



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Estabilización de la subrasante utilizando cenizas de cáscara de  
semillas de girasol, AA.HH. San José I, Calle 4, Chorrillos, 2020

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Cuba Mantilla, Marco Antonio (ORCID: 0000-0003-3672-371X)

**ASESOR:**

Mg. Benites Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2020**

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de investigación a mis padres por ser los fundamentales pilares para poder lograr me como persona, y próximo profesional, a mi bisabuela Manuela Alvarado que en paz descansa en la gloria de Dios, la cual fue y sigue siendo parte de mi vida.

## **Agradecimiento**

Agradezco a la Universidad César Vallejo por ser mi casa de estudio y principal fuente de conocimiento en diversas áreas, por permitirme ver la vida de un punto de vista diferente y guiarme en la vida profesional. Agradecer también al Mg. Ing. José Luis Benites Zúñiga por darme la mejor asesoría en el presente trabajo de investigación con el cual logro a optar el título de Ingeniero Civil.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract .....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>16</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	16
3.2. Variable y operacionalización .....	18
3.3. Población, muestra y muestreo .....	18
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos... ..	19
3.5. Procedimientos... ..	19
3.6. Método de análisis de datos.....	20
3.7. Aspectos éticos.....	21
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>22</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>35</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>43</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>45</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXOS</b>	

## Índice de tablas

Tabla 1: Calicatas según área .....	19
Tabla 2: Resultados de Límites de Atterberg... ..	26
Tabla 3: Resultados de Proctor Modificado.....	28
Tabla 4: Resultados de CBR y Absorción .....	32

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Mapa de suelos en los Distritos de Lima.....	2
Figura 2: Mapa de distancia longitudinal de la calle 4.....	20
Figura 3: Mapa de distancia transversal de la calle 4 .....	20
Figura 4: Mapa Provincial de la región Lima .....	22
Figura 5: Distritos límites de Chorrillos... ..	23
Figura 6: Distrito de Chorrillos.....	24
Figura 7: Ruta recomendable.....	24
Figura 8: Limite Plástico (Rollitos).....	25
Figura 9: Limite Líquido (Copa de Casagrande).....	25
Figura 10: Proctor Modificado.....	28
Figura 11: Ensayo de CBR.....	31
Figura 12: Ensayo de Absorción.....	31
Gráfico 1: Límites de Atterberg de los resultados... ..	26
Gráfico 2: Límite Líquido de los resultados... ..	27
Gráfico 3: Límites Plástico de los resultados... ..	27
Gráfico 4: Índice de Plástico de los resultados .....	28
Gráfico 5: Proctor Modificado de los resultados... ..	29
Gráfico 6: Densidad Máxima Seca de los resultados.....	30
Gráfico 7: Óptimo Contenido de Humedad de los resultados.....	30
Gráfico 8: CBR y ABSORCIÓN de los resultados... ..	32
Gráfico 9: CBR de los resultados.....	33
Gráfico 10: ABSORCIÓN de los resultados... ..	33
Gráfico 11: Límite Líquido de CCSG y CCA .....	35

Gráfico 12: Límite Plástico de CCSG y CCA.....	36
Gráfico 13: Índice de Plasticidad de CCSG y CCA... ..	37
Gráfico 14: Óptimo Contenido de Humedad de CCSG y CCA .....	38
Gráfico 15: Densidad Máxima Seca de CCSG y CCA.....	39
Gráfico 16: CBR de CCSG y CCA.....	40
Gráfico 17: ABSORCIÓN de CCSG y CCA .....	41

## Resumen

El presente informe de investigación tiene como objetivo general determinar la influencia de la cenizas de cascara de semillas de girasol en la estabilización la subrasante del AA.HH. San José I, la cual resulto favorable al cumplir con el objetivo planteado. Esta investigación tuvo un diseño de investigación experimental, con un método cuasiexperimental, en los cuales se realizaron ensayos en el laboratorio para obtener los resultados, un nivel de investigación es explicativa y un enfoque de la investigación es de tipo cuantitativo. Se obtuvo como resultados que en el ensayo de CBR arrojó una muestra patrón de 9.30%, con la adicción de 4% de CCSG aumentó a 10.60%, con la adicción de 8% de CCSG aumentó a 12.40%, con la adicción de 12% de CCSG aumentó a 13.50%. Como conclusión se pudo demostrar que la adicción de las CCSG incrementa la resistencia proporcionalmente a la cantidad que se le adicione, siendo positivo para la estabilización y cumpliendo con el objetivo planteado en el presente informe.

**Palabras clave:** Estabilización de la subrasante, Ceniza de cascara de semilla de girasol, Límites de Atterberg, Proctor modificado, CBR .

## **Abstract**

The present research report has the general objective determine the influence of the hull ash of sunflower sedes in the stabilization of the subgrade AA.HH. San José I, wich was favorable when meeting the proposed objective. This research had an experimental research design, with a quasi-experimental method, in which test were carried out in the laboratory to obtain the results, a research leve lis explanatory and a research approach is quantitative. The results were that in the CBR test yielded a standard simple of 9.30%, with the addition of 4% of CCSG increased to 10.60%, with the addition of 8% of CCSG increased to 12.40%, with the addition of 12% CCSG increased to 13.50%. As a conclusión, it was possible to show that the addiction of CCSG increases resistance proportionally to the amount added, being positive for stabilization and fulfilling the objective set out in this report.

**Keywords:** Subgrade stabilization, Sunflower seed hull ash, Atterberg Limits, Modified Proctor, CBR.

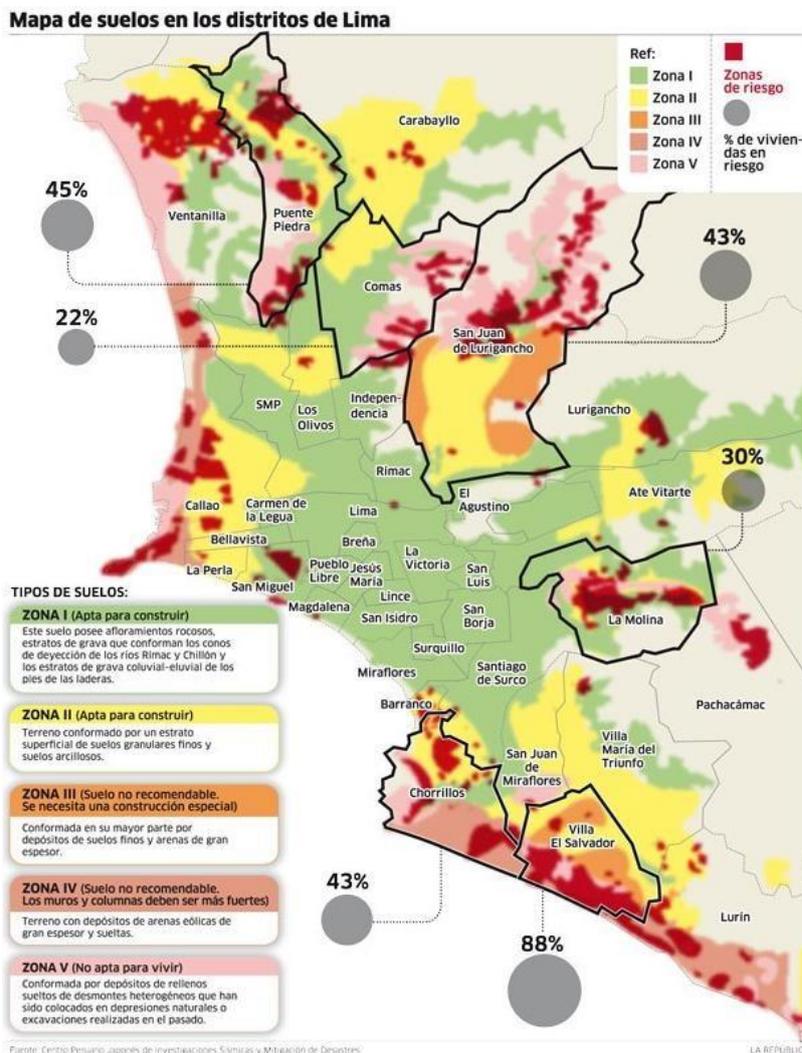
## I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional existen problemas de toda índole en las carreteras y puentes, uno de ellos se da en Colombia, que tiene cerrada o con restricción de paso a una de sus principales carreteras que conecta con la capital es bloqueada por la ola invernal, ya que dichas olas causan destrucción y derrumbes e inundaciones por causa de las lluvias, teniendo pérdidas aproximadamente de un 60% cifras calculadas por el presidente de la Asociación Nacional de Empresas Transportadoras de Carga por Carreteras (ASECARGA), Jairo Herrera, este problema afecta diariamente una pérdida de US\$ 10 millones, con una red de transportes poco viable para el flujo de tránsito, y obstruyendo el comercio dentro y fuera del país.

A nivel nacional se presentan deficiencias en las pistas, ocasionando un problema para los usuarios más comunes como los taxistas, trabajadores de transporte público y privado, el deterioro de las calzaduras entre baches y huecos producen daños en los vehículos, originando gastos económicos a los dueños este, no solo es perjudicial para los vehículos, sino también origina un caos vehicular o tráfico principalmente en las avenidas: Av. Alcázar, cl. Aguarico, av. Aramburú, av. Manco Cápac, jr. Humboldt, jr. Abtao, jr. Manuel Cisneros, av. Bausate y Meza, av. Isabel La Católica, av. 28 de julio, av. Venezuela, entre otras pertenecientes a los distritos de La Victoria, el Rímac, Breña y el Cercado de Lima. Adicional a este tráfico se suma la inseguridad ciudadana que día a día azota más a la sociedad, donde las personas que se encuentran en los vehículos son víctimas de robos, lo cual es un llamado de carácter urgente a las autoridades distritales que tomen acción inmediata en el asunto tanto para la inseguridad como para el mantenimiento de las pistas.

A nivel local en el Asentamiento Humano San José I, ubicado en el distrito de Chorrillos, se muestra gran parte con pistas no asfaltadas, con un suelo arenas eólicas y depósitos de rellenos como se muestra en el mapa de suelos en los Distritos de Lima, encontrándose cerca al Océano Pacífico y los Pantanos de Villa

Lo cual hace complicado el acceso al asentamiento humano, en épocas de lluvias los accidentes son constantes por el derrape de los vehículos en el barro o los hundimientos que causan con el propio peso, en épocas de verano, el pasar de los vehículos genera polvo e incomodidad a la población, el incómodo acceso a la zona es la principal causante de la pobreza de los pobladores, evidentemente no transitan vehículos de transporte público como combis o microbuses por el hecho de no tener asfaltado una pista, por otra parte es poco factible el emprendimiento de negocios en la zona, y no tener centros de primer auxilio como hospitales o clínicas cerca o en la zona, sin contar la inseguridad que viven a diario las personas del lugar.



**Figura 1.** Mapa de suelos en los Distritos de Lima

**Problema General:**

¿De qué manera las cenizas de cascara de semilla de girasol influye en la estabilización de la subrasante del AA.HH. San José I, Chorrillos, 2020?

**Problemas Específicos:**

¿De qué manera la ceniza de cascara de semilla de girasol influye en los límites de Atterberg de la subrasante del AA.HH. San José I, Chorrillos, 2020?

¿De qué manera la ceniza de cascara de semilla de girasol influye en el óptimo contenido de humedad y la densidad máxima seca en la subrasante del AA.HH. San José I, Chorrillos, 2020?

¿De qué manera la ceniza de cascara de semilla de girasol influye la resistencia y el porcentaje de absorción de la subrasante del AA.HH. San José I, Chorrillos, 2020?

**Relevancia social**, un desarrollo social, mejor calidad de vida y oportunidades, menor suciedad por el polvo, menor probabilidad de accidentes. Beneficiando a los pobladores del A.H San José I en el distrito de Chorrillos, teniendo mejor acceso a los vehículos de la localidad y exteriores. Tiene un proyecto de incremento económico para la sociedad, dando mayor oportunidad a comercios, centros de salud, centros educativos, negocios en general y turismo.

**Implicaciones prácticas**, las cenizas de cascara de semilla de girasol tienen estudios realizados con el concreto, y siendo perteneciente de la familia de las biomásas, se realizó esta investigación la cual la utiliza en la subrasante, ya que sus propiedades aportan a la estabilización mencionadas en investigaciones con biomásas así como cenizas de cascara de arroz, bagazo de caña de azúcar, ente otros.

**Valor teórico**, mediante esta investigación se logrará tener un método innovador de la estabilización de subrasante utilizando un desecho de la semilla de girasol que es la cascara, dejando puerta abierta a nuevas investigaciones con la

estabilización con las cenizas de cascara de semilla de girasol, dando como resultado reducir los desechos de la cascara de girasol y la reducción de los costos en la estabilización de subrasante.

**Utilidad metodológica**, esta investigación es una nueva manera de estabilizar la subrasante y dejando a disposición próximas investigaciones sobre el tema.

**Objetivo general:**

Determinar la influencia de la cenizas de cascara de semillas de girasol en la estabilización la subrasante del AA.HH. San José I, Chorrillos, 2020.

**Objetivo específico:**

Determinar la influencia de C.C.S.G. en los límites de Atterberg de la subrasante del AA.HH. San José I, Chorrillos, 2020.

Determinar la influencia de la C.C.S.G. en el óptimo contenido de humedad y la densidad máxima seca en la subrasante del AA.HH. San José I, Chorrillos, 2020.

Determinar la influencia de la C.C.S.G. en la resistencia y el porcentaje de absorción de la subrasante del AA.HH. San José I, Chorrillos, 2020.

**Hipótesis general:**

La cenizas de cascara de semillas de girasol influyen en la estabilización de la subrasante del AA.HH. San José I, Chorrillos, 2020.

**Hipótesis específico:**

La C.C.S.G influye de manera positiva en los límites de Atterberg de la subrasante del AA.HH. San José I, Chorrillos, 2020.

La C.C.S.G. influye de manera positiva en el óptimo contenido de humedad y la densidad máxima seca de la subrasante del AA.HH. San José I, Chorrillos, 2020.

