



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Estabilización de la red vial vecinal AN-873 - 0+000 al 2+400 km con cloruro de sodio proveniente del agua de mar, Santa, Santa, Áncash - 2019”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

LUNA ENRIQUEZ, Very Lorena Aldar (ORCID: 0000-0001-7193-9873)

YZAGUIRRE CABALLERO, Breiner Roberto (ORCID: 0000-0002-1912-8640)

**ASESOR:**

MGTR. FERNANDEZ MANTILLA, Jenisse Del Rocio (ORCID: 0000-0003-3336-4786)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

**CHIMBOTE – PERÚ**

**2019**

## DEDICATORIA

A Dios porque sin Él nada es posible.

A mi familia por ser la motivación de mi vida y lo que más amo en este mundo terrenal.

A la Universidad Cesar Vallejo y sus docentes por permitir formarme profesionalmente.

A todos los que estuvieron involucrados en lograr esta gran meta que nunca voy a olvidar.

**La autora.**

A Dios, por darme todo lo que necesito y nunca desampararme.

A mi madre y a mi hermana, por ser mis guías en este largo camino, y la mayor motivación que he tenido y tendré.

A mi familia que estuvo involucrada en ésta, mi lucha, apoyándome constantemente.

A la Universidad César Vallejo y a mis docentes, por sus enseñanzas, y por formarme profesionalmente.

A todas las personas que estuvieron conmigo apoyándome en lograr alcanzar esta meta.

**El autor.**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer de forma muy especial a las personas que participaron en la elaboración de este proyecto de investigación. A mi familia por la comprensión, el apoyo y por la constante motivación de seguir adelante y creer en mí. A mis docentes y asesores por sus consejos de mejora y compartir sus amplios conocimientos para la realización de la presente tesis. A mis compañeros y amigos por hacer más amenos los días en esta etapa de la universidad.

**La autora.**


Agradezco de todo corazón a mi madre por ser la persona que estuvo conmigo en todo momento, apoyándome, aconsejándome, dándome esa motivación de lograr lo que me propongo. A mi hermana, por su apoyo, por alentarme a nunca rendirme. A mi familia que estuvo en todo momento conmigo, dándome esas fuerzas para cumplir esta meta. Agradezco a mis docentes y asesores por sus enseñanzas y buenos consejos que me brindaron durante la carrera. A mis amigos y personas cercanas a mi persona, por contar con su apoyo y lealtad en esta etapa de mi vida, la universidad.

**El autor.**


El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) LUNA ENRIQUEZ, VERY LORENA ALDAR y YZAGUIRRE CABALLERO, BREINER ROBERTO cuyo título es: ESTABILIZACION DEL SUELO DE LA RED VIAL VECINAL AN - 873 - 0 + 000 AL 2+400 KM CON CLORURO DE SODIO PROVENIENTE DEL AGUA DE MAR, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH - 2019.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el/los estudiante(s), otorgándole(s) el calificativo de: 16...(número) Diez y Seis.....(letras).

Chimbote, viernes, 12 de julio de 2019

  
 .....  
 Mgr. JOSÉ PEPE MUÑOZ ARANA  
 PRESIDENTE

  
 .....  
 Mgr. FERNÁNDEZ MANTILLA JENISSE DEL ROCÍO  
 SECRETARIO

  
 .....  
 Mgr. LÓPEZ CARRANZA ATILIO RUBÉN  
 VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Nosotros, VERY LORENA ALDAR LUNA ENRIQUEZ con DNI N° 70012895 y BREINER ROBERTO YZAGUIRRE CABALLERO con DNI N° 72461458, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompañamos es veraz y auténtica.

Asimismo, declaramos bajo juramento que todos los datos, resultados e información que se presenta en esta investigación son auténticos y veraces.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión, tanto de los documentos como la información aportada, por lo cual nos doblegamos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Nuevo Chimbote, 12 de Julio del 2019.

---

Very Lorena Aldar Luna Enriquez

DNI N° 70012895

---

Breiner Roberto Yzaguirre Caballero

DNI N° 72461458

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iii
<b>PÁGINA DEL JURADO</b> .....	iv
<b>DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD</b> .....	v
<b>RESUMEN</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. MÉTODO</b> .....	11
<b>2.1. Tipo y diseño de investigación</b> .....	11
<b>2.2. Operacionalización de variables</b> .....	11
<b>2.3. Población, muestra y muestreo</b> .....	14
<b>2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad</b> .....	14
<b>2.5. Procedimiento</b> .....	16
<b>2.6. Métodos de análisis de datos</b> .....	17
<b>2.7. Aspectos éticos</b> .....	17
<b>III. RESULTADOS</b> .....	18
<b>IV. DISCUSIÓN</b> .....	23
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	26
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	27
<b>VII. REFERENCIAS</b> .....	28
<b>ANEXOS</b> .....	29

## RESUMEN

La presente tesis titulada “Estabilización de la red vial vecinal AN-873 - 0+000 al 2+400 km con cloruro de sodio proveniente del agua de mar, Santa, Santa, Áncash - 2019” tiene como objetivo determinar la influencia del cloruro de sodio proveniente del agua de mar en la estabilización del suelo de la Red Vial AN-873. La estabilización de suelos consiste en adicionar compuestos que puedan mejorar las propiedades existentes del suelo. Este proceso proporciona beneficios que pueden evidenciarse en el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del material como en la capacidad portante, que es comprobada en el laboratorio de suelo mediante diversos ensayos. Esto se debe a que el cloruro de sodio es una sustancia que contiene la propiedad de higroscopicidad que es capaz de estabilizar casi todos los tipos de suelos, con excepción los que tienen un elevado contenido orgánico. La necesidad de mantener conectado mediante caminos al país se debe a que las carreteras juegan un papel muy importante en la economía y desarrollo, siendo posible el comercio, turismo, entre otros. Desde las vías que conectan a los pequeños pueblos hasta los que conectan países deben ser atendidos y solucionado sus problemas más graves de transitabilidad.

El tipo de investigación fue cuasi – experimental ya que se llegó a modificar las propiedades del suelo patrón utilizando el cloruro de sodio. Los datos se recolectaron mediante el empleo de protocolos de los ensayos de laboratorio, siendo estos normados por asociaciones internaciones y de renombre. Los principales resultados determinaron que el material a utilizar como muestra patrón fue un suelo tipo limo arenoso según clasificación AASHTO; el cloruro de sodio obtuvo 91.70% de pureza; la muestra adicionada con 5% de NaCl obtuvo un valor CBR de 16.06, mientras que el de 7% obtuvo 7.55; al ser comparado con el valor CBR obtenido de la muestra patrón sin adicionar se evidenció que al adicionar 5% de NaCl aumenta la capacidad de soporte del suelo, sin embargo obtuvimos un resultado adverso al adicionar 7%, lo que provocó que la capacidad de soporte disminuya, bajando de categoría “Sub rasante regular” a “Sub rasante insuficiente”. De esta forma se concluye que la proporción más recomendable a adicionar con el fin de obtener buenos resultados al estabilizar un suelo limo – arenoso es de 5%.

### **Palabras clave:**

Estabilización, cloruro de sodio, capacidad portante.

## **ABSTRACT**

This thesis entitled "Stabilization of the neighborhood road network AN-873 - 0 + 000 to 2 + 400 km with sodium chloride from seawater, Santa, Santa, Áncash - 2019" aims to determine the influence of chloride sodium from seawater in the stabilization of the soil of the Road Network AN-873. Soil stabilization consists of adding compounds that can improve the existing properties of the soil. This process provides benefits that can be evidenced in the improvement of the physical and mechanical properties of the material as in the bearing capacity, which is verified in the soil laboratory by means of various tests. This is because sodium chloride is a substance that contains the property of hygroscopicity that is able to stabilize almost all types of soils, with the exception of those that have a high organic content. The need to keep connected through roads to the country is due to the fact that roads play a very important role in the economy and development, being possible trade, tourism, among others. From the roads that connect small towns to those that connect countries, they must be taken care of and their most serious problems of passability solved.

The type of research was quasi - experimental since the properties of the standard soil were modified using sodium chloride. The data was collected using laboratory test protocols, which were regulated by international and reputable associations. The main results determined that the material to be used as a standard sample was a sandy silt type soil according to the AASHTO classification; sodium chloride obtained 91.70% purity; the sample added with 5% NaCl obtained a CBR value of 16.06, while that of 7% obtained 7.55; when compared with the CBR value obtained from the standard sample without adding it was evident that adding 5% of NaCl increases the bearing capacity of the soil, however we obtained an adverse result by adding 7%, which caused the support capacity to decrease , going down from the category "Sub grade regular" to "Sub grade insufficient". In this way it is concluded that the most recommendable proportion to add in order to obtain good results when stabilizing a sandy loam soil is 5%.

### **Keywords:**

Stabilization, sodium chloride, bearing capacity.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Debido al crecimiento del sector construcción se ha originado que las canteras aumenten para su explotación y así obtener minerales y agregados, siendo esta una actividad que genera un gran impacto negativo sobre el ambiente.

En el ámbito nacional, surgió en las últimas décadas la misión por descentralizar la economía e impulsar el crecimiento en las demás regiones del país, por ello la habilitación de vías de comunicación es fundamental para incrementar el dinamismo económico. El gobierno le ha dado prioridad a este tema y se han construido muchas carreteras; sin embargo, los caminos menores muchas veces no obtienen la viabilidad del proyecto ya que el costo de la construcción de la misma es elevado frente al beneficio que presenta, necesitando dar una opción que solucione y conecte a las pequeñas comunidades con las ciudades.

En el ámbito regional, Ancash posee diferentes tipos de suelos y cada uno de ellos con sus particularidades, haciéndolos que necesiten soluciones específicas de acuerdo a sus características y propiedades, para que finalmente los problemas de transitabilidad de la zona sean resueltos parcial o totalmente.

El distrito de Santa tiene a la agricultura como una de sus actividades más influyentes en su economía, por ello es de suma importancia que existan caminos para interconectar los predios agrícolas con la ciudad. Las trochas carrozables aportan soluciones a bajo costo comparado con las carreteras pavimentadas; sin embargo, ocasionan problemas de salud debido al polvo, por lo que encontrar un estabilizador natural que solucione las necesidades de la población y que sea amigable con el ambiente es muy importante en estos tiempos donde la construcción y el cuidado del medio ambiente no pueden ser actividades separadas.

De acuerdo al autor Garnica Paúl et. al. (2002), en su publicación denominada “Estabilización de suelos con cloruro de sodio para su uso en las vías terrestres”, tuvo por propósito definir la influencia del cloruro de sodio hacia el suelo, con respecto a sus propiedades mecánicas, desarrollando ensayos con

ciertos porcentajes de sal. El autor empleó la metodología de la estabilización por medio de tratamientos químicos.

El trabajo de investigación de Garnica tuvo como conclusión que el cloruro de sodio produjo modificaciones en las propiedades mecánicas de los suelos estudiados. El resultado que obtuvo de la densidad máxima seca de su suelo patrón fue de 1.35 gr/cm<sup>3</sup> y al adicionar 5% y 10% de cloruro de sodio fue de 1.39 gr/cm<sup>3</sup> y 1.44 gr/cm<sup>3</sup>, respectivamente.

Asimismo, el autor define que, cuanto más porcentaje de cloruro de sodio se les adicione a los suelos estudiados, con respecto a las singularidades de la compactación que se requiera, se aminora el porcentaje de humedad óptima y, evidentemente, incrementa la densidad máxima seca. Garnica sustentó que este fenómeno pueda darse debido al incremento de las partículas de cloruro de sodio que, al mezclarse con los diversos minerales del suelo, de alguna u otra manera influye indudablemente en su densidad máxima seca y su humedad óptima que detenta.

De la misma manera, en su artículo científico titulado “Stabilization of clayey soils using chloride components”, la autora Habiba Afrin (2017), señaló como propósito principal lograr incrementar las características físicas y mecánicas de suelos arcillosos utilizando diversos compuestos químicos como el cloruro de sodio, el cloruro de calcio y el cloruro de magnesio, de los cuales los porcentajes que utilizó fueron de 4%, 8% y 12%; asimismo, la manera que empleó estos compuestos de cloruro fue diluyéndolos en agua para lograr obtener la solidificación correcta para cada muestra de cloruro. Habiba aplicó la metodología de la estabilización de suelos mediante agentes químicos.

Con respecto a los productos obtenidos que brindó la autora, manifestó que la propiedad de densidad máxima seca de los suelos arcillosos aumenta con los porcentajes mencionados precedentemente. Para ser más precisos, sustentó que el resultado de 1.82 gr/cm<sup>3</sup> fue de la densidad máxima seca de su suelo patrón, al cual no se le adicionó algún compuesto químico. Sin embargo, al añadir porcentajes de 4, 8 y 12% de cloruro de sodio, su densidad máxima seca acrecienta a 1.83, 1.84 y 1.84 gr/cm<sup>3</sup>, respectivamente.

La autora de este artículo científico, en uno de sus desenlaces manifestó que, con respecto al límite líquido, plástico e índice de plasticidad, que vienen a ser los límites de Atterberg, descienden distinguidamente al adicionar porcentajes de cloruro de sodio al suelo, justificando así que se pueden mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos arcillosos.

En cuanto a la tesis nombrada como “Estabilización de suelos con cloruro de sodio (NaCl) para bases y sub bases”, del autor Roldán, Jairon (2010), demandó como propósito determinar un procedimiento factible y sobre todo asequible, para prevenir que la humedad de los suelos que se usan en bases y sub bases se pierdan rápidamente, logrando así una apropiada estabilización, con la finalidad de adquirir suelos que se no alteren sus propiedades mecánicas y físicas al disipar la humedad; es por ello, que decidió utilizar el cloruro de sodio para realizar su investigación. El autor mencionado empleó para su tesis la metodología de estabilizaciones de suelos por medio de componentes químicos. Los resultados que obtuvo la investigación fueron: la densidad máxima seca de su suelo patrón fue 1.208 gr/cm<sup>3</sup>, y agregando 2, 4 y 6% de NaCl aumentó en 1.21, 1.214 y 1.22 gr/cm<sup>3</sup>, respectivamente. Y con respecto a la humedad óptima, el suelo patrón obtuvo un 21.8%, y al adicionar 2%, 4% y 6% de NaCl disminuyó en 14.1%, 11.7% y 9.5%, respectivamente.

La tesis, en una de sus conclusiones, nos dio a saber con respecto a las características físicas de su suelo estudiado, que la humedad óptima se aminora con cada aumento de porcentaje de NaCl; asimismo, nos indicó que es notable el incremento de la densidad máxima seca. El autor explicó que, estas alteraciones que ocurren y afectan a las propiedades físicas del suelo, se deben a la adición del cloruro de sodio al entrar en contacto con los componentes del suelo. Indicó también que fue causa de la lubricación que se obtiene con este compuesto químico, la sal.

En cuanto a la investigación “Estabilización de subrasantes y afirmados en caminos rurales empleado agua de mar en el CP. Tangay”, del autor Rivasplata Julio (2011), sostuvo como finalidad poder mostrar que, al usar agua de mar en el procedimiento de compactar los suelos de caminos rurales, estos mejoran notablemente su densificación, incrementando significativamente su

durabilidad. Por ende, ello condujo al autor emplear la metodología de la estabilización de suelos mediante agentes químicos.

En lo relativo a las pruebas que realizó el autor Rivasplata, brindó como producto sustentos que dieron a entender que su humedad óptima de su suelo patrón fue de 7.50%, y su densidad máxima seca fue de 1.83 gr/cm<sup>3</sup>. Sin embargo, adicionando el agua de mar en un porcentaje de 8% al suelo patrón, la densidad máxima seca aumenta a 2.02 gr/cm<sup>3</sup>. Además, su C.B.R al 95% de la densidad máxima seca de la muestra que se trabajó con agua potable obtuvo un 13%; no obstante, la muestra adicionada con el agua de mar incrementó significativamente su C.B.R al 95% de la DMS a 32%.

Este trabajo de investigación tuvo como conclusión que estabilizar con cloruro de sodio sólo puede ser ejecutado para un acabado externo final, sin que se construya estructuras como pavimentos flexibles o rígidos sobre encima de ella. Asimismo, el autor señaló que esta metodología es recomendable y eficiente para sostener eventuales tráficos, como los que ocurren en las vías rurales.

Los conceptos y teorías que se utilizaron para fundamentar la presente tesis son:

Suelo: Se le nombra así a la agrupación de moléculas minerales, ya sea el resultado de la disgregación mecánica o de la alteración química de todas las rocas existentes y/o preexistentes. Esta agrupación de moléculas minerales goza de dos características muy importantes que no deben ser ignoradas por los que desean entender su comportamiento ingenieril (Fernández, 2018, p.42).

Las propiedades del suelo que se modificaron, para conseguir la finalidad primordial de la presente investigación, fueron las mecánicas y físicas.

Lo que determina el porcentaje de agua que posee, el tipo de suelo, la dimensión de sus moléculas, la densidad que detenta, son las características físicas de un suelo, ya que estas son primordiales para estudiar su comportamiento (Mohamed, 2015, p. 49).

La textura es la propiedad física que se expone a la dimensión referente de las partículas del suelo; asimismo, es la que indica si el suelo es fino o áspero, siendo más específico, la textura es la dimensión concerniente de las



variedades de agrupaciones dimensionales y/o fraccionales. La textura simboliza la cantidad de porcentaje en que los componentes que establecen el suelo se encuentran, siendo estos: arena fina y gruesa, limo, arcilla. La textura se encarga de determinar la superficie en que se realiza las reacciones debido a la magnitud de estas, ya sean tanto físicas como químicas que suceden en el suelo. Esta propiedad física se puede determinar por la acción de desmenuzar con los dedos el suelo natural húmedo, el cual es un proceso muy común en campo; sin embargo, esta técnica está sostenida al análisis propio, de cada persona, pero con constante práctica es probable dominarla (Herrera, 2015, p. 10).

La porosidad es el resultado consecuente de la interacción de la estructura y textura de los suelos, siendo más específico, es un conjunto de espacios vacíos no ocupados por ninguna partícula sólida. La porosidad en el suelo se identifica en: microscópicos y macroscópicos. Los macroscópicos son notablemente de grandes volúmenes y están generalmente copados de aire; asimismo, se realiza un drenaje desmesurado por lo que el agua atraviesa velozmente sus partículas, impulsado por las fuerzas gravitatorias (Otoko, 2014, p. 13).

Por otro lado, los microscópicos ocupan una cantidad enorme de agua acumulada por fuerzas capilares (Quispe, 2014, p. 19).

La estructura es nombrada así por la combinación de moléculas de los suelos. Estas moléculas pueden ser la arena, arcilla y limo, nombrados y determinados como fracciones de granulometría. Es por ello, que molécula o partícula se le denomina a todo componente de los suelos; sean estas primarias, como el caso de las fracciones de granulometría, o secundarias, como los elementos estructurales. Con lo referido al modo de observación, predominan las calificaciones de microestructura y/o macroestructura. La microestructura es la adaptación de las moléculas primarias para procrear las secundarias; por otro lado, la macroestructura es el acoplamiento de todas las moléculas, primarias y secundarias, que se pueden ver a simple vista (Koslanant, 2006, p. 99).

La permeabilidad del suelo se conceptúa como la intensidad de la trasmisión del aire y del agua por entre los suelos, y se encuentra relacionada

puntualmente con la textura, estructura, la compactación del suelo y la presencia de material grueso. Esta propiedad es posible determinarla verificando la rapidez del agua en el momento que pasa entre una parte de suelo húmedo en un específico momento (Mohd, 2012, p. 410).

La consistencia se denomina así a la unión de partículas que se integran para formar agregados. Sus características varían de acuerdo al estado en que se encuentre el suelo, ya sea seco, húmedo y/o mojado (Prakhar, 2015, p. 66).

Mediante la intervención de los ensayos de laboratorio, que vienen a ser los procesos mecánicos, se analizan las propiedades físicas, obteniendo como resultado las características mecánicas del suelo (Ramkumar, 2018, p. 4).

La capacidad portante se refiere a la reacción que produce el suelo para resistir las cargas que otorga el tránsito. La capacidad de soporte va a depender de la calidad y el espesor del terreno de fundación (Salami, 2010, p. 67).

Los ensayos de laboratorio que se utilizaron fueron:

La granulometría ensayo que posee como finalidad primordial separar por dimensiones las partículas que constituyen una muestra de suelo que se desea estudiar, cuyo propósito es clasificarlo, por medio de diversos tamices que se requieren, siendo el final el N° 200 (Silvestre, 2018, p. 21).

Contenido de humedad natural es el ensayo que decreta el porcentaje de agua que se encuentra en los suelos en el periodo que se realiza la obtención de muestra. Esto se realiza por una fórmula que consiste en saber el peso de la muestra húmeda entre el peso de la muestra seca, lo cual se realiza mediante hornos (Shakeel, 2016, p. 78).

Ensayo de Proctor Modificado el cual se procesa con la finalidad de definir la humedad óptima de la cual los suelos lograrán su densidad máxima seca. Es por ello, que mientras se aumente o aminore la cantidad de humedad en los suelos, dependerá si alcanzan mayores o menores densidades. La explicación de ello es que el agua cubre las capacidades que posee la muestra de suelo por el aire, obteniendo así una mejor combinación de las moléculas, y a su vez

incrementando su compacidad; sin embargo, si se excede el agua, en vez de aumentar su densidad, esta se aminora (Tamadher, 2007, p. 103).

La determinación de C.B.R es el ensayo mediante se dispone el vínculo que existe entre la resistencia a la penetración de un suelo y poder determinar su capacidad de soporte. Este proceso es realizado en base a la densidad máxima seca y la humedad óptima obtenidos en el ensayo Proctor (Zurairahetty, 2007, p. 152).

Límites de Atterberg demuestran que los suelos ofrecen generalmente diversos estados de consistencia, lo cual va a depender mucho el nivel de agua o humedad que estos mismos presenten (Kabur, 1970, p. 498).

De acuerdo al aumento de humedad, cada una de las partículas del suelo se reviste con una capa de agua captada cada vez más voluminosa, obteniendo como resultado la aparición creciente de los estados de consistencia, los cuales son: límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad (López, 2007, p. 4).

Índice de Plasticidad es un parámetro muy importante, que consiste en la diferencia entre el Límite líquido y el Límite plástico (Shashank, 1998, p. 49).

Límite líquido del suelo es conocido también como el límite superior de plasticidad (LSP), y refiere a cuando los suelos contienen una gran parte de agua en sus partículas y empiezan a actuar como un fluido, dejando de portarse como un volumen sólido. Realizar manejos en este estado provoca rompimiento y modificaciones irreversibles en la estructura de los suelos (Raihan, 2013, p. 576).

Límite plástico del suelo es conocido también como el límite inferior de plasticidad (LIP), consiste en la transformación entre el estado plástico y el friable; además, es el contenido máximo de humedad, cualidad que le permite al suelo poder manejarse sin perjudicar o modificar sus características físicas (Durotove, 2016, p.236).

El cloruro de sodio es una sal mineral cristalizada e higroscópica que permite estabilizar cualquier tipo de suelo, excepto los suelos con un alto contenido orgánico, adicionando dosificaciones de sal y agua determinados mediante

diversos ensayos y en relación con las características del suelo a estabilizar. Se puede encontrar con distintos grados de pureza en el mercado (De Solminihac, 2018, p. 196).

Entre las propiedades que posee este material está el de la higroscopicidad y que es un material coagulante (Gutiérrez, 2010, p. 46).

Cuando hablamos de carretera nos referimos al conjunto de elementos que son proyectados para que los vehículos circulen, y construidos con el propósito de conectar ciudades y pueblos; de esa manera se logra la descentralización, beneficiando con el crecimiento socio – económico al país (Hilario, 2015, p. 53).

El propósito de habilitar una carretera es solucionar las necesidades sociales, económicas y turísticas; por lo que la relación entre estas necesidades, brinda las características técnicas que deberá tener la vía de comunicación en proyección, buscando siempre que los resultados sean adecuados (Caruajulca, 2018, p. 84).

La carretera se diferencia de un camino porque es concebida únicamente para la circulación de vehículos de transportes (Zambrano, 2018, p. 36).

Se puede clasificar a las carreteras según su función tenemos:

Red Vial Nacional conformado por un conjunto de vías que tiene como función integrar las zonas principales del dinamismo económico en el país y conectarlas con el extranjero (Cárdenas, 2013, p. 3).

Red Vial Departamental o Regional que son carreteras que unen las principales ciudades del país para luego conectarse con la red vial nacional (Pradena, 2017, p. 100).

Red Vial Vecinal o Rural son vías que unen los pequeños pueblos y parcelas agrícolas con las ciudades de una región (Heitzer, 2015, p. 63).

La formulación del problema se hizo de acuerdo a la interrogante principal que motivó la realización de la tesis: ¿Cómo influirá el cloruro de sodio proveniente

del agua de mar en la estabilización del suelo de la Red Vial Vecinal AN – 873 del Distrito de Santa, Santa, Áncash?

Este trabajo de investigación fue desarrollado para diagnosticar cómo influye el cloruro de sodio que proviene del agua de mar en la estabilización del suelo de la Red Vial Vecinal AN – 873 del Distrito de Santa, Santa, Áncash, comparando productos que resultan de una estabilización normal del mismo suelo patrón.

Además, fue realizado para contribuir con la ecología, por lo que la obtención del compuesto químico NaCl fue a través de una manera natural; esto quiere decir que, se obtuvo sin la ayuda de factores que contaminen el medio ambiente. Caso contrario, fue por medio de lograr evaporar el agua de mar con los rayos solares, contribuyendo así un impacto ambiental positivo, ayudando a nuestro entorno a disminuir la contaminación ambiental.

Este proyecto de tesis ofreció una favorable contribución con respecto a lo económico, puesto que los procedimientos que se realizaron fueron de manera natural, porque no se necesitó de realizar procesos en ninguna industria, ya sea hornos industriales, minas de sal, etc. Es por ello, que esta investigación contribuye para con otras investigaciones que deseen profundizar en este trabajo realizado, por lo que es sumamente económico.

Asimismo, las personas que habitan por el entorno que se realizó el trabajo de investigación, donde la mayoría están dedicadas a la cosecha y cultivo de vegetales, serán beneficiadas en cuanto a los productos obtenidos de esta investigación, puesto que, al estabilizar el suelo con cloruro de sodio, éste reducirá el levantamiento de polvo en la carretera, y los moradores gozarán de una salud buena y estable, además de no perjudicar sus cultivos.

El objetivo general de esta investigación fue determinar la influencia del cloruro de sodio proveniente del agua de mar en la estabilización del suelo de la Red Vial Vecinal AN – 873. Los objetivos específicos que ayudaron a alcanzar el objetivo principal fueron: Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo patrón, analizar la pureza del cloruro de sodio obtenido del agua de mar, determinar las propiedades mecánicas del suelo patrón luego de ser estabilizado

con cloruro de sodio y comparar los resultados obtenidos de estabilizar el suelo con agua potable y con la adición de cloruro al 5% y 7%.

La hipótesis que se utilizó para intentar predecir el resultado final fue que al emplear cloruro de sodio, extraído directamente de la evaporación del agua de mar, en porcentajes de 5% y 7% para estabilizar la Red Vial Vecinal AN – 873 en el distrito de Santa, influiría mejorando las propiedades físicas y mecánicas del suelo, ocasionando el aumento directamente en su capacidad portante.

## **II. MÉTODO**

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

La presente tesis tuvo como diseño de investigación el tipo experimental, puesto que las características físicas y mecánicas del suelo estudiado fueron modificadas y/o alteradas. Asimismo, analizamos la capacidad portante que otorga el tipo de suelo estudiado, que se encuentra en un camino rural.

Por consiguiente, se indicó como diseño general el tipo transversal, debido que la obtención de información fue producida por un tiempo establecido; no obstante, fueron analizadas las variables para definir cómo se relacionan entre ellas.

### **2.2. Operacionalización de variables**

#### **2.2.1. Identificación de variables**

#### **2.2.2. Variable independiente**

De acuerdo a Hernández (2010), nos dice que: “Esta variable ocasiona la alteración y/o modificación de la variable independiente” (p.123).

Variable (x): Cloruro de sodio.

- Indicador:
  - Cloruro de sodio.

#### **2.2.2.1. Variable dependiente**

De acuerdo a Hernández (2010), nos dice que: “Esta variable se estudia para observar cómo afecta la manipulación que posee sobre ella la variable independiente” (p.123).

Variable (y): Estabilización de suelos.

- Indicadores:
  - Capacidad Portante.
  - Límites de Atterberg.
  - Humedad Óptima.
  - Densidad Máxima Seca.

**CUADRO N°01: Operacionalización de variables**

<b>TIPO DE VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
Variable (x): Cloruro de sodio	El cloruro de sodio es una sal mineral cristalizada e higroscópica que permite estabilizar cualquier tipo de suelo, excepto los suelos con un alto contenido orgánico, adicionando dosificaciones de sal y agua determinados mediante diversos ensayos y en relación con las características del suelo a estabilizar (Reyes, 2006, p. 69).	El procedimiento que se realiza para obtener el cloruro de sodio naturalmente, es mediante la recolección de agua de mar, sometiéndolo a un proceso térmico de evaporación solar.	Análisis de pureza.	- Cloruro de sodio (NaCl)	<b>De Razón</b>

*Fuente: Elaboración propia*



<b>TIPO DE VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
Variable (y): Estabilización de suelos	Procedimiento por el cual un suelo mejora sus condiciones mecánicas.	La estabilización del suelo se desarrollará por medio de ensayos realizados en gabinete para definir las alteraciones de las características mecánicas del suelo estudiado, y verificar si resulta un mejoramiento.	- Propiedades físicas del suelo.	- Tipo de suelo	<b>Nominal</b>
				- Límites de Atterberg	<b>De razón</b>
				- Humedad óptima	<b>De razón</b>
				- Máxima densidad seca.	<b>De razón</b>
			- Propiedades mecánicas del suelo.	- Capacidad portante.	<b>De razón</b>

*Fuente: Elaboración propia*

## 2.3. Población, muestra y muestreo

### 2.3.1. Población

La población fue la red vial vecinal AN-873 - 0+000 al 2+400 km donde se realizó la presente tesis.

### 2.3.2. Muestra

De acuerdo a lo que establece el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC, recomendó que se debe realizar 01 calicata(s) por kilómetro por lo que la carretera de estudio es una red vial vecinal, y, por ende, sostiene un bajo volumen de tránsito ( $IMDA \leq 200$  veh/día).

Se realizó 04 calicata(s) cuyo propósito fue definir las propiedades físicas y mecánicas del suelo (muestra patrón) mediante ensayos de laboratorio. Además, se procedió a añadir el cloruro de sodio (NaCl) en proporciones de 5% y 7% a la muestra patrón para realizar los ensayos correspondientes y determinar las propiedades mecánicas.

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

### 2.4.1. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

**CUADRO N°02: Indicador de técnicas e instrumentos para la recolección de datos**

<b>Técnicas de recolección</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Tipo de investigación</b>	<b>Ámbito de la investigación</b>
<b>Observación experimental</b>	<b>Protocolos de ensayos de laboratorio.</b>	<b>Investigación cuasi – experimental</b>	<b>Grupo control:</b> Muestras de suelo patrón.
			<b>Grupo experimental:</b> Muestras de mezclas de suelo con adición de cloruro de sodio.

*Fuente: Elaboración propia*

La investigación buscó aportar innovadores conocimientos para la ciencia ingenieril, tomando respaldo en los diversos procesos de ensayos de laboratorio aplicados a las muestras de suelo adicionadas con porcentajes de cloruro de sodio. Teniendo en cuenta el método científico, se optó en usar como técnica de investigación la observación experimental, y como instrumentos, el empleo de los protocolos normativos.

Los protocolos de los ensayos de laboratorio son formatos estandarizados y de reconocidos mundialmente, ya que se sustentan de acuerdo a la norma ASTM, por el cual, se determinó las características físicas y mecánicas del suelo patrón y de las muestras de suelo añadidas con cloruro de sodio, para conocer cómo influye este compuesto químico en las mencionadas propiedades.

A continuación, se presentan los ensayos realizados en la presente investigación:

- Análisis granulométrico  
NTP 339.128 (ASTM D 422)
- Contenido de humedad  
NTP 339.127 (ASTM D 2216)
- Límites de Atterberg  
NTP 339. 154 (ASTM D 4318)
- Ensayo de compactación Proctor modificado  
NTP 339.141 (ASTM D 1557)
- California Bearing Ratio (CBR)  
NTP 339.145 (ASTM D 1883)

#### **2.4.2. Validación y confiabilidad del proyecto**

Esta investigación se pudo validar por medio de instrumentos como los protocolos, que son reconocidos mundialmente, sustentando así las normas vigentes que se encuentran comprobadas y verificadas por

profesionales especializados en el campo de la geotecnia. Finalmente, estos protocolos nos conllevaron a acertados productos gracias a procesos consistentes.

## **2.5. Procedimiento**

El proceso que se realizó fue, en primera instancia, recolectar agua de mar de la playa Aguas Frías, que se ubica al noreste del P.J. Villa María. Se recolectó 100 litros de agua de mar en baldes de aceite de 20 litros. El procedimiento que se realizó para la obtención del cloruro de sodio, fue a través de la evaporación del agua de mar mediante una técnica antigua y más natural y ecológica, el calor solar. Una vez obtenido el cloruro de sodio, se llevó a laboratorio y se realizó el análisis de pureza, obteniendo así un resultado de 91.70%.

