Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN TARAPOTO - PERU

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú.
Vea una copia de esta licencia en
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/

Obra publicada con autorización del autor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Influencia del índice plástico en el contenido óptimo de humedad en suelos arcillosos aplicado en afirmado de carreteras en el distrito de Lamas, provincia de Lamas, región San Martin

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR:

Jesus Manuel Saldaña Vasquez

ASESOR:

Ing. M. Sc. Santiago Chavez Cachay

Tarapoto - Perú

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Influencia del índice plástico en el contenido óptimo de humedad en suelos arcillosos aplicado en afirmado de carreteras en el distrito de Lamas, provincia de Lamas, región San Martin

AUTOR:

Jesus Manuel Saldaña Vasquez

Sustentada y aprobada el día 21 de Julio del 2022, ante el honorable jurado:

.....	.....
Ing. Máximo Alcibiades Vilca Cotrina	**Ing. Carlos Segundo Huamán Torrejón**
Presidente	**Secretario**
.....	.....
Ing. M. Sc. Rubén del Águila Panduro	**Ing. M. Sc. Santiago Chavez Cachay**
Vocal	**Asesor**

Declaratoria de Autenticidad

Yo, **Jesus Manuel Saldaña Vasquez**, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, en la Escuela profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de San Martín Tarapoto, identificado con **DNI N° 48701428**, con la tesis titulada **"Influencia del índice plástico en el contenido óptimo de humedad en suelos arcillosos aplicado en afirmado de carreteras en el distrito de Lamas, provincia de Lamas, región San Martin"**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados, ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 21 de Julio del 2022

.....

Jesus Manuel Saldaña Vasquez
DNI N° 48701428

Declaración jurada

Yo, **Jesus Manuel Saldaña Vasquez**, identificado con **DNI N° 48701428**, domicilio legal **Jr. Daniel Alcides Carrión N° 212 - Lamas**, a efecto de cumplir con las Disposiciones Vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, DECLARO BAJO JURAMENTO, que todos los documentos, datos e información de la presente tesis y/o Informe de Ingeniería, son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las Normas Académicas de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto.

Tarapoto, 21 de Julio del 2022

.....

Jesus Manuel Saldaña Vasquez
DNI N° 48701428

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: SALDAÑA VASQUEZ JESUS MANUEL	
Código de alumno : 48701428	**Teléfono:** 945813810
Correo electrónico : mathios_15@hotmail.com	**DNI:** 48701428

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de:	INGENIERÍA CIVIL

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

4. Datos del Trabajo de investigación

Titulo :	INFLUENCIA DEL INDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN
Año de publicación:	2022

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

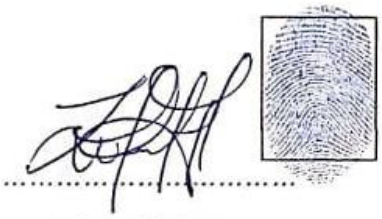
7. **Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS***

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegraa todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI **"Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".**



Firma del Autor

---

8. **Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM.**

Fecha de recepción del documento.

02 / 09 / 2022

Ing. Grecia Vanessa Fachin Ruíz

Responsable

***Acceso abierto**: uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

****Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

A DIOS

Por destellar el camino de mi existencia.

A MIS PADRES Y HERMANOS

Con eterno agradecimiento por saber encaminarme y apoyarme en cada momento a lo extenso de mi existencia, hasta concretar el deseo de ser profesional.

A MI ESPOSA

A mi esposa por hacer de los momentos difíciles una simple enseñanza más, por tanto, amor y paciencia que pude tener.

A MIS AMIGOS

A mis amigos por todo el apoyo brindado, por las aventuras y exploraciones a nuevos lugares en busca de la naturaleza.

Agradecimiento

A Dios, por el libre albedrío que se nos fue dado, por acompañarnos constantemente, aunque la humanidad no se lo merezca y por haber intentado guiarnos por el camino del bien para así poder iluminarnos; por la sabiduría mostrada en el camino de mi formación; por ser el soporte en los momentos de angustia y debilidad; por la inmensa misericordia que nos muestra en toda nuestra vida.

A mi Esposa Olinda Gianina Soria Bardales, por el apoyo inmutable en el progreso de mi tesis.

A mis Padres José Mamberto Saldaña Visalot y Mily Yaneth Vásquez Cabrera, por velar mi bienestar durante todo mi desarrollo académico.

A mi asesor el Ing. M. Sc. Santiago Chavez Cachay, por ser mi guía en el desarrollo de este trabajo de investigación.

A todos los docentes de mi alma mater, quienes con su conocimiento y experiencia fueron los responsables de mi formación académica.

A la Universidad Nacional de San Martín sede Tarapoto por brindarme la posibilidad de una formación de calidad.

Índice

Dedicatoria vi
Agradecimiento vii
Índice de tablas xi
Índice de Ilustraciones xii
Resumen xiv
Abstract xiv
Introducción 1
CAPITULO I 2
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 2
1.1 Antecedentes de la Investigación 2
1.1.1 Antecedentes internacionales. 2
1.1.2 Antecedentes Nacionales. 2
1.1.3 Antecedentes Locales. 2
1.2 Bases Teóricas 3
1.2.1. Generalidades 3
1.2.2. Límites de Atterberg 3
1.2.3. Plasticidad y Límites de Consistencia 4
1.2.4 Utilización de los Límites de Atterberg 5
1.2.6 Límite Líquido 6
1.2.7 La Curva de Flujo 7
1.2.8 Secado 10
1.2.9 Acanalador 11
1.2.10 Límite Plástico 11
1.2.11 Análisis Granulométrico 12
1.2.12 Clasificación e Identificación de Suelos 12
1.2.13 Compactación 15
1.2.14 Contenido de Humedad Óptima 17
1.2.15 Densidad 17
1.2.16 Afirmado 17
1.2.17 Materiales 18
1.3 Definición de términos básicos 19
CAPITULO II 21
MATERIAL Y METODOS 21

2.1 Planteamiento de Problema.....21
2.2 Formulación del problema.....21
2.3 Objetivos.....21
2.3.1 Objetivo General.....21
2.3.2 Objetivos Específicos.....22
2.4 Justificación De La Investigación.....22
2.5 Limitaciones.....22
2.6 Hipótesis.....23
2.7 Sistema de variables.....23
2.7.1 Variable Independientes:.....23
2.7.2 Variable Dependiente:.....23
2.8 Operacionalización de variables.....23
2.9 Tipo y nivel de investigación.....23
2.9.1. Tipo de Investigación.....23
2.9.2. Nivel de Investigación.....24
2.10 Diseño de investigación.....24
2.11 Población y muestra.....24
2.11.1 Población.....24
2.11.2 Muestra.....25
2.12 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....25
2.12.1 Instrumentos Bibliográficos.....25
2.12.2 Instrumentos de laboratorio.....25
2.12.3 Metodologías.....25
2.13 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....26
2.13.1 Recopilación de información.....26
2.13.2 Reconocimiento en campo.....26
2.13.3 Trabajo realizado en campo.....26
2.13.3.1 Exploración de Calicatas.....26
2.13.4 Ensayos De Laboratorio.....27
2.13.4.1 Ensayo de Contenido de Humedad Natural.....27
2.13.4.2 Ensayo de Análisis Granulométrico.....28
2.13.4.3 Ensayo de Límite Liquido.....29
2.13.4.4 Ensayo de Límite Plástico.....31
2.13.4.5 Ensayo Compactación Próctor Modificado.....32
2.14 Materiales y métodos.....33

2.14.1 Materiales.....33
2.14.2 Método. 33
CAPITULO III:.....34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 34
3.1 Resultado de la investigación.....34
3.1.1 Ubicación de Calicatas en el distrito de Lamas 34
3.1.2 Resultados del Contenido de Humedad.....35
3.1.3 Resultados de la Composición del Análisis Granulométrico 35
3.1.4 Resultados de los Límites de consistencia.....36
3.1.5 Resultados de La Clasificación de suelos.....37
3.1.6 Resultados de la compactación del Proctor modificado.....38
3.1.7 Resultados de la compactación del Proctor modificado.....38
3.2 Análisis suelos arcillosos de alta plasticidad. 39
3.3 Análisis suelos arcillosos de baja plasticidad. 40
3.4 Análisis de la información 41
3.5 Discusión de los resultados.....42
3.5.1 Propiedades granulométricas 42
3.5.2 Límites de Atterberg.....49
CONCLUSIONES 50
RECOMENDACIONES 51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....52
ANEXOS.....53
ANEXO 1: Constancia de Ejecución de Ensayos de Laboratorio 53
ANEXO 2: Estudio de Mecánica de Suelos: Ensayos de Laboratorio.....54
ANEXO 3: Panel Fotográfico.....127

Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables.…….....23

Tabla 2 Ubicación de las calicatas……..34

Tabla 3 Resumen de la obtención del contenido de humedad natural……....35

Tabla 4 Resumen de las características granulométricas……35

Tabla 5 Resumen de los Límites de Consistencia……...36

Tabla 6 Resumen de La clasificación de suelos……..37

Tabla 7 Resumen del Proctor Modificado……...38

Tabla 8 Resumen general de las características de los suelos…….....38

Tabla 9 Resumen general de las características de los suelos arcillosos de alta plasticidad ……..39

Tabla 10 Resumen general de las características de los suelos arcillosos de baja plasticidad ……..40

Tabla 11 Comparación de los requisitos de calidad de los Limites de Atterberg……...49

Índice de Figuras

Figura 1: Límites de Atterberg. (Fuente: Manual Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona, 1999)..... 3

Figura 2: Trayectoria humedad - volumen de la muestra amasada. (Fuente: Manual Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona, 1999)..... 4

Figura 3: Deslizamiento de un suelo en el límite líquido. (Shuan, 2004)..... 7

Figura 4: Curva de flujo del límite líquido. (Norman, 1958)..... 8

Figura 5: Factor de corrección del Límite Líquido (Eden, 1959, p. 170)..... 9

Figura 6: Acanalador de la ASTM (izquierda) y acanalador de Casagrande (derecha). (Eden, 1959)..... 11

Figura 7: Clasificación de Suelos Según Sistema AASHTO (Mora, 1958)..... 13

Figura 8: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) (Mora, 1958)..... 14

Figura 9: Carta de plasticidad para clasificación de suelos de partículas finas. (Mora, S. 1988)..... 15

Figura 10: Parámetros para el Próctor Modificado. (Shuan, 2004)..... 16

Figura 11: Determinación del Método a Utilizar Próctor Modificado (Shuan, 2004).... 16

Figura 12: Los requisitos de calidad que deben cumplir los materiales. (Fuente: Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, 2013)..... 19

Figura 13: Curva aplicativa contenido de humedad óptima vs índice de plasticidad para arcillas de alta plasticidad. (Fuente: Elaboración Propia, 2022)..... 40

Figura 14: Curva aplicativa contenido de humedad óptima vs índice de plasticidad para arcillas de baja plasticidad. (Fuente: Elaboración Propia, 2022)..... 41

Figura 15: Comparación de los requisitos de calidad del análisis granulométrico parte I. (Fuente: Elaboración propia, 2022)..... 43

Figura 16: Comparación de los requisitos de calidad del análisis granulométrico parte II. (Fuente: Elaboración propia, 2022)..... 44

Figura 17: Comparación de los requisitos de calidad del análisis granulométrico parte III. (Fuente: Elaboración propia, 2022)..... 45

Figura 18: Comparación de los requisitos de calidad del análisis granulométrico parte IV. (Fuente: Elaboración propia, 2022) 46

Figura 19: Comparación de los requisitos de calidad del análisis granulométrico parte V. (Fuente: Elaboración propia, 2022) 47

Figura 20: Comparación de los requisitos de calidad del análisis granulométrico parte VI. (Fuente: Elaboración propia, 2022) 48

Resumen

En el presente proyecto de investigación se realizó el estudio de mecánica de suelos correspondiente a los suelos arcillosos del distrito de Lamas, determinándose la influencia del índice plástico con el contenido óptimo de humedad de suelos arcillosos de alta y baja plasticidad aplicado en afirmado de carreteras del distrito de Lamas, se inició con la recopilación de información teórica, recopilación de 16 muestras diferentes de suelos arcillosos para luego realizar los ensayos de laboratorio de suelos: granulometría, límite líquido, límite plástico, compactación Proctor modificado, clasificación de suelos mediante el sistema AASHTO y SUCS, y finalmente se obtuvo una curva aplicativa entre índice de plasticidad y el contenido óptimo de humedad, y se determinó la relación que hay entre el índice de plasticidad y el contenido óptimo de humedad, observándose que el índice de plasticidad a medida que incrementa tiene un valor máximo con el cual se obtiene el máximo contenido óptimo de humedad, una vez obtenido el máximo contenido de humedad optima y a medida que el índice de plasticidad incrementa el contenido de humedad el contenido de humedad optima decrece para suelos arcillosos de alta y baja plasticidad. Con todos los datos obtenidos se realizó la comparación entre la granulométrica y los Límites de Atterberg con los parámetros mínimos establecidos en la calidad que deben cumplir los materiales a ser empleados en afirmados de carreteras se concluyó que los suelos en estudios no cumplen los requisitos mínimos requerido en el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, por ende se recomendó realizar la combinación del material de estudio con material granular hasta cumplir con los parámetros mínimos de material usado como afirmado, esta combinación debe ser confirmada mediante una prueba del laboratorio de mecánica de suelos.

Palabras claves: influencia del índice plástico, contenido óptimo de humedad

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
COORDINACIÓN
CENTRO DE IDIOMAS

Abstract

The present research project consisted of a soil mechanics study corresponding to the clayey soils of the Lamas district, determining the influence of the plastic index with the optimum moisture content of high and low plasticity clayey soils applied in road pavement in the district of Lamas. The first step was the collection of theoretical information, as well as the collection of 16 different samples of clayey soils, and the subsequent laboratory testing of soils: granulometry, liquid limit, plastic limit, modified Proctor compaction, soil classification using the AASHTO and SUCS systems. Finally, an application curve was obtained between the plasticity index and the optimum moisture content, and the relationship between the plasticity index and the optimum moisture content was determined, showing that the plasticity index, as it increases, has a maximum value with which the maximum optimum moisture content is obtained, once the maximum optimum moisture content is obtained and as the plasticity index increases, the optimum moisture content decreases for high and low plasticity clayey soils. Using all the data obtained, a comparison was made between the granulometry and the Atterberg Limits with the minimum parameters established in the quality that materials to be used in road pavements must meet. It was concluded that the soils under study do not meet the minimum requirements established in the Highway Manual: General Technical Specifications for Construction, therefore, it was recommended that the study material be combined with granular material until the minimum parameters of the material used as a pavement are met; this combination should be confirmed by a soil mechanics laboratory test.

Keywords: influence of plastic index, optimum moisture content

Introducción

El presente proyecto de investigación, tendrá como tema principal la influencia del índice plástico en el contenido óptimo de humedad en suelos arcillosos, este trabajo permitirá trazar la curva aplicativa entre el índice de plasticidad y contenido óptimo de humedad, de este modo se facilita adquirir el óptimo contenido de humedad mediante la tasación del índice plástico, esto permitirá tomar adecuadas decisiones en el momento de efectuar la compactación de sub-rasante durante la ejecución en obras de poca envergadura y de este modo la estructura a proyectarse se comporte satisfactoriamente.

Para realizar la compactación de la sub-rasante es prescindible el óptimo contenido de humedad y para obtener este resultado es necesario abundante material de estudio (especímenes de suelo) para ser llevadas al laboratorio, el transporte de dicho material en a veces suele ser complicado, inaccesibles y costoso, debemos tener en cuenta que la muestra extraída deber ser inalterada, ante esta necesidad planteamos un modelo rápido, sencillo y práctico para determinar el óptimo contenido de humedad se está realizado el presente proyecto de investigación, que permitirá evaluar diferentes especímenes de las arcillas en Lamas para de este modo establecer la influencia del índice plástico en el contenido óptimo de humedad mediante una curva y calcular la analogía existente entre ambos parámetros, resultados que se utilizarán como guía para facilitar futuras labores.

Para poder hacer posible este proyecto se contará con la utilización de materiales, equipos y mano de obra, además de las Normas y los manuales de mecánica de suelos; de esto nos regiremos para proceder a realizar el presente proyecto de tesis.

CAPITULO I
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Antecedentes de la Investigación

1.1.1 Antecedentes internacionales.

El presente proyecto sobre el contenido óptimo de humedad en suelos arcillosos y la influencia del índice de plasticidad en esta, no se pudo encontrar hasta fecha investigaciones realizadas el ámbito internacional.

1.1.2 Antecedentes Nacionales.

Ocon (2013) en su tesis de pregrado titulado "Influencia del índice plástico en el contenido óptimo de humedad en suelos arcillosos". Terminada su investigación llego a lo siguiente: A medida que aumenta el índice de plasticidad (I.P.) este llega hasta su valor máximo obteniéndose el máximo contenido óptimo de humedad en suelos de baja plasticidad, mientras el I.P. sigue aumentando el contenido óptimo de humedad disminuye constantemente en los suelos de tipo arcilla de baja y alta plasticidad pertenecientes al distrito de Cajamarca.

En suelos de elevada plasticidad (arcilla) se logra un máximo contenido óptimo de humedad de un treinta y dos por ciento aproximadamente, el valor del I.P. progresa hasta veintinueve, se divisa que el I.P. sigue aumentando el contenido óptimo de humedad disminuye.

En suelos de baja plasticidad (arcilla) se logra un máximo contenido óptimo de humedad del veintiocho por ciento, el valor del I.P. aumenta hasta veinte aproximadamente, cuando el I.P. va aumentando el contenido óptimo de humedad disminuye. (pp.52).

1.1.3 Antecedentes Locales.

El presente proyecto sobre la I.P. en el óptimo contenido de humedad en suelos arcillosos, no se pudo encontrar hasta fecha investigaciones realizadas el ámbito local.

1.2 Bases Teóricas

1.2.1. Generalidades

Los proyectos de construcción están intrínsecamente ligados al suelo; para luego ser empleados en su posterioridad como terrenos de base, ya todos conocemos, existe diferentes tipos de suelos dividas en estratos las cuales tienen propiedades muy singulares, mediante este análisis podemos definir si estos materiales son aptos o no para construir cualquier estructura que se requiera según su necesidad. (Wihem, P. 1996)

1.2.2. Límites de Atterberg

El límite de Atterberg o consistencia están relacionados con el suelo fino, está presente en el ambiente, dependiendo de esta y a la cantidad de agua que contienen se encuentran en diferentes estados como por ejemplo se pueden observar en estado semisólido, sólido, líquido, plástico (Figura 1). Para el caso de las arcillas, si estas se encuentran en estado seco se percibe bastante suelta o comúnmente llamado terrones, si le añadimos el líquido elemental esta obtiene una masa similar a la pasta, en caso de que se le siga aumentando el líquido fundamental obtenemos una masa fluida. (Manual Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona, 1999).

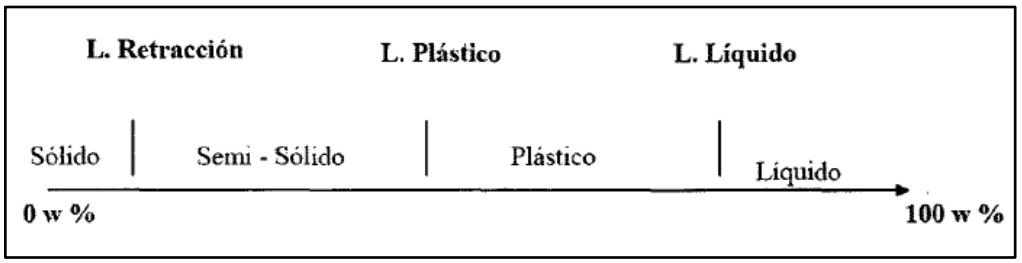


Figura 1: Límites de Atterberg. (Fuente: Manual Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona, 1999)

La variación del contenido de humedad provoca que el suelo en estudio pueda encontrarse en diversos estados ya mencionados anteriormente, para el estudio respectivo nos importa principalmente determinar el porcentaje de humedad de la muestra.

El procedimiento empleado para calcular el límite de atterberg fue meditado por Albert Atterberg científico del año mil novecientos once de nacionalidad sueca. Mediante el límite de consistencia podemos identificar y clasificar el tipo de suelo que tenemos en

estudio mediante las diferentes cantidades de humedad. (Manual Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona, 1999).

1.2.3. Plasticidad y Límites de Consistencia

El científico sueco Atterberg precisó que la plasticidad es la capacidad de la muestra extraída al deformarse y al no poder fisurarse, ni causar un efecto flexible. Del mismo modo se divisó que las muestras de arcillas en situaciones húmedas son flexibles y en condiciones secas se tornan duros, también nos menciona que el limo no del todo tiene un comportamiento plástico y al secarlos toman un comportamiento menos duro, y por último la arena en situación seca y suelta son desmenuzables. Asimismo, observamos que los suelos arcillosos toman comportamientos de baja plasticidad y altamente plástico.

Para obtener los diferentes estados de consistencia respecto a los límites establecidos por Atterberg se recolecta la fracción de la muestra pasada por un tamiz de número cuarenta, eliminando la muestra retenida durante el proceso.

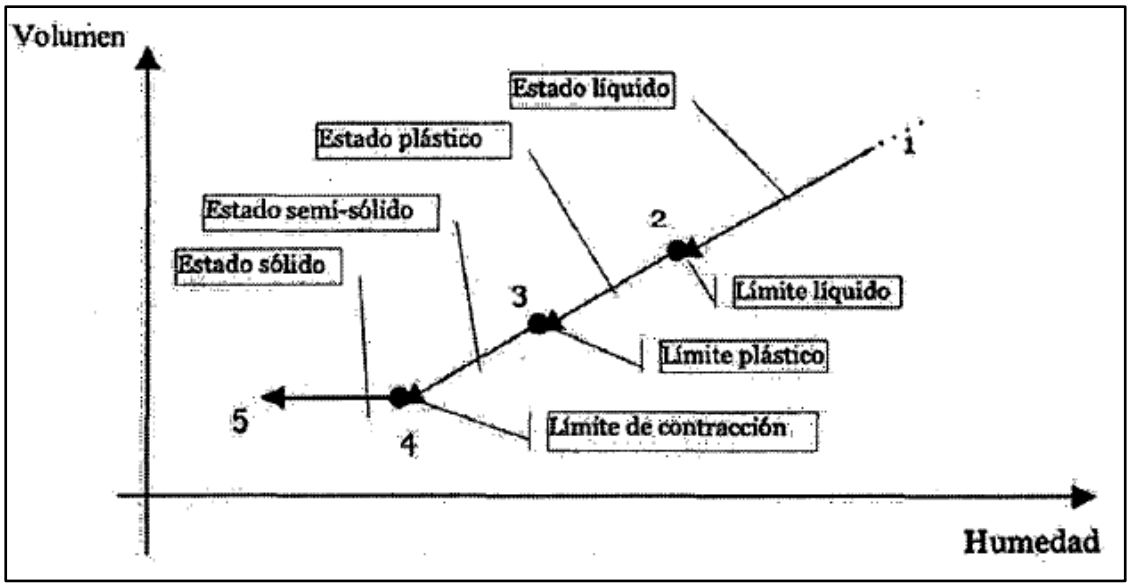


Figura 2: Trayectoria humedad - volumen de la muestra amasada. (Fuente: Manual Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona, 1999)

Se le llama límites de retracción a la frontera existente entre la etapa sólida y semisólida, se detalla como la humedad que se presenta la muestra seca al haber agregado una cantidad determinada de agua con la finalidad de poder llenar los poros existentes en dicha muestra. El límite que existe entre el estado plástico y semisólido se

denomina límite plástico (LP), podemos calcular el L.P. de una muestra cuando esta empieza a fisurarse (se puede divisar pequeñas grietas) en los cilindros de 3 mm de diámetro que se hace durante el ensayo de laboratorio que se está realizando.

Se le llama límite líquido (LL) a la etapa existente entre los límites líquidos y plásticos según se muestra en la Figura 2 (Trayectoria humedad-volumen de la muestra amasada), se calcula midiendo el contenido de humedad que puede contener la muestra cuando esta llegue a los veinticinco golpes llegando a cerrar la ranura de trece milímetros de distancia hecho por el equipo denominado Copa de Casa Grande (equipo de laboratorio bajo la norma vigente, sugerido por Terzaghi). El científico sueco Atterberg menciona que la resta entre el L.P. y L.L., se le denomina I.P. y simboliza una mesura de la plasticidad existente de las muestras extraídas. Propuso que los límites de consistencia tanto el L.P. y L.P. se emplearan como asiento en la categorización de las muestras plásticas. Depende de la cuantía existente en el índice plástico, diferenció las muestras en los siguientes tipos de suelos según su consistencia:

- Suelo desmenuzable (I.P.<1)
- Suelo ligeramente plástico (1 <I.P.<7)
- Suelo medianamente plástico (7<I.P.<15)
- Suelo altamente plástico (I.P.>15)

Los resultados de cualquier limite ya sea plástico y/o liquido incluso el índice plástico se muestra en porcentaje y hace referencia a la cantidad de agua que contiene un determinado tipo de suelo. (Manual Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona, 1999)

1.2.4 Utilización de los Límites de Atterberg

Actualmente, el método para calcular cualquier plasticidad de cualquier muestra se determina mediante el límite de consistencia, es usual emplear este método en el laboratorio de Mecánica del Suelos. Esto se debe en gran parte a la experiencia acopiada de los cientos de miles de ensayos realizados, por ello basta con conocer los valores de los límites de Atterberg para tener noción serena sobre la clasificación plástica de la muestra y de las características que esta presenta. El proceso a emplearse es de cálculos simples y fáciles, que consienten en identificar el tipo de suelo al que

pertenece mediante una elección conveniente de estas muestras para luego realizar el ensayo correspondiente.

El límite establecido por Atterberg, en conjunto al estudio granulométrico, pertenecen al ensayo que permite la identificar el suelo que se tiene como muestra. El estudio de la granulometría consiste saber la extensión cuantitativa de la porción fina, del límite establecido por Atterberg nos muestran la eficacia de la muestra que se tiene. Usualmente los Límites de Atterberg se utilizan en los detalles para poder intervenir en el suelo que se llegue a emplear en el terraplén. (Shuan, 2004)

El I.P., nos enseña la extensión del intervalo de humedades que una muestra puede poseer respecto a la estabilidad plástica.

Índice plástico se establece mediante la siguiente formula:

I.P.=W.L.-W.P.
Donde:
W.L. = Límite líquido
W.P. =Límite plástico

Se debe tener en consideración que el límite e índice, se calculan mediante muestras que son batidas para luego constituir una mixtura lo más semejante posible entre el agua y la muestra pasada por el tamiz número cuarenta. El proceso del amasado conlleva a ablandar a la muestra ya mezclada y que traer como resultado la desintegración sistemática de las moléculas del agua, para luego ser reorientado. Al finalizar el proceso del amasado suceden dos cosas la primera es que la lámina de arcilla vuelve a su estado original es decir a orientarse y lo segundo es que la molécula de agua adquiere ligazón, sin embargo, la estructura de la muestra siempre será diferente. (Shuan, 2004).

1.2.6 Límite Líquido

Es la cantidad de agua contenida en una muestra en estudio la cual tiene un comportamiento plástico. El suelo está a casi nada de cambiar su conducta de un suelo seco a un suelo fluido o quizás un suelo viscoso, Cuando se calcula el límite líquido, se recomienda trabajar un valor aproximado al centésimo, la muestra tomada para este ensayo debe pasar el tamiz de 0.425 mm (N° 40). Como ya sabemos este límite fue determinado por Atterberg y estuvo sujeto a diversas variaciones para calcular su valor

estuvo sometido a diferentes variaciones hasta llegar a lo que actualmente el equipo que se emplea. Entonces en el año 1927 el ingeniero Terzaghi, sugirió la Casa grande, que planteara un dispositivo mecánico el cual pudiera en lo posible que el error de quien realice el ensayo no afecte el cálculo de mismo.

Para realizar el ensayo respectivo del límite líquido, se establece como la humedad contenida en la muestra ya saturada y batida, posteriormente colocada en la espátula y se esparce en la copa y con la ayuda de un acanalador se realiza un surco que segmenta la muestra en mitades iguales, se realiza los golpes correspondientes a razón de 2 golpes por segundo hasta que la ranura se cierre, posterior a ello se anotan los datos obtenidos para luego ser procesado, todos los materiales mencionados están normalizados. Los factores que influyen en el resultado pueden ser, el desgate de los materiales a usar, la altura de caída, dimensiones de la ranura, etc.

Para poder entender el ensayo para determinar los límites de consistencia debemos considerar que este fue desarrollado por Casagrande, podemos afirmar que estos golpes hacen que la resistencia al corte dinámico en estos taludes generados por la división ya antes mencionada hace que provoque un desplazamiento de la muestra tal y como se puede apreciar en la Figura 3. Por ende, se puede considerar que la resistencia a la deformación puede ser considerada como la firmeza a la cisura de la muestra en estudio. La resistencia en todo tipo “k” de muestras extraídas suele ser constante teniendo un valor de 2,2 kilos pascales aproximadamente. (Shuan, 2004).

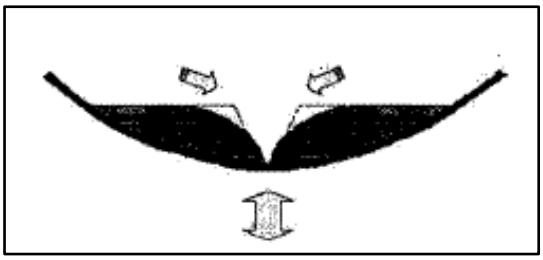


Figura 3: Deslizamiento de un suelo en el límite líquido. (Shuan, 2004)

1.2.7 La Curva de Flujo

Casagrande pudo observar que la cantidad de impacto necesario para poder unir la hendidura en dicho ensayo el cual se usa este dispositivo mecánico está relacionada con la cantidad de agua contenida en la muestra de estudio, los resultados representados de manera gráfica en el cual el eje del contenido de humedad es aritmético y el eje que

señala la cantidad de impactos es logarítmica, forman una línea continua que fue llamada curva de flujo. (Norman, 1958)

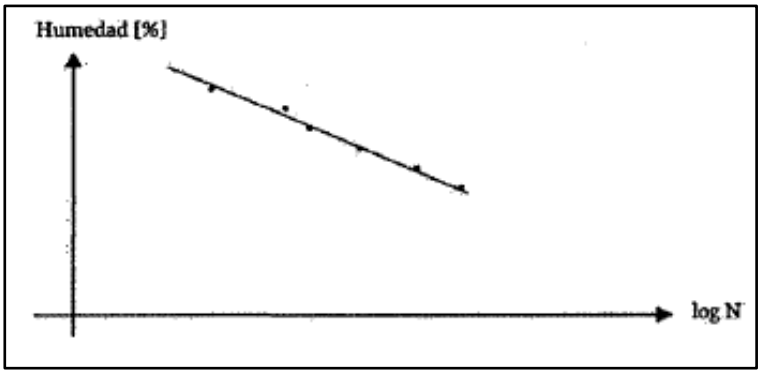


Figura 4: Curva de flujo del límite líquido. (Norman, 1958)

El graficar los resultados trae como ventajas los siguientes hechos: la curva se traza con escasos datos, se consigue revelar fallas en la recta línea graficada en una escala semilogarítmica, entonces el índice de flujo se define por la gradiente trazada en la gráfica ya antes mencionada (Figura 4). (Norman, 1958).

Esta curva se representar según lo siguiente:

$w= -F .\log N+ C$

Donde:

C: valor numérico.
w: contenido de humedad
N: cantidad de impacto.
F: denominado "índice de flujo".

La cantidad de impactos (N) se considera como la representación de la fuerza aplicada en el golpe que se genera al ejecutar el ensayo respectivo. De esto deducimos que la resistencia de la muestra en estudio es proporcionalmente al impacto que se requiere para causar el deslizamiento de la muestra colocada en la copa de Casagrande.

Por lo tanto, la cantidad de impactos (N) en la ecuación ya antes mencionada, es proporcionalmente a S mediante la siguiente ecuación:

$w = -F. \log S + C1$

Dónde: C1 es diferente a C, por el motivo que esta variable contiene unidades físicas.

Se tiene la necesidad de realizar numerosas pruebas de laboratorios para calcular los límites de consistencia por ende conllevó a realizar un procedimiento para el cálculo que estuviese conectado a la gráfica de flujo, se concluye que, si uno tiene muestras similares de suelos, al ejecutarse el ensayo respectivo el resultado en el grafico del flujo deben presentar pendientes constantes. J. Eden planteó multiplicarse la cantidad de agua (W) obtenida para cierta cantidad de impactos (N) por el componente de corrección denominado "Cn" tal y como se divisa en la Figura 5, conjeturando que la gradiente del grafico de flujo sea continuo en todas las muestras exclusive en muestras con una cantidad elevada de elemento orgánico o cuando se demande la precisión específica en el cálculo. (Eden, 1959)

N	Cn	N	Cn
15	0.950	26	1.004
16	0.955	27	1.008
17	0.962	28	1.012
18	0.968	29	1.015
19	0.973	30	1.019
20	0.977	31	1.022
21	0.983	32	1.025
22	0.987	33	1.028
23	0.992	34	1.031
24	0.996	35	1.034

Figura 5: Factor de corrección del Límite Líquido (Eden, 1959, p. 170)

En conclusión, Eden obtuvo una recta con pendiente de 0,117, como resultado de numerosos ensayos, de los que se concluyó que, para una misma muestra, los puntos de cada ensayo son los resultados representativos de diferentes muestras que contienen cantidades diferentes de agua estas forman una recta en una escala logarítmica.

Ya determinado la gradiente más posible de las diferentes cantidades de humedad de la misma muestra, independiente del origen geológico, el cálculo de los límites de consistencia se facilitó a mucho en el desarrollo de este ensayo.

Cuando queramos poder determinar los límites de consistencia de una muestra inicialmente se deberá expresar una escala logarítmica doble dichos resultados debe plasmarse en las coordenadas respectivas la cantidad de impactos y en la ordenada la cantidad de agua de dicha muestra. Realizado los gráficos correspondientes, será suficiente con sólo realizar un trazo de forma con una gradiente igual a -0,117 que mejor se acomode a los puntos simbolizados en dicho gráfico y la cantidad de agua en

el punto de corte con la coordenada respectiva, es decir a una cantidad de veinticinco impactos sólo entonces podemos saber el límite líquido. Sin embargo, con el propósito de alcanzar equilibrio en la parte económica, será suficiente con alcanzar un valor entre veinticinco impactos y quince impactos; el otro entre treinta y cinco impactos y veinticinco impactos. La línea recta que trazaremos y de gradiente toma el valor de -0,117 y se realizará de la manera que más se acomode a las intercepciones previamente establecidos.

No es el único proceso existente, por el momento hay otro procedimiento que arroja resultados aproximados y estable en emplear una sola intercepción entre la cantidad de agua en una muestra y la cantidad de impactos que esta puede generar hasta cerrar la hendidura realizada, por ende, requerimos solo un procedimiento. Entonces por la intercepción ya mencionada se debe grafiar una recta paralela a la gradiente con un valor de -0,117 hasta poder interceptar a la ordenada que corresponde a la cantidad de veinticinco impactos. Este procedimiento de una sola intercepción se logró demostrar a lo largo de la elaboración de cualquier tesis que implique este tema, se concluyó que este método es incluso más preciso con respecto al procedimiento tradicional que es usado comúnmente. Se llegó a explicar como el método de las tres intercepciones esta desarrollada por mediante la estadística, por ende, tiene márgenes de errores, mientras que el otro método de una sola intercepción es más preciso. (Eden, 1959).