La C.C.S.G. influye de manera positiva en la resistencia y el porcentaje de absorción de la subrasante del AA.HH. San José I, Chorrillos, 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

**Gálvez y Santoyo (2019)**, en su investigación titulada *“Estabilización de suelos cohesivos a nivel de subrasante con cenizas de cáscara de arroz, carretera Yanuyacu bajo- señor cautivo”* de su tesis para obtener el título de **Ingeniero Civil** de la **Universidad Nacional de Jaén**, tuvo como **objetivo** determinar cómo influye la incorporación de ceniza de cáscara de arroz como estabilizante del suelo cohesivo a nivel de subrasante en la carretera Yanuyacu – Señor Cautivo, la **investigación** fue de tipo diseño experimental con una **población** el suelo arcilloso obtenida de la carretera Yanuyacu bajo- Señor Cautivo, una **muestra** de una calicata en el km 1+500 de la carretera Yanuyacu bajo – Señor Cautivo, utilizó un **instrumento** de formato de control de los ensayos y **concluyó** que mediante ensayos se obtuvo densidad máxima seca de 95% y una resistencia de 3,92%, adicionado un 3% de CCA la resistencia aumenta a 6.68%, un 10% de CCA la resistencia aumenta a 10,93% , un 15% de CCA la resistencia aumenta a 13,77%, siendo el 15 % el ensayo más notorio de la resistencia del suelo, dado como preferible el usar el 3% de CCA como más óptima debido a que es más trabajable, económica y sustentable ya que cumple los requisitos mínimos establecidos en la NTP y MTC.<sup>1</sup>

**Cajaleon y Mondragón (2018)**, en su investigación titulada *“Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km+ 17 Pimpingos, Choros”* de su tesis para obtener el título de **Ingeniero Civil** de la **Universidad Cesar Vallejo**, tuvo como **objetivo** determinar si el uso de cenizas de cáscaras de arroz estabiliza los suelos arcillosos en la subrasante del km+ 17 Pimpingos, Choros, el tipo de **investigación** fue experimental con una **población** de los 37 kilómetros de la carretera Pimpingos – Choros, departamento de Cajamarca, una **muestra** el km+ 17 de la carretera Pimpingos, Choros, el **instrumento** fue calicatas y plantillas para cálculos de los ensayos en laboratorio y **concluyó** con una muestra patrón de un contenido de humedad de 1,8%, índice de plasticidad de 13%, densidad seca 2.006 g/cm<sup>3</sup>, un óptimo contenido de humedad

---

<sup>1</sup> (GALVEZ y SANTOYO, 2019)

de 9,4% y un CBR de 6,2% como muestra patrón, se le añadió un 10% de CCA y la resistencia aumento a un 8,5%, y añadiéndole un 15% de CCA aumento a un 10,3%, los demás datos se mantuvieron iguales.<sup>2</sup>

**Goñas (2019)**, en su investigación titulada *“Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada”* de su tesis para obtener el título de **Ingeniero Civil** de la **Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas**, tuvo como **objetivo** Evaluar la influencia que tiene un subproducto obtenido de la quema de carbón mineral y carbón vegetal (cenizas de carbón) proveniente de una industria ladrillera de la ciudad de Chachapoyas en la optimización de las propiedades mecánicas de muestras de suelo, el tipo de **investigación** fue de diseño experimental con un **población** de la calle las Lomas con una muestra de la cuadra ocho y nueve de la calle las Lomas, **muestreo** no probabilístico tipo intencional o por juicio, el **instrumento** fue de observación y fichas técnicas para ensayos en laboratorio y **concluyó** en el uso de dos muestras patrón de CBR de 2.1% y 2.2%, utilizando un 15%, 20% y 25% CC, incrementó la primera muestra a un 2.3%, 2.9% y 3,5% respectivamente y en la segundo muestra un utilizando un 15%, 20% y 25% de CC, incremento en un 2.6%, 3.0% y 3.7%, teniendo resultados que no cumple con el valor mínimo de 6% según lo indica el manual de carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.<sup>3</sup>

**Cabrera (2016)**, en su investigación titulada *“Viabilidad de aplicación de materiales reciclados y cenizas de biomasa en la fabricación de materiales tratados con cemento”* de su tesis para obtener el título de **Doctor** de la de **Universidad de Córdoba**, tuvo como **objetivo** utilizar los desechos de la producción industrial como por ejemplo; los desmontes y las cenizas de fondo de la quemadura de cultivos agrícolas (biomasa), de tal manera se pueda utilizar en obras de infraestructura **investigación** fue experimental y **concluyó** con la adición de CFB en un 15% y un 3% de cemento, su resistencia incremento en un 74%,

---

<sup>2</sup> (CAJALEON y Mondragón, 2018)

<sup>3</sup> (GOÑAS, 2019)

adicionándole un 15% de CFB y un 5% de cemento, la resistencia aumenta en un 94%, pero al usar un 30% de CFB, la resistencia baja con 3% ó 5% de cemento.<sup>4</sup>

**Parra (2018)**, en su investigación titulada *“Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante”* tesis para obtener el título de **Ingeniero Civil** de la **Universidad Católica de Colombia**, tuvo como **objetivo** realizar la estabilización química de un suelo (caolín), mediante la adición de cal y ceniza en diferentes porcentajes para determinar la dosificación óptima de estabilizante, por medio de la resistencia a la compresión y a la tracción, el tipo de **investigación** fue experimental y **concluyó** en una muestra patrón con un esfuerzo máxima (kg/cm<sup>2</sup>) de 0.640, una deformación máxima de 2.663 y una rigidez de 0.299, añadiendo un 2% de ceniza volante se obtiene un esfuerzo máxima (kg/cm<sup>2</sup>) de 0.757, una deformación máxima de 3.238 y una rigidez de 0.314, añadiendo un 4% de ceniza volante se obtiene un esfuerzo máxima (kg/cm<sup>2</sup>) de 0.753, una deformación máxima de 1.410 y una rigidez de 0.780, añadiendo un 6% de ceniza volante se obtiene un esfuerzo máxima (kg/cm<sup>2</sup>) de 0.875, una deformación máxima de 1.876 y una rigidez de 0.433, añadiendo un 8% de ceniza volante se obtiene un esfuerzo máxima (kg/cm<sup>2</sup>) de 1.616, una deformación máxima de 1.633 y una rigidez de 1.263.<sup>5</sup>

**Bonilla, Jiménez, Páramo (2019)**, en su investigación titulada *“Estudio del comportamiento de las condiciones mecánicas del material granular tipo afirmado con adición de cemento portland y ceniza de bagazo de caña (CBCA)”* de su tesis para obtener el título de **Ingeniero Civil** de la **Universidad Cooperativa de Colombia**, tuvo como **objetivo** evaluar las condiciones mecánicas de la mezcla del material granular tipo afirmado con la adición de cemento portland y ceniza de bagazo de caña (CBCA), el tipo de **investigación** fue exploratoria y **concluyó** en que usando el 75% del cemento y reemplazando el 25% restante con CBCA aumenta la resistencia al 97%, usando el 50% del cemento y reemplazando el 50% restante con CBCA aumenta la resistencia AL 95% Y usando el 25% del

---

<sup>4</sup> (CABRERA, 2016)

<sup>5</sup> (PARRA, 2018)

cemento y reemplazando el 75% restante con CBCA aumenta la resistencia al 93%.<sup>6</sup>

**Sharifah, Kamarudin, Mustafa, Binhussain, Siti (2013)**, in his research titled **“Review on soil stabilization techniques”** from the University Mala Perlis (UniMAP) had the **objective** of review the techniques that had been done for soil stabilization base on experimental studies, it was an experimental type of investigation an **concluded** in the results of the previous tests were positive for the effectiveness in stabilizing soft soils or increasing resistance using the materials. Giving rise to more research to evaluate the behavior in certain places of experimental studies and more research with diferent materials that serve as soil stabilizers.<sup>7</sup>

La Universidad de Malasia Perlis, realizo una buena investigación al probar con técnicas experimentales con ciertos materiales en suelos blandos o de baja resistencia, se recomienda realizar investigaciones con otros tipo de suelo para tener una visión más exployada de la estabilización de suelos, materiales y sus técnicas en diversas zonas.

**Canakcia, Celika, Mohammed, Media (2016)**, in his research titled **“Stabilization of Clay with Using Waste Beverage Can”** from the University of Mississippi, USA and **concluded** in that experimentally it is verified that ir increases the value of MMD, using aluminum beverage cans in expansive soils, facilitating the compaction process since it is reduced, the use of cans is recommended for expansive soils for which it does not They have a lot of water content, and the WTO decrees, this type of stabilization is in an ecological way since it reuses the waste in a positive way, 6% of aluminum in dry mass is enough to increase the CBR value.<sup>8</sup>

La Universidad de Mississippi, EE.UU. Realiza una manera de estabilizar el suelo de una manera ecológica al reutilizar las latas de bebidas que terminan como desechos, convirtiéndolas en arcilla y usándolas para estabilizar el suelo, dando como resultado un incremento en el CBR.

---

<sup>6</sup> (BONILLA, Jimenez, Paramo, 2019)

<sup>7</sup> (SHARIFAH, Kamarudin, Mustafa, Binhussain, Siti, 2013)

<sup>8</sup> (Stabilization of Clay with Using waste beverage can, 2016)

**Hussein, Recaby, Nsaif (2018)**, in his research titled **“Stabilization of soft clayey soils with sawdust ashes”** and **concluded** that the laboratory results show that the liquid limits are higher than 40%, which does not meet the minimum to build a road, leading to stabilization, in the use of SDA additive, it shows that the liquid and plastic limit indexes decrease, since it increases the clay content and predominates in the density and compaction, the SDA reduces increases the optimal moisture content and decreases the compacted dry density in soft clay soils, the additive is able to increase the resistance through its properties, ( with 4 and 10%) having a standard sample of CBR (1-2)%, an increase to 4-6% of resistance was obtained, being an economical and approved additive for subgrade stabilization in geotechnics for soft clay soils.<sup>9</sup>

Considera que el límite líquido del suelo debe ser menor a un 40% para considerarse un suelo apto para una carretera o de otra manera que sea estabilizado como por ejemplo con el aditivo SDA y arcilla para que reduzcan la densidad seca y no incremente e valor de limite líquido y plástico, se considera un aditivo barato y viable ya que con solo un 4% o 6% puede mejorar el suelo a tal punto de estar apto para construir una carretera.

**Elizondo, Sibaja (2010)**, en su investigación titulada **“Efecto de la cal en la estabilización de subrasantes”** de la **Universidad de Costa Rica** tuvo como **objetivo** el apreciar el resultado que hace la cal como aditivo estabilizador que se encuentra en Costa Rica para mejorar los materiales finos que presentan los índices de plasticidad, y el comportamiento físico y mecánico que ofrece en el material con la cal y **concluyo** en que si mejora el suelo, dándole estabilidad y durabilidad a la subrasante con el uso de la cal, dándole mayor resistencia con oxido de calcio y oxido de magnesio.<sup>10</sup>

**Garnica, Pérez, Gómez, Obil (2002)**, en su investigación titulada **“Estabilización de suelos con cloruro de sodio para su uso en las vías terrestres”** del **Instituto Mexicano del Transporte”** tuvo como **objetivo** en aumentar la cohesión y el peso volumétrico y **concluyo** en que faltan más investigaciones a profundidad con la

---

<sup>9</sup> (Stabilization of soft clayey soils with sawdust ashes, 2018)

<sup>10</sup> (Efecto de la cal en la estabilización de subrasantes, 2010)

adición de cloruro de sodio para ver la reacción que tienen con la presencia de la sal en los suelos y la humedad teniendo de instrumento el tiempo.<sup>11</sup>

**Ojeda, Mendoza, Baltazar (2018)**, en su investigación titulada *“Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante”* tuvo como **objetivo** determinar cómo influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como estabilizador para la subrasante, reemplazando al cemento portland compuesto y **concluyo** que la dosificación más óptima es de un 25% de la ceniza de bagazo de caña de azúcar para estabilizar suelos granular arenoso en reemplazo del cemento portland compuesto, dando como resultado una similitud al 100%.<sup>12</sup>

**Estabilización de subrasante:** [...] Es la optimización de las propiedades físicas de un suelo mediante formas automáticas y utilizando aditivos naturales o artificiales.<sup>13</sup>

Es optimizar las propiedades físicas con la adición de elementos externos.

El mejoramiento del suelo [...] Es el método donde cambia las propiedades físicas del suelo de ingeniería en el mismo lugar de una manera económica y garantizada.<sup>14</sup>

Una acción económica de cambiar las propiedades físicas sin descuidar la calidad.

Proceso físico o químico, mediante el cual se mejora las condiciones mecánicas un suelo.<sup>15</sup>

---

<sup>11</sup> (Estabilización de suelos con cloruro de sodio para su uso en las vías terrestres, 2002)

<sup>12</sup> (Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante, 2018)

<sup>13</sup> (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2013 pág. 107)

<sup>14</sup> (M.Das, 2013 pág. 266)

<sup>15</sup> (NTP CE.0.2)

Método de incrementar las propiedades del suelo.

**Límite de Atterberg:** [...] Conjunto de ensayos en laboratorio como límite líquido, límite plástico, límite de contracción usando el estado plástico y pasándolo a semisólido, y luego a estado sólido.<sup>16</sup>

Son los ensayos de límite líquido y límite plástica que se realizan para determinar el contenido de humedad que existe en una determinada muestra.

**Límite líquido:** [...] ensayo que mediante un cono estándar determina el contenido de humedad.<sup>17</sup>

Es un ensayo que se realiza en laboratorio utilizando la copa de Casagrande, y mediante métodos se obtiene en porcentaje un contenido de humedad.

“Contenido de agua del suelo entre el estado plástico y el líquido de un suelo.”<sup>18</sup>

**Límite plástico:** [...] ensayo donde se determina el contenido de humedad mediante el uso del mismo material del suelo al enrollarlo en hilos a 3.2mm de diámetro, y fisurarse.<sup>19</sup>

Ensayo de laboratorio donde se hacen unos rollitos con la muestra, utilizando la mano, con la finalidad de obtener el valor de contenido de humedad.