Con respecto a nuestras muestras de suelo, se realizó 01 calicata(s) por kilómetro en la Red Vial Vecinal AN – 873 del km 0+000 al km 2+400, teniendo en total 04 calicata(s). Las calicatas se realizaron a una profundidad de 1.50 metros con respecto a la subrasante. Se obtuvo 60 kilogramos de muestra por cada calicata y se recolectó mediante sacos de 30 kilogramos. Por consiguiente, se realizaron 04 análisis granulométricos a la(s) 04 muestra(s), obteniendo así un resultado de un mismo suelo en los 2.4 kilómetros. Y es así, que se realizó sólo un ensayo Proctor Modificado, el cual nos arrojó la humedad óptima y la máxima densidad seca, y 03 CBR, como nos indica la Norma Técnica Peruana NTP 339.145:1999, lo cual nos dio la capacidad de soporte del suelo de la muestra patrón. Posteriormente, teniendo así los resultados concluidos, continuamos realizando los ensayos correspondientes del suelo de la muestra patrón adicionado con el 5% y 7% de cloruro de sodio, lo cual fue adicionado de forma granular en proporción del peso de la muestra. Obtuvimos resultados y efectivamente interpretamos que, la utilización de cloruro de sodio en la estabilización del suelo, mejora las propiedades mecánicas de éste.

## **2.6. Métodos de análisis de datos**

La técnica que se usó fue el análisis ligado a la hipótesis, por lo que se realizó la verificación de la hipótesis brindada, utilizando uno de los métodos estadísticos.

La técnica estadística que se utilizó fue el análisis de regresión lineal simple, por lo que se realizó el análisis de cómo influye el cloruro de sodio (variable independiente) en la conducta de la estabilización del suelo (variable dependiente).

## **2.7. Aspectos éticos**

Con respecto a nuestros principios éticos y morales que sustentan la presente tesis, todos los datos obtenidos en campo y gabinete son confidenciales, privados, y de autoría nuestra.

Siendo así que en la presente tesis es respetada la veracidad de los resultados obtenidos, y la autenticidad de la información. Asimismo, la colaboración positiva hacia el medio ambiente, puesto que se realizaron procesos naturales, que fue uno el objetivo principal de este proyecto.

### III. RESULTADOS

- **Objetivo N° 01 a determinar:** Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo patrón

**Cuadro N° 03: Propiedades físicas y mecánicas del suelo patrón**

<b>N° Calic.</b> <b>Propied.</b> <b>Fís. y Mecác.</b>	<b>C-01</b>	<b>C-02</b>	<b>C-03</b>	<b>C-04</b>
<b>Clasificación SUCS</b>	ML Limo Arenoso	ML Limo Arenoso	ML Limo Arenoso	ML Limo Arenoso
<b>Clasificación AASHTO</b>	A-4 Regular a Malo	A-4 Regular a Malo	A-4 Regular a Malo	A-4 Regular a Malo
<b>Contenido de humedad</b>	22.98 %	21.57 %	21.51 %	21.63 %
<b>Límites de consistencia</b>	L.L. y L.P. No Presenta	L.L. y L.P. No Presenta	L.L. y L.P. No Presenta	L.L. y L.P. No Presenta
<b>Densidad máxima seca</b>	2.046 gr/cm <sup>3</sup>			
<b>Humedad óptima</b>	12.10 %			
<b>C.B.R.</b>	Al 0.1'': 8.29%			

Fuente: Datos obtenidos de laboratorio de suelos.

**Interpretación:** Al procesar los datos obtenidos de los ensayos realizados en las 04 calicatas, se definió que el tipo de suelo predominante en la zona de estudio es, según la clasificación SUCS, un ML – Limo Arenoso. El contenido de humedad oscila entre los 21% y 23% que nos indica que el material estaba ligeramente húmedo. No presenta límites líquidos ni límites plásticos lo que nos indica que es un limo de baja plasticidad. El CBR obtenido se encuentra dentro de los parámetros de la categoría “Sub rasante Regular” en el Manual de Carreteras.

- **Objetivo N° 02 a determinar:** Analizar la pureza del cloruro de sodio obtenido del agua de mar.

**Cuadro N° 04: Pureza del cloruro de sodio (NaCl)**

MUESTRA	ENSAYO
	M – 1
Cloruro de sodio (%)	91.70

Fuente: COLECBI S.A.C.

**Interpretación:** La muestra que se analizó en laboratorio, obtuvo 91.70% de pureza para cloruro de sodio, con lo que queda certificado que el material que se utilizó para la realización de la presente tesis es Cloruro de sodio (NaCl).

- **Objetivo N° 03 a determinar:** Determinar las propiedades mecánicas del suelo patrón luego de ser estabilizado con cloruro de sodio en proporciones de 5% y 7%.

**Cuadro N° 05: Propiedades mecánicas del suelo adicionado**

	Adición 5% de NaCl	Adición 7% de NaCl
<b>Densidad máxima seca</b>	2.100 gr/cm <sup>3</sup>	2.130 gr/cm <sup>3</sup>
<b>Humedad óptima</b>	10.10 %	9.00%
<b>CBR</b>	Al 0.1'': 16.06	Al 0.1'': 7.55

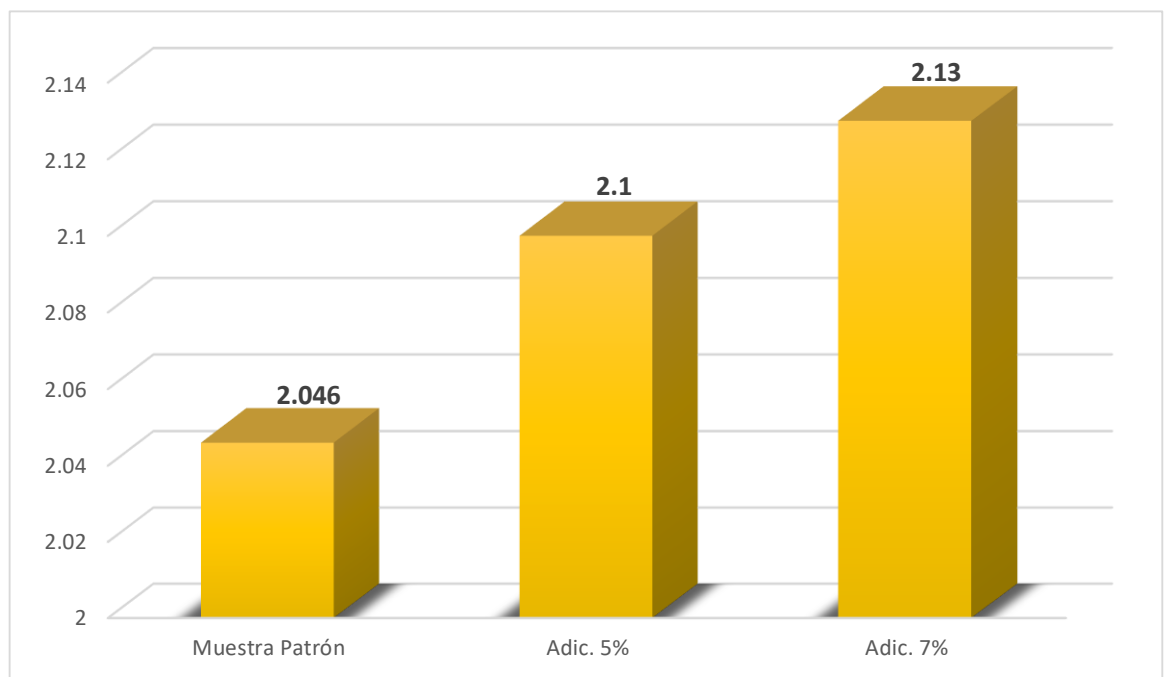
Fuente: Datos obtenidos de laboratorio de suelos.

**Interpretación:** La densidad máxima seca y la humedad óptima están directamente asociadas. Cuando el valor de la densidad máxima seca aumenta, la humedad óptima disminuye. Con respecto a los valores CBR obtenidos se puede apreciar que al adicionar 5% de cloruro de sodio se obtiene un aumento

de casi el doble; no obstante, cuando se adiciona el 7% muestra una disminución en la capacidad de soporte.

- **Objetivo N° 04 a determinar:** Comparar los resultados obtenidos de estabilizar el suelo de forma convencional y adicionando 5% y 7% de NaCl.

**Gráfico N° 01: Comparación densidad máxima seca entre muestra patrón y muestras adicionadas**

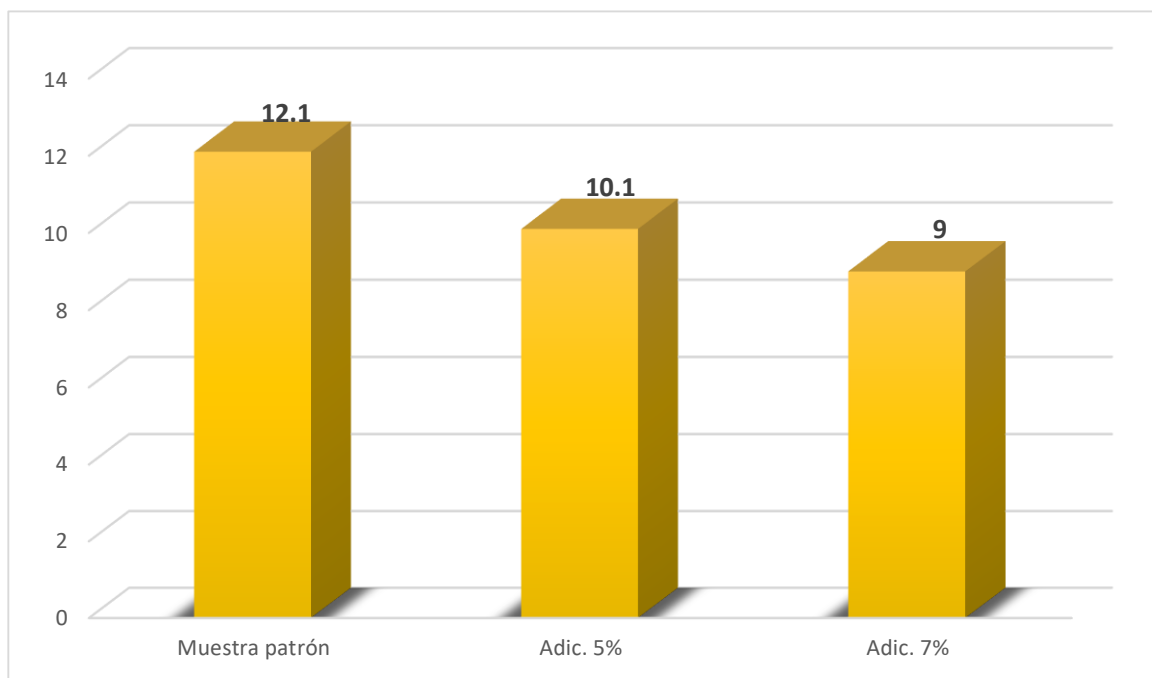


Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se aprecia un aumento considerable en la densidad máxima seca al comparar los datos obtenidos entre la muestra patrón y las muestras adicionadas.



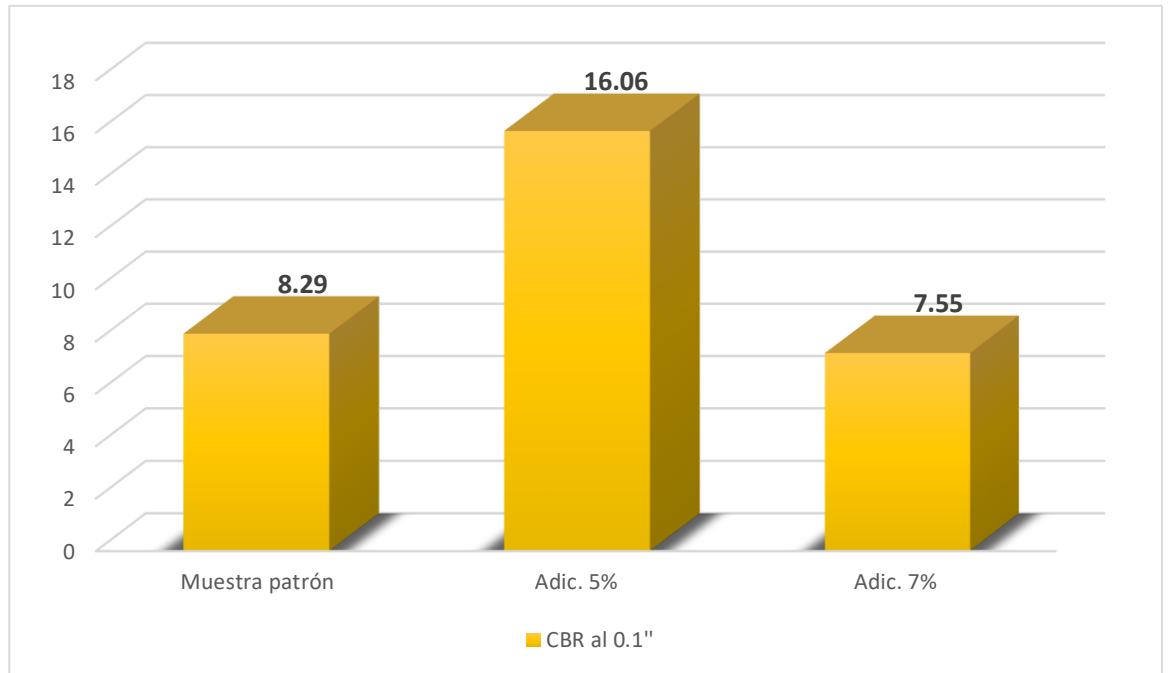
**Gráfico N° 02: Comparación humedad óptima entre muestra patrón y muestras adicionadas**



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se aprecia que cuando se adiciona 7% de Cloruro de sodio respecto a su peso, la humedad óptima tiende a disminuir en comparación con la de la muestra patrón.

**Gráfico N° 03: Comparación CBR entre muestra patrón y muestras adicionadas**



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Los valores obtenidos en el ensayo CBR muestran un mejoramiento considerable en la capacidad de soporte del suelo al adicionar cloruro de sodio (NaCl) en proporción de 5% al suelo de estudio. Sin embargo al adicionar 7% de NaCl, se aprecia que la capacidad portante disminuye provocando que el suelo baje de categoría “Sub rasante Regular” a “Sub rasante Insuficiente”.

#### IV. DISCUSIÓN

El autor Garnica Paúl et. al. (2002), en su publicación titulada “Estabilización de suelos con cloruro de sodio para su uso en las vías terrestres”, indicó como conclusión que, mientras más sal se le añada a los suelos estudiados, con respecto a las particularidades de la compactación de los suelos, reduce el contenido de agua óptimo y aumenta el peso del volumen en estado seco; sustentando como resultados que la densidad máxima seca de su suelo patrón fue de 1.35 gr/cm<sup>3</sup> y al adicionar 5% y 10% de cloruro de sodio aumentó a 1.39 gr/cm<sup>3</sup> y 1.44 gr/cm<sup>3</sup>, respectivamente. Por lo tanto, la conclusión que brindó el autor con respecto a sus resultados obtenidos de densidad máxima seca, concordó con los resultados obtenidos en la presente investigación, lo cual indicaron lo siguiente: el suelo de la muestra patrón obtuvo una densidad máxima seca de 2.046 gr/cm<sup>3</sup>, el suelo adicionado con 5% de cloruro de sodio obtuvo una densidad máxima seca de 2.10 gr/cm<sup>3</sup>, y el suelo adicionado con 7% de cloruro obtuvo una densidad máxima seca de 2.13 gr/cm<sup>3</sup>. Es por ello que se concilió con el autor Garnica con respecto a los resultados obtenidos de la propiedad física de suelos, en este caso la densidad máxima seca, que el incrementar porcentajes de cloruro de sodio y, mientras más cantidad de porcentaje se agregue al suelo, se incrementa la DMS de este.

Además, la autora Habiba Afrin (2017), en su artículo científico titulado “Stabilization of clayey soils using chloride components”, demostró en sus resultados que la densidad máxima seca del suelo arcilloso se eleva con la adición de porcentajes de cloruro de sodio, para ser más específicos, sustenta que la densidad máxima seca del suelo sin mezcla es de 1.82 gr/cm<sup>3</sup>, y al adicionar los porcentajes de 4%, 8% y 12% de NaCl, se incrementa a 1.83 gr/cm<sup>3</sup>, 1.84 gr/cm<sup>3</sup> y 1.84 gr/cm<sup>3</sup>, respectivamente. Es así que, de acuerdo a los resultados obtenidos de la presente investigación, se concordó con la conclusión que brindó la autora Habiba Afrin en su artículo científico, que la adición del cloruro de sodio aumenta la máxima densidad seca del suelo; sin embargo, los resultados de la mencionada autora no tuvieron mucho porcentaje de aumento, lo cual de acuerdo a los porcentajes de cloruro de sodio 4%, 8% y 12% adicionados a su muestra patrón, sólo obtuvieron un 0.55%, 1.10% y

1.10% de aumento en su densidad máxima seca, respectivamente. Por el contrario, la presente investigación obtuvo de acuerdo a los porcentajes de cloruro de sodio 5% y 7% adicionado al suelo patrón, un 2.64% y 4.41% de aumento en la densidad máxima seca, respectivamente. A consecuencia de ello, se concluyó que uno de los factores por lo cual la presente investigación tuvo mayor porcentaje de aumento en la propiedad de densidad máxima seca en comparación con la autora Habiba, fue por el tipo de suelo estudiado, ya que esta investigación estudió un suelo tipo limo – arenoso, y la autora estudió un suelo tipo arcilloso.

En la tesis titulada como “Estabilización de suelos con cloruro de sodio (NaCl) para bases y sub bases” del autor Roldán, Jairon (2010), obtuvo como resultados con respecto a la humedad óptima de compactación que el suelo patrón tuvo un 21.8%, y al adicionar 2%, 4% y 6% de NaCl disminuyó a 14.1%, 11.7% y 9.5% de su humedad óptima, respectivamente. La tesis, en una de sus conclusiones nos da a saber que, en las propiedades de compactación de los suelos, la humedad óptima de compactación disminuye con cada incremento en porcentaje de cloruro de sodio (NaCl). Por consiguiente, los resultados del Proctor Modificado de la presente investigación indicaron lo siguiente: el suelo de la muestra patrón obtuvo una humedad óptima de 12.1%, el suelo adicionado con 5% de cloruro de sodio obtuvo una humedad óptima de 10.1%, y el suelo adicionado con 7% de cloruro obtuvo una humedad óptima de 9%. Por lo tanto, dado los resultados obtenidos de la presente investigación y comparando con los resultados del mencionado autor, se concordó que efectivamente la humedad óptima de compactación disminuye con la adición de cloruro de sodio.

De acuerdo con Rivasplata Julio (2011), en su trabajo de investigación “Estabilización de subrasantes y afirmados en caminos rurales empleado agua de mar en el CP. Tangay”, como resultado dio a conocer que la densidad máxima seca de su suelo patrón fue de 1.83 gr/cm<sup>3</sup>; sin embargo, al adicionar el agua de mar en un porcentaje de 8% al suelo patrón, la densidad máxima seca aumenta a 2.02 gr/cm<sup>3</sup>. Por lo tanto, se llegó a conciliar con el autor porque los resultados obtenidos en la presente investigación, indicaron lo siguiente: el

suelo de la muestra patrón obtuvo una densidad máxima seca de  $2.046 \text{ gr/cm}^3$ , el suelo al adicionar con 5% y 7% de cloruro de sodio obtuvo una densidad máxima seca de  $2.10 \text{ gr/cm}^3$  y  $2.13 \text{ gr/cm}^3$ , respectivamente. No obstante, se analizó que la densidad máxima seca del suelo estudiado por el autor aumentó un 10.38% al adicionar 8% de agua de mar; sin embargo, la presente investigación al adicionar 7% de cloruro de sodio al suelo patrón, aumenta un 4.41% su DMS. Esto se debe a que los tipos de suelos estudiados fueron distintos y el material a adicionar también, siendo que el autor usó agua de mar, conteniendo éste más tipos de cloruros y no solamente porcentaje de cloruro de sodio. Además, indicó que el índice C.B.R al 95% de la MDS del material con agua potable da un porcentaje de 13%, en comparación del material con 8% de agua de mar que aumenta notablemente teniendo un C.B.R al 95% de la MDS de 32%. Y comparando con los resultados del C.B.R de la presente investigación indicaron lo siguiente: el suelo de la muestra patrón obtuvo un índice de C.B.R. al 95% de la MSD de 8.09%, el suelo adicionado con 5% de cloruro de sodio obtuvo un índice de C.B.R. al 95% de la MSD de 16.06%, y el suelo adicionado con 7% de cloruro obtuvo un índice de C.B.R. al 95% de la MSD de 7.55%. Asimismo, se observó que hubo una diferencia con respecto a los resultados obtenidos del índice C.B.R de la presente investigación y los resultados que obtuvo el autor. Se analizó que esto se debió a que el tipo de suelo estudiado en la presente investigación fue limo – arenosa según SUCS, y el suelo estudiado por el autor fue de grava – limosa según SUCS; siendo así que, la capacidad portante del suelo estudiado por el autor es mucho mejor que el suelo estudiado en la presente investigación. Además, la presente investigación realizó ensayos con porcentajes de 5% y 7% de cloruro de sodio (NaCl), y el autor realizó ensayos con 8% de agua de mar del peso su muestra patrón, lo cual se estimó que el agua de mar no solamente contiene cloruro de sodio al 100%, sino que contiene otros tipos de sales que le brindaron al suelo estudiado por el autor una mejor capacidad portante al realizarse el ensayo C.B.R.

## V. CONCLUSIONES

Luego de haber analizado los resultados obtenidos en los diferentes ensayos se pudo determinar las siguientes conclusiones:

1. Las propiedades físicas y mecánica del suelo patrón, estableciéndose que el tipo de suelo utilizado en la presente tesis fue Limo – Arenoso mediante SUCS y según AASHTO fue A – 4 con denominación de “Regular a Malo”, su contenido de humedad fue 21 – 22%, no presentaba límites líquidos ni plásticos, densidad máxima seca de 2.046 gr/cm<sup>2</sup>, humedad óptima de 12.10% y valor CBR de 8.29%.
2. Se certificó la pureza del cloruro de sodio obteniendo 91.70% de pureza del material.
3. Para las propiedades mecánicas del suelo adicionando 5% y 7% de cloruro de sodio se obtuvo las densidades máximas secas de 2.1 y 2.13 gr/cm<sup>2</sup> respectivamente, como humedad óptima 10.10% para la adición de 5% y 9% para la muestra adicionada con 7%. Con respecto a los valores CBR se obtuvo para la muestra adicionada con 5% el valor de 16.06 y para el 7% se obtuvo 7.55.
4. Al comparar los resultados obtenidos se determinó que al adicionar cloruro de sodio en proporción de 5%, éste aumentó en 93.73% el valor CBR comparado con el obtenido en la muestra patrón. Mientras que al adicionar la proporción de 7% el valor CBR disminuye 8.93% con respecto al de la muestra patrón y de esa forma se pudo evidenciar que la proporción más recomendable a utilizar para obtener mejores resultados en un suelo limo – arenoso es de 5%.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Al concluir la presente tesis, se recomienda con el propósito de complementar la presente investigación con nuevas ideas a las futuras investigaciones:

1. Determinar la durabilidad de un suelo limo – arenoso estabilizado con cloruro de sodio en la zona costera de Perú.
2. Analizar la reacción química que se produce entre el cloruro de sodio y un suelo limo – arenoso.
3. Determinar el comportamiento de un suelo limo – arenoso adicionando porcentajes menores al 5%.
4. Determinar los resultados añadiendo el cloruro de sodio en salmuera para la estabilización.
5. Estudiar el comportamiento de otros suelos para estabilizar con cloruro de sodio obtenido del agua de mar.

## VII. REFERENCIAS

1. CÁRDENAS, James. Diseño geométrico de carreteras. 2.a ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2013. 6 pp. ISBN: 9789586488594
2. CARUAJULCA, Elmer. “Influencia del aditivo cloruro de sodio como estabilizante de la subrasante de la carretera tramo cruce El Porongo – Aeropuerto – Cajamarca”. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2018.
3. DE SOLMINIHAC, Hernán, ECHAVEGUREN, Tomás y CHAMORRO, Alondra. Gestión de infraestructura vial. 3. a. ed. Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile, 2018. 196 pp. ISBN: 9789561423008
4. DUROTOVE, T.O. Effect of Common Salt on the Engineering Properties of Expansive Soil. International Journal of Engineering and Technology, 6 (7): 233-241, July 2016. ISSN: 2049-3444.
5. Estabilización de suelos con cloruro de sodio para su uso en las vías terrestres por Paul Garnica [et al]. Instituto Mexicano del Transporte [en línea]. 2002, n.o 21 [Fecha de consulta: 20 de septiembre de 2018] Disponible en: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt201.pdf> ISSN: 0188-7297
6. Evaluación del cloruro de calcio como agente mitigador de polvo en vías en afirmado por Armando Orobio. Dyna [en línea] 2007, n.o 74 [Fecha de consulta: 5 de abril de 2019] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49615304> ISSN 0012-7353.
7. FERNÁNDEZ, Libany. Estabilización de suelos arcillosos mediante adición de cloruro de sodio (NaCl) para uso de vías terrestres. Estudio de casos: suelos de chachapoyas. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2018.
8. GUTIÉRREZ, Carlos. Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (bischofita) frente al



- cloruro de calcio. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Ricardo Palma, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2010.
9. HABIBA, Afrin. Stabilization of Clayey Soils Using Chloride Components. *American Journal of Civil Engineering*, 5 (6): 365-370, November 2017. ISSN: 2330-8729.
  10. HEITZER, Christian. Efectos de mezclas de cloruros en la humedad de caminos no pavimentados. Tesis (Ingeniero Civil). Chile: Universidad Técnica Federico Santa María, Departamento de Obras Civiles, 2015.
  11. HERNANDEZ, Roberto et. al. *Metodología Científica*, 5 (3): 118-170. Junio 2010. ISBN: 978-607-15-0291-9.
  12. HERRERA, Segundo. “Análisis cualitativo de la textura de los suelos del Arboretum “El Huayo” en puerto almendra. Iquitos-Perú, 2015”. Tesis (Ingeniero Forestal). Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Escuela Profesional de Ingeniería Forestal, 2015.
  13. HILARIO, Fredy. Aplicación y evaluación de cloruro de magnesio hexahidratado (bischofita) como tratamiento y estabilizador de la capa de rodadura granular aplicado en el tramo de la Carretera Espinar- Tintaya Marquiri. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Nacional de San Agustín, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2015.
  14. KABUR, B.P.. Role of calcium chloride and sodium chloride in soil stabilization. *Journal of the Indian Roads Congress*, 22 (3): 485-516, 1970. ISSN: 0258-0500.
  15. KOSLANANT, S. et. al. Influence of salt additive in lime Stabilization on organic clay. *GEOTECHNICAL ENGINEERING*. 37 (2): 95-101, 2006. ISSN: 0046-5828.
  16. LÓPEZ, Jorge. “Validación con muestras de campo del límite superior de laborabilidad medido por el método de permeabilidad al aire.”. Tesis (Ingeniero Mecánico Agrícola). México: Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, División de Ingeniería, 2007.
  17. M.H. Davoudi y E. Kabir. Interaction of Lime and Sodium Chloride in a Low Plasticity Fine Grain Soils. *Journal of Applied Sciences*, 11 (2): 330-335, 2011. ISSN: 330-335.

18. Manual de Carreteras. Ministerio de Comunicaciones y Transportes, Lima, Perú, Octubre de 2014.
19. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018. Ministerio de Comunicaciones y Transportes, Lima, Perú, Enero de 2018.
20. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Ministerio de Comunicaciones y Transportes, Lima, Perú, Enero de 2013.
21. Manual de Ensayos de Materiales. Ministro de Comunicaciones y Transportes. Lima, Perú, Mayo de 2016.
22. MOHAMED, A.S. A Laboratory Evaluation of Stabilization of Salty Clay Soil by Using Chloride Compounds. *International Journal of Civil and Structural Engineering Research*, 2 (2): 47-51, March 2015. ISSN: 2348-7607.
23. MOHD, Yunus. Effectiveness of Chloride Salts on the Behaviour of Lime-Stabilised Organic Clay. *Int. J. of GEOMATE*, 3 (2): 407- 412, December 2012. ISSN: 2186-2982.
24. OTOKO, G.R. The Effect of Salt Water on the Physical Properties, Compaction Characteristics and Unconfined Compressive Strength of a Clay, Clayey Sand and Base Course. *European International Journal of Science and Technology*, 3 (2): 9-16, March 2014. ISSN: 2304-9693.
25. PRADENA, Mery. Estabilización y mantenimiento de caminos no pavimentados sometidos a condiciones de hielo-nieve en zona de montaña. *Revista de la Construcción*, 9 (2): 97-107. Diciembre 2017. ISSN: 0718-9154.
26. PRAKHAR, Dubey and RAJESH, Jain. Effect of Common Salt (NaCl) on Engineering Properties of Black Cotton Soil. *IJSTE - International Journal of Science Technology & Engineering*, 2 (1): 64-68, July 2015. ISSN: 2349-7842.
27. QUISPE, Efrain. “Caracterización física, química y biológico de suelos del distrito de Callanmarca-Angaraes-Huancavelica”. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Perú: Universidad Nacioanl de Huancavelica. Escuela Académico Profesional de Agronomía, 2014.
28. RAIHAN, Mohd. A Review of Stabilization of Soils by using Nanomaterials. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7 (2): 576-581, 2013. ISSN: 1991-8178.
29. RAMKUMAR, Guttikonda y NADAKUDITI, Abhilash. Stabilization of Black Cotton Soil Using Sodium Chloride. *International Journal of Advance*

- Research, Ideas and Innovations in Technology, 4 (1): 1-5, 2018. ISSN: 2454-1324.
- 30.** Revista Ciencia Técnicas Agropecuarias [en línea]. San José de las Lajas, 2010 [fecha de consulta: 14 de octubre de 18] Disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071005420100001002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071005420100001002) ISSN: 2071-0054
- 31.** REYES, Oscar. Uso de cloruro de sodio en bases granulares. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 16 (1): 63-71, Agosto 2006. ISSN: 0124-8170.
- 32.** RIVASPLATA, Julio. “Estabilización de subrasante y afirmados en caminos rurales empleando agua de mar en el C.P. Tangay”. Proyecto de Investigación. Perú: Universidad Nacional del Santa, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2011.
- 33.** ROLDÁN, Jairon. Estabilización de suelos con cloruro de sodio (nacl) para bases y sub bases. Tesis (Ingeniero Civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2010.
- 34.** S., Frydman. Stabilization of heavy clay with potassium chloride. Southeast Asian Geotechnical Society, 8 (2): 95-108, 1978. ISSN: 0046-5828.
- 35.** SALAMI, B. A. Effect of common salt on some engineering properties of eggshell stabilized lateritic soil. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 5 (9): 64-73, 2010. ISSN: 1819-6608.
- 36.** SETIA, Raj. Relationships between carbon dioxide emission and soil properties in salt-affected landscapes. SOIL BIOLOGY AND BIOCHEMISTRY. 43 (3): 667-674, 2011. ISSN: 0038-0717.
- 37.** SHAKEEL, Abid. Stabilization of Soil using Chemical Additives. GRD Journals- Global Research and Development Journal for Engineering, 1 (12): 74-80, November 2016. ISSN: 2455-5703.
- 38.** SHASHANK, Gupta. Stabilization of soil. International Journal of Engineering Technology Research & Management, 2 (2): 47-51, 1998. ISSN: 2456-9348.
- 39.** SILVESTRE, Juan. Análisis comparativo de los efectos del agua de mar y de cal en la estabilización de suelos arcillosos en calles que conforman el Barrio 2 de Noviembre de la comuna Engabao perteneciente al Canton Playas Provincia del Guayas. Tesis (Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad de Guayaquil, Carrera de Ingeniería Civil, 2018.

- 40.** Suelos Arquitecturizados, Suelos Naturalizados por Philippe Blanc. ARQ [en línea] 2016 [Fecha de consulta: 23 de abril de 2019] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37546909001>> ISSN 0716-0852.
- 41.** TAMADHER, Abood. Stabilisation of Silty Clay Soil Using Chloride Compounds. Journal of Engineering Science and Technology, 2 (1): 102-110, abril 2007.
- 42.** ZAMBRANO, Jefferson. Estabilización química con Cloruro de Magnesio en el diseño del camino - Villa las Orquídeas - Puente Piedra. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2018.
- 43.** ZURAIRAHETTY, Nor. Stabilisation of organic clay using lime-added salt. Project (Master of Civil Engineer). Singapur: Universiti Teknologi Malaysia, Faculty of Civil Engineering, 2007.