Por lo tanto, lo más adecuado para este caso sería realizar el trazo de una recta “//” debido a que esto se adapta de la mejor manera a la gran cantidad de impactos, sin embargo, debemos alcanzar una relación confortable con los recursos ofertados en los proyectos, por este motivo se utilizará 2 intersecciones. No obstante, se concluyó que este método es incluso más preciso con respecto al procedimiento tradicional que es usado comúnmente descritos con anterioridad, sin embargo, hay una excepción siendo esta el tipo de suelo que tengan el límite líquido mayor a ciento veinte por ciento. (Norman, 1958)

1.2.8 Secado

Es un factor influyente para determinar los cálculos de las pruebas correspondientes al límite de consistencia es el secado de la muestra es sometida, para ello se debe realizar con antelación el machaqueo para luego ser tamizado, el material de muestra

representativa a ensayarse se debe ser una muestra inalterada tanto en la extracción como en el transporte para no afectar al resultado del ensayo que desee realizarse. Se pudo observar, en base a las diversas pruebas realizadas, el proceso de secado realizada en un brasero causa una reducción considerable del límite líquido tanto para las muestras inorgánicas como para suelos orgánicos, por ende, no debe ser usado este proceso para el tipo de muestras orgánicas e inorgánicas con una alta cantidad de arcilla o limo. Inclusive el proceso de secado de manera natural causa una posible variación del límite líquido para estos ejemplares de muestras. (Eden, 1959)

1.2.9 Acanalador

Se pudo demostrar en diferentes indagaciones que cuando se emplea diversos acanaladores empleados se alcanzan diferentes resultados (Figura 6). EI acanalador empleado en la prueba respectiva, debe tener las características normalizadas pues con su ayuda se logra obtener una profundidad uniforme de surco. Tener cuidado al usar cualquier tipo de acanalador según A.S.T.M. ya que se tiene la tendencia de no controlar la elevación del surco realizado.

Se desarrolló un estudio sobre este acanalador el cual se demuestra que su uso da constantemente valores del límite líquido menores al de Casagrande y con una mayor dispersión en los resultados. Es por ello que es preferible al de Casagrande. (Eden, 1959)

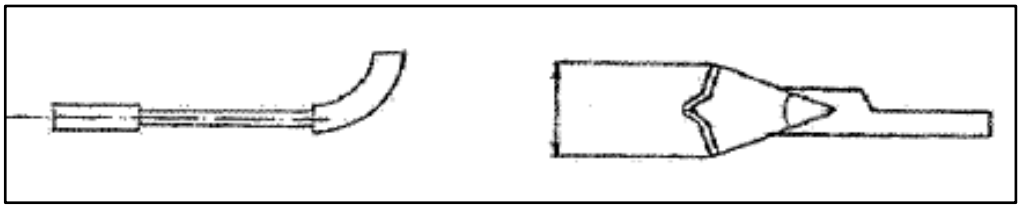


Figura 6: Acanalador de la ASTM (izquierda) y acanalador de Casagrande (derecha). (Eden, 1959)

1.2.10 Límite Plástico

Es el paso de la muestra de un estado semisólido a un estado plástico (viceversa), esta se computa la cantidad de humedad que sujeta la muestra en el instante que pierde su estado de flexibilidad para luego dejar de ser maleable. Se define como la humedad proporcionada en la cual la muestra se cuartea y agrieta al establecer pequeños cilindros. Es posible realizar este ensayo con la fracción de arcilla que es pasado por el tamiz N° 40, con una cantidad de agua superior al límite plástico. Con esta humedad

contenida será viable constituir de manera sencilla generar cilindros de arcilla sin que esta agriete. Tanto como los límites de consistencia son empleados en identificar y clasificar el tipo de suelo que está en estudio (Shuan, 2004).

1.2.11 Análisis Granulométrico

Consiste en determinar que las partículas de la muestra en estudio sean distribuidas acorde a su tamaño, a este proceso normalmente le conocemos como el análisis granulométrico esta consiste que debemos obtener los resultados en % ya sea de grava, piedra, arcilla, arena y limo. El ensayo se realiza mediante el tamizado (ensayo de laboratorio que se efectúa con diversos tamices de diferentes tamaños) en las muestras donde las partículas gruesas, y para el caso de las partículas fines se realizará el ensayo mediante la saturación de agua conocido como el análisis de granulometría por vía húmeda. (Polanco, 2004)

La masa de la muestra secada naturalmente y la masa de la muestra seleccionada para este proceso, debe ser lo suficiente ejecutar el ensayo requerido, teniendo en cuenta la cantidad mínima declarada en la norma vigente. (Gutiérrez, 2004)

1.2.12 Clasificación e Identificación de Suelos

La clasificación de suelos puede ser determinado por dos métodos:

a. Sistema A.A.S.H.T.O. (Asociación Americana de funcionarios de Carreteras Estatales y del Transporte).

Al emplear este procedimiento, llegamos a la conclusión que podemos dividir a los suelos en dos grupos: El primero es formado suelos de tipo granular y el segundo es de fina granulometría. De grupos se dividen en subgrupos, empleando la distribución granulométrica, los límites de consistencia y el índice de plasticidad. (Mora, S. 1988).

Clasificación General	Materiales Granulares (35% o menos del total pasa el tamiz N° 200)							Materiales limo-arcillosos (más del 35% del total pasa el tamiz N°200)			
Clasificación de grupo	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
Porcentaje de material que pasa el tamiz											
N° 10	50 máx.										
N° 40	30 máx.	51 máx.	51 mín.								
N° 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx	36 mín.	35 mín.	36 mín.	36 mín.
Características de la fracción que pasa el tamiz N° 40											
Limite Líquido, WL	6 máx.		NP	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice Plástico, IP				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Índice de Grupo	0		0	0		4 máx.		8 màx.	12 máx.	16 màx.	20 màx.

Figura 7: Clasificación de Suelos Según Sistema AASHTO (Mora, 1958)

b. Sistema S.U.C.S. (Clasificación Unificada de Suelos).

Al emplear este procedimiento, llegamos a la conclusión que podemos dividir a los suelos en dos grupos: suelos finos y suelos granulares. Este método nos dice que una muestra se considerará de granulometría grueso si el porcentaje es mayor al 50% de las partículas de la muestra en estudio son retenidas en el tamiz número doscientos, y para suelos de granulometría fina serán aquellos que más de la mitad de la distribución pase por el tamiz N° 200.

CLASIFICACIÓN EN LABORATORIO

FINOS ≥ 50 % pasa Malla # 200 (0.08 mm.)

Tipo de Suelo	Símbolo	Lim. Liq.	Índice de Plasticidad
Limos Inorgánicos	ML	< 50	< 0.73 (wl – 20) ó < 4
	MH	> 50	< 0.73 (wl – 20)
Arcillas Inorgánicas	CL	< 50	> 0.73 (wl – 20) y > 7
	CH	> 50	> 0.73 (wl – 20)
Limos o Arcillas Orgánicos	OL	< 50	** wl seco al horno ≤ 75 % del wl seco al aire
	OH	> 50	
Altamente Orgánicos	P_t	Materia orgánica fibrosa se carboniza, se quema o se pone incandescente.	

Si IP ≅ 0.73 (wl – 20) ó si IP entre 4 y 7
E IP > 0.73 (wl – 20), usar símbolo doble:
CL-ML, CH-OH

** Si tiene olor orgánico debe determinarse adicionalmente wl seco al horno

En casos dudosos favorecer clasificación más plástica Ej: CH-MH en vez de CL-ML.

Si wl = 50; CL-CH ó ML-MH

CLASIFICACIÓN EN LABORATORIO

GRUESOS < 50 % pasa Malla # 200 (0.08 mm.)

Tipo de Suelo	Símbolo	% RET Malla N° 4	% Pasa Malla N° 200	CU	CC	** IP
Gravas	GW	> ? 50% de lo Ret. En 0.08mm	< 5	> 4	1 a 3	
	GP			≤ 6	<1ó>3	
	GM		> 12			< 0.73 (wl-20 ó<4
	GC					>0.73 (wl-20) ó>7
Arenas	SW	< 50% de lo Ret. En 0.08 mm	< 5	> 6	1 a 3	
	SP			≤ 6	<1ó>3	
	SM		> 12			< 0.73 (wl-20) ó<4
	SC					> 0.73 (wl-20) y>7

* Entre 5 y 12% usar símbolo doble como GW-GC, GP-GM,SW-SM, SP-SC.

** Si IP≅ 0.73 (wl-20) ó si IP entre 4 y 7 e IP>0.73 (wl-20), usar símbolo doble: GM-GC, SM-SC.

En casos dudosos favorecer clasificación menos plástica

Ej: GW-GM en vez de GW-GC.

$$CU = \frac{D60}{D10} \qquad CC = \frac{D30^2}{D60 * D10}$$

Figura 8: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) (Mora, 1958)

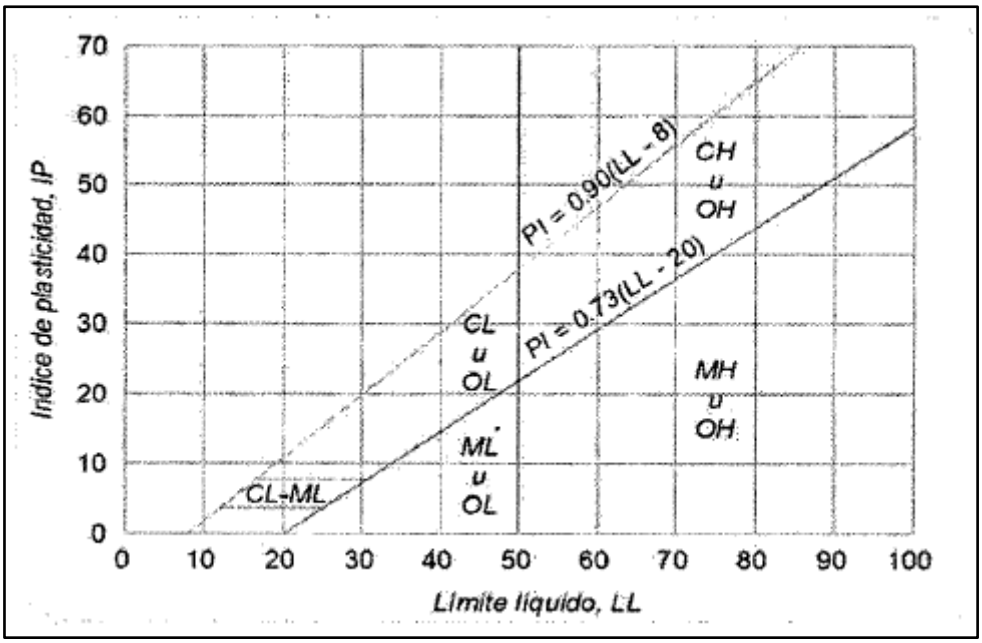


Figura 9: Carta de plasticidad para clasificación de suelos de partículas finas. (Mora, S. 1988)

1.2.13 Compactación

Es un proceso que trata de buscar la mejora en características mecánicas de las muestras extraídas induciendo a una disminución en la capacidad de deformación y a un aumento de su resistencia. Adicionalmente encontramos la densificación del suelo a compactar haciendo que disminuya la filtración y el desgaste, brindando una mayor duración. (Juárez y Rico, 1975)

En la mayoría de obras civiles la compactación es muy importante pues gracias a ello mejoramos enormemente el material natural sin necesidad de sustituirlo. Por ejemplo, los terraplenes donde se usa material de relleno, cimentaciones, pavimentos, saneamiento, entre otros. Para los terrenos que contiene material fino es mejor emplear el procedimiento de vibrar el material ya que permite mejorar el terreno, como lo sugiere la normativa vigente. (Braja, 2001)

Los factores de compactación dependen de lo siguiente:

- Forma de partículas
- Distribución de partículas
- Contenido de humedad.
- Tipo de suelo
- Energía de generada al compactar el material suelto (Shuan, 2004).

El próctor estándar fue el primer método de compactación con equipos usados en aquellos tiempos sin embargo con el avance de la tecnología se logró desarrollar mejores equipos de compactación, entonces se pudo desarrollar el ensayo denominado "próctor modificado" y consiste en aplica energía al material en estudio. Se presentó la ecuación correspondiente el cual nos ayuda a calcular la energía que emplearemos en el ensayo. (Juárez y Rico, 1975)

La energía de compactación se define como:

$$Ee = \frac{N * w * n * h}{V}$$

Dónde:

Ee = Energía de compactación

N = Número de impactos por capa

W = Peso del pisón

n = No de capas

h =Altura que deberá caer el pisón

V = Volumen del material que se compacto

ASTM D 1557 Próctor Modificado		
Ec = Energía de Compactación	=	56,250 Lb.ft/ft3
W = Peso del martillo	=	10 lb
h = Altura de caída del martillo	=	18 pulgadas
N = Número de golpes por capas	=	depende del molde
n = Número de Capas	=	5
V = Volumen de molde cm3	=	depende del método de prueba

Figura 10: Parámetros para el Próctor Modificado. (Shuan, 2004)

Determinación del Método ASTM D 1557 Próctor Modificado						
Método	% Acum. Retenido N° 4	% Acum. Retenido 3/8"	% Acum. Retenido 3/4	Material a usar	Vol. Molde (pie3)	Golpes/capa
A	≤ 25%	-	-	Pasa N° 4	1/30	25
B	> 20%	≤ 20%	-	Pasa 3/8"	1/30	56
C	-	> 20%	≤ 30%	Pasa 3/4"	1/13.3	56

Figura 11: Determinación del Método a Utilizar Próctor Modificado (Shuan, 2004)

- Método C sólo es ajustable a materiales con un treinta por ciento retenido en el tamiz de tres cuartos de pulgada como máximo, en caso de que el material tenga más del

cinco por ciento del peso de mayor tamaño al emplearse en el ensayo, se tendrá que corregir el resultado. (Shuan, 2004)

1.2.14 Contenido de Humedad Óptima

Se llama contenido óptimo de humedad a la cantidad de agua que permite alcanzar la máxima densidad seca de una muestra.

El ensayo del laboratorio a emplear usualmente para poder calcular la máxima masa específica seca (densidad seca máxima) debido a la compactación y la humedad óptimo viene a ser el ensayo de Próctor ya sea modificado o estándar. (Braja, 1985).

1.2.15 Densidad

La Densidad Húmeda (D.h.) es calculada en función al peso húmedo y el volumen de la muestra humedad, esta D.h. es expresada en gramos por centímetros cúbicos dicho de otro modo es la masa del suelo que es contenida en su volumen. (Llique, 2003).

$$Dh = \frac{Wm}{Vm}$$

Contenido de Humedad (W%). Se relaciona directamente con la cantidad de agua que existe en la muestra en estudio, se calcula mediante la analogía existente entre la masa del suelo húmedo y la masa de la muestra en estado sólido (Ws), usualmente se enuncia en porcentaje. (Llique,2003)

$$W(\%) = \frac{Ww*100}{Ws}$$

Densidad Seca (Ds). Se relaciona directamente con el contenido de humedad y la densidad mediante una fórmula. (Llique, 2003).

$$Ds = \frac{Dh*100}{(100+W\%)}$$

Dónde:

Dh: Densidad húmeda.

Wo/o: Contenido de humedad.

1.2.16 Afirmado

El Afirmado radica en la colocación de un manto compactado los materiales a emplearse deben ser granulares o debe ser procesadas, con ciertas especificaciones con

la finalidad de que soporten los esfuerzos y cargas del tránsito, de manera directa. Para que la mezcla del material pueda funcionar como una superficie de rodadura en cualquier carretera que aún no es pavimentada o para algún camino, el material granular debe ser mezclado con material fino para una correcta adherencia. (Manual de Carreteras: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos, 2014).

Las vías con un tipo de superficie rodadura que no estén pavimentadas serán identificadas de la siguiente manera:

a) Vías de tierra, están compuestas por el terreno natural siendo este mejorado con grava zarandeada.
b) Vías de gravas, están compuestas por una capa de recubrimiento empleando material natural y adicionalmente material zarandeado cuyo tamaño no exceda los setenta y cinco milímetros.
c) Vías afirmadas, están compuestas por una capa de recubrimiento empleando material de las canteras, dosificando de manera naturalmente y/o empleando algún medio mecánico, la dosificación para usar debe ser especifica usando la arena, piedra y finos, cuyo tamaño no exceda los setenta y cinco milímetros.
d) Vías afirmadas con recubrimiento de rodadura empleando insumos industriales:
   d.1) Vías con material granular tratada con insumos tales como: cemento, asfalto, aditivos químicos, cal y entre otros.
   d.2) Vías naturales se estabilizarán empleando materiales granulares y material fino o ligante., cemento, asfalto, aditivos químicos, cal, entre otros. (Manual de Carreteras: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos, 2014).

1.2.17 Materiales

Para el afirmado, sin o con algún estabilizar, se empleará insumo granular natural proveniente de los excesos de la excavación, canteras, entre otros, registrados en los expedientes técnicos y deben ser aprobados por el inspector.

Las gravas de deben ser duras y/o resistentes, estas no deben ser angulares para que haya una mejor adherencia entre la graba y el material ligante sin abundancia, deben tener en cuenta que todo material empleado debe estar libre de algún tipo de impureza.

Para poder trasladar cualquier tipo de material que será empleado en el afirmado deberá ser humedecida y de ser posible el material trasladado deberá cubrirse con lona con la finalidad de impedir polvo y afectar a cualquier trabajador o poblador aledaño.

Los parámetros para el control de calidad que cualquier insumo o material debe cumplir tienen que ajustarse a las normativas vigentes, según lo indicado en la figura 12.

Tabla 301-01

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

Fuente: AASHTO M-147

Figura 12: Los requisitos de calidad que deben cumplir los materiales. (Fuente: Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, 2013)

Adicionalmente a ello se debe satisfacer los requisitos de calidad sean los siguientes:

Desgaste Los Ángeles:	cincuenta por ciento máximo	(M.T.C. E. 207)
Límite Líquido:	treinta y cinco por ciento máximo	(M.T.C. E. 110)
Índice de Plasticidad:	entre el cuatro y nueve por ciento	(M.T.C. E. 111)
C.B.R.:	cuarenta por ciento mínimo	(M.T.C. E. 132)

1.3 Definición de términos básicos

Arcilla: suelo constituido silicatos de tono blanquecino cuando es puro, al mezclarla con agua esta forma una masa plástica que logra endurecerse si se lleva a un horno.

Limo: Es formada por sedimentos cuando la corriente de alguna fuente de agua transporta en estado suspensión estos elementos.

Terraplén: se denomina terraplén al relleno de una zona hasta alcanzar cierto nivel requerido, usualmente empleado en carreteras.

Sedimentación: Es un proceso que se genera cuando el material es depositado en un lugar determinado mediante diferentes agentes (agua, viento, gravedad, etc.).

Consolidación de un suelo: Es un proceso que permite reducir el volumen del suelo tipo cohesivo (suelos finos).

Tamizado: Es el proceso que se realiza para lograr que todas las partículas de una muestra en estudio sean separadas bajo el diámetro de estas partículas para logra determinar la clasificación que esta muestra pueda tener.

Compactación: Es un método que aplica fuerza a un suelo comúnmente suelto hasta llegar un porcentaje adecuado de compactación definido en la norma vigente, para llegar a un buen compactado se necesita agua ya que este elemento es de vital importancia para ligar el material fino con el granular.

Afirmado: Consiste que el revestimiento de una vía sea compactada empleando materiales previstos en la normativa vigente, la altura dependerá básicamente a las características de la zona beneficiaria.

CAPITULO II
MATERIAL Y METODOS

2.1 Planteamiento de Problema

Para realizar la compactación de la sub-rasante es fundamental estar al tanto del óptimo contenido de humedad y para obtener este resultado es necesario abundante material de estudio (especímenes de suelos) y ser llevadas al laboratorio correspondiente, el transporte de dicho material muchas de las veces suele ser difícil, inaccesibles y costoso, debemos tener en cuenta que la muestra extraída deber ser inalterada, al recorrer el distrito de Lamas nos percatamos que la mayoría de estos tramos están en mal estado ante esta necesidad planteamos un dispositivo rápido, sencillo y practico para determinar el óptimo contenido de humedad que será aplicado en afirmados de carreteras del distrito en mención, se está realizado el actual proyecto de indagación con el propósito de poner a disposición los resultados para todo aquel que le sea de utilidad y de especial ayuda a la población del distrito de Lamas, este estudio permitirá evaluar distintas muestras de suelos arcillosos que se extraerán de los bancos de arcilla comúnmente denominadas canteras, las cuales son dos; la primera está ubicada a la entrada de la ciudad de Lamas y la segunda está ubicada en el fundo San Fernando a 5km de la ciudad de Lamas; ambas de propiedad privada, para de este modo calcular la influencia del índice plástico en el óptimo contenido de humedad mediante una gráfica aplicativa y calcular la analogía existente entre ambos parámetros, resultados que se utilizarán como guía para facilitar futuras labores en trabajos de poca envergadura y estudios preliminares para afirmados.

2.2 Formulación del problema

¿Cuál será influencia del índice plástico en el contenido óptimo de humedad en suelos arcillosos aplicado en afirmado de carreteras del distrito de Lamas, provincia de Lamas, departamento de san Martin?

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo General

calcular la influencia que tiene el índice plástico en el óptimo contenido de humedad de las muestras arcillosas que existen en las canteras del distrito de Lamas, los resultados logrados de dichos estudios de laboratorio de las muestran permitirán elaborar una gráfica aplicativa entre el índice plástico y el óptimo contenido de humedad de las muestras de arcillas que están presentes en las canteras de Lamas, dicha curva aplicativa permitirá aplicarse en los afirmados de carreteras del distrito en mención cuando así se

requiera y estará a disposición de todo aquel que le sea de utilidad ya sea para la inversión pública o privada.

2.3.2 Objetivos Específicos

Determinar mediante estudios de laboratorio de suelos el índice plástico de los suelos arcillosos que existen en las canteras (las cuales son dos; la primera está ubicada a la entrada de la ciudad de Lamas y la segunda está ubicada en el fundo San Fernando a 5km de la ciudad de Lamas) del distrito de Lamas.

Determinar mediante estudios de laboratorio de suelos el contenido óptimo de humedad de los suelos arcillosos que existen en las canteras (las cuales son dos; la primera está ubicada a la entrada de la ciudad de Lamas y la segunda está ubicada en el fundo San Fernando a 5km de la ciudad de Lamas) del distrito de Lamas.

Elaborar la curva aplicativa del índice plástico vs el contenido óptimo de humedad, con los datos obtenidos mediante estudios de laboratorio de suelos la cual permitirá aplicarse en los afirmados de carreteras del distrito en mención cuando así se requiera y estará a disposición de todo aquel que le sea de utilidad ya sea para la inversión pública o privada.

2.4 Justificación De La Investigación

El transporte del abundante material de estudio (muestras de suelo) en algunos casos suele ser difícil, inaccesibles y costoso, esto se debe que para analizar las muestras se necesita como mínimo 30 Kg y como máximo 50Kg por calicata que se analizará en el laboratorio de mecánica de suelos.

Este proyecto ha de contribuir para obtener el óptimo contenido de humedad en suelos arcillosos para estudios preliminares y obras de poca envergadura de este modo permitirá tomar decisiones en campo al momento de ejecutar la compactación de subrasante, del mismo modo se podrá efectuar la evaluación del análisis granulométrico y límites de consistencia.

2.5 Limitaciones

El estudio y la elaboración de la gráfica aplicativa se realizará con la estimación de las muestras de arcillas de baja y alta plasticidad del distrito de Lamas, debido a que la investigación se efectuará solo con este tipo de suelos.

2.6 Hipótesis

Es posible que, si al obtener el índice plástico podamos determinar su óptimo contenido de humedad mediante una curva aplicativa el cual permitirá ser aplicado en los afirmados de carreteras en el distrito de Lamas, cuando así se requiera.

2.7 Sistema de variables

2.7.1 Variable Independientes:

- Influencia del índice plástico.

2.7.2 Variable Dependiente:

- Contenido óptimo de humedad en suelos arcillosos.

2.8 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA	CATEGORIAS
INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO	Limite Líquido Limite Plástico	Determinación de la influencia del Índice Plástico	Análisis, observación y anotación	ORDINAL	ALTO
CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS	Contenido de Humedad	Determinación del contenido óptimo de humedad en suelos arcillosos	Análisis, observación y anotación	ORDINAL	ALTO

Fuente: Elaboración propia

2.9 Tipo y nivel de investigación

2.9.1. Tipo de Investigación

La actual investigación afirmamos que es de tipo aplicativo pues la principal finalidad fue investigar la influencia del Índice plástico y el óptimo Contenido de humedad, por

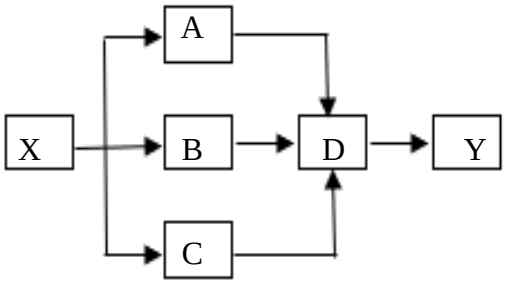
lo que se está planeando un análisis mediante estudios de suelos de la cantera existente, ante la falta de contar con un dispositivo más sencilla para calcular el óptimo Contenido de humedad; por ello que en el presente trabajo se busca relacionar con al índice plástico mediante una curva aplicativa, con lo cual ya se estaría cumpliendo con el objetivo de la presente Tesis.

2.9.2. Nivel de Investigación

Este proyecto de investigación es tipo documental, descriptiva y explicativa, pues se realizará la recopilación de datos e información mediante estudios de laboratorio de suelos en materia de estudio, descriptiva puesto a que se evaluará sus características generales, para lo cual se interpretará y explicará la influencia del índice plástico en el óptimo contenido de humedad en las muestras de arcillas del distrito de Lamas.

2.10 Diseño de investigación

Este proyecto de indagación es no experimental - Transversal.



Donde:

X: Situación problematizada que demanda la intervención del estudio.

A: Exploraciones en campo.

B: Ensayos de laboratorio.

C: Cálculo del Índice plástico y Óptimo contenido de humedad.

Y: Curva aplicativa del índice plástico vs el Óptimo contenido de humedad.

2.11 Población y muestra

2.11.1 Población

La metrópoli de estudio estará conformada por las dos canteras existente en el distrito de Lamas, ambas de propiedad particular y una de ellas está ubicada a la entrada del distrito de Lamas, la segunda está ubicada en el fundo San Fernando a 5km de la ciudad de Lamas.

2.11.2 Muestra

Se realizará la valoración de 11 muestras diferentes de muestras de contenido arcilloso de Lamas (de las canteras ya antes mencionadas).

Dimensión de la muestra:

$$n = \frac{Z^2 S^2}{E^2}$$

Confianza 95% : Z= 1.96

Desviación estándar : S= 5

Error de muestreo : E= 3

Por ende, n= once especímenes

2.12 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.12.1 Instrumentos Bibliográficos

- Se utilizaron revistas y libros correspondiente a la trama tratada de manera ordinario y puntual.
- Laboratorio de Mecánica de Suelos de la F.I.C.A. de la U.N.S.M. sede Tarapoto.
- Municipalidad Provincial de Lamas.

2.12.2 Instrumentos de laboratorio

Para la recolección de datos de E.M.S. se contó con el laboratorio implementado que tiene la escuela académica profesional de Ingeniería Civil y Arquitectura de este modo podemos realizar los varios ensayos tales como: Ensayo de Análisis Granulométrico, Ensayo de límite líquido, Ensayo de límite plástico y Ensayo de Compactación Próctor Modificado, para las Muestras extraídas de las diferentes calicatas.

2.12.3 Metodologías

- Exploración de suelos (Excavación de calicatas)
- Pruebas de laboratorio.
- Análisis de resultados mediante la curva aplicativa ÍNDICE PLÁSTICO VS ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS.

2.13 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

2.13.1 Recopilación de información

En el presente plan fue necesario la recopilación de todos los trabajos anteriores de la zona de estudio tales como obras realizadas, graficas de la ciudad o planos que nos permitan tener una noción del tipo de suelo del área para de ese modo poseer una noción para la realización de este proyecto de tesis en campo, la orientación, organización y planificación.

2.13.2 Reconocimiento en campo

Para señalar y verificar los lugares en los que se excavarán, se empleó la inspección del área en el campo y con respecto a la recolección de datos necesarias para el posterior ensayo. El progreso de las labores se desenvolvió por el investigador encargado de este proyecto y la asistencia del técnico de E.M.S de la U.N.S.M., identificar las zonas de exploración para así efectuar la excavación de las calicatas, realizando 15 de ellas comúnmente llamados pozos al aire libre, se distribuyeron en las diferentes áreas del área urbana del distrito de Lamas.

2.13.3 Trabajo realizado en campo

La labor de campo que realizó el tesista y la asistencia de la persona que brindo su ayuda al laboratorio de suelos de la U.N.S.M. con sede en Tarapoto.

De manera Inicial se establecieron los lugares que se excavarán las calicatas, luego pasamos a la excavación de éstas para de ese modo alcanzar los especímenes requeridos para ejecutar el ensayo correspondiente al proyecto de Tesis.

2.13.3.1 Exploración de Calicatas

La exploración de estas calicatas admite el reconocimiento directo del espécimen que se estudiará y, por ende, es el procedimiento de indagación que fija la información completa y fiable. Hecha la excavación de las calicatas, se establecer la estratigrafía del terreno y las propiedades necesarias del suelo que se usarán para este proyecto.

Se proyectaron 11 calicatas en toda el área perteneciente al distrito de Lamas con las siguientes dimensiones (0.50m x 0.50m x 0.50 m) las cuales se extraerán especímenes de taludes para su estudio posterior en el Laboratorio correspondiente. La ubicación de las calicatas se presentará en un plano UC-01, acorde a la normativa vigente.

Espaciamiento y características de las calicatas:

La mecánica de suelos (E.M.S.), nos permite inspeccionar la muestra en una etapa natural. Las distancias entre los pozos excavados y las particularidades de todos en particular difieren según su topología, tipología y lugar en el cual se va a efectuar los pozos. Las calicatas se realizaron bajo las indicaciones de la Norma Técnica A.S.T.M. D. 420. De las cuales la mayor parte es aplicable al estudio de mecánica de suelos (E.M.S.). La técnica de muestreo se ejecutó bajo las normas del A.S.T.M. D. 420, los especímenes llevados a los laboratorios de Suelos de la F.I.C.A de la U.N.S.M., la muestra extraída es representativa y en grandes cantidades. Para el traslado de los especímenes que se extrajeron y se usaron bolsas y/o cajas hechas de madera según la cantidad requerida, a los cuales, en su posterior reconocimiento, se les colocará detalles con los datos siguientes:

Fecha de excavación, nombre del proyecto, ubicación, descripción de la calicata, tipo de muestra, número de estrato y profundidad de la muestra.

2.13.4 Ensayos De Laboratorio

Para los especímenes y/o muestreo extraídas acorde a las calicatas previamente identificadas, se establecieron las propiedades mecánicas y física, por medio de los siguientes ensayos de laboratorio acorde a lo siguiente:

Ensayos Estándar	**Norma Usada**
Ensayo de Análisis Granulométrico	A.S.T.M. D. 422
Ensayo de Clasificación Unificada de Suelos	A.S.T.M. D. 2487
Ensayo de Contenido de Humead Natural	A.S.T.M. D. 2216
Ensayo de Límite Líquido y Límite plástico	A.S.T.M. D. 4318
Ensayo de Ensayo de Compactación Próctor Modificado	A.S.T.M. D. 1557

2.13.4.1 Ensayo de Contenido de Humedad Natural

Materiales a usar:

- Muestra humedad natural.

Equipos a emplear para realizar el ensayo:

- Una balanza, con sensibilidad de 0.1 g para determinar el peso del material.
- Horno, con la capacidad de mantener temperaturas constantes y uniformes hasta de 110°C ± 5°C.

- Recipientes y tarros de acero secos para ser empleadas durante el ensayo a realizarse (generalmente se emplea en la muestras húmedas y muestras secas).
- Brocha y Cepillo, para dejar limpio todos los tamices empleados después de cada uso.

Forma de realizar el ensayo del natural contenido de humedad:

- Luego de ser extraída la muestra con humedad natural se coloca en una bolsa de color negra con la finalidad de mantenerla inalterada, luego se lleva al laboratorio, posterior a ello se coloca en un tarro de acero y se pesa, después se lleva al horno por un periodo de 24 horas.
- Pasada las 24 horas se saca la muestra y se coloca en un desecador por un lapso de 10 min, después volvemos a examinar y se realiza el cálculo correspondiente.
- Se realiza el ensayo tantas veces como muestras se hayan extraído.

2.13.4.2 Ensayo de Análisis Granulométrico

Podemos precisar que los ensayos de granulometría están relacionados directamente con el tamaño de las partículas que conforman las muestras extraídas para este estudio, con el fin de examinar la clasificación de estas, para determinar las propiedades físicas-mecánicas.

Materiales a usar:

- Espécimen seco de alrededor de mil quinientos gramos.

Dispositivos a emplear para efectuar el ensayo:

- Una báscula, con una precisión de un décimo de gramo para determinar el peso del material.
- Tamices de malla cuadrada con designación ASTM de 3 pulg., 1 1/2pulg., 3/4 pulg., 3/8 pulg., N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y N° 200.
- Horno, con la capacidad de mantener temperaturas constantes y uniformes hasta de 110°C ± 5°C.
- Recipientes y tarros de acero secos para el administración y desecación de los especímenes obtenidos.
- Brocha y Cepillo, para dejar limpio todos los tamices empleados después de cada uso.

Forma de realizar el ensayo de análisis granulométrico por tamizado:

- Una vez que el espécimen se ha secado bajo la influencia del sol y separamos quinientos gramos de la muestra con el proceso conocido como cuarteo, para luego colocarlo en un receptáculo, se llenó completamente con agua destilada y dejamos remojarlo por un periodo de veinticuatro horas.
- Posterior a ello se tamiza el espécimen seco por una malla de calibre doscientos con agua potable, lo retenido en la malla N°200 se coloca en un recipiente para luego ser llevada al horno y así la muestra pueda secarse durante 24 horas.
- Se zarandeó el espécimen seco por todos los tamices establecidos en la norma vigente agitándolos de manera manual para luego pesar el suelo retenido en cada tamiz y así calcular los porcentajes retenidos y acumulados en las mayas.
- Finalmente, y con los resultados obtenidos se dibujada la gráfica la curva granulométrica en una escala denominada semilogarítmica, para el eje trazado en las abscisas se consignó el diámetro de los tamices empleados con unidades en milímetros, y en el eje trazado en la ordenada se colocó el porcentaje acumulado que pasan por los tamices utilizadas.
- Se realiza el ensayo tantas veces como muestras se hayan extraído.