“Contenido de agua de un suelo entre el estado plástico y el semi-sólido.”<sup>20</sup>

**Proctor modificado:** Ensayo donde mediante la compactación, obtienen una relación del contenido de agua y el peso unitario seco el uso de del suelo [...].<sup>21</sup>

---

<sup>16</sup> (Das, 2013 pág. 15)

<sup>17</sup> (Das, 2013 pág. 65)

<sup>18</sup> (MTC, 2018 pág. 15)

<sup>19</sup> (Das, 2013 pág. 65)

<sup>20</sup> (MTC, 2018 pág. 15)

<sup>21</sup> (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2016 pág. 105)

Es otro método el cual proporciona un valor de contenido de humedad y el peso unitario seco del suelo.

**Humedad:** [...] cantidad de agua en una masa de suelo.<sup>22</sup>

Porcentaje de agua.

Cantidad de h<sub>2</sub>O en relación al peso seco, que es representado en porcentaje.<sup>23</sup>

Es la división de la proporción de agua entre la parte seco, multiplicado por 100% para dar como resultado un valor en porcentaje.

**Densidad:** Es una relación que existe entre el peso seco del suelo y el volumen total, considerando espacios porosos.<sup>24</sup>

“Relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.”<sup>25</sup>

[...] es el peso del suelo para un volumen determinado [...].<sup>26</sup>

Volumen expresado en la relación del peso y el volumen completo, con unidad de (kg/m<sup>3</sup>).<sup>27</sup>

**Ensayo CBR (resistencia):** proceso para obtener el valor de resistencia del suelo mediante un ensayo, también conocido como CBR (California Bearing Ratio).<sup>28</sup>

Es un ensayo en laboratorio que brinda el valor de la resistencia en porcentaje

---

<sup>22</sup> (UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA, 2010 pág. 5)

<sup>23</sup> (MTC, 2018 pág. 8)

<sup>24</sup> (UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO, 2010 pág. 36)

<sup>25</sup> (MTC, 2018 pág. 10)

<sup>26</sup> (INSTITUTO DE SUELOS, 2000 pág. 9)

<sup>27</sup> (DICCIONARIO DE LA REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 2019)

<sup>28</sup> (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2016 pág. 248)

“Valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo.”<sup>29</sup>

Es una capacidad de que trabaja mejor a compresión que a tracción, soportando cargas y esfuerzos, [...].<sup>30</sup>

**Ceniza:** Residuo de una combustión de color gris conformado por térreas, sales alcalinas, sílices y óxidos metálicos.<sup>31</sup>

La ceniza se compone de un polvo proveniente de una fragmentación de rocas volcánicas, siendo su diámetro menor a 2mm, es áspera, abrasiva [...] (esta contiene sílice, y puede contener gases ácidos y metales tóxicos) [...].<sup>32</sup>

El residuo al terminar una combustión de carbón en polvo la cual se transporta en una caldera con gases en inflamación [...].<sup>33</sup>

Son micro partículas tamizadas de color gris provenientes de la combustión o del quedo a fuego.

**Propiedades físicas:** [...] son propias, originales de sí mismo, como el color, textura, densidad, forma, consistencia a la temperatura, entre otras características.<sup>34</sup>

Característica particular de algo o alguien.<sup>35</sup>

Son características como textura, densidad, color, tanto lo externo como lo interno.

---

<sup>29</sup> (MTC, 2018 pág. 7)

<sup>30</sup> (NTP 339.034, 2008)

<sup>31</sup> (DICCIONARIO DE LA REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 2019)

<sup>32</sup> (CONSEJO DE SALUD OCUPACIONAL, 2017 pág. 11)

<sup>33</sup> (ASTM 593, 95 pág. 1)

<sup>34</sup> (Ramírez, 1997 pág. 9)

<sup>35</sup> (DICCIONARIO DE LA REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 2019)

**Ensayos:** “Acción y efecto de ensayar (Probar, reconocer algo antes de usarlo).”<sup>36</sup>

**Comportamiento:** “Manera de comportarse.”<sup>37</sup>

Reacción que ejerce un cuerpo u objeto ante un evento

---

<sup>36</sup> (DICCIONARIO DE LA REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 2019)

<sup>37</sup> (DICCIONARIO DE LA REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 2019)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### Diseño de investigación

El diseño de esta investigación es experimental, cuasiexperimental, por realizar la estabilización en el AA.HH. San José I, en el distrito de Chorrillos, en la calle 4 con el propósito de incrementar el valor del CBR para con proyección a ser pavimentada.

Algunas variables no son comparadas, pero otras si, otras varían en su nivel sin restricción y sus promedios son al azar, como también otras permanecen constante en un nivel.<sup>38</sup>

Voluntariamente se manipula variable independiente con la finalidad de determinar la influencia sobre uno o varias variables dependientes, atrasando los experimentos “puros”. Para los de diseño cuasiexperimental, no es asignado al azar, estos están agrupados previamente al experimento.<sup>39</sup>

**El tipo de investigación** es aplicada ya que se verá mediante resultados de los estudios de suelos como influye las dosificaciones de las cenizas de cascara de semilla de girasol al mezclarlo con la subrasante del AA.HH. San José I en términos de resistencia, contenido de humedad entre otros.

“La investigación aplicada también es conocida como “investigación práctica o empírica”, se distingue ya que explora la aplicación o utilización de los saberes recibidos, y simultáneamente aprendiendo otros, posteriormente de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. La investigación con los conocimientos adquiridos dan son producto una realidad organizada y sistemática.”<sup>40</sup>

---

<sup>38</sup> (Balluerka, 2002 pág. 8)

<sup>39</sup> (Sampieri, 2014 pág. 151)

<sup>40</sup> (Murillo, 2008 pág. 159)

Se entiende que es aplicativo por el mismo proceso de recolección de datos, los cuales son llevados al laboratorio para ser sometidos a respectivos ensayos, los cuales darán como resultado un valor del CBR y se podrá determinar la influencia de la adicción de la ceniza de cascara de semilla de girasol.

**El nivel de investigación** es explicativa ya que usa las variables para determinar el mejoramiento de la resistencia de la subrasante al adicionar las cenizas de cascara de semilla de girasol y para qué es importante mejorar el CBR a nivel de la subrasante.

“Una investigación explicativa tiene dos variables que son causa y efecto de los cuales se tiene como objetivo de buscar el enlace entre las dos variables, donde se puede analizar a nivel separado para corroborar la hipótesis planteada.”<sup>41</sup>

Por ello, la presente tesis es de nivel explicativo ya que, se analizará mediante información como experimentación del porque las cenizas de cascara de semilla de girasol para aumentar la resistencia del suelo, incrementando la máxima densidad seca.

**El enfoque de la investigación** es de tipo cuantitativo por anunciar a la hipótesis y poder evidenciarlo a través de un experimento la cual adicionalmente tiene una correspondencia con la variable independiente y dependiente.

“La investigación cuantitativa tiene como objetivo decretar la semejanza entre variables, generalización y objetivación mediante las muestras, haciendo una deducción hacia una población utilizando los resultados de una muestra. Tras el estudio de la asociación o correlación intenta, a su vez, hacer deducción causal que explique por qué las cosas ocurren o no de una carácter concluyente.”<sup>42</sup>

---

<sup>41</sup> (Arias, 2006 pág. 26)

<sup>42</sup> (Investigación cuantitativa y cualitativa, 2002 pág. 1)

### **3.2 Variables:**

Variable independiente: Es considerada como la causa de una relación que existen en las variables, en otras palabras se describe como un condicionante del antecedente y el resultado de la causa, así se denomina la variable independiente.<sup>43</sup> En este Proyecto de Investigación la variable independiente es Cenizas de cascara de semilla de girasol.

Variable dependiente: Se mide pero no es manipulable, solo es medida para calcular la consecuencia de la variable independiente.<sup>44</sup>, en este Proyecto de Investigación la variable dependiente es Estabilización de la subrasante.

### **3.3- Población, Muestra y muestreo**

#### **Población**

Son todas las unidades, sea persona, animal, cosa, etc., que están en el espacio de investigación.<sup>45</sup> Para el presente proyecto la población son las calles del AA.HH San José I

#### **Muestra**

A menudo se realiza investigaciones que tienen un gran grado de dificultad o antieconómico por todo lo que requiere, entonces se trabaja con un concepto llamado universo o población y una muestra que es tan solo una porción o parte del conjunto que se quiere investigar.<sup>46</sup> En este proyecto se considera la población a la calle 4, teniendo un ancho de 5.03m y 223.64m de largo.

#### **Muestreo**

El tipo de muestreo es no probabilístico debido a que en esta investigación se trabaja con una cantidad de ensayos que es la igual a la cantidad de muestras.

---

<sup>43</sup> (Sampieri, 2014 pág. 130)

<sup>44</sup> (Sampieri, 2014 pág. 131)

<sup>45</sup> (NIÑO, 2011 pág. 55)

<sup>46</sup> (Martinez, Rodriguez, 2008 pág. 20)

Permite elegir una muestra mediante una técnica para un motivo específico y determinado bajo un criterio.<sup>47</sup>

### **Unidad de análisis**

Es el origen que tiene una agrupación para sus disposiciones grupales, normalmente usadas en la psicología.<sup>48</sup> En el presente Proyecto de Investigación las unidades de análisis será la calicata.

### **3.4- Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

En el presente proyecto de investigación se utilizarán los ensayos de laboratorio como técnica para recolectar datos, mediante los estudios de mecánica de suelos y utilizando las normas que respaldan el ensayo.

### **3.5- Procedimientos**

El procedimiento de este proyecto de investigación inicia con la compra de la cascara de semilla de girasol, luego hacerlas ceniza, por otro lado haciendo 1 calicata por tener un área de 1 124.91 m<sup>2</sup> según la Norma CE 0.10 de Pavimentos urbanos y extrayendo la muestra del suelo para ser usadas en el laboratorio, por ultimo realizar los ensayos de Límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR, con la muestra patrón y con los porcentajes de dosificación (4%, 8% y 12%)

**Tabla N°1:** Calicatas según área

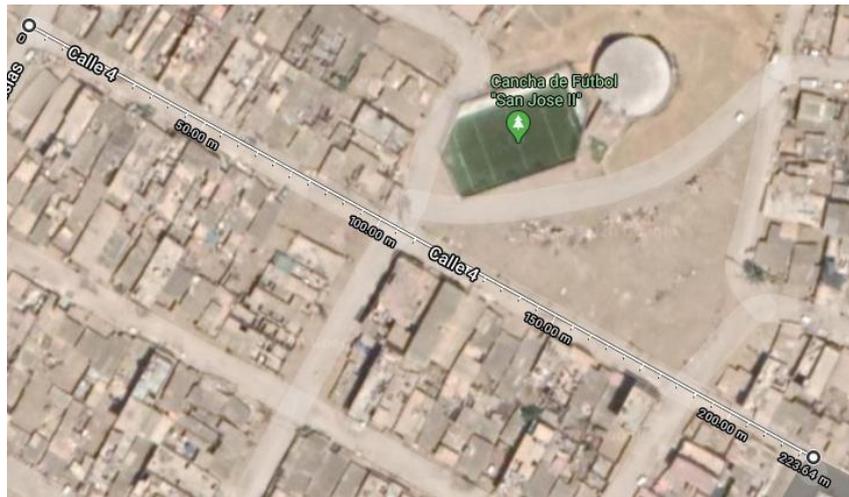
<b>TIPO DE VÍA</b>	<b>NÚMERO MÍNIMO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>ÁREA (m<sup>2</sup>)</b>
Expresas	1 cada	2000
Arteriales	1 cada	2400
Colectoras	1 cada	3000
Locales	1 cada	3600

Fuente: Norma CE. 0.10

---

<sup>47</sup> (NIÑO, 2011 pág. 57)

<sup>48</sup> (Sampieri, 2014 pág. 426)



**Figura 2.** Mapa de distancia longitudinal de la calle 4



**Figura 3:** Mapa de distancia transversal de la calle 4

### 3.6- Método de Análisis de datos

A través de la observación directa se obtendrá la recopilación de datos, en laboratorio se visualiza todos los ensayos y pruebas obligatorias para obtener los resultados y corroborar las hipótesis. “Es el procedimiento con el cual un todo complejo se extrae en varias partes y caracteres. El análisis permitirá el fraccionamiento del todo en sus variables relacionadas y componentes”.<sup>49</sup>

<sup>49</sup> (Hernandez, 2016 pág. 34)

### **3.7- Aspectos Éticos**

Como tesista y estudiante de la carrera profesional de Ingeniería Civil, como alumno de la carrera profesional de Ingeniería Civil, este trabajo se desarrolló con la completa honestidad, honradez, respeto y confianza de no haber copiado tesis de otros autores, respetando sus aportes, todos los manuales e instrumentos que se usaron para este trabajo de investigación y con sus respectivas resoluciones.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Descripción de la zona de estudio.

Estabilización de la subrasante utilizando cenizas de cascara de semillas de girasol, AA.HH. San José I, Calle 4, Chorrillos, 2020

#### Acceso a la zona de trabajo

El ingreso al lugar de la elaboración del proyecto principal el cual se beneficiará la calle 4 del AA.HH San José I del distrito de los Chorrillos

#### Ubicación política

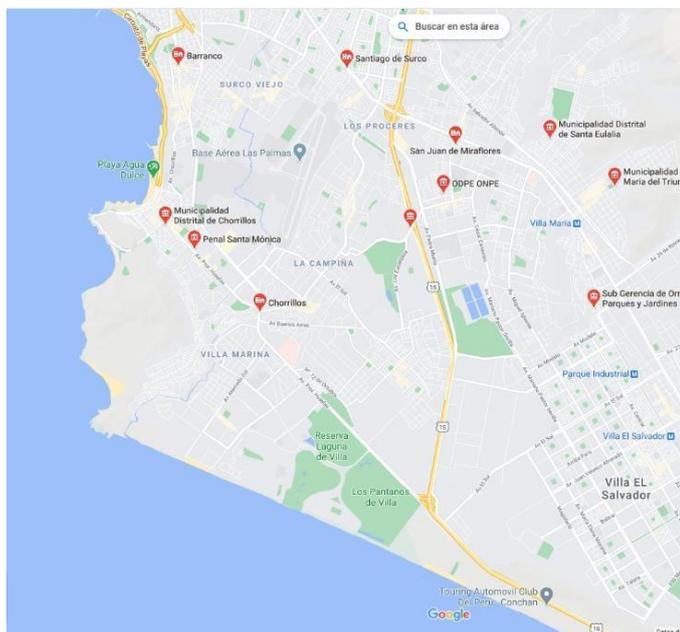
La zona de estudio está ubicado en la región de Lima, Provincia de Lima, Distrito de Chorrillos el cual limita con los siguientes distritos.