# ANEXOS



**ANEXO N° 01**

**MATRIZ DE**

**CONSISTENCIA**

### Matriz de Consistencia

<u>PROBLEMA</u>	<u>OBJETIVOS</u>	<u>HIPOTESIS</u>	<u>VARIABLES</u>	<u>INDICADORES</u>
<p>¿Cómo influirá el cloruro de sodio proveniente del agua de mar en la estabilización del suelo de la Red Vial Vecinal AN – 873 del Distrito de Santa, Santa, Áncash?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar la influencia del cloruro de sodio proveniente del agua de mar en la estabilización del suelo de la Red Vial Vecinal AN – 873 al ser estabilizado con cloruro de sodio.</li> </ul> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo patrón.</li> <li>- Analizar la pureza del cloruro de sodio obtenido del agua de mar.</li> <li>- Determinar las propiedades mecánicas del suelo patrón luego de ser estabilizado con cloruro de sodio.</li> <li>- Comparar los resultados obtenidos de estabilizar el suelo con agua potable y con la adición de cloruro al 5% y 7%.</li> </ul>	<p>El cloruro de sodio utilizado para la estabilización del suelo en la Red Vial Vecinal AN – 873 del Distrito de Santa, Santa, Áncash, realizando ensayos con proporciones de 5% y 7%, influirá directamente en mejorar la capacidad de carga del suelo, produciendo un aumento en la resistencia para soportar cargas externas.</p>	<p><b>Variable (X):</b> Cloruro de sodio</p> <p><b>Variable (Y):</b> Estabilización de suelos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cloruro de sodio</li> <li>- Tipo de suelo</li> <li>- Límites de Atterberg</li> <li>- Humedad Óptima.</li> <li>- Máxima densidad seca.</li> <li>- Capacidad portante.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia



**ANEXO N° 02**

**INFORME**

**TÉCNICO DE**

**ENSAYOS DE**

**LABORATORIO**





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**INFORME TÉCNICO DE ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO**



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL VECINAL AN-873 - 0+000 AL 2+400 KM CON CLORURO DE SODIO PROVENIENTE DEL AGUA DE MAR, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH - 2019”**

**Autores:**

- VERY LORENA ALDAR LUNA ENRIQUEZ
- BREINER ROBERTO YZAGUIREE CABALLERO

**MAYO DE 2019**



*Ing. Victor Herrera Lazaro*  
CIP 214087 Jefe de Laboratorio





## INDICE

### I. GENERALIDADES

1.1. OBJETIVOS

1.2. UBICACIÓN

### II. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS, GEOLÓGICOS Y SISMICIDAD

2.1. GEOMORFOLOGÍA

2.2. GEOLOGÍA LOCAL

2.3. SISMICIDAD

### III. INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS DE CAMPO Y LABORATORIO

3.1. PROSPECCIONES DE CAMPO

3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

3.3. CLASIFICACION DE SUELOS

### IV. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

### V. RESUMEN DE RESULTADOS

### VI. CONCLUSIONES

#### ANEXOS

ANEXO I : REGISTRO ESTRATIGRÁFICO

ANEXO II : ENSAYOS DE LABORATORIO

  
Ing. Víctor Herrera Lázaro  
CIP 276087 Jefe de Laboratorio





## I. GENERALIDADES

### 1.1. OBJETIVOS

El presente informe tiene por objeto determinar las propiedades físico - mecánicas del subsuelo del área en estudio, con fines de estabilización para el Proyecto de Investigación "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL VECINAL AN-873 - 0+000 AL 2+400 KM CON CLORURO DE SODIO PROVENIENTE DEL AGUA DE MAR, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH - 2019", la evaluación fue realizado por medio de trabajos de exploración de campo y ensayos de laboratorio; necesarios para definir el perfil estratigráfico, clasificación de suelos y calidad de materiales.

Para alcanzar el objetivo principal, previamente se requiere lograr los siguientes objetivos secundarios:

- ✦ Elaboración de un estudio geológico superficial de la zona, que sirva de marco para las investigaciones geotécnicas.
- ✦ Realización de los ensayos estándares de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos especiales.
- ✦ Elaboración de los perfiles estratigráficos.
- ✦ Interpretación de los resultados de las investigaciones geotécnicas de campo y los ensayos de laboratorio.

### 1.2. UBICACIÓN

El proyecto de investigación se ubica en la Red Vial Vecinal AN-873 del 0+000 al 2+400 km - Santa - Ancash.

## II. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS, GEOLÓGICOS Y SISMICIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO

### 2.1. GEOMORFOLOGÍA

El territorio estudiado se encuentra en la vertiente pacífica y comprende sectores de la costa y la sierra de los departamentos de la Libertad y Ancash. De Oeste a Este se distinguen tres unidades geomorfológicas:

#### - Pampas Costaneras

Esta unidad geomorfológica se desarrolla a manera de una faja paralela a la costa, desde el nivel del mar hasta una altitud aproximada de 200 m., y presenta notables ensanchamientos en las porciones

Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



  
Ing. Víctor Herrera Lázaro  
CIP 218867 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe





correspondientes a los valles. Por el Oeste está limitada por pequeñas escarpas que bordean el litoral y hacia el Este por las cadenas de cerros bajos de los primeros contrafuertes andinos.

Tiene una superficie más o menos llana, en la que destacan algunos cerros y colinas redondeadas.

Las pampas costaneras están constituidas por terrazas aluviales y marinas, abanicos aluviales, dunas y mantos de arena.

- Flanco Disectado de los Andes

Esta unidad se extiende entre las pampas costaneras y el borde altiplano, con altitudes que varían de 200 a 3,500 m. Está esculpida en rocas volcánicas y sedimentarias cuyas edades van desde el Jurásico superior hasta el Terciario inferior, y en rocas intrusivas del batolito andino.

Esta unidad se caracteriza por su fuerte pendiente y por estar intensamente disectada por numerosos valles profundos que corren generalmente de Noreste a Suroeste.

Todos los valles son jóvenes con sección transversal en "V", pisos estrechos y fuerte gradiente; sólo en sus tramos inferiores, correspondientes a las pampas costaneras, adquieren gran amplitud y sus cauces tienen gradientes moderados.

El área al ubicarse dentro de las estribaciones de la Cordillera Occidental presenta superficies disectadas y quebradas. Las quebradas se hallan cubiertas por pequeños depósitos aluviales, coluviales y eólicos; tenemos depósitos torrenciales esporádicos, flujos de lodo cuando llueve, canchales con fragmentos angulosos, gravas, arenas, limos y arcillas mal clasificados.

Unidad Andina:

Estribaciones Andinas

Se caracteriza de una topografía irregular, de relieve moderado a abrupto, con un sistema de drenaje subparalelo a dendrítico, convergente y perpendicular a la línea de la costa. Los valles y quebradas transversales que cortan el frente andino, son numerosos y tienen secciones típicas en V, de paredes estrechas y encañonadas en las vertientes altas más o menos amplias y de fondo plano en sus desembocaduras, donde se registran gruesas acumulaciones fluviales y coluviales.

Unidad Valles Interandinos

Se describe con este nombre la parte media y alta de la cuenca río Huaura que discurren en esta región del este – oeste.

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



  
Ing. Víctor Herrera Lázaro  
CIP 218067 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe



## 2.2. GEOLOGÍA LOCAL

En base al reconocimiento y exploración de campo de la ciudad de Santa y sus alrededores, se ha elaborado el siguiente mapeo geológico que indica:

### a) Cretáceo Inferior

Grupo Casma: Formación la Zorra (Ki-Z)

Es una secuencia volcánica andesítica, conformada por lavas y brechas, de composición básicamente de andesita y porfírica que presentan fenocristales de plagioclasas anfíboles y en menor proporción piroxenos.

### b) Rocas Intrusivas

Se encuentra constituido por granodiorita y tonalitas, ubicados en los alrededores de Tambo Real, cubiertas por depósitos eólicos. Estas rocas pertenecen al Batolito de la Costa y corresponden a cuerpos ígneos que gradan de granodioritas a tonalitas.

### c) Cuaternario

#### Depósitos de arenas eólicas (Dunas)

Son los depósitos eólicos que cubren gran parte de las elevaciones rocosas cercanas a Santa. La formación de masas de arenas comienza desde el litoral de la costa y termina en los cerros de los primeros tramos de las estribaciones de la Cordillera Occidental Andina, desplazando en las laderas.

#### Depósitos marinos (Q-m)

Se encuentran distribuidas por la zona de puerto de la ciudad de Santa. Los depósitos marinos están constituidos por fragmentos de conchas con una matriz de arena mal graduada de grano medio a fino.

#### Depósitos aluviales (Q-al)

Estos depósitos tienen amplia distribución en todo el sector de la región estudiada, donde se encuentran constituyendo las pampas de la planicie costanera. Están representados principalmente por los antiguos conos de deyección del río Santa.

El material aluvial consiste de gravas, arenas y arcillas generalmente mal clasificadas; las gravas se componen de elementos subangulosos y subredondeados de diversos tipos de roca, gravas de elementos redondeados se encuentran en gran proporción en los lechos de los ríos actuales.

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



  
Ing. Víctor Herrera Lázaro  
CIP 219987 Jefe de Laboratorio



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

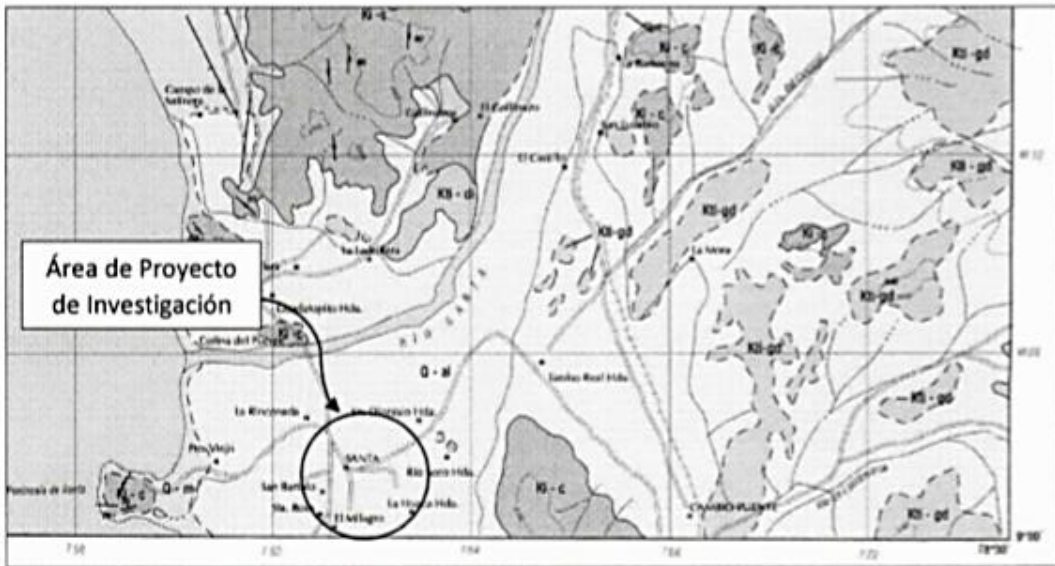


Figura N° 01: Mapa Geológico del Cuadrángulo de Santa: Ingemet Carta Geológica 18f

EDAD		UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	ROCAS SEDIMENTARIAS	ROCAS INTRUSIVAS
CUATERNARIO	Reciente	Depósitos eólicos Depósitos aluviales	Q-s Q-al	
	Pleistoceno	Terrazas Marinas	Q-m	
TERCIARIO	Pleistoceno			Ti-el Ti-an
	Superior			KTI-gf KTI-d
CRETACEO	Inferior	Fm. Caama	KI-C	
	Superior	Fm. Chicama	Jc-chic	

Figura N° 02: Leyenda Mapa Geológico

### 2.3. SISMICIDAD

De acuerdo al Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, el área del proyecto de investigación se ubica en la zona 4, zona de Sismicidad alta sísmo activa en el presente siglo, con predominio de sismos intermedios a fuertes.

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



  
Ing. Víctor Herrera Lázaro  
CIP 214067 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe





### Antecedentes Sísmicos

Los sismos en el área del proyecto de investigación presentan el mismo patrón general de distribución espacial que el resto del territorio peruano; caracterizado por la concentración de la actividad sísmica en el litoral, paralelo a la costa, por la subducción de la Placa de Nazca. Los sismos de mayores intensidades registrados en el área de influencia del estudio son:

- Sismo del 24 de mayo de 1940, que afectó las localidades de la costa central, norte y sur del Perú, alcanzando intensidades máximas de VII y VIII en la escala de Mercalli Modificada (MM).
- Sismo del 10 de noviembre de 1946, que afectó al Departamento de Ancash, alcanzando una intensidad máxima de VII MM.
- Sismo del 18 de febrero de 1956, con intensidad promedio de VIII MM, afectando el Callejón de Huaylas.
- Sismo del 17 de octubre de 1966, con intensidades máximas entre VII y VIII MM, afectando las localidades de Lima, Casma y Chimbote.
- Sismo del 31 de mayo de 1970, que ha sido un terremoto catastrófico en las localidades de Chimbote y Huaraz, alcanzando intensidades máximas de VIII MM.
- Sismo del 21 de agosto de 1985, que afectó las ciudades de Chimbote y Chiclayo, alcanzando una intensidad promedio de V MM.
- Sismo del 10 de octubre de 1987, con intensidades máximas de IV y V MM, sentido en las ciudades de Chimbote y Santiago de Chuco.
- Sismo del 23 de Junio del 2001, con intensidades máximas de VIII MM, sentido en las ciudades de Nazca, Ica, Arequipa y Tacna.
- Sismo del 15 de Agosto del 2007, con intensidades máximas de VII MM, sentido en las ciudades de Pisco, Nazca, Ica y Lima.

## III. INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS DE CAMPO Y LABORATORIO

### 3.1. PROSPECCIONES DE CAMPO

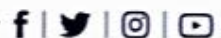
#### 3.1.1. CALICATAS

Con la finalidad de definir el perfil estratigráfico se realizaron cuatro calicatas exploradas a cielo abierto, hasta 1.50m. de profundidad.

Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



  
Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe



### 3.1.2. MUESTREO DISTURBADO

Se tomaron muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados, en cantidad suficiente como para realizar los ensayos de clasificación e identificación de suelos.

### 3.1.3. REGISTRO DE CALICATAS

Paralelamente al avance de las excavaciones de las calicatas, se realizó el registro de excavación vía clasificación manual visual según ASTM D-2488, descubriéndose las principales características de los suelos encontrados tales como: espesor, tipo de suelo, color, plasticidad, humedad, compacidad, etc.

## 3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos se realizaron según normas:

- Ensayos estándares de laboratorio de mecánica de suelos:
  - 04 Análisis Granulométrico SUCS (ASTM D-6913),
  - 04 Límite líquido (ASTM D-4318)
  - 04 Límite plástico (ASTM D-4318)
  - 04 Contenido de humedad (ASTM D-2216)
- Ensayos especiales de laboratorio de mecánica de suelos:
  - 03 Proctor Modificado (ASTM D-1557)
  - 03 Ensayos CBR (ASTM D-1883)

## 3.3. CLASIFICACIÓN DE SUELOS

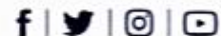
Los suelos han sido clasificados de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS – ASTM D-2487), para ello se hizo uso del programa Clas y Clasif.

## IV. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

El subsuelo del área del proyecto ha sido investigado por las calicatas (C-01, C-02, C-03 y C-04). De los trabajos de campo y ensayos de laboratorio se deduce lo siguiente:

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

  
Ing. Víctor Herrera Lázaro  
CIP 216067 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe





#### CALICATA C-01

En la exploración de la Calicata C-01, se registró de 0.00 a 0.40m de profundidad, material de relleno (limo arenoso con presencia de raíces); de 0.40 a 1.50m de profundidad, Limo Arenoso (ML) de condición insitu medianamente compacta, de estado saturado, de color beige claro y finos no plásticos.

#### CALICATA C-02

En la exploración de la Calicata C-02, se registró de 0.00 a 0.40m de profundidad, material de relleno (limo arenoso con presencia de raíces); de 0.40 a 1.50m de profundidad, Limo Arenoso (ML) de condición insitu medianamente compacta, de estado saturado, de color beige claro y finos no plásticos.

#### CALICATA C-03

En la exploración de la Calicata C-03, se registró de 0.00 a 0.40m de profundidad, material de relleno (limo arenoso con presencia de raíces); de 0.45 a 1.50m de profundidad, Limo Arenoso (ML) de condición insitu semicompacta, de estado saturado, de color beige claro y finos no plásticos.

#### CALICATA C-04

En la exploración de la Calicata C-04, se registró de 0.00 a 0.40m de profundidad, material de relleno (limo arenoso con presencia de raíces); de 0.40 a 1.50m de profundidad, Limo Arenoso (ML) de condición insitu semicompacta, de estado saturado, de color beige claro y finos no plásticos.



Ing. Víctor Herrera Lazaro  
CIP 218087 Jefe de Laboratorio

**V. RESUMEN DE RESULTADOS**

De los ensayos realizados en laboratorio, obtenemos los siguientes resultados:

**CUADRO N° 01: Clasificación de Suelos**

Calicata		C-01	C-02	C-03	C-04
Muestra		M-1	M-1	M-1	M-1
Profundidad	m.	0.40 a 1.50	0.40 a 1.50	0.40 a 1.50	0.40 a 1.50
Gravas	%	4.13	4.71	4.82	5.52
Arenas	%	40.60	43.96	42.58	43.99
Finos	%	55.28	51.33	52.6	50.49
L. Líquido	%	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
L. Plástico	%	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
I. Plasticidad	%	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Humedad	%	22.98	21.57	21.51	21.63
Clasificación SUCS		ML	ML	ML	ML
Clasificación AASHTO		A-4 (4)	A-4 (3)	A-4 (3)	A-4 (3)
Terreno de Fundación		Regular a Malo	Regular a Malo	Regular a Malo	Regular a Malo

**CUADRO N° 02: Ensayo CBR**

CBR		SUB-RASANTE		
Muestra		C-02 (Patrón)	+ 5% de Cloruro de Sodio	+ 7% de Cloruro de Sodio
Máxima Densidad Seca	gr/cm <sup>2</sup>	2.046	2.100	2.130
Óptimo Contenido de Humedad	%	12.10	10.10	9.00
100% M.D.S. 0.1"	%	17.92	19.01	21.96
95% M.D.S. 0.1"	%	8.29	16.06	7.55

**VI. CONCLUSIONES**

Basándose en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio y el análisis correspondiente, se puede concluir lo siguiente:

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe



- El suelo está constituido de 0.00m a 0.40m por material de relleno (presencia de limo arenoso con restos de raíces). De 0.40m a 1.50m, está constituido por limo arenoso (ML), con más del 50% de finos que arenas, de condición in situ medianamente compacta, de estado saturada, de color beige claro y de finos no plásticos a profundidad.
- Durante las exploraciones se registró presencia de nivel freático variable de 0.80m. y 0.95m. de profundidad.
- De los ensayos CBR se determinó lo siguiente:
  - Material de Subrasante:  
Muestra Patrón: con el 8.29% del 95% de la M.D.S. a 0.1" de penetración del CBR; se considera en la categoría se subrasante REGULAR (De  $CBR \geq 6\%$  a  $CBR < 10\%$ ).  
Muestra Adición 5% de Cloruro de Sodio: con el 16.06% del 95% de la M.D.S. a 0.1" de penetración del CBR; se considera en la categoría se subrasante BUENA (De  $CBR \geq 10\%$  a  $CBR < 20\%$ ).  
Muestra Adición 7% de Cloruro de Sodio: con el 7.55% del 95% de la M.D.S. a 0.1" de penetración del CBR; se considera en la categoría se subrasante REGULAR (De  $CBR \geq 6\%$  a  $CBR < 10\%$ ).
- El material de suelo con una clasificación SUCS de Limo Arenoso (ML) y clasificación AASHTO de A-4 (3), se concluye que presenta resultados favorables al 5% de adición de Cloruro de Sodio y resultados desfavorables a medida que se incrementa el Cloruro de Sodio en 7% de los ensayos CBR para la estabilización de suelo.

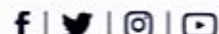
El análisis de los resultados se basó en los reglamentos vigentes.

- Manual de Carreteras – Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013.
- Manual de Carreteras – Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos (Sección Suelos y Pavimentos).
- Manual de Ensayos de Materiales (MTC-2016)

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Víctor Herrera Lázaro  
CIP 216037 Jefe de Laboratorio



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

## ANEXO I REGISTRO ESTRATIGRÁFICO



Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 216287 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)





REGISTRO ESTRATIGRÁFICO						
ASTM D 2488						
<b>PROYECTO:</b> ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL VECINAL AN-873 - 0+000 AL 2+400 KM CON CLORURO DE SODIO PROVENIENTE DEL AGUA DE MAR, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH - 2019			<b>Registro N°:</b> TS-RES-01		<b>Página N°:</b> 01 de 01	
<b>SOLICITA:</b> VERY LORENA ALDAR LUNA ENRIQUEZ - BREINER ROBERTO YZAGUIREE CABALLERO			<b>Prof. Alcanzada (m):</b> 1.50		<b>Nivel Freático (m):</b> N.P.	
<b>UBICACIÓN:</b> Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa			<b>Fecha:</b> 05/04/2019			
<b>CALICATA:</b> C-01						
PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE EXCAVACIÓN	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (BUC)
0.00			IN %		Material de relleno (limo arenoso con presencia de raíces)	
0.40	C					
	A					
	L					
	I					
	C					
	A					
	T	M-1	22.98		Limo Arenoso (ML): 4.13% de gravas finas, subangulosas 40.60% de arena gruesa a fina y 55.28% de finos no plásticos. Condición in situ : Densidad medianamente compacta, saturada y de color beige claro.	ML
1.50	A					

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Víctor Herrera Lázaro  
CIP 216067 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe



REGISTRO ESTRATIGRÁFICO			
ASTM D 2488			
<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL VECINAL AN-873 - 0+000 AL 2+400 KM CON CLORURO DE SODIO PROVENIENTE DEL AGUA DE MAR, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH - 2019	<b>Registro N°:</b>	TS-RES-02
<b>SOLICITA:</b>	VERY LORENA ALDAR LUNA ENRIQUEZ - BREINER ROBERTO YZAGUIREE CABALLERO	<b>Página N°:</b>	01 de 01
<b>UBICACIÓN:</b>	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa	<b>Prof. Alcanzada (m):</b>	1.50
<b>CALICATA:</b>	C-02	<b>Nivel Freático (m):</b>	N.P.
		<b>Fecha:</b>	08/04/2019

PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE EXCAVACIÓN	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (DUCS)
			IN. %			
0.00						
	C				Material de relleno (limo arenoso con presencia de raíces)	
0.40	A					
	L					
	I					
	C					
	A					
	T	M-1	21.57		Limo Arenoso (ML): 4.71% de gravas finas, subangulosas 43.96% de arena gruesa a fina y 51.33% de finos no plásticos. Condición in situ : Densidad medianamente compacta, saturada y de color beige claro.	ML
	A					
1.50						

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

  
**Ing. Víctor Herrera Lázaro**  
 CIP 218087 Jefe de Laboratorio



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



REGISTRO ESTRATIGRÁFICO						
ASTM D 2488						
<b>PROYECTO:</b>		ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL VECINAL AN-873 - 0+000 AL 2+400 KM CON CLORURO DE SODIO			<b>Registro N°:</b> TS-RES-03	
		PROVENIENTE DEL AGUA DE MAR, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH - 2019			<b>Página N°:</b> 01 de 01	
<b>SOLICITA:</b>		VERY LORENA ALDAR LUNA ENRIQUEZ - BREINER ROBERTO YZAGUIRE CABALLERO			<b>Prof. Alcanzada (m):</b> 1.50	
<b>UBICACIÓN:</b>		Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa			<b>Nivel Freático (m):</b> N.P.	
<b>CALICATA:</b>		C-03			<b>Fecha:</b> 08/04/2019	
PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE EXCAVACIÓN	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (SUCS)
			FN, %			
0.00	C				Material de relleno (limo arenoso con presencia de raíces)	
0.40	A					
	L					
	I					
	C					
	A					
	T	M-1	21.57		Limo Arenoso (ML): 4.71% de gravas finas, subangulosas 43.96% de arena gruesa a fina y 51.33% de finos no plásticos. Condición in situ : Densidad medianamente compacta, saturada y de color beige claro.	ML
1.50	A					

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 216567 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe

REGISTRO ESTRATIGRÁFICO						
ASTM D 2488						
<b>PROYECTO:</b>		ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL VECINAL AN-873 - 0+000 AL 2+400 KM CON CLORURO DE SODIO PROVENIENTE DEL AGUA DE MAR, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH - 2019			<b>Registro N°:</b> TS-RES-04	
<b>SOLICITA:</b>		VERY LORENA ALDAR LUNA ENRIQUEZ - BREINER ROBERTO YZAQUIREE CABALLERO			<b>Página N°:</b> 01 de 01	
<b>UBICACIÓN:</b>		Departamento: Ancash, Provincia: Santa, Distrito: Santa			<b>Prof. Alcanzada (m):</b> 1.50	
<b>GALICATA:</b>		C-04			<b>Nivel Freático (m):</b> N.P.	
					<b>Fecha:</b> 05/04/2019	
PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE EXCAVACIÓN	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (SUCS)
			IDN, %			
0.00	C				Material de relleno (limo arenoso con presencia de raíces)	
0.40						
1.50	A L I C A T A	M-1	21.63		Limo Arenoso (ML): 5.52% de gravas finas, subangulosas 43.99% de arena gruesa a fina y 50.49% de finos no plásticos. Condición in situ : Densidad medianamente compacta, saturada y de color beige claro.	ML

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Víctor Herrera Lázaro  
CIP 216867 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe





## ANEXO II ENSAYOS DE LABORATORIO



  
**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
CIP 216017 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

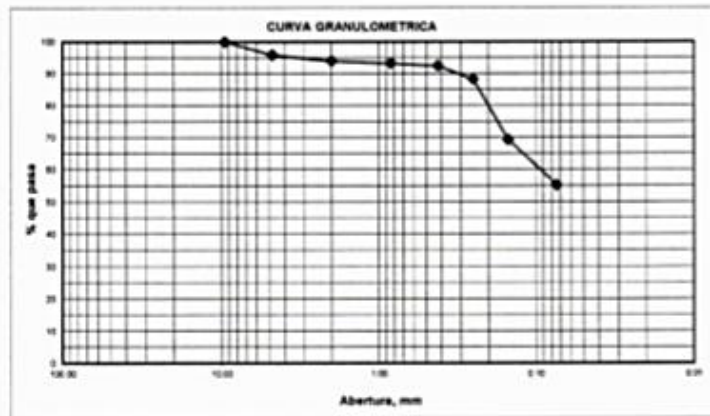
ASTM D-6913

<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL VECINAL AN-873 - 0+000 AL 2+400 KM CON CLORURO DE SODIO PROVENIENTE DEL AGUA DE MAR, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH - 2019	<b>REGISTRO:</b>	TS-GRA-01
<b>SOLICITA:</b>	VERY LORENA ALDAR LUNA ENRIQUEZ - BREINER ROBERTO YZAGUIREE CABALLERO	<b>PÁGINA:</b>	01 de 01
<b>UBICACIÓN:</b>	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa	<b>FECHA:</b>	20/04/2019
<b>CALICATA:</b>	C-01 (M-01)	<b>MUESTRA:</b>	0.40 a 1.50 m.

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - 6913)**

Peso Inicial Seco, [gr]	891.90
Peso Lavado y Seco, [gr]	398.90

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525	0.00	100.00
N° 4	4.750	36.80	95.87
N° 10	2.000	16.60	94.01
N° 20	0.840	7.20	93.21
N° 40	0.420	7.20	92.40
N° 60	0.250	37.40	88.20
N° 100	0.150	168.70	69.29
N° 200	0.074	125.00	55.28
< N° 200		493.00	



**LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)**

**LÍMITE LÍQUIDO**

Procedimiento	Tara N°
1. No de Golpes	
2. Peso Tara, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA
5. Peso Agua, [gr]	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	
7. Contenido de Humedad, [%]	

**CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)**

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	18.40
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	58.00
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	50.60
4. Peso Agua, [gr]	7.40
5. Peso Suelo Seco, [gr]	32.20
6. Contenido de Humedad, [%]	22.98

**LÍMITE PLÁSTICO**

Procedimiento	Tara N°
1. Peso Tara, [gr]	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	
4. Peso Agua, [gr]	NO PLASTICO
5. Peso Suelo Seco, [gr]	
6. Contenido de Humedad, [%]	



**RESUMEN**

Grava (No. 4 < Diam < 3")	4.13%
Arena (No. 200 < Diam < No. 4)	40.60%
Finos (Diam < No. 200)	55.28%
Clasificación SUCS	ML
	Limo Arenoso
Clasificación AASHTO	A-4 (4)
Clasificación AASHTO	Regular a Malo

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 21667 Jefe de Laboratorio



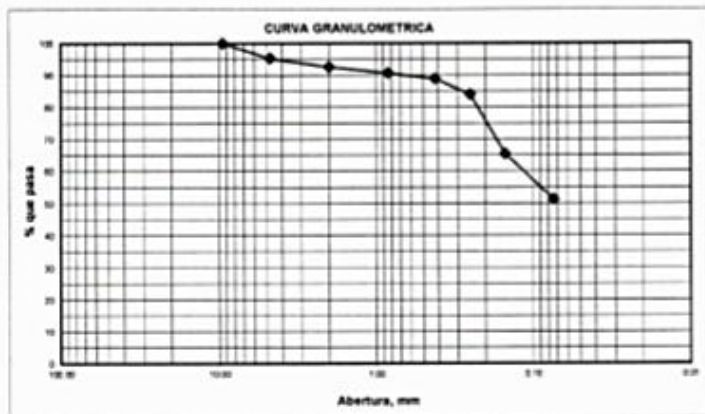
ucv.edu.pe



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-6913			
<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL VECINAL AN-873 - 0+000 AL 2+400 KM CON CLORURO DE SODIO PROVENIENTE DEL AGUA DE MAR, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH - 2019	<b>REGISTRO:</b>	TS-GRA-02
<b>SOLICITA:</b>	VERY LORENA ALDAR LUNA ENRIQUEZ - BREINER ROBERTO YZAGUIREE CABALLERO	<b>PÁGINA:</b>	01 de 01
<b>UBICACIÓN:</b>	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa	<b>FECHA:</b>	20/04/2019
<b>CALICATA:</b>	C-02 (M-01)	<b>MUESTRA:</b>	0.40 a 1.50 m.

