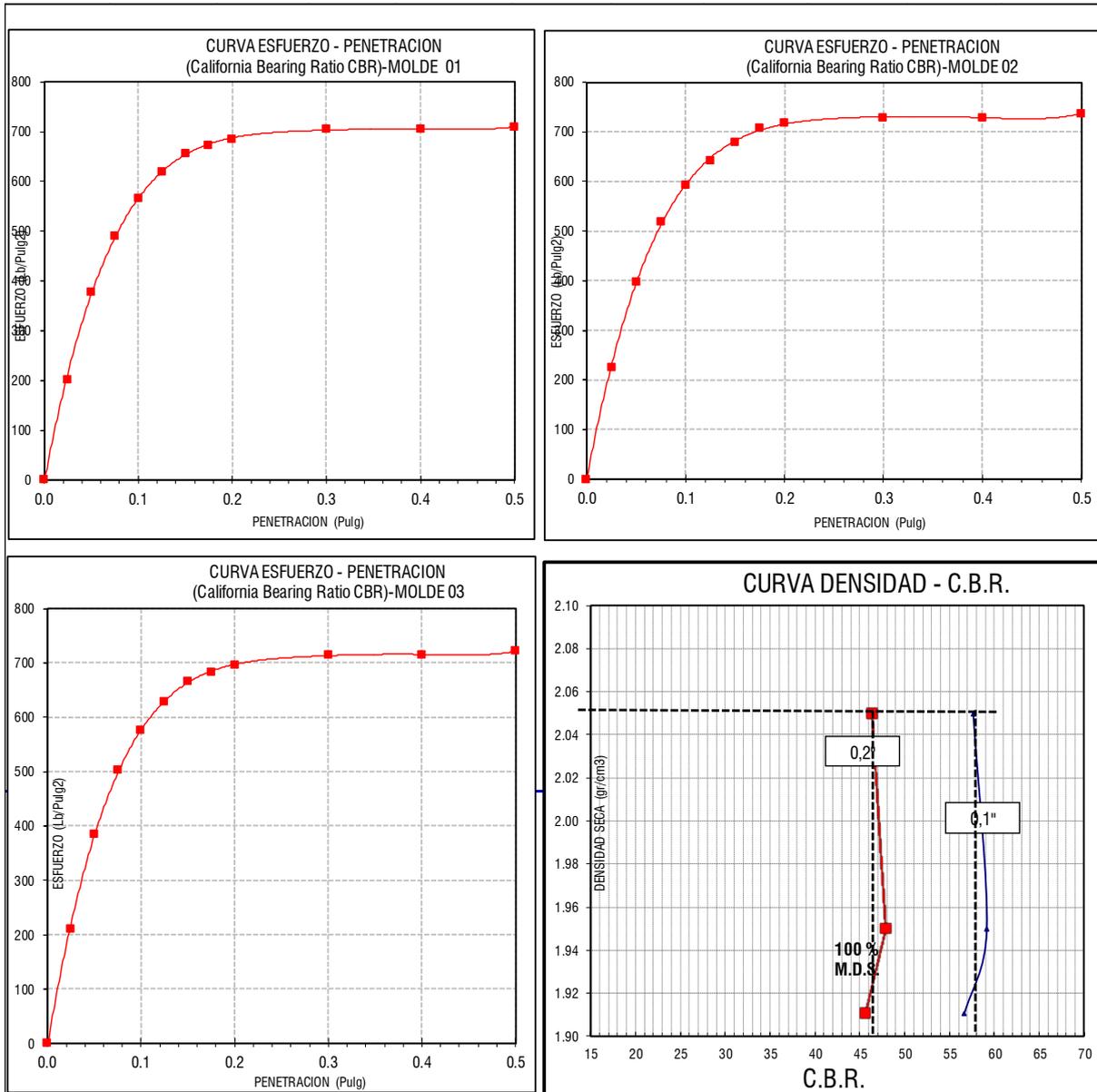
DENSIDAD SECA MAXIMA:	2.050
C. HUMEDAD OPTIMO :	7.60%

D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-

METODO DE ENSAYO :	"C"
DIAMETRO DE MOLDE :	6"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 °C