2.13.4.3 Ensayo de Límite Liquido

Materiales a usar:

- Muestra seca de aproximadamente 1000 gr. que pasó por la malla N° 40.

Equipos a emplear para realizar el ensayo:

- Una balanza, con sensibilidad de 0.1 gramos para determinar el peso las muestras.
- Cápsula de porcelana de 115 milímetros.
- Paleta flexible entre unos setenta y cinco y unos cien milímetros es decir entre tres pulgadas y cuatro pulgadas y finalmente de unos veinte milímetros de ancho aproximadamente.
- Copa de Casagrande.
- Acanalador.
- Horno, con la capacidad de mantener temperaturas constantes y uniformes hasta de 110°C ± 5°C.
- Recipientes y tarros de acero secos para la administración y desecación de los especímenes obtenidas.

- Brocha, para fregar los recipientes empleados después de cada uso.

Procedimiento para realizar el ensayo.

- Una vez ha secada la muestra bajo el sol y mediante cuarteo separamos 200g de muestra para luego colocarlo en un receptáculo, se cubrió completamente con agua destilada y lo dejamos remojar por un lapso de 24 hrs. luego se separa una porción del espécimen saturado el cual se colocará en una cápsula de porcelana para ser mezclado con agua destilada en caso de ser necesario y mediante una espátula se remueve constantemente hasta obtener una pasta uniforme.
- La pasta obtenida anteriormente se coloca en el equipo de Casagrande y se nivela con una paleta descrito anteriormente hasta conseguir un grosor cerca de 1cm, en el centro de la copa del equipo de Casagrande se realiza un surco con una paleta de tal modo que el espécimen queda fraccionada en 2 porciones iguales, luego elevamos y dejamos que la copa de casa grande caiga empleando una manija con una proporcionalidad de dos desplomes por segundo hasta que ambas porciones de la muestra hagan empalmen en la porción inferior del surco y luego se registra la cantidad de impactos.
- Con la paleta retiramos una pequeña fracción de pasta donde ambas porciones de la muestra hagan empalmen en la porción inferior del surco, para luego colocarse en una capsula y así poder calcular el contenido de humedad, dejándose secar en el horno durante 24 horas, pasado este tiempo se extrae la muestra del horno y se coloca en el desecador por un lapso de 10 min., luego se pesa y se anota para poder determinar los cálculos respectivos.
- El espécimen sobrante de la copa del equipo de Casagrande se colocará en el receptáculo de cerámica y se agrega agua en caso de que la cantidad de impactos de la prueba anterior sea bastante alta, para el caso de perder agua se agrega material con un secado natural, si el número de impactos es bajo (la cantidad de impactos estará percibido entre 10 y 40).
- Después de terminar el ensayo se lava y seca la copa del equipo de Casagrande conjuntamente con la paleta empelada.
- La prueba de laboratorio realizada deberá repetirse con un mínimo 3 períodos repetitivos, luego se dibuja la gráfica de fluidez se realizará de manera recta y en una escala denominada semilogarítmica, donde la coordenada de la abscisa se registra la cantidad de impactos en una escala denominada logarítmica y en la

coordenada de la ordenada el contenido de humedad en una escala natural con ello se determina la ordenada conveniente en los veinticinco golpes en la gráfica de fluidez, este importe estará el límite líquido del espécimen en estudio.

2.13.4.4 Ensayo de Límite Plástico

Materiales a usar:

- Una fracción de la mescla que ya hemos preparado durante el límite líquido

Dispositivos a emplear para realizar el ensayo:

- Una balanza, con sensibilidad de 0.1 g para determinar el peso las muestras.
- Cápsula de porcelana de 115 mm.
- Paleta flexible entre unos setenta y cinco y unos cien milímetros es decir entre tres pulgadas y cuatro pulgadas y finalmente de unos veinte milímetros de ancho aproximadamente.
- Placa de vidrio grueso esmerilado.
- Horno, con la capacidad de mantener temperaturas constantes y uniformes hasta de 110°C ± 5°C.
- Recipientes y tarros de acero secos para la administración y la desecación de los especímenes obtenidos.
- Brocha, para fregar los recipientes empleados después de cada uso.

Procedimiento para realizar el ensayo.

- La fracción de masa dispuesta en el ensayo del ensayo anteriormente mencionada y colocamos en una plancha de cristal esmerilado de tal modo que la mezcla reduzca la cantidad de agua en la muestra en estudio, luego se arremangó el espécimen amasado en estudio y colocamos en una plancha de cristal esmerilada hasta conseguir rollos pequeños de tres milímetros de diámetro como mínimo y hasta que estos rollos se divisen agrietamientos, luego se instala el espécimen en un receptáculo y se lleva al horno dejándolo durante 24 horas, culminado este proceso de secado dejamos reposar en el desecador durante 10 minutos, luego llevamos la muestra seca a pesarla y así determinamos mediante cálculos el contenido de humedad, finalmente promediamos los tres resultados obtenidos.
- Este ensayo se repitió el ensayo 3 vez más.

2.13.4.5 Ensayo Compactación Próctor Modificado.

Materiales a usar:

- Muestra seca de aproximadamente 5000 gr. que pasó por la malla N° 4.

Equipos a emplear para realizar el ensayo:

- Una balanza, con sensibilidad de 0.1 g para determinar el peso las muestras.
- Dispositivo de Próctor modificado se emplea un molde en forma de cilindro de cuatro pulgadas (101.6mm), plancha de pedestal y una argolla de amplificación.
- Compresor Próctor modificado.
- Extractor de muestras.
- Probeta 1000 ml.
- Horno, con la capacidad de mantener temperaturas constantes y uniformes hasta de 110°C ± 5°C.
- Recipientes y tarros de acero secos para la administración y la desecación de los especímenes obtenidos.
- Brocha, para fregar los recipientes empleados después de cada uso.

Procedimiento para realizar el ensayo.

- Se obtiene el espécimen seco para la prueba, empleando la técnica A.
- Prepararemos cinco especímenes de material seco pasadas por la malla N° 4, con un peso de 5kg. cada una, luego a cada muestra se le añade una cantidad determinada de agua destilada, de modo que el contenido de agua para cada muestra tenga la tendencia de variar entre uno o 2 % entre amabas, luego enlacé el cilindro a la plancha de pedestal y el collarín de amplificación y por último el pliego filtro, se le añadió una pequeña cantidad de aceite en todo el interior del molde con la finalidad de que la muestra no quede adherida al molde, posterior a ello se efectuó la compactación para todas las muestras cada espécimen seccionado en cinco extractos y en cada capa se efectuara veinticinco impactos consecutivos cada una de forma elíptica del borde hacia el interior, al culminar de realizar la compactación en la última capa, posterior a ello se retira el collar de amplificación, se niveló con la paleta, luego el molde se colocó en el extractor de muestras, una vez extraída la muestra obtiene una porción representativa de la parte central, para ser pesada y llevada al horno por 24 horas, posterior a ello se calcula el contenido de agua para todas los especímenes compactados (w%),

- Inmediatamente se calculó la densidad húmeda (Dh.) y del mismo modo calculamos la densidad seca en todos los especímenes compactados (Ds).

$$Ds = \frac{Dh*100}{(100+W\%)}$$

- Después de obtener todos los datos necesarios dibujé la gráfica de compactación en escala natural, los resultados de densidad seca en los ejes de ordenadas y los datos del contenido de agua se registran en los ejes de las coordenadas. Finalmente determiné el contenido óptimo de humedad y la densidad seca máxima.
- Este ensayo se repitió el ensayo 5 vez más por cada calicata.

2.14 Materiales y métodos.

2.14.1 Materiales

- Equipos, computadora, impresora, materiales de oficina, GPS Navegador, papel bond, memoria USB, tazas metálicas, transporte.

2.14.2 Método.

- El trabajo de investigación se inició con la ubicación de las calicatas luego se extrajeron las muestras respectivas con un aproximado de 50 kg. de cada una, durante la extracción se separó una porción de cada calicata para realizar el ensayo de contenido de humedad tal como se describe en el Ítem 2.13.4.1 Ensayo de Contenido de Humedad Natural, después de haber extraído las muestras respectivas se dejaron secar al sol.
- Secada las muestras se llevan al laboratorio para proceder con los siguientes ensayos tal como se describe en los ítems 2.13.4.2 Ensayo de Análisis Granulométrico, 2.13.4.3 Ensayo de Límite Liquido 2.13.4.4 Ensayo de Límite Plástico y 2.13.4.5 Ensayo Compactación Próctor Modificado.
- Terminados todos los ensayos se procede a la revisión de los resultados obtenidos para determinar la Influencia del índice plástico en el contenido óptimo de humedad en suelos arcillosos aplicado en afirmado de carreteras en la jurisdicción de Lamas.
- Los Resultados se discutirán en el CAPITULO II: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

CAPITULO III:
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultado de la investigación

Durante la exploración del presente proyecto logramos alcanzar la meta para la elaboración de la gráfica aplicativa entre el óptimo contenido de humedad y el índice de plasticidad, ejecutando la valoración de las pruebas descritas en el Ítem 2.13.4 Ensayos De Laboratorio. Con respecto a la cantidad de muestras a extraer según el Ítem 2.11.2 Muestras, resulta que el tamaño de la población a extraer son 11 muestras representativas para realizar la investigación correspondiente, sin embargo, para tener más precisión en los resultados se extrajeron un total de 16 muestras. Los resultados correspondientes de las calicatas N° 02, 03, 07 y 11 para la obtención del Optimo Contenido de Humedad y la Máxima Densidad Seca no se efectuaron ya que según el análisis granulométrico realizado no pertenecen a la clasificación de Suelo Arcilloso siendo este el tema de investigación.

3.1.1 Ubicación de Calicatas en el distrito de Lamas

Tabla 2

Ubicación de las calicatas

CALICATA	UBICACIÓN DEL PUNTO DE EXPLORACIÓN			
	NORTE	ESTE	CARRETERA	Lado de la Extracción
C-01	9288712	0330990	Lamas-Molosho	Talud Lado Izquierdo
C-02	9288781	0331401	Lamas-Molosho	Cantera: "San Cesar"
C-03	9288781	0331411	Lamas-Molosho	Cantera: "San Cesar"
C-04	9288887	0331270	Lamas-Molosho	Cantera: "San Cesar"
C-05	9288712	0330990	Lamas-Tarapoto	Talud Lado Izquierdo
C-06	9288785	0332617	Lamas-Shamboloa	Talud Lado Izquierdo
C-07	9290999	0332060	Lamas-Pamashto	Talud Lado Izquierdo
C-08	9292217	0331728	Lamas-Pamashto	Talud Lado Izquierdo
C-09	9292870	0330912	Lamas-Pamashto	Talud Lado Derecho
C-10	9292438	0330985	Lamas-Pamashto	Talud Lado Derecho
C-11	9292438	0330985	Lamas-Pamashto	Talud Lado Izquierdo
C-12	9290464	0328540	Lamas-Shanao	Talud Lado Derecho

C-13	9290892	0330990	Lamas-Shanao	Talud Lado Derecho
C-14	9290209	0330752	Huaico-Shanao	Talud Lado Derecho
C-15	9290250	0330717	Huaico-Shanao	Talud Lado Derecho
C-16	9288811	0333121	Lamas-Tarapoto	Talud Lado Derecho

Fuente: Elaboración Propia

3.1.2 Resultados del Contenido de Humedad

Tabla 3

Resumen de la obtención del contenido de humedad natural

CALICATA	UBICACIÓN DEL PUNTO DE EXPLORACIÓN		
	NORTE	ESTE	HUMEDAD NATURAL %
C-01	9288712	0330990	10.14
C-02	9288781	0331401	7.18
C-03	9288781	0331411	4.83
C-04	9288887	0331270	12.39
C-05	9288712	0330990	13.77
C-06	9288785	0332617	15.08
C-07	9290999	0332060	10.70
C-08	9292217	0331728	8.20
C-09	9292870	0330912	20.19
C-10	9292438	0330985	28.88
C-11	9292438	0330985	9.91
C-12	9290464	0328540	9.73
C-13	9290892	0330990	11.05
C-14	9290209	0330752	20.58
C-15	9290250	0330717	25.72
C-16	9288811	0333121	12.06

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3 Resultados de la Composición del Análisis Granulométrico

Tabla 4

Resumen de las características granulométricas

CALICATA	UBICACIÓN	GRANULOMETRIA (% que pasa)

	NORTE	ESTE	MALLA #04	MALLA # 10	MALLA # 40	MALLA # 200
C-01	9288712	0330990	100.00	99.98	98.81	58.41
C-02	9288781	0331401	100.00	99.37	92.25	4.20
C-03	9288781	0331411	100.00	99.63	89.62	4.01
C-04	9288887	0331270	100.00	99.97	98.38	63.79
C-05	9288712	0330990	100.00	99.73	96.44	63.30
C-06	9288785	0332617	100.00	99.88	95.62	69.42
C-07	9290999	0332060	100.00	99.50	95.04	4.90
C-08	9292217	0331728	100.00	99.90	96.06	57.49
C-09	9292870	0330912	100.00	99.29	97.65	95.01
C-10	9292438	0330985	100.00	99.87	98.85	92.21
C-11	9292438	0330985	100.00	99.78	95.12	51.99
C-12	9290464	0328540	99.91	99.33	98.56	97.62
C-13	9290892	0330990	100.00	99.39	97.18	91.48
C-14	9290209	0330752	100.00	99.96	99.68	78.57
C-15	9290250	0330717	100.00	99.87	99.46	93.68
C-16	9288811	0333121	100.00	99.51	93.50	50.82

Fuente: Elaboración Propia

3.1.4 Resultados de los Límites de consistencia

Tabla 5

Resumen de los Límites de Consistencia

CALICATA	UBICACIÓN		PROPIEDADES INDICES		
	NORTE	ESTE	L.L. %	L.P. %	I.P. %
C-01	9288712	0330990	43.39	23.17	20.22
C-04	9288887	0331270	46.27	24.25	22.02
C-05	9288712	0330990	43.15	21.71	21.44
C-06	9288785	0332617	47.54	25.47	22.07
C-08	9292217	0331728	41.23	20.80	20.43
C-09	9292870	0330912	52.80	23.63	29.17
C-10	9292438	0330985	54.12	26.89	27.23
C-11	9292438	0330985	36.16	26.07	10.09

C-12	9290464	0328540	48.53	25.41	23.12
C-13	9290892	0330990	50.46	26.08	24.38
C-14	9288712	0330990	52.97	28.04	24.93
C-15	9288781	0331401	58.08	28.68	29.40
C-16	9288781	0331411	45.98	23.60	22.38

Fuente: Elaboración Propia

3.1.5 Resultados de La Clasificación de suelos

Tabla 6

Resumen de La clasificación de suelos

CALICATA	UBICACIÓN		CLASIFICACIÓN	
	NORTE	ESTE	S.U.C.S.	AASHTO
C-01	9288712	0330990	CL	A-7-6 (9)
C-02	9288781	0331401	SP	A-3 (0)
C-03	9288781	0331411	SP	A-3 (0)
C-04	9288887	0331270	CL	A-7-6 (12)
C-05	9288712	0330990	CL	A-7-6 (11)
C-06	9288785	0332617	CL	A-7-6 (15)
C-07	9290999	0332060	SP	A-3 (0)
C-08	9292217	0331728	CL	A-7-6 (9)
C-09	9292870	0330912	CH	A-7-6 (20)
C-10	9292438	0330985	CH	A-7-6 (20)
C-11	9292438	0330985	CL -ML	A-4 (3)
C-12	9290464	0328540	CL	A-7-6 (20)
C-13	9290892	0330990	CH	A-7-6 (20)
C-14	9288712	0330990	CH	A-7-6 (20)
C-15	9288781	0331401	CH	A-7-6 (20)
C-16	9288781	0331411	CL	A-7-6 (8)

Fuente: Elaboración Propia

3.1.6 Resultados de la compactación del Proctor modificado

Tabla 7

Resumen del Proctor Modificado

CALICATA	UBICACIÓN		PROPIEDADES	
	NORTE	ESTE	D.s. max (gr/cm3)	W% (Óptimo)
C-01	9288712	0330990	1.75	20.90
C-04	9288887	0331270	1.78	22.80
C-05	9288712	0330990	1.80	19.18
C-06	9288785	0332617	1.84	20.02
C-08	9292217	0331728	1.78	20.10
C-09	9292870	0330912	1.68	21.00
C-10	9292438	0330985	1.70	21.55
C-12	9292438	0330985	1.83	20.45
C-13	9290464	0328540	1.74	20.55
C-14	9290892	0330990	1.70	20.70
C-15	9288712	0330990	1.73	19.70
C-16	9288781	0331401	1.79	20.60

Fuente: Elaboración Propia

3.1.7 Resultados de la compactación del Proctor modificado

Tabla 8

Resumen general de las características de los suelos

CALICATA	PROPIEDADES INDICES			CLASIFICACIÓN		PROPIEDADES	
	L.L. %	L.P. %	I.P. %	S.U.C.S.	AASHTO	D.s. max (gr/cm3)	W% (Óptimo)
C-01	43.39	23.17	20.22	CL	A-7-6 (9)	1.75	20.90
C-02	-	-	-	SP	A-3 (0)	-	-
C-03	-	-	-	SP	A-3 (0)	-	-
C-04	46.27	24.25	22.02	CL	A-7-6 (12)	1.78	22.80

C-05	43.15	21.71	21.44	CL	A-7-6	(11)	1.80	19.18
C-06	47.54	25.47	22.07	CL	A-7-6	(15)	1.84	20.02
C-07	-	-	-	SP	A-3	(0)	-	-
C-08	41.23	20.80	20.43	CL	A-7-6	(9)	1.78	20.10
C-09	52.80	23.63	29.17	CH	A-7-6	(20)	1.68	21.00
C-10	54.12	26.89	27.23	CH	A-7-6	(20)	1.70	21.55
C-11	36.16	25.41	23.12	CL -ML	A-4	(3)	-	-
C-12	48.53	25.41	23.12	CL	A-7-6	(20)	1.83	20.45
C-13	50.46	26.08	24.38	CH	A-7-6	(20)	1.74	20.55
C-14	52.97	28.04	24.93	CH	A-7-6	(20)	1.70	20.70
C-15	58.08	28.68	29.40	CH	A-7-6	(20)	1.73	19.70
C-16	45.98	23.60	22.38	CL	A-7-6	(8)	1.79	20.60

Fuente: Elaboración Propia

3.2 Análisis suelos arcillosos de alta plasticidad.

De la gráfica podemos divisar que se logra obtener el valor máximo del óptimo contenido de humedad de 21.62 por ciento y cuando logremos adquirir el valor para el índice de plasticidad este aumenta hasta un 26.80 por ciento, asimismo divisamos que en el caso de que el índice de plasticidad sigue aumentando constantemente el contenido óptimo de humedad disminuye en base a los valores obtenidos anteriormente.

Tabla 9

Resumen general de las características de los suelos arcillosos de alta plasticidad

Muestra N°	LL	LP	IP	CLASIFICACIÓN AASHTO		CLASIFICACIÓN SUCS	DsMáx (gr/cm3)	W % (Óptimo)
C-9	**52.80**	**23.63**	**29.17**	**A-7-6**	**(20)**	**CH**	**1.68**	**21.00**
C-10	**54.12**	**26.89**	**27.23**	**A-7-6**	**(20)**	**CH**	**1.70**	**21.55**
C-13	**50.46**	**26.08**	**24.38**	**A-7-6**	**(20)**	**CH**	**1.74**	**20.55**
C-14	**52.97**	**28.04**	**24.93**	**A-7-6**	**(20)**	**CH**	**1.70**	**20.70**
C-15	**58.08**	**28.68**	**29.40**	**A-7-6**	**(20)**	**CH**	**1.73**	**19.70**

Fuente: Elaboración propia.

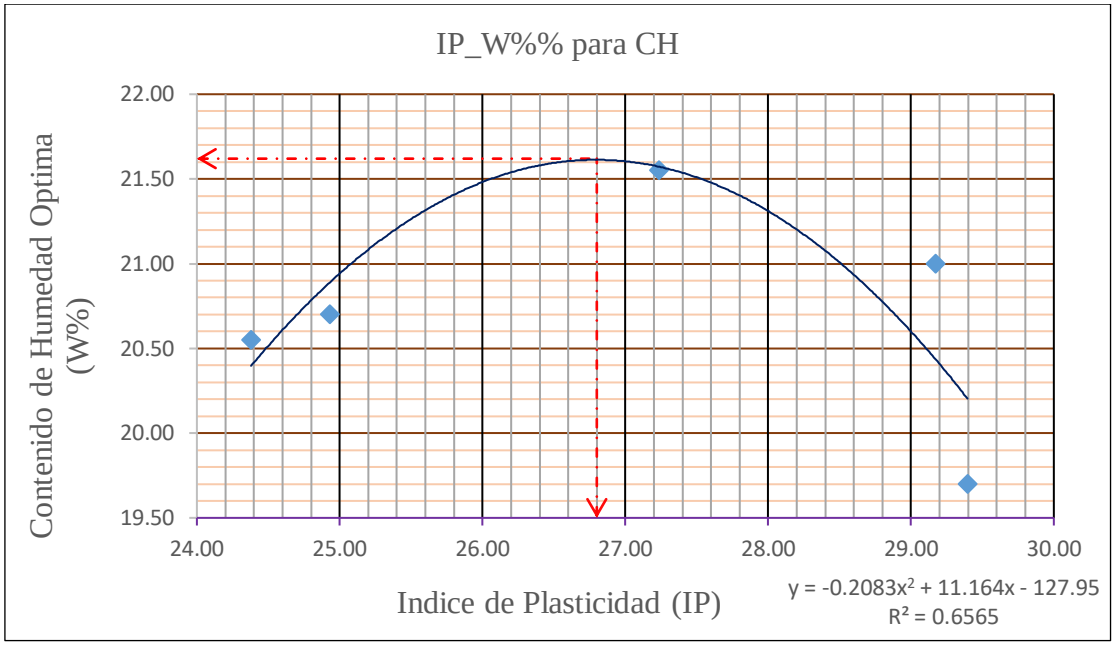


Figura 13: Curva aplicativa contenido de humedad óptima vs índice de plasticidad para arcillas de alta plasticidad. (Fuente: Elaboración Propia, 2022)

3.3 Análisis suelos arcillosos de baja plasticidad.

De la gráfica podemos divisar que se logra obtener el valor máximo del óptimo contenido de humedad de 21.95% y cuando logremos adquirir el valor para el índice de plasticidad aumenta constantemente hasta 21.65, asimismo divisamos que en el caso de que el índice de plasticidad sigue aumentando constantemente el contenido óptimo de humedad disminuye en base a los valores obtenidos anteriormente.

Tabla 10

Resumen general de las características de los suelos arcillosos de baja plasticidad

Muestra N°	LL	LP	IP	CLASIFICACIÓN AASHTO		SUCS	DsMáx (gr/cm3)	W % (Óptimo)
C-1	**43.39**	**23.17**	**20.22**	**A-7-6**	**(9)**	**CL**	**1.75**	**20.90**
C-4	**46.27**	**24.25**	**22.02**	**A-7-6**	**(12)**	**CL**	**1.78**	**22.80**
C-5	43.15	21.71	21.44	A-7-6	(11)	CL	1.80	19.18
C-6	47.54	25.47	22.07	A-7-6	(15)	CL	1.84	20.02
C-8	**41.23**	**20.80**	**20.43**	**A-7-6**	**(9)**	**CL**	**1.78**	**20.10**
C-12	**48.53**	**25.41**	**23.12**	**A-7-6**	**(20)**	**CL**	**1.83**	**20.45**
C-16	**45.98**	**23.60**	**22.38**	**A-7-6**	**(8)**	**CL**	**1.79**	**20.60**

Fuente: Elaboración propia.

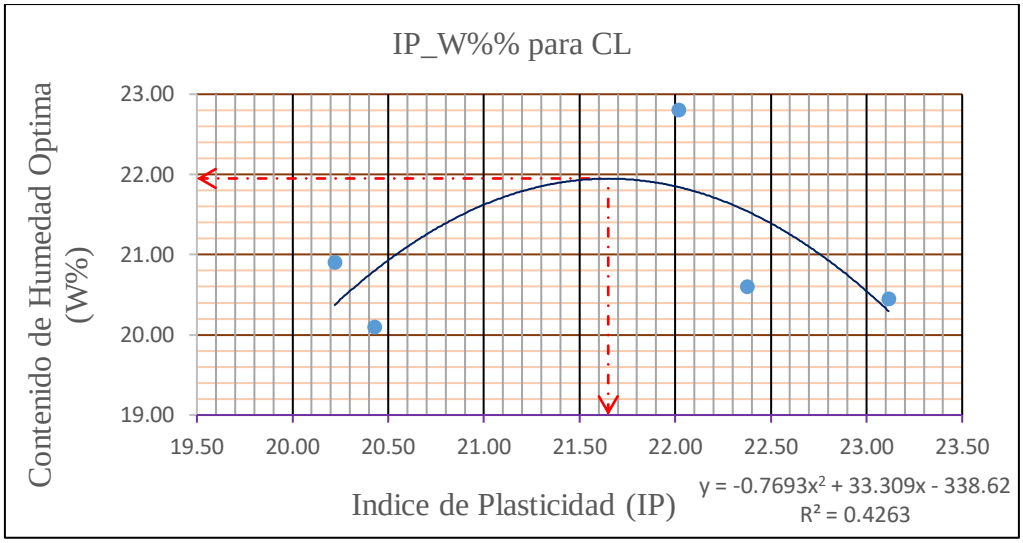


Figura 14: Curva aplicativa contenido de humedad óptima vs índice de plasticidad para arcillas de baja plasticidad. (Fuente: Elaboración Propia, 2022)

3.4 Análisis de la información

El esquema hipotético que personifica la reciprocidad existente entre las constantes observamos que el contenido óptimo de humedad y índice de plasticidad, para este proyecto resulto una ecuación polinómica de grado dos, esta ecuación se representa de la siguiente manera:

$$Y=b_1x^2+b_2x+b_3$$

Donde:

y =Contenido óptimo de humedad.
X= Índice plástico

Para desarrollar este proyecto la cantidad de muestras a extraer según el Ítem 2.11.2 Muestras resulta que el tamaño de la población a extraer son 11 muestras representativas para realizar la investigación correspondiente, sin embargo, para tener más precisión en los resultados se extrajeron un total de 16 especímenes variados de muestras extraídas de casco rural de Lamas, hemos estado recopilando de14 zonas diferentes tal y como se describe en la Tabla N° 2 “Ubicación de las Calicatas”.

Alcanzada la ecuación correspondiente entre el IP _W% para suelos arcillosos de alta plasticidad:

$y = -0.2083x^2 + 11.164x - 127.95$ y con un coeficiente de determinación: $R^2 = 0.6565$.

Así como la ecuación correspondiente es igual a IP _W% para suelos arcillosos de baja plasticidad:

$y = -0.7693x^2 + 33.309x - 338.62$ y con un coeficiente de determinación: $R^2 = 0.4263$.

3.5 Discusión de los resultados

De la evaluación realizada de los 16 especímenes extraídos ya sea de baja y alta plasticidad de la jurisdicción de Lamas se llegamos a la interpretación siguiente:

Con respecto a la influencia del índice de plasticidad en el óptimo contenido de humedad en las arcillas, identificamos que el índice plástico llega has su valor límite con la cual podemos obtener el máximo del óptima contenido de humedad, en base a los valores obtenidos en el limite cuando el índice plástico sigue aumentando constantemente el máximo valor del optimo contenido de humedad comienza un decrecimiento, tal como se puede apreciar en Figura 13 (Curva aplicativa índice de plasticidad vs el contenido de las muestras arcillosas de alta plasticidad) y en la Figura 14 (Gráfica aplicativa del índice de plasticidad vs el contenido óptimo de humedad vs para arcillas de baja plasticidad).

Con respecto a las muestras obtenidas como material de estudio para la aplicación de suelos arcillosos en el afirmado de carreteras del distrito de Lamas, se tuvo en cuenta los resultados obtenidos descritos en el Ítem 3.1 Resultado de la investigación y se realizó una minuciosa comparación con los requerimientos mínimos descrito en el Ítem 1.2.17 Materiales (Requisitos mínimos que debe cumplir un material para ser empleado en afirmado de carreteras según el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción):

3.5.1 Propiedades granulométricas

Se realizo la comparación granulométrica de los resultados obtenidos en el Ítem 3.1 con cada tipo de suelo descrito en la Figura 12: Las exigencias de calidad de las materias que serán empleadas en afirmados de carreteras deben estas según la norma vigente. (Fuente: Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, 2013), del Ítem 1.2.17, obteniéndose las siguientes tablas:

a) Comparación realizada con el suelo denominado F de la Figura 12

CALICATA	GRANULOMETRIA (% que pasa)				CLASIFICACIÓN			PORCENTAJE QUE PASA (SUELO "F")			
	MALLA #04	MALLA # 10	MALLA # 40	MALLA # 200	S.U.C.S.	AASHTO		MALLA #4 70 - 100	MALLA #10 55 - 100	MALLA #40 30 - 70	MALLA #200 8 - 25
C-01	100.00	99.98	98.81	58.41	CL	A-7-6	(9)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-02	100.00	99.37	92.25	4.20	SP	A-3	(0)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-03	100.00	99.63	89.62	4.01	SP	A-3	(0)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-04	100.00	99.97	98.38	63.79	CL	A-7-6	(12)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-05	100.00	99.73	96.44	63.30	CL	A-7-6	(11)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-06	100.00	99.88	95.62	69.42	CL	A-7-6	(15)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-07	100.00	99.50	95.04	4.90	SP	A-3	(0)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-08	100.00	99.90	96.06	57.49	CL	A-7-6	(9)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-09	100.00	99.29	97.65	95.01	CH	A-7-6	(20)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-10	100.00	99.87	98.85	92.21	CH	A-7-6	(20)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-11	100.00	99.78	95.12	51.99	CL -ML	A-4	(3)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-12	99.91	99.33	98.56	97.62	CL	A-7-6	(20)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-13	100.00	99.39	97.18	91.48	CH	A-7-6	(20)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-14	100.00	99.96	99.68	78.57	CH	A-7-6	(20)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-15	100.00	99.87	99.46	93.68	CH	A-7-6	(20)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-16	100.00	99.51	93.50	50.82	CL	A-7-6	(8)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE

Figura 15: Comparación de los requisitos de calidad del análisis granulométrico parte I. (Fuente: Elaboración propia, 2022)

b) Comparación realizada con el suelo denominado E de la Figura 12

	GRANULOMETRIA (% que pasa)				CLASIFICACIÓN			PORCENTAJE MINIMO QUE PASA (SUELO "E")			
CALICATA	MALLA #04	MALLA # 10	MALLA # 40	MALLA # 200	S.U.C.S.	AASHTO		MALLA #4 55 - 100	MALLA #10 40 - 100	MALLA #40 20 - 70	MALLA #200 6 - 20
C-01	100.00	99.98	98.81	58.41	CL	A-7-6	(9)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-02	100.00	99.37	92.25	4.20	SP	A-3	(0)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-03	100.00	99.63	89.62	4.01	SP	A-3	(0)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-04	100.00	99.97	98.38	63.79	CL	A-7-6	(12)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-05	100.00	99.73	96.44	63.30	CL	A-7-6	(11)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-06	100.00	99.88	95.62	69.42	CL	A-7-6	(15)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-07	100.00	99.50	95.04	4.90	SP	A-3	(0)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-08	100.00	99.90	96.06	57.49	CL	A-7-6	(9)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-09	100.00	99.29	97.65	95.01	CH	A-7-6	(20)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-10	100.00	99.87	98.85	92.21	CH	A-7-6	(20)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-11	100.00	99.78	95.12	51.99	CL -ML	A-4	(3)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-12	99.91	99.33	98.56	97.62	CL	A-7-6	(20)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-13	100.00	99.39	97.18	91.48	CH	A-7-6	(20)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-14	100.00	99.96	99.68	78.57	CH	A-7-6	(20)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-15	100.00	99.87	99.46	93.68	CH	A-7-6	(20)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-16	100.00	99.51	93.50	50.82	CL	A-7-6	(8)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE

Figura 16: Comparación de los requisitos de calidad del análisis granulométrico parte II. (Fuente: Elaboración propia, 2022)

c) Comparación realizada con el suelo denominado D de la Figura 12

	GRANULOMETRIA (% que pasa)				CLASIFICACIÓN			PORCENTAJE MINIMO QUE PASA (SUELO "D")			
CALICATA	MALLA #04	MALLA # 10	MALLA # 40	MALLA # 200	S.U.C.S.	AASHTO		MALLA #4 50 - 85	MALLA #10 40 - 70	MALLA #40 25 - 40	MALLA #200 5 - 20
C-01	100.00	99.98	98.81	58.41	CL	A-7-6	(9)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-02	100.00	99.37	92.25	4.20	SP	A-3	(0)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-03	100.00	99.63	89.62	4.01	SP	A-3	(0)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-04	100.00	99.97	98.38	63.79	CL	A-7-6	(12)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-05	100.00	99.73	96.44	63.30	CL	A-7-6	(11)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-06	100.00	99.88	95.62	69.42	CL	A-7-6	(15)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-07	100.00	99.50	95.04	4.90	SP	A-3	(0)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-08	100.00	99.90	96.06	57.49	CL	A-7-6	(9)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-09	100.00	99.29	97.65	95.01	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-10	100.00	99.87	98.85	92.21	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-11	100.00	99.78	95.12	51.99	CL -ML	A-4	(3)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-12	99.91	99.33	98.56	97.62	CL	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-13	100.00	99.39	97.18	91.48	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-14	100.00	99.96	99.68	78.57	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-15	100.00	99.87	99.46	93.68	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-16	100.00	99.51	93.50	50.82	CL	A-7-6	(8)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE

Figura 17: Comparación de los requisitos de calidad del análisis granulométrico parte III. (Fuente: Elaboración propia, 2022)

d) Comparación realizada con el suelo denominado C de la Figura 12

	GRANULOMETRIA (% que pasa)				CLASIFICACIÓN			PORCENTAJE MINIMO QUE PASA (SUELO "C")			
CALICATA	MALLA #04	MALLA # 10	MALLA # 40	MALLA # 200	S.U.C.S.	AASHTO		MALLA #4 35 - 65	MALLA #10 25 - 50	MALLA #40 15 - 30	MALLA #200 5 - 15
C-01	100.00	99.98	98.81	58.41	CL	A-7-6	(9)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-02	100.00	99.37	92.25	4.20	SP	A-3	(0)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-03	100.00	99.63	89.62	4.01	SP	A-3	(0)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-04	100.00	99.97	98.38	63.79	CL	A-7-6	(12)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-05	100.00	99.73	96.44	63.30	CL	A-7-6	(11)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-06	100.00	99.88	95.62	69.42	CL	A-7-6	(15)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-07	100.00	99.50	95.04	4.90	SP	A-3	(0)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-08	100.00	99.90	96.06	57.49	CL	A-7-6	(9)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-09	100.00	99.29	97.65	95.01	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-10	100.00	99.87	98.85	92.21	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-11	100.00	99.78	95.12	51.99	CL -ML	A-4	(3)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-12	99.91	99.33	98.56	97.62	CL	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-13	100.00	99.39	97.18	91.48	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-14	100.00	99.96	99.68	78.57	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-15	100.00	99.87	99.46	93.68	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-16	100.00	99.51	93.50	50.82	CL	A-7-6	(8)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE