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - 6913)**

Peso Inicial Seco, [gr]	993.40		
Peso Lavado y Seco, [gr]	483.50		
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525	0.00	100.00
N° 4	4.750	46.80	96.29
N° 10	2.000	26.50	92.62
N° 20	0.840	18.90	90.72
N° 40	0.420	18.40	88.87
N° 60	0.250	48.20	84.01
N° 100	0.150	185.20	65.37
N° 200	0.074	139.50	51.33
< N° 200		509.90	



**LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)**

**LÍMITE LÍQUIDO**

Procedimiento	Tara N°	
	1	2
1. No de Golpes		
2. Peso Tara, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA	
5. Peso Agua, [gr]		
6. Peso Suelo Seco, [gr]		
7. Contenido de Humedad, [%]		

**CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)**

Procedimiento	Tara No
	5
1. Peso Tara, [gr]	21.80
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	125.50
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	107.10
4. Peso Agua, [gr]	18.40
5. Peso Suelo Seco, [gr]	85.30
6. Contenido de Humedad, [%]	21.57

**LÍMITE PLÁSTICO**

Procedimiento	Tara N°	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PLASTICO	
4. Peso Agua, [gr]		
5. Peso Suelo Seco, [gr]		
6. Contenido de Humedad, [%]		



**RESUMEN**

Grava (No. 4 < Diam < 3")	4.71%
Arena (No. 200 < Diam < No. 4)	43.96%
Finos (Diam < No. 200)	51.33%
Clasificación SUCS	ML
	Limo Arenoso
Clasificación AASHTO	A-4 (3)
Clasificación AASHTO	Regular a Malo

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Víctor Herrera Lázaro  
CIP 218057 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe

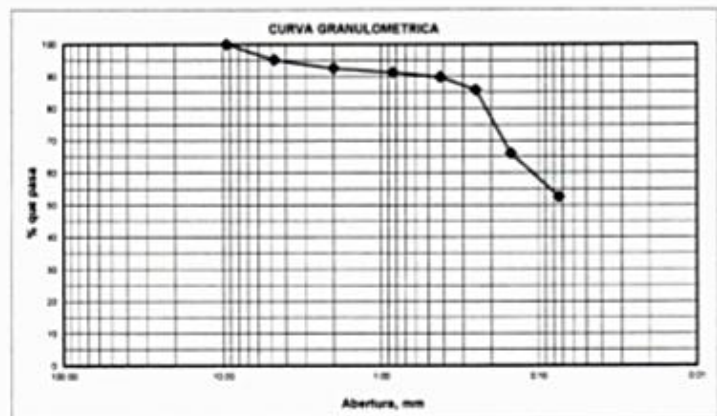




ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-6913		
<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL VECINAL AN-873 - 0+000 AL 2+400 KM CON CLORURO DE SODIO PROVENIENTE DEL AGUA DE MAR, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH - 2019	<b>REGISTRO:</b> TS-GRA-03 <b>PÁGINA:</b> 01 de 01
<b>SOLICITA:</b>	VERY LORENA ALDAR LUNA ENRIQUEZ - BREINER ROBERTO YZAGUIREE CABALLERO	
<b>UBICACIÓN:</b>	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa	
<b>CALICATA:</b>	C-03 (M-01)	<b>MUESTRA:</b> 0.40 a 1.50 m. <b>FECHA:</b> 20/04/2019

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - 6913)**

Peso Inicial Seco, [gr]	855.50		
Peso Lavado y Seco, [gr]	405.50		
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.200		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525	0.00	100.00
N° 4	4.750	41.20	95.18
N° 10	2.000	22.30	92.58
N° 20	0.840	11.40	91.24
N° 40	0.420	12.60	89.77
N° 60	0.250	33.60	85.84
N° 100	0.150	169.30	66.05
N° 200	0.074	115.10	52.60
< N° 200		450.00	



**LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)**

**LÍMITE LÍQUIDO**

Procedimiento	Tara N°		
	1	2	3
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

**CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)**

Procedimiento	Tara No
	9
1. Peso Tara, [gr]	18.50
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	132.60
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	112.40
4. Peso Agua, [gr]	20.20
5. Peso Suelo Seco, [gr]	93.90
6. Contenido de Humedad, [%]	21.51

**LÍMITE PLÁSTICO**

Procedimiento	Tara N°		
	1	2	3
1. Peso Tara, [gr]			
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PLASTICO		
4. Peso Agua, [gr]			
5. Peso Suelo Seco, [gr]			
6. Contenido de Humedad, [%]			



**RESUMEN**

Grava (No.4 < Diam < 3")	4.82%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	42.58%
Finos (Diam < No.200)	52.60%
Clasificación SUCS	ML
	Limo Arenoso
Clasificación AASHTO	A-4 (3)
Clasificación AASHTO	Regular a Malo

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 216047 Jefe de Laboratorio

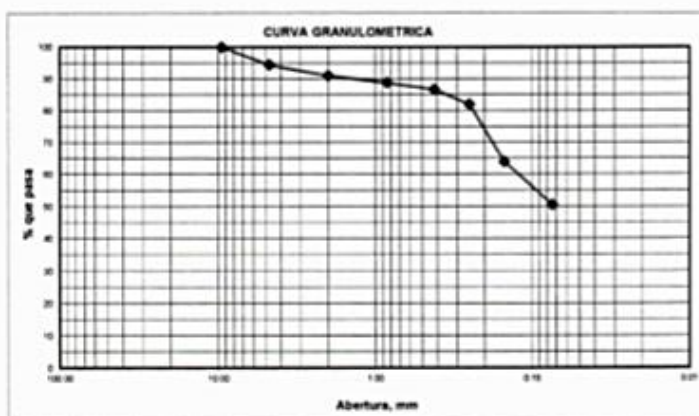


ucv.edu.pe

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>		
ASTM D-6913		
<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL VECINAL AN-873 - 0+000 AL 2+400 KM CON CLORURO DE SODIO PROVENIENTE DEL AGUA DE MAR, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH - 2019	<b>REGISTRO:</b> TS-GRA-04
<b>SOLICITA:</b>	VERY LORENA ALDAR LUNA ENRIQUEZ - BREINER ROBERTO YZAGUIREE CABALLERO	<b>PÁGINA:</b> 01 de 01
<b>UBICACIÓN:</b>	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa	
<b>CALICATA:</b>	C-04 (M-01) <span style="margin-left: 100px;"><b>MUESTRA:</b> 0.35 a 1.40 m.</span>	<b>FECHA:</b> 20/04/2019

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - 6913)**

<b>Peso Inicial Seco, [gr]</b>		949.30	
<b>Peso Lavado y Seco, [gr]</b>		470.00	
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [gr]	% pasa
3"	76.200		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525	0.00	100.00
N° 4	4.750	52.40	94.48
N° 10	2.000	32.50	91.06
N° 20	0.840	21.80	88.76
N° 40	0.420	19.50	86.71
N° 60	0.250	44.80	81.99
N° 100	0.150	172.10	63.86
N° 200	0.074	126.90	50.49
< N° 200		479.30	


**LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)**
**LÍMITE LÍQUIDO**

Procedimiento	Tara N°	
1. No de Golpes		
2. Peso Tara, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	<b>NO PRESENTA</b>	
5. Peso Agua, [gr]		
6. Peso Suelo Seco, [gr]		
7. Contenido de Humedad, [%]		

**CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)**

Procedimiento	Tara No
	26
1. Peso Tara, [gr]	20.40
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	150.30
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	127.20
4. Peso Agua, [gr]	23.10
5. Peso Suelo Seco, [gr]	106.80
6. Contenido de Humedad, [%]	21.63

**LÍMITE PLÁSTICO**

Procedimiento	Tara N°	
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	<b>NO PLASTICO</b>	
4. Peso Agua, [gr]		
5. Peso Suelo Seco, [gr]		
6. Contenido de Humedad, [%]		


**RESUMEN**

Grava (No 4 < Diam < 3")	5.52%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	43.99%
Finos (Diam < No.200)	50.49%
Clasificación SUCS	ML
	<b>Limo Arenoso</b>
Clasificación AASHTO	A-4 (3)
Clasificación AASHTO	<b>Regular a Malo</b>

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

  
**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
 CIP 216047 Jefe de laboratorio



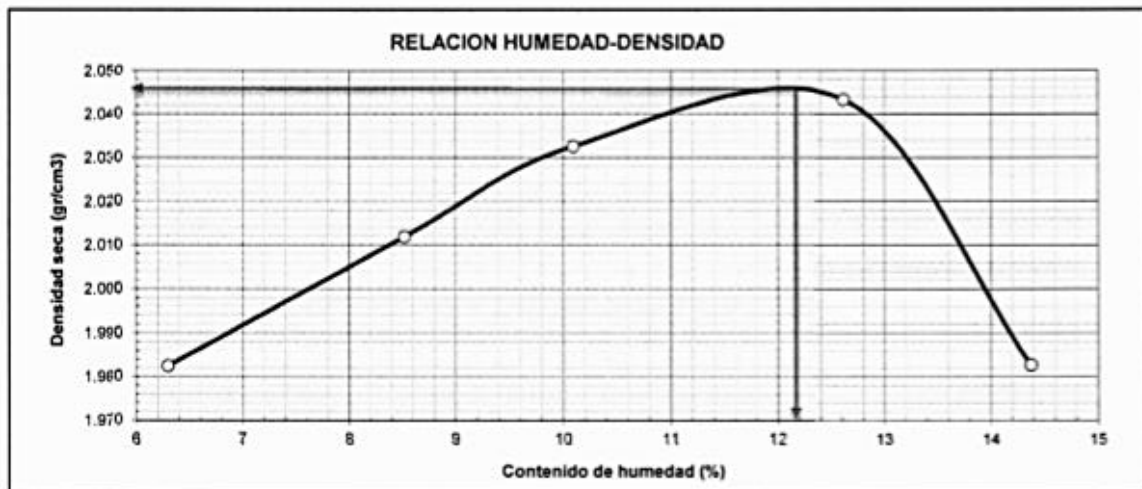
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)





ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO			
<b>TESIS:</b>	ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL VECINAL AN-873 - 0+000 AL 2+400 KM CON CLORURO DE SODIO PROVENIENTE DEL AGUA DE MAR, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH - 2019	<b>REGISTRO:</b>	TS-CBR-01
<b>SOLICITA:</b>	VERY LORENA ALDAR LUNA ENRIQUEZ - BREINER ROBERTO YZAGUIREE CABALLERO	<b>PAGINA:</b>	01 de 03
<b>UBICACIÓN:</b>	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa		
<b>NIVEL:</b>	Sub-Rasante	<b>CLASF. (SUCS):</b>	ML
<b>CALICATA:</b>	C-02 (M-01)	<b>CLASF. (AASHTO):</b>	A-4 (3)
			<b>FECHA:</b> 16/04/2019

Peso suelo + molde	gr	10699.00	10858.00	10972.00	11105.00	11035.00
Peso molde	gr	6284.00	6284.00	6284.00	6284.00	6284.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4415.00	4574.00	4688.00	4821.00	4751.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2095.02	2095.02	2095.02	2095.02	2095.02
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.11	2.18	2.24	2.30	2.27
Recipiente N°		12	15	7	9	2
Peso del suelo húmedo+tara	gr	51.10	51.50	45.60	57.40	57.40
Peso del suelo seco + tara	gr	49.40	49.20	43.40	53.30	52.80
Tara	gr	22.40	22.20	21.60	20.80	20.80
Peso de agua	gr	1.70	2.30	2.20	4.10	4.60
Peso del suelo seco	gr	27.00	27.00	21.80	32.50	32.00
Contenido de agua	%	6.30	8.52	10.09	12.62	14.38
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.983	2.012	2.033	2.043	1.983
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						<b>2.046</b>
Humedad óptima (%)						<b>12.10</b>



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
 CIP 216087 Jefe de Laboratorio



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)			
ASTM D-1883			
TESIS:	ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL VECINAL AN-873 - 0+000 AL 2+400 KM CON CLORURO DE SODIO PROVENIENTE DEL AGUA DE MAR, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH - 2019	REGISTRO:	TS-CBR-01
SOLICITA:	VERY LORENA ALDAR LUNA ENRIQUEZ - BREINER ROBERTO YZAGUIREE CABALLERO	PAGINA:	02 de 03
UBICACIÓN:	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa		
NIVEL:	Sub-Rasante	CLASF. (SUCS):	ML
CALICATA:	C-02 (M-01)	DE: 0.00 a 1.50 m.	CLASF. (AASHTO): A-4 (3)
			FECHA: 16/04/2019

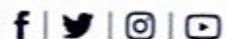
COMPACTACION						
Molde Nº	1		2		3	
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9475.00	9543.00	9343.00	9451.90	11995.00	12155.00
Peso de molde (g)	4180.00	4180.00	4386.00	4386.00	7611.00	7611.00
Peso del suelo húmedo (g)	5295.00	5363.00	4957.00	5065.90	4384.00	4544.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2309.00	2334.40	2303.00	2347.68	2118.59	2164.35
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.293	2.297	2.152	2.158	2.069	2.099
Tara (Nº)	11		6		9	
Peso suelo húmedo + tara (g)	204.50	5363.00	185.40	5065.90	198.30	4544.00
Peso suelo seco + tara (g)	184.80	4724.06	167.60	4422.57	179.10	3910.85
Peso de tara (g)	21.80	0.00	20.30	0.00	20.40	0.00
Peso de agua (g)	19.70	638.94	17.80	643.33	19.20	633.15
Peso de suelo seco (g)	163.00	4724.06	147.30	4422.57	158.70	3910.85
Contenido de humedad (%)	12.09	13.53	12.08	14.55	12.10	16.19
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.046	2.024	1.920	1.884	1.846	1.807

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/04/2019	16:40	00 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
17/04/2019	16:40	24 Hrs	0.0050	0.127	0.10	0.0090	0.229	0.18	0.0120	0.305	0.24
18/04/2019	16:40	48 Hrs	0.0250	0.635	0.50	0.0420	1.067	0.84	0.0640	1.626	1.28
19/04/2019	16:40	72 Hrs	0.0550	1.397	1.10	0.0970	2.464	1.94	0.1080	2.743	2.16

PENETRACION												
PENETRACION Pulgadas	CARGA STAND. Lb/pulg <sup>2</sup>	MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 03				
		CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION		
		lb	lb	%	lb	lb	%	lb	lb	%		
0.000		0			0			0				
0.025		71			37			20				
0.050		134			56			24				
0.075		249			65			30				
0.100	1000	394	468	15.5	97	133	4.4	34	40	1.3		
0.125		574			180			42				
0.150		776			230			61				
0.175		969			287			82				
0.200	1500	1148	1083	23.9	328	320	7.1	101	99	2.2		
0.250		1519			421			146				
0.300		1795			562			180				
0.400		2425			692			238				
0.500		3530			936			328				

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 716067 Jefe de Laboratorio



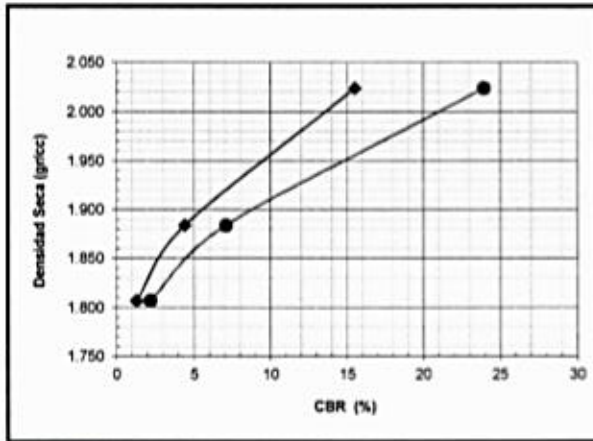
ucv.edu.pe



RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

ASTM D-1883

TESIS:	ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL VECINAL AN-873 - 0+000 AL 2+400 KM CON CLORURO DE SODIO PROVENIENTE DEL AGUA DE MAR, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH - 2019	REGISTRO:	TS-CBR-01
SOLICITA:	VERY LORENA ALDAR LUNA ENRIQUEZ - BREINER ROBERTO YZAGUIREE CABALLERO	PAGINA:	03 de 03
UBICACIÓN:	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa		
NIVEL:	Sub-Rasante	CLASF. (SUCS):	ML
CALICATA:	C-02 (M-01)	DE: 0.00 a 1.50 m.	CLASF. (AASHTO): A-4 (3)
			FECHA: 16/04/2019

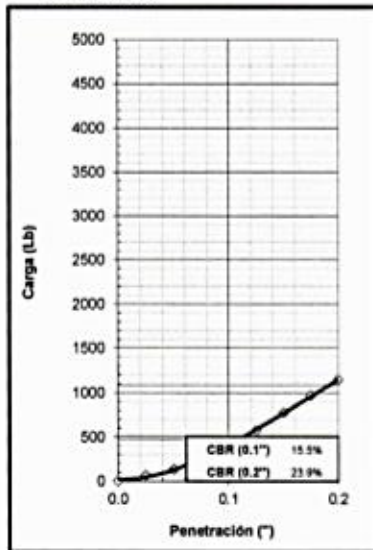


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) : 2.046  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12.10

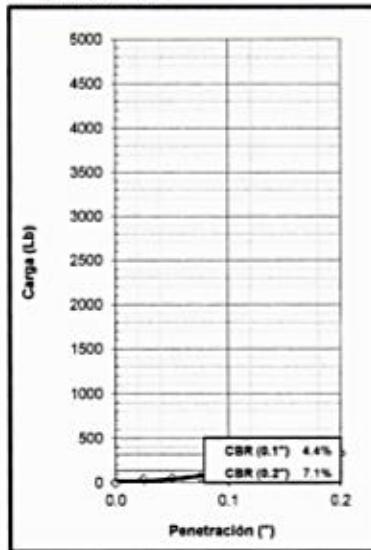
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 17.92	0.2": 27.61
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 8.29	0.2": 13.05

OBSERVACIONES:

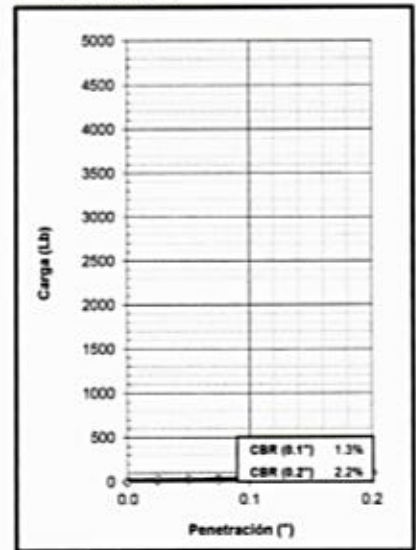
EC = 55 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Víctor Herrera Lázaro  
CIP 216007 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe

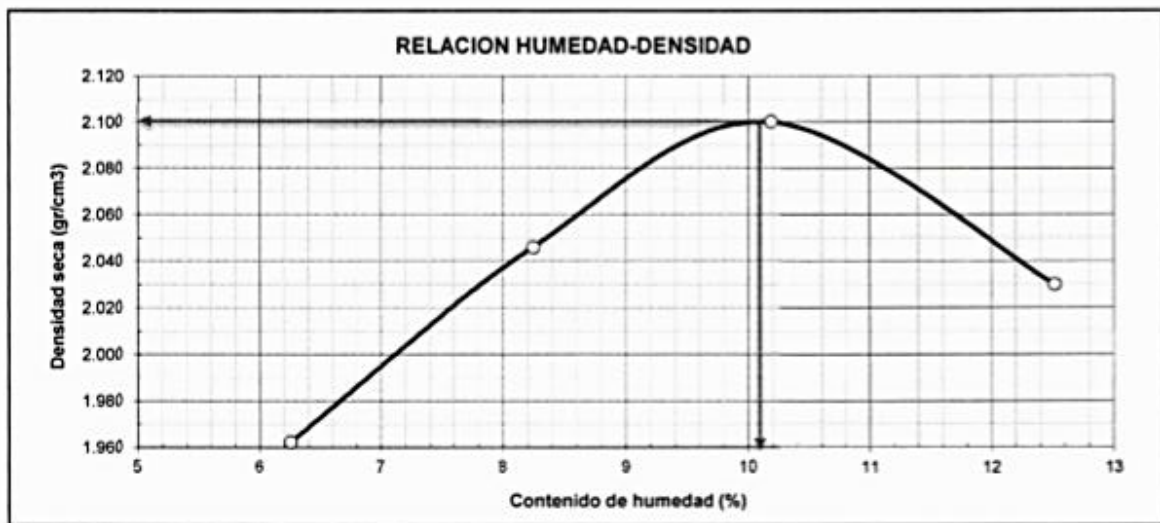




ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

<b>TESIS:</b>	ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL VECINAL AN-873 - 0+000 AL 2+400 KM CON CLORURO DE SODIO PROVENIENTE DEL AGUA DE MAR, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH -	<b>REGISTRO:</b>	TS-CBR-02
<b>SOLICITA:</b>	VERY LORENA ALDAR LUNA ENRIQUEZ - BREINER ROBERTO YZAGUIREE CABALLERO	<b>PAGINA:</b>	01 de 03
<b>UBICACIÓN:</b>	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa		
<b>NIVEL:</b>	Sub-Rasante		
<b>MATERIAL:</b>	Adición 5% de Cloruro de Sodio	<b>FECHA:</b>	16/04/2019

Peso suelo + molde	gr	7405.00	7678.00	7887.00	7824.00	
Peso molde	gr	3017.00	3017.00	3017.00	3017.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4388.00	4661.00	4870.00	4807.00	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2104.53	2104.53	2104.53	2104.53	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.09	2.21	2.31	2.28	
Recipiente N°		2	6	14	5	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	215.40	196.30	223.30	254.50	
Peso del suelo seco + tara	gr	204.00	183.00	204.60	228.60	
Tara	gr	21.70	21.70	21.00	21.70	
Peso de agua	gr	11.40	13.30	18.70	25.90	
Peso del suelo seco	gr	182.30	161.30	183.60	206.90	
Contenido de agua	%	6.25	8.25	10.19	12.52	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.962	2.046	2.100	2.030	
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						<b>2.100</b>
Humedad óptima (%)						<b>10.10</b>



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

  
**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
 C.P. 216887  
 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe



**RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)**

ASTM D-1883

<b>TESIS:</b>	ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL VECINAL AN-873 - 0+000 AL 2+400 KM CON CLORURO DE SODIO PROVENIENTE DEL AGUA DE MAR, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH - 2019	<b>REGISTRO:</b>	TS-CBR-02
<b>SOLICITA:</b>	VERY LORENA ALDAR LUNA ENRIQUEZ - BREINER ROBERTO YZAGUIREE CABALLERO	<b>PAGINA:</b>	02 de 03
<b>UBICACIÓN:</b>	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa		
<b>NIVEL:</b>	Sub-Rasante		
<b>MATERIAL:</b>	Adición 5% de Cloruro de Sodio	<b>FECHA:</b>	16/04/2019

**COMPACTACION**

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Capas N°	55		26		12	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9519.00	9570.00	9281.00	9442.00	9079.00	9267.00
Peso de molde (g)	4180.00	4180.00	4386.00	4386.00	4473.00	4473.00
Peso del suelo húmedo (g)	5339.00	5390.00	4895.00	5056.00	4606.00	4794.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2309.00	2325.62	2303.00	2326.58	2294.00	2329.51
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.312	2.318	2.125	2.173	2.008	2.058
Tara (N°)	14		8		5	
Peso suelo húmedo + tara (g)	198.30	5390.00	202.30	5056.00	215.80	4794.00
Peso suelo seco + tara (g)	182.10	4849.24	185.60	4445.60	198.20	4183.56
Peso de tara (g)	21.70	0.00	20.40	0.00	23.90	0.00
Peso de agua (g)	16.20	540.76	16.70	610.40	17.60	610.44
Peso de suelo seco (g)	160.40	4849.24	165.20	4445.60	174.30	4183.56
Contenido de humedad (%)	10.10	11.15	10.11	13.73	10.10	14.59
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.100	2.085	1.930	1.911	1.824	1.796

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/04/2019	15:25	00 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
17/04/2019	15:25	24 Hrs	0.0030	0.075	0.06	0.0037	0.094	0.07	0.0043	0.109	0.09
18/04/2019	15:25	48 Hrs	0.0180	0.457	0.36	0.0260	0.660	0.52	0.0312	0.792	0.62
19/04/2019	15:25	72 Hrs	0.0360	0.914	0.72	0.0512	1.300	1.02	0.0774	1.966	1.55

**PENETRACION**

PENETRACION Pulgadas	CARGA STAND. Lb/pulg <sup>2</sup>	MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION	
			lb	lb		%	lb		lb	%
0.000		0			0			0		
0.025		300			220			132		
0.050		328			260			172		
0.075		444			326			227		
0.100	1000	574	560	18.6	411	414	13.7	289	323	10.7
0.125		640			488			347		
0.150		761			504			451		
0.175		841			646			530		
0.200	1500	993	980	21.7	680	671	14.8	544	522	11.5
0.250		1184			767			596		
0.300		1357			834			608		
0.400		1564			997			660		
0.500		1769			1083			687		

**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
 CIP 7160 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



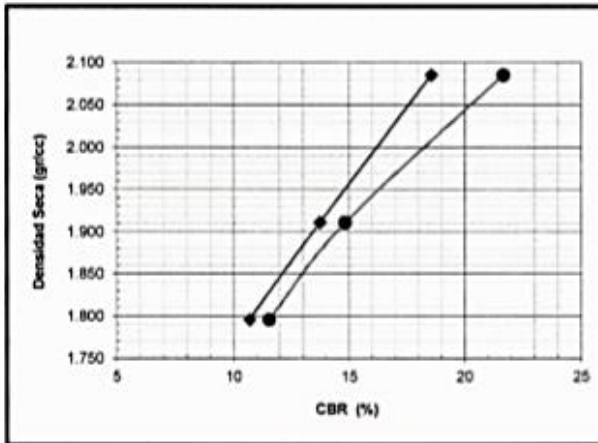
ucv.edu.pe



RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

ASTM D-1883

TESIS:	ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL VECINAL AN-873 - 0+000 AL 2+400 KM CON CLORURO DE SODIO PROVENIENTE DEL AGUA DE MAR, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH - 2019	REGISTRO:	TS-CBR-02
SOLICITA:	VERY LORENA ALDAR LUNA ENRIQUEZ - BREINER ROBERTO YZAGUIREE CABALLERO	PAGINA:	03 de 03
UBICACIÓN:	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa		
NIVEL:	Sub-Rasante		
MATERIAL:	Adición 5% de Cloruro de Sodio	FECHA:	16/04/2019

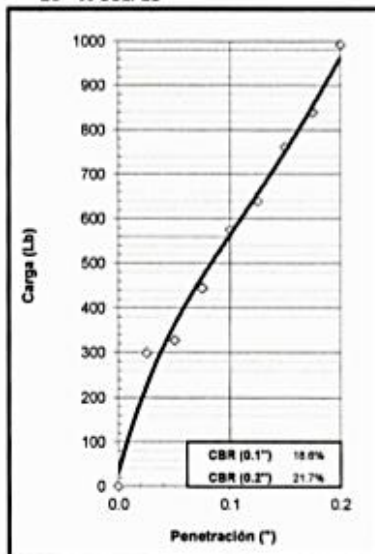


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>) : 2.100  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10.10

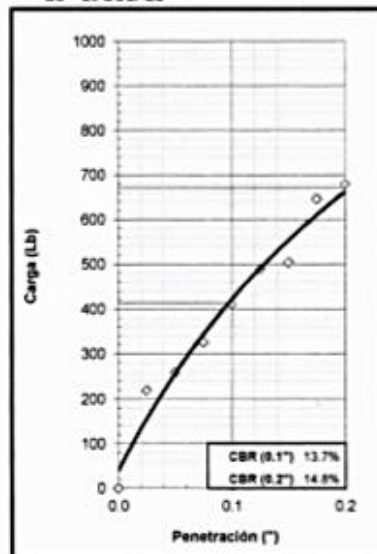
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	19.01	0.2"	22.95
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	16.06	0.2"	17.67

OBSERVACIONES:

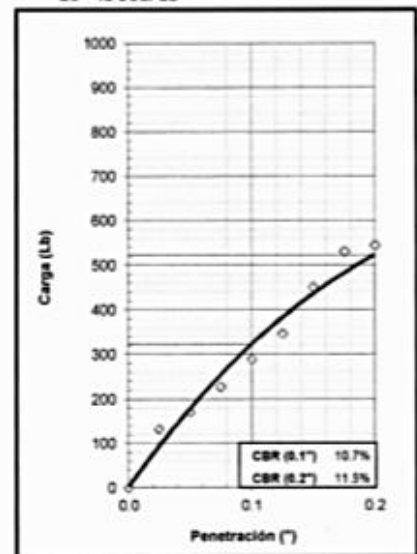
EC = 66 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Ing. Víctor Herrera Lazaro  
 CIP 219037 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe

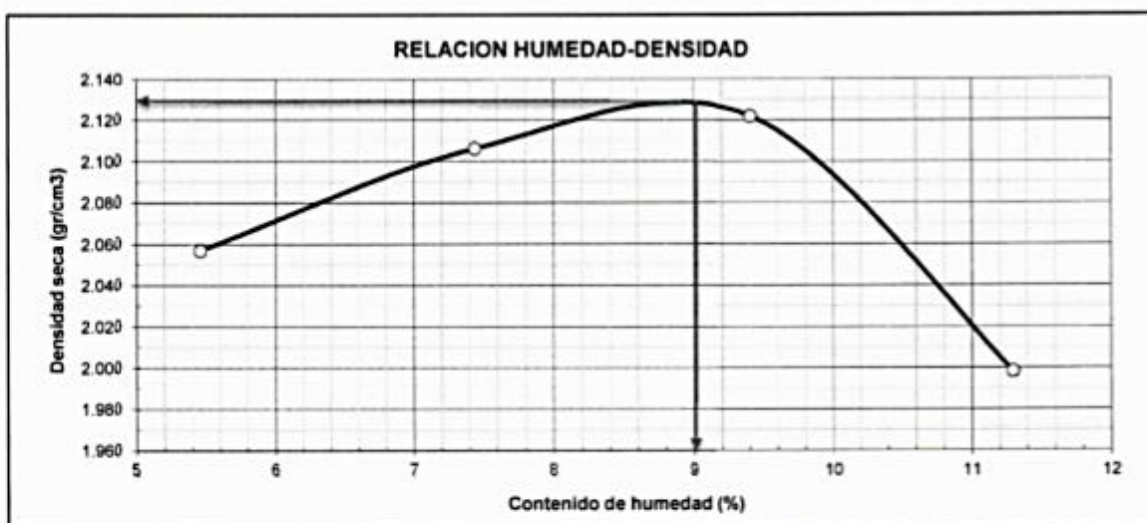




**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO**

<b>TESIS:</b>	ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL VECINAL AN-873 - 0+000 AL 2+400 KM CON CLORURO PROVENIENTE DEL AGUA DE MAR, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH - 2019	<b>REGISTRO:</b>	TS-CBR-03
<b>SOLICITA:</b>	VERY LORENA ALDAR LUNA ENRIQUEZ - BREINER ROBERTO YZAGUIREE CABALLERO	<b>PAGINA:</b>	01 de 03
<b>UBICACIÓN:</b>	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa		
<b>NIVEL:</b>	Sub-Rasante		
<b>MATERIAL:</b>	Adición de 7% de Cloruro de Sodio	<b>FECHA:</b>	16/04/2019

Peso suelo + molde	gr	7582.00	7779.00	7903.00	7698.00	
Peso molde	gr	3017.00	3017.00	3017.00	3017.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4565.00	4762.00	4886.00	4681.00	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2104.53	2104.53	2104.53	2104.53	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.17	2.26	2.32	2.22	
Recipiente N°		9	12	5	3	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	50.80	60.80	56.80	61.30	
Peso del suelo seco + tara	gr	49.30	58.10	53.80	57.30	
Tara	gr	21.80	21.80	21.90	21.90	
Peso de agua	gr	1.50	2.70	3.00	4.00	
Peso del suelo seco	gr	27.50	36.30	31.90	35.40	
Contenido de agua	%	5.45	7.44	9.40	11.30	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.057	2.106	2.122	1.998	
					Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>2.130</b>
					Humedad óptima (%)	<b>9.00</b>



**Ing. Víctor Herrera Lazaro**  
 CIP 216067 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

**RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)**
**ASTM D-1883**

<b>TESIS:</b>	ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL VECINAL AN-873 - 0+000 AL 2+400 KM CON CLORURO DE SODIO PROVENIENTE DEL AGUA DE MAR, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH - 2019	<b>REGISTRO:</b> TS-CBR-03 <b>PAGINA:</b> 02 de 03
<b>SOLICITA:</b>	VERY LORENA ALDAR LUNA ENRIQUEZ - BREINER ROBERTO YZAGUIREE CABALLERO	
<b>UBICACIÓN:</b>	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa	
<b>NIVEL:</b>	Sub-Rasante	
<b>MATERIAL:</b>	Adición de 7% de Cloruro de Sodio	<b>FECHA:</b> 16/04/2019

**COMPACTACION**

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Capas N°	55		26		12	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9540.00	9738.00	9545.00	9802.90	9285.50	9619.00
Peso de molde (g)	4180.00	4180.00	4386.00	4386.00	4473.00	4473.00
Peso del suelo húmedo (g)	5360.00	5558.00	5159.00	5416.90	4812.50	5146.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2309.00	2322.39	2303.00	2320.50	2294.00	2333.18
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.321	2.393	2.240	2.334	2.098	2.206
Tara (N°)	5		23		18	
Peso suelo húmedo + tara (g)	186.90	5558.00	205.60	5416.90	215.40	5146.00
Peso suelo seco + tara (g)	173.30	4917.40	190.40	4732.59	199.30	4415.57
Peso de tara (g)	22.20	0.00	21.70	0.00	20.20	0.00
Peso de agua (g)	13.60	640.60	15.20	684.31	16.10	730.43
Peso de suelo seco (g)	151.10	4917.40	168.70	4732.59	179.10	4415.57
Contenido de humedad (%)	9.00	13.03	9.01	14.46	8.99	16.54
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.130	2.117	2.055	2.039	1.925	1.893

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/04/2019	15:25	00 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
17/04/2019	15:25	24 Hrs	0.0038	0.097	0.08	0.0051	0.130	0.10	0.0082	0.208	0.16
18/04/2019	15:25	48 Hrs	0.0110	0.279	0.22	0.0178	0.452	0.36	0.0352	0.894	0.70
19/04/2019	15:25	72 Hrs	0.0290	0.737	0.58	0.0380	0.965	0.76	0.0854	2.169	1.71

**PENETRACION**

PENETRACION Pulgadas	CARGA STAND. Lb/pulg <sup>2</sup>	MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION	
			lb	lb		%	lb		lb	%
0.000		0			0			0		
0.025		130			73			36		
0.050		234			126			49		
0.075		400			203			62		
0.100	1000	630	598	19.8	281	275	9.1	78	73	2.4
0.125		716			359			89		
0.150		870			420			102		
0.175		1106			490			115		
0.200	1500	1276	1221	27.0	585	572	12.6	135	145	3.2
0.250		1519			680			187		
0.300		1795			884			232		
0.400		2115			1085			280		
0.500		2399			1232			337		



**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
CIP 716007 Jefe de Laboratorio



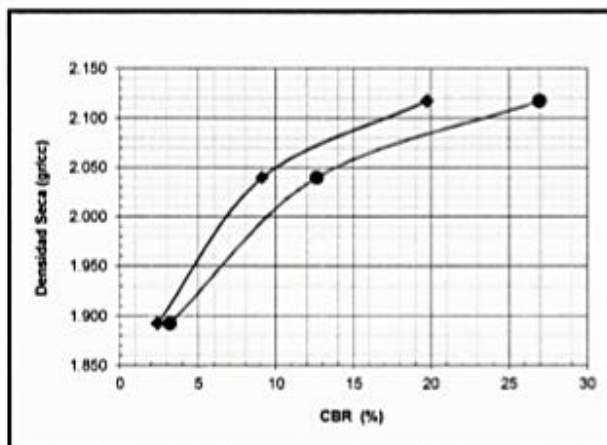
Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

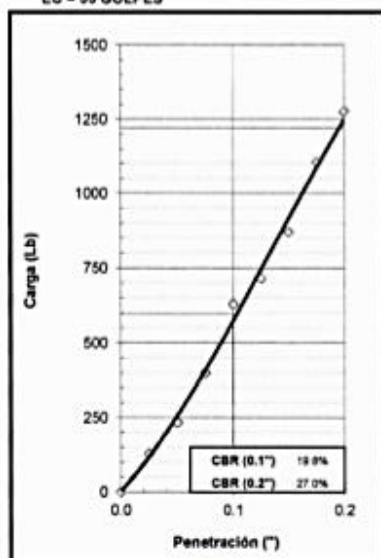
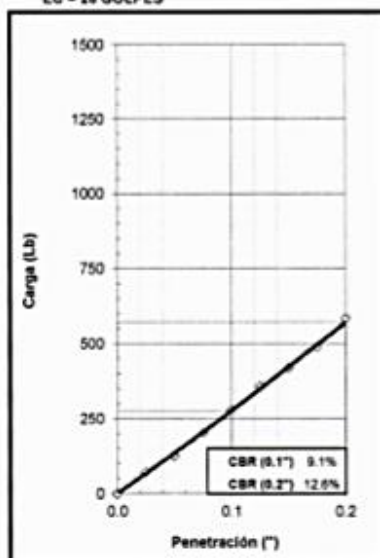
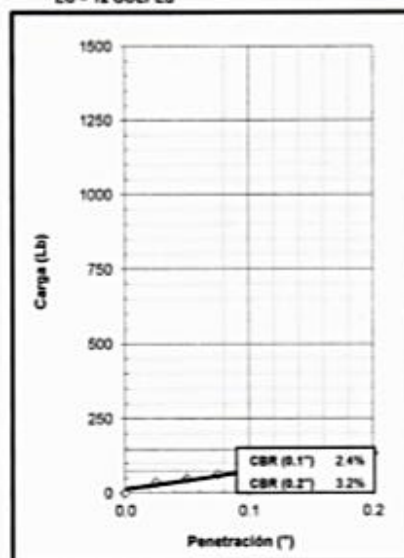
**RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)**
**ASTM D-1883**

<b>TESIS:</b>	ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL VECINAL AN-873 - 0+000 AL 2+400 KM CON CLORURO DE SODIO PROVENIENTE DEL AGUA DE MAR, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH - 2019	<b>REGISTRO:</b> TS-CBR-03
<b>SOLICITA:</b>	VERY LORENA ALDAR LUNA ENRIQUEZ - BREINER ROBERTO YZAGUIREE CABALLERO	<b>PAGINA:</b> 03 de 03
<b>UBICACIÓN:</b>	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa	
<b>NIVEL:</b>	Sub-Rasante	
<b>MATERIAL:</b>	Adición de 7% de Cloruro de Sodio	<b>FECHA:</b> 16/04/2019



**METODO DE COMPACTACION :** ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) :** 2.130  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :** 9.00

CBR AL 100% DE M.O.S. (%)	0.1": 21.96	0.2": 29.92
CBR AL 95% DE M.O.S. (%)	0.1": 7.55	0.2": 10.50

**OBSERVACIONES:**
**EC = 88 GOLPES**

**EC = 26 GOLPES**

**EC = 12 GOLPES**



**Eng. Victor Herrera Lazaro**  
 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.


[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



# **ANEXO N° 03**

## **NORMAS**

## **TÉCNICAS**



**MTC E 107****ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO****1.0 OBJETO**

1.1 Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo.