USO :	EL METODO "C", SE UTILIZA SI EL TAMIZ 3/8", RETIENE MAS DEL 20 % Y EL TAMIZ 3/4" RETIENE MENOS DEL 30 % EN PESO DEL M.
--------------	--

TESIS:	CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE 4 CANTERAS UTILIZADAS COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS EN LA CIUDAD DE JAÉN - DEPARTAMENTO DE									
TESISTA:	Bach. Ing. Civil Ángel Jhonatan Silva Flores									
Laboratorio:	GRUPO PHURA S.R.L LABORATORIO DE SUELOS DE PAVIMENTOS									
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.)										
A.S.T.M. D 1883										
CANTERA :	Olano (Km 4+020)			CALICATA :	01		MUESTRA :	M - 1		
COMPACTACION C B R										
NUMERO MOLDE	1			2			3			
Altura Molde (mm)	126			126			126			
Nº Capas	5			5			5			
NºGolpes x Capa	12			25			56			
Condición de Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES		
P. Húmedo + Molde (gr)	11500.0	11600.0	11952.0	12100.0	11735.0	11953.0				
Peso Molde (gr)	7132.0	7132.0	7494.0	7494.0	7109.0	7109.0				
Peso Húmedo (gr)	4368.0	4468.0	4458.0	4606.0	4626.0	4844.0				
Volumen del Molde (cm ³)	2121.05	2121.05	2129.58	2129.58	2098.51	2098.51				
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.059	2.107	2.093	2.163	2.204	2.308				
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Número de Ensayo	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
P.Húmedo + Tara (gr)	171.52	157.48	99.86	185.83	170.19	91.92	177.05	186.53	98.86	
Peso Seco + Tara (gr)	160.80	148.00	92.89	174.72	160.24	85.12	165.95	175.37	90.93	
Peso Agua (gr)	10.72	9.48	6.97	11.11	9.95	6.80	11.10	11.16	7.93	
Peso Tara (gr)	25.32	23.97	13.77	24.70	24.70	13.83	22.89	23.26	13.89	
P. Muestra Seca (gr)	135.48	124.03	79.12	150.02	135.54	71.29	143.06	152.11	77.04	
Contenido de Humedad (%)	7.91%	7.64%	8.81%	7.41%	7.34%	9.54%	7.76%	7.34%	10.29%	
C.Humedad Promedio (%)	7.78%		8.81%	7.37%		9.54%	7.55%		10.29%	
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.911		1.936	1.950		1.975	2.050		2.093	
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE Nº 1			NUMERO DE MOLDE Nº 2			NUMERO DE MOLDE Nº 3		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.060	1.524	1.21	0.050	1.270	1.01	0.050	1.270	1.01
48	2	0.100	2.540	2.02	0.100	2.540	2.02	0.080	2.032	1.61
72	3	0.130	3.302	2.62	0.110	2.794	2.22	0.110	2.794	2.22
96	4	0.190	4.826	3.83	0.170	4.318	3.43	0.160	4.064	3.23
ENSAYO CARGA - PENETRACION										
PENETRACION		MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 03		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
		Kg.	(Kg/cm ²)	(Lb/pulg ²)	Kg.	(Kg/cm ²)	(Lb/pulg ²)	Kg.	(Kg/cm ²)	(Lb/pulg ²)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	274.00	14.16	201.40	305.00	15.76	225.18	284.50	14.70	210.04
1.27	0.050	513.50	26.54	377.45	537.50	27.78	396.83	520.50	26.90	384.27
1.91	0.075	668.00	34.52	491.02	703.00	36.33	519.01	680.50	35.17	502.40
2.54	0.100	770.80	39.83	566.58	801.80	41.44	591.95	780.80	40.35	576.45
3.18	0.125	841.30	43.48	618.40	869.90	44.96	642.23	850.60	43.96	627.98
3.81	0.150	893.30	46.17	656.62	919.10	47.50	678.55	901.20	46.57	665.34
4.45	0.175	915.80	47.33	673.16	957.80	49.50	707.12	926.30	47.87	683.87
5.08	0.200	931.50	48.14	684.70	973.70	50.32	718.86	942.50	48.71	695.83
7.62	0.300	960.05	49.61	705.69	986.85	51.00	728.57	968.55	50.05	715.06
10.16	0.400	958.07	49.51	704.23	987.77	51.05	729.25	968.57	50.06	715.08
12.70	0.500	966.00	49.92	710.06	998.40	51.60	737.10	977.40	50.51	721.59