Figura 18: Comparación de los requisitos de calidad del análisis granulométrico parte IV. (Fuente: Elaboración propia, 2022)

e) Comparación realizada con el suelo denominado A-2 de la Figura 12

CALICATA	GRANULOMETRIA (% que pasa)				CLASIFICACIÓN			PORCENTAJE MINIMO QUE PASA (SUELO "A-2")			
	MALLA #04	MALLA # 10	MALLA # 40	MALLA # 200	S.U.C.S.	AASHTO		MALLA #4 50 - 85	MALLA #10 33 - 67	MALLA #40 20 - 45	MALLA #200 5 - 20
C-01	100.00	99.98	98.81	58.41	CL	A-7-6	(9)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-02	100.00	99.37	92.25	4.20	SP	A-3	(0)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-03	100.00	99.63	89.62	4.01	SP	A-3	(0)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-04	100.00	99.97	98.38	63.79	CL	A-7-6	(12)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-05	100.00	99.73	96.44	63.30	CL	A-7-6	(11)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-06	100.00	99.88	95.62	69.42	CL	A-7-6	(15)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-07	100.00	99.50	95.04	4.90	SP	A-3	(0)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-08	100.00	99.90	96.06	57.49	CL	A-7-6	(9)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-09	100.00	99.29	97.65	95.01	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-10	100.00	99.87	98.85	92.21	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-11	100.00	99.78	95.12	51.99	CL -ML	A-4	(3)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-12	99.91	99.33	98.56	97.62	CL	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-13	100.00	99.39	97.18	91.48	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-14	100.00	99.96	99.68	78.57	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-15	100.00	99.87	99.46	93.68	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-16	100.00	99.51	93.50	50.82	CL	A-7-6	(8)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE

Figura 19: Comparación de los requisitos de calidad del análisis granulométrico parte V. (Fuente: Elaboración propia, 2022)

f) Comparación realizada con el suelo denominado A-1 de la Figura 12

CALICATA	GRANULOMETRIA (% que pasa)				CLASIFICACIÓN			PORCENTAJE MINIMO QUE PASA (SUELO "A-1")			
	MALLA #04	MALLA # 10	MALLA # 40	MALLA # 200	S.U.C.S.	AASHTO		MALLA #4 50 - 85	MALLA #10 33 - 67	MALLA #40 20 - 45	MALLA #200 5 - 20
C-01	100.00	99.98	98.81	58.41	CL	A-7-6	(9)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-02	100.00	99.37	92.25	4.20	SP	A-3	(0)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-03	100.00	99.63	89.62	4.01	SP	A-3	(0)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-04	100.00	99.97	98.38	63.79	CL	A-7-6	(12)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-05	100.00	99.73	96.44	63.30	CL	A-7-6	(11)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-06	100.00	99.88	95.62	69.42	CL	A-7-6	(15)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-07	100.00	99.50	95.04	4.90	SP	A-3	(0)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-08	100.00	99.90	96.06	57.49	CL	A-7-6	(9)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-09	100.00	99.29	97.65	95.01	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-10	100.00	99.87	98.85	92.21	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-11	100.00	99.78	95.12	51.99	CL -ML	A-4	(3)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-12	99.91	99.33	98.56	97.62	CL	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-13	100.00	99.39	97.18	91.48	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-14	100.00	99.96	99.68	78.57	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-15	100.00	99.87	99.46	93.68	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-16	100.00	99.51	93.50	50.82	CL	A-7-6	(8)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE

Figura 20: Comparación de los requisitos de calidad del análisis granulométrico parte VI. (Fuente: Elaboración propia, 2022)

3.5.2 Límites de Atterberg

Se realizo la comparación granulométrica de los resultados obtenidos en el Ítem 3.1 Resultado de la investigación con los requisitos mínimos de los materiales descritos en el Ítem 1.2.17 obteniéndose la siguiente tabla:

Tabla 11

Comparación de los requisitos de calidad de los Limites de Atterberg

CALICATA	PROPIEDADES INDICES			CLASIFICACIÓN			LIMITES DE ATTERBERG	
							L.L. %	I.P. %
	L.L. %	L.P. %	I.P. %	S.U.C.S.	AASHTO		35 Max.	4 - 9
C-01	43.39	23.17	20.22	CL	A-7-6	(9)	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-04	46.27	24.25	22.02	CL	A-7-6	(12)	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-05	43.15	21.71	21.44	CL	A-7-6	(11)	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-06	47.54	25.47	22.07	CL	A-7-6	(15)	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-08	41.23	20.80	20.43	CL	A-7-6	(9)	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-09	52.80	23.63	29.17	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-10	54.12	26.89	27.23	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-12	48.53	25.41	23.12	CL	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-13	50.46	26.08	24.38	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-14	52.97	28.04	24.93	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-15	58.08	28.68	29.40	CH	A-7-6	(20)	NO CUMPLE	NO CUMPLE
C-16	45.98	23.60	22.38	CL	A-7-6	(8)	NO CUMPLE	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

- El índice plástico a medida que aumenta llega hasta un valor máximo con el cual podemos obtener el máximo valor del contenido óptimo de humedad tanto para los suelos arcillosos de baja y alta plasticidad del distrito de Lamas.
- El máximo valor del contenido óptimo de humedad a medida que aumenta llega hasta su máximo valor luego decrece hecho que se da tanto para los suelos arcillosos de baja y alta plasticidad de la jurisdicción de Lamas.
- A diferencia del máximo contenido de humedad óptima que alcanza un punto máximo y luego decrece, el índice de plasticidad incrementa constantemente.
- Para las arcillas de plasticidad alta se obtuvo un máximo valor en el óptimo contenido de humedad de 21.62 por ciento cuando el valor del índice de plasticidad crece hasta 26.80 por ciento, se observa que cuando el índice plástico incrementa el óptimo contenido de humedad disminuye.
- Para arcillas de plasticidad baja se obtuvo un máximo valor del óptimo contenido de humedad de 21.95 por ciento cuando el valor del índice plástico aumenta hasta llegar al 21.65 por ciento, se divisa que sí el índice plástico incrementa el contenido óptimo de humedad disminuye.
- La comparación granulométrica realizada entre el resultado obtenido en el proyecto actual y los límites mínimos establecidos en la calidad que debe cumplir la materia prima a ser empleada en los afirmados de carreteras se concluyó que los suelos en estudios no cumplen los mínimos parámetros establecidos en el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción.
- La comparación de los Limites de Atterberg realizada entre el resultado obtenido en la presente investigación y los límites mínimos establecidos en la calidad que debe cumplir el material a ser empleado en afirmados de carreteras se concluyó que los suelos en estudios no cumplan con los límites mínimos establecidos en el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los nuevos investigadores a realizar los estudios sobre la influencia que ejerce el índice plástico en el óptimo contenido de humedad de los materiales granulares.
- Para la extracción de muestras se recomienda tener cuidado tanto en su recolección como en su traslado debido a que por un factor externo cualquiera sea el caso puede afectar el resultado final de las pruebas a ejecutarse.
- Para el desarrollo de las pruebas del laboratorio de mecánica de suelos Se recomienda especial cuidado debido a que cualquier factor externo cualquiera sea el caso puede afectar el resultado final de las pruebas a ejecutarse.
- Para poder consumar con los parámetros mininos exigidos en el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción para el uso del material de estudio como afirmado se recomienda realizar la combinación del material de estudio con material granular, esta combinación debe ser confirmada mediante una prueba del laboratorio de mecánica de suelos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Huyen Wihem, M. (1996), Mecánica de Suelos.

Manual Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona, 1999.

Shuan, L. (2004). "Laboratorio de Mecánica de Suelos". Obtenido de: https://www.academia.edu/5775299/TALLER_B%C3%81SICO_Expositor_Luisa_Shuan_Lucas.

Norman, L. (1959). The one-point method of determining the value of the liquid limit of a soil. Géotechnique.

Edén, P. (1959). Use of a one-point liquid limit procedure. ASTM., STP 254:168-176.

Polanco, M. (2009). "Principios básicos de mecánica de suelos". Obtenido de: https://isbn.cloud/9789587320176/principios-basicos-de-mecanica-de-suelos/

Gutiérrez, W. (2004), "Laboratorio de Mecánica de Suelos" Obtenido de: https://es.scribd.com/document/367929751/01-presentacion-del-laboratorio-pdf

Mora, S. (1998). "Mecánica de Suelos y Diseño de Pavimentos" Obtenido de: http://sisbiblio.utea.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=2904

Juárez, E. y Rico A. (1975). "Mecánica de Suelos Tomo 1 Fundamentos de la Mecánica de Suelos". México: Limusa.

Braja, M. (2001). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica y Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Mexico: Internarional Thomson Editores, S.A. de C.V.

Llique, R. (2003). "Manual de Laboratorio de Mecánica de Suelos". EPI, FIC, Universidad Nacional de Cajamarca.

Vivar, G. (1995). Diseño y Construcción de Pavimentos. Obtenido de: https://es.scribd.com/document/406088165/Diseno-y-Const-de-Pavimentos-Vivar-pdf.

ANEXOS

ANEXO 1: Constancia de la ejecución de los ensayos realizados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
Laboratorio de Tecnología del Concreto
CIUDAD UNIVERSITARIA
Jr. Amoracra 3ra Cuadra Teléfono 042-52-1402
MORALES - PERU

CONSTANCIA DE INGRESO Y EJECUCION DE ENSAYOS DE LABORATORIO

EL QUE SUSCRIBE

Ing. M.Sc Enrique Napoleón Martínez Quiroz, *Jefe del laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos.*

HACE CONSTAR:

Que el Bachiller Jesús Manuel Saldaña Vásquez ha ingresado y ha ejecutado ensayos de laboratorio las cuales son:

Contenido de Humedad Natural
Límites de Atterberg (limite líquido y limite plástico)
Ensayo granulométrico por tamizado.
Ensayo Proctor Modificado

Ensayos para poder concluir con su Tesis Titulado: ***"INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTÍN".***

Se expide el presente a solicitud de los interesados.

Tarapoto 16 de mayo del 2,022

Ing. M.Sc. Enrique N. Martinez Quiroz
JEFE DEL LABORATORIO DE MEC. SUELOS Y PAV
ING. CIVIL - CIP N° 29202

TEC. VERIFICO INGRESO Y ENSAYOS REALIZADO POR TESISTAS

Robert Navarro Mori
TEC. LAB MEC. SUELOS, GEOLOGIA Y CONCRETO
ING. CIVIL : ESP. 0219

Constancia Registrada N°002

Fotografía N° 01: Constancia de la ejecución de los ensayos realizados

ANEXO 2: Resultados de los ensayos realizados

Calicata N° 01:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

REGISTRO DE EXCAVACION

Ejecuta :	Bach. Jesus Manuel Saldaña Vasquez	**Elaboro :**	BACHILLER JMSV
TESIS :	APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"	**Coord :**	N: 9288712 E: 0330990
Ubicación:	DITRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN	**Fecha :**	09/12/2021
Calicata N° C-01	Nivel freático N.P. — Prof. Exc. 0.50 (m) — **Cota As.** 659.00 (msnm)		

Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION AASHTO	CLASIFICACION SUCS	SIMBOLO	ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO
659.00	I	El suelo es una arcilla limosa de mediana plasticidad, de color amarillo de consistencia semi dura, con resistencia al corte deficiente, compresibilidad y expansión media en condiciones saturadas, LL = 43 e IP = 20, con presencia de finos de 58.41 % de limos y arcillas y un % de arena de 41.6 del total de la muestra.	A-7-6 (9)	CL		0.50	10.14	
658.50								

FOTOGRAFIA

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído la muestra de la C-1 para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M, (registro sin escala)

Fotografía N° 02: Registro de excavación de la C-01.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Izquierdo **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 1 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9288712 E: 0330990

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.127)

Recipiente N°	P - 84	P - 106	P - 205
Peso del recipiente grs.	84.48	92.22	69.09
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	264.43	224.38	186.04
Peso del suelo seco + recipiente grs.	247.71	212.23	175.36
Peso del agua grs.	16.72	12.15	10.68
Peso del suelo seco grs.	163.23	120.01	106.27
Contenido de Humedad %	10.24	10.12	10.05
Promedio de contenido de humedad %	**10.14**		

Fotografía N° 03: Ensayo de Contenido de Humedad de la C-01.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

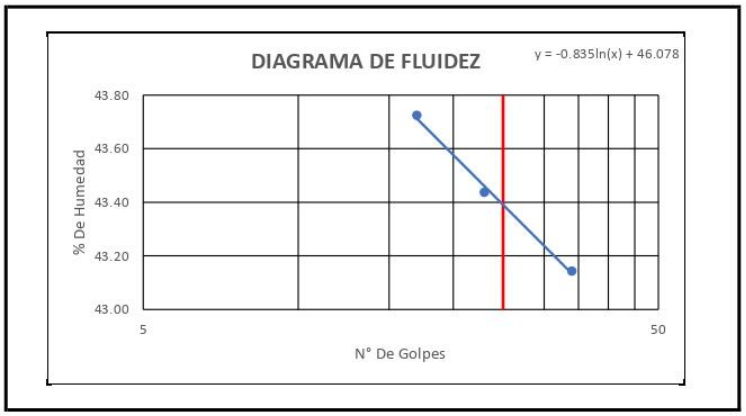
Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Izquierdo **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 1 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9288712 E: 0330990

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)

Recipiente N°	45	78	10
Peso del recipiente grs.	31.05	31.17	31.14
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	48.80	49.20	46.17
Peso del suelo seco + recipiente grs.	43.40	43.74	41.64
Peso del agua grs.	5.40	5.46	4.53
Peso del suelo seco grs.	12.35	12.57	10.50
Contenido de Humedad %	43.72	43.44	43.14
Número de Golpes	17	23	34



Límite Líquido (%)	43
Límite Plástico (%)	23
Índice de Plasticidad Ip (%)	20

Determinación del Límite Plástico(N.T.P. 339.131)

Recipiente N°	13	3	4
Peso del recipiente grs.	15.47	15.39	15.53
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	16.85	17.13	17.57
Peso del suelo seco + recipiente grs.	16.59	16.80	17.19
Peso del agua grs.	0.26	0.330	0.38
Peso del suelo seco grs.	1.12	1.41	1.66
Contenido de Humedad %	23.21	23.40	22.89
Promedio del contenido de humedad LP	**23.17**		

Fotografía N° 04: Ensayo de Límites de Atterberg (Límite Líquido y Plástico) de la C-01.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 339.128

A.- DATOS GENERALES

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Izquierdo **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 1 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9288712 E: 0330990

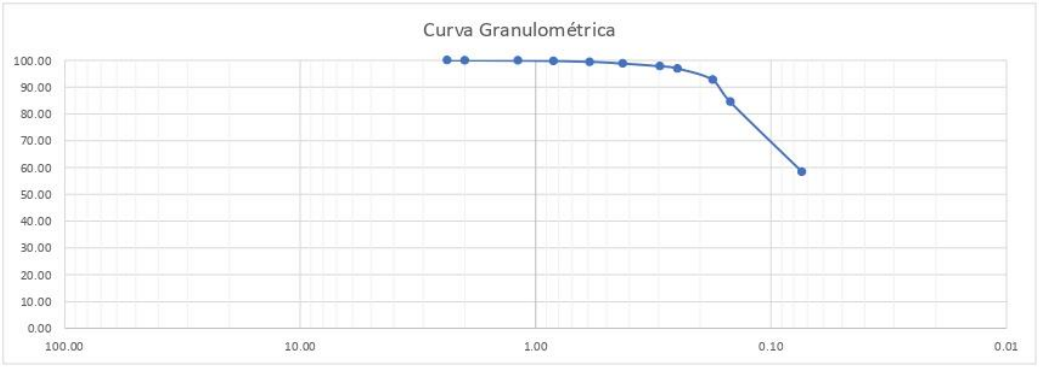
B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO N.T.P.339.128

Error Permitido% = 0.00% Permitido

TAMICES Ø	TAMICES (mm)	Peso Retenido	Peso Ret. Corregido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
Tamiz 5"	127.00					
Tamiz 4"	101.60					
Tamiz 3"	76.20					
Tamiz 2"	50.80					
Tamiz 1 1/2"	38.10					
Tamiz 1"	25.40					
Tamiz 3/4"	19.050					
Tamiz 1/2"	12.700					
Tamiz 3/8"	9.525					
Tamiz 1/4"	6.350					
N° 4	4.760					
N° 8	2.380					100.00
N° 10	2.000	0.04	0.04	0.02	0.02	99.98
N° 16	1.190	0.19	0.19	0.10	0.12	99.89
N° 20	0.840	0.28	0.28	0.14	0.26	99.75
N° 30	0.590	0.63	0.63	0.32	0.57	99.43
N° 40	0.426	1.25	1.25	0.63	1.20	98.81
N° 50	0.297	2.01	2.01	1.01	2.20	97.80
N° 60	0.250	1.76	1.76	0.88	3.08	96.92
N° 80	0.177	8.40	8.40	4.20	7.28	92.72
N° 100	0.149	16.36	16.36	8.18	15.46	84.54
N° 200	0.074	52.27	52.27	26.14	41.60	58.41
Fondo	0.010	116.81	116.81	58.41	100	0.00
TOTAL		200.00	200.00			

DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS		
Número del Recipiente:		P 84
Peso del Recipiente:		84.48
Peso del recipiente + suelo seco:		167.67
Peso del suelo seco :		83.19
Peso del suelo seco antes del lavado:		200.00
Resultados Obtenidos:		
Contenido de humedad natural	=	10.14
Límite Líquido	=	43
Límite Plástico	=	23
Índice Plástico	=	20
Grava	=	0.00
Arena	=	41.60
Limos y Arcillas	=	58.41
Porcentajes que pasan :		
% Pasa el Tamiz N° 4	=	100.00 %
% Pasa el Tamiz N° 10	=	99.98 %
% Pasa el Tamiz N° 40	=	98.81 %
% Pasa el Tamiz N° 200	=	58.41 %
D_{60} :	=	99.44
D_{30} :	=	97.82
D_{10} :	=	67.47
Cc (Coeficiente de curvatura) :	=	1.43
Cu (Coeficiente de Uniformidad) :	=	1.47
Clasificación S.U.C.S.	=	CL
Clasificación AASHTO	=	A-7-6 (9)



Fotografía N° 05: Ensayo de Análisis granulométrico por tamizado de la C-01.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Izquierdo **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 1 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]

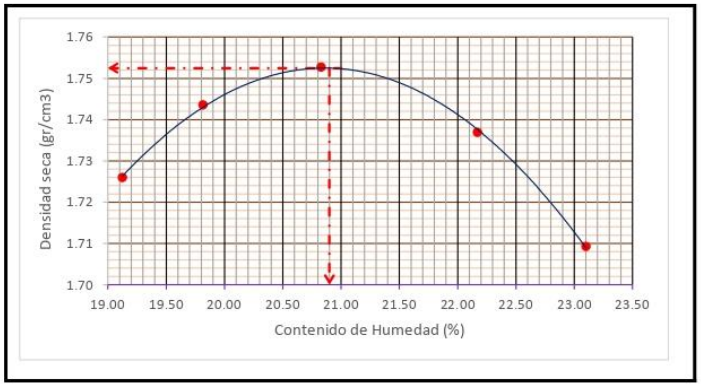
Coordenadas Punto de Muestra:
N: 9288712
E: 0330990

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PROCTOR MODIFICADO

Determinación del Proctor Modificado (N.T.P. 339.149)

METODO DE COMPACTACIÓN : A **Volumen del Molde :** 2123

PUNTO	P1	P2	P3	P4	P5
N° Capas	5	5	5	5	5
N° Golpes por capa	25	25	25	25	25
Porcentaje de Agua	4 %	6 %	8 %	10 %	12 %
Peso Suelo + Molde	7135	7205	7266	7275	7237
Peso Del Molde	2770	2770	2770	2770	2770
Peso Suelo Húmedo Compactado	4365	4435	4496	4505	4467
Densidad Húmeda	2.06	2.09	2.12	2.12	2.10
Capsula Nro.	**P - 84**	**P - 106**	**P - 205**	**P - 76**	**P - 77**
Peso De La Capsula	84.48	92.22	69.09	108.02	100.59
Peso Suelo Húmedo +Capsula	147.64	175.30	185.63	228.37	279.53
Peso Suelo Seco + Capsula	137.50	161.56	165.54	206.53	245.95
Peso De Agua	10.14	13.74	20.09	21.84	33.58
Peso Del Suelo Seco	53.02	69.34	96.45	98.51	145.36
Contenido Humedad	19.12	19.82	20.83	22.17	23.10
Densidad Seca	1.726	1.744	1.753	1.737	1.709



Densidad Seca Máxima	1.75
Contenido de Humedad Óptima	20.90

Fotografía N° 06: Ensayo de Proctor Modificado de la C-01.

Calicata N° 02:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

REGISTRO DE EXCAVACION

Ejecuta :	Bach. Jesus Manuel Saldaña Vasquez	Elaboro :	BACHILLER JMSV
TESIS :	APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"	Coord :	N: 9288781 E: 0331401
Ubicación:	DITRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN	Fecha :	09/12/2021
Calicata N° C-02	Nivel freático N.P. / Prof. Exc. 0.50 (m) / Cota As. 662.00 (msnm)		

Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION AASHTO	CLASIFICACION SUCS	CLASIFICACION SIMBOLO	ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO
662.00 661.50	I	El suelo es una arena pobremente graduada, de color cobrizo y blanco de consistencia semi dura, con resistencia al corte deficiente, compresibilidad y expansión muy baja en condiciones saturadas, LL = - e IP = NP, con presencia de finos de 4.2 % de limos y arcillas y un % de arena de 95.8 del total de la muestra.	A-3 (0)	SP		0.50	7.18	

FOTOGRAFIA

NOTA: los resultados correspondientes de las calicatas N° 02, 03, 07 y 11 para la obtención del Contenido Optimo de Humedad y la Densidad Seca Máxima no se efectuaron ya que según el análisis granulométrico realizado no pertenecen a la clasificación de Suelo Arcilloso siendo este el tema de investigación.

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído la muestra de la C-2 para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M, (registro sin escala)

Fotografía N° 07: Registro de excavación de la C-02.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Cobrizo y Blanco
Identificación de la Muestra : Cantera: "San Cesar" **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 2 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]

Coordenadas Punto de Muestra:
N: 9288781
E: 0331401

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.127)

Recipiente N°	P - 26	P - 44	P - 90
Peso del recipiente grs.	100.04	101.92	84.57
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	211.68	245.42	197.77
Peso del suelo seco + recipiente grs.	204.43	235.66	190.08
Peso del agua grs.	7.25	9.76	7.69
Peso del suelo seco grs.	104.39	133.74	105.51
Contenido de Humedad %	6.95	7.30	7.29
Promedio de contenido de humedad %		**7.18**	

Fotografía N° 08: Ensayo de Contenido de Humedad de la C-02.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 339.128 - ASTM D - 423

A.- DATOS GENERALES

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Cobrizo y Blanco
Identificación de la Muestra : Cantera **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 2 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9288781 E: 0331401

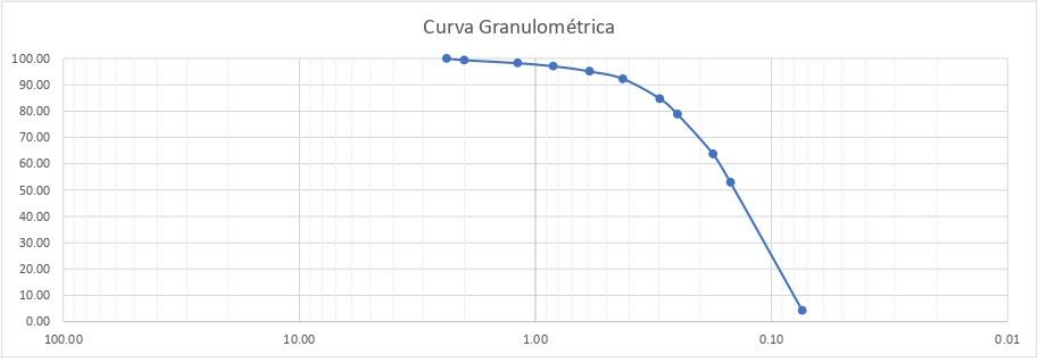
B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO N.T.P.339.128

Error Permitido% = 0.00% Permitido

TAMICES Ø	(mm)	Peso Retenido	Peso Ret. Corregido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
Tamiz 5"	127.00					
Tamiz 4"	101.60					
Tamiz 3"	76.20					
Tamiz 2"	50.80					
Tamiz 1 1/2"	38.10					
Tamiz 1"	25.40					
Tamiz 3/4"	19.050					
Tamiz 1/2"	12.700					
Tamiz 3/8"	9.525					
Tamiz 1/4"	6.350					
N° 4	4.760					
N° 8	2.380					100.00
N° 10	2.000	1.27	1.27	0.64	0.64	99.37
N° 16	1.190	2.23	2.23	1.12	1.75	98.25
N° 20	0.840	2.37	2.37	1.19	2.94	97.07
N° 30	0.590	3.95	3.95	1.98	4.91	95.09
N° 40	0.426	5.69	5.69	2.85	7.76	92.25
N° 50	0.297	15.11	15.11	7.56	15.31	84.69
N° 60	0.250	11.73	11.73	5.87	21.18	78.83
N° 80	0.177	30.18	30.18	15.09	36.27	63.74
N° 100	0.149	21.66	21.66	10.83	47.10	52.91
N° 200	0.074	97.41	97.41	48.71	95.80	4.20
Fondo	0.010	8.40	8.40	4.20	100	0.00
TOTAL		200.00	200.00			

DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS		
Número del Recipiente:		P-26
Peso del Recipiente:		100.04
Peso del recipiente + suelo seco:		291.64
Peso del suelo seco :		191.60
Peso del suelo seco antes del lavado:		200.00
Resultados Obtenidos:		
Contenido de humedad natural	=	7.18
Límite Líquido	=	-
Límite Plástico	=	NP
Índice Plástico	=	NP
Grava	=	0.00
Arena	=	95.80
Limos y Arcillas	=	4.20
Porcentajes que pasan :		
% Pasa el Tamiz N° 4	=	100.00 %
% Pasa el Tamiz N° 10	=	99.37 %
% Pasa el Tamiz N° 40	=	92.25 %
% Pasa el Tamiz N° 200	=	4.20 %
D_{60} :	=	95.17
D_{30} :	=	84.87
D_{10} :	=	21.08
Cc (Coeficiente de curvatura) :	=	3.59
Cu (Coeficiente de Uniformidad) :	=	4.51
Clasificación S.U.C.S.	=	SP
Clasificación AASHTO	=	A-3 (0)



Fotografía N° 09: Ensayo de Análisis granulométrico por tamizado de la C-02.

Calicata N° 03:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

REGISTRO DE EXCAVACION

Ejecuta :	**Bach. Jesus Manuel Saldaña Vasquez**	**Elaboro :**	**BACHILLER JMSV**
TESIS :	APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"	**Coord :**	**N: 9288781** / **E: 0331411**
Ubicación:	DITRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN	**Fecha :**	**09/12/2021**
Calicata Nº C-03	Nivel freático N.P. — Prof. Exc. **0.50** (m)	**Cota As.** **662.00** (msnm)	

Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION AASHTO	CLASIFICACION SUCS	CLASIFICACION SIMBOLO	ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO
662.00	I	El suelo es una arena pobremente graduada, de color cobrizo y blanco de consistencia semi dura, con resistencia al corte deficiente, compresibilidad y expansión muy baja en condiciones saturadas, LL = - e IP = NP, con presencia de finos de 4 % de limos y arcillas y un % de arena de 96 del total de la muestra.	A-3 (0)	SP		0.50	4.83	
661.50								

FOTOGRAFIA

NOTA: los resultados correspondientes de las calicatas N° 02, 03, 07 y 11 para la obtención del Contenido Optimo de Humedad y la Densidad Seca Máxima no se efectuaron ya que según el análisis granulométrico realizado no pertenecen a la clasificación de Suelo Arcilloso siendo este el tema de investigación.

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído la muestra de la C-3 para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M, (registro sin escala)

Fotografía N° 10: Registro de excavación de la C-03.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Blanco
Identificación de la Muestra : Cantera: "San Cesar" **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 3 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9288781 E: 0331411

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.127)

Recipiente N°	P - 200	P - 208	P - 303
Peso del recipiente grs.	68.21	66.67	64.08
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	193.36	186.05	204.40
Peso del suelo seco + recipiente grs.	187.61	180.59	197.86
Peso del agua grs.	5.75	5.46	6.54
Peso del suelo seco grs.	119.40	113.92	133.78
Contenido de Humedad %	4.82	4.79	4.89
Promedio de contenido de humedad %		**4.83**	

Fotografía N° 11: Ensayo de Contenido de Humedad de la C-03.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 339.128 - ASTM D - 423

A.- DATOS GENERALES

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Blanco
Identificación de la Muestra : Cantera **Operador :** **Profundidad de la Muestra :** 0.50 m
Calicata : C - 3 **Fecha :** 09/12/2021

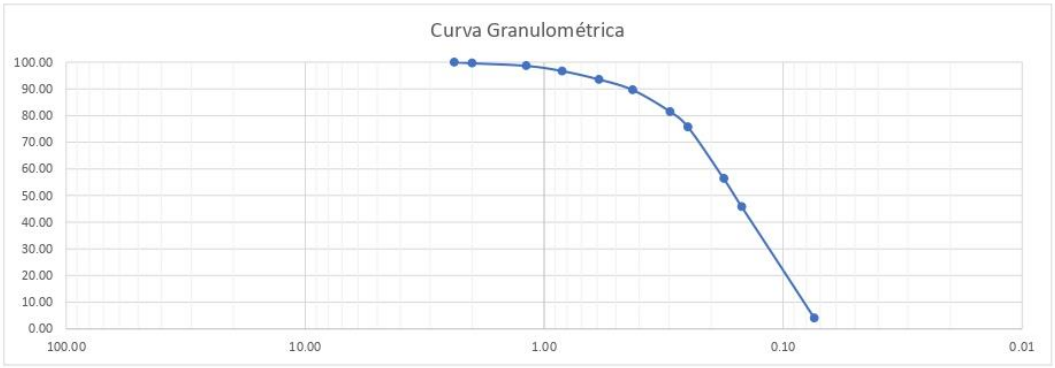
Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ] **Coordenadas Punto de Muestra:**
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X] N: 9288781 E: 0331411

B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO N.T.P.339.128 Error Permitido% = 0.00% Permitido

TAMICES Ø	(mm)	Peso Retenido	Peso Ret. Corregido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
Tamiz 5"	127.00					
Tamiz 4"	101.60					
Tamiz 3"	76.20					
Tamiz 2"	50.80					
Tamiz 1 1/2"	38.10					
Tamiz 1"	25.40					
Tamiz 3/4"	19.050					
Tamiz 1/2"	12.700					
Tamiz 3/8"	9.525					
Tamiz 1/4"	6.350					
N° 4	4.760					
N° 8	2.380					100.00
N° 10	2.000	0.75	0.75	0.38	0.38	99.63
N° 16	1.190	1.89	1.89	0.95	1.32	98.68
N° 20	0.840	4.04	4.04	2.02	3.34	96.66
N° 30	0.590	6.26	6.26	3.13	6.47	93.53
N° 40	0.426	7.82	7.82	3.91	10.38	89.62
N° 50	0.297	16.36	16.36	8.18	18.56	81.44
N° 60	0.250	11.53	11.53	5.77	24.33	75.68
N° 80	0.177	38.67	38.67	19.34	43.66	56.34
N° 100	0.149	21.00	21.00	10.50	54.16	45.84
N° 200	0.074	83.67	83.67	41.84	96.00	4.01
Fondo	0.010	8.01	8.01	4.01	100	0.00
TOTAL		200.00	200.00			

DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS		
Número del Recipiente:		P-208
Peso del Recipiente:		66.67
Peso del recipiente + suelo seco:		258.66
Peso del suelo seco :		191.99
Peso del suelo seco antes del lavado:		200.00
Resultados Obtenidos:		
Contenido de humedad natural	=	4.83
Límite Líquido	=	
Límite Plástico	=	NP
Índice Plástico	=	NP
Grava	=	0.00
Arena	=	96
Limos y Arcillas	=	4
Porcentajes que pasan :		
% Pasa el Tamiz N° 4	=	100.00 %
% Pasa el Tamiz N° 10	=	99.63 %
% Pasa el Tamiz N° 40	=	89.62 %
% Pasa el Tamiz N° 200	=	4.01 %
D_{60} :	=	93.66
D_{30} :	=	81.63
D_{10} :	=	18.51
Cc (Coeficiente de curvatura) :	=	3.84
Cu (Coeficiente de Uniformidad) :	=	5.06
Clasificación S.U.C.S.	=	SP
Clasificación AASHTO	=	A-3 (0)



Fotografía N° 12: Ensayo de Análisis granulométrico por tamizado de la C-03.