**2.0 FINALIDAD Y ALCANCE**

2.1 Este Modo Operativo describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (Nº 200).

2.2 Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

**3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS**

3.1 ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.

**4.0 EQUIPOS Y MATERIALES****4.1 EQUIPOS**

4.1.1 Dos balanzas. Una con sensibilidad de 0,01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,760 mm (Nº 4). Otra con sensibilidad de 0,1% del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).

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

**4.2 MATERIALES**

4.2.2 Tamices de malla cuadrada. Incluyen los siguientes:

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 10	2,000
Nº 20	0,840
Nº 40	0,425
Nº 60	0,260
Nº 140	0,106
Nº 200	0,075

Se puede usar, como alternativa, una serie de tamices que, al dibujar la gradación, dé una separación uniforme entre los puntos del gráfico; esta serie estará integrada por los siguientes tamices de malla cuadrada:

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
1 1/2"	38,100
3/4"	19,000
3/8"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 8	2,360
Nº 16	1,100
Nº 30	0,590
Nº 50	0,297
Nº 100	0,149
Nº 200	0,075





4.2.3 Envases. Adecuados para el manejo y secado de las muestras.

4.2.4 Cepillo y brocha. Para limpiar las mallas de los tamices.

## 5.0 MUESTRA

5.1 Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices se puede efectuar sin previo lavado.

5.2 Prepárese una muestra para el ensayo como se describe en la preparación de muestras para análisis granulométrico (MTC E 106), la cual estará constituida por dos fracciones: una retenida sobre el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) y otra que pasa dicho tamiz. Ambas fracciones se ensayaran por separado.

5.3 El peso del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, como se indica en el modo operativo MTC E 106, será suficiente para las cantidades requeridas para el análisis mecánico, como sigue:

5.3.1 Para la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) el peso dependerá del tamaño máximo de las partículas de acuerdo con la Tabla 1:

Tabla 1

Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (g)
9,5 (3/8")	500
19,6 (3/4")	1000
25,7 (1")	2000
37,5 (1 1/2")	3000
50,0 (2")	4000
75,0 (3")	5000

5.3.2 El tamaño de la porción que pasa tamiz de 4,760 mm (Nº 4) será aproximadamente de 115 g para suelos arenosos y de 65 g para suelos arcillosos y limosos.

5.4 En el modo operativo MTC E 106 se dan indicaciones para la pesada del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, así como para la separación del suelo sobre el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) por medio del tamizado en seco, y para el lavado y pesado de las fracciones lavadas y secadas retenidas en dicho tamiz. De estos dos pesos, los porcentajes, retenido y que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), pueden calcularse de acuerdo con el numeral 4.1.1.

5.4.1 Se puede tener una comprobación de los pesos, así como de la completa pulverización de los terrones, pesando la porción de muestra que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) y agregándole este valor al peso de la porción de muestra lavada y secada en el horno, retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).

## 6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 ANÁLISIS POR MEDIO DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ DE 4,760 mm (Nº 4).

6.1.1 Sepárese la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) en una serie de fracciones usando los tamices de:





TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
⅜"	9,500
Nº 4	4,760

O los que sean necesarios dependiendo del tipo de muestra, o de las especificaciones para el material que se ensaya.

- 6.1.2 En la operación de tamizado manual se mueve el tamiz o tamices de un lado a otro y recorriendo circunferencias de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre la malla. Debe comprobarse al desmontar los tamices que la operación está terminada; esto se sabe cuándo no pasa más del 1 % de la parte retenida al tamizar durante un minuto, operando cada tamiz individualmente. Si quedan partículas apresadas en la malla, deben separarse con un pincel o cepillo y reunir las con lo retenido en el tamiz.

Cuando se utilice una tamizadora mecánica, se pondrá a funcionar por diez minutos aproximadamente, el resultado se puede verificar usando el método manual.

- 6.1.3 Se determina el peso de cada fracción en una balanza con una sensibilidad de 0,1 %. La suma de los pesos de todas las fracciones y el peso, inicial de la muestra no debe diferir en más de 1 %.

## 6.2 ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA FRACCION FINA

- 6.2.1 El análisis granulométrico de la fracción que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), se hará por tamizado y/o sedimentación según las características de la muestra y según la información requerida.

- 6.2.2 Los materiales arenosos que contengan muy poco limo y arcilla, cuyos terrones en estado seco se desintegren con facilidad, se podrán tamizar en seco.

- 6.2.3 Los materiales limo-arcillosos, cuyos terrones en estado seco no rompan con facilidad, se procesarán por la vía húmeda.

- 6.2.4 Si se requiere la curva granulométrica completa incluyendo la fracción de tamaño menor que el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), la gradación de ésta se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios. Ver Modo Operativo MTC E 109-2009.

- 6.2.5 Se puede utilizar procedimientos simplificados para la determinación del contenido de partículas menores de un cierto tamaño, según se requiera.

- 6.2.6 La fracción de tamaño mayor que el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), se analizará por tamizado en seco, lavando la muestra previamente sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200).

- 6.2.7 Procedimiento para el análisis granulométrico por lavado sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200).

- 6.2.8 Se separan mediante cuarteo, 115 g para suelos arenosos y 65 g para suelos arcillosos y limosos, pesándolos con exactitud de 0,01 g.

- 6.2.9 Humedad higroscópica. Se pesa una porción de 10 a 15 g de los cuarteos anteriores y se seca en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C. Se pesan de nuevo y se anotan los pesos.

- 6.2.10 Se coloca la muestra en un recipiente apropiado, cubriéndola con agua y se deja en remojo hasta que todos los terrones se ablanden.

- 6.2.11 Se lava a continuación la muestra sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), con abundante agua, evitando frotarla contra el tamiz y teniendo mucho cuidado de que no se pierda ninguna partícula de las retenidas en él.



6.2.12 Se recoge lo retenido en un recipiente, se seca en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C y se pesa.

6.2.13 Se tamiza en seco siguiendo el procedimiento indicado en las secciones [6.1.2](#) y [6.1.3](#).

## 7.0 CALCULOS E INFORME

### 7.1 CALCULOS

7.1.1 Valores de análisis de tamizado para la porción retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4):

7.1.1.1 Se calcula el porcentaje que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), dividiendo el peso que pasa dicho tamiz por el del suelo originalmente tomado y se multiplica el resultado por 100. Para obtener el peso de la porción retenida en el mismo tamiz, réstese del peso original, el peso del pasante por el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).

7.1.1.2 Para comprobar el material que pasa por el tamiz de 9,52 mm (3/8"), se agrega al peso total del suelo que pasa por el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), el peso de la fracción que pasa el tamiz de 9,52 mm (3/8") y que queda retenida en el de 4,760 mm (Nº 4). Para los demás tamices continúese el cálculo de la misma manera.

7.1.1.3 Para determinar el porcentaje total que pasa por cada tamiz, se divide el peso total que pasa entre el peso total de la muestra y se multiplica el resultado por 100.

7.1.2 Valores del análisis por tamizado para la porción que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4):

7.1.2.1 Se calcula el porcentaje de material que pasa por el tamiz de 0,074 mm (Nº 200) de la siguiente forma:

$$\% \text{ Pasa } 0,074 = \frac{\text{Peso Total} - \text{Peso Retenido en el Tamiz de } 0,074}{\text{Peso Total}} \times 100$$

7.1.2.2 Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz en la siguiente forma:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso Retenido en el Tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

7.1.2.3 Se calcula el porcentaje más fino. Restando en forma acumulativa de 100 % los porcentajes retenidos sobre cada tamiz.

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

7.1.2.4 Porcentaje de humedad higroscópica. La humedad higroscópica como la pérdida de peso de una muestra secada al aire cuando se seca posteriormente al horno, expresada como un porcentaje del peso de la muestra secada al horno. Se determina de la manera siguiente:

$$\% \text{ Humedad Higroscópica} = \frac{W - W_1}{W_1} \times 100$$

Donde:

W = Peso de suelo secado al aire  
W<sub>1</sub> = Peso de suelo secado en el horno

### 7.2 INFORME

7.2.1 El informe deberá incluir lo siguiente:

- El tamaño máximo de las partículas contenidas en la muestra.
- Los porcentajes retenidos y los que pasan, para cada uno de los tamices utilizados.
- Toda información que se juzgue de interés.

Los resultados se presentarán: (1) en forma tabulada, o (2) en forma gráfica, siendo esta última forma la indicada cada vez que el análisis comprende un ensayo completo de sedimentación.







Las pequeñas diferencias resultantes en el empuje de las curvas obtenidas por tamizado y por sedimentación, respectivamente, se corregirán en forma gráfica.

7.2.2 Los siguientes errores posibles producirán determinaciones imprecisas en un análisis granulométrico por tamizado.

- a) Aglomeraciones de partículas que no han sido completamente disgregadas. Si el material contiene partículas finas plásticas, la muestra debe ser disgregada antes del tamizado.
- b) Tamices sobrecargados. Este es el error más común y más serio asociado con el análisis por tamizado y tenderá a indicar que el material ensayado es más grueso de lo que en realidad es. Para evitar eso, las muestras muy grandes deben ser tamizadas en varias porciones y las porciones retenidas en cada tamiz se juntarán luego para realizar la pesada.
- c) Los tamices han sido agitados por un período demasiado corto o con movimientos horizontales o rotacionales inadecuados. Los tamices deben agitarse de manera que las partículas sean expuestas a las aberturas del tamiz con varias orientaciones y así tengan mayor oportunidad de pasar a través de él.
- d) La malla de los tamices está rota o deformada; los tamices deben ser frecuentemente inspeccionados para asegurar que no tienen aberturas más grandes que la especificada.
- e) Pérdidas de material al sacar el retenido de cada tamiz.
- f) Errores en las pesadas y en los cálculos.





## MTC E 108

### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

#### 1.0 OBJETO

- 1.1 Establecer el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

#### 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.
- 2.2 Este Modo Operativo determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a  $110 \pm 5$  °C\*. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua.

**Nota 1.** (\*) El secado en horno siguiendo en método (a  $110$  °C) no da resultados confiables cuando el suelo contiene yeso u otros minerales que contienen gran cantidad de agua de hidratación o cuando el suelos contiene cantidades significativas de material orgánico. Se pueden obtener valores confiables del contenido de humedad para los suelos, secándose en un horno a una temperatura de  $60$  °C o en un desecador a temperatura ambiente.

#### 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock.

#### 4.0 EQUIPOS y MATERIALES

##### 4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Horno de secado.- Horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno del tipo tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5$  °C.

- 4.1.2 Balanzas.- De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones:

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

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

##### 4.2 MATERIALES

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

**Nota 2.** Los recipientes y sus tapas deben ser herméticos a fin de evitar pérdida de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para prevenir la absorción de humedad de la atmósfera después del secado y antes de la pesada final. Se usa un recipiente para cada determinación.

- 4.2.2 Desecador (opcional).- Un desecador de tamaño apropiado que contenga sílica gel o fosfato de calcio anhidro. Es preferible usar un desecante cuyos cambios de color indiquen la necesidad de su restitución (Ver [Sección 6.3.5](#) del presente ensayo).

**Nota 3.** El sulfato de calcio anhidro se vende bajo el nombre comercial Drier hite.

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

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



## 5.0 MUESTRA

- 5.1 Las muestras serán preservadas y transportadas de acuerdo a la Norma ASTM D 4220-89 (Practices for Preserving and Transporting Soil Sample), Grupos de suelos B, C ó D. Las muestras que se almacenen antes de ser ensayadas se mantendrán en contenedores herméticos no corrosibles a una temperatura entre aproximadamente 3 y 30 °C y en un área que prevenga el contacto directo con la luz solar. Las muestras alteradas se almacenarán en recipientes de tal manera que se prevenga ó minimice la condensación de humedad en el interior del contenedor.
- 5.2 La determinación del contenido de humedad se realizará tan pronto como sea posible después del muestreo, especialmente si se utilizan contenedores corrosibles: (tales como: tubos de acero de pared delgada, latas de pintura, etc.) ó bolsas plásticas.

## 6.0 PROCEDIMIENTO

### 6.1 ESPECIMEN DEL ENSAYO

- 6.1.1 Para los contenidos de humedad que se determinan en conjunción con algún otro método ASTM, se empleará la cantidad especificada en dicho método si alguna fuera proporcionada.
- 6.1.2 La cantidad mínima de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total, si no se toma la muestra total, será de acuerdo a lo siguiente:

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

**Nota.-** \* Se usará no menos de 20 g para que sea representativa.

Si se usa toda la muestra, ésta no tiene que cumplir los requisitos mínimos dados en la tabla anterior. En el reporte se indicará que se usó la muestra completa.

- 6.1.3 El uso de un espécimen de ensayo menor que el mínimo indicado en 6.1.2 requiere discreción aunque pudiera ser adecuado para los propósitos del ensayo. En el reporte de resultados deberá anotarse algún espécimen usado que no haya cumplido con estos requisitos.
- 6.1.4 Cuando se trabaje con una muestra pequeña (menos de 200 g) que contenga partículas de grava relativamente grandes no es apropiado incluirlas en la muestra de ensayo. Sin embargo en el reporte de resultados se mencionará y anotará el material descartado.
- 6.1.5 Para aquellas muestras que consistan íntegramente de roca intacta, el espécimen mínimo tendrá un peso de 500 g. Porciones de muestra representativas pueden partirse en partículas más pequeñas, dependiendo del tamaño de la muestra, del contenedor y la balanza utilizada y para facilitar el secado a peso constante.
- 6.2 SELECCION DEL ESPECIMEN DE ENSAYO
- 6.2.1 Cuando el espécimen de ensayo es una porción de una mayor cantidad de material, el espécimen seleccionado será representativo de la condición de humedad de la cantidad total de material. La forma en que se seleccione el espécimen de ensayo depende del propósito y aplicación del ensayo, el tipo de material que se ensaya, la condición de humedad, y el tipo de muestra (de otro ensayo, en bolsa, en bloque, y las demás).





- 6.2.2 Para muestras alteradas tales como las desbastadas, en bolsa, y otras, el espécimen de ensayo se obtiene por uno de los siguientes métodos (listados en orden de preferencia):
- Si el material puede ser manipulado sin pérdida significativa de humedad, el material debe mezclarse y luego reducirse al tamaño requerido por cuarteo o por división.
  - Si el material no puede ser mezclado y/o dividido, deberá formarse una pila de material, mezclándolo tanto como sea posible. Tomar por lo menos cinco porciones de material en ubicaciones aleatorias usando un tubo de muestreo, lampa, cuchara, frotacho ó alguna herramienta similar apropiada para el tamaño de partícula máxima presente en el material. Todas las porciones se combinarán para formar el espécimen de ensayo.
  - Si no es posible apilar el material, se tomarán tantas porciones como sea posible en ubicaciones aleatorias que representarán mejor la condición de humedad. Todas las porciones se combinarán para formar el espécimen de ensayo.
- 6.2.3 En muestras intactas tales como: bloques, tubos, muestreadores divididos y otros, el espécimen de ensayo se obtendrá por uno de los siguientes métodos dependiendo del propósito y potencial uso de la muestra.
- Se desbastará cuidadosamente por lo menos 3 mm de material de la superficie exterior de la muestra para ver si el material está estratificado y para remover el material que esté más seco o más húmedo que la porción principal de la muestra. Luego se desbastará por lo menos 5 mm., o un espesor igual al tamaño máximo de partícula presente, de toda la superficie expuesta o del intervalo que esté siendo ensayado.
  - Se cortará la muestra por la mitad. Si el material está estratificado se procederá de acuerdo a lo indicado en 6.2.3.c. Luego se desbastará cuidadosamente por lo menos 5 mm, o un espesor igual del tamaño máximo de partícula presente, de la superficie expuesta de una mitad o el intervalo ensayado. Deberá evitarse el material de los bordes que pueda encontrarse más húmedo o más seco que la porción principal de la muestra.

**Nota 4.** El cambio de humedad en suelos sin cohesión puede requerir que se muestre la sección completa. Si el material está estratificado (o se encuentra más de un tipo de material), se seleccionará un espécimen promedio, o especímenes individuales, o ambos. Los especímenes deben ser identificados apropiadamente en formatos, en cuanto a su ubicación, o lo que ellos representen.

### 6.3 PROCEDIMIENTO

- 6.3.1 Determinar y registrar la masa de un contenedor limpio y seco (y su tapa si es usada).
- 6.3.2 Seleccionar especímenes de ensayo representativos de acuerdo a la [sección 6.2](#) de este ensayo.
- 6.3.3 Colocar el espécimen de ensayo húmedo en el contenedor y, si se usa, colocar la tapa asegurada en su posición. Determinar el peso del contenedor y material húmedo usando una balanza (véase 4.1.2 de este ensayo) seleccionada de acuerdo al peso del espécimen. Registrar este valor.

**Nota 5.** Para prevenir la mezcla de especímenes y la obtención de resultados incorrectos, todos los contenedores, y tapas si se usan, deberían ser enumerados y deberían registrarse los números de los contenedores en los formatos del laboratorio. Los números de las tapas deberán ser consistentes con los de los contenedores para evitar confusiones.

**Nota 6.** Para acelerar el secado en horno de grandes especímenes de ensayo, ellos deberían ser colocados en contenedores que tengan una gran área superficial (tales como ollas) y el material debería ser fragmentado en agregados más pequeños.

- 6.3.4 Remover la tapa (si se usó) y colocar el contenedor con material húmedo en el horno. Secar el material hasta alcanzar una masa constante. Mantener el secado en el horno a  $110 \pm 5$  °C a menos que se especifique otra temperatura. El tiempo requerido para mantener peso constante variará dependiendo del tipo de material, tamaño de espécimen, tipo de horno y capacidad, y otros factores. La influencia de estos factores generalmente puede ser establecida por un buen juicio, y experiencia con los materiales que sean ensayados y los aparatos que sean empleados.

**Nota 7.** En la mayoría de los casos, el secado de un espécimen de ensayo durante toda la noche (de 12 a 16 horas) es suficiente. En los casos en los que hay duda sobre lo adecuado de un método de secado, deberá continuarse con el secado hasta que el cambio de peso después de dos periodos sucesivos (mayores de 1 hora) de secado sea insignificante (menos del 0,1 %). Los especímenes de arena pueden ser secados a peso constante en un período de 4 horas, cuando se use un horno de tiro forzado.

**Nota 8.** Desde que algunos materiales secos pueden absorber humedad de especímenes húmedos, deberán retirarse los especímenes secos antes de colocar especímenes húmedos en el mismo horno. Sin embargo, esto no sería aplicable si los especímenes secados previamente permanecieran en el horno por un período de tiempo adicional de 16 horas.

- 6.3.5 Luego que el material se haya secado a peso constante, se removerá el contenedor del horno (y se le colocará la tapa si se usó). Se permitirá el enfriamiento del material y del contenedor a temperatura ambiente o hasta que el contenedor pueda ser manipulado cómodamente con las manos y la operación del balance no se afecte por corrientes de convección y/o esté siendo calentado. Determinar el peso del contenedor y el material secado al horno usando la misma balanza usada en [6.3.3](#) de este ensayo. Registrar este valor. Las tapas de los contenedores se usarán si se presume que el espécimen está absorbiendo humedad del aire antes de la determinación de su peso seco.

**Nota 9.** Colocar las muestras en un desecador es más aceptable en lugar de usar las tapas herméticas ya que reduce considerablemente la absorción de la humedad de la atmósfera durante el enfriamiento especialmente en los contenedores sin tapa.

## 7.0 CALCULOS E INFORME

### 7.1. CALCULOS

- 7.1.1 Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

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

$$W = \frac{M_{CWS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} \times 100 = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

Donde:

- W = es el contenido de humedad, (%)
- $M_{CWS}$  = es el peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos
- $M_{CS}$  = es el peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos
- $M_C$  = es el peso del contenedor, en gramos
- $M_w$  = es el peso del agua, en gramos
- $M_s$  = es el peso de las partículas sólidas, en gramos

### 7.3 INFORME

- 7.3.1 El informe deberá incluir lo siguiente:

- a) La identificación de la muestra (material) ensayada, tal como el número de la perforación, número de muestra, número de ensayo, número de contenedor, etc.
- b) El contenido de agua del espécimen con aproximación al 1 % ó al 0,1 %, como sea apropiado dependiendo de la mínima muestra usada. Si se usa este método conjuntamente con algún otro método, el contenido de agua del espécimen deberá reportarse al valor requerido por el método de ensayo para el cual se determinó el contenido de humedad.
- c) Indicar si el espécimen de ensayo tenía un peso menor que el indicado en [6.1.2](#) de este ensayo.
- d) Indicar si el espécimen de ensayo contenía más de un tipo de material (estratificado, etc.).
- e) Indicar el método de secado si es diferente del secado en horno a  $110 \pm 5$  °C.
- f) Indicar si se excluyó algún material del espécimen de ensayo.





## 8.0 PRECISION Y DISPERSION

- 8.1 Repetibilidad: El coeficiente de variación de un operador simple se encontró en 2,7 %. Por consiguiente, los resultados de dos ensayos conducidos apropiadamente por el mismo operador con el mismo equipo, no deberían ser considerados con sospecha si difieren en menos del 7,8 % de su media.
- 8.2 Reproducibilidad: El coeficiente de variación multilaboratorio se encontró en 5,0 %. Por consiguiente, los resultados de dos ensayos conducidos por diferentes operadores usando equipos diferentes no deberán ser considerados con sospecha a menos que difieran en más del 14 ,0 % de su media.





## MTC E 110

## DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS

## 1.0 OBJETO

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

**Discusión:** Se considera que la resistencia al corte no drenada del suelo en el límite líquido es de 2 kPa (0,28 psi).

- 1.2 El valor calculado deberá aproximarse al centésimo.

## 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos véase anexos de clasificación de este manual. (SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte
- 2.2 Los límites líquido y plástico de un suelo pueden utilizar con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que  $2\mu\text{m}$  para determinar su número de actividad
- 2.3 Frecuentemente se utilizan tres métodos para evaluar las características de intemperización de materiales compuestos por arcilla-lutita. Cuando se someten a ciclos repetidos de humedecimiento y secado, los límites de estos materiales tienden a incrementarse. La magnitud del incremento se considera ser una medida de la susceptibilidad de la lutitas a la intemperización.
- 2.4 El límite líquido de un suelo que contiene cantidades significativas de materia orgánica decrece dramáticamente cuando el suelo es secado al horno antes de ser ensayado. La comparación del límite líquido de una muestra antes y después del secado al horno puede por consiguiente ser usada como una medida cualitativa del contenido de materia orgánica de un suelo

## 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

## 4.0 EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS

## 4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Recipiente para Almacenaje. Una vasija de porcelana de 115 mm (4 1/2") de diámetro aproximadamente.

- 4.1.3 Aparato del límite líquido (o de Casagrande).

De operación manual. Es un aparato consistente en una taza de bronce con sus aditamentos, construido de acuerdo con las dimensiones señaladas en la Figura 1.

De operación mecánica. Es un aparato equipado con motor para producir la altura y el número de golpes. Figura 1. El aparato debe dar los mismos valores para el límite líquido que los obtenidos con el aparato de operación manual.

- 4.1.4 Acanalador. Conforme con las dimensiones críticas indicadas en la figura 1.

- 4.1.5 Calibrador. Ya sea incorporado al ranurador o separado, de acuerdo con la dimensión crítica "d" mostrada en la Figura 1, y puede ser, si fuere separada, una barra de metal de  $10,00 \pm 0,2$  mm ( $0,394 \pm 0,008$ ") de espesor y de 50 mm (2") de largo, aproximadamente.
- 4.1.6 Recipientes o Pesa Filtros. De material resistente a la corrosión, y cuya masa no cambie con repetidos calentamientos y enfriamientos. Deben tener tapas que cierren bien, sin costuras, para evitar las pérdidas de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para evitar la absorción de humedad de la atmósfera tras el secado y antes de la pesada final.
- 4.1.7 Balanza. Una balanza con sensibilidad de 0,01 g.
- 4.1.8 Estufa. Termostáticamente controlado y que pueda conservar temperaturas de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  para secar la muestra.
- 4.2 MATERIALES
- 4.2.1 Espátula. De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3"– 4") de longitud y 20 mm ( $\frac{3}{4}$ ") de ancho aproximadamente.
- 4.3 INSUMOS
- 4.3.1 Pureza del agua: Cuando este método de ensayo sea referida agua destilada, puede emplearse agua destilada o agua desmineralizada.

## 5.0 MUESTRA

- 5.1 Se obtiene una porción representativa de la muestra total suficiente para proporcionar 150 g a 200 g de material pasante del tamiz  $425 \mu\text{m}$  (Nº 40). Las muestras que fluyen libremente pueden ser reducidas por los métodos de cuarteo o división de muestras. Las muestras cohesivas deben ser mezcladas totalmente en un recipiente con una espátula, o cuchara y se obtendrá una porción representativa de la masa total extrayéndola dos veces con la cuchara.

## 6.0 PROCEDIMIENTO

### Multipunto

- 6.1 Colocar una porción del suelo preparado, en la copa del dispositivo de límite líquido en el punto en que la copa descansa sobre la base, presionándola, y esparciéndola en la copa hasta una profundidad de aproximadamente 10 mm en su punto más profundo, formando una superficie aproximadamente horizontal. Tener cuidado en no dejar burbujas de aire atrapadas en la pasta con el menor número de pasadas de espátula como sea posible. Mantener el suelo no usado en el plato de mezclado. Cubrir el plato de mezclado con un paño húmedo (o por otro medio) para retener la humedad en la muestra.



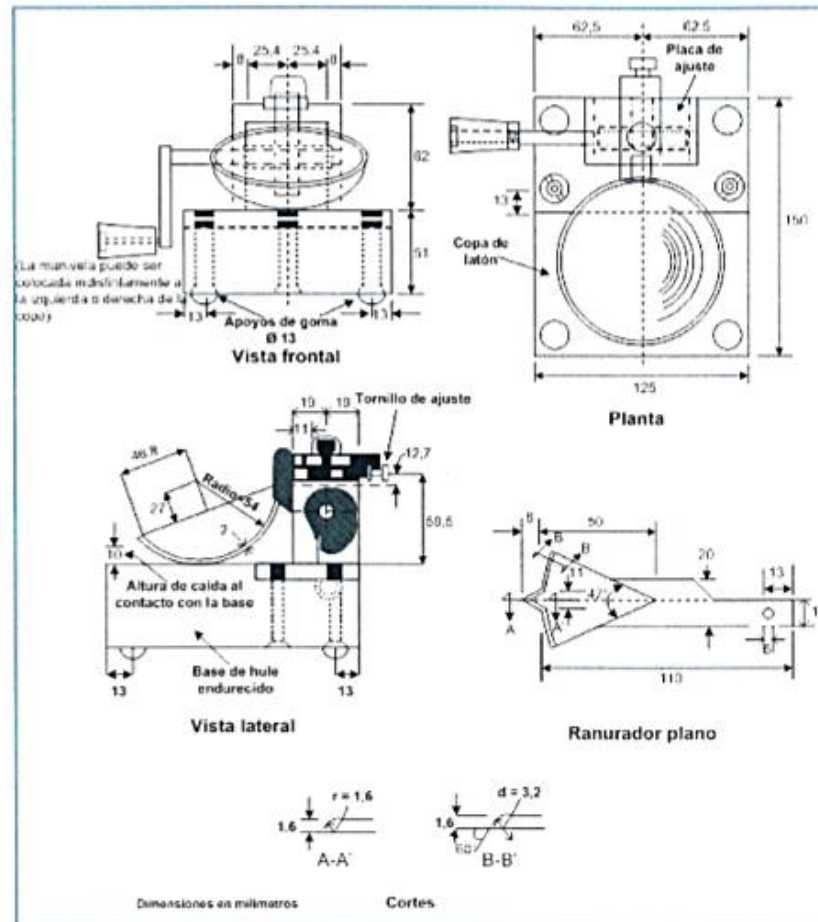


Figura 1: Aparato manual para límite líquido



- 6.1 Utilizando el acanalador, dividir la muestra contenida en la copa, haciendo una ranura a través del suelo siguiendo una línea que una el punto más alto y el punto más bajo sobre el borde de la copa. Cuando se corte la ranura, mantener el acanalador contra la superficie de la copa y trazar un arco, manteniendo la corriente perpendicular a la superficie de la copa en todo su movimiento. En los suelos en los que no se puede hacer la ranura en una sola pasada sin desgarrar el suelo, cortar la ranura con varias pasadas del acanalador. Como alternativa, puede cortarse la ranura a dimensiones ligeramente menores que las requeridas, con una espátula y usar la del acanalador las dimensiones finales de la ranura.
- 6.2 Verificar que no existen restos de suelo por debajo de la copa. Levantar y soltar la copa girando el manubrio a una velocidad de 1,9 a 2,1 golpes por segundo hasta que las dos mitades de suelo estén en contacto en la base de la ranura una longitud de 13 mm (1/2 pulg).  
**Nota1.** Se recomienda el uso de una regla graduada para verificar que la ranura se cerró en 13 mm (1/2 pulg).
- 6.3 Verificar que no se haya producido el cierre prematuro de la ranura debido a burbujas de aire, observando que ambos lados de la ranura se hayan desplazado en conjunto aproximadamente con



la misma forma. Si una burbuja hubiera causado el cierre prematuro de la ranura, formar nuevamente el suelo en la copa, añadiendo una pequeña cantidad de suelo para compensar la pérdida en la operación de ranuración y repetir de 6.1 a 6.3 a un contenido más elevado. Si luego de varias pruebas a contenidos de humedad sucesivamente más altos, la pasta de suelo se sigue deslizando en la copa o si el número de golpes necesarios para cerrar la ranura es siempre menor de 25, se registrará que el límite no pudo determinarse, y se reportará al suelo como no plástico sin realizar el ensayo de límite plástico.

- 6.4 Registrar el número de golpes,  $N$ , necesario para cerrar la ranura. Tomar una tajada de suelo de aproximadamente de ancho de la espátula, extendiéndola de extremo a extremo de la torta de suelo en ángulos rectos a la ranura e incluyendo la porción de la ranura en la cual el suelo se deslizó en conjunto, colocarlo en un recipiente de peso conocido, y cubrirlo.
- 6.5 Regresar el suelo remanente en la copa al plato de mezclado. Lavar y secar la copa y el acanalador y fijar la copa nuevamente a su soporte como preparación para la siguiente prueba.
- 6.6 Mezclar nuevamente todo el espécimen de suelo en el plato de mezclado añadiéndole agua destilada para aumentar su contenido de humedad y disminuir el número de golpes necesarios para cerrar la ranura. Repetir de 6.1 a 6.6 para al menos dos pruebas adicionales produciendo números de golpes sucesivamente más bajos para cerrar la ranura. Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.
- 6.7 Determinar el contenido de humedad,  $W^n$ , del espécimen de suelo de cada prueba de acuerdo al método de ensayo NTP 339.127. Los pesos iniciales deben determinarse inmediatamente después de terminar el ensayo. Si el ensayo se interrumpe por más de 15 minutos, el espécimen ya obtenido debe pesarse en el momento de la interrupción.

#### Un punto

- 6.8 El ensayo se efectúa en la misma

### 7.0 CALCULOS

#### (Multipunto)

- 7.1 Representar la relación entre el contenido de humedad,  $W^n$ , y el número de golpes correspondientes,  $N$ , de la copa sobre un gráfico semilogarítmico con el contenido de humedad como ordenada sobre la escala aritmética, y el número de golpes como abscisa en escala logarítmica. Trazar la mejor línea recta que pase por los tres puntos o más puntos graficados.
- 7.2 Tomar el contenido de humedad correspondiente a la intersección de la línea con la abscisa de 25 golpes como el límite líquido del suelo. El método gráfico puede sustituir los métodos de ajuste para encontrar una línea recta con los datos, para encontrar el límite líquido.