**Figura 4.** Mapa Provincial de la Región Lima

## Ubicación del proyecto

Provincia de departamento de lima



**Figura 5.** Distritos límites de Chorrillos

Límites del distrito

Norte, distrito de Barranco

Sur, distrito de San Juan de Miraflores y Santiago de Surco

Este, distrito de San Juan de Miraflores

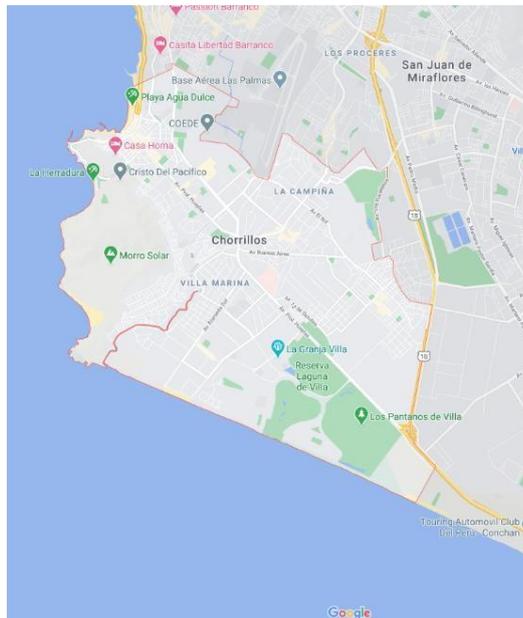
Oeste, Oceano Pacifico

El lugar de estudio para el desarrollo de Proyecto de investigación fue escogido por tener un suelo de baja capacidad según el mapa de suelos de los distritos de Lima, de manera que en el 2020 mediante la presente investigación se podrá contribuir a la mejora del suelo, dando como resultado un incremento económico a la población del distrito de Chorrillos.

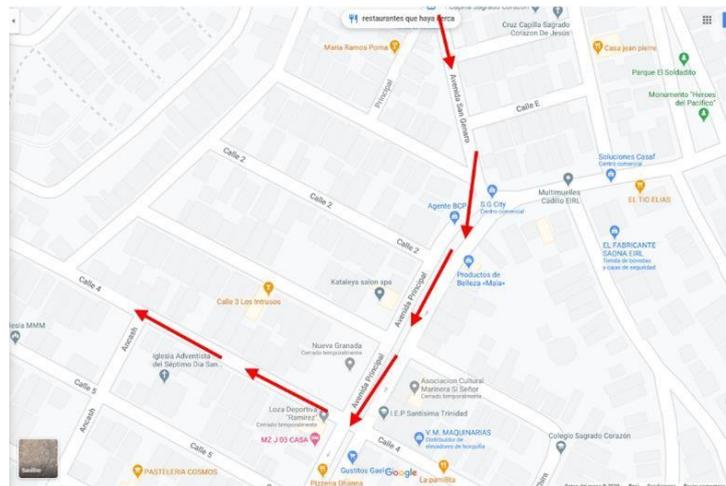
## Ubicación geográfica

La ubicación por coordenadas del distrito de Chorrillos es Latitud: -12.1692, Longitud: -77.0244 12° 10' 9' Sur, 77° 1' 28' Oeste, el área es de 37,00 km<sup>2</sup>, la altitud 45m, la población estimada en Chorrillos al 2002 es de 310,000 habitantes; 156,550

hombres y 153,450 mujeres. La densidad poblacional es de aproximadamente 6,270.03 habitantes por km<sup>2</sup>.



**Figura 6.** Distrito de Chorrillos



**Figura 7.** Ruta recomendable

### Vías de acceso

Para poder llegar a la calle 4 del AA.HH. San José I, se puede tomar como vía opcional la Avenida San Genaro, continuando por la Avenida Principal.

## Clima

Tiene un clima muy seco durante todo el año, el promedio de la temperatura en Chorrillos es de 23°, con unas precipitaciones en promedio al año de 16 mm, su humedad media es del 77% y el Índice UV es 6.

## Resultados del laboratorio:

Ensayo de Límites de Atterberg:



**Figura 8:** Límite Plástico (Rollitos)

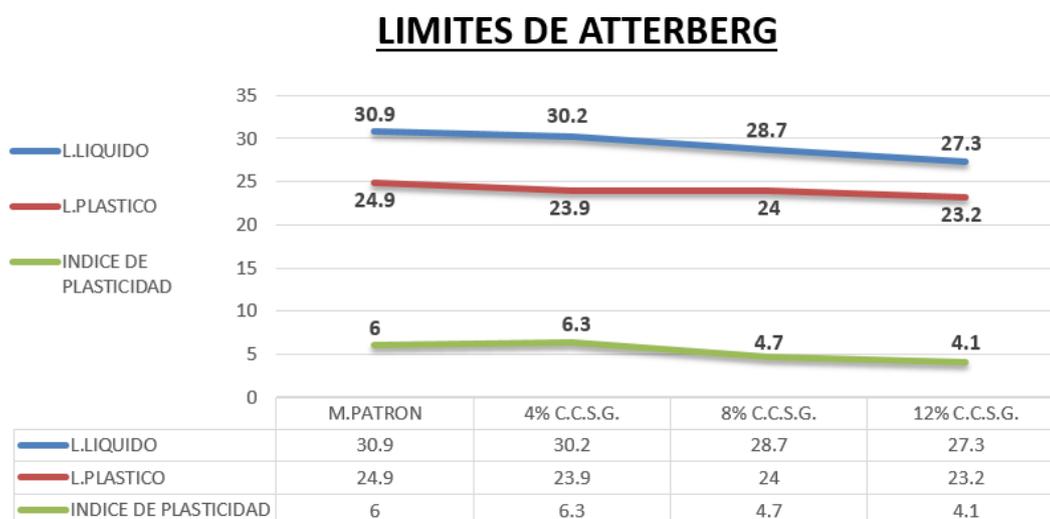


**Figura 9:** Límite Líquido (Copa de Casagrande)

**Tabla N°2: Resultados de los Límites de Atterberg**

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
Muestra Patrón	30.90	24.90	6.00
4% C.C.S.G.	30.20	23.90	6.30
8% C.C.S.G.	28.70	24.00	4.70
12% C.C.S.G.	27.30	23.20	4.10

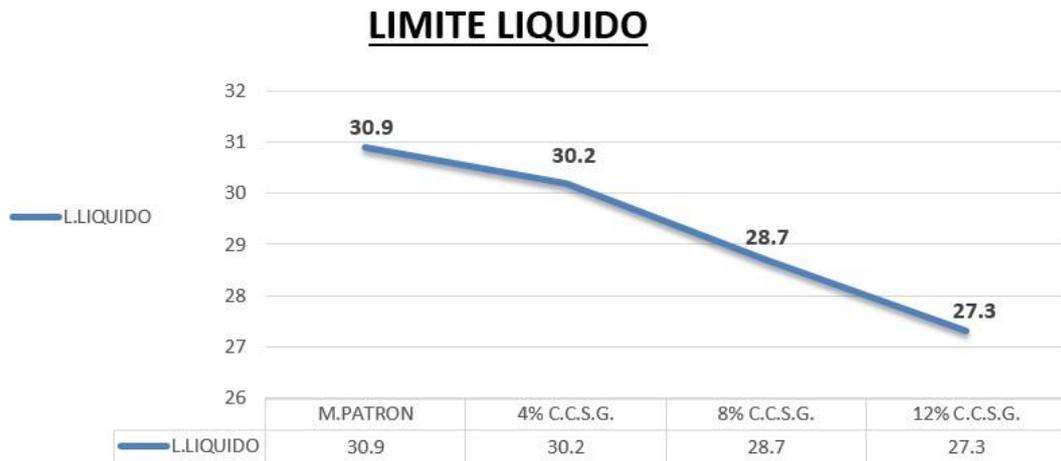
Fuente: Elaboración propia.



**Gráfico 1:** Límites de Atterberg de los resultados

Fuente: Elaboración Propia

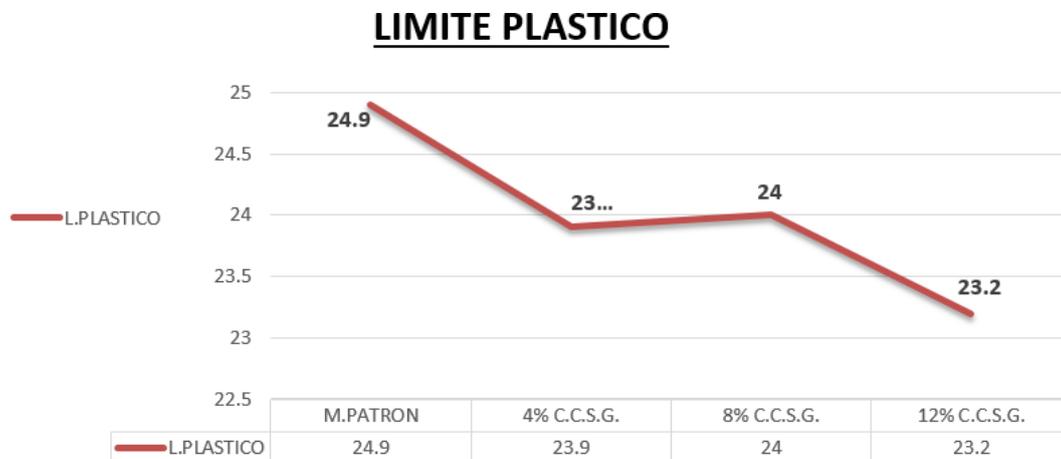
En la Tabla N°2 se observan los resultados de los Límites de Atterberg (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad) de la muestra patrón y sus diferentes dosificaciones, el primer resultado fue de la muestra patrón, dando como resultado de un límite líquido de 30.90, en el límite plástico un 24.90 y un índice de plasticidad de 6.



**Gráfico 2:** Límite Líquido de los resultados

Fuente: Elaboración Propia

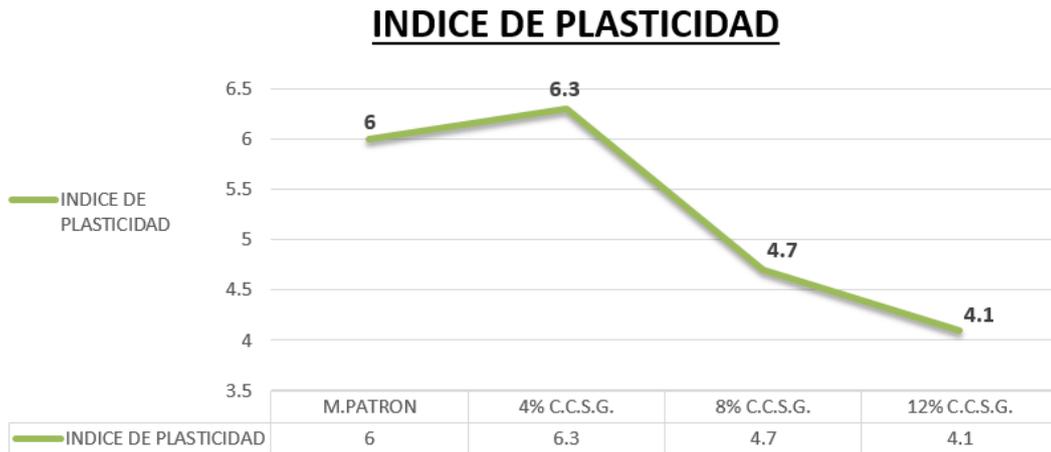
En el Gráfico N°2 se puede observar que el Límite líquido tiene una muestra patrón de 30.90, con la adición de 4% de CCSG disminuyo 0.70, dando como resultado 30.20, con 8% de CCSG disminuyo 2.2, dando como resultado 28.70 y con 12% de CCSG disminuyo 3.6, dando como resultado 27.30.



**Gráfico 3:** Límites Plástico de los resultados

Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico N°3 se puede observar que el límite plástico tiene una muestra patrón de 24.9, con la adición de 4% de CCSG disminuyó 1.00, dando como resultado 23.90, con 8% de CCSG disminuyó 0.90, dando como resultado 24.00 y con 12% de CCSG disminuyó 1.70, dando como resultado 23.20.



**Gráfico 4:** Índice de plasticidad de los resultados

Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico N°4 se puede observar que el Índice de Plasticidad tiene una muestra patrón de 6.00, con la adición de 4% de CCSG aumentó 0.30, dando como resultado 6.30, con 8% de CCSG disminuyó 1.30, dando como resultado 4.70 y con 12% de CCSG disminuyó 1.90, dando como resultado 4.10.

**PROCTOR MODIFICADO:**

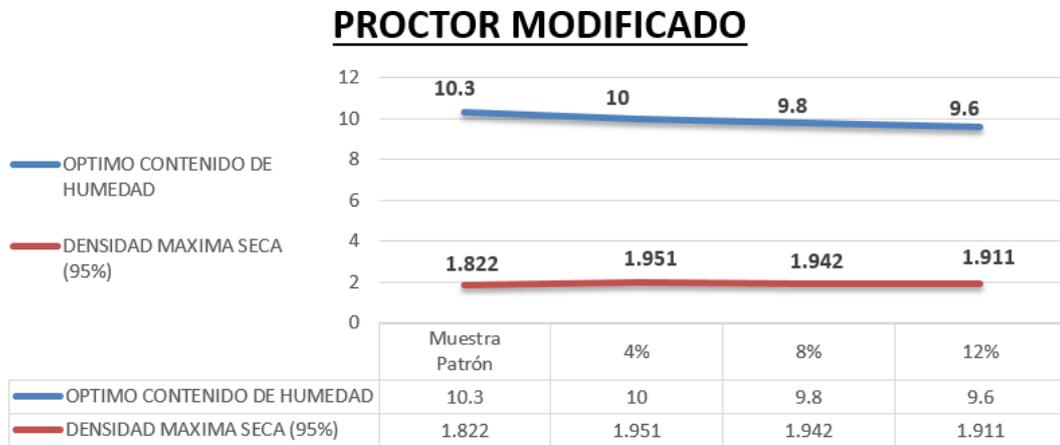


**Figura 10:** Proctor Modificado

**Tabla N°3: Resultados de Proctor Modificado**

DESCRIPCIÓN	DENSIDAD MAXIMA SECA ( $gr/cm^3$ )	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
Muestra Patrón	1.822	10.3
4% C.C.S.G.	1.951	10
8% C.C.S.G.	1.942	9.8
12% C.C.S.G.	1.911	9.6

Fuente: Elaboración propia.