Calicata N° 04:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

REGISTRO DE EXCAVACION

Ejecuta :	Bach. Jesus Manuel Saldaña Vasquez	Elaboro :	BACHILLER JMSV
TESIS :	APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"	Coord :	N: 9288887 E: 0331270
Ubicación:	DITRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN	Fecha :	09/12/2021

Calicata Nº	C-04	Nivel freático N.P.	Prof. Exc. 0.50 (m)	Cota As. 662.00 (msnm)

Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION AASHTO	CLASIFICACION SUCS	CLASIFICACION SIMBOLO	ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO
662.00	I	El suelo es una arcilla limosa de alta plasticidad, de color amarillo de consistencia semi dura, con resistencia al corte deficiente, compresibilidad y expansión alta en condiciones saturadas, LL = 46 e IP = 22, con presencia de finos de 63.785 % de limos y arcillas y un % de arena de 36.215 del total de la muestra.	A-7-6 (12)	CL		0.50	12.39	
661.50								

FOTOGRAFIA

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído la muestra de la C-4 para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M, (registro sin escala)

Fotografía N° 13: Registro de excavación de la C-04.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Cantera: "San Cesar" **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 4 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9288887 E: 0331270

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.127)

Recipiente N°	P - 83	P - 87	P - 116
Peso del recipiente grs.	92.88	86.69	89.04
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	246.57	231.88	255.50
Peso del suelo seco + recipiente grs.	229.56	215.87	237.23
Peso del agua grs.	17.01	16.01	18.27
Peso del suelo seco grs.	136.68	129.18	148.19
Contenido de Humedad %	12.45	12.39	12.33
Promedio de contenido de humedad %		**12.39**	

Fotografía N° 14: Ensayo de Contenido de Humedad de la C-04.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

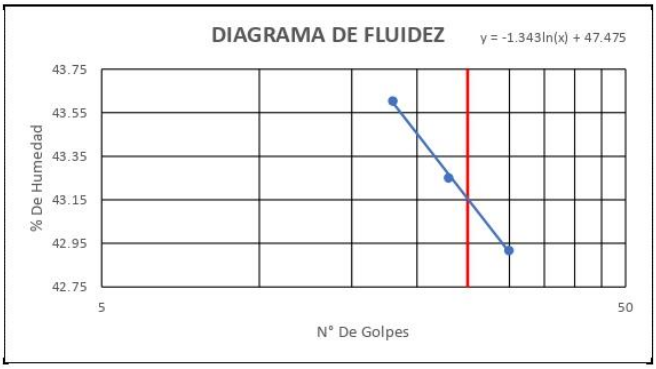
Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Izquierdo **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 5 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N:9288712 E: 0330990

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)

Recipiente N°	P - 5	G-2	P - 6
Peso del recipiente grs.	31.17	31.29	31.00
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	48.78	44.34	51.88
Peso del suelo seco + recipiente grs.	43.44	40.40	45.61
Peso del agua grs.	5.35	3.94	6.27
Peso del suelo seco grs.	12.27	9.11	14.61
Contenido de Humedad %	43.60	43.25	42.92
Número de Golpes	**18**	**23**	**30**



Límite Líquido (%)	43
Límite Plástico (%)	22
Índice de Plasticidad Ip (%)	21

Determinación del Límite Plástico(N.T.P. 339.131)

Recipiente N°	T - 6	T - 12A	T - 154
Peso del recipiente grs.	31.24	31.35	41.57
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	32.85	33.32	43.95
Peso del suelo seco + recipiente grs.	32.56	32.96	43.54
Peso del agua grs.	0.29	0.360	0.41
Peso del suelo seco grs.	1.32	1.61	1.97
Contenido de Humedad %	21.97	22.36	20.81
Promedio del contenido de humedad LP	**21.71**		

Fotografía N° 15: Ensayo de Límites de Consistencia de la C-04.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 339.128

A.- DATOS GENERALES

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Cantera **Operador :** **Profundidad de la Muestra :** 0.50 m
Calicata : C - 4 **Fecha :** 09/12/2021

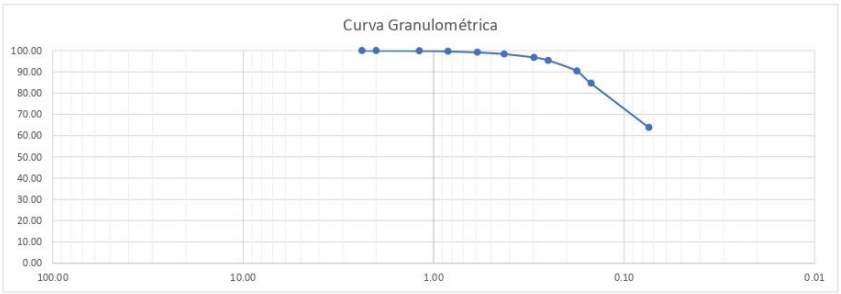
Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9288887 E: 0331270

B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO N.T.P.339.128 Error Permitido% = 0.00% Permitido

TAMICES Ø	(mm)	Peso Retenido	Peso Ret. Corregido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
Tamiz 5"	127.00					
Tamiz 4"	101.60					
Tamiz 3"	76.20					
Tamiz 2"	50.80					
Tamiz 1 1/2"	38.10					
Tamiz 1"	25.40					
Tamiz 3/4"	19.050					
Tamiz 1/2"	12.700					
Tamiz 3/8"	9.525					
Tamiz 1/4"	6.350					
N° 4	4.760					100.00
N° 8	2.380	0.03	0.03	0.02	0.02	99.99
N° 10	2.000	0.03	0.03	0.02	0.03	99.97
N° 16	1.190	0.19	0.19	0.10	0.13	99.88
N° 20	0.840	0.43	0.43	0.22	0.34	99.66
N° 30	0.590	0.94	0.94	0.47	0.81	99.19
N° 40	0.426	1.63	1.63	0.82	1.63	98.38
N° 50	0.297	3.23	3.23	1.62	3.24	96.76
N° 60	0.250	2.75	2.75	1.38	4.62	95.39
N° 80	0.177	9.98	9.98	4.99	9.61	90.40
N° 100	0.149	11.55	11.55	5.78	15.38	84.62
N° 200	0.074	41.67	41.67	20.84	36.22	63.79
Fondo	0.010	127.57	127.57	63.79	100	0.00
TOTAL		200.00	200.00			

DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS		
Número del Recipiente:		P 116
Peso del Recipiente:		89.04
Peso del recipiente + suelo seco:		289.04
Peso del suelo seco :		72.43
Peso del suelo seco antes del lavado:		200.00
Resultados Obtenidos:		
Contenido de humedad natural	=	12.39
Límite Líquido	=	46
Límite Plástico	=	24
Índice Plástico	=	22
Grava	=	0.00
Arena	=	36.22
Limos y Arcillas	=	63.79
Porcentajes que pasan :		
% Pasa el Tamiz N° 4	=	100.00 %
% Pasa el Tamiz N° 10	=	99.97 %
% Pasa el Tamiz N° 40	=	98.38 %
% Pasa el Tamiz N° 200	=	63.79 %
D_{60} :	=	99.21
D_{30} :	=	96.80
D_{10} :	=	71.01
Cc (Coeficiente de curvatura) :	=	1.33
Cu (Coeficiente de Uniformidad) :	=	1.40
Clasificación S.U.C.S.	=	CL
Clasificación AASHTO	=	A-7-6 (12)



Fotografía N° 16: Ensayo de Análisis granulométrico por tamizado de la C-04.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Cantera **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 4 **Fecha :** 09/12/2021

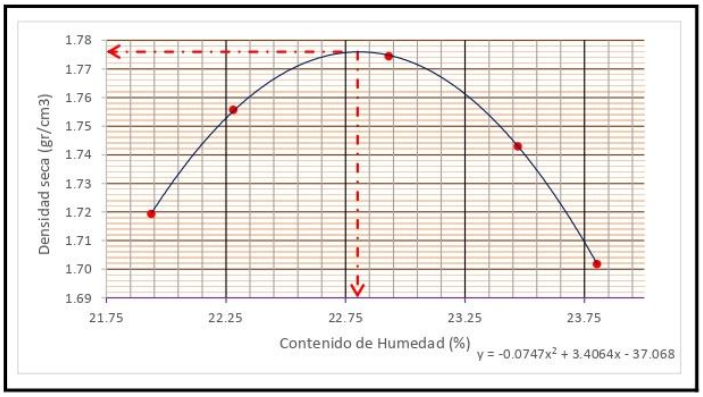
Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9288887 E: 0331270

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PROCTOR MODIFICADO

Determinación del Proctor Modificado (N.T.P. 339.149)

METODO DE COMPACTACIÓN : A **Volumen del Molde :** 2123

PUNTO	P1	P2	P3	P4	P5
N° Capas	5	5	5	5	5
N° Golpes por capa	25	25	25	25	25
Porcentaje de Agua	4 %	6 %	8 %	10 %	12 %
Peso Suelo + Molde	7221	7328	7401	7339	7243
Peso Del Molde	2770	2770	2770	2770	2770
Peso Suelo Húmedo Compactado	4451	4558	4631	4569	4473
Densidad Húmeda	2.10	2.15	2.18	2.15	2.11
Capsula Nro.	**P - 83**	**P - 87**	**P - 116**	**P - 26**	**P - 44**
Peso De La Capsula	92.88	86.69	89.04	100.04	84.57
Peso Suelo Húmedo +Capsula	153.41	184.38	207.30	252.44	264.48
Peso Suelo Seco + Capsula	142.52	166.58	185.24	223.47	229.89
Peso De Agua	10.89	17.80	22.06	28.97	34.59
Peso Del Suelo Seco	49.64	79.89	96.20	123.43	145.32
Contenido Humedad	21.94	22.28	22.93	23.47	23.80
Densidad Seca	1.7194	1.7558	1.7744	1.7430	1.7018



Densidad Seca Máxima	1.78
Contenido de Humedad Óptima	22.80

Fotografía N° 17: Ensayo de Proctor Modificado de la C-04.

Calicata N° 05:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

REGISTRO DE EXCAVACION

Ejecuta :	Bach. Jesus Manuel Saldaña Vasquez	**Elaboro :**	BACHILLER JMSV
TESIS :	APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"	**Coord :**	N:9288712 E: 0330990
Ubicación:	DITRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN	**Fecha :**	09/12/2021

Calicata Nº C-05	Nivel freático N.P.	Prof. Exc. 0.50 (m)	Cota As. 616.00 (msnm)

Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION AASHTO	CLASIFICACION SUCS	SIMBOLO	ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO
616.00 / 615.50	I	El suelo es una arcilla limosa de alta plasticidad, de color amarillo de consistencia semi dura, con resistencia al corte deficiente, compresibilidad y expansión alta en condiciones saturadas, LL = 43 e IP = 21, con presencia de finos de 63.295 % de limos y arcillas y un % de arena de 36.705 del total de la muestra.	A-7-6 (11)	CL		0.50	15.09	

FOTOGRAFIA

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído la muestra de la C-5 para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M, (registro sin escala)

Fotografía N° 18: Registro de excavación de la C-05.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Izquierdo **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 5 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]

Coordenadas Punto de Muestra:
N:9288712
E: 0330990

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.127)

Recipiente N°	P - 8	P - 24	P - 123
Peso del recipiente grs.	91.72	108.03	75.31
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	217.21	242.54	189.35
Peso del suelo seco + recipiente grs.	202.03	226.33	175.49
Peso del agua grs.	15.18	16.21	13.86
Peso del suelo seco grs.	110.31	118.30	100.18
Contenido de Humedad %	13.76	13.70	13.84
Promedio de contenido de humedad %	**13.77**		

Fotografía N° 19: Ensayo de Contenido de Humedad de la C-05.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

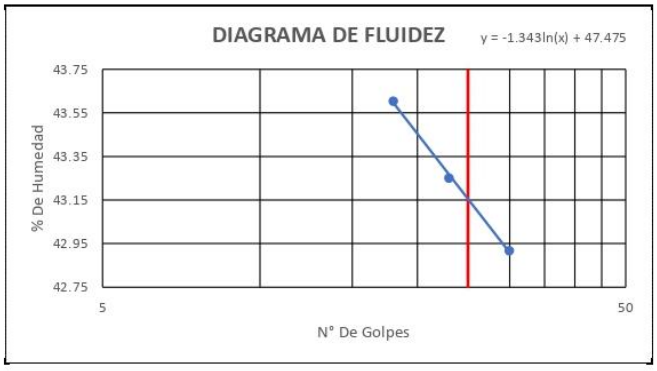
Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Izquierdo **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 5 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N:9288712 E: 0330990

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)

Recipiente N°	P - 5	G-2	P - 6
Peso del recipiente grs.	31.17	31.29	31.00
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	48.78	44.34	51.88
Peso del suelo seco + recipiente grs.	43.44	40.40	45.61
Peso del agua grs.	5.35	3.94	6.27
Peso del suelo seco grs.	12.27	9.11	14.61
Contenido de Humedad %	43.60	43.25	42.92
Número de Golpes	**18**	**23**	**30**



Límite Líquido (%)	43
Límite Plástico (%)	22
Índice de Plasticidad Ip (%)	21

Determinación del Límite Plástico(N.T.P. 339.131)

Recipiente N°	T - 6	T - 12A	T - 154
Peso del recipiente grs.	31.24	31.35	41.57
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	32.85	33.32	43.95
Peso del suelo seco + recipiente grs.	32.56	32.96	43.54
Peso del agua grs.	0.29	0.360	0.41
Peso del suelo seco grs.	1.32	1.61	1.97
Contenido de Humedad %	21.97	22.36	20.81
Promedio del contenido de humedad LP		**21.71**	

Fotografía N° 20: Ensayo de Límites de Consistencia de la C-05.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 339.128

A.- DATOS GENERALES

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto :
Descripción del Suelo :
Identificación de la Muestra : **Operador :** **Profundidad de la Muestra :** 0.50 m
Calicata : C - 5 **Fecha :** 09/12/2021

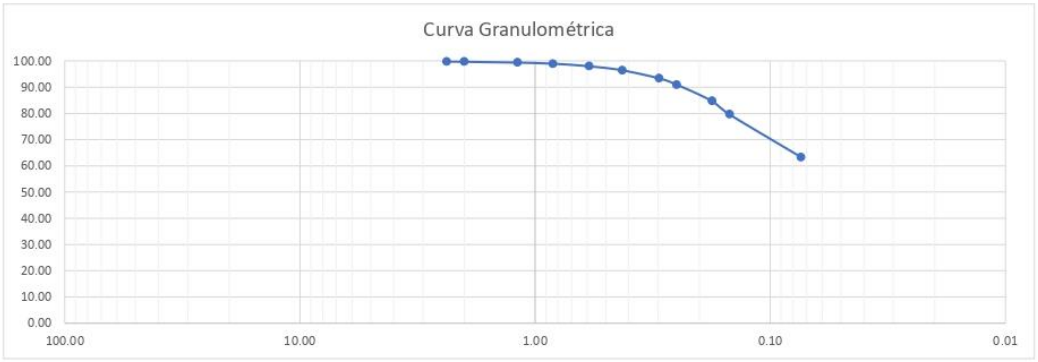
Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ] **Coordenadas Punto de Muestra:**
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X] N:9288712 E: 0330990

B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO N.T.P.339.128 Error Permitido% = 0.00% Permitido

TAMICES Ø	TAMICES (mm)	Peso Retenido	Peso Ret. Corregido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
Tamiz 5"	127.00					
Tamiz 4"	101.60					
Tamiz 3"	76.20					
Tamiz 2"	50.80					
Tamiz 1 1/2"	38.10					
Tamiz 1"	25.40					
Tamiz 3/4"	19.050					
Tamiz 1/2"	12.700					
Tamiz 3/8"	9.525					
Tamiz 1/4"	6.350					
N° 4	4.760					100.00
N° 8	2.380	0.42	0.42	0.21	0.21	99.79
N° 10	2.000	0.13	0.13	0.07	0.28	99.73
N° 16	1.190	0.64	0.64	0.32	0.60	99.41
N° 20	0.840	0.93	0.93	0.47	1.06	98.94
N° 30	0.590	1.85	1.85	0.93	1.99	98.02
N° 40	0.426	3.15	3.15	1.58	3.56	96.44
N° 50	0.297	6.11	6.11	3.06	6.62	93.39
N° 60	0.250	4.85	4.85	2.43	9.04	90.96
N° 80	0.177	12.43	12.43	6.22	15.26	84.75
N° 100	0.149	10.19	10.19	5.10	20.35	79.65
N° 200	0.074	32.71	32.71	16.36	36.71	63.30
Fondo	0.010	126.59	126.59	63.30	100.00	0.00
TOTAL		200.00	200.00			

DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS		
Número del Recipiente:		P-21
Peso del Recipiente:		87.72
Peso del recipiente + suelo seco:		161.13
Peso del suelo seco :		73.41
Peso del suelo seco antes del lavado:		200.00
Resultados Obtenidos:		
Contenido de humedad natural	=	15.09
Límite Líquido	=	43
Límite Plástico	=	22
Índice Plástico	=	21
Grava	=	0.00
Arena	=	36.71
Limos y Arcillas	=	63.30
Porcentajes que pasan :		
% Pasa el Tamiz N° 4	=	100.00 %
% Pasa el Tamiz N° 10	=	99.73 %
% Pasa el Tamiz N° 40	=	96.44 %
% Pasa el Tamiz N° 200	=	63.30 %
D_{60} :	=	98.05
D_{30} :	=	93.46
D_{10} :	=	68.96
Cc (Coeficiente de curvatura) :	=	1.29
Cu (Coeficiente de Uniformidad) :	=	1.42
Clasificación S.U.C.S.	=	CL
Clasificación AASHTO	=	A-7-6 (11)



Fotografía N° 21: Ensayo de Análisis granulométrico por tamizado de la C-05.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Izquierdo **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 5 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]

Coordenadas Punto de Muestra:
N:9288712
E: 0330990

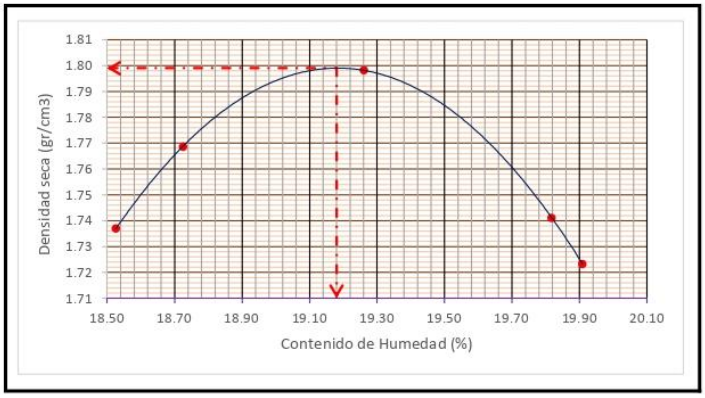
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PROCTOR MODIFICADO

Determinación del Proctor Modificado (N.T.P. 339.149)

METODO DE COMPACTACIÓN : A **Volumen del Molde :** 2123

PUNTO	P1	P2	P3	P4	P5
N° Capas	5	5	5	5	5
N° Golpes por capa	25	25	25	25	25
Porcentaje de Agua	6 %	8 %	10 %	12 %	14 %
Peso Suelo + Molde	7141.00	7228.00	7323.00	7199.00	7157.00
Peso Del Molde	2770.00	2770.00	2770.00	2770.00	2770.00
Peso Suelo Húmedo Compactado	4371.00	4458.00	4553.00	4429.00	4387.00
Densidad Húmeda	2.06	2.10	2.14	2.09	2.07
Capsula Nro.	**P - 90**	**P - 200**	**P - 8**	**P - 24**	**P - 123**
Peso De La Capsula	84.57	68.21	91.72	108.03	75.31
Peso Suelo Húmedo +Capsula	242.02	229.19	263.17	282.94	251.84
Peso Suelo Seco + Capsula	217.41	203.80	235.48	254.01	222.53
Peso De Agua	24.61	25.39	27.69	28.93	29.31
Peso Del Suelo Seco	132.84	135.59	143.76	145.98	147.22
Contenido Humedad	18.53	18.73	19.26	19.82	19.91
Densidad Seca	1.7371	1.7687	1.7982	1.7411	1.7233

9



Densidad Seca Máxima	1.80
Contenido de Humedad Óptima	19.18

Fotografía N° 22: Ensayo de Proctor Modificado de la C-05.

Calicata N° 06:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

REGISTRO DE EXCAVACION

Ejecuta :	Bach. Jesus Manuel Saldaña Vasquez	Elaboro :	BACHILLER JMSV
TESIS :	APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"	Coord :	N: 9288785 E: 0332617
Ubicación:	DITRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN	Fecha :	09/12/2021

Calicata N° C-06 | Nivel freático N.P. | Prof. Exc. 0.50 (m) | Cota As. 612.00 (msnm)

Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION AASHTO	CLASIFICACION SUCS	SIMBOLO	ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO
612.00	I	El suelo es una arcilla limosa de alta plasticidad, de color amarillo oscuro de consistencia semi dura, con resistencia al corte deficiente, compresibilidad y expansión alta en condiciones saturadas, LL = 48 e IP = 23, con presencia de finos de 69.42 % de limos y arcillas y un % de arena de 30.58 del total de la muestra.	A-7-6 (15)	CL		0.50	15.09	
611.50								

FOTOGRAFIA

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído la muestra de la C-6 para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M, (registro sin escala)

Fotografía N° 23: Registro de excavación de la C-06.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Izquierdo **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 6 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9288785 E: 0332617

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.127)

Recipiente N°	P - 21	P - 25	P - 115
Peso del recipiente grs.	87.72	88.49	92.76
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	234.73	211.32	220.83
Peso del suelo seco + recipiente grs.	215.48	195.18	204.07
Peso del agua grs.	19.25	16.14	16.76
Peso del suelo seco grs.	127.76	106.69	111.31
Contenido de Humedad %	15.07	15.13	15.06
Promedio de contenido de humedad %	**15.08**		

Fotografía N° 24: Ensayo de Contenido de Humedad de la C-06.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Izquierdo **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 6 **Fecha :** 09/12/2021

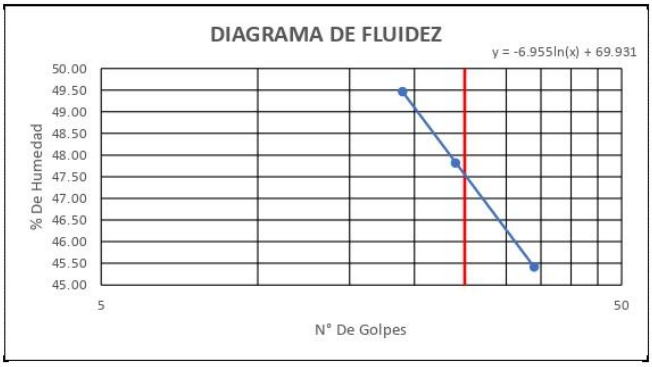
Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]

Coordenadas Punto de Muestra:
N: 9288785
E: 0332617

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)

Recipiente N°	07	09	17
Peso del recipiente grs.	15.83	15.71	15.97
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	32.45	33.30	34.03
Peso del suelo seco + recipiente grs.	26.95	27.61	28.39
Peso del agua grs.	5.50	5.69	5.64
Peso del suelo seco grs.	11.12	11.90	12.42
Contenido de Humedad %	49.46	47.82	45.41
Número de Golpes	**19**	**24**	**34**



Límite Líquido (%)	48
Límite Plástico (%)	25
Índice de Plasticidad Ip (%)	23

Determinación del Límite Plástico(N.T.P. 339.131)

Recipiente N°	11	10	8
Peso del recipiente grs.	15.81	15.78	15.83
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	18.28	17.64	17.95
Peso del suelo seco + recipiente grs.	17.78	17.27	17.51
Peso del agua grs.	0.50	0.370	0.44
Peso del suelo seco grs.	1.97	1.49	1.68
Contenido de Humedad %	25.38	24.83	26.19
Promedio del contenido de humedad LP		**25.47**	

Fotografía N° 25: Ensayo de Límites de Consistencia de la C-06.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 339.128

A.- DATOS GENERALES

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Izquierdo **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 6 **Fecha :** 09/12/2021

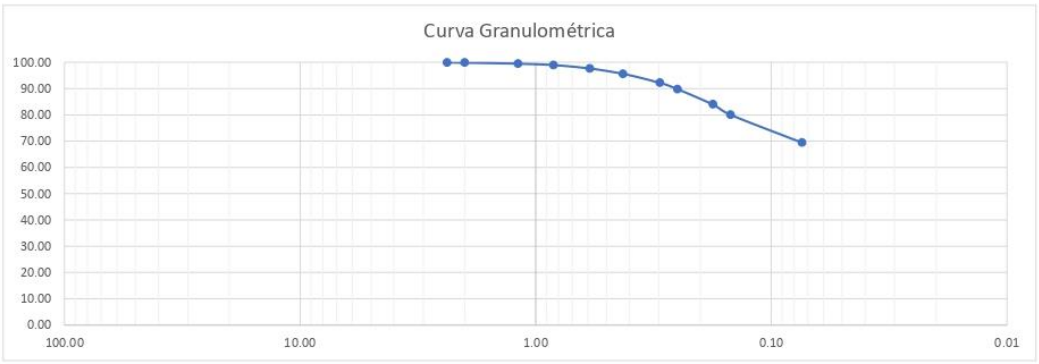
Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9288785 E: 0332617

B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO N.T.P.339.128 Error Permitido% = 0.00% Permitido

TAMICES Ø	TAMICES (mm)	Peso Retenido	Peso Ret. Corregido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
Tamiz 5"	127.00					
Tamiz 4"	101.60					
Tamiz 3"	76.20					
Tamiz 2"	50.80					
Tamiz 1 1/2"	38.10					
Tamiz 1"	25.40					
Tamiz 3/4"	19.050					
Tamiz 1/2"	12.700					
Tamiz 3/8"	9.525					
Tamiz 1/4"	6.350					
N° 4	4.760					100.00
N° 8	2.380	0.16	0.16	0.08	0.08	99.92
N° 10	2.000	0.09	0.09	0.05	0.13	99.88
N° 16	1.190	0.76	0.76	0.38	0.51	99.50
N° 20	0.840	1.11	1.11	0.56	1.06	98.94
N° 30	0.590	2.60	2.60	1.30	2.36	97.64
N° 40	0.426	4.05	4.05	2.03	4.39	95.62
N° 50	0.297	6.82	6.82	3.41	7.80	92.21
N° 60	0.250	4.86	4.86	2.43	10.23	89.78
N° 80	0.177	11.62	11.62	5.81	16.04	83.97
N° 100	0.149	7.83	7.83	3.92	19.95	80.05
N° 200	0.074	21.26	21.26	10.63	30.58	69.42
Fondo	0.010	138.84	138.84	69.42	100	0.00
TOTAL		200.00	200.00			

DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS		
Número del Recipiente:		P-21
Peso del Recipiente:		87.72
Peso del recipiente + suelo seco:		148.88
Peso del suelo seco :		61.16
Peso del suelo seco antes del lavado:		200.00
Resultados Obtenidos:		
Contenido de humedad natural	=	15.09
Límite Líquido	=	48
Límite Plástico	=	25
Índice Plástico	=	23
Grava	=	0.00
Arena	=	30.58
Limos y Arcillas	=	69.42
Porcentajes que pasan :		
% Pasa el Tamiz N° 4	=	100.00 %
% Pasa el Tamiz N° 10	=	99.88 %
% Pasa el Tamiz N° 40	=	95.62 %
% Pasa el Tamiz N° 200	=	69.42 %
D_{60} :	=	97.69
D_{30} :	=	92.28
D_{10} :	=	73.11
Cc (Coeficiente de curvatura) :	=	1.19
Cu (Coeficiente de Uniformidad) :	=	1.34
Clasificación S.U.C.S.	=	CL
Clasificación AASHTO	=	A-7-6 (15)



Fotografía N° 26: Ensayo de Análisis granulométrico por tamizado de la C-06.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Izquierdo **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 6 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]

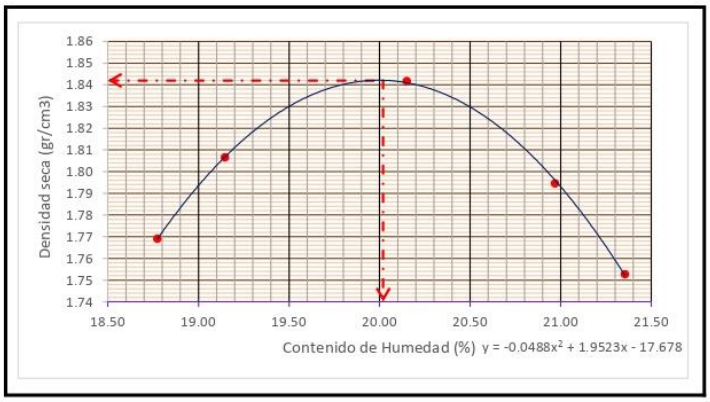
Coordenadas Punto de Muestra:
N: 9288785
E: 0332617

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PROCTOR MODIFICADO

Determinación del Proctor Modificado (N.T.P. 339.149)

METODO DE COMPACTACIÓN : A **Volumen del Molde :** 2123

PUNTO	P1	P2	P3	P4	P5
N° Capas	5	5	5	5	5
N° Golpes por capa	25	25	25	25	25
Porcentaje de Agua	6 %	8 %	10 %	12 %	14 %
Peso Suelo + Molde	7231.00	7340.00	7468.00	7379.00	7286.00
Peso Del Molde	2770.00	2770.00	2770.00	2770.00	2770.00
Peso Suelo Húmedo Compactado	4461.00	4570.00	4698.00	4609.00	4516.00
Densidad Húmeda	2.10	2.15	2.21	2.17	2.13
Capsula Nro.	**P - 21**	**P - 25**	**P - 115**	**P - 208**	**P - 303**
Peso De La Capsula	87.72	88.49	92.76	66.67	64.08
Peso Suelo Húmedo +Capsula	161.17	188.86	263.17	257.51	272.01
Peso Suelo Seco + Capsula	149.56	172.73	234.59	224.43	235.42
Peso De Agua	11.61	16.13	28.58	33.08	36.59
Peso Del Suelo Seco	61.84	84.24	141.83	157.76	171.34
Contenido Humedad	18.77	19.15	20.15	20.97	21.36
Densidad Seca	1.7691	1.8067	1.8418	1.7947	1.7529



Densidad Seca Máxima	1.84
Contenido de Humedad Óptima	20.02

Fotografía N° 27: Ensayo de Proctor Modificado de la C-06.

Calicata N° 07:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

REGISTRO DE EXCAVACION

Ejecuta :	Bach. Jesus Manuel Saldaña Vasquez	**Elaboro :**	BACHILLER JMSV
TESIS :	APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"	**Coord :**	N: 9290999 E: 0332060
Ubicación:	DITRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN	**Fecha :**	09/12/2021

Calicata N° C-07 | Nivel freático N.P. | Prof. Exc. **0.50** (m) | **Cota As.** **763.00** **(msnm)**

Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION AASHTO	CLASIFICACION SUCS	CLASIFICACION SIMBOLO	ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO
763.00 762.50	I	El suelo es una arena pobremente graduada, de color blanco de consistencia semi dura, con resistencia al corte deficiente, compresibilidad y expansión muy baja en condiciones saturadas, LL = - e IP = NP, con presencia de finos de 4.895 % de limos y arcillas y un % de arena de 95.105 del total de la muestra.	A-3 (0)	SP		0.50	10.70	

FOTOGRAFIA

NOTA: los resultados correspondientes de las calicatas N° 02, 03, 07 y 11 para la obtención del Contenido Optimo de Humedad y la Densidad Seca Máxima no se efectuaron ya que según el análisis granulométrico realizado no pertenecen a la clasificación de Suelo Arcilloso siendo este el tema de investigación.

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído la muestra de la C-7 para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M, (registro sin escala)

Fotografía N° 28: Registro de excavación de la C-07.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Blanco
Identificación de la Muestra : Talud Lado Izquierdo **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 7 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9290999 E: 0332060

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.127)

Recipiente N°	P - 1	P - 07	P - 103
Peso del recipiente grs.	100.10	97.06	81.67
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	275.74	218.21	224.73
Peso del suelo seco + recipiente grs.	259.29	206.18	210.84
Peso del agua grs.	16.45	12.03	13.89
Peso del suelo seco grs.	159.19	109.12	129.17
Contenido de Humedad %	10.33	11.02	10.75
Promedio de contenido de humedad %	**10.70**		

Fotografía N° 29: Ensayo de Contenido de Humedad de la C-07.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 339.128

A.- DATOS GENERALES

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Blanco
Identificación de la Muestra : Talud Lado Izquierdo **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 7 **Fecha :** 09/12/2021

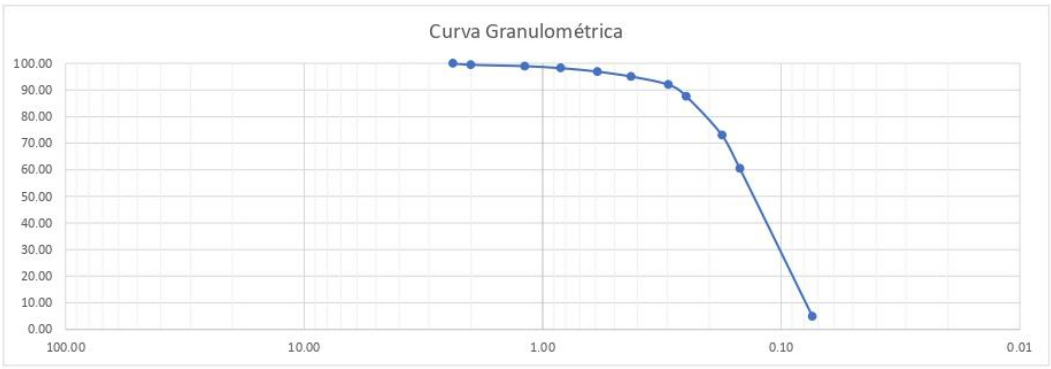
Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9290999 E: 0332060

B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO N.T.P.339.128 — Error Permitido% = 0.00% Permitido

TAMICES Ø	(mm)	Peso Retenido	Peso Ret. Corregido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
Tamiz 5"	127.00					
Tamiz 4"	101.60					
Tamiz 3"	76.20					
Tamiz 2"	50.80					
Tamiz 1 1/2"	38.10					
Tamiz 1"	25.40					
Tamiz 3/4"	19.050					
Tamiz 1/2"	12.700					
Tamiz 3/8"	9.525					
Tamiz 1/4"	6.350					
N° 4	4.760					
N° 8	2.380					100.00
N° 10	2.000	1.01	1.01	0.51	0.51	99.50
N° 16	1.190	1.12	1.12	0.56	1.07	98.94
N° 20	0.840	1.43	1.43	0.72	1.78	98.22
N° 30	0.590	2.62	2.62	1.31	3.09	96.91
N° 40	0.426	3.75	3.75	1.88	4.97	95.04
N° 50	0.297	6.09	6.09	3.05	8.01	91.99
N° 60	0.250	8.78	8.78	4.39	12.40	87.60
N° 80	0.177	29.14	29.14	14.57	26.97	73.03
N° 100	0.149	25.03	25.03	12.52	39.49	60.52
N° 200	0.074	111.24	111.24	55.62	95.11	4.90
Fondo	0.010	9.79	9.79	4.90	100	0.00
TOTAL		200.00	200.00			

DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS		
Número del Recipiente:		P-7
Peso del Recipiente:		97.06
Peso del recipiente + suelo seco:		297.06
Peso del suelo seco :		200.00
Peso del suelo seco antes del lavado:		200.00
Resultados Obtenidos:		
Contenido de humedad natural	=	10.70
Límite Líquido	=	
Límite Plástico	=	NP
Índice Plástico	=	NP
Grava	=	0.00
Arena	=	95.11
Limos y Arcillas	=	4.90
Porcentajes que pasan :		
% Pasa el Tamiz N° 4	=	100.00 %
% Pasa el Tamiz N° 10	=	99.50 %
% Pasa el Tamiz N° 40	=	95.04 %
% Pasa el Tamiz N° 200	=	4.90 %
D_{60} :	=	96.96
D_{30} :	=	92.06
D_{10} :	=	24.18
Cc (Coeficiente de curvatura) :	=	3.62
Cu (Coeficiente de Uniformidad) :	=	4.01
Clasificación S.U.C.S.	=	SP
Clasificación AASHTO	=	A-3 (0)



Fotografía N° 30: Ensayo de Análisis granulométrico por tamizado de la C-07.