#### (Un punto)

- 7.3 Determinar el límite líquido para cada espécimen para contenido de humedad usando una de las siguientes ecuaciones:

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

Donde:

- |       |   |  |
|-------|---|--|
| $N$   | = | Números de golpes requeridos para cerrar la ranura para el contenido de humedad, |
| $W^n$ | = | Contenido de humedad del suelo,  |
| $K$   | = | factor dado en la tabla A.1  |





**Tabla A -1**

<b>N (Numero de golpes)</b>	<b>K (Factor para límite líquido)</b>
20	0,974
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

**Tabla 1**  
**Tabla de estimados de precisión.**

<b>Índice de precisión y tipo de ensayo</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Rango Aceptable de dos resultados</b>
<b>Precisión de un operador simple</b>		
Límite Líquido	0,8	2,4
<b>Precisión Multilaboratorio</b>		
Límite Líquido	3,5	9,9

## 8.0 PRECISION Y DISPERSION

### 8.1 PRECISION

8.1.1 El criterio para aceptar la aceptación de los resultados de los ensayos de límite líquido obtenido por este método de ensayo.

### 8.2 DISPERSION

8.2.1 Exactitud: No existe un valor de referencia aceptable para este método de ensayo; la exactitud no puede ser determinada.



**MTC E 111****DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)****1.0 OBJETO**

- 1.1 Determinar en el laboratorio el límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo

**2.0 FINALIDAD Y ALCANCE**

- 2.1 Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen
- 2.2 Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos (véase anexos de clasificación SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte.
- 2.3 Los plásticos de un suelo pueden utilizarse con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que 2µm para determinar su número de actividad

**3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS**

- 3.1 NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

**4.0 EQUIPOS Y MATERIALES E INSUMOS****4.1 EQUIPOS**

- 4.1.1 Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100 mm (3" - 4") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.
- 4.1.2 Recipiente para Almacenaje, de porcelana o similar, de 115 mm (4 1/2") de diámetro.
- 4.1.3 Balanza, con aproximación a 0,01 g.
- 4.1.4 Horno o Estufa, termostáticamente controlado regulable a 110 ± 5 °C.
- 4.1.5 Tamiz, de 426 µm (N° 40).
- 4.1.6 Agua destilada.
- 4.1.7 Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para determinación de humedades.
- 4.1.8 Superficie de rodadura. Comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.

**5.0 MUESTRA**

- 5.1 Si se quiere determinar sólo el L.P., se toman aproximadamente 20 g de la muestra que pase por el tamiz de 426 µm (N° 40), preparado para el ensayo de límite líquido. Se amasa con agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera con la masa de suelo. Se toma una porción de 1,5 g a 2,0 g de dicha esfera como muestra para el ensayo.
- 5.2 El secado previo del material en horno o estufa, o al aire, puede cambiar (en general, disminuir), el límite plástico de un suelo con material orgánico, pero este cambio puede ser poco importante.
- 5.3 Si se requieren el límite líquido y el límite plástico, se toma una muestra de unos 15 g de la porción de suelo humedecida y amasada, preparada de acuerdo con la Norma MTC E 110 (determinación del límite líquido de los suelos). La muestra debe tomarse en una etapa del proceso de amasado





en que se pueda formar fácilmente con ella una esfera, sin que se pegue demasiado a los dedos al aplastarla. Si el ensayo se ejecuta después de realizar el del límite líquido y en dicho intervalo la muestra se ha secado, se añade más agua.

## 6.0 PROCEDIMIENTO

- 6.1 Se moldea la mitad de la muestra en forma de elipsoide y, a continuación, se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros.
- 6.2 Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3,2 mm (1/8") no se ha desmoronado, se vuelve a hacer una elipsoide y a repetir el proceso, cuantas veces sea necesario, hasta que se desmorone aproximadamente con dicho diámetro.

El desmoronamiento puede manifestarse de modo distinto, en los diversos tipos de suelo: En suelos muy plásticos, el cilindro queda dividido en trozos de unos 6 mm de longitud, mientras que en suelos plásticos los trozos son más pequeños.

- 6.3 Porción así obtenida se coloca en vidrios de reloj o pesa-filtros tarados, se continúa el proceso hasta reunir unos 6 g de suelo y se determina la humedad de acuerdo con la norma MTC E 108.
- 6.4 Se repite, con la otra mitad de la masa, el proceso indicado en 6.1, 6.2 y 6.3.

## 7.0 CALCULOS E INFORME

### 7.1 CALCULOS

Calcular el promedio de dos contenidos de humedad. Repetir el ensayo si la diferencia entre los dos contenidos de humedad es mayor que el rango aceptable para los dos resultados listados en la tabla 1 para la precisión de un operador.

**Tabla 1**  
**Tabla de estimados de precisión.**

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango Aceptable de dos resultados
<b>Precisión de un operador simple</b>		
Límite Plástico	0,9	2,6
<b>Precisión Multilaboratorio</b>		
Límite Plástico	3,7	10,6

El límite plástico es el promedio de las humedades de ambas determinaciones. Se expresa como porcentaje de humedad, con aproximación a un entero y se calcula así:

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

### 7.2 CALCULOS DE INDICE DE PLASTICIDAD

Se puede definir el índice de plasticidad de un suelo como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

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

Donde:

- L.L. = Límite Líquido
- P.L. = Límite Plástico
- L.L. y L.P., son números enteros

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





## 8.0 PRECISION Y DISPERSION

### 8.1 PRECISION

8.1.1 El criterio para juzgar la aceptabilidad de los resultados de los ensayos de Límite Plástico obtenidos por este método de ensayo se da en la Tabla N° 1.

### 8.2 DISPERSION

8.2.1 Exactitud: No existe un valor de referencia aceptable para este método de ensayo; la exactitud no puede ser determinada.





## MTC E 115

### COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)

#### 1.0 OBJETO

- 1.1 Establecer el método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m<sup>3</sup> (56 000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)).

#### 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101,6 ó 152,4 mm (4 ó 6 pulg) de diámetro con un pisón de 44,5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg), produciendo una Energía de Compactación de (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)).

**Nota 1.** Los suelos y mezclas de suelos-agregados son considerados como suelos finos o de grano grueso o compuestos o mezclas de suelos naturales o procesados o agregados tales como grava, limo o piedra partida.

**Nota 2.** El equipo y procedimiento son los mismos que los propuestos por el Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos en 1945. La prueba de Esfuerzo Modificado es a veces referida como Prueba de Compactación de Proctor Modificado

- 2.2 Este ensayo se aplica sólo para suelos que tienen 30% ó menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de 19,0 mm (¾ pulg).

**Nota 3.** Para relaciones entre Peso Unitario y Contenido de Humedad de suelos con 30% ó menos en peso de material retenido en la malla 19,0 mm (¾ pulg) a Pesos Unitarios y contenido de humedad de la fracción que pasa la malla de 19,0 mm (¾ pulg), ver ensayo ASTM D 4718

- 2.3 Se proporciona 3 métodos alternativos. El método usado debe ser indicado en las especificaciones del material a ser ensayado. Si el método no está especificado, la elección se basará en la gradación del material.

##### 2.3.1 METODO "A"

- 2.3.1.1 Molde: 101,6 mm de diámetro (4 pulg)

- 2.3.1.2 Material: Se emplea el que pasa por el tamiz 4,75 mm (Nº 4).

- 2.3.1.3 Número de capas: 5

- 2.3.1.4 Golpes por capa: 25

- 2.3.1.5 Uso: Cuando el 20 % ó menos del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4).

- 2.3.1.6 Otros Usos: Si el método no es especificado; los materiales que cumplen éstos requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método B ó C.

##### 2.3.2 METODO "B"

- 2.3.2.1 Molde: 101,6 mm (4 pulg) de diámetro.

- 2.3.2.2 Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz de 9,5 mm (¾ pulg).

- 2.3.2.3 Número de Capas: 5

- 2.3.2.4 Golpes por capa: 25

- 2.3.2.5 Usos: Cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº4) y 20% ó menos de peso del material es retenido en el tamiz 9,5 mm (¾ pulg).







2.3.2.6 Otros Usos: Si el método no es especificado, y los materiales entran en los requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método C.

### 2.3.3 METODO "C"

2.3.3.1 Molde: 152,4 mm (6 pulg) de diámetro.

2.3.3.2 Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz 19,0 mm (¾ pulg).

2.3.3.3 Número de Capas: 5

2.3.3.4 Golpes por Capa: 56

2.3.3.5 Uso: Cuando más del 20% en peso del material se retiene en el tamiz 9,5 mm (¾ pulg) y menos de 30% en peso es retenido en el tamiz 19,0 mm (¾ pulg).

2.3.3.6 El molde de 152,4 mm (6 pulg) de diámetro no será usado con los métodos A ó B.

**Nota 4.** Los resultados tienden a variar ligeramente cuando el material es ensayado con el mismo esfuerzo de compactación en moldes de diferentes tamaños.

2.4 Si el espécimen de prueba contiene más de 5% en peso de un tamaño (fracción gruesa) y el material no será incluido en la prueba se deben hacer correcciones al Peso Unitario y Contenido de Agua del espécimen de ensayo ó la densidad de campo apropiada usando el método de ensayo ASTM D 4718.

2.5 Este método de prueba generalmente producirá un Peso Unitario Seco Máximo bien definido para suelos que no drenan libremente. Si el método de ensayo se utiliza para suelos que drenan libremente, no se definirá bien el Peso Unitario Seco máximo y puede ser menor que la obtenida usando el Método de Prueba ASTM D 4253 (NTP 339.137).

2.6 Los valores de las unidades del SI son reconocidos como estándar. Los valores establecidos por las unidades de pulgadas-libras son proporcionados sólo como información.

2.6.1 En la profesión de Ingeniería es práctica común, usar indistintamente unidades que representan Masa y Fuerza, a menos que se realicen cálculos dinámicos ( $F = M \cdot a$ ). Esto implícitamente combina dos sistemas de diferentes Unidades, que son el Sistema Absoluto y el Sistema Gravimétrico. Científicamente, no se desea combinar el uso de dos sistemas diferentes en uno estándar. Este método de prueba se ha hecho usando unidades libra-pulgada (Sistema Gravimétrico) donde la libra (lbf) representa a la Unidad de Fuerza. El uso de libra-masa (lb. m) es por conveniencia de unidades y no intenta establecer que su uso es científicamente correcto. Las conversiones son dadas en el Sistema Internacional (SI) de acuerdo al ensayo ASTM E 380. El uso de balanzas que registran libra-masa (lbm) ó registran la densidad en lbm/pie<sup>3</sup> no se debe considerar como si no concordase con esta norma.

2.7 Este método de ensayo no hace referencia a todos los riesgos relacionadas con este uso, si los hubiera. Es responsabilidad del usuario establecer la seguridad apropiada y prácticas o pruebas confiables y así determinar la aplicabilidad de limitaciones regulatorias antes de su uso.

2.8 El suelo utilizado como relleno en Ingeniería (terraplenes, rellenos de cimentación, bases para caminos) se compacta a un estado denso para obtener propiedades satisfactorias de Ingeniería tales como: resistencia al esfuerzo de corte, compresibilidad ó permeabilidad. También los suelos de cimentaciones son a menudo compactados para mejorar sus propiedades de Ingeniería. Los ensayos de Compactación en Laboratorio proporcionan las bases para determinar el porcentaje de compactación y contenido de agua que se necesitan para obtener las propiedades de Ingeniería requeridas, y para el control de la construcción para asegurar la obtención de la compactación requerida y los contenidos de agua.

2.9 Durante el diseño de los rellenos de Ingeniería, se utilizan los ensayos de corte consolidación permeabilidad u otros ensayos que requieren la preparación de especímenes de ensayo compactado a algún contenido de agua para algún Peso Unitario. Es práctica común, primero determinar el óptimo contenido de humedad ( $w_o$ ) y el Peso Unitario Seco máximo ( $\gamma_{dm\acute{a}x}$ ) mediante un ensayo de



compactación. Los especímenes de compactación a un contenido de agua seleccionado ( $w$ ), sea del lado húmedo o seco del óptimo ( $w_o$ ) ó al óptimo ( $w_o$ ) y a un Peso Unitario seco seleccionado relativo a un porcentaje del Peso Unitario Seco máximo ( $\gamma_{dm\acute{a}x}$ ). La selección del contenido de agua ( $w$ ), sea del lado húmedo o seco del óptimo ( $w_o$ ) ó al óptimo ( $w_o$ ), y el Peso Unitario Seco ( $\gamma_{dm\acute{a}x}$ ) se debe basar en experiencias pasadas, o se deberá investigar una serie de valores para determinar el porcentaje necesario de compactación.

### 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1.1 NTP 339.141: Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada ( $2\,700\text{ kN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$  ( $56\,000\text{ pie}\cdot\text{lbf}/\text{pie}^3$ )).
- 3.1.2 ASTM D 1557: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort ( $2\,700\text{ kN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$  ( $56\,000\text{ pie}\cdot\text{lbf}/\text{pie}^3$ )).

### 4.0 EQUIPOS Y MATERIALES

#### 4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Ensamblaje del Molde.- Los moldes deben de ser cilíndricos hechos de materiales rígidos y con capacidad que se indican en 4.1.1.1 ó 4.1.1.2 de este ensayo y Figuras 1 y 2. Las paredes del molde deberán ser sólidas, partidas o ahusadas. El tipo "partido" deberá tener dos medias secciones circulares, o una sección de tubo dividido a lo largo de un elemento que se pueda cerrar en forma segura formando un cilindro que reúna los requisitos de esta sección. El tipo "ahusado" debe tener un diámetro interno tipo tapa que sea uniforme y no mida más de  $16,7\text{ mm}/\text{m}$  ( $0,200\text{ pulg}/\text{pie}$ ) de la altura del molde. Cada molde tiene un plato base y un collar de extensión ensamblado, ambos de metal rígido y contruidos de modo que puedan adherir de forma segura y fácil de desmoldar. El ensamblaje collar de extensión debe tener una altura que sobrepase la parte más alta del molde por lo menos  $50,8\text{ mm}$  ( $2,0\text{ pulg}$ ) con una sección superior que sobrepasa para formar un tubo con una sección cilíndrica recta de por lo menos  $19,0\text{ mm}$  ( $0,75\text{ pulg}$ ), por debajo de ésta.

El collar de extensión debe de alinearse con el interior del molde, la parte inferior del plato base y del área central ahuecada que acepta el molde cilíndrico debe ser plana.

- 4.1.1.1 Molde de 4 pulgadas.- Un molde que tenga en promedio  $101,6 \pm 0,4\text{ mm}$  ( $4,000 \pm 0,016\text{ pulg}$ ) de diámetro interior, una altura de  $116,4 \pm 0,5\text{ mm}$  ( $4,584 \pm 0,018\text{ pulg}$ ) y un volumen de  $944 \pm 14\text{ cm}^3$  ( $0,0333 \pm 0,0005\text{ pie}^3$ ). Un molde con las características mínimas requeridas es mostrado en la Fig. 1.
- 4.1.1.2 Molde de 6 pulgadas.- Un molde que tenga en promedio  $152,4 \pm 0,7\text{ mm}$  ( $6,000 \pm 0,026\text{ pulg}$ ) de diámetro interior, una altura de:  $116,4 \pm 0,5\text{ mm}$  ( $4,584 \pm 0,018\text{ pulg}$ ) y un volumen de  $2\,124 \pm 25\text{ cm}^3$  ( $0,075 \pm 0,0009\text{ pie}^3$ ). Un molde con las características mínimas requeridas es mostrando en Fig. 2.
- 4.1.2 Pisón ó Martillo.- Un pisón operado manualmente como el descrito en 4.1.2.1 de este ensayo ó mecánicamente como el descrito en 4.1.2.2 de este ensayo. El pisón debe caer libremente a una distancia de  $457,2 \pm 1,6\text{ mm}$  ( $18 \pm 0,05\text{ pulg}$ ) de la superficie de espécimen. La masa del pisón será  $4,54 \pm 0,01\text{ kg}$  ( $10 \pm 0,02\text{ lb}\cdot\text{m}$ ), salvo que la masa pisón mecánico se ajuste al descrito en el Método de Ensayo ASTM D 2168 (ver Nota 5). La cara del pisón que golpea deberá ser plana y circular, excepto el nombrado en 4.1.2.3 de este ensayo con un diámetro de  $50,80 \pm 0,13\text{ mm}$  ( $2,000 \pm 0,005\text{ pulg}$ ), (Figuras 1 y 2). El pisón deberá ser reemplazado si la cara que golpea se desgasta ó se deforma al punto que el diámetro sobrepase los  $50,800 \pm 0,25\text{ mm}$  ( $2,000 \pm 0,01\text{ pulg}$ ).

**Nota 5.** Es práctica común y aceptable en el Sistema de libras-pulgadas asumir que la masa del pisón es igual a su masa determinada utilizado sea una balanza en kilogramos ó libras, y una libra-fuerza es igual a 1 libra-masa ó  $0,4536\text{ kg}$  ó  $1\text{ N}$  es igual a  $0,2248\text{ libras-masa}$  ó  $0,1020\text{ kg}$ .

- 4.1.2.1 Pisón Manual.- El pisón deberá estar equipado con una guía que tenga suficiente espacio libre para que la caída del pisón y la cabeza no sea restringida. La guía deberá tener al menos 4 orificios de ventilación en cada extremo (8 orificios en total) localizados con centros de  $19,0 \pm 1,6\text{ mm}$



( $\frac{3}{4} \pm \frac{1}{16}$  pulg) y espaciados a 90°. Los diámetros mínimos de cada orificio de ventilación deben ser 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$  pulg). Orificios adicionales ó ranuras pueden ser incorporados en el tubo guía.

- 4.1.2.2 Pisón Mecánico Circular.- El pisón puede ser operado mecánicamente de tal manera que proporcione una cobertura completa y uniforme de la superficie del espécimen. Debe haber  $2,5 \pm 0,8$  mm ( $0,10 \pm 0,03$  pulg) de espacio libre entre el pisón y la superficie interna del molde en su diámetro más pequeño. El pisón mecánico debe cumplir los requisitos de calibración requeridos por el Método de Ensayo ASTM D 2168. El pisón mecánico debe estar equipado con medios mecánicos capaz de soportar el pisón cuando no está en operación.
- 4.1.2.3 Pisón Mecánico.- Cuando es usado un molde de 152,4mm (6,0 pulg), un sector de la cara del pisón se debe utilizar en lugar del pisón de cara circular. La cara que contacta el espécimen tendrá la forma de un sector circular de radio igual a  $73,7 \pm 0,5$ mm ( $2,90 \pm 0,02$  pulg). El pisón se operará de tal manera que los orificios del sector se ubiquen en el centro del espécimen.
- 4.1.3 Extractor de Muestras (opcional).- Puede ser una gata, estructura u otro mecanismo adaptado con el propósito de extraer los especímenes compactados del molde.
- 4.1.4 Balanza.- Una balanza de tipo GP5 que reúna los requisitos de la Especificación ASTM D 4753, para una aproximación de 1 gramo.
- 4.1.5 Horno de Secado.- Con control termostático preferiblemente del tipo de ventilación forzada, capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5$  °C a través de la cámara de secado.

## 4.2 MATERIALES

- 4.2.1 Regla.- Una regla recta metálica, rígida de una longitud conveniente pero no menor que 254 mm (10 pulgadas). La longitud total de la regla recta debe ajustarse directamente a una tolerancia de  $\pm 0,1$  mm ( $\pm 0,005$  pulg). El borde de arrastre debe ser biselado si es más grueso que 3 mm (1/8 pulg).
- 4.2.2 Tamices ó Mallas.- De 19,0 mm ( $\frac{3}{4}$  pulg), 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$  pulg) y 4,75mm (Nº 4), conforme a los requisitos de la especificaciones ASTM E11.
- 4.2.3 Herramientas de Mezcla.- Diversas herramientas tales como cucharas, morteros, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc. ó un aparato mecánico apropiado para la mezcla completo de muestra de suelo con incrementos de agua.

## 5.0 MUESTRA

- 5.1 La masa de la muestra requerida para el Método A y B es aproximadamente 16 kg (35 lbm) y para el Método C es aproximadamente 29 kg (65 lbm) de suelo seco. Debido a esto, la muestra de campo debe tener un peso húmedo de al menos 23 kg (50 lbm) y 45 kg (100 lbm) respectivamente.
- 5.2 Determinar el porcentaje de material retenido en la malla 4,75mm (Nº 4), 9,5mm ( $\frac{3}{8}$  pulg) ó 19,0mm ( $\frac{3}{4}$  pulg) para escoger el Método A, B ó C. Realizar esta determinación separando una porción representativa de la muestra total y establecer los porcentajes que pasan las mallas de interés mediante el Método de Análisis por tamizado de Agregado Grueso y Fino (NTP 339.128 ó ASTM C 136). Sólo es necesario para calcular los porcentajes para un tamiz ó tamices de las cuales la información que se desea.

## 6.0 PROCEDIMIENTO

### 6.1 PREPARACION DE APARATOS

- 6.1.1 Seleccionar el molde de compactación apropiado de acuerdo con el Método (A, B ó C) a ser usado. Determinar y anotar su masa con aproximación a 1 gramo. Ensamblar el molde, base y collar de extensión. Chequear el alineamiento de la pared interior del molde y collar de extensión del molde. Ajustar si es necesario.
- 6.1.2 Revise que el ensamblado del pisón esté en buenas condiciones de trabajo y que sus partes no estén flojas ó gastado. Realizar cualquier ajuste ó reparación necesaria. Si los ajustes ó reparaciones son hechos, el martillo deberá volver a ser calibrado.

- 6.1.3 Calibración de los siguientes aparatos antes del uso inicial, después de reparaciones u otros casos que puedan afectar los resultados del ensayo, en intervalos no mayores que 1 000 muestras ensayadas o anualmente, cualquiera que ocurra primero; para los siguientes aparatos.
- Balanza.- Evaluar de acuerdo con especificaciones ASTM D 4753 (Especificaciones, Evaluación, Selección y Elección de Balanzas y Escalas para uso muestras de suelos y rocas.)
  - Moldes.- Determinar el volumen como se describe en Anexo A1.
  - Pisón Manual.- Verifique la distancia de caída libre, masa del pisón y la cara del pisón de acuerdo con 4.1.2 de este ensayo. Verificar los requisitos de la guía de acuerdo con 4.1.2.1 de este ensayo.
  - Pisón Mecánico.- Calibre y ajuste el pisón mecánico de acuerdo al Método de Ensayo ASTM D 2168 (Calibración de Pisón Mecánico de Compactación de Suelos en Laboratorio) Además, el espacio libre entre el pisón y la superficie interior del molde debe verificarse de acuerdo a 4.1.2.2 de este ensayo.

## 6.2 PREPARACION DEL ENSAYO

### 6.2.1 SUELOS

- 6.2.1.1 No vuelva a usar el suelo que ha sido compactado previamente en Laboratorio.
- 6.2.1.2 Utilice el método de preparación húmedo y cuando se ensaye con suelos que contienen hallosita hidratada o donde la experiencia con determinados suelos indica que los resultados pueden ser alterados por el secado al aire, (ver 6.2.2 de este ensayo).
- 6.2.1.3 Preparar los especímenes del suelo para el ensayo de acuerdo al párrafo 6.2.2 (de preferencia) o con 6.2.3 de este ensayo.

### 6.2.2 METODO DE PREPARACION HUMEDA (PREFERIBLE)

- 6.2.2.1 Sin secado previo de la muestra, pásela a través del tamiz 4,75mm (Nº 4); 9,5mm ( $\frac{3}{8}$  pulg) ó 19,0 mm ( $\frac{3}{4}$  pulg), dependiendo del Método a ser usado (A, B ó C). Determine el contenido de agua del suelo procesado.
- 6.2.2.2 Prepare mínimo cuatro (preferiblemente cinco) especímenes con contenidos de agua de modo que éstos tengan un contenido de agua lo más cercano al óptimo estimado. Un espécimen que tiene un contenido de humedad cercano al óptimo deberá ser preparado primero, añadiendo al cálculo agua y mezcla (ver Nota 6). Seleccionar los contenidos de agua para el resto de los especímenes de tal forma que resulten por lo menos dos especímenes húmedos y dos secos de acuerdo al contenido óptimo de agua, que varíen alrededor del 2%. Como mínimo es necesario dos contenidos de agua en el lado seco y húmedo del óptimo para definir exactamente la curva de compactación del peso seco unitario (ver 7.1.1 de este ensayo). Algunos suelos con muy alto óptimo contenido de agua ó una curva de compactación relativamente plana requieren grandes incrementos de contenido de agua para obtener un Peso Unitario Seco Máximo bien definido. Los incrementos de contenido de agua no deberán excederán de 4%.

**Nota 6.** Con la práctica es posible juzgar visualmente un punto cercano al óptimo contenido de agua. Generalmente, el suelo en un óptimo contenido de agua puede ser comprimido y quedar así cuando la presión manual cesa, pero se quebrará en dos secciones cuando es doblada. En contenidos de agua del lado seco del óptimo, los suelos tienden a desintegrarse; del lado húmedo del óptimo, se mantienen unidos en una masa cohesiva pegajosa. El óptimo contenido de humedad frecuentemente es ligeramente menor que el límite plástico.

- 6.2.2.3 Usar aproximadamente 2,3 kg (5 lbm) del suelo tamizado en cada espécimen que se compacta empleando el Métodos A ó B; ó 5,9 kg (13 lbm) cuando se emplee el Método C. Para obtener los contenidos de agua del espécimen que se indica en 6.2.2.2 de este ensayo, añada o remueva las cantidades requeridas de agua de la siguiente manera: Añada poco a poco el agua al suelo durante la mezcla; para sacar el agua, deje que el suelo se seque en el aire a una temperatura de ambiente o en un aparato de secado de modo que la temperatura de la muestra no exceda de 60°C (140°F).



Mezclar el suelo continuamente durante el proceso de secado para mantener la distribución del contenido agua en todas partes y luego colóquelo aparte en un contenedor con tapa y ubíquelo de acuerdo con la Tabla N°1 antes de la compactación. Para seleccionar un tiempo de espera, el suelo debe ser clasificado o seleccionado mediante el método de ensayo NTP 339.134, la práctica ASTM D 2488 o mediante datos de otras muestras del mismo material de origen. Para ensayos de determinación, la clasificación deberá ser por Método de ensayo NTP 339.134 (ASTM D 2487)

### 6.2.3 METODO DE PREPARACION EN SECO

6.2.3.1 Si la muestra está demasiado húmeda, reducir el contenido de agua por secado al aire hasta que el material sea friable. El secado puede ser al aire o por el uso de un aparato de secado tal que la temperatura de la muestra no exceda de 60 °C. Disgregar por completo los grumos de tal forma de evitar quebrar las partículas individuales. Pasar el material por el tamiz apropiado: 4,75 mm (N°4); 9,5 mm (¾ pulg) ó 19,0 mm (¾ pulg). Durante la preparación del material granular que pasa la malla ¾ pulg para la compactación en el molde de 6 pulgadas, disgregar o separar los agregados lo suficientemente para que pasen el tamiz 9,5 mm (¾ pulg) de manera de facilitar la distribución de agua a través del suelo en el mezclado posterior.

6.2.3.2 Preparar mínimo cuatro (preferiblemente cinco) especímenes de acuerdo con 6.2.2.2.

6.2.3.3 Usar aproximadamente 2,3 kg (5 lbm) del suelo tamizado para cada espécimen a ser compactado cuando se emplee el Método A, B ó 5,9 kg (13 libras) cuando se emplee el Método C. Añadir las cantidades requeridas de agua para que los contenidos de agua de los especímenes tengan los valores descritos en 6.2.2.2 de este ensayo. Seguir la preparación del espécimen por el procedimiento especificado en 6.2.2.3 de este ensayo para los suelos secos ó adicionar agua en el suelo y el curado de cada espécimen de prueba.

6.2.4 Compactación.- Después del curado, si se requiere, cada espécimen se compactará de la siguiente manera:

6.2.4.1 Determinar y anotar la masa del molde ó molde y el plato de base.

6.2.4.2 Ensamble y asegure el molde y el collar al plato base. El molde se apoyará sobre un cimiento uniforme y rígido, como la proporcionada por un cilindro o cubo de concreto con una masa no menor de 91 kg (200 lbm). Asegurar el plato base a un cimiento rígido. El método de unión al cimiento rígido deberá permitir un desmolde fácil del molde ensamblado, el collar y el plato base después que se concluya la compactación.

6.2.4.3 Compactar el espécimen en cinco capas. Después de la compactación, cada capa deberá tener aproximadamente el mismo espesor. Antes de la compactación, colocar el suelo suelto dentro del molde y extenderlo en una capa de espesor uniforme. Suavemente apisonar el suelo antes de la compactación hasta que este no esté en estado suelto o esponjoso, usando el pisón manual de compactación o un cilindro de 5 mm (2 pulg) de diámetro. Posteriormente a la compactación de cada uno de las cuatro primeras capas, cualquier suelo adyacente a las paredes del molde que no han sido compactado o extendido cerca de la superficie compactada será recortada. El suelo recortado puede ser incluido con el suelo adicional para la próxima capa. Un cuchillo ú otro aparato disponible puede ser usado. La cantidad total de suelo usado será tal que la quinta capa compactada se extenderá ligeramente dentro del collar, pero no excederá 6 mm (1/4pulg) de la parte superior del molde. Si la quinta capa se extiende en más de 6 mm (1/4pulg) de la parte superior del molde, el espécimen será descartado. El espécimen será descartado cuando el último golpe del pisón para la quinta capa resulta por debajo de la parte superior del molde de compactación.

6.2.4.4 Compactar cada capa con 25 golpes para el molde de 101,6 mm (4 pulg) ó 56 golpes para el molde de 152,4 mm (6 pulgadas).

**Nota 7.** Cuando los especímenes de compactación se humedecen más que el contenido de agua óptimo, pueden producirse superficies compactadas irregulares y se requerirá del juicio del operador para la altura promedio del espécimen.

- 6.2.4.5 Al operar el pisón manual del pisón, se debe tener cuidado de evitar la elevación de la guía mientras el pisón sube. Mantener la guía firmemente y dentro de 5° de la vertical. Aplicar los golpes en una relación uniforme de aproximadamente 25 golpes/minuto y de tal manera que proporcione una cobertura completa y uniforme de la superficie del espécimen.
- 6.2.4.6 Después de la compactación de la última capa, remover el collar y plato base del molde, excepto como se especifica en 6.2.4.7 de este ensayo. El cuchillo debe usarse para ajustar o arreglar el suelo adyacente al collar, soltando el suelo del collar y removiendo sin permitir el desgarro del suelo bajo la parte superior del molde.
- 6.2.4.7 Cuidadosamente enrasar el espécimen compactado, por medio de una regla recta a través de la parte superior e inferior del molde para formar una superficie plana en la parte superior e inferior del molde. Un corte inicial en el espécimen en la parte superior del molde con un cuchillo puede prevenir la caída del suelo por debajo de la parte superior del molde. Rellenar cualquier hoyo de la superficie, con suelo no usado o cortado del espécimen, presionar con los dedos y vuelva a raspar con la regla recta a través de la parte superior e inferior del molde. Repetir las operaciones anteriores en la parte inferior del espécimen cuando se halla determinado el volumen del molde sin el plato base. Para suelos muy húmedos o muy secos, se perderá suelo o agua si el plato base se remueve. Para estas situaciones, dejar el plato base fijo al molde. Cuando se deja unido el plato base, el volumen del molde deberá calibrarse con el plato base unido al molde o a un plato de plástico o de vidrio como se especifica en el anexo A1 (A.1.4.1 de este ensayo).
- 6.2.4.8 Determine y registre la masa del espécimen y molde con aproximación al gramo. Cuando se deja unido el plato base al molde, determine y anote la masa del espécimen, molde y plato de base con aproximación al gramo.
- 6.2.4.9 Remueva el material del molde. Obtener un espécimen para determinar el contenido de agua utilizando todo el espécimen (se refiere este método) o una porción representativa. Cuando se utiliza todo el espécimen, quíbrelo para facilitar el secado. De otra manera se puede obtener una porción cortando axialmente por el centro del espécimen compactado y removiendo 500 g del material de los lados cortados. Obtener el contenido de humedad de acuerdo al Método ensayo NTP 339.127.

## 7.0 CALCULOS E INFORME

### 7.1 CALCULOS

- 7.1.1 Calcule el Peso Unitario Seco y Contenido de Agua para cada espécimen compactado como se explica en 7.1.3 y 7.1.4 de este ensayo, plotee los valores y dibuje la curva de compactación como una curva suave a través de los puntos (ver ejemplo, Fig. 3). Plotee el Peso Unitario Seco con aproximación  $0,2 \text{ kN/m}^3$  ( $0,1 \text{ lbf/pe}^3$ ) y contenido de agua aproximado a 0,1%. En base a la curva de compactación, determine el Óptimo Contenido de Agua y el Peso Unitario Seco Máximo. Si más de 5% en peso del material sobredimensionado (tamaño mayor) fue removido de la muestra, calcular el Peso unitario seco máximo y óptimo contenido de Humedad corregido del material total usando la Norma ASTM D 4718. Esta corrección debe realizarse en el espécimen de ensayo de densidad de campo, más que al espécimen de ensayo de laboratorio.
- 7.1.2 Plotear la curva de saturación al 100%. Los valores de contenido de agua para la condición de 100% de saturación puede ser calculadas como se explica en 7.1.5 de este ensayo (ver ejemplo, Fig. 3).

**Nota 8.** La curva de saturación al 100% es una ayuda al diseñar la curva de compactación. Para suelos que contienen más de 10% de finos a contenidos de agua que superan el óptimo, las dos curvas generalmente llegan a ser aproximadamente paralelas con el lado húmedo de la curva de compactación entre 92 á 95% de saturación. Teóricamente, la curva de compactación no puede ser ploteada o trazarse a la derecha de la curva de 100% de saturación. Si esto ocurre, hay un error en la gravedad específica, en las mediciones, en los cálculos, en procedimientos de ensayo o en el ploteo.