**Gráfico 5:** Proctor Modificado de los resultados

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N°3 se puede observar los resultados del ensayo de Proctor Modificado que consiste en la Densidad Máxima Seca y el Óptimo Contenido de Humedad.

## DENSIDAD MAXIMA SECA

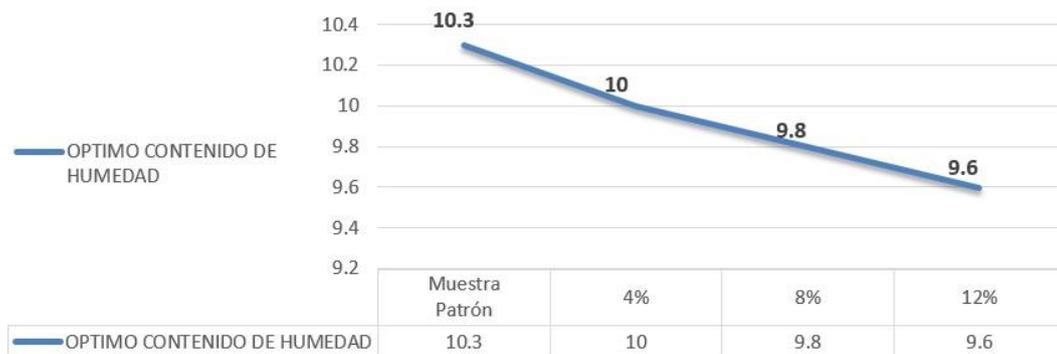


**Gráfico 6:** Densidad Máxima Seca de los resultados

Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico N°6 se puede observar que en la Densidad Máxima Seca (DMS) da como resultado de la muestra patrón 1.822  $gr/cm^3$ , con la adición de un 4% de CCSG aumento 0.129  $gr/cm^3$  de la DMS, dando como resultado 1.951  $gr/cm^3$ , con la adición de un 8% de CCSG aumentó 0.120  $gr/cm^3$  de la DMS, dando como resultado 1.942  $gr/cm^3$ , con la adición de un 12% de CCSG aumentó 0.089  $gr/cm^3$  de la DMS, dando como resultado 1.911  $gr/cm^3$ .

## OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD



**Gráfico 7:** Óptimo Contenido de Humedad de los resultados

Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico N°7 se puede observar que el Óptimo Contenido de Humedad (OCH) da como resultado de la muestra patrón un 10.30%, con la adición de un 4% de CCSG disminuyó 0.30% del OCH, dando como resultado 10%, con la adición de un

8% de CCSG disminuyó 0.50% del OCH, dando como resultado 9.80%, con la adición de un 12% de CCSG disminuyó 0.70% del OCH, dando como resultado 9.60%.

### **CBR y ABSORCIÓN:**



**Figura 11:** Ensayo de CBR



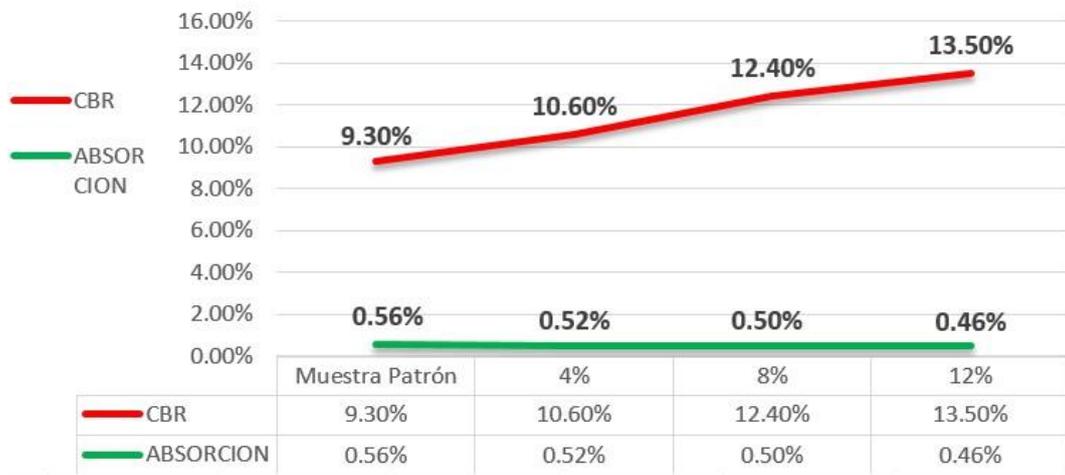
**Figura 12:** Ensayo de Absorción

**Tabla N°4: Resultados de CBR y ABSORCIÓN**

DESCRIPCIÓN	CBR (%)	ABSORCIÓN (%)
Muestra Patrón	9.30	0.56
4% C.C.S.G.	10.60	0.52
8% C.C.S.G.	12.40	0.50
12% C.C.S.G.	13.50	0.46

Fuente: Elaboración propia.

## CBR Y ABSORCIÓN



**Gráfico 8:** CBR y ABSORCIÓN de los resultados

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N°4 se observa los porcentajes de los resultados del CBR y ABSORCIÓN de la muestra patrón y las dosificaciones de CCSG.

## CBR



**Gráfico 9:** CBR de los resultados

Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico N°9 se puede observar que se obtuvo del CBR una muestra patrón de 9.30%, con la adición de un 4% de CCSG el CBR aumentó 1.30%, dando como resultado 10.60%, con la adición de un 8% de CCSG el CBR aumentó 3.10%, dando como resultado 12.40%, con la adición de un 12% de CCSG el CBR aumentó 4.20%, dando como resultado 13.50%.

## ABSORCION



**Gráfico 10:** ABSORCIÓN de los resultados

Fuente: Elaboración Propia

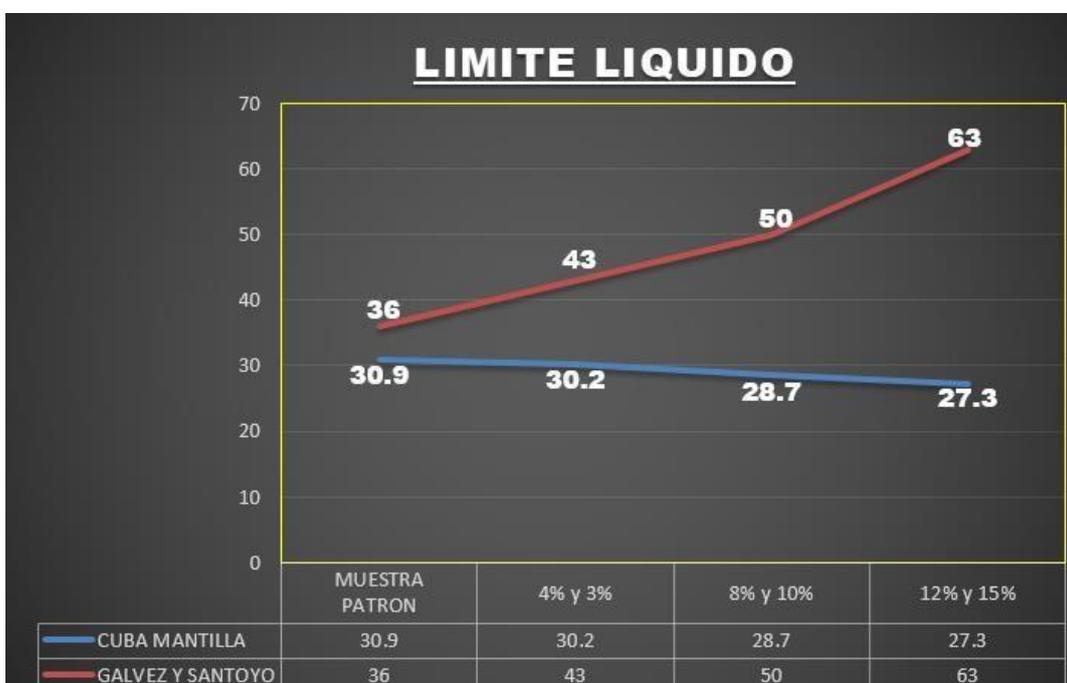
En el Gráfico N°10 se puede observar que se obtuvo de la Absorción una muestra patrón de 0.56%, con la adición de un 4% de CCSG la Absorción una disminuyó 0.04%, dando como resultado 0.52%, con la adición de un 8% de CCSG la

Absorción disminuyó 0.06%, dando como resultado 0.50%, con la adición de un 12% de CCSG la Absorción disminuyó 0.10%, dando como resultado 0.46%, todo respecto a la muestra patrón.

## V. DISCUSIÓN

En el ensayo de Límite de Atterberg el cual es respaldado por la Norma ASTM D423, para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad mediante lo procesos de laboratorio.

En el grafico N°11 se observa una comparación de los resultados de límite líquido con la adición de ceniza de cascara de semilla de girasol y ceniza de cáscara de arroz.



**Gráfico 11:** Límite Líquido de CCSG y CCA

Fuente: Elaboración Propia

SEGÚN GALVEZ Y SANTOYO (2019) tiene un límite líquido como muestra patrón de 36, con la adición de un 3% de CCA incrementa a 43, representando un aumento de 19.44% respecto a la muestra patrón, con la adición de un 10% de CCA incrementa a 50, representando un aumento de 38.88% respecto a la muestra patrón, con la adición de un 15% de CCA incrementa a 63, representando un aumento de 75% respecto a la muestra patrón, esto demuestra que el aumento de CCA es proporcional al resultado del límite líquido.

Con el aporte de Gálvez, Santoyo y mis resultados, se interpreta que con la adición de CCA los resultados de límite líquido aumentarían según la cantidad que se le adicione, y por otro lado con la adición de CCSG los resultados de límite líquido disminuirían según la cantidad que se le adicione, existe discrepancia entre los resultados míos, Gálvez y Santoyo.



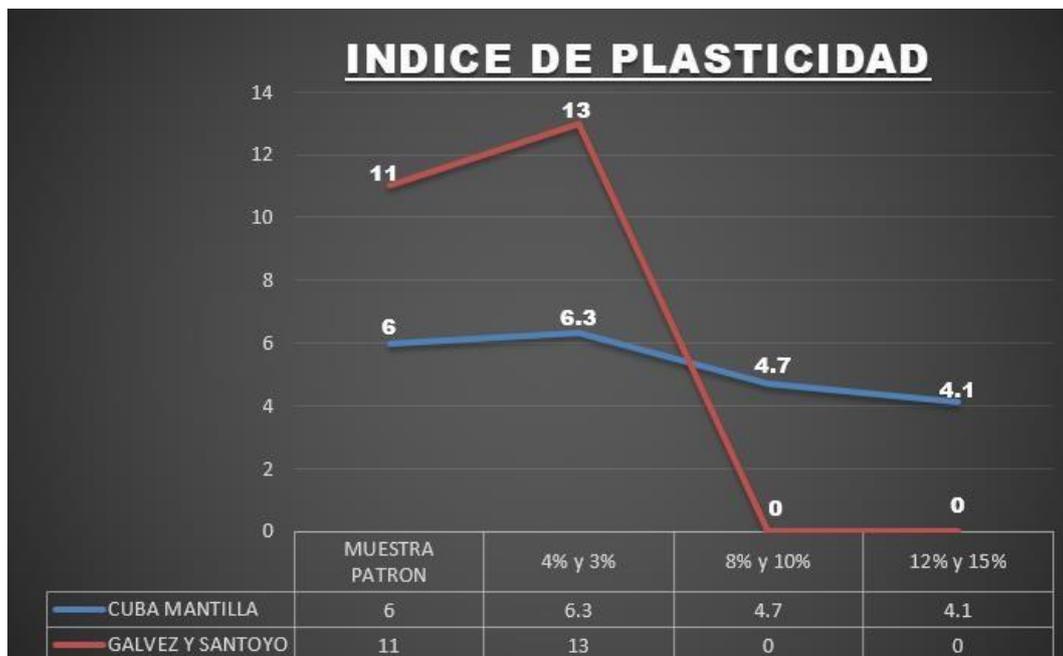
**Gráfico 12:** Límite Plástico de CCSG y CCA

Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico N°12 se observa una comparación de los resultados de límite plástico con la adición de ceniza de cascara de semilla de girasol y ceniza de cáscara de arroz.

SEGÚN GALVEZ Y SANTOYO (2019) tiene un límite plástico como muestra patrón de 25, con la adición de un 3% de CCA incrementa a 30, representando un aumento de 20% respecto a la muestra patrón, con la adición de un 10% de CCA el límite líquido disminuye a 0, considerándose como un NO PLASTICO (NP), con la adición de un 15% de CCA el límite líquido disminuye a 0, considerándose como un NO PLÁSTICO (NP), dando como demostración que el máximo incremento se obtiene con un 3% de CCA, y con 10% a más se convierte en un NO PLÁSTICO (NP).

Con estos aportes Gálvez, Santoyo y mis resultados, se llega a la interpretación de los resultados de límite plástico, que la adición de CCSG solo tiene una leve disminución, por otro lado con la adición de CCA en un principio da un pequeño salto de incremento y luego disminuye al 100% convirtiéndose en un NO PLASTICO (NP), existe discrepancia entre los resultados míos, Gálvez y Santoyo.