(*) Valores Corregidos						
MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (gr/cm3)	
MOLDE 01	0.1	566.58	1000	56.66	1.91	
MOLDE 02	0.1	591.95	1000	59.20	1.95	
MOLDE 03	0.1	576.45	1000	57.64	2.05	
MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (gr/cm3)	
MOLDE 01	0.2	684.70	1500	45.65	1.91	
MOLDE 02	0.2	718.86	1500	47.92	1.95	
MOLDE 03	0.2	695.83	1500	46.39	2.05	
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (A.S.T.M. D 1557)			VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)			
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3) :		2.050	C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. (0.1")=		57.94%	
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :		7.60	C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. (0.2")=		46.20%	
OBSERVACIONES:		PERIODO DE SUMERGIDO:	04 DIAS			

CONSTANCIA

El que suscribe es, **LUIS ANTONIO PATIÑO HUMBO**, identificado con **DNI N° 48450422**, en calidad de Gerente General de “**GRUPO PHURA S.R.L**” con Numero de Ruc: 20606473835 **LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**, con certificación INDECOPI: 00126358, empresa dedicada al servicios de estudios geotécnicos, geológicos, geofísicos, de mecánica de suelos, de tecnología del concreto y asfalto, hidrológicos, hidráulicos, de impacto ambiental y control de calidad en obras de ingeniería, desde la fecha 27 de noviembre de 2020.

HACE CONSTAR:

Que el **BACH. ANGEL JHONATAN SILVA FLORES**, identificado con **DNI N° 73468129**, ex alumno de la escuela académico profesional de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Cajamarca; ha realizado trabajos en el **LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR**, para la tesis titulada: “**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 4 CANTERAS UTILIZADAS COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS EN LA CIUDAD DE JAÉN - DEPARTAMENTO DE CAJARMARCA**” llevándose a cabo las siguientes actividades:

- Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422, MTC E107.
- Limite liquido malla N° 40 ASTM D – 4318, MTC E110.
- Limite plástico malla N° 40 ASTM D – 4318, MTC E111.
- Clasificación de suelos AASHTO M-145, ASTM D-3282.
- Clasificación SUCS ASTM D-2848
- California Bearing ratio (CBR) ASTM D-1883, MTC E 132.
- Ensayo de Abrasión de los Ángeles ASTM C-131, MTC E 207.
- Proctor Modificado ASTM D-1557, MTC E 115.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado.

Jaén, 28 de mayo del 2023.



GRUPO PHURA S.R.L.
LUIS ANTONIO PATIÑO HUMBO
GERENTE GENERAL
DNI 48450422



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00126358

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 022776-2020/DSD - INDECOPI de fecha 27 de noviembre de 2020, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : servicios de estudio de mecánica de suelos, estudio de pavimentos, estudios de geología y geotecnia, estudio de análisis de agua, estudio de canteras, diseño de mezclas de concreto y asfalto, control de calidad en obra y laboratorio, proyectos de ingeniería

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0863482-2020

Titular : GRUPO PHURA S.R.L.

País : Perú

Vigencia : 27 de noviembre de 2030

Tomo : 0632

Folio : 172

Director
Dirección de Signos Distintivos
INDECOPI



GRUPO PHURA
Laboratorio de suelos y Pavimentos



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento:60mzo2a2bz

Pág. 1 de 1



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS

RESOLUCIÓN N° 022776-2020/DSD-INDECOPI

EXPEDIENTE: 863482-2020
SOLICITANTE: GRUPO PHURA S.R.L.
Lima, 27 de noviembre de 2020

1. ANTECEDENTES:

Con fecha 22 de septiembre de 2020, GRUPO PHURA S.R.L., de Perú, solicita el registro de marca de servicio constituida por la denominación LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo, para distinguir servicios de la Clase 42 de la Clasificación Internacional.