Calicata N° 08:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

REGISTRO DE EXCAVACION

Ejecuta :	Bach. Jesus Manuel Saldaña Vasquez	**Elaboro :**	BACHILLER JMSV
TESIS :	APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"	**Coord :**	N: 9292217 E: 0331728
Ubicación:	DITRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN	**Fecha :**	09/12/2021

Calicata N° C-08 | Nivel freático N.P. | Prof. Exc. **0.50** (m) | **Cota As.** **713.00** **(msnm)**

Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION AASHTO	CLASIFICACION SUCS	CLASIFICACION SIMBOLO	ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO
713.00	I	El suelo es una arcilla limosa de media plasticidad, de color amarillo oscuro de consistencia semi dura, con resistencia al corte deficiente, compresibilidad y expansión baja en condiciones saturadas, LL = 41 e IP = 20, con presencia de finos de 57.485 % de limos y arcillas y un % de arena de 42.515 del total de la muestra.	A-7-6 (9)	CL		0.50	8.20	
712.50								

FOTOGRAFIA

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído la muestra de la C-8 para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M, (registro sin escala)

Fotografía N° 31: Registro de excavación de la C-08.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Izquierdo **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 8 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9292217 E: 0331728

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.127)

Recipiente N°	P - 72	P - 118	P -107
Peso del recipiente grs.	86.69	88.03	89.28
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	234.28	232.28	214.86
Peso del suelo seco + recipiente grs.	222.80	221.38	205.56
Peso del agua grs.	11.48	10.90	9.30
Peso del suelo seco grs.	136.11	133.35	116.28
Contenido de Humedad %	8.43	8.17	8.00
Promedio de contenido de humedad %	**8.20**		

Fotografía N° 32: Ensayo de Contenido de Humedad de la C-08.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Izquierdo **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 8 **Fecha :** 09/12/2021

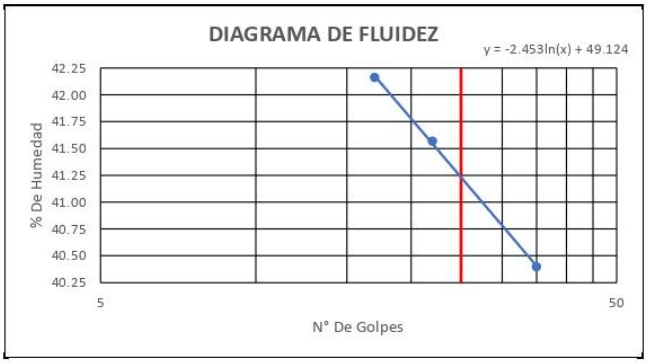
Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]

Coordenadas Punto de Muestra:
N: 9292217
E: 0331728

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)

Recipiente N°	118 c/T 137	15 C/TAPA 7	137
Peso del recipiente grs.	15.47	15.53	15.39
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	50.10	51.12	51.64
Peso del suelo seco + recipiente grs.	39.83	40.67	41.21
Peso del agua grs.	10.27	10.45	10.43
Peso del suelo seco grs.	24.36	25.14	25.82
Contenido de Humedad %	42.16	41.57	40.40
Número de Golpes	**17**	**22**	**35**



Límite Líquido (%)	41
Límite Plástico (%)	21
Índice de Plasticidad Ip (%)	20

Determinación del Límite Plástico(N.T.P. 339.131)

Recipiente N°	12 PEQUE	136 C/T72	4 C/T 32
Peso del recipiente grs.	36.68	31.00	31.35
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	39.16	32.54	32.84
Peso del suelo seco + recipiente grs.	38.73	32.27	32.59
Peso del agua grs.	0.43	0.270	0.25
Peso del suelo seco grs.	2.05	1.27	1.24
Contenido de Humedad %	20.98	21.26	20.16
Promedio del contenido de humedad LP	**20.80**		

Fotografía N° 33: Ensayo de Límites de Consistencia de la C-08.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 339.128 - ASTM D - 423

A.- DATOS GENERALES

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Izquierdo **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 8 **Fecha :** 09/12/2021

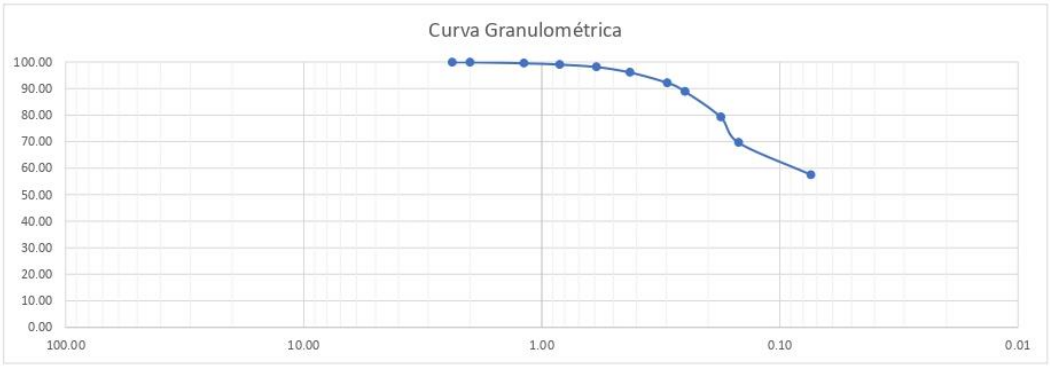
Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9292217 E: 0331728

B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO N.T.P.339.128 — Error Permitido% = 0.00% Permitido

TAMICES Ø	TAMICES (mm)	Peso Retenido	Peso Ret. Corregido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
Tamiz 5"	127.00					
Tamiz 4"	101.60					
Tamiz 3"	76.20					
Tamiz 2"	50.80					
Tamiz 1 1/2"	38.10					
Tamiz 1"	25.40					
Tamiz 3/4"	19.050					
Tamiz 1/2"	12.700					
Tamiz 3/8"	9.525					
Tamiz 1/4"	6.350					
N° 4	4.760					100.00
N° 8	2.380	0.19	0.19	0.10	0.10	99.91
N° 10	2.000	0.02	0.02	0.01	0.11	99.90
N° 16	1.190	0.72	0.72	0.36	0.47	99.54
N° 20	0.840	1.03	1.03	0.52	0.98	99.02
N° 30	0.590	1.79	1.79	0.90	1.88	98.13
N° 40	0.426	4.13	4.13	2.07	3.94	96.06
N° 50	0.297	7.79	7.79	3.90	7.84	92.17
N° 60	0.250	6.68	6.68	3.34	11.18	88.83
N° 80	0.177	19.14	19.14	9.57	20.75	79.26
N° 100	0.149	19.26	19.26	9.63	30.38	69.63
N° 200	0.074	24.28	24.28	12.14	42.52	57.49
Fondo	0.010	114.97	114.97	57.49	100	0.00
TOTAL		200.00	200.00			

DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS		
Número del Recipiente:		P-118
Peso del Recipiente:		88.03
Peso del recipiente + suelo seco:		173.06
Peso del suelo seco :		85.03
Peso del suelo seco antes del lavado:		200.00
Resultados Obtenidos:		
Contenido de humedad natural	=	8.20
Límite Líquido	=	41
Límite Plástico	=	21
Índice Plástico	=	20
Grava	=	0.00
Arena	=	42.52
Limos y Arcillas	=	57.49
Porcentajes que pasan :		
% Pasa el Tamiz N° 4	=	100.00 %
% Pasa el Tamiz N° 10	=	99.90 %
% Pasa el Tamiz N° 40	=	96.06 %
% Pasa el Tamiz N° 200	=	57.49 %
D_{60} :	=	98.16
D_{30} :	=	92.26
D_{10} :	=	61.69
Cc (Coeficiente de curvatura) :	=	1.41
Cu (Coeficiente de Uniformidad) :	=	1.59
Clasificación S.U.C.S.	=	CL
Clasificación AASHTO	=	A-7-6 (9)



Fotografía N° 34: Ensayo de Análisis granulométrico por tamizado de la C-08.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Izquierdo **Operador :** **Profundidad de la Muestra :** 0.50 m
Calicata : C - 8 **Fecha :** 09/12/2021

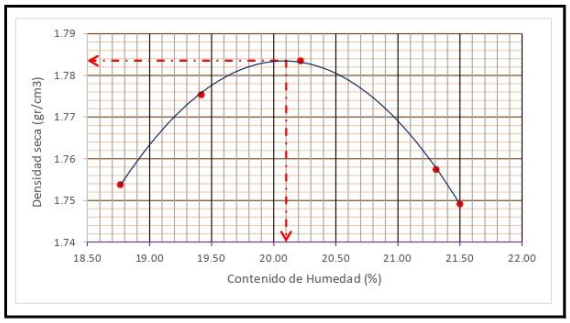
Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ] **Coordenadas Punto de Muestra:**
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
N: 9292217
E: 0331728

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PROCTOR MODIFICADO

Determinación del Proctor Modificado (N.T.P. 339.149)

METODO DE COMPACTACIÓN : A **Volumen del Molde :** 2123

PUNTO	P1	P2	P3	P4	P5
N° Capas	5	5	5	5	5
N° Golpes por capa	25	25	25	25	25
Porcentaje de Agua	4 %	6 %	8 %	10 %	12 %
Peso Suelo + Molde	7192.00	7271.00	7322.00	7296.00	7282.00
Peso Del Molde	2770.00	2770.00	2770.00	2770.00	2770.00
Peso Suelo Húmedo Compactado	4422.00	4501.00	4552.00	4526.00	4512.00
Densidad Húmeda	2.08	2.12	2.14	2.13	2.13
Capsula Nro.	**P - 72**	**P - 118**	**P -107**	**P - 1**	**P - 7**
Peso De La Capsula	86.69	88.03	89.28	100.10	97.06
Peso Suelo Húmedo +Capsula	180.55	197.01	205.23	231.27	242.63
Peso Suelo Seco + Capsula	165.72	179.29	185.73	208.23	216.87
Peso De Agua	14.83	17.72	19.50	23.04	25.76
Peso Del Suelo Seco	79.03	91.26	96.45	108.13	119.81
Contenido Humedad	18.77	19.42	20.22	21.31	21.50
Densidad Seca	1.7538	1.7754	1.7835	1.7574	1.7492



Densidad Seca Máxima	1.78
Contenido de Humedad Óptima	20.10

Fotografía N° 35: Ensayo de Proctor Modificado de la C-08.

Calicata N° 09:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

REGISTRO DE EXCAVACION

Ejecuta :	Bach. Jesus Manuel Saldaña Vasquez	**Elaboro :**	BACHILLER JMSV
TESIS :	APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"	**Coord :**	N: 9292870
			E: 0330912
Ubicación:	DITRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN	**Fecha :**	09/12/2021
Calicata Nº C-09	Nivel freático N.P. / Prof. Exc. **0.50** (m)	**Cota As.** **565.00** **(msnm)**	

Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION AASHTO	CLASIFICACION SUCS	CLASIFICACION SIMBOLO	ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO
565.00 / 564.50	I	El suelo es una arcilla limosa de alta plasticidad, de color marrón de consistencia dura, con resistencia al corte deficiente, compresibilidad y expansión alta en condiciones saturadas, LL = 53 e IP = 29, con presencia de finos de 95.005 % de limos y arcillas y un % de arena de 4.995 del total de la muestra.	*A-7-6 (20)*	*CH*		*0.50*	*20.19*	

FOTOGRAFIA

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído la muestra de la C-9 para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M, (registro sin escala)

Fotografía N° 36: Registro de excavación de la C-09.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Marrón
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 9 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9292870 E: 0330912

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.127)

Recipiente N°	P - 19	P - 51	P - 91
Peso del recipiente grs.	102.21	109.67	85.94
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	280.53	283.26	253.37
Peso del suelo seco + recipiente grs.	250.61	253.98	225.31
Peso del agua grs.	29.92	29.28	28.06
Peso del suelo seco grs.	148.40	144.31	139.37
Contenido de Humedad %	20.16	20.29	20.13
Promedio de contenido de humedad %		**20.19**	

Fotografía N° 37: Ensayo de Contenido de Humedad de la C-09.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Marrón
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 9 **Fecha :** 09/12/2021

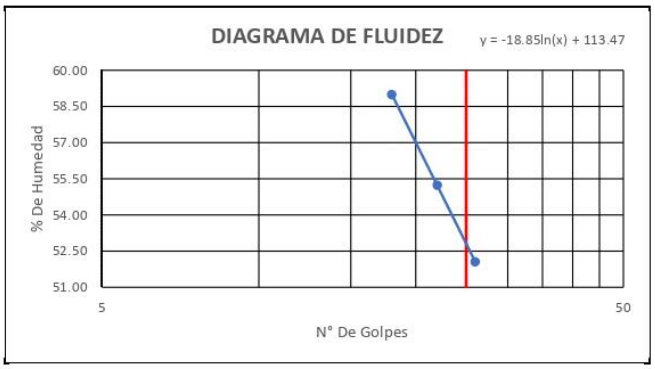
Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]

Coordenadas Punto de Muestra:
N: 9292870
E: 0330912

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)

Recipiente N°	150 Ct 155	156 C/T 152	157
Peso del recipiente grs.	36.64	36.75	36.55
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	58.69	56.20	59.63
Peso del suelo seco + recipiente grs.	50.51	49.28	51.73
Peso del agua grs.	8.18	6.92	7.90
Peso del suelo seco grs.	13.87	12.53	15.18
Contenido de Humedad %	58.98	55.23	52.04
Número de Golpes	**18**	**22**	**26**



Límite Líquido (%)	53
Límite Plástico (%)	24
Índice de Plasticidad Ip (%)	29

Determinación del Límite Plástico(N.T.P. 339.131)

Recipiente N°	5	20	21
Peso del recipiente grs.	15.80	15.74	15.75
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	16.79	17.02	17.09
Peso del suelo seco + recipiente grs.	16.60	16.78	16.83
Peso del agua grs.	0.19	0.240	0.26
Peso del suelo seco grs.	0.80	1.04	1.08
Contenido de Humedad %	23.75	23.08	24.07
Promedio del contenido de humedad LP	**23.63**		

Fotografía N° 38: Ensayo de Límites de Consistencia de la C-09.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 339.128

A.- DATOS GENERALES

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Marrón
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 9 **Fecha :** 09/12/2021

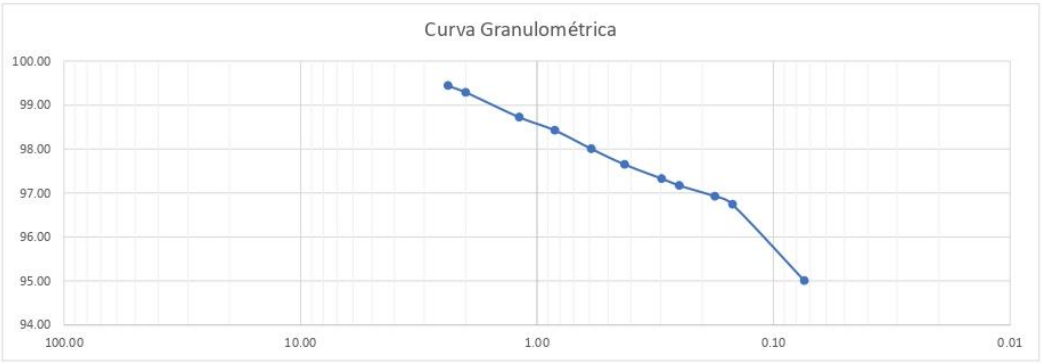
Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9292870 E: 0330912

B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO N.T.P.339.128 Error Permitido% = 0.00% Permitido

TAMICES Ø	TAMICES (mm)	Peso Retenido	Peso Ret. Corregido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
Tamiz 5"	127.00					
Tamiz 4"	101.60					
Tamiz 3"	76.20					
Tamiz 2"	50.80					
Tamiz 1 1/2"	38.10					
Tamiz 1"	25.40					
Tamiz 3/4"	19.050					
Tamiz 1/2"	12.700					
Tamiz 3/8"	9.525					
Tamiz 1/4"	6.350					
N° 4	4.760					100.00
N° 8	2.380	1.12	1.12	0.56	0.56	99.44
N° 10	2.000	0.30	0.30	0.15	0.71	99.29
N° 16	1.190	1.13	1.13	0.57	1.28	98.73
N° 20	0.840	0.60	0.60	0.30	1.58	98.43
N° 30	0.590	0.84	0.84	0.42	2.00	98.01
N° 40	0.426	0.71	0.71	0.36	2.35	97.65
N° 50	0.297	0.65	0.65	0.33	2.68	97.33
N° 60	0.250	0.31	0.31	0.16	2.83	97.17
N° 80	0.177	0.49	0.49	0.25	3.08	96.93
N° 100	0.149	0.37	0.37	0.19	3.26	96.74
N° 200	0.074	3.47	3.47	1.74	5.00	95.01
Fondo	0.010	190.01	190.01	95.01	100	0.00
TOTAL		200.00	200.00			

DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS		
Número del Recipiente:		P - 51
Peso del Recipiente:		109.67
Peso del recipiente + suelo seco:		119.35
Peso del suelo seco :		9.68
Peso del suelo seco antes del lavado:		200.00
Resultados Obtenidos:		
Contenido de humedad natural	=	20.19
Límite Líquido	=	53
Límite Plástico	=	24
Índice Plástico	=	29
Grava	=	0.00
Arena	=	5.00
Limos y Arcillas	=	95.01
Porcentajes que pasan :		
% Pasa el Tamiz N° 4	=	100.00 %
% Pasa el Tamiz N° 10	=	99.29 %
% Pasa el Tamiz N° 40	=	97.65 %
% Pasa el Tamiz N° 200	=	95.01 %
D_{60} :	=	98.02
D_{30} :	=	97.33
D_{10} :	=	95.61
Cc (Coeficiente de curvatura) :	=	1.01
Cu (Coeficiente de Uniformidad) :	=	1.03
Clasificación S.U.C.S.	=	CH
Clasificación AASHTO	=	A-7-6 (20)



Fotografía N° 39: Ensayo de Análisis granulométrico por tamizado de la C-09.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Marrón
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 9 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]

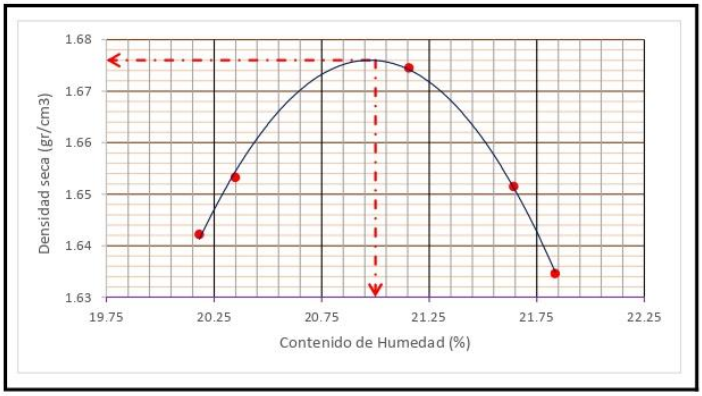
Coordenadas Punto de Muestra:
N: 9292870
E: 0330912

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PROCTOR MODIFICADO

Determinación del Proctor Modificado (N.T.P. 339.149)

METODO DE COMPACTACIÓN : A **Volumen del Molde :** 2123

PUNTO	P1	P2	P3	P4	P5
N° Capas	5	5	5	5	5
N° Golpes por capa	25	25	25	25	25
Porcentaje de Agua	6 %	8 %	10 %	12 %	14 %
Peso Suelo + Molde	6960.00	6994.00	7077.00	7035.00	6998.00
Peso Del Molde	2770.00	2770.00	2770.00	2770.00	2770.00
Peso Suelo Húmedo Compactado	4190.00	4224.00	4307.00	4265.00	4228.00
Densidad Húmeda	1.97	1.99	2.03	2.01	1.99
Capsula Nro.	**P - 84**	**P - 106**	**P - 205**	**P - 26**	**P - 44**
Peso De La Capsula	84.48	92.22	69.09	100.04	101.92
Peso Suelo Húmedo +Capsula	162.43	190.22	176.52	212.73	221.77
Peso Suelo Seco + Capsula	149.34	173.65	157.76	192.68	200.29
Peso De Agua	13.09	16.57	18.76	20.05	21.48
Peso Del Suelo Seco	64.86	81.43	88.67	92.64	98.37
Contenido Humedad	20.18	20.35	21.16	21.64	21.84
Densidad Seca	1.6422	1.6532	1.6745	1.6515	1.6346



Densidad Seca Máxima	1.68
Contenido de Humedad Óptima	21.00

Fotografía N° 40: Ensayo de Proctor Modificado de la C-09.

Calicata N° 10:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

REGISTRO DE EXCAVACION

Ejecuta :	**Bach. Jesus Manuel Saldaña Vasquez**	**Elaboro :**	**BACHILLER JMSV**
TESIS :	APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"	**Coord :**	**E: 9292438** / **N: 0330985**
Ubicación:	DITRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN	**Fecha :**	**09/12/2021**
Calicata Nº C-10	Nivel freático N.P. — Prof. Exc. **0.50** (m)	**Cota As.** **590.00** (msnm)	

Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION AASHTO	CLASIFICACION SUCS	SIMBOLO	ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO
590.00	I	El suelo es una arcilla limosa de alta plasticidad, de color marrón de consistencia dura, con resistencia al corte deficiente, compresibilidad y expansión alta en condiciones saturadas, LL = 54 e IP = 26, con presencia de finos de 92.205 % de limos y arcillas y un % de arena de 7.795 del total de la muestra.	A-7-6 (20)	CH		0.50	28.89	
589.50								

FOTOGRAFIA

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído la muestra de la C-10 para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M, (registro sin escala)

Fotografía N° 41: Registro de excavación de la C-10.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Marón
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 10 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: E: 9292438 N: 0330985

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.127)

Recipiente N°	P - 84	P - 87	P - 25
Peso del recipiente grs.	84.48	86.69	88.49
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	271.27	253.43	280.11
Peso del suelo seco + recipiente grs.	229.56	215.87	237.23
Peso del agua grs.	41.71	37.56	42.88
Peso del suelo seco grs.	145.08	129.18	148.74
Contenido de Humedad %	28.75	29.08	28.83
Promedio de contenido de humedad %	**28.88**		

Fotografía N° 42: Ensayo de Contenido de Humedad de la C-10.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

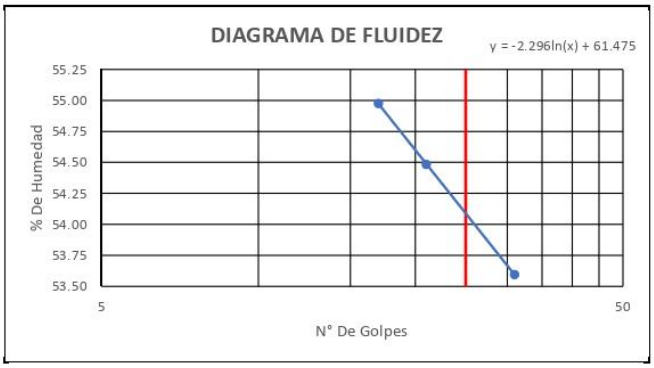
Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Marón
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 10 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: E: 9292438 N: 0330985

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)

Recipiente N°	T-40	T-39	T-38
Peso del recipiente grs.	26.08	25.22	27.66
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	41.19	42.97	39.84
Peso del suelo seco + recipiente grs.	35.83	36.71	35.59
Peso del agua grs.	5.36	6.26	4.25
Peso del suelo seco grs.	9.75	11.49	7.93
Contenido de Humedad %	54.97	54.48	53.59
Número de Golpes	17	21	31



Límite Líquido (%)	54
Límite Plástico (%)	28
Índice de Plasticidad Ip (%)	26

Determinación del Límite Plástico(N.T.P. 339.131)

Recipiente N°	L-21	L-22	L-23
Peso del recipiente grs.	15.56	15.11	15.13
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	17.34	16.85	16.85
Peso del suelo seco + recipiente grs.	16.96	16.47	16.47
Peso del agua grs.	0.38	0.380	0.38
Peso del suelo seco grs.	1.40	1.36	1.34
Contenido de Humedad %	27.14	27.94	28.36
Promedio del contenido de humedad LP		**27.81**	

Fotografía N° 43: Ensayo de Límites de Consistencia de *la C-10.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 339.128

A.- DATOS GENERALES

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Marón
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 10 **Fecha :** 09/12/2021

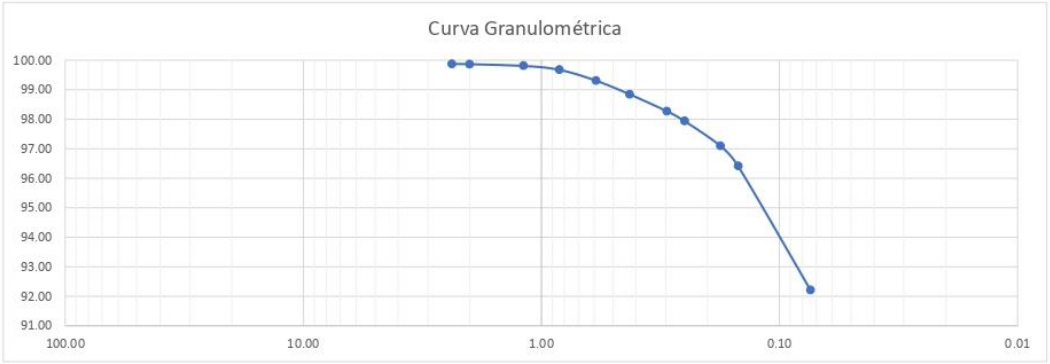
Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: E: 9292438 N: 0330985

B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO N.T.P.339.128 — Error Permitido% = 0.00% Permitido

TAMICES Ø	TAMICES (mm)	Peso Retenido	Peso Ret. Corregido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
Tamiz 5"	127.00					
Tamiz 4"	101.60					
Tamiz 3"	76.20					
Tamiz 2"	50.80					
Tamiz 1 1/2"	38.10					
Tamiz 1"	25.40					
Tamiz 3/4"	19.050					
Tamiz 1/2"	12.700					
Tamiz 3/8"	9.525					
Tamiz 1/4"	6.350					
N° 4	4.760					100.00
N° 8	2.380	0.25	0.25	0.13	0.13	99.88
N° 10	2.000	0.02	0.02	0.01	0.14	99.87
N° 16	1.190	0.11	0.11	0.06	0.19	99.81
N° 20	0.840	0.27	0.27	0.14	0.33	99.68
N° 30	0.590	0.73	0.73	0.37	0.69	99.31
N° 40	0.426	0.93	0.93	0.47	1.16	98.85
N° 50	0.297	1.15	1.15	0.58	1.73	98.27
N° 60	0.250	0.67	0.67	0.34	2.07	97.94
N° 80	0.177	1.68	1.68	0.84	2.91	97.10
N° 100	0.149	1.37	1.37	0.69	3.59	96.41
N° 200	0.074	8.41	8.41	4.21	7.80	92.21
Fondo	0.010	184.41	184.41	92.21	100	0.00
TOTAL		200.00	200.00			

DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS		
Número del Recipiente:		P - 87
Peso del Recipiente:		86.69
Peso del recipiente + suelo seco:		102.28
Peso del suelo seco :		15.59
Peso del suelo seco antes del lavado:		200.00
Resultados Obtenidos:		
Contenido de humedad natural	=	28.89
Límite Líquido	=	54
Límite Plástico	=	28
Índice Plástico	=	26
Grava	=	0.00
Arena	=	7.80
Limos y Arcillas	=	92.21
Porcentajes que pasan :		
% Pasa el Tamiz N° 4	=	100.00 %
% Pasa el Tamiz N° 10	=	99.87 %
% Pasa el Tamiz N° 40	=	98.85 %
% Pasa el Tamiz N° 200	=	92.21 %
D_{60} :	=	99.32
D_{30} :	=	98.28
D_{10} :	=	93.66
Cc (Coeficiente de curvatura) :	=	1.04
Cu (Coeficiente de Uniformidad) :	=	1.06
Clasificación S.U.C.S.	=	CH
Clasificación AASHTO	=	A-7-6 (20)



Fotografía N° 44: Ensayo de Análisis granulométrico por tamizado de la C-10.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Marón
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 10 **Fecha :** 09/12/2021

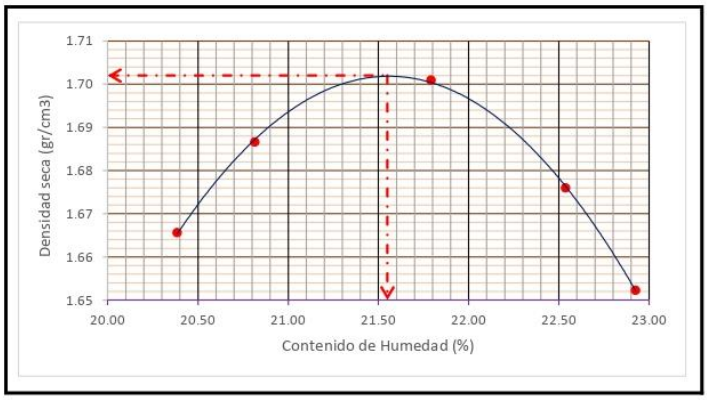
Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ] **Coordenadas Punto de Muestra:**
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
E: 9292438
N: 0330985

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PROCTOR MODIFICADO

Determinación del Proctor Modificado (N.T.P. 339.149)

METODO DE COMPACTACIÓN : A **Volumen del Molde :** 2123

PUNTO	P1	P2	P3	P4	P5
N° Capas	5	5	5	5	5
N° Golpes por capa	25	25	25	25	25
Porcentaje de Agua	6 %	8 %	10 %	12 %	14 %
Peso Suelo + Molde	7027.00	7096.00	7168.00	7130.00	7082.00
Peso Del Molde	2770.00	2770.00	2770.00	2770.00	2770.00
Peso Suelo Húmedo Compactado	4257.00	4326.00	4398.00	4360.00	4312.00
Densidad Húmeda	2.01	2.04	2.07	2.05	2.03
Capsula Nro.	**P - 24**	**P - 87**	**P - 25**	**P - 90**	**P - 200**
Peso De La Capsula	108.03	86.69	88.49	84.57	68.21
Peso Suelo Húmedo +Capsula	193.78	191.28	199.76	205.49	200.76
Peso Suelo Seco + Capsula	179.26	173.26	179.85	183.25	176.04
Peso De Agua	14.52	18.02	19.91	22.24	24.72
Peso Del Suelo Seco	71.23	86.57	91.36	98.68	107.83
Contenido Humedad	20.38	20.82	21.79	22.54	22.92
Densidad Seca	1.6656	1.6866	1.7009	1.6760	1.6523



Densidad Seca Máxima	1.70
Contenido de Humedad Óptima	21.55

Fotografía N° 45: Ensayo de Proctor Modificado de la C-10.

Calicata N° 11:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

REGISTRO DE EXCAVACION

Ejecuta :	**Bach. Jesus Manuel Saldaña Vasquez**	**Elaboro :**	**BACHILLER JMSV**
TESIS :	APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"	**Coord :**	**N: 9292438** / **E: 0330985**
Ubicación:	DITRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN	**Fecha :**	**09/12/2021**
Calicata N° C-11	Nivel freático N.P. — Prof. Exc. **0.50** (m)	**Cota As.** **590.00** (msnm)	

Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION AASHTO	CLASIFICACION SUCS	SIMBOLO	ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO
590.00	I	El suelo es una arcilla limosa de media plasticidad, de color amarillo oscuro de consistencia semi dura, con resistencia al corte deficiente, compresibilidad y expansión baja en condiciones saturadas, LL = 36 e IP = 10, con presencia de finos de 51.99 % de limos y arcillas y un % de arena de 48.01 del total de la muestra.	A-4 (3)	CL -ML		0.50	9.91	
589.50								

FOTOGRAFIA

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído la muestra de la C-11 para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M, (registro sin escala)

Fotografía N° 46: Registro de excavación de la C-11.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Izquierdo **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 11 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]

Coordenadas Punto de Muestra:
N: 9292438
E: 0330985

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.127)

Recipiente N°	P - 3	P -29	P - 117
Peso del recipiente grs.	119.08	80.53	98.89
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	287.69	195.72	261.32
Peso del suelo seco + recipiente grs.	272.85	185.07	246.71
Peso del agua grs.	14.84	10.65	14.61
Peso del suelo seco grs.	153.77	104.54	147.82
Contenido de Humedad %	9.65	10.19	9.88
Promedio de contenido de humedad %	**9.91**		

Fotografía N° 47: Ensayo de Contenido de Humedad de la C-11.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

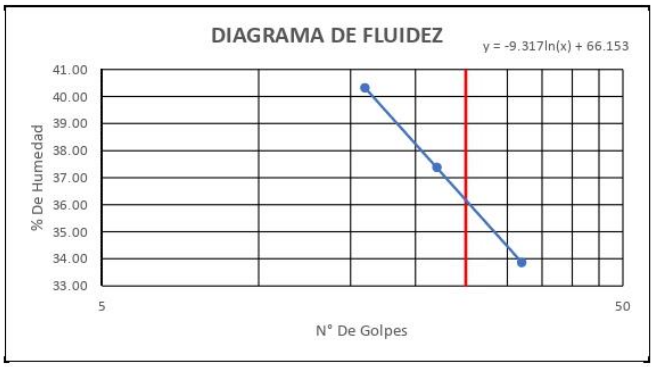
Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Izquierdo **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 11 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9292438 E: 0330985

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)

Recipiente N°	21 C/T 103	140	68 C/T 104
Peso del recipiente grs.	32.21	31.60	31.60
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	51.98	53.25	63.19
Peso del suelo seco + recipiente grs.	46.30	47.36	55.20
Peso del agua grs.	5.68	5.89	7.99
Peso del suelo seco grs.	14.09	15.76	23.60
Contenido de Humedad %	40.31	37.37	33.86
Número de Golpes	**16**	**22**	**32**



Límite Líquido (%)	36
Límite Plástico (%)	26
Índice de Plasticidad Ip (%)	10

Determinación del Límite Plástico(N.T.P. 339.131)

Recipiente N°	110	53 C/T 96	98 TAPA
Peso del recipiente grs.	31.17	31.07	31.31
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	33.97	33.16	33.11
Peso del suelo seco + recipiente grs.	33.40	32.73	32.73
Peso del agua grs.	0.57	0.430	0.38
Peso del suelo seco grs.	2.23	1.66	1.42
Contenido de Humedad %	25.56	25.90	26.76
Promedio del contenido de humedad LP		**26.07**	

Fotografía N° 48: Ensayo de Límites de Consistencia de la C-11.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 339.128

A.- DATOS GENERALES

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Izquierdo **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 11 **Fecha :** 09/12/2021

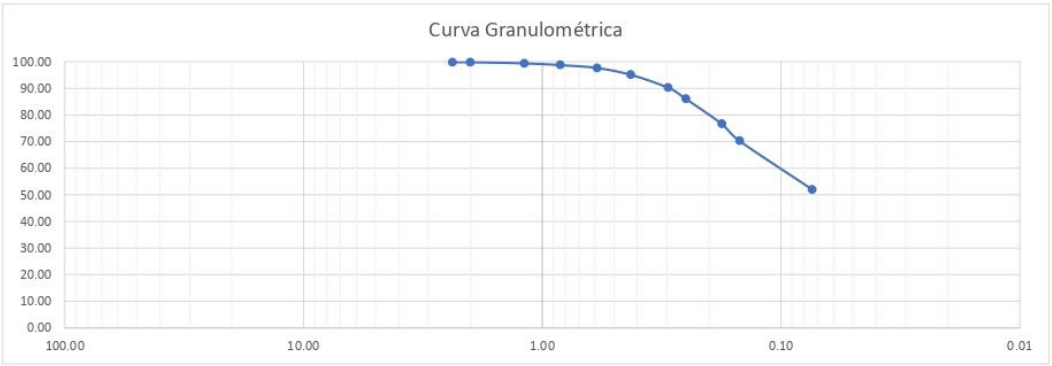
Tipo de la Muestra: Alterada ☐ No alterada ☒ Remoldeada ☐
Extracción de Muestra: Cliente ☐ Técnico UNSM ☐ Bachiller ☒
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9292438 E: 0330985

B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO N.T.P.339.128 Error Permitido% = 0.00% Permitido

TAMICES Ø	TAMICES (mm)	Peso Retenido	Peso Ret. Corregido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
Tamiz 5"	127.00					
Tamiz 4"	101.60					
Tamiz 3"	76.20					
Tamiz 2"	50.80					
Tamiz 1 1/2"	38.10					
Tamiz 1"	25.40					
Tamiz 3/4"	19.050					
Tamiz 1/2"	12.700					
Tamiz 3/8"	9.525					
Tamiz 1/4"	6.350					
N° 4	4.760					100.00
N° 8	2.380	0.36	0.36	0.18	0.18	99.82
N° 10	2.000	0.08	0.08	0.04	0.22	99.78
N° 16	1.190	0.77	0.77	0.39	0.61	99.40
N° 20	0.840	1.26	1.26	0.63	1.24	98.77
N° 30	0.590	2.19	2.19	1.10	2.33	97.67
N° 40	0.426	5.11	5.11	2.56	4.89	95.12
N° 50	0.297	9.74	9.74	4.87	9.76	90.25
N° 60	0.250	8.42	8.42	4.21	13.97	86.04
N° 80	0.177	18.76	18.76	9.38	23.35	76.66
N° 100	0.149	12.75	12.75	6.38	29.72	70.28
N° 200	0.074	36.58	36.58	18.29	48.01	51.99
Fondo	0.010	103.98	103.98	51.99	100	0.00
TOTAL		200.00	200.00			

DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS		
Número del Recipiente:		P 84
Peso del Recipiente:		84.48
Peso del recipiente + suelo seco:		180.50
Peso del suelo seco :		96.02
Peso del suelo seco antes del lavado:		200.00
Resultados Obtenidos:		
Contenido de humedad natural	=	9.91
Límite Líquido	=	36
Límite Plástico	=	26
Índice Plástico	=	10
Grava	=	0.00
Arena	=	48.01
Limos y Arcillas	=	51.99
Porcentajes que pasan :		
% Pasa el Tamiz N° 4	=	100.00 %
% Pasa el Tamiz N° 10	=	99.78 %
% Pasa el Tamiz N° 40	=	95.12 %
% Pasa el Tamiz N° 200	=	51.99 %
D_{60} :	=	97.71
D_{30} :	=	90.36
D_{10} :	=	58.33
Cc (Coeficiente de curvatura) :	=	1.43
Cu (Coeficiente de Uniformidad) :	=	1.68
Clasificación S.U.C.S.	=	CL -ML
Clasificación AASHTO	=	A-4 (3)



Fotografía N° 49: Ensayo de Análisis granulométrico por tamizado de la C-11.