**Gráfico 13:** Índice de Plasticidad de CCSG y CCA

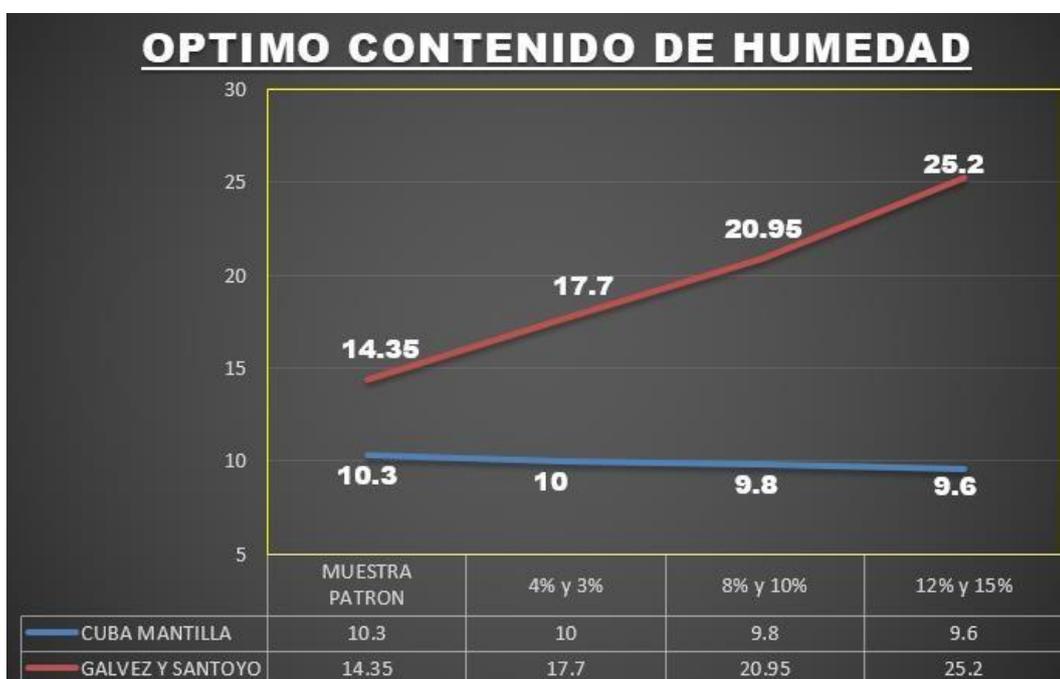
Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico N°13 se observa una comparación de los resultados de índice de plasticidad con la adición de ceniza de cáscara de semilla de girasol y ceniza de cáscara de arroz.

SEGÚN GALVEZ Y SANTOYO (2019) tiene un índice de plasticidad como muestra patrón de 11, con la adición de un 3% de CCA incrementa a 13, representando un aumento de 18.18% respecto a la muestra patrón, con la adición de un 10% de CCA el índice de plasticidad disminuye a 0, considerándose como un NO PLÁSTICO (NP), con la adición de un 15% de CCA el índice de plasticidad disminuye a 0, considerándose como un NO PLASTICO (NP), dando como demostración que el máximo incremento se obtiene con un 3% de CCA, y con 10% a más se convierte en un NO PLÁSTICO (NP).

Con estos aportes Gálvez, Santoyo y mis resultados, se llega a la interpretación de los resultados de índice de plasticidad, que la adición de CCSG solo tiene una leve disminución, por otro lado con la adición de CCA en un principio incrementa y luego disminuye al 100% convirtiéndose en un NO PLÁSTICO (NP), existe discrepancia entre los resultados míos, Gálvez y Santoyo.

En el ensayo de Proctor Modificado el cual es respaldado por la Norma ASTM D 1557, para determinar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad mediante lo procesos de laboratorio.



**Gráfico 14:** Óptimo Contenido de Humedad de CCSG y CCA

Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico N°14 se observa una comparación de los resultados de Óptimo Contenido de Humedad con la adición de ceniza de cascara de semilla de girasol y ceniza de cáscara de arroz.

SEGÚN GALVEZ Y SANTOYO (2019) tiene un óptimo contenido de humedad como muestra patrón de 14.35%, con la adición de un 3% de CCA incrementa a 17.70%, representando un aumento de 23.34% respecto a la muestra patrón, con la adición

de un 10% de CCA la densidad máxima seca incrementa a 20.95%, representando un aumento de 45.99% respecto a la muestra patrón, con la adición de un 15% de CCA incrementa a 25.20%, representando un aumento de 75.61% respecto a la muestra patrón, dando como demostración que el máximo incremento se obtiene con un 15% de CCA, teniendo un incremento proporcional según la cantidad de CCA que se le adicione.

Con estos aportes Gálvez, Santoyo y mis resultados, se llega a la interpretación de los resultados del óptimo contenido de humedad, que la adición de CCSG solo tiene una leve disminución, por otro lado con la adición de CCA tiene un incremento considerado según el porcentaje de CCA que se le adicione, existe discrepancia entre los resultados míos, Gálvez y Santoyo.



**Gráfico 15:** Densidad Máxima Seca de CCSG y CCA

Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico N°15 se observa una comparación de los resultados de Densidad Máxima Seca con la adición de ceniza de cascara de semilla de girasol y ceniza de cáscara de arroz.

SEGÚN GALVEZ Y SANTOYO (2019) tiene una densidad máxima seca como muestra patrón de  $1.751\text{gr}/\text{cm}^3$ , con la adición de un 3% de CCA disminuye a  $1.748\text{gr}/\text{cm}^3$ , representando una reducción de 0.17% respecto a la muestra patrón, con la adición de un 10% de CCA disminuye a  $1.598\text{gr}/\text{cm}^3$ , representando una reducción de 8.74% respecto a la muestra patrón, con la adición de un 15% de CCA disminuye a  $1.446\text{gr}/\text{cm}^3$ , representando una reducción de 17.42% respecto a la muestra patrón, demostrando que los resultados disminuyen proporcionalmente según la cantidad que se le adicione de CCA.

Con estos aportes Gálvez, Santoyo y mis resultados, se llega a la interpretación de los resultados de la densidad máxima seca, que la adición de CCSG tiene un aumento al inicio y una leve disminución al final, por otro lado con la adición de CCA tiene una disminución según el porcentaje de CCA que se le adicione, existe discrepancia entre los resultados míos, Gálvez y Santoyo.



**Gráfico 16:** CBR de CCSG y CCA

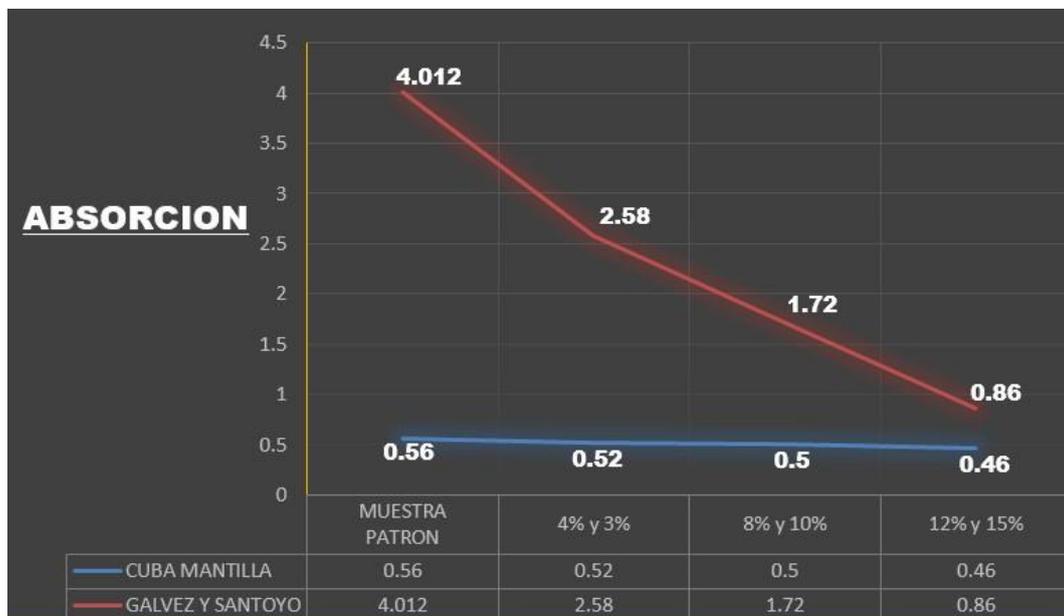
Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico N°16 se observa el ensayo de CBR el cual es respaldado por la Norma ASTM 1883, para determinar la resistencia del suelo mediante lo procesos de laboratorio.

SEGÚN GALVEZ Y SANTOYO (2019) tiene un CBR con una muestra patrón de 3.92%, con la adición de un 3% de CCA incremento a 6.68%, representando un aumento de 70.41% respecto a la muestra patrón, con la adición de un 10% de CCA incremento a 10.93%, representando un aumento de 178.83% respecto a la muestra patrón, con la adición de un 15% de CCA incremento a 13.77%, representando un aumento de 251.28% respecto a la muestra patrón, demostrando que los resultados incrementan proporcionalmente según la cantidad que se le adicione de CCA.

Con estos aportes Gálvez, Santoyo y mis resultados, se llega a la interpretación de los resultados de CBR, que la adición de CCSG tiene un leve incremento, por otro lado con la adición de CCA tiene un aumento muy considerable según el porcentaje de CCA que se le adicione, existe una concordancia entre los resultados míos, Gálvez y Santoyo.

En el ensayo de Absorción es complementario al ensayo de CBR el cual es respaldado por la Norma ASTM 1883, para determinar la expansión del suelo mediante lo procesos de laboratorio.



**Gráfico 17:** ABSORCION de CCSG y CCA

Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico N°17 se observa una comparación de los resultados del Absorción con la adición de ceniza de cascara de semilla de girasol y ceniza de cáscara de arroz.

SEGÚN GALVEZ Y SANTOYO (2019) tiene una Absorción como muestra patrón de 4.012%, con la adición de un 3% de CCA disminuyó a 2.58%, representando una reducción de 35.69% respecto a la muestra patrón, con la adición de un 10% de CCA disminuyó a 1.72%, representando una reducción de 57.13% respecto a la muestra patrón, con la adición de un 15% de CCA disminuyó a 0.86%, representando una reducción de 78.56% respecto a la muestra patrón, demostrando que los resultados disminuyen de manera considerable proporcionalmente según la cantidad que se le adicione de CCA.

Con estos aportes Gálvez, Santoyo y mis resultados, se llega a la interpretación de los resultados de Absorción, que la adición de CCSG tiene una leve disminución, por otro lado con la adición de CCA tiene una disminución muy considerable según el porcentaje de CCA que se le adicione, existe una concordancia entre los resultados míos, Gálvez y Santoyo.

## VI. CONCLUSIONES

Los resultados demostraron que las CCSG tienen una influencia en los Límites de Atterberg, dando como muestra patrón un Límite líquido de 30.90, con la adición de un 4% de CCSG disminuyó a 30.20, haciendo que disminuya en un 2.27% respecto a la muestra patrón, con la adición de 8% siguió disminuyendo a 28.70, haciendo que disminuya en un 7.12% respecto a la muestra patrón y por último con la adición de 12% disminuyó a 27.30, haciendo que disminuya en un 11.65% respecto a la muestra patrón, siendo la influencia más considerable la adición de 12% de CCSG, se concluye que la adición de las CCSG hace que disminuya su valor proporcionalmente a la cantidad de adición.

En el Límite plástico la muestra patrón fue de 24.90, con la adición de un 4% de CCSG disminuyó a un 23.90, haciendo que disminuya en un 4.02% respecto a la muestra patrón, con la adición de un 8% de CCSG el resultado disminuyó a un 24.00, haciendo que disminuya en un 3.61% respecto a la muestra patrón y con un 12% de CCSG disminuyó a un 23.20, haciendo que disminuya en un 6.83% respecto a la muestra patrón, teniendo como una influencia más considerable la adición de un 12%, haciendo su máxima disminución, las CCSG hacen que disminuya el valor de límite plástico proporcional en los porcentajes que se añadan.

En el ensayo de Índice de plasticidad se obtiene mediante la diferencia de LL- LP, dando como resultado un 6, con la adición de 4% de CCSG aumento a 6.3, haciendo que incremente en un 5.00% respecto a la muestra patrón, con la adición de 8% de CCSG disminuyó a 4.70, haciendo que disminuya en un 33% respecto a la muestra patrón y con la adición de 12% de CCSG el resultado disminuyó a 4.10, haciendo que disminuya en un 31.67% respecto a la muestra patrón; esto indica que no es definido es proporcional directamente ni indirectamente a la adición de diferentes porcentajes de CCSG.

En el ensayo de Proctor modificado, el resultado de Densidad Máxima Seca (DMS) de la muestra patrón fue de 1.822 gr/cm<sup>3</sup>, con la adición de un 4% de CCSG el resultado incremento a 1.951 gr/cm<sup>3</sup>, haciendo que aumente en un 7.08% respecto

a la muestra patrón; con la adición de un 8% de CCSG el resultado incremento a  $1.942 \text{ gr/cm}^3$ , haciendo que aumente en un 6.59% respecto a la muestra patrón, siendo mayor a la muestra patrón pero menor a el resultado del 4% de CCSG, y con la adición de un 12% de CCSG el resultado incremento a  $1.911 \text{ gr/cm}^3$ , haciendo que aumente en un 4.88% respecto a la muestra patrón; la influencia de la CCSG es no predecible, ya que al añadir en porcentajes ascendentes la CCSG el resultado no es proporcional.

En el ensayo de Óptimo Contenido de Humedad (OCH), se obtuvo de la muestra patrón un 10.30%, con la adición de un 4% CCSG el resultado disminuyó a 10%, haciendo que se reduzca en un 2.91% respecto a la muestra patrón, con la adición de un 8% de CCSG el resultado disminuyó a un 9.80%, haciendo que se reduzca en un 4.85% respecto a la muestra patrón y con la adición de un 12% de CCSG el resultado disminuyó a un 9.60%, haciendo que se reduzca en un 6.80% respecto a la muestra patrón; estos resultados disminuyeron de manera proporcional con la adición de CCSG.