2. EXAMEN DE REGISTRABILIDAD:

Realizado el examen de registrabilidad del signo solicitado con relación a los servicios que pretende distinguir, y habiendo tenido a la vista la totalidad de antecedentes fonéticos y figurativos en la clase solicitada, se concluye que cumple con los requisitos previstos en el artículo 134 de la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial, y no se encuentra comprendido en las prohibiciones señaladas en los artículos 135 y 136 del dispositivo legal referido.

La presente Resolución se emite en aplicación de las normas legales antes mencionadas y en uso de las facultades conferidas por los artículos 36, 40 y 41 de la Ley de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI sancionada por Decreto Legislativo N° 1033, concordante con el artículo 4.2 del Decreto Legislativo N° 1075, de acuerdo a las modificaciones introducidas al mismo por los Decretos Legislativos N°s 1309 y 1397.

3. DECISIÓN DE LA DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS:

INSCRIBIR en el Registro de Marcas de servicio de la Propiedad Industrial, a favor de GRUPO PHURA S.R.L., de Perú, la marca de servicio constituida por la denominación LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo que se consignará en el certificado correspondiente; para distinguir servicios de estudio de mecánica de suelos, estudio de pavimentos, estudios de geología y geotecnia, estudio de análisis de agua, estudio de canteras, diseño de mezclas de concreto y asfalto, control de calidad en obra y laboratorio, proyectos de ingeniería, de la Clase 42 de la Clasificación Internacional.



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: **j2122s0dt8**

Pág. 1 de 2



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

El presente registro queda bajo el amparo de ley por el plazo de diez años, contado a partir de la fecha de la presente Resolución.

Regístrese y Comuníquese

ALEXANDER MARTIN OSORIO ROMERO
DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS
INDECOPI

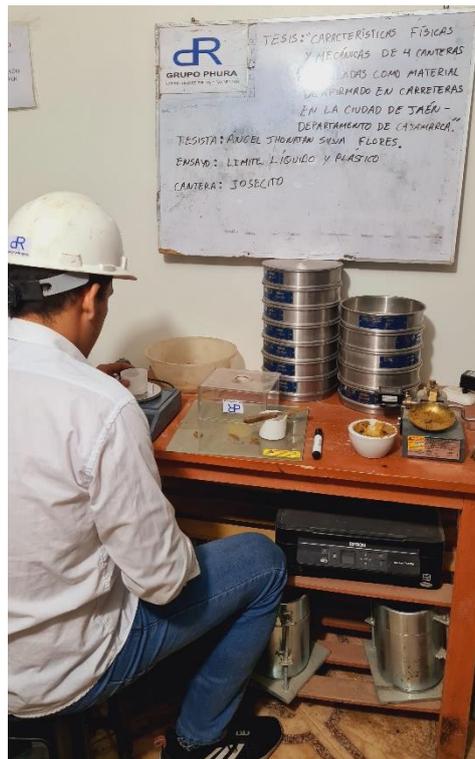
PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 01. Realización del ensayo análisis granulométrico por tamizado de la Cantera Azula.



Fotografía 02. Realización del ensayo de Límite líquido y plástico en la Copa Casagrande de la Cantera Arenera Jaén.



Fotografía 03. Realización del ensayo de Límite líquido y plástico en la Copa Casagrande de la Cantera Josecito.



Fotografía 04. Realización del ensayo de Límite líquido y plástico en la Copa Casagrande de la Cantera Olano.



Fotografía 05. Realización del ensayo de Proctor Modificado de la Cantera Azula.



Fotografía 06. Realización del procedimiento del ensayo de Proctor Modificado de la Cantera Olano.



Fotografía 07. Realización del procedimiento del ensayo de CBR de la Cantera Arenera Jaén.



Fotografía 08. Realización del procedimiento del ensayo de Desgaste por abrasión en la Máquina de Los Ángeles de la Cantera Josecito.



Fotografía 09. Realización del procedimiento del ensayo de Desgaste por abrasión en la Máquina de Los Ángeles de la Cantera Olano.