Calicata N° 12:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

REGISTRO DE EXCAVACION

Ejecuta :	Bach. Jesus Manuel Saldaña Vasquez	Elaboro :	BACHILLER JMSV
TESIS :	APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"	Coord :	N: 9290464
			E: 0328540
Ubicación:	DITRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN	Fecha :	09/12/2021
Calicata Nº C-12	Nivel freático N.P. / Prof. Exc. 0.50 (m)	Cota As.	714.00 (msnm)

Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION AASHTO	CLASIFICACION SUCS	SIMBOLO	ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO
714.00	I	El suelo es una arcilla limosa de alta plasticidad, de color marrón de consistencia semi dura, con resistencia al corte deficiente, compresibilidad y expansión alta en condiciones saturadas, LL = 49 e IP = 24, con presencia de finos de 97.615 % de limos y arcillas y un % de arena de 2.29 del total de la muestra.	A-7-6 (20)	CL		0.50	20.19	
713.50								

FOTOGRAFIA

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído la muestra de la C-12 para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M, (registro sin escala)

Fotografía N° 50: Registro de excavación de la C-12.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Marrón
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 12 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9290464 E: 0328540

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.127)

Recipiente N°	P - 97	P - 109	P - 112
Peso del recipiente grs.	84.15	90.11	88.66
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	264.44	203.84	204.59
Peso del suelo seco + recipiente grs.	248.20	193.82	194.41
Peso del agua grs.	16.24	10.02	10.18
Peso del suelo seco grs.	164.05	103.71	105.75
Contenido de Humedad %	9.90	9.66	9.63
Promedio de contenido de humedad %		**9.73**	

Fotografía N° 51: Ensayo de Contenido de Humedad de la C-12.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Marrón
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 12 **Fecha :** 09/12/2021

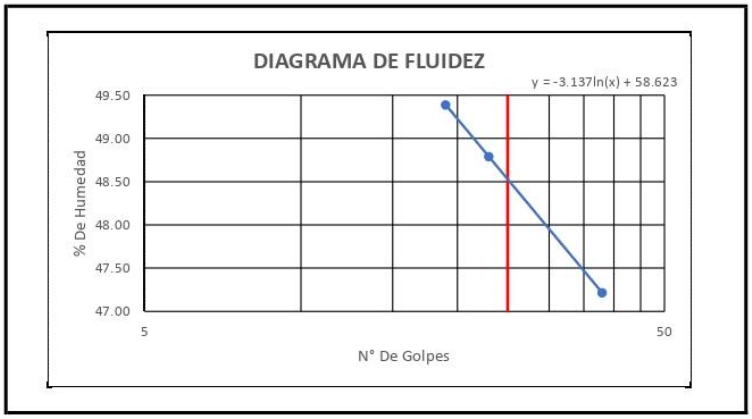
Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]

Coordenadas Punto de Muestra:
N: 9290464
E: 0328540

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)

Recipiente N°	15 C/T 14	01	22 C/T 2
Peso del recipiente grs.	15.55	15.66	15.59
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	39.87	44.48	38.29
Peso del suelo seco + recipiente grs.	31.83	35.03	31.01
Peso del agua grs.	8.04	9.45	7.28
Peso del suelo seco grs.	16.28	19.37	15.42
Contenido de Humedad %	49.39	48.79	47.21
Número de Golpes	19	23	38



Límite Líquido (%)	49
Límite Plástico (%)	25
Índice de Plasticidad Ip (%)	24

Determinación del Límite Plástico(N.T.P. 339.131)

Recipiente N°	155 C/T156	562 C/T 11	79 C/T 86
Peso del recipiente grs.	36.59	31.22	31.34
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	38.56	33.84	33.22
Peso del suelo seco + recipiente grs.	38.17	33.31	32.83
Peso del agua grs.	0.39	0.530	0.39
Peso del suelo seco grs.	1.58	2.09	1.49
Contenido de Humedad %	24.68	25.36	26.17
Promedio del contenido de humedad LP		25.41	

Fotografía N° 52: Ensayo de Límites de Consistencia de la C-12.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 339.128

A.- DATOS GENERALES

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Marrón
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 12 **Fecha :** 09/12/2021

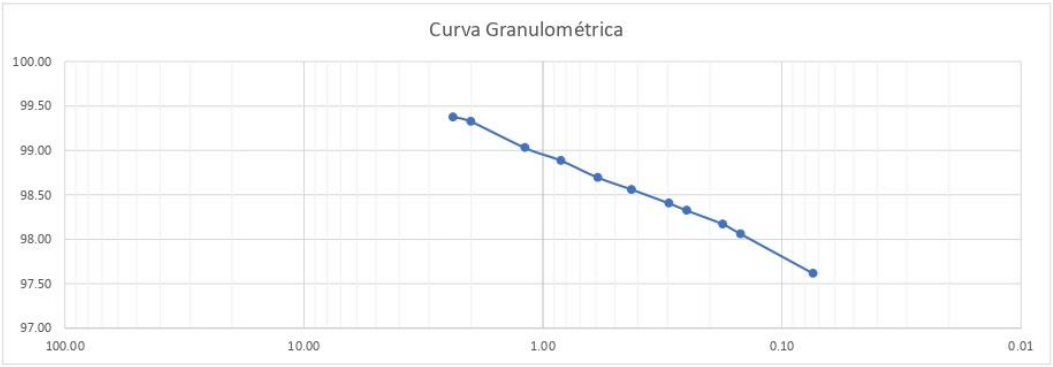
Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9290464 E: 0328540

B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO N.T.P.339.128 — Error Permitido% = 0.00% Permitido

TAMICES Ø	TAMICES (mm)	Peso Retenido	Peso Ret. Corregido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
Tamiz 5"	127.00					
Tamiz 4"	101.60					
Tamiz 3"	76.20					
Tamiz 2"	50.80					
Tamiz 1 1/2"	38.10					
Tamiz 1"	25.40					
Tamiz 3/4"	19.050					
Tamiz 1/2"	12.700					
Tamiz 3/8"	9.525					
Tamiz 1/4"	6.350					100.00
N° 4	4.760	0.19	0.19	0.10	0.10	99.91
N° 8	2.380	1.06	1.06	0.53	0.63	99.38
N° 10	2.000	0.10	0.10	0.05	0.68	99.33
N° 16	1.190	0.59	0.59	0.30	0.97	99.03
N° 20	0.840	0.29	0.29	0.15	1.12	98.89
N° 30	0.590	0.38	0.38	0.19	1.31	98.70
N° 40	0.426	0.27	0.27	0.14	1.44	98.56
N° 50	0.297	0.31	0.31	0.16	1.60	98.41
N° 60	0.250	0.16	0.16	0.08	1.68	98.33
N° 80	0.177	0.31	0.31	0.16	1.83	98.17
N° 100	0.149	0.22	0.22	0.11	1.94	98.06
N° 200	0.074	0.89	0.89	0.45	2.39	97.62
Fondo	0.010	195.23	195.23	97.62	100	0.00
TOTAL		200.00	200.00			

DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS		
Número del Recipiente:		P -109
Peso del Recipiente:		90.11
Peso del recipiente + suelo seco:		94.69
Peso del suelo seco :		4.58
Peso del suelo seco antes del lavado:		200.00
Resultados Obtenidos:		
Contenido de humedad natural	=	20.19
Límite Líquido	=	49
Límite Plástico	=	25
Índice Plástico	=	24
Grava	=	0.09
Arena	=	2.29
Limos y Arcillas	=	97.62
Porcentajes que pasan :		
% Pasa el Tamiz N° 4	=	99.91 %
% Pasa el Tamiz N° 10	=	99.33 %
% Pasa el Tamiz N° 40	=	98.56 %
% Pasa el Tamiz N° 200	=	97.62 %
D_{60} :	=	98.70
D_{30} :	=	98.41
D_{10} :	=	97.77
Cc (Coeficiente de curvatura) :	=	1.00
Cu (Coeficiente de Uniformidad) :	=	1.01
Clasificación S.U.C.S.	=	CL
Clasificación AASHTO	=	A-7-6 (20)



Fotografía N° 53: Ensayo de Análisis granulométrico por tamizado de la C-12.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Marrón
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 12 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]

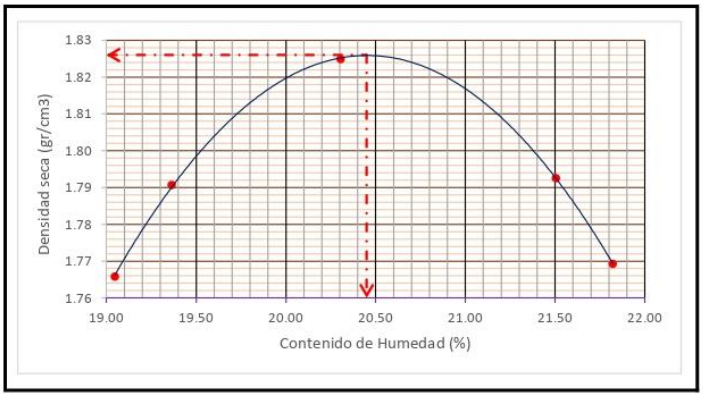
Coordenadas Punto de Muestra:
N: 9290464
E: 0328540

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PROCTOR MODIFICADO

Determinación del Proctor Modificado (N.T.P. 339.149)

METODO DE COMPACTACIÓN : A **Volumen del Molde :** 2123

PUNTO	P1	P2	P3	P4	P5
N° Capas	5	5	5	5	5
N° Golpes por capa	25	25	25	25	25
Porcentaje de Agua	6 %	8 %	10 %	12 %	14 %
Peso Suelo + Molde	7233.00	7308.00	7431.00	7394.00	7346.00
Peso Del Molde	2770.00	2770.00	2770.00	2770.00	2770.00
Peso Suelo Húmedo Compactado	4463.00	4538.00	4661.00	4624.00	4576.00
Densidad Húmeda	2.10	2.14	2.20	2.18	2.16
Capsula Nro.	**P - 103**	**P - 97**	**P - 109**	**P - 112**	**P - 19**
Peso De La Capsula	81.67	84.15	90.11	88.66	102.21
Peso Suelo Húmedo +Capsula	175.61	188.14	209.02	222.96	248.14
Peso Suelo Seco + Capsula	160.58	171.27	188.95	199.19	222.00
Peso De Agua	15.03	16.87	20.07	23.77	26.14
Peso Del Suelo Seco	78.91	87.12	98.84	110.53	119.79
Contenido Humedad	19.05	19.36	20.31	21.51	21.82
Densidad Seca	1.7659	1.7908	1.8249	1.7926	1.7693



Densidad Seca Máxima	1.826
Contenido de Humedad Óptima	20.45

Fotografía N° 54: Ensayo de Proctor Modificado de la C-12.

Calicata N° 13:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

REGISTRO DE EXCAVACION

Ejecuta :	Bach. Jesus Manuel Saldaña Vasquez	Elaboro :	BACHILLER JMSV
TESIS :	APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"	Coord :	N: 9290892 E: 0329147
Ubicación:	DITRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN	Fecha :	09/12/2021

Calicata Nº C-13 | Nivel freático N.P. | Prof. Exc. 0.50 (m) | Cota As. 787.00 (msnm)

Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION AASHTO	CLASIFICACION SUCS	CLASIFICACION SIMBOLO	ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO
787.00	I	El suelo es una arcilla limosa de alta plasticidad, de color marrón de consistencia dura, con resistencia al corte deficiente, compresibilidad y expansión alta en condiciones saturadas, LL = 50 e IP = 26, con presencia de finos de 91.475 % de limos y arcillas y un % de arena de 8.525 del total de la muestra.	A-7-6 (20)	CH		0.50	11.05	
786.50								

FOTOGRAFIA

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído la muestra de la C-13 para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M, (registro sin escala)

Fotografía N° 55: Registro de excavación de la C-13.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Marón
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 13 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9290892 E: 0329147

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.127)

Recipiente N°	P - 2	P - 36	P - 39
Peso del recipiente grs.	95.43	113.49	107.62
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	247.70	286.01	241.31
Peso del suelo seco + recipiente grs.	232.61	268.69	228.06
Peso del agua grs.	15.09	17.32	13.25
Peso del suelo seco grs.	137.18	155.20	120.44
Contenido de Humedad %	11.00	11.16	11.00
Promedio de contenido de humedad %	**11.05**		

Fotografía N° 56: Ensayo de Contenido de Humedad de la C-13.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

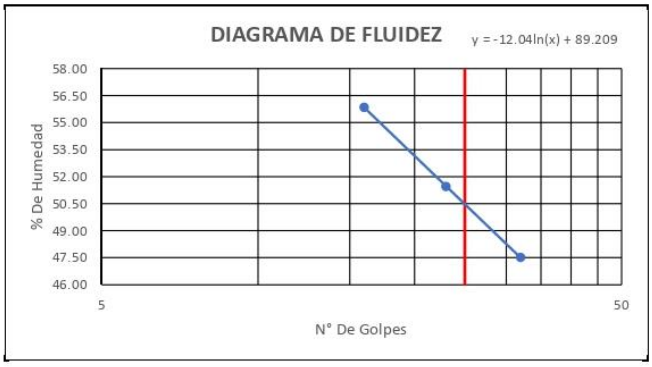
Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Marón
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 13 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9290892 E: 0329147

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)

Recipiente N°	77 C/T 35	102 C/T 20	TAPA 100
Peso del recipiente grs.	31.32	31.57	31.55
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	58.92	61.45	58.41
Peso del suelo seco + recipiente grs.	49.03	51.30	49.76
Peso del agua grs.	9.89	10.15	8.65
Peso del suelo seco grs.	17.71	19.73	18.21
Contenido de Humedad %	55.84	51.44	47.50
Número de Golpes	**16**	**23**	**32**



Límite Líquido (%)	50
Límite Plástico (%)	24
Índice de Plasticidad Ip (%)	26

Determinación del Límite Plástico(N.T.P. 339.131)

Recipiente N°	113 C/T 126	561 C/T 144	6 C/T 76
Peso del recipiente grs.	29.73	31.26	31.32
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	31.75	33.02	33.18
Peso del suelo seco + recipiente grs.	31.36	32.69	32.81
Peso del agua grs.	0.39	0.33	0.37
Peso del suelo seco grs.	1.63	1.43	1.49
Contenido de Humedad %	23.93	23.08	24.83
Promedio del contenido de humedad LP	**23.95**		

Fotografía N° 57: Ensayo de Límites de Atterberg (Límite Líquido y Plástico) de la C-13.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 339.128

A.- DATOS GENERALES

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Marón
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 13 **Fecha :** 09/12/2021

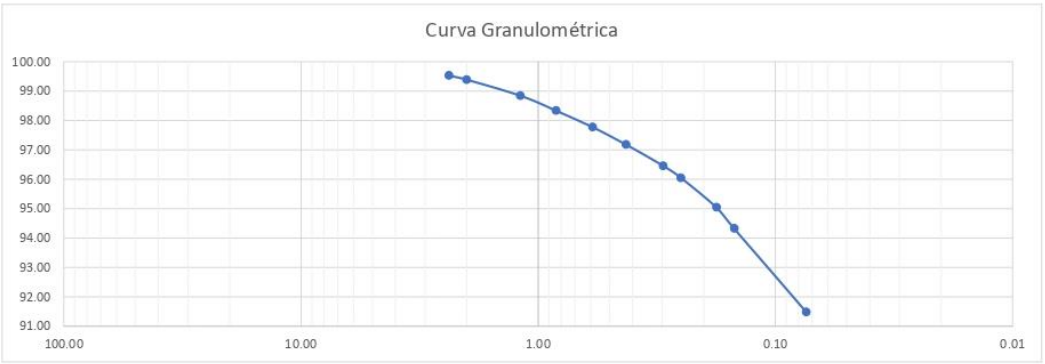
Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9290892 E: 0329147

B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO N.T.P.339.128 Error Permitido% = 0.00% Permitido

TAMICES Ø	(mm)	Peso Retenido	Peso Ret. Corregido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
Tamiz 5"	127.00					
Tamiz 4"	101.60					
Tamiz 3"	76.20					
Tamiz 2"	50.80					
Tamiz 1 1/2"	38.10					
Tamiz 1"	25.40					
Tamiz 3/4"	19.050					
Tamiz 1/2"	12.700					
Tamiz 3/8"	9.525					
Tamiz 1/4"	6.350					
N° 4	4.760					100.00
N° 8	2.380	0.94	0.94	0.47	0.47	99.53
N° 10	2.000	0.28	0.28	0.14	0.61	99.39
N° 16	1.190	1.09	1.09	0.55	1.16	98.85
N° 20	0.840	1.02	1.02	0.51	1.67	98.34
N° 30	0.590	1.12	1.12	0.56	2.23	97.78
N° 40	0.426	1.19	1.19	0.60	2.82	97.18
N° 50	0.297	1.45	1.45	0.73	3.55	96.46
N° 60	0.250	0.82	0.82	0.41	3.96	96.05
N° 80	0.177	2.01	2.01	1.01	4.96	95.04
N° 100	0.149	1.44	1.44	0.72	5.68	94.32
N° 200	0.074	5.69	5.69	2.85	8.53	91.48
Fondo	0.010	182.95	182.95	91.48	100	0.00
TOTAL		200.00	200.00			

DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS		
Número del Recipiente:		P - 39
Peso del Recipiente:		107.62
Peso del recipiente + suelo seco:		124.67
Peso del suelo seco :		17.05
Peso del suelo seco antes del lavado:		200.00
Resultados Obtenidos:		
Contenido de humedad natural	=	11.05
Límite Líquido	=	50
Límite Plástico	=	24
Índice Plástico	=	26
Grava	=	0.00
Arena	=	8.53
Limos y Arcillas	=	91.48
Porcentajes que pasan :		
% Pasa el Tamiz N° 4	=	100.00 %
% Pasa el Tamiz N° 10	=	99.39 %
% Pasa el Tamiz N° 40	=	97.18 %
% Pasa el Tamiz N° 200	=	91.48 %
D_{60} :	=	97.80
D_{30} :	=	96.47
D_{10} :	=	92.46
Cc (Coeficiente de curvatura) :	=	1.03
Cu (Coeficiente de Uniformidad) :	=	1.06
Clasificación S.U.C.S.	=	CH
Clasificación AASHTO	=	A-7-6 (20)



Fotografía N° 59: Ensayo de Análisis granulométrico por tamizado de la C-13.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Marón
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 13 **Fecha :** 09/12/2021

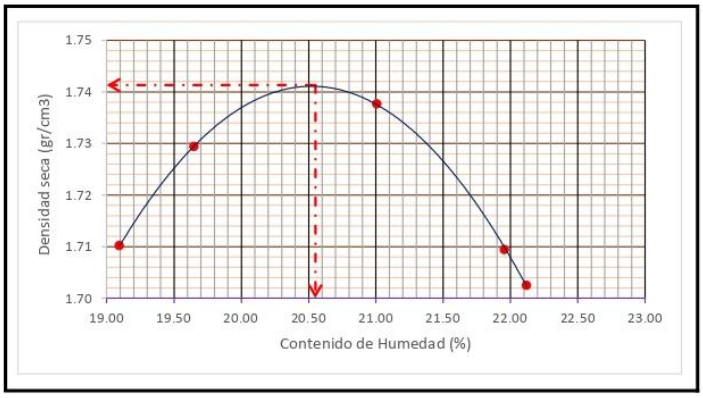
Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ] **Coordenadas Punto de Muestra:**
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
N: 9290892
E: 0329147

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PROCTOR MODIFICADO

Determinación del Proctor Modificado (N.T.P. 339.149)

METODO DE COMPACTACIÓN : A **Volumen del Molde :** 2123

PUNTO	P1	P2	P3	P4	P5
N° Capas	5	5	5	5	5
N° Golpes por capa	25	25	25	25	25
Porcentaje de Agua	6 %	8 %	10 %	12 %	14 %
Peso Suelo + Molde	7094.00	7163.00	7234.00	7196.00	7184.00
Peso Del Molde	2770.00	2770.00	2770.00	2770.00	2770.00
Peso Suelo Húmedo Compactado	4324.00	4393.00	4464.00	4426.00	4414.00
Densidad Húmeda	2.04	2.07	2.10	2.08	2.08
Capsula Nro.	**P - 2**	**P - 36**	**P - 39**	**P - 3**	**P -29**
Peso De La Capsula	95.43	113.49	107.62	95.43	80.53
Peso Suelo Húmedo +Capsula	168.59	200.81	199.90	199.91	210.32
Peso Suelo Seco + Capsula	156.86	186.47	183.88	181.10	186.81
Peso De Agua	11.73	14.34	16.02	18.81	23.51
Peso Del Suelo Seco	61.43	72.98	76.26	85.67	106.28
Contenido Humedad	19.09	19.65	21.01	21.96	22.12
Densidad Seca	1.7102	1.7294	1.7377	1.7095	1.7025



Densidad Seca Máxima	1.74
Contenido de Humedad Óptima	20.55

Fotografía N° 60: Ensayo de Proctor Modificado de la C-13.

Calicata N° 14:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

REGISTRO DE EXCAVACION

Ejecuta :	Bach. Jesus Manuel Saldaña Vasquez	Elaboro :	BACHILLER JMSV
TESIS :	APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"	Coord :	N: 9290209 E: 0330752
Ubicación:	DITRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN	Fecha :	09/12/2021

Calicata Nº C-14	Nivel freático N.P.	Prof. Exc. 0.50 (m)	Cota As. 830.00 (msnm)

Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION AASHTO	CLASIFICACION SUCS	SIMBOLO	ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO
830.00 829.50	I	El suelo es una arcilla limosa de alta plasticidad, de color rojizo de consistencia dura, con resistencia al corte deficiente, compresibilidad y expansión alta en condiciones saturadas, LL = 53 e IP = 29, con presencia de finos de 78.565 % de limos y arcillas y un % de arena de 21.435 del total de la muestra.	A-7-6 (20)	CH		0.50	20.58	

FOTOGRAFIA

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído la muestra de la C-14 para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M, (registro sin escala)

Fotografía N° 61: Registro de excavación de la C-14.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Rojizo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 14 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9290209 E: 0330752

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.127)

Recipiente N°	P - 6	P - 79	P - 201
Peso del recipiente grs.	111.43	82.05	68.80
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	268.50	230.35	237.95
Peso del suelo seco + recipiente grs.	241.89	204.98	208.92
Peso del agua grs.	26.61	25.37	29.03
Peso del suelo seco grs.	130.46	122.93	140.12
Contenido de Humedad %	20.40	20.64	20.72
Promedio de contenido de humedad %	**20.58**		

Fotografía N° 62: Ensayo de Contenido de Humedad de la C-14.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

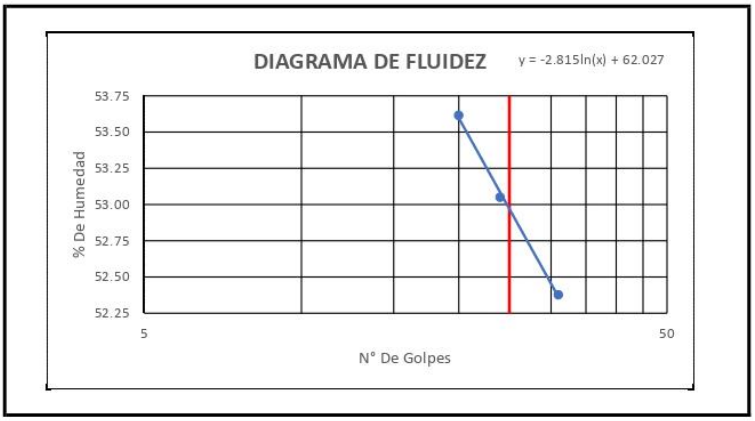
Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Rojizo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 14 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9290209 E: 0330752

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)

Recipiente N°	T - 30	T - 20	T - 1
Peso del recipiente grs.	31.35	31.19	31.39
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	46.65	44.49	44.54
Peso del suelo seco + recipiente grs.	41.31	39.88	40.02
Peso del agua grs.	5.34	4.61	4.52
Peso del suelo seco grs.	9.96	8.69	8.63
Contenido de Humedad %	53.61	53.05	52.38
Número de Golpes	**20**	**24**	**31**



Límite Líquido (%)	53
Límite Plástico (%)	24
Índice de Plasticidad Ip (%)	29

Determinación del Límite Plástico(N.T.P. 339.131)

Recipiente N°	T - 16	T - 100	T - M4
Peso del recipiente grs.	31.38	31.30	31.08
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	32.96	32.91	32.96
Peso del suelo seco + recipiente grs.	32.66	32.60	32.59
Peso del agua grs.	0.30	0.310	0.37
Peso del suelo seco grs.	1.28	1.30	1.51
Contenido de Humedad %	23.44	23.85	24.50
Promedio del contenido de humedad LP		**23.93**	

Fotografía N° 63: Ensayo de Límites de Consistencia de la C-14.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 339.128

A.- DATOS GENERALES

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Rojizo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 14 **Fecha :** 09/12/2021

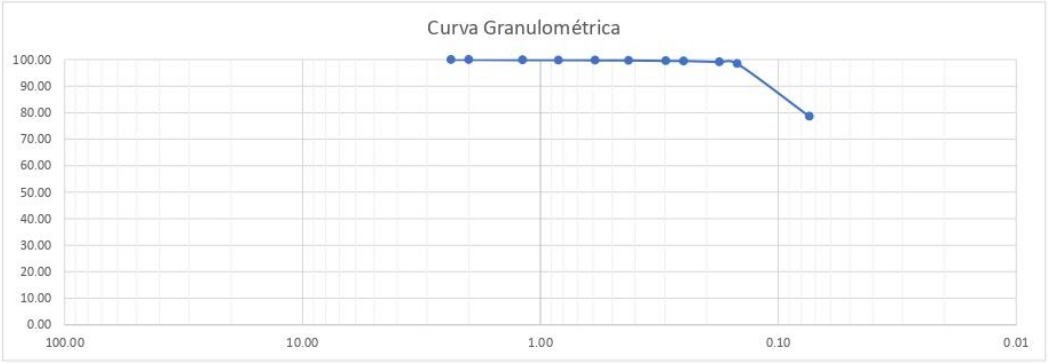
Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9290209 E: 0330752

B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO N.T.P.339.128 — Error Permitido% = 0.00% Permitido

TAMICES Ø	TAMICES (mm)	Peso Retenido	Peso Ret. Corregido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
Tamiz 5"	127.00					
Tamiz 4"	101.60					
Tamiz 3"	76.20					
Tamiz 2"	50.80					
Tamiz 1 1/2"	38.10					
Tamiz 1"	25.40					
Tamiz 3/4"	19.050					
Tamiz 1/2"	12.700					
Tamiz 3/8"	9.525					
Tamiz 1/4"	6.350					
N° 4	4.760					100.00
N° 8	2.380	0.06	0.06	0.03	0.03	99.97
N° 10	2.000	0.03	0.03	0.02	0.05	99.96
N° 16	1.190	0.20	0.20	0.10	0.15	99.86
N° 20	0.840	0.09	0.09	0.05	0.19	99.81
N° 30	0.590	0.11	0.11	0.06	0.25	99.76
N° 40	0.426	0.15	0.15	0.08	0.32	99.68
N° 50	0.297	0.25	0.25	0.13	0.45	99.56
N° 60	0.250	0.20	0.20	0.10	0.55	99.46
N° 80	0.177	0.69	0.69	0.35	0.89	99.11
N° 100	0.149	1.17	1.17	0.59	1.48	98.53
N° 200	0.074	39.92	39.92	19.96	21.44	78.57
Fondo	0.010	157.13	157.13	78.57	100	0.00
TOTAL		200.00	200.00			

DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS		
Número del Recipiente:		P-6
Peso del Recipiente:		111.43
Peso del recipiente + suelo seco:		154.30
Peso del suelo seco :		42.87
Peso del suelo seco antes del lavado:		200.00
Resultados Obtenidos:		
Contenido de humedad natural	=	20.58
Límite Líquido	=	53
Límite Plástico	=	24
Índice Plástico	=	29
Grava	=	0.00
Arena	=	21.44
Limos y Arcillas	=	78.57
Porcentajes que pasan :		
% Pasa el Tamiz N° 4	=	100.00 %
% Pasa el Tamiz N° 10	=	99.96 %
% Pasa el Tamiz N° 40	=	99.68 %
% Pasa el Tamiz N° 200	=	78.57 %
D_{60} :	=	99.76
D_{30} :	=	99.56
D_{10} :	=	85.48
Cc (Coeficiente de curvatura) :	=	1.16
Cu (Coeficiente de Uniformidad) :	=	1.17
Clasificación S.U.C.S.	=	CH
Clasificación AASHTO	=	A-7-6 (20)



Fotografía N° 64: Ensayo de Análisis granulométrico por tamizado de la C-14.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Rojizo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 14 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]

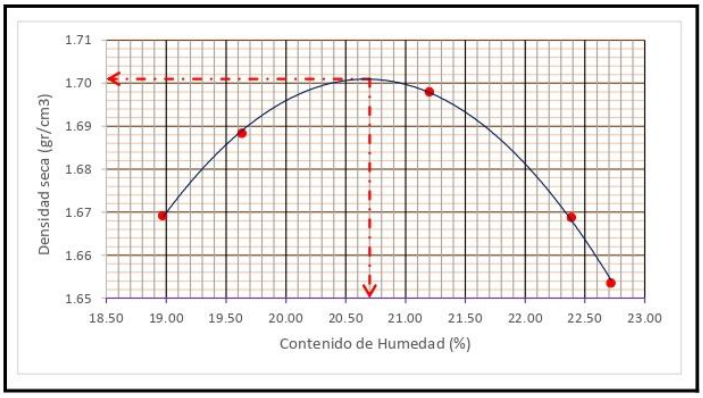
Coordenadas Punto de Muestra:
N: 9290209
E: 0330752

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PROCTOR MODIFICADO

Determinación del Proctor Modificado (N.T.P. 339.149)

METODO DE COMPACTACIÓN : A **Volumen del Molde :** 2123

PUNTO	P1	P2	P3	P4	P5
N° Capas	5	5	5	5	5
N° Golpes por capa	25	25	25	25	25
Porcentaje de Agua	6 %	8 %	10 %	12 %	14 %
Peso Suelo + Molde	6986.00	7058.00	7139.00	7106.00	7078.00
Peso Del Molde	2770.00	2770.00	2770.00	2770.00	2770.00
Peso Suelo Húmedo Compactado	4216.00	4288.00	4369.00	4336.00	4308.00
Densidad Húmeda	1.99	2.02	2.06	2.04	2.03
Capsula Nro.	**P - 6**	**P - 79**	**P - 201**	**P - 117**	**P - 109**
Peso De La Capsula	111.43	82.05	68.80	98.89	90.11
Peso Suelo Húmedo +Capsula	192.77	170.83	170.79	213.36	223.64
Peso Suelo Seco + Capsula	179.80	156.26	152.95	192.42	198.92
Peso De Agua	12.97	14.57	17.84	20.94	24.72
Peso Del Suelo Seco	68.37	74.21	84.15	93.53	108.81
Contenido Humedad	18.97	19.63	21.20	22.39	22.72
Densidad Seca	1.6692	1.6883	1.6980	1.6688	1.6535



X

X

Densidad Seca Máxima	1.70
Contenido de Humedad Óptima	20.70

Fotografía N° 65: Ensayo de Proctor Modificado de la C-14.