**Nota 9.** La curva de 100% de saturación se denomina algunas veces como curva de relación de vacíos cero o la curva de saturación completa.

7.1.3 Contenido de Agua, w.- Calcular de acuerdo con Método de Ensayo NTP 339.127.

7.1.4 Peso Unitario Seco.- Calcular la densidad húmeda (ecuación 1), la densidad seca (ecuación 2) y luego el Peso Unitario Seco (ecuación 3) como sigue:

$$\rho_m = 1000 \times \frac{(M_t - M_{md})}{V} \quad (1)$$

Donde:

$\rho_m$	=	Densidad Húmeda del espécimen compactado (Mg/m <sup>3</sup> )
$M_t$	=	Masa del espécimen húmedo y molde (kg)
$M_{md}$	=	Masa del molde de compactación (kg)
$V$	=	Volumen del molde de compactación (m <sup>3</sup> ) (Ver Anexo A1)

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{w}{100}} \quad (2)$$

Donde:

$\rho_d$	=	Densidad seca del espécimen compactado (Mg/m <sup>3</sup> )
$w$	=	contenido de agua (%)

$$\gamma_d = 62,43 \rho_d \text{ en } \text{ lbf/pie}^3 \quad (3)$$

$$\gamma_d = 9,807 \rho_d \text{ en } \text{ kN/m}^3$$

Donde:

$\gamma_d$	=	peso unitario seco del espécimen compactado.
------------	---	--

7.1.5 En el cálculo de los puntos para el ploteo de la curva de 100% de saturación o curva de relación de vacíos cero del peso unitario seco, seleccione los valores correspondientes de contenido de agua a la condición de 100% de saturación como sigue:

$$W_{sat} = \frac{(\gamma_w)(G_s) - \gamma_d}{(\gamma_d)(G_s)} \times 100 \quad (4)$$

Donde:

$W_{sat}$	=	Contenido de agua para una saturación completa (%).
$\gamma_w$	=	Peso unitario del agua 9,807kN/m <sup>3</sup> ó (62,43 lbf/ pie <sup>3</sup> ).
$\gamma_d$	=	Peso unitario seco del suelo.
$G_s$	=	Gravedad específica del suelo.

**Nota 10.** La gravedad específica puede ser calculada para los especímenes de prueba en base de datos de ensayos de otras muestras de la misma clasificación de suelo y origen. De otro modo sería necesario el ensayo de Gravedad Específica NTP 339.131.

## 7.2 INFORME

7.2.1 Reportar la siguiente información:

7.2.1.1 Procedimiento usado (A, B o C).

7.2.1.2 Método usado para la preparación (húmedo ó seco).

7.2.1.3 El contenido de agua recibida, si se determinó.

7.2.1.4 El óptimo Contenido de Agua Modificado, con aproximación al 0,5 %.



- 7.2.1.5 El Peso Unitario Seco Máximo, con aproximación a  $0,5 \text{ lbf/pe}^3$ .
- 7.2.1.6 Descripción del Pisón (Manual ó Mecánico).
- 7.2.1.7 Datos del tamizado del suelo para la determinación del procedimiento (A, B ó C) empleado.
- 7.2.1.8 Descripción o Clasificación del material usado en la prueba (ASTM D 2488, NTP 339.134).
- 7.2.1.9 Gravedad Específica y Método de Determinación.
- 7.2.1.10 Origen del material usado en el ensayo, por ejemplo, proyecto, lugar, profundidad, etc.
- 7.2.1.11 Ploteo de la Curva de Compactación mostrando los puntos de compactación utilizados para establecerla y la curva de compactación y la curva de 100% saturación, el punto de Peso Unitario Seco Máximo y Optimo Contenido de Agua.
- 7.2.1.12 El dato de Corrección por Fracción Sobredimensionada si es usado, incluyendo la fracción sobredimensionada (Fracción Gruesa),  $P_c$  en %.

## 8.0 PRECISION Y DISPERSION

- 8.1 PRECISION.- Todos los datos están siendo evaluados para determinar la precisión de este método de ensayo. Además los datos pertinentes están siendo solicitados por los usuarios de este método de ensayo.
- 8.2 CONFIABILIDAD.- No es posible obtener la información sobre la confiabilidad porque no existe otros métodos de determinación de valores de máximo Peso Unitario Seco Modificada y Optimo Contenido de Humedad.





**ANEXO**  
**(INFORMACION OBLIGATORIA)**

**A1. VOLUMEN DEL MOLDE DE COMPACTACION**

**A1.1. OBJETIVO**

A1.1.1. Este anexo describe el procedimiento para la determinación del volumen del molde de compactación.

A1.1.2. El volumen es determinado por un método de llenado con agua y chequeado con un método de medición lineal.

**A1.2. APARATOS**

A1.2.1. En adición a los aparatos listados en la sección 4, los siguientes ítems son requeridos:

A1.2.1.1 Vernier o Dial Calibrado, graduado en un rango de 0 a 150 mm (0 a 6 pulg) y sensibilidad de 0,02 mm (0,001 pulg).

A1.2.1.2 Micrómetro Interior, graduado en un rango de 50 a 300 mm (2 a 12 pulg) y aproximación de lectura a 0,02 mm (0,001 pulg).

A1.2.1.3 Platos de Plástico ó Vidrio, Dos platos de vidrio o plástico de de espesor 200 mm<sup>2</sup> por 6 mm (8 pulg<sup>2</sup> por 1/4 pulg).

A1.2.1.4 Termómetro, de un rango de 0 - 50 °C, con graduaciones cada 0,5 °C, de acuerdo a las Especificaciones ASTM E 1.

A1.2.1.5 Llave de cierre engrasada o sellador similar.

A1.2.1.6 Equipo diverso; jeringa de pera, secadores, etc.

**A1.3. PRECAUCIONES**

A1.3.1. Desarrollar este procedimiento en un área aislada de corrientes de aire y fluctuaciones extremas de temperatura.

**A1.4. PROCEDIMIENTO**

A1.4.1. Método de Llenado de agua:

A1.4.1.1 Engrasar ligeramente la base del molde de compactación y colocarlo en uno de los platos de plástico ó vidrio. Engrasar ligeramente la parte superior del molde. Tener cuidado de no engrasar el interior del molde. Si es necesario usar el plato base, como se anota en 6.2.4.7 de este ensayo., colocar al molde engrasado en el plato base y asegurar con los tornillos sujetadores.

A1.4.1.2 Determinar la masa del molde engrasado y platos de vidrio o plástico con aproximación al 1 g (0,01 lb-m).

A1.4.1.3 Colocar el molde y la base del plato en una superficie nivelada, firme y llenar el molde con agua ligeramente hasta los bordes.

A1.4.1.4 Deslizar el segundo plato sobre el borde superior del molde de tal manera que el molde quede completamente lleno de agua y sin burbujas de aire atrapadas. Añadir o quitar agua si es necesario, con la jeringa bombilla.

A1.4.1.5 Secar completamente cualquier exceso de agua del exterior del molde y platos.

A1.4.1.6 Determinar el peso del molde, platos y agua y registrar con aproximación a 1 g (0,01 lb-m).

A1.4.1.7 Determinar la temperatura del agua en el molde con aproximación 1 °C y registrar. Determinar la densidad absoluta del agua según la Tabla A1.1.

A1.4.1.8 Calcular el peso del agua en el molde restando el peso determinado en A1.4.1.2. del registrado en A1.4.1.6.





- A1.4.1.9 Calcular el volumen de agua dividiendo el peso del agua por la densidad de agua y registrar con aproximación a 1 cm<sup>3</sup> (0,0001 pie<sup>3</sup>).
- A1.4.1.10 Cuando el plato de base es usado para la calibración del volumen del molde repetir los pasos A1.4.1.3 al A1.4.1.9.
- A1.4.2 Método de Mediciones Lineales:
- A1.4.2.1 Usando el vernier calibrador o el micrómetro interior, medir el diámetro del molde seis veces la parte superior del molde y seis veces en la parte inferior del molde, espaciando proporcionalmente cada una de las seis mediciones alrededor de la circunferencia del molde. Registrar valores con aproximación a 0,02 mm (0,001 pulgadas).
- A1.4.2.2 Usando el vernier calibrador, medir la altura interior del molde realizando tres medidas igualmente espaciados alrededor de la circunferencia del molde. Registrar los valores con aproximación 0,02 mm (0,001 pulgadas).
- A1.4.2.3 Calcular el promedio del diámetro de la parte superior del molde, promedio del diámetro de la parte inferior del molde y la altura.
- A1.4.2.4 Calcular el volumen del molde y registrar con aproximación a 1 cm<sup>3</sup> (0,0001 pie<sup>3</sup>) utilizando la ecuación A1a (para pulgadas-libra) ó A1b (para SI):

$$V = \frac{(\pi)(h)(d_t + d_b)^2}{(16)(1728)} \quad (A.1.a)$$

$$V = \frac{(\pi)(h)(d_t + d_b)^2}{(16)(10)^3} \quad (A.1.b)$$

Donde:

- V = Volumen de molde, cm<sup>3</sup>, (pie<sup>3</sup>)  
 H = Promedio de altura, mm, (pulg).  
 dt = Promedio de diámetro de la parte superior, mm (pulg)  
 db = Promedio de diámetro de la parte inferior, mm (pulg)  
 1/1728 = Constante para convertir pulg<sup>3</sup> a pie<sup>3</sup>  
 1/103 = Constante para convertir mm<sup>3</sup> a cm<sup>3</sup>

- A1.5. Comparación de Resultados
- A1.5.1 El volumen obtenido por otro método debe estar dentro de los requisitos de tolerancia de 4.1.1.1. y 4.1.1.2.
- A1.5.2 La diferencia entre los dos métodos no debe ser mayor que 0,5 % del volumen nominal del molde.
- A1.5.3 Repetir la determinación de volumen si estos criterios no concuerdan.
- A1.5.4 La falla en la obtención de un acuerdo satisfactorio entre los dos métodos incluso después de varias tentativas, es una indicación que el molde se encuentra muy deformado y debe ser reemplazado.
- A1.5.5 Emplear el volumen del molde determinado, con el método de llenado en agua, como el valor de volumen asignado para cálculo de humedad y densidad seca (ver 7.1.4).

**Tabla 1**  
**Tiempo de permanencia requerido para saturación de especímenes**

Clasificación	Tiempo de permanencia mínimo en horas
GW, GP, SW, SP	No se requiere
GM, SM	3
Todos los demás suelos	16







**Tabla 2**  
**Equivalencia métricas para las figuras N° 1 y 2**

Pulgadas	milímetros
0,016	0,41
0,026	0,66
0,032	0,81
0,028	0,71
½	12,70
2 ½	63,50
2 ⅝	66,70
4	101,60
4 ½	114,30
4,584	116,43
4 ¾	120,60
6	152,4
6 ½	165,10
6 ⅝	168,30
6 ¾	171,40
8 ¼	208,60

pie <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
1/30 (0,0333)	943
0,0005	14
1/13,333 (0,0750)	2 124
0,0011	31

**Tabla A.1.1**  
**Densidad del Agua**

Temperatura °C (°F)	Densidad del Agua g/ml
18 (64,4)	0,99862
19 (66,2)	0,99843
20 (68,0)	0,99823
21 (69,8)	0,99802
22 (71,6)	0,99779
23 (73,4)	0,99756
24 (75,2)	0,99733
25 (77,0)	0,99707
26 (78,8)	0,99681





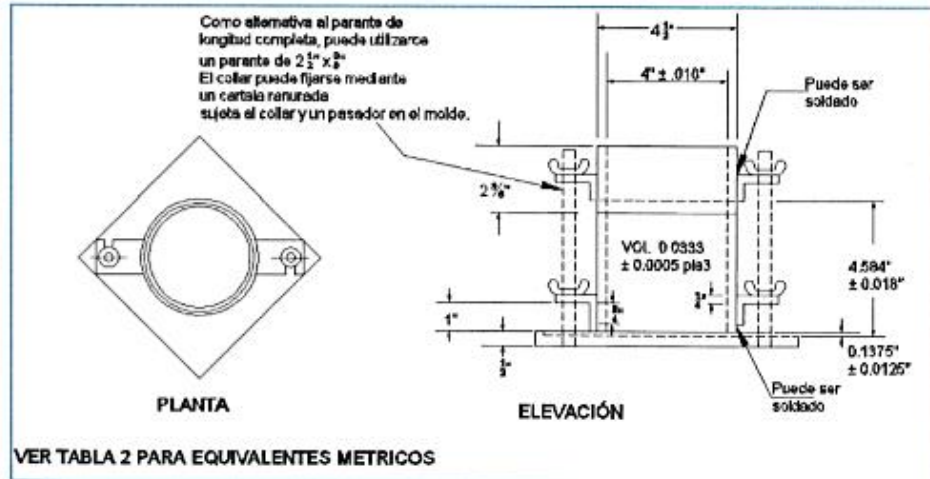


Figura 1: Molde cilíndrico de 4,0 pulg

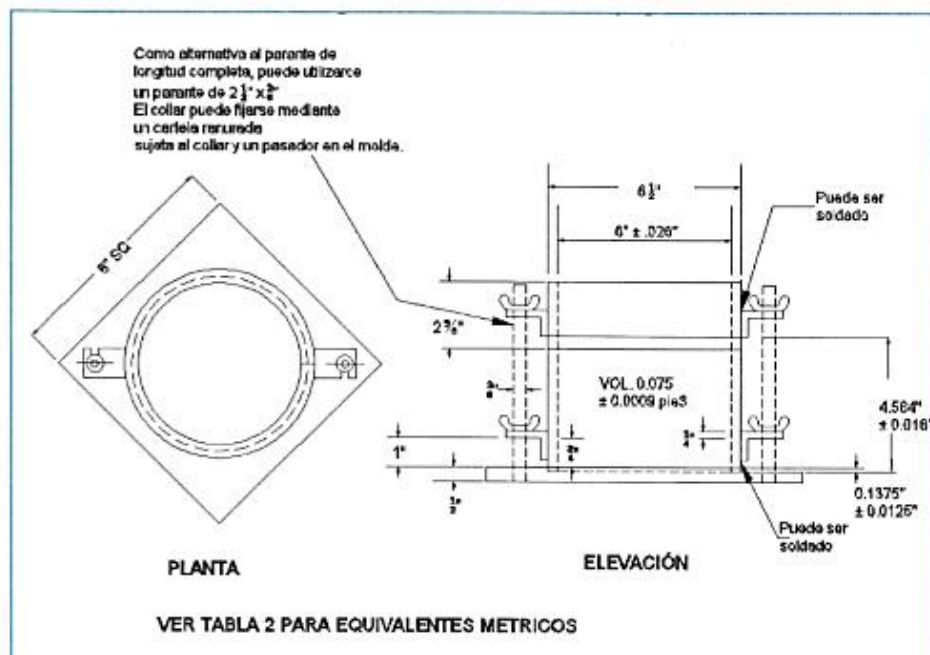


Figura 2: Molde cilíndrico de 6,0 pulg



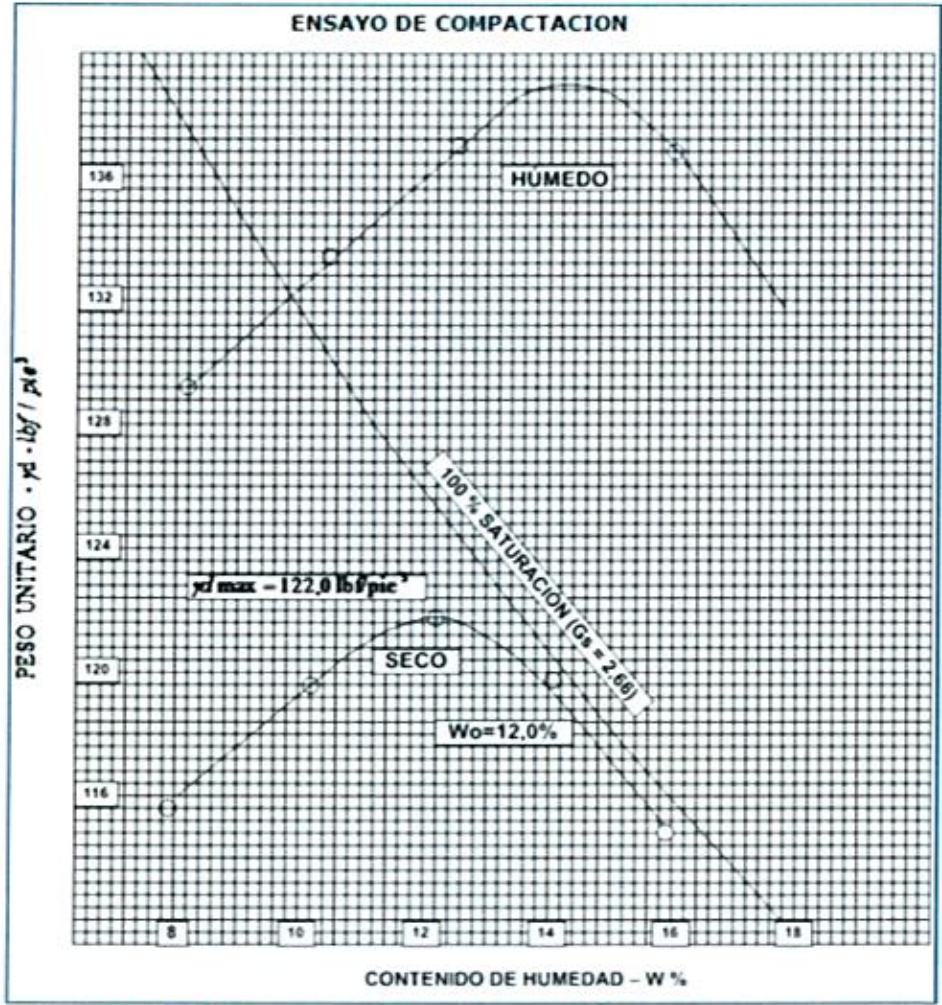


Figura 3. Ejemplo de Gráfico de Curva de Compactación





## MTC E 132

### CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

#### 1.0 OBJETO

- 1.1 Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno.

#### 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible.
- 2.2 Para aplicaciones donde el efecto del agua de compactación sobre el CBR es mínimo, tales como materiales no-cohesivos de granos gruesos, o cuando sea permisible para el efecto de diferenciar los contenidos de agua de compactación en el procedimiento de diseño, el CBR puede determinarse al óptimo contenido de agua de un esfuerzo de compactación especificado. El peso unitario seco especificado es normalmente el mínimo porcentaje de compactación permitido por la especificación de compactación de campo de la entidad usuaria.
- 2.3 Para aplicaciones donde el efecto del contenido de agua de compactación en el CBR es desconocido o donde se desee explicar su efecto, el CBR se determina para un rango de contenidos de agua, generalmente el rango de contenido de agua permitido para la compactación de campo por la especificación de compactación en campo de la entidad usuaria.
- 2.4 Los criterios para la preparación del espécimen de prueba con respecto a materiales cementados (y otros) los cuales recuperan resistencia con el tiempo, deben basarse en una evaluación geotécnica de ingeniería. Según sea dirigido por un ingeniero, los mismos materiales cementados deberán ser curados adecuadamente hasta que puedan medirse las relaciones de soporte que representen las condiciones de servicio a largo plazo.
- 2.5 Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, subbase y de afirmado.
- 2.6 Este modo operativo hace referencia a los ensayos para determinación de las relaciones de Peso Unitario - Humedad, usando un equipo modificado.

#### 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 ASTM D 1883: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils.

#### 4.0 EQUIPOS Y MATERIALES

##### 4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Prensa similar a las usadas en ensayos de compresión, utilizada para forzar la penetración de un pistón en el espécimen. El pistón se aloja en el cabezal y sus características deben ajustarse a las especificadas en el numeral 4.1.7.

El desplazamiento entre la base y el cabezal se debe poder regular a una velocidad uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto. La capacidad de la prensa y su sistema para la medida de carga debe ser de 44,5 kN (10000 lbf) o más y la precisión mínima en la medida debe ser de 44 N (10 lbf) o menos.

- 4.1.2 Molde, de metal, cilíndrico, de 152,4mm  $\pm$  0,66 mm (6  $\pm$  0,026") de diámetro interior y de 177,8  $\pm$  0,46 mm (7  $\pm$  0,018") de altura, provisto de un collar de metal suplementario de 50,8 mm (2,0")





de altura y una placa de base perforada de 9,53 mm (3/8") de espesor. Las perforaciones de la base no excederán de 1,6 mm (28 1/16") las mismas que deberán estar uniformemente espaciadas en la circunferencia interior del molde de diámetro (Figura 1a). La base se deberá poder ajustar a cualquier extremo del molde.

4.1.3 Disco espaciador, de metal, de forma circular, de 150,8 mm (5 15/16") de diámetro exterior y de  $61,37 \pm 0,127$  mm ( $2,416 \pm 0,005$ ") de espesor (Figura 1b), para insertarlo como falso fondo en el molde cilíndrico durante la compactación.

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

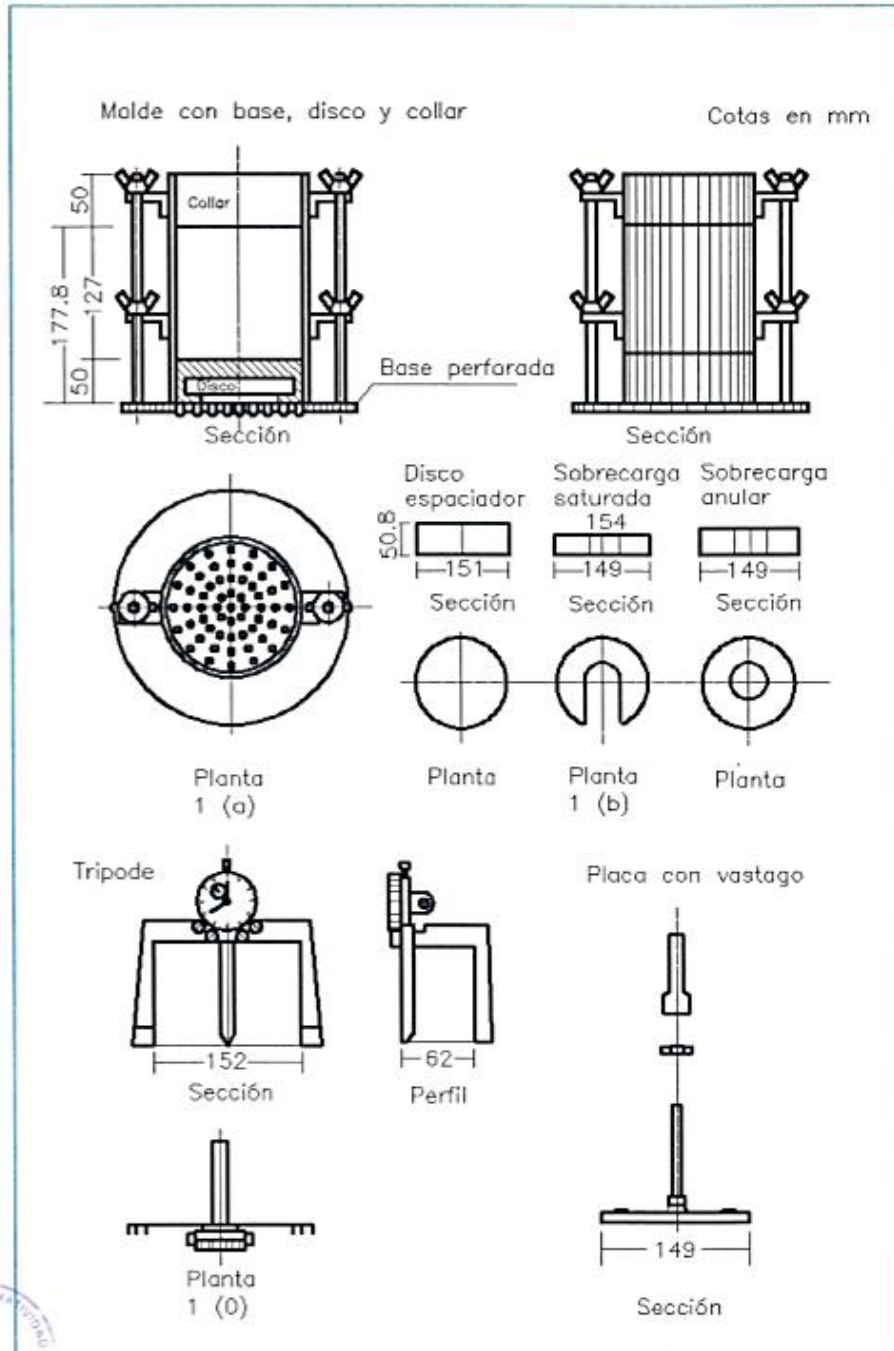


Figura 1.

#### 4.1.5 Aparato medidor de expansión compuesto por:

- Una placa de metal perforada, por cada molde, de 149,2 mm (5 7/8") de diámetro, cuyas perforaciones no excedan de 1,6 mm (1/16") de diámetro. Estará provista de un vástago en el centro con un sistema de tornillo que permita regular su altura (Figura 1d).
- Un trípode cuyas patas puedan apoyarse en el borde del molde, que lleve montado y bien sujeto en el centro un dial (deformímetro), cuyo vástago coincida con el de la placa, de forma que permita controlar la posición de éste y medir la expansión, con aproximación de 0,025 mm (0,001") (véase Figura 1c).

4.1.6 Pesas. Uno o dos pesas anulares de metal que tengan una masa total de  $4,54 \pm 0,02$  kg y pesas ranuradas de metal cada una con masas de  $2,27 \pm 0,02$  kg. Las pesas anular y ranurada deberán tener 5 7/8" a 5 15/16" (149,23 mm a 150,81 mm) en diámetro; además de tener la pesa, anular un agujero central de 2 1/8" aproximado (53,98 mm) de diámetro.

4.1.7 Pistón de penetración, metálico de sección transversal circular, de  $49,63 \pm 0,13$  mm (1,954  $\pm$  0,005") de diámetro, área de 19,35 cm<sup>2</sup> (3 pulg<sup>2</sup>) y con longitud necesaria para realizar el ensayo de penetración con las sobrecargas precisas de acuerdo con el numeral 6,4, pero nunca menor de 101,6 mm (4").

4.1.8 Dos diales con recorrido mínimo de 25 mm (1") y divisiones lecturas en 0,025 mm (0,001"), uno de ellos provisto de una pieza que permita su acoplamiento en la prensa para medir la penetración del pistón en la muestra.

4.1.9 Tanque, con capacidad suficiente para la inmersión de los moldes en agua.

4.1.10 Estufa, termostáticamente controlada, capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5$  °C.

4.1.11 Balanzas, una de 20 kg de capacidad y otra de 1000 g con sensibilidades de 1 g y 0,1 g, respectivamente.

4.1.12 Tamices, de 4,76 mm (No. 4), 19,05 mm (3/4") y 50,80 mm (2").

4.1.13 Misceláneos, de uso general como cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc.

## 5.0 MUESTRA

5.1 La muestra deberá ser preparada y los especímenes para la compactación deberán prepararse de acuerdo con los procedimientos dados en los métodos de prueba NTP 339.141 ó NTP 339.142 para la compactación de un molde de 152,4mm (6") excepto por lo siguiente:

- Si todo el material pasa el tamiz de 19mm (3/4"), toda la graduación deberá usarse para preparar las muestras a compactar sin modificación. Si existe material retenido en el tamiz de 19 mm (3/4"), este material deberá ser removido y reemplazado por una cantidad igual de material que pase el tamiz de ¾ de pulgada (19 mm) y sea retenido en el tamiz N° 4 obtenido por separación de porciones de la muestra no de otra forma usada para ensayos.

## 6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 El procedimiento es tal que los valores de la relación de soporte se obtienen a partir de especímenes de ensayo que posean el mismo peso unitario y contenido de agua que se espera encontrar en el terreno. En general, la condición de humedad crítica (más desfavorable) se tiene cuando el material está saturado. Por esta razón, el método original del Cuerpo de Ingenieros de E.U.A. contempla el ensayo de los especímenes después de estar sumergidos en agua por un período de cuatro (4) días confinados en el molde con una sobrecarga igual al peso del pavimento que actuará sobre el material.

6.2 Preparación de la Muestra.- Se procede como se indica en las normas mencionadas (Relaciones de peso unitario-humedad en los suelos, con equipo estándar o modificado). Cuando más del 75 % en peso de la muestra pase por el tamiz de 19,1 mm (3/4"), se utiliza para el ensayo el material que pasa por dicho tamiz. Cuando la fracción de la muestra retenida en el tamiz de 19,1 mm (3/4") sea



superior a un 25% en peso, se separa el material retenido en dicho tamiz y se sustituye por una proporción igual de material comprendido entre los tamices de 19,1 mm (3/4") y de 4,75 mm (Nº4), obtenida tamizando otra porción de la muestra.

De la muestra así preparada se toma la cantidad necesaria para el ensayo de apisonado, más unos 5 kg por cada molde CBR.

Se determina la humedad óptima y la densidad máxima por medio del ensayo de compactación elegido. Se compacta un número suficiente de especímenes con variación en su contenido de agua, con el fin de establecer definitivamente la humedad óptima y el peso unitario máximo. Dichos especímenes se preparan con diferentes energías de compactación. Normalmente, se usan la energía del Proctor Estándar, la del Proctor Modificado y una Energía Inferior al Proctor Estándar. De esta forma, se puede estudiar la variación de la relación de soporte con estos dos factores que son los que la afectan principalmente. Los resultados se grafican en un diagrama de contenido de agua contra peso unitario.

Se determina la humedad natural del suelo mediante secado en estufa, según la norma MTC E 108.

Conocida la humedad natural del suelo, se le añade la cantidad de agua que le falte para alcanzar la humedad fijada para el ensayo, generalmente la óptima determinada según el ensayo de compactación elegido y se mezcla íntimamente con la muestra.

6.3 Elaboración de especímenes. Se pesa el molde con su base, se coloca el collar y el disco espaciador y, sobre éste, un disco de papel de filtro grueso del mismo diámetro.

Una vez preparado el molde, se compacta el espécimen en su interior, aplicando un sistema dinámico de compactación (ensayos mencionados, ídem Proctor Estándar o Modificado), pero utilizando en cada molde la proporción de agua y la energía (número de capas y de golpes en cada capa) necesarias para que el suelo quede con la humedad y densidad deseadas (véase Figura 2a). Es frecuente utilizar tres o nueve moldes por cada muestra, según la clase de suelo granular o cohesivo, con grados diferentes de compactación. Para suelos granulares, la prueba se efectúa dando 55, 26 y 12 golpes por capa y con contenido de agua correspondiente a la óptima. Para suelos cohesivos interesa mostrar su comportamiento sobre un intervalo amplio de humedades. Las curvas se desarrollan para 55, 26 y 12 golpes por capa, con diferentes humedades, con el fin de obtener una familia de curvas que muestran la relación entre el peso específico, humedad y relación de capacidad de soporte.

**Nota 1.** En este procedimiento queda descrito cómo se obtiene el índice CBR para el suelo colocado en un solo molde, con una determinada humedad y densidad. Sin embargo, en cada caso, al ejecutar el ensayo deberá especificarse el número de moldes a ensayar, así como la Humedad y Peso Unitario a que habrán de compactarse.

Si el espécimen se va a sumergir, se toma una porción de material, entre 100 y 500g (según sea fino o tenga grava) antes de la compactación y otra al final, se mezclan y se determina la humedad del Suelo de acuerdo con la Norma MTC E 108. Si la muestra no va a ser sumergida, la porción de material para determinar la humedad se toma del centro de la probeta resultante de compactar el suelo en el molde, después del ensayo de penetración. Para ello el espécimen se saca del molde y se rompe por la mitad.

Terminada la compactación, se quita el collar y se enrasa el espécimen por medio de un enrasador o cuchillo de hoja resistente y bien recta. Cualquier depresión producida al eliminar partículas gruesas durante el enrase, se rellenará con material sobrante sin gruesos, comprimiéndolo con la espátula.

Se desmonta el molde y se vuelve a montar invertido, sin disco espaciador, colocando un papel filtro entre el molde y la base. Se pesa.

6.4 Inmersión. Se coloca sobre la superficie de la muestra invertida la placa perforada con vástago, y, sobre ésta, los anillos necesarios para completar una sobrecarga tal, que produzca una presión equivalente a la originada por todas las capas de materiales que hayan de ir encima del suelo que



se ensaya, la aproximación quedará dentro de los 2,27 kg correspondientes a una pesa. En ningún caso, la sobrecarga total será menor de 4,54 kg (véase Figura 2b).

**Nota 2.** A falta de instrucciones concretas al respecto, se puede determinar el espesor de las capas que se han de construir por encima del suelo que se ensaya, bien por estimación o por algún método aproximado. Cada 15 cm (6") de espesor de estructura del pavimento corresponde aproximadamente a 4,54 kg de sobrecarga.