Calicata N° 15:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

REGISTRO DE EXCAVACION

Ejecuta :	Bach. Jesus Manuel Saldaña Vasquez	Elaboro :	BACHILLER JMSV
TESIS :	APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"	Coord :	N: 9290250
			E: 0330717
Ubicación:	DITRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN	Fecha :	09/12/2021

Calicata Nº C-15 | Nivel freático N.P. | Prof. Exc. 0.50 (m) | Cota As. 833.00 (msnm)

Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION AASHTO	CLASIFICACION SUCS	SIMBOLO	ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO
833.00	I	El suelo es una arcilla limosa de alta plasticidad, de color rojizo de consistencia dura, con resistencia al corte deficiente, compresibilidad y expansión alta en condiciones saturadas, LL = 58 e IP = 30, con presencia de finos de 93.675 % de limos y arcillas y un % de arena de 6.325 del total de la muestra.	A-7-6 (20)	CH		0.50	25.72	
832.50								

FOTOGRAFIA

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído la muestra de la C-15 para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M, (registro sin escala)

Fotografía N° 66: Registro de excavación de la C-15.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color rojizo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 15 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9290250 E: 0330717

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.127)

Recipiente N°	P - 300	P - 304	P -114
Peso del recipiente grs.	70.92	65.46	86.61
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	178.13	173.37	187.99
Peso del suelo seco + recipiente grs.	156.09	151.14	167.49
Peso del agua grs.	22.04	22.23	20.50
Peso del suelo seco grs.	85.17	85.68	80.88
Contenido de Humedad %	25.88	25.95	25.35
Promedio de contenido de humedad %	**25.72**		

Fotografía N° 67: Ensayo de Contenido de Humedad de la C-15.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color rojizo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 15 **Fecha :** 09/12/2021

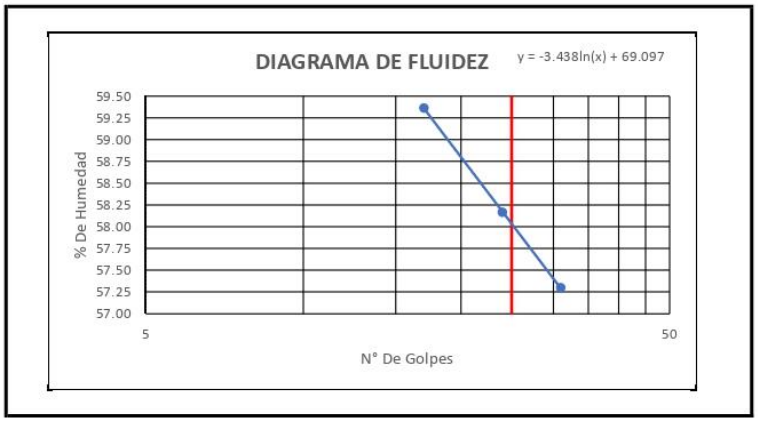
Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]

Coordenadas Punto de Muestra:
N: 9290250
E: 0330717

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)

Recipiente N°	61 C/T19	T 119	501 C/T 17
Peso del recipiente grs.	31.29	31.00	31.42
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	45.25	48.73	44.57
Peso del suelo seco + recipiente grs.	40.05	42.21	39.78
Peso del agua grs.	5.20	6.52	4.79
Peso del suelo seco grs.	8.76	11.21	8.36
Contenido de Humedad %	59.36	58.16	57.30
Número de Golpes	**17**	**24**	**31**



Límite Líquido (%)	58
Límite Plástico (%)	28
Índice de Plasticidad Ip (%)	30

Determinación del Límite Plástico(N.T.P. 339.131)

Recipiente N°	2 C/T 22	14 C/T 6	23 C/T 4
Peso del recipiente grs.	15.96	15.51	15.53
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	17.74	17.35	17.25
Peso del suelo seco + recipiente grs.	17.36	16.95	16.87
Peso del agua grs.	0.38	0.400	0.38
Peso del suelo seco grs.	1.40	1.44	1.34
Contenido de Humedad %	27.14	27.78	28.36
Promedio del contenido de humedad LP		**27.76**	

Fotografía N° 68: Ensayo de Límites de Consistencia de la C-15.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 339.128

A.- DATOS GENERALES

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color rojizo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 15 **Fecha :** 09/12/2021

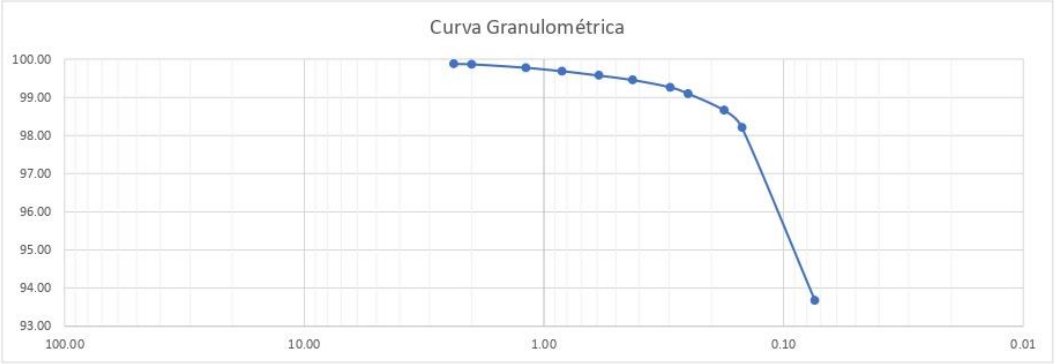
Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9290250 E: 0330717

B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO N.T.P.339.128 Error Permitido% = 0.00% Permitido

TAMICES Ø	TAMICES (mm)	Peso Retenido	Peso Ret. Corregido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
Tamiz 5"	127.00					
Tamiz 4"	101.60					
Tamiz 3"	76.20					
Tamiz 2"	50.80					
Tamiz 1 1/2"	38.10					
Tamiz 1"	25.40					
Tamiz 3/4"	19.050					
Tamiz 1/2"	12.700					
Tamiz 3/8"	9.525					
Tamiz 1/4"	6.350					
N° 4	4.760					100.00
N° 8	2.380	0.25	0.25	0.13	0.13	99.88
N° 10	2.000	0.02	0.02	0.01	0.14	99.87
N° 16	1.190	0.18	0.18	0.09	0.23	99.78
N° 20	0.840	0.18	0.18	0.09	0.32	99.69
N° 30	0.590	0.22	0.22	0.11	0.43	99.58
N° 40	0.426	0.24	0.24	0.12	0.55	99.46
N° 50	0.297	0.39	0.39	0.20	0.74	99.26
N° 60	0.250	0.33	0.33	0.17	0.91	99.10
N° 80	0.177	0.87	0.87	0.44	1.34	98.66
N° 100	0.149	0.91	0.91	0.46	1.80	98.21
N° 200	0.074	9.06	9.06	4.53	6.33	93.68
Fondo	0.010	187.35	187.35	93.68	100	0.00
TOTAL		200.00	200.00			

DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS		
Número del Recipiente:		P -114
Peso del Recipiente:		86.61
Peso del recipiente + suelo seco:		99.26
Peso del suelo seco :		12.65
Peso del suelo seco antes del lavado:		200.00
Resultados Obtenidos:		
Contenido de humedad natural	=	25.72
Límite Líquido	=	77
Límite Plástico	=	28
Índice Plástico	=	49
Grava	=	0.00
Arena	=	6.33
Limos y Arcillas	=	93.68
Porcentajes que pasan :		
% Pasa el Tamiz N° 4	=	100.00 %
% Pasa el Tamiz N° 10	=	99.87 %
% Pasa el Tamiz N° 40	=	99.46 %
% Pasa el Tamiz N° 200	=	93.68 %
D_{60} :	=	99.58
D_{30} :	=	99.26
D_{10} :	=	95.25
Cc (Coeficiente de curvatura) :	=	1.04
Cu (Coeficiente de Uniformidad) :	=	1.05
Clasificación S.U.C.S.	=	CH
Clasificación AASHTO	=	A-7-6 (20)



Fotografía N° 69: Ensayo de Análisis granulométrico por tamizado de la C-15.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color rojizo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 15 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]

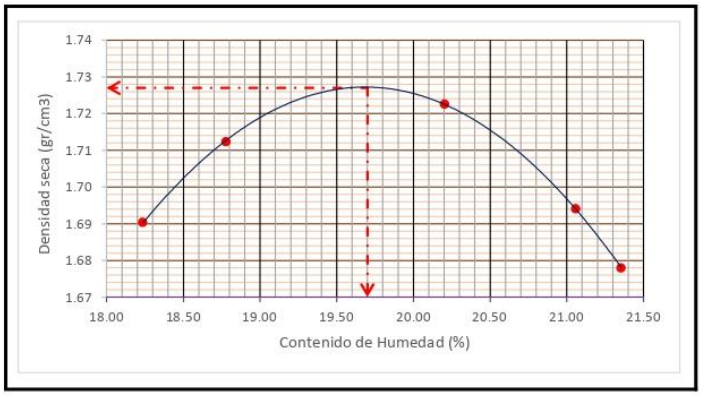
Coordenadas Punto de Muestra:
N: 9290250
E: 0330717

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PROCTOR MODIFICADO

Determinación del Proctor Modificado (N.T.P. 339.149)

METODO DE COMPACTACIÓN : A **Volumen del Molde :** 2123

PUNTO	P1	P2	P3	P4	P5
N° Capas	5	5	5	5	5
N° Golpes por capa	25	25	25	25	25
Porcentaje de Agua	6 %	8 %	10 %	12 %	14 %
Peso Suelo + Molde	7013.00	7088.00	7166.00	7124.00	7093.00
Peso Del Molde	2770.00	2770.00	2770.00	2770.00	2770.00
Peso Suelo Húmedo Compactado	4243.00	4318.00	4396.00	4354.00	4323.00
Densidad Húmeda	2.00	2.03	2.07	2.05	2.04
Capsula Nro.	**P - 300**	**P - 304**	**P -114**	**P - 1**	**P - 7**
Peso De La Capsula	70.92	65.46	86.61	100.10	97.06
Peso Suelo Húmedo +Capsula	181.21	189.31	217.20	238.81	252.55
Peso Suelo Seco + Capsula	164.20	169.73	195.25	214.68	225.19
Peso De Agua	17.01	19.58	21.95	24.13	27.36
Peso Del Suelo Seco	93.28	104.27	108.64	114.58	128.13
Contenido Humedad	18.24	18.78	20.20	21.06	21.35
Densidad Seca	1.6903	1.7124	1.7226	1.6941	1.6780



Densidad Seca Máxima	1.73
Contenido de Humedad Óptima	19.70

Fotografía N° 70: Ensayo de Proctor Modificado de la C-15.

Calicata N° 16:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

REGISTRO DE EXCAVACION

Ejecuta :	Bach. Jesus Manuel Saldaña Vasquez	**Elaboro :**	BACHILLER JMSV
TESIS :	APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"	**Coord :**	N: 9288811
			E: 0333121
Ubicación:	DITRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN	**Fecha :**	09/12/2021
Calicata N° C-16	Nivel freático N.P. — Prof. Exc. **0.50** (m)	**Cota As.** **713.00** **(msnm)**	

Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION AASHTO	CLASIFICACION SUCS	SIMBOLO	ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO
713.00	I	El suelo es una arcilla limosa de alta plasticidad, de color amarillo oscuro de consistencia semi dura, con resistencia al corte deficiente, compresibilidad y expansión alta en condiciones saturadas, LL = 46 e IP = 22, con presencia de finos de 50.823 % de limos y arcillas y un % de arena de 49.177 del total de la muestra.	A-7-6 (8)	CL		0.50	12.06	
712.50								

FOTOGRAFIA

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído la muestra de la C-16 para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M, (registro sin escala)

Fotografía N° 70: Registro de excavación de la C-16.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 16 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9288811 E: 0333121

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.127)

Recipiente N°	P - 76	P - 77	P - 104
Peso del recipiente grs.	108.02	100.59	89.55
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	229.78	221.04	209.04
Peso del suelo seco + recipiente grs.	216.63	208.22	196.09
Peso del agua grs.	13.15	12.82	12.95
Peso del suelo seco grs.	108.61	107.63	106.54
Contenido de Humedad %	12.11	11.91	12.16
Promedio de contenido de humedad %		**12.06**	

Fotografía N° 71: Ensayo de Contenido de Humedad de la C-16.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

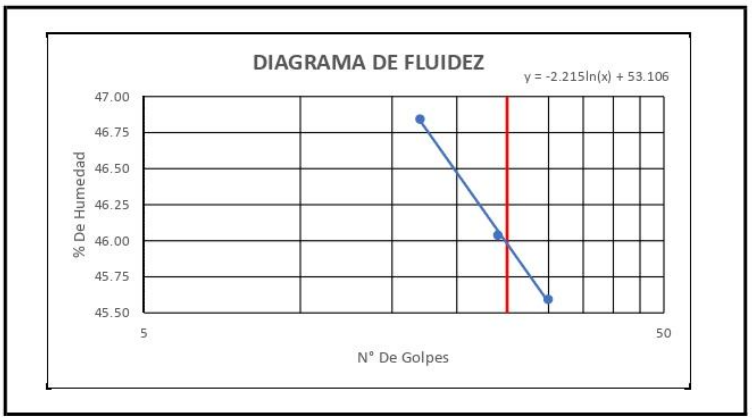
Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 16 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9288811 E: 0333121

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)

Recipiente N°	89	147 CT 145	139 Ct 24
Peso del recipiente grs.	31.54	31.41	31.26
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	55.96	58.12	55.37
Peso del suelo seco + recipiente grs.	48.17	49.70	47.82
Peso del agua grs.	7.79	8.42	7.55
Peso del suelo seco grs.	16.63	18.29	16.56
Contenido de Humedad %	46.84	46.04	45.59
Número de Golpes	17	24	30



Límite Líquido (%)	46
Límite Plástico (%)	24
Indice de Plasticidad Ip (%)	22

Determinación del Límite Plástico(N.T.P. 339.131)

Recipiente N°	85 CT 149	TAPA 53	39 CT 99
Peso del recipiente grs.	31.01	31.19	31.36
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	32.67	32.73	32.09
Peso del suelo seco + recipiente grs.	32.35	32.44	31.95
Peso del agua grs.	0.32	0.290	0.14
Peso del suelo seco grs.	1.34	1.25	0.59
Contenido de Humedad %	23.88	23.20	23.73
Promedio del contenido de humedad LP		**23.60**	

Fotografía N° 72: Ensayo de Límites de Consist*encia de la C-16.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 339.128

A.- DATOS GENERALES

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 16 **Fecha :** 09/12/2021

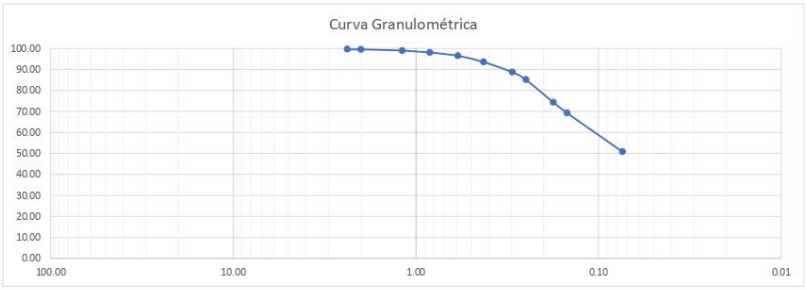
Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]
Coordenadas Punto de Muestra: N: 9288811 E: 0333121

B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO N.T.P.339.128 Error Permitido% = 0.00% Permitido

TAMICES Ø	(mm)	Peso Retenido	Peso Ret. Corregido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
Tamiz 5"	127.00					
Tamiz 4"	101.60					
Tamiz 3"	76.20					
Tamiz 2"	50.80					
Tamiz 1 1/2"	38.10					
Tamiz 1"	25.40					
Tamiz 3/4"	19.050					
Tamiz 1/2"	12.700					
Tamiz 3/8"	9.525					
Tamiz 1/4"	6.350					
N° 4	4.760	0.17				100.00
N° 8	2.380	0.86	0.86	0.43	0.43	99.57
N° 10	2.000	0.11	0.11	0.06	0.49	99.51
N° 16	1.190	1.14	1.14	0.57	1.06	98.94
N° 20	0.840	1.80	1.80	0.90	1.96	98.04
N° 30	0.590	3.13	3.13	1.57	3.52	96.48
N° 40	0.426	5.95	5.95	2.98	6.50	93.50
N° 50	0.297	9.59	9.59	4.80	11.30	88.70
N° 60	0.250	7.25	7.25	3.63	14.93	85.07
N° 80	0.177	21.38	21.38	10.70	25.63	74.37
N° 100	0.149	10.08	10.08	5.04	30.67	69.33
N° 200	0.074	36.98	36.98	18.51	49.18	50.82
Fondo	0.010	101.56	101.56	50.82	100	0.00
TOTAL		200.00	199.83			

DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS		
Número del Recipiente:		P - 0104
Peso del Recipiente:		89.55
Peso del recipiente + suelo seco:		187.82
Peso del suelo seco :		98.27
Peso del suelo seco antes del lavado:		200.00
Resultados Obtenidos:		
Contenido de humedad natural	=	12.06
Límite Líquido	=	46
Límite Plástico	=	24
Índice Plástico	=	22
Grava	=	0.00
Arena	=	49.18
Limos y Arcillas	=	50.82
Porcentajes que pasan :		
% Pasa el Tamiz N° 4	=	100.00 %
% Pasa el Tamiz N° 10	=	99.51 %
% Pasa el Tamiz N° 40	=	93.50 %
% Pasa el Tamiz N° 200	=	50.82 %
D_{60} :	=	96.54
D_{30} :	=	88.81
D_{10} :	=	57.24
Cc (Coeficiente de curvatura) :	=	1.43
Cu (Coeficiente de Uniformidad) :	=	1.69
Clasificación S.U.C.S.	=	CL
Clasificación AASHTO	=	A-7-6 (8)



Fotografía N° 73: Ensayo de Análisis granulométrico por tamizado de la C-16.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : "INFLUENCIA DEL ÍNDICE PLÁSTICO EN EL CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD EN SUELOS ARCILLOSOS APLICADO EN AFIRMADO DE CARRETERAS EN EL DISTRITO DE LAMAS, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN"

Localización del proyecto : Distrito de Lamas
Descripción del Suelo : Color Amarillo
Identificación de la Muestra : Talud Lado Derecho **Operador :**
Profundidad de la Muestra : 0.50 m
Calicata : C - 16 **Fecha :** 09/12/2021

Tipo de la Muestra: Alterada [ ] No alterada [X] Remoldeada [ ]
Extracción de Muestra: Cliente [ ] Técnico UNSM [ ] Bachiller [X]

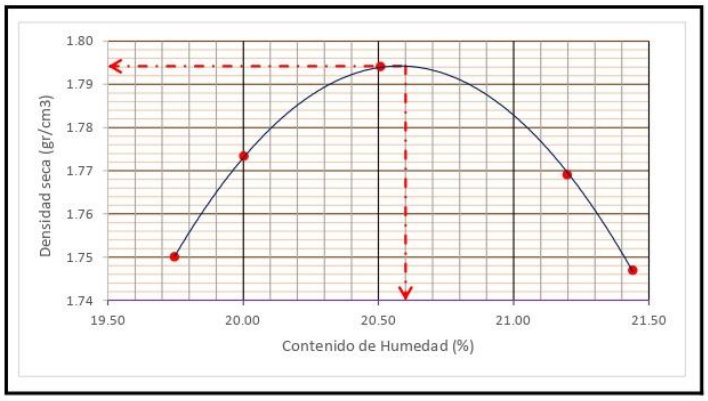
Coordenadas Punto de Muestra:
N: 9288811
E: 0333121

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PROCTOR MODIFICADO

Determinación del Proctor Modificado (N.T.P. 339.149)

METODO DE COMPACTACIÓN : A **Volumen del Molde :** 2123

PUNTO	P1	P2	P3	P4	P5
N° Capas	5	5	5	5	5
N° Golpes por capa	25	25	25	25	25
Porcentaje de Agua	6 %	8 %	10 %	12 %	14 %
Peso Suelo + Molde	7219.00	7288.00	7360.00	7322.00	7274.00
Peso Del Molde	2770.00	2770.00	2770.00	2770.00	2770.00
Peso Suelo Húmedo Compactado	4449.00	4518.00	4590.00	4552.00	4504.00
Densidad Húmeda	2.10	2.13	2.16	2.14	2.12
Capsula Nro.	**P - 76**	**P - 77**	**P - 104**	**P - 51**	**P - 91**
Peso De La Capsula	108.02	100.59	89.55	109.67	85.94
Peso Suelo Húmedo +Capsula	185.52	193.52	194.32	224.19	216.89
Peso Suelo Seco + Capsula	172.74	178.03	176.49	204.16	193.77
Peso De Agua	12.78	15.49	17.83	20.03	23.12
Peso Del Suelo Seco	64.72	77.44	86.94	94.49	107.83
Contenido Humedad	19.75	20.00	20.51	21.20	21.44
Densidad Seca	1.7500	1.7734	1.7941	1.7691	1.7470



Densidad Seca Máxima	1.79
Contenido de Humedad Óptima	20.60

Fotografía N° 74: Ensayo de Proctor Modificado de la C-16.

ANEXO 3: Panel Fotográfico

Trabajo en campo

Fotografía N° 75: Se divisa las características del proyecto en estudio de la C – 01.

Fotografía N° 76: Se divisa las características del proyecto en estudio de la C – 02.

Fotografía N° 77: Se divisa las características del proyecto en estudio de la C – 03.

Fotografía N° 78: Se divisa las características del proyecto en estudio de la C – *04.*

Fotografía N° 79: Se divisa las características del proyecto en estudio de la C – 05.

Fotografía N° 80: Se divisa las características del proyecto en estudio de la C – 06.

Fotografía N° 81: Se divisa las características del proyecto en estudio de la C – 07.

Fotografía N° 82: Se divisa las características del proyecto en estudio de la C – 08.

Fotografía N° 83: Se divisa las características del proyecto en estudio de la C – 09.

Fotografía N° 84: Se divisa las características del proyecto en estudio de la C – 10.

Fotografía N° 85: Se divisa las características del proyecto en estudio de la C – 11.

Fotografía N° 12: Se divisa las características del proyecto en estudio de la C – 12.

Fotografía N° 86: Se divisa las características del proyecto en estudio de la C – 13.

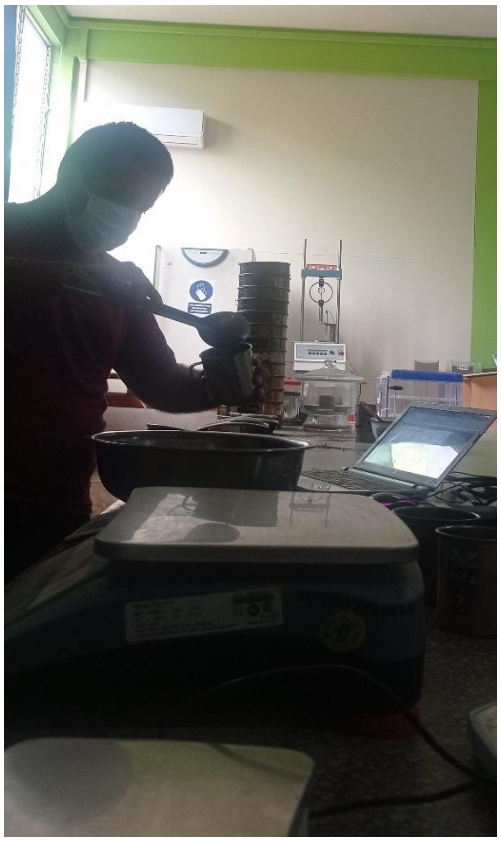
Fotografía N° 87: Se divisa las características del proyecto en estudio de la C – 14.

Fotografía N° 88: Se divisa las características del proyecto en estudio de la C – 15.

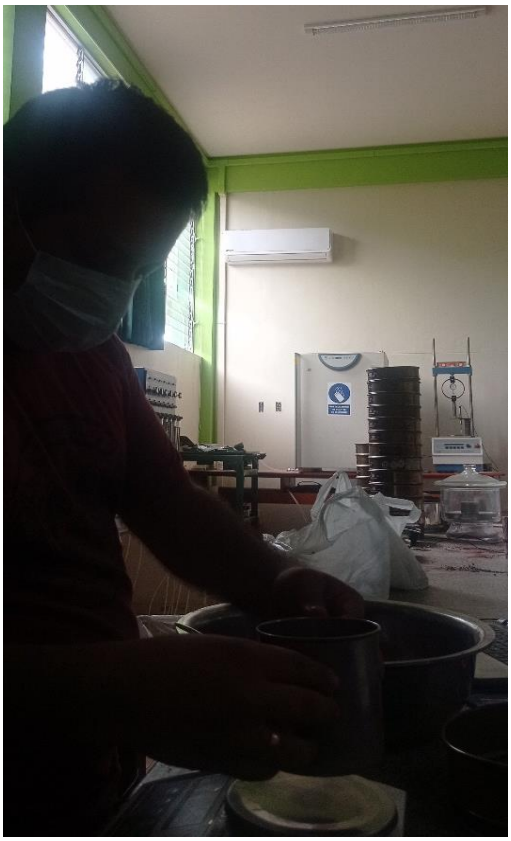
Fotografía N° 89: Se divisa las características del proyecto en estudio de la C – 16.

Pruebas del Laboratorio

Contenido de Humedad



Fotografía N° 90: Se seleccionaron y se instalaron las muestras de ensayo en los recipientes.



Fotografía N° 91: Se pesaron las muestras húmedas empleando una balanza, se procedió al registro los datos.

Fotografía N° 92: Se instalaron los especímenes en las tazas de acero en el horno a 110°C +/- 5 °C por un plazo de veinticuatro hrs.

Fotografía N° 93: Luego de 24 horas se extraen las muestras y se colocan en el desecador, 10 min después se pesan las muestras secas.

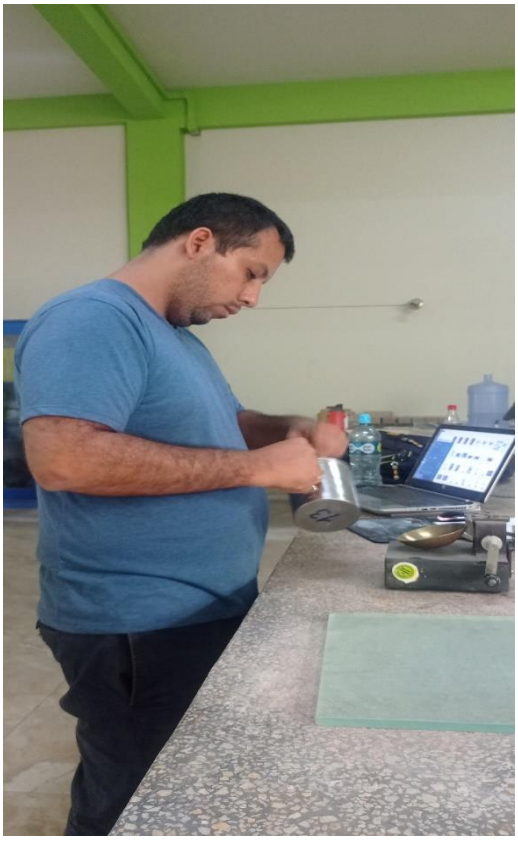
Límite Líquido

Fotografía N° 94: Después de haber secado la muestra bajo sol, se pasa por el Tamiz N° 4.

Fotografía N° 95: Se emplea agua destilada para el remojo del material.

Fotografía N° 96: El material tamizado se satura con agua destilada.

Fotografía N° 97: Se dejó remojar cada muestra con agua destilada por 24 horas.



Fotografía N° 98: Después de saturado el material se bate constantemente hasta que la muestre quede uniforme.

Fotografía N° 99: Se extendió el espécimen húmedo con una paleta en la copa de Casagrande a la hondura de un centímetro aproximadamente.

Fotografía N° 100: Se dio movimiento a la manivela de la copa de Casagrande hasta que las dos fracciones de la muestra estén en unión y se anotó la cantidad de impactos ejecutados.

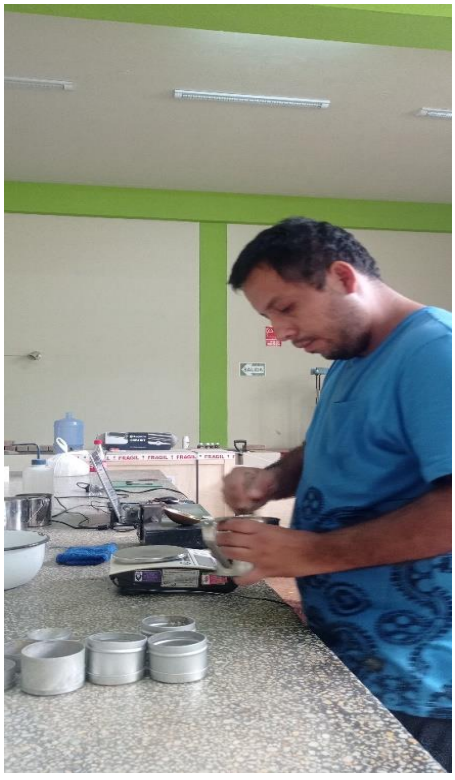
Fotografía N° 101: Se registran las muestras y se colocaron en el horno a unos 110 + 5 °C durante 24 horas.

Fotografía N° 102: Luego de 24 horas se extraen las muestras y se colocan en el desecador, 10 min después se pesan los especímenes secos.

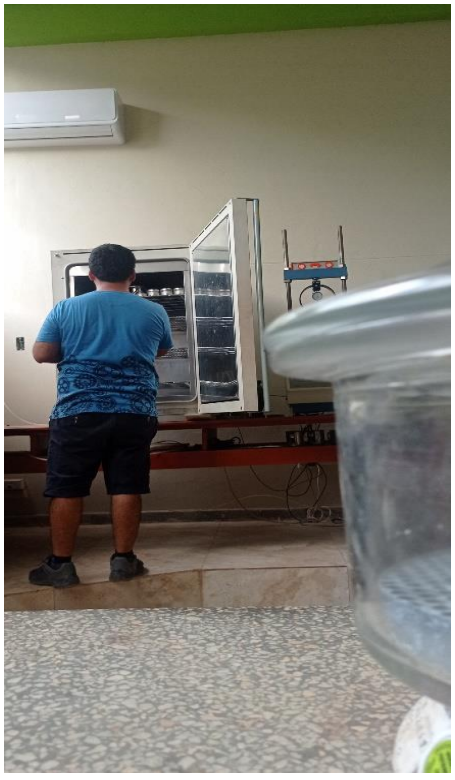
Límite Plástico

Fotografía N° 103: Se prepara la muestra humedad.

Fotografía N° 104: Se amaso el espécimen de manera elipsoide hasta llegar a cilindros de 3mm sobre la plancha de cristal hasta que se agriete.



Fotografía N° 105: Se registran las muestras y se colocaron en el horno a unos 110 + 5 °C durante 24 horas.

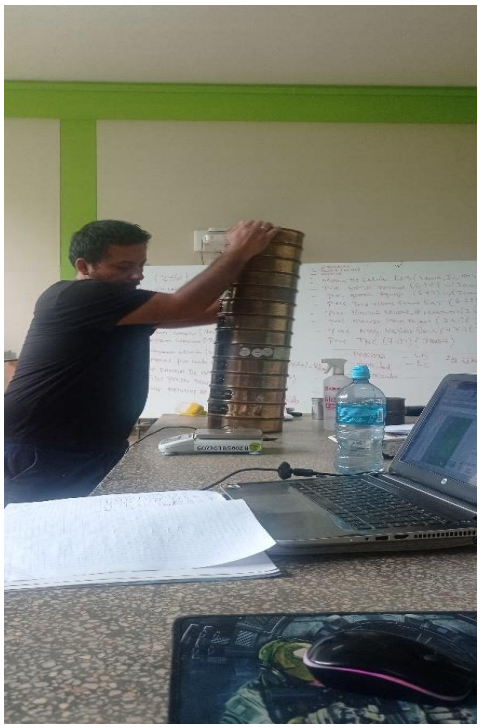


Fotografía N° 106: Luego de 24 horas se extraen las muestras y se colocan en el desecador, 10 min después se pesan las *muestras secas.*

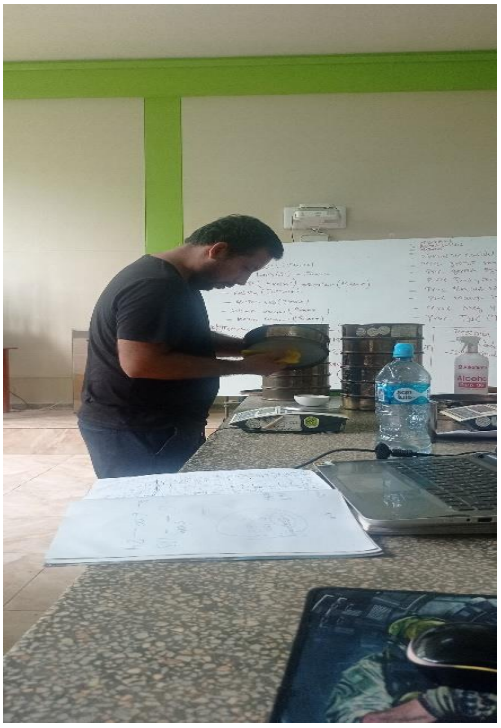
Análisis granulométrico por tamizado

Fotografía N° 107: Separamos doscientos gr de todas las muestras y dejamos humedecer durante 24 horas.

Fotografía N° 108: Pasada las 24 horas se lavan los especímenes en la malla doscientos con cuantiosa agua y se llevan al horno otras 24 horas adicionales.



Fotografía N° 109: Pasado el tiempo de secado en el horno las muestras se colocan en el disecador por 10 minutos para luego ser tamizado.

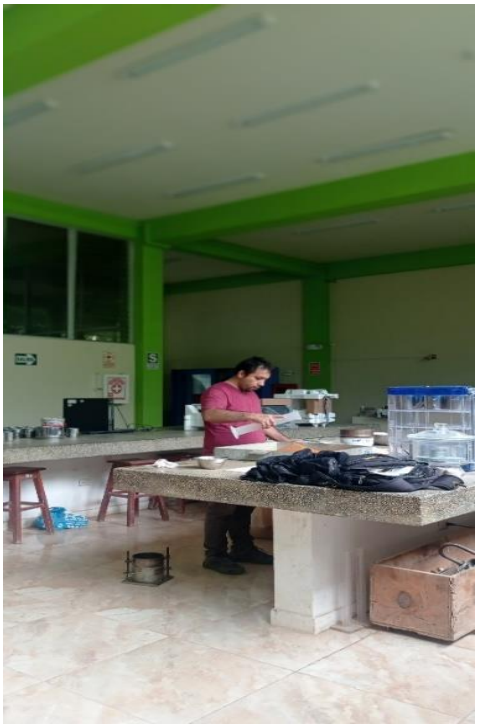


Fotografía N° 110: Después de que cada muestra sea tamizada se pesan respectivamente y luego se procesan los datos obtenidos.

Proctor Modificado

Fotografía N° 111: Cada muestra es tamizada por la malla N° 4.

Fotografía N° 112: Se pesaron 5 Kg. de material tamizado para cada punto, siendo un total de 5 puntos por muestra.



Fotografía N° 113: Se agrega un porcentaje de agua diferente para cada punto y el material se mezcla hasta quedar uniforme.

Fotografía N° 114: Después de mezclar uniformemente el material se cuartea para luego ser colocado en el molde Proctor.

Fotografía N° 115: Colocación de material húmedo al molde Proctor por capas.

Fotografía N° 116: Colocado el material húmedo se procede a compactar 25 golpes por cada capa (5 capas por muestra).

Fotografía N° 117: Terminada la compactación se extraer la muestra compactada.

Fotografía N° 118: Extraído el material compactado se procede a sacar una muestra representativa para ser llevada al horno y después de 24 horas se procede a pesar.

Influencia del índice plástico en el contenido óptimo de humedad en suelos arcillosos aplicado en afirmado de carreteras en el distrito de Lamas, provincia de Lamas, región San Martin

por Jesus Manuel Saldaña Vasquez

Fecha de entrega: 25-ago-2022 09:30a.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 1886916565
Nombre del archivo: FICA-JESUS_MANUEL_SALDA_A_VASQUEZ.docx (49.09M)
Total de palabras: 14584
Total de caracteres: 77402

Influencia del índice plástico en el contenido óptimo de humedad en suelos arcillosos aplicado en afirmado de carreteras en el distrito de Lamas, provincia de Lamas, región San Martin

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%	18%	1%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	8%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	es.slideshare.net Fuente de Internet	1%
6	200.37.105.196:8080 Fuente de Internet	1%
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	geama.org Fuente de Internet	<1%