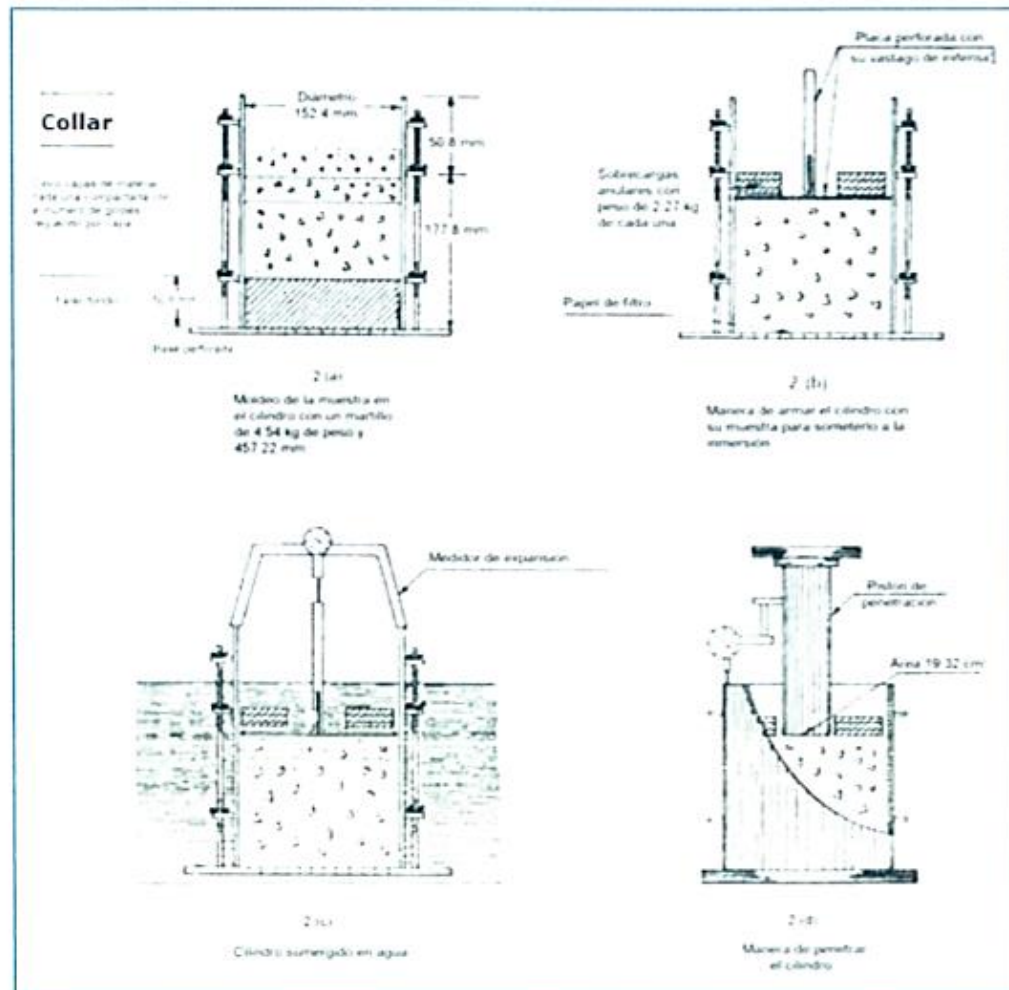
Se toma la primera lectura para medir el hinchamiento colocando el trípode de medida con sus patas sobre los bordes del molde, haciendo coincidir el vástago del dial con el de la placa perforada. Se anota su lectura, el día y la hora. A continuación, se sumerge el molde en el tanque con la sobrecarga colocada dejando libre acceso al agua por la parte inferior y superior de la muestra. Se mantiene la probeta en estas condiciones durante 96 horas (4 días) "con el nivel de agua aproximadamente constante. Es admisible también un período de inmersión más corto si se trata de suelos granulares que se saturan de agua rápidamente y si los ensayos muestran que esto no afecta los resultados (véase Figura 2c).

Al final del período de inmersión, se vuelve a leer el deformímetro para medir el hinchamiento. Si es posible, se deja el trípode en su posición, sin moverlo durante todo el período de inmersión; no obstante, si fuera preciso, después de la primera lectura puede retirarse, marcando la posición de las patas en el borde del molde para poderla repetir en lecturas sucesivas. La expansión se calcula como un porcentaje de la altura del espécimen.

Después del período de inmersión se saca el molde del tanque y se vierte el agua retenida en la parte superior del mismo, sosteniendo firmemente la placa y sobrecarga en su posición. Se deja escurrir el molde durante 15 minutos en su posición normal y a continuación se retira la sobrecarga y la placa perforada. Inmediatamente se pesa y se procede al ensayo de penetración según el proceso del numeral siguiente.

Es importante que no transcurra más tiempo que el indispensable desde cuando se retira la sobrecarga hasta cuando vuelve a colocarse para el ensayo de penetración.





**Figura 2: Determinación del valor de la relación de soporte en el laboratorio**

- 6.5 Penetración. Se aplica una sobrecarga que sea suficiente, para producir una intensidad de carga igual al peso del pavimento (con  $\pm 2,27$  kg de aproximación) pero no menor de 4,54 kg. Para evitar el empuje hacia arriba del suelo dentro del agujero de las pesas de sobrecarga, es conveniente asentar el pistón luego de poner la primera sobrecarga sobre la muestra, llévese el conjunto a la prensa y colóquese en el orificio central de la sobrecarga anular, el pistón de penetración y añada el resto de la sobrecarga si hubo inmersión, hasta completar la que se utilizó en ella. Se monta el dial medidor de manera que se pueda medir la penetración del pistón y se aplica una carga de 50N (5 kg) para que el pistón asiente. Seguidamente se sitúan en cero las agujas de los diales medidores, el del anillo dinamométrico, u otro dispositivo para medir la carga, y el de control de la penetración (véase Figura 2d). Para evitar que la lectura de penetración se vea afectada por la lectura del anillo de carga, el control de penetración deberá apoyarse entre el pistón y la muestra o molde.

Se aplica la carga sobre el pistón de penetración mediante el gato o mecanismo correspondiente de la prensa, con una velocidad de penetración uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto. Las prensas manuales no preparadas para trabajar a esta velocidad de forma automática se controlarán mediante el deformímetro de penetración y un cronómetro. Se anotan las lecturas de la carga para las siguientes penetraciones:





## Penetración

Milímetros	Pulgadas
0,63	0,025
1,27	0,050
1,90	0,075
2,54	0,100
3,17	0,125
3,81	0,150
5,08	0,200
7,62	0,300
10,16	0,400
12,70	0,500

\* Estas lecturas se hacen si se desea definir la forma de la curva, pero no son indispensables.

Finalmente, se desmonta el molde y se toma de su parte superior, en la zona próxima a donde se hizo la penetración, una muestra para determinar su humedad.

### 6.6 PROCEDIMIENTO PARA EL ENSAYO SOBRE MUESTRAS INALTERADAS

En el caso de muestras inalteradas se procede como sigue:

- Se trabajará en una calicata de aproximadamente 0,80 x 0,80 m.
- Se nivela la superficie y se coloca el molde en el centro del área de trabajo. El molde se le debe haber adicionado el anillo cortador.
- Posteriormente se excava suavemente alrededor del molde, presionándolo para que corte una delgada capa de suelo a su alrededor.
- Se clava el molde en el suelo poco a poco, con ayuda de herramientas apropiadas, hasta llenarlo, haciendo uso de la técnica para la toma de muestras inalteradas que se describe en la norma MTC E 112. Debe entenderse que por ningún motivo la muestra debe ser golpeada, tanto en el proceso de recuperación en el campo, como en su transporte y trabajo de laboratorio
- Una vez lleno el molde, se parafinan sus caras planas y, cuidando de no golpearlo, se traslada al laboratorio. Cuando se vaya a efectuar el ensayo se quita la parafina de ambas caras y, con ayuda de la prensa y el disco espaciador o de un extractor de muestras, se deja un espacio vacío en el molde equivalente al del disco espaciador, enrasando el molde por el otro extremo. A continuación se procede como con las muestras preparadas en el laboratorio. La operación para dejar ese espacio vacío no es necesaria ( $7,0" \pm 0,16"$ ) si se utiliza un molde con 127 mm (5") de altura, en vez de los 177,8 mm, y se monta el collar antes de proceder al ensayo de penetración.

## 7.0 CALCULOS E INFORME

### 7.1 CALCULOS

- 7.1.1 Humedad de compactación. El tanto por ciento de agua que hay que añadir al suelo con su humedad natural para que alcance la humedad prefijada, se calcula como sigue:

$$\% \text{ de agua a añadir} = \frac{H - h}{100 + h} \times 100$$

Donde:

H = Humedad prefijada

h = Humedad natural





- 7.1.2 Densidad o peso unitario. La densidad se calcula a partir del peso del suelo antes de sumergirlo y de su humedad, de la misma forma que en los métodos de ensayo citados. Proctor normal o modificado, para obtener la densidad máxima y la humedad óptima.
- 7.1.3 Agua absorbida. El cálculo para el agua absorbida puede efectuarse de dos maneras. Una, a partir de los datos de las humedades antes de la inmersión y después de ésta (numerales 4.1.3 y 4.1.4); la diferencia entre ambas se toma normalmente como tanto por ciento de agua absorbida. Otra, utilizando la humedad de la muestra total contenida en el molde. Se calcula a partir del peso seco de la muestra (calculado) y el peso húmedo antes y después de la inmersión.
- Ambos resultados coincidirán o no, según que la naturaleza del suelo permita la absorción uniforme del agua (suelos granulares), o no (suelos plásticos). En este segundo caso debe calcularse el agua absorbida por los dos procedimientos.
- 7.1.4 Presión de penetración. Se calcula la presión aplicada por el penetrómetro y se dibuja la curva para obtener las presiones reales de penetración a partir de los datos de prueba; el punto cero de la curva se ajusta para corregir las irregularidades de la superficie, que afectan la forma inicial de la curva (véase Figura 3).
- 7.1.5 Expansión. La expansión se calcula por la diferencia entre las lecturas del deformímetro antes y después de la inmersión, numeral 6.3. Este valor se refiere en tanto por ciento con respecto a la altura de la muestra en el molde, que es de 127 mm (5").

Es decir:

$$\% \text{ Expansión} = \frac{L_2 - L_1}{127} \times 100$$

Donde

- L<sub>1</sub> = Lectura inicial en mm.  
L<sub>2</sub> = Lectura final en mm.

- 7.1.6 Valor de la relación de soporte (índice resistente CBR). Se llama valor de la relación de soporte (índice CBR), al tanto por ciento de la presión ejercida por el pistón sobre el suelo, para una penetración determinada, en relación con la presión correspondiente a la misma penetración en una muestra patrón. Las características de la muestra patrón son las siguientes:

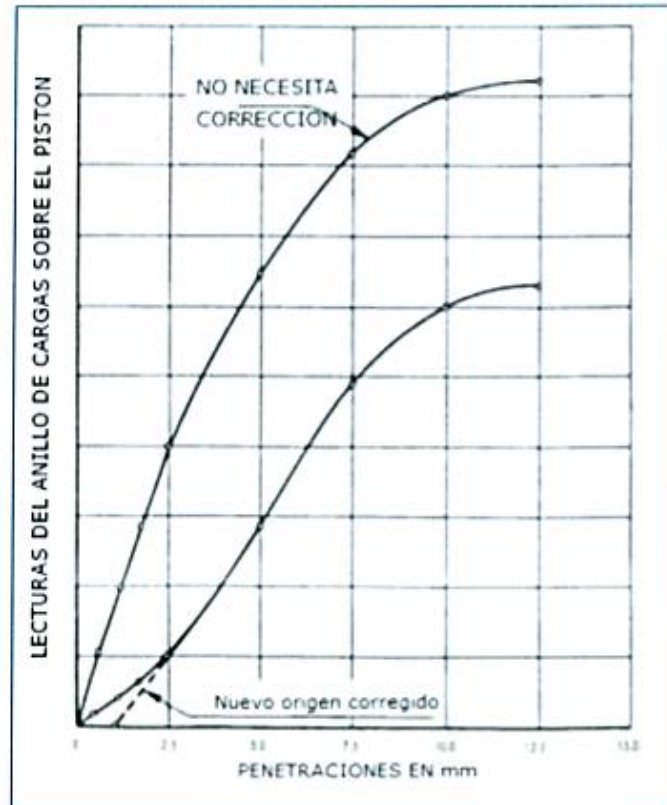
Penetración		Presión		
Mm	Pulgadas	MN/m <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
2,54	0,1	6,90	70,31	1,000
5,08	0,2	10,35	105,46	1,500

Para calcular el índice CBR se procede como sigue:

- Se dibuja una curva que relacione las presiones (ordenadas) y las penetraciones (abscisas), y se observa si esta curva presenta un punto de inflexión. Si no presenta punto de inflexión se toman los valores correspondientes a 2,54 y 5,08 mm (0,1" y 0,2") de penetración. Si la curva presenta un punto de inflexión, la tangente en ese punto cortará el eje de abscisas en otro punto (o corregido), que se toma como nuevo origen para la determinación de las presiones correspondientes a 2,54 y 5,08 mm.
- De la curva corregida tórnense los valores de esfuerzo-penetración para los valores de 2,54 mm y 5,08 mm y calcúlense los valores de relación de soporte correspondientes, dividiendo los esfuerzos corregidos por los esfuerzos de referencia 6,9 MPa (1000lb/plg<sup>2</sup>) y 10,3 MPa (1500 lb/plg<sup>2</sup>) respectivamente, y multiplíquese por 100. La relación de soporte reportada para el suelo es normalmente la de 2,54 mm (0,1") de penetración. Cuando la relación a 5,08 mm (0,2") de penetración resulta ser mayor, se repite el ensayo. Si el ensayo de comprobación da un resultado similar, úsese la relación de soporte para 5,08 mm (0,2") de penetración.







**Figura 3: Curva para cálculo de índice de CBR**

## 7.2 INFORME LECTURAS DEL ANILLO DE CARGAS SOBRE EL PISTON

Los datos y resultados de la prueba que deberán suministrarse son los siguientes:

- Método usado para la preparación y compactación de los especímenes.
- Descripción e identificación de la muestra ensayada.
- Humedad al fabricar el espécimen.
- Peso unitario.
- Sobrecarga de saturación y penetración.
- Expansión del espécimen.
- Humedad después de la saturación.
- Humedad óptima y densidad máxima determinados mediante la norma MTC E 115.
- Curva presión-penetración.
- Valor de relación de soporte (C.B.R.).





**ANEXO N° 04**

**PANEL**

**FOTOGRAFÍCO**



**Fotografía N° 01.** Los tesistas Lorena Luna Enriquez y Breiner Yzaguirre Caballero realizando la visita a la zona de estudio Red Vial Vecinal AN – 873.



**Fotografía N° 02.** Los tesistas Lorena Luna Enriquez y Breiner Yzaguirre Caballero realizando las respectivas medidas a la zona de estudio Red Vial Vecinal AN – 873.





**Fotografía N° 03.** Identificación de polvo al circular tránsito eventual en la zona de estudio Red Vial Vecinal AN – 873.

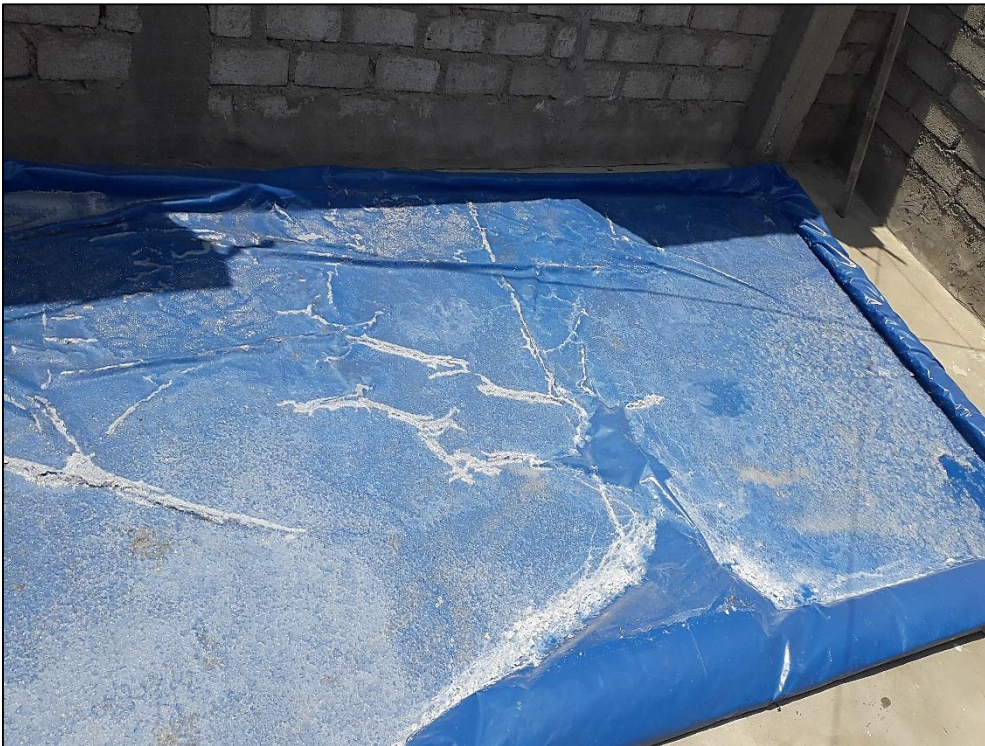


**Fotografía N° 04.** Los tesistas Lorena Luna Enriquez y Breiner Yzaguirre Caballero realizando la obtención de agua de mar de la playa Aguas Frías ubicado al noreste de Villa María.





**Fotografía N° 05.** Pequeña piscina de 100 litros de agua de mar para evaporarse naturalmente por medio del calor solar.



**Fotografía N° 06.** Evaporación del agua de mar después de 2 semanas y pequeña aparición del cloruro de sodio.





**Fotografía N° 07.** Obtención del cloruro de sodio a los 30 días de evaporarse totalmente el agua de mar con el calor solar.



**Fotografía N° 08.** Los tesisistas Lorena Luna Enriquez y Breiner Yzaguirre Caballero realizando trazos para calicatas en la zona de estudio Red Vial Vecinal AN – 873.



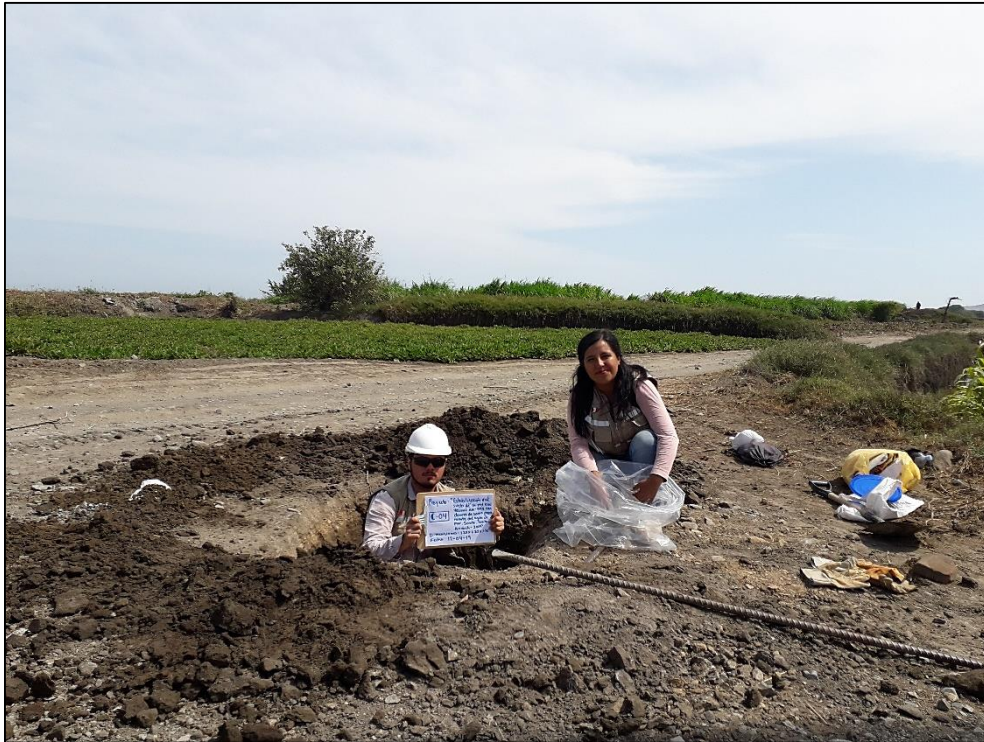


**Fotografía N° 09.** Los tesistas Lorena Luna Enriquez y Breiner Yzaguirre Caballero realizando la calicata N° 01 para la obtención de muestras en la zona de estudio Red Vial Vecinal AN – 873.



**Fotografía N° 10.** El tesista Breiner Yzaguirre Caballero realizando la calicata N° 02 para la obtención de muestras en la zona de estudio Red Vial Vecinal AN – 873.





**Fotografía N° 11.** Los tesistas Lorena Luna Enriquez y Breiner Yzaguirre Caballero realizando la calicata N° 03 para la obtención de muestras en la zona de estudio Red Vial Vecinal AN – 873



**Fotografía N° 12.** El tesista Breiner Yzaguirre Caballero realizando ensayo de granulometría en laboratorio.





**Fotografía N° 13.** Peso de cloruro de sodio a utilizar según el porcentaje indicado.



**Fotografía N° 14.** La tesista Lorena Luna Enriquez realizando ensayo de Proctor Modificado en laboratorio.





**Fotografía N° 15.** El tesista Breiner Yzaguirre Caballero realizando golpes de compactación del ensayo de C.B.R en laboratorio.



**Fotografía N° 16.** La tesista Lorena Luna Enriquez realizando golpes de compactación del ensayo de C.B.R en laboratorio.



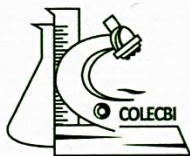
**ANEXO N° 05**

**RESULTADO DEL**

**ANÁLISIS DE PUREZA**

**DEL CLORURO DE**

**SODIO**



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS  
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

**“COLECBI” S.A.C.**

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

**INFORME DE ENSAYO N° 20190425-004**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : BREYNER YZAGUIRRE CABALLERO.  
DIRECCIÓN : Urb. Bellamar X – 11 Nuevo Chimbote.  
PRODUCTO DECLARADO : CLORURO DE SODIO.  
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra.  
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : Bolsa de polietileno transparente cerrada.  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2019-04-25  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2019-04-26  
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2019-04-26  
CONDICIÓN DE LAS MUESTRAS : En buen estado.  
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.  
CÓDIGO COLECBI : SS 190425-4

**RESULTADOS**

MUESTRA	ENSAYO
	M – 1
(*) Cloruro de Sodio (%)	91,70

(\*) Fuera del alcance de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

**METODOLOGIA EMPLEADA**


Cloruro de Sodio: COVENIN 1193-81 1981 Alimentos. Determinación de Cloruros.

**NOTA:**

- La muestra fue recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Abril 27 del 2019.

GVR/jms

  
A. Gustavo Vargas Ramos  
Gerente de Laboratorios  
C.B.P. 326  
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE  
Rev. 05  
Fecha 2019-02-22

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME  
SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 I Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752

Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com

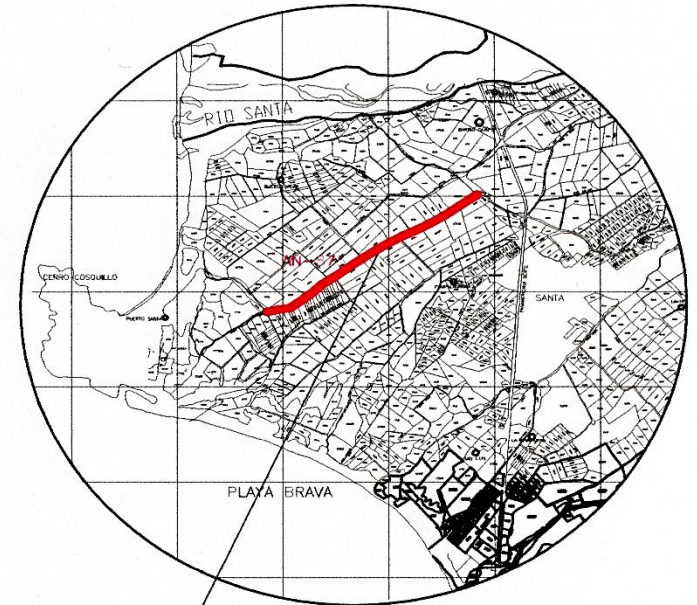
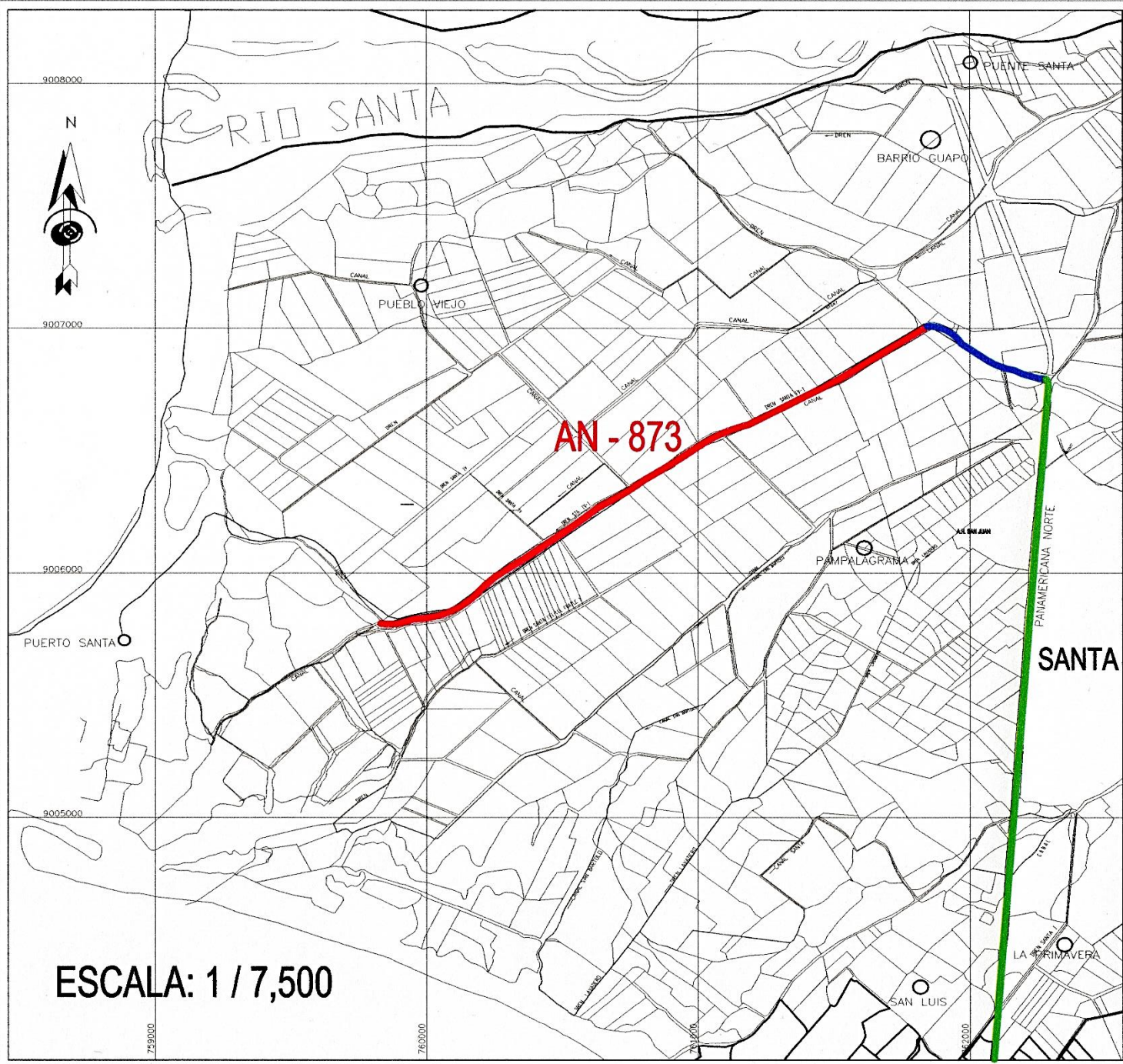


**ANEXO N° 06**

**PLANO DE**

**UBICACIÓN**





**LOCALIZACIÓN:**  
**ESCALA: 1 / 25,000**

- Panamericana Norte
- Ruta de acceso a la Red Vial Vecinal AN - 873
- Red Vial Vecinal AN - 873

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>Escuela Profesional de Ingeniería Civil</b>	
	Proyecto: "Estabilización del suelo de la red vial vecinal AN-873 - 0+000 al 2+400 km con cloruro de sodio proveniente del agua de mar, distrito de Santa, Ancash - 2019"	
<b>AUTORES:</b> VERRY LORENA ALDAR LUNA ENRIQUEZ BREINER ROBERTO YZAGUIRRE CABALLERO	<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:</b> DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL	
<b>Docente:</b> MGTR. JENISSE DEL ROCÍO FERNÁNDEZ MANTILLA	<b>TÍTULO:</b> PROPIO	<b>ESCALA:</b> INDICADA <b>FECHA:</b> JULIO - 2019
		U-01



**ANEXO N° 07**

**RESULTADO**

**DEL TURNITIN**





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"Estabilización de la red vial vecinal AN-873 - 0-000 al 2+400 km con cloruro de sodio proveniente del agua de mar, Santa, Santa, Áncash - 2019"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

VERY LORENA ALDAR LUNA ENRIQUEZ (0000-0001-7193-9873)  
BREINER ROBERTO YZAGUIRRE CABALLERO (0000-0002-1912-8640)

ASESOR:

MGTR. JENISSE DEL ROCIO FERNANDEZ MANTILLA (0000-0003-3336-4786)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

CHIMBOTE - PERÚ

*Ing. José Muñoz Arana.*

Resumen de coincidencias

24 %

1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	20 %	>
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de internet	1 %	>
4	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %	>
5	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %	>
6	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %	>
7	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %	>



**ACTA DE  
ORIGINALIDAD  
DE TURNITIN**





**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02  
Versión : 10  
Fecha : 10-06-2019  
Página : 1 de 1

Yo, Mgtr. José Pepe Muñoz Arana docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Chimbote, revisor de la tesis titulada "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL VECINAL AN-873 – 0+000 AL 2+400 KM CON CLORURO DE SODIO PROVENIENTE DEL AGUA DE MAR, SANTA, SANTA, ANCASH – 2019", de los estudiantes Very Lorena Aldar Luna Enriquez y Breiner Roberto Yzaguirre Caballero, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chimbote, 12 de Julio del 2019

Mgtr. José Pepe Muñoz Arana  
DNI: 32960000

Revisó	Vicerrectorado de Investigación /DEVAC/ Responsable del SGC	Aprobó	Rectorado
--------	---	--------	-----------

Nota: Cualquier documento impreso diferente del original, y cualquier archivo electrónico que se encuentre fuera del campus virtual será considerado como COPIA NO CONTROLADA.



**FORMULARIO DE  
AUTORIZACIÓN  
PARA LA  
PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DE  
LA TESIS**



FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Yzaguirre Caballero Breiner Roberto
D.N.I. : 72461458
Domicilio : Urb. Bellamar Mz. K Lt. 11
Teléfono : Fijo : 043-585263 Móvil : 935777974
E-mail : ingyzaguirre@hotmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

[X] Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería
Escuela : Ingeniería Civil
Carrera : Ingeniería Civil
Título : Ingeniero Civil

[ ] Tesis de Post Grado

[ ] Maestría

[ ] Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Yzaguirre Caballero Breiner Roberto.
Luna Enriquez Very Lorena Aldas.

Título de la tesis:

"Estabilización de la Red Vial Vecinal AN-873 - 0+000 al 2+400 Km. con cloruro de sodio proveniente del agua de mar, Santa, Santa, Ancash - 2019"

Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

[X]
[ ]



Firma : [Signature]

Fecha : 12/07/2019



FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Luna Enriquez Vera, Lorena Aldar
D.N.I. : 76012895
Domicilio : Caceres Aramayo
Teléfono : Fijo : Móvil : 947207809
E-mail : lorena.luna-enriquez@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

[X] Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería
Escuela : Ingeniería Civil
Carrera : Ingeniería Civil
Título : Ingeniería Civil

[ ] Tesis de Post Grado

[ ] Maestría

[ ] Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Luna Enriquez Vera, Lorena Aldar e Yzaguirre Caballero
Breiner Roberto

Título de la tesis:

"Estabilización del suelo de la red vial vecinal AN- 873 - 01000 al 2+400Km con cloruro de sodio proveniente del agua de mar, distrito de Santa, Santa, Areash - 2019"

Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma :

[Handwritten signature]

Fecha : 12-07-19







**FORMULARIO DE  
AUTORIZACIÓN  
PARA LA VERSIÓN  
FINAL DEL  
TRABAJO DE  
INVESTIGACIÓN**



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

YZAGUIRRE CABALLERO, BREINER ROBERTO

---

INFORME TÍTULADO:

ESTABILIZACION DEL SUELO DE LA RED VIAL VECINAL AN - 873 - 0 + 000 AL 2+400 KM CON  
CLORURO DE SODIO PROVENIENTE DEL AGUA DE MAR, DISTRITO DE SANTA, SANTA,

---

ANCASH - 2019.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

---

SUSTENTADO EN FECHA: 12/07/2019

NOTA O MENCIÓN: 16



Mg. GONZALO H. DÍAZ GARCÍA

ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA CIVIL



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

LUNA ENRIQUEZ, VERY LORENA ALDAR

---

INFORME TÍTULADO:

ESTABILIZACION DEL SUELO DE LA RED VIAL VECINAL AN - 873 - 0 + 000 AL 2+400 KM CON  
CLORURO DE SODIO PROVENIENTE DEL AGUA DE MAR, DISTRITO DE SANTA, SANTA,  
ANCASH - 2019.

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERA CIVIL

---

SUSTENTADO EN FECHA: 12/07/2019

NOTA O MENCIÓN: 16



**Mg. GONZALO H. DÍAZ GARCÍA**  
ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA CIVIL