En el ensayo de CBR, se obtuvo de la muestra patrón un 9.30%; con la adición de un 4% CCSG el resultado incrementó a un 10.60%, haciendo que aumente en un 13.98% respecto a la muestra patrón; con la adición de un 8% de CCSG el resultado siguió incrementando a un 12.50%, haciendo que aumente en un 34.41% respecto a la muestra patrón y con la adición de un 12% de CCSG el resultado aumentó a un 13.50%, haciendo que aumente en un 45.16% respecto a la muestra patrón estos resultados aumentaron de manera proporcional con la adición de CCSG.

Los resultados de Absorción, los resultados de la muestra patrón un 0.56%; con la adición de un 4% CCSG el resultado disminuyó a un 0.52%, haciendo que se reduzca en un 7.14% respecto a la muestra patrón; con la adición de un 8% de CCSG el resultado siguió disminuyendo a un 0.50%, haciendo que se reduzca en un 10.71% respecto a la muestra patrón y con la adición de un 12% de CCSG el resultado disminuyó a un 0.46%, haciendo que se reduzca en un 17.86% respecto a la muestra patrón; estos resultados disminuyeron de manera proporcional con la adición de CCSG.

## VII. RECOMENDACIONES

Para el límite de Atterberg si se recomienda la adición de CCSG ya que hace que su índice de plasticidad disminuya gradualmente, haciendo que tenga menor contenido de arcilla y según el Manual de Carreteras nos dice que el contenido de arcilla en un suelo hace que se convierta en un suelo peligroso según la magnitud de arcilla que contenga, se recomienda que se siga las investigaciones con mayores porcentajes de CCSG.

Si se recomienda las CCSG para el ensayo de CBR, ya que aumenta la resistencia, cumpliendo con el objetivo específico, y también se recomienda por el Manual de carreteras referir la DMS al 95% y una penetración de 1”

Se recomienda que las cenizas se realicen en un horno de laboratorio según el criterio del laboratorista.

Si se recomienda usar este tipo de estabilización, ya que cumple con hacer más resistente la subrasante, previamente hacer un análisis de costo beneficio según el lugar donde se encuentren ubicados

Se recomienda que los próximos investigadores que sigan con la investigación de la estabilización de subrasante usando cenizas de cascara de semilla de girasol, con porcentajes superiores

Se recomienda que los próximos investigadores que utilicen las CCSG para diferentes tipos de suelos en las mismas dosificaciones para comparar el resultado y la influencia que tiene en diferentes suelos.

## REFERENCIAS :

- ARIAS (2006) El Proyecto de Investigación [en línea] Editorial EPISTEME, C.A. 2012 Caracas - República Bolivariana de Venezuela. ISBN 980-07-8529-9 Disponible en: <https://ebevidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACION-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf>
- ASTM 593 (1995) Standard Specification for Stainless Steel Bolts, Hex Cap Screws, and Studs
- BALLUERKA, Vergara. *Diseño de investigación experimental en psicología*, [en línea]. Ed. Person Educación, S.A, Barcelona. ISBN: 978-84-205-3447-3. Disponible en: [https://issuu.com/omararyancitopaucar/docs/dise\\_os\\_de\\_investigaci\\_n\\_experiment](https://issuu.com/omararyancitopaucar/docs/dise_os_de_investigaci_n_experiment)
- BONILLA, Juan, Jimenez, Andres, Páramo, Floridary. *Estudio del comportamiento de las condiciones mecánicas del material granular tipo afirmado con adición de cemento portland y ceniza de bagazo de caña (CBCA)* [en línea]. Tesis Titulada. Universidad cooperativa de Colombia, Colombia, 2019. Disponible en: [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/16273/1/2019\\_Paramo\\_Estudio\\_Comportamiento.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/16273/1/2019_Paramo_Estudio_Comportamiento.pdf)
- CABRERA, Manuel. *Viabilidad de aplicación de materiales reciclados y cenizas de biomasa en la fabricación de materiales tratados con cemento*. [En línea]. Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba, Argentina, 2016. Disponible en: <https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/13671/2016000001454.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CAJALEON, Omar y Mondragón, Darwin. *Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km+ 17 Pimpingos, Choros*. Tesis Titulada. Universidad Cesar Vallejo, Perú, 2018.
- CANAKCIA, Celika, Mohammed, Media. *Stabilization of Clay with Using Waste Beverage Can* [en línea]. EE.UU 2016. CONSEJO de salud ocupacional. *GUIA de Cenizas Volantes* [en línea]. 2017. Disponible en: [https://www.cso.go.cr/documentos\\_relevantes/manuales\\_guias/guias/Guia%20ceniza%20volcanica.pdf](https://www.cso.go.cr/documentos_relevantes/manuales_guias/guias/Guia%20ceniza%20volcanica.pdf)

- DIAZ, Pértegas, Fernandez, Pita *Investigación cuantitativa y cualitativa* [en línea]. España, Actualización 27/05/2002. España. Disponible en: [https://www.fisterra.com/gestor/upload/guias/cuanti\\_cuali2.pdf](https://www.fisterra.com/gestor/upload/guias/cuanti_cuali2.pdf)
- DICCIONARIO de la real academia española [en línea]. 2019, disponible en: <https://dle.rae.es/>
- ELIZONDO, Fabián, Sibaja, Denia. *Efecto de la cal en la estabilización de subrasantes* [en línea]. Costa Rica ISSN: 1409-2441. Disponible en: [file:///C:/Users/MARCO%20ANTONIO/Downloads/7268-Texto%20del%20art%C3%ADculo-9942-1-10-20130204%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/MARCO%20ANTONIO/Downloads/7268-Texto%20del%20art%C3%ADculo-9942-1-10-20130204%20(3).pdf)
- GALVEZ, Paola y Santoyo, Jessica. *Estabilización de suelos cohesivos a nivel de subrasante con cenizas de cáscara de arroz, carretera Yanuyacu bajo señor cautivo*. Tesis Titulada. Universidad Nacional de Jaén, Perú Cajamarca, 2019
- GARNICA, Paul, Pérez, Alfonso, Gómez, José, Obil, Edda. Estabilización de suelos con cloruro de sodio para su uso en las vías terrestres, [en línea]. Instituto Mexicano del Transporte. México (2002) ISSN 0188-7297. Disponible en: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt201.pdf>
- GOÑAS, Olger. *Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada* [en línea]. Tesis Titulada. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Perú, 2019, Disponible en: <http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/1801/Go%c3%b1as%20Labajos%20Olger.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- HUSSEIN, Recaby, Nsaif. *Stabilization of soft clayey soils with sawdust ashes* [en línea]. 7 de mayo del 2018 DOI: 10.1051/mateconf/201816201006 Disponible en: [file:///C:/Users/MARCO%20ANTONIO/Downloads/mateconf\\_bcee32018\\_01006%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/MARCO%20ANTONIO/Downloads/mateconf_bcee32018_01006%20(1).pdf)
- INSTITUTO de suelos *Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo* [en línea]. Argentina, 2000. Disponible en: [file:///C:/Users/MARCO%20ANTONIO/Downloads/Gui%CC%81a%20para%20la%20evaluacio%CC%81n%20de%20la%20calidad%20y%20salud%20del%20Suelo%20%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/MARCO%20ANTONIO/Downloads/Gui%CC%81a%20para%20la%20evaluacio%CC%81n%20de%20la%20calidad%20y%20salud%20del%20Suelo%20%20(1).pdf)

- M. Das. *Principios de Ingeniería de cimentaciones* [en línea]. Cengage Learning Editores, S.A. México, 2013 Cuarta Edición ISBN: 978-1-111-57675-2
- MARTINEZ, Raul y Rodriguez, Eddy. *Manual de la metodología de la Investigación Científica* [en línea]. 2008. Disponible en: [http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/cielam/manual\\_de\\_metodologia\\_de\\_investigaciones.\\_1.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/cielam/manual_de_metodologia_de_investigaciones._1.pdf)
- MINISTERIO de transportes y comunicaciones (Perú). Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima: 2013
- MINISTERIO de transportes y comunicaciones (Perú). Glosario de terminos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Lima: 2018
- MURILLO. *La investigación aplicada: una forma de conocer* [en línea]. [Fecha de actualización 8 de Junio del 2009 Costa Rica ISSN: 0379-7082. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
- NIÑO, Victor. *Metodología de la Investigación* [en línea] . Ediciones de la U, 2011. Colombia, Bogotá, 2011. ISBN 978-958-8675-94-7. Disponible en: <http://roa.ult.edu.co/bitstream/123456789/3243/1/METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION%20DISENO%20Y%20EJECUCION.pdf>
- NORMA Técnica Peruana (Perú) Ce 0.10 Pavimentos Urbanos, RNE. Lima: 2013
- NORMA Técnica Peruana. 339.0034 [en línea]. Perú, 2008 Disponible en: <https://es.slideshare.net/ERICKSA2/ntp-339034-2008>
- OJEDA, Mendoza, Baltazar *Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante* [en línea]. México. Editor: Dr. Pedro Castro Borges, Fecha de Publicación: 30/04/2018 ISSN 2007-6835. Disponible en: [file:///C:/Users/MARCO%20ANTONIO/Downloads/282-Original%20Article%20Text-1641-2-10-20180430%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/MARCO%20ANTONIO/Downloads/282-Original%20Article%20Text-1641-2-10-20180430%20(1).pdf)
- PARRA, Manuel. *Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante* [en línea]. Tesis Titulada. Universidad Católica de Colombia, Bogotá D.C, 2018. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22856/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%20MANUEL%20GERARDO%20PARRA%20GOMEZ%20505587.pdf>

- RAMIREZ, Roberto *Propiedades físicas químicas y biológicas de los suelos* [en línea]. Editorial Fotomecánica, impresión y encuadernación Bogotá. Septiembre de 1997. Disponible en: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6636/1/083.pdf>
- SAMPIERI, Hernandez. *Metodología de la investigación* [en línea]. 5ta edición. Mexico: Editorial: Marcela I. Rocha Martínez, 2014. ISBN: 978-607-15-0291-9. Disponible en: [https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)
- SHARIFAH, Kamarudin, Mustafa, Binhussain, Siti [en línea]. Review on soil stabilization techniques, Malasia. Enero del 2013. Disponible en: [file:///C:/Users/MARCO%20ANTONIO/Downloads/258-265%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/MARCO%20ANTONIO/Downloads/258-265%20(1).pdf)
- UNIVERSIDAD Nacional Autónoma. *Manual de procedimientos analíticos* [en línea] Disponible en: <http://www.geologia.unam.mx/igl/deptos/lfs/manualLFS.pdf>

## ANEXOS

**ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variable**

Variable Independiente

VI: Cenizas de cascara de semillas de girasol

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
CENIZAS DE CÁSCARA DE SEMILLAS DE GIRASOL	Para este concepto el CONSEJO DE SALUD OCUPACIONAL, GUIA SOBRE afirma lo siguiente. El residuo al terminar una combustión de carbón en polvo la cual se transporta en una caldera con gases en inflamación [...] (1995, p. 1).	Para estudiar las cenizas de cascara de semillas de girasol es necesario las dosificaciones correspondientes basados en antecedentes (proyectos de investigación similares) para la combinación con la subrasante, las cuales son de 4, 8 y 12 por ciento respectivamente y las propiedades químicas.	Propiedades químicas	ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS CENIZAS DE CÁSCARA DE SEMILLA DE GIRASOL	Razón
			Dosificaciones (%)	ENSAYO CON 4% DEL PESO EN KG	
				ENSAYO CON 8% DEL PESO EN KG	
				ENSAYO CON 12% DEL PESO EN KG	

Fuente propia

Fuente propia

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE	La Norma Técnica CE.020 e ICG. Proceso físico o químico, mediante el cual se mejora las condiciones mecánicas un suelo.	Para mejorar la subrasante se mezclará con diferentes dosificaciones de Cenizas de cascara de semillas de girasol y se hará un análisis detallado a las respuestas de estas combinaciones en cuanto al contenido óptimo de humedad, porcentaje de absorción y resistencia.	PORCENTAJES DE HUMEDAD	Límites de Atterberg	Razón
			ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDA Y DENSIDAD MÁXIMA SECA	Proctor modificado	
			RESISTENCIA Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	Ensayo CBR	

Variable dependiente

V2: ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE

Matriz de consistencia.

TÍTULO		“ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE UTILIZANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE SEMILLAS DE GIRASOL del AA.HH. San José I, Calle 4 Chorrillos, 2020”				
AUTOR		Marco Antonio, Cuba Mantilla				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE, INDICADOR Y ESCALA DE MEDICIÓN			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	V.DEPENDIENTE (ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE)			<b>MÉTODO:</b> Científico <b>TIPO:</b> Aplicativo <b>NIVEL:</b> Explicativa, <b>POBLACIÓN:</b> AA.HH San Jose I, calle 4 <b>MUESTRA:</b> Ensayos Limite de Atterberg, Proctor Modificado y CBR, <b>TÉCNICA:</b> Recolección de datos
			DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	
¿De qué manera las cenizas de cascara de semilla de girasol influye en la estabilización de la subrasante del AA.HH. San José I, Calle 4, Chorrillos, 2020?	Determinar la influencia de la cenizas de cascara de semillas de girasol en la estabilización la subrasante del AA.HH. San José I, Calle 4, Chorrillos, 2020.	La cenizas de cascara de semillas de girasol influyen en la estabilización de la subrasante del AA.HH. San José I, Calle 4, Chorrillos, 2020.	PORCENTAJES DE HUMEDAD	LIMITES DE ATTERBERG	RAZÓN	
			OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDA Y DENSIDAD MAXIMA SECA	PROCTOR MODIFICADO		
			RESISTENCIA Y PORCENTAJE DE ABSORCION	ENSAYO CBR		
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	V. INDEPENDIENTE (CENIZAS DE CÁSCARA DE SEMILLAS DE GIRASOL)			

			DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
¿De qué manera la ceniza de cascara de semilla de girasol influye en los límites de Atterberg de la subrasante del AA.HH. San José I, Calle 4, Chorrillos, 2020?	Determinar la influencia de C.C.S.G. en los límites de Atterberg de la subrasante del AA.HH. San José I, Calle 4, Chorrillos, 2020	La C.C.S.G influye de manera positiva en los límites de Atterberg de la subrasante del AA.HH. San José I, Calle 4, Chorrillos, 2020	PROPIEDADES QUÍMICAS	ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS CENIZAS DE CÁSCARA DE SEMILLA DE GIRASOL	RAZÓN
¿De qué manera la ceniza de cascara de semilla de girasol influye en el óptimo contenido de humedad y la densidad máxima seca en la subrasante del AA.HH. San José I, Calle 4, Chorrillos, 2020?	Determinar la influencia de la C.C.S.G. en el óptimo contenido de humedad y la densidad máxima seca en la subrasante del AA.HH. San José I, Calle 4, Chorrillos, 2020	La C.C.S.G. influye de manera positiva en el óptimo contenido de humedad y la densidad máxima seca de la subrasante del AA.HH. San José I, Calle 4, Chorrillos, 2020	COMPORTAMIENTO DE LA C.C.S.G EN DOSIFICACIONES	ENSAYOS CON 4%, 8% Y 12% DEL PESO EN KG	BALANZA NO AUTOMÁTICA
¿De qué manera la ceniza de cascara de semilla de girasol influye la resistencia y el porcentaje de absorción de la subrasante del AA.HH. San José I,	Determinar la influencia de la C.C.S.G. en la resistencia y el porcentaje de absorción de la subrasante del AA.HH. San José I,	La C.C.S.G. influye de manera positiva en la resistencia y el porcentaje de absorción de la subrasante del AA.HH. San José I, Calle 4, Chorrillos, 2020			

Calle 4, Chorrillos, 2020?	Calle 4, Chorrillos, 2020					
-------------------------------	------------------------------	--	--	--	--	--

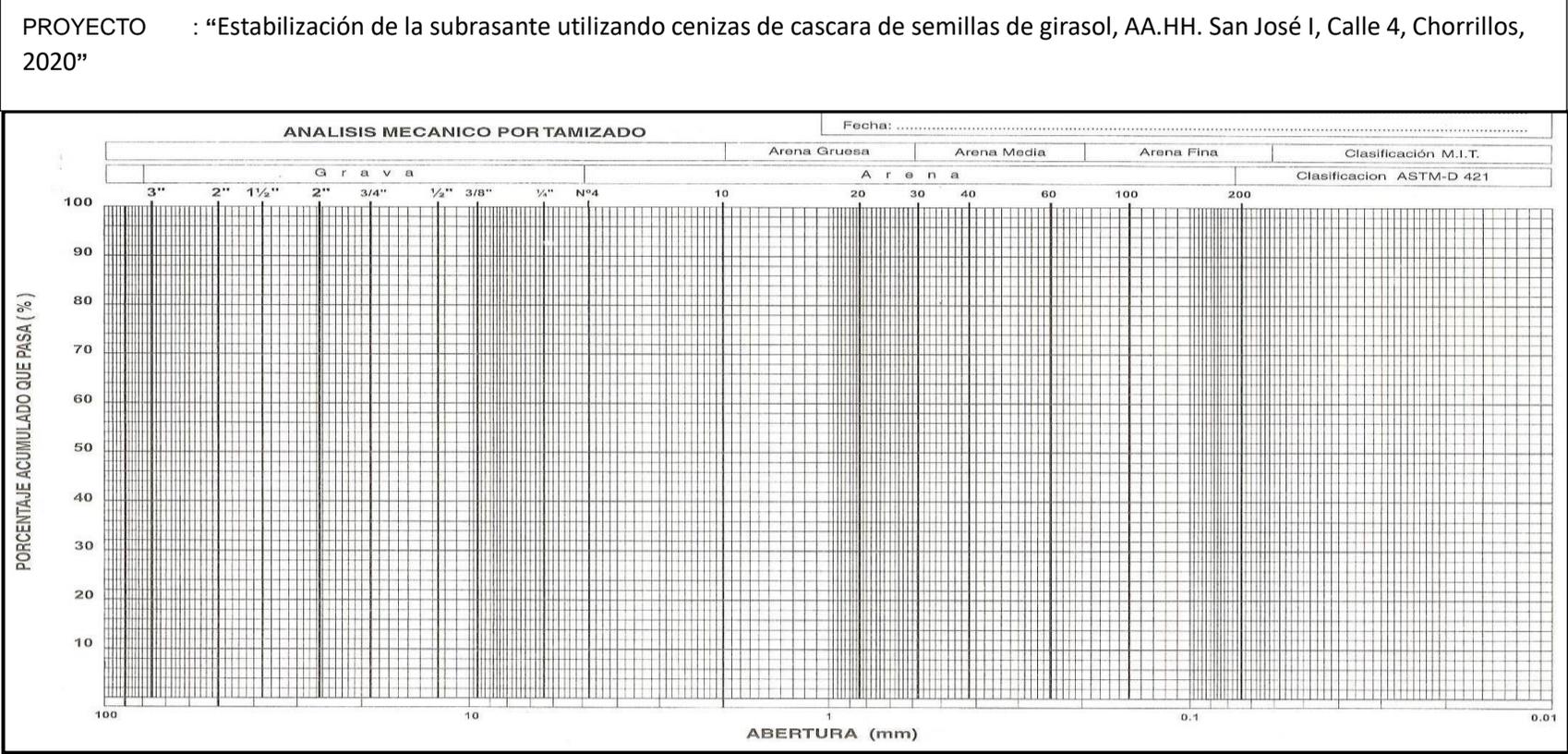
## **ANEXO 2:** Validez y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos

### Contenido de humedad

Solicitante: Cuba Mantilla Marco Antonio Proyecto: Estabilización de la subrasante utilizando cenizas de cascara de semillas de girasol, Ubicación AA.HH. San José I, Calle 4, Chorrillos. Fecha: 2020		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
Nº	Calicata	
	PROFUNDIDAD	
1	Peso recipiente + suelo húmedo	
2	Peso recipiente + suelo seco	
3	Peso recipiente	
4	Peso agua (1-2)	
5	Peso suelo seco (2-3)	
6	Humedad (4/5) *100(%)	

<b>DATOS DEL ESPECIALISTA:</b>	<b>Firma y Sello</b>
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b> <b>ESPECIALIDAD:</b> <b>C.I.P. N°:</b>	

Análisis granulométrico por tamizado.



DATOS DEL ESPECIALISTA:	Firma y Sello
APELLIDOS Y NOMBRES:	
ESPECIALIDAD:	
C.I.P. N°:	

## Límites de Atterberg

PROYECTO : "Estabilización de la subrasante utilizando cenizas de cascara de semillas de girasol, AA.HH. San José I,  
 Calle 4, Chorrillos, 2020"  
 CALICATA :  
 MUESTRA :  
 FECHA :

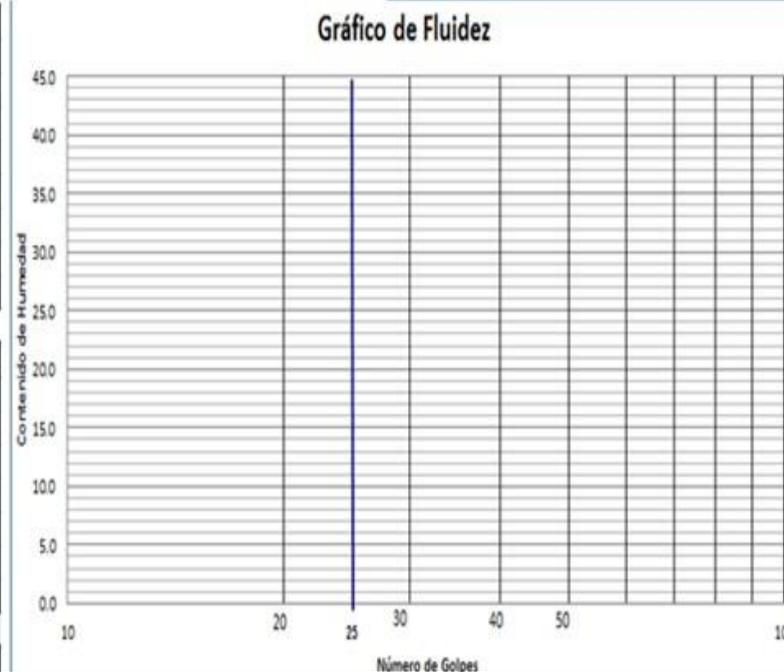
LÍMITE LÍQUIDO (LL)			
Nº tara			
Nº de golpes			
Peso tara (gr)			
Peso tara + suelo húmedo (gr)			
Peso tara + suelo seco (gr)			
Peso del agua (gr)			
Peso del suelo seco (gr)			
Humedad (%)			

LÍMITE PLÁSTICO (LP)			
Nº tara			
Peso tara (gr)			
Peso tara + suelo húmedo (gr)			
Peso tara + suelo seco (gr)			
Peso del agua (gr)			
Peso del suelo seco (gr)			
Humedad (%)			

ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)= LL - LP



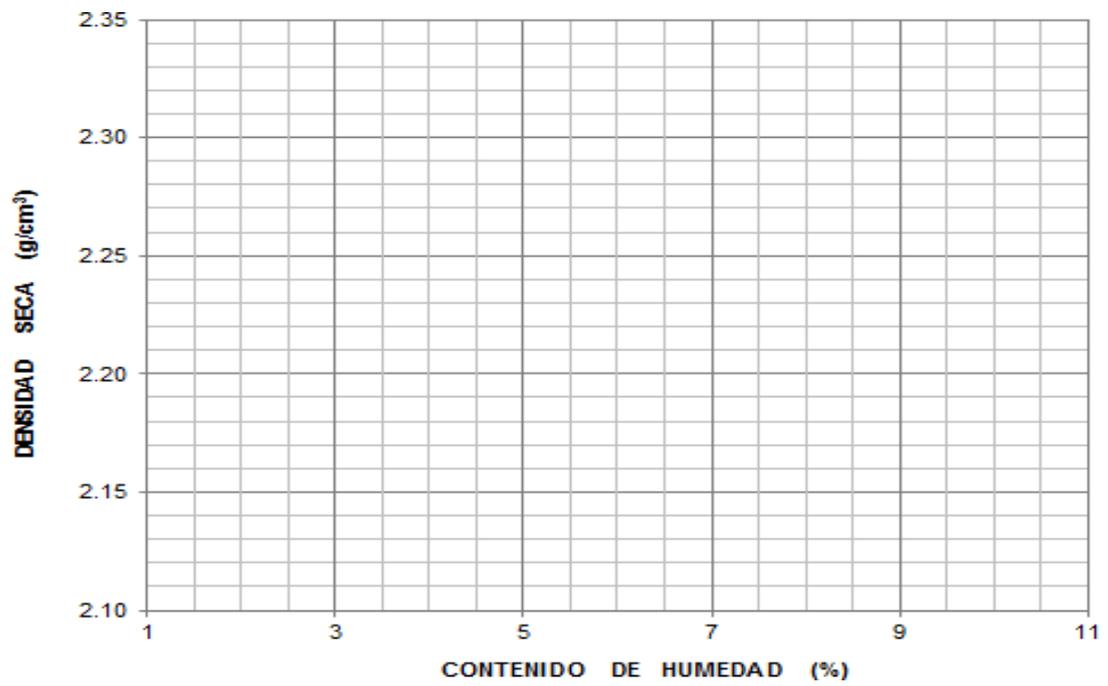
DATOS DEL ESPECIALISTA:	Firma y Sello
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b> <b>ESPECIALIDAD:</b> <b>C.I.P. N°:</b>	

## Proctor Modificado

Instrumento de recolección de datos							
<b>AUTOR</b>		: Cuba Mantilla, Marco Antonio			<b>DOSIFICACION:</b>		
<b>PROYECTO</b>		: Estabilización de la subrasante utilizando cenizas de cascara de semilla de girasol, AA.HH. San José I, calle 4 , Chorrillos, 2020					
<b>(ASTM D-1557) MTC E 115</b>		<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</b>					
Nº de Capas :		Altura de caída del pisón :		Peso del pisón :		Volumen del Molde :	
Energía de Compactación Modificada :				kg-cm/cm <sup>3</sup>		Número de Golpes / capa :	
Peso Suelo Humedo + Molde (g)							
Peso del Molde (g)							
Peso Suelo Humedo (g)							
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )							
Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )							
Tarro N°							
Peso suelo humedo + tarro (g)							
Peso suelo seco + tarro (g)							
Peso del agua (g)							
Peso del tarro (g)							
Peso suelo seco (g)							
Contenido de Humedad (%)							
Promedio de Humedad (%)							
Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )							

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
2 1/2"		
2"		
3/4"		
3/8"		
N°4		
<N°4		

MÉTODO	
MDS	
OCH	



<b>DATOS DEL ESPECIALISTA:</b>	<b>Firma y Sello</b>
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b> <b>ESPECIALIDAD:</b> <b>C.I.P. N°:</b>	

## Instrumento de recolección de datos

**AUTOR** Cuba Mantilla, Marco Antonio  
**PROYECTO**

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN** :

**DOSIFICACION:**

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557-02)								CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (ASTM D 1883-05)							
VOL. MOLDE :		MÉTODO DE COMPACTACIÓN:		" "		VOL. MOLDE : INDICADO		Nº DE CAPAS : 5		CAP. DEL ANILLO : Ton.		F. ANILLO :		0(L. Dial)2 + 3.383(L. Dial) - 5.838	
Nº DE MOLDE						Nº DE MOLDE		Nº MOLDE	(57 Golpes)		(25 Golpes)		(12 Golpes)		
Nº GOLPES						Nº DE GOLPES		PEN. (mm)	LEC.DIAL	CARGA(kg)	LEC.DIAL	CARGA(kg)	LEC.DIAL	CARGA(kg)	
P. MOLDE + S. HUMEDO	(g)					VOLUMEN DE MOLDE cm <sup>3</sup>		0							
PESO MOLDE	(g)					P. MOLDE + S. HUMEDO, g		0.5							
PESO SUELO HUMEDO	(g)					PESO MOLDE, g		1.0							
Nº TARRO						PESO SUELO HUMEDO, g		1.5							
P. TARRO + S. HUMEDO	(g)					Nº TARRO		2.0							
P. TARRO + S. SECO	(g)					P. TARRO + S. HUMEDO, g		2.5							
PESO DE AGUA	(g)					P. TARRO + S. SECO, g		3.0							
PESO DE TARRO	(g)					PESO DE AGUA, g		3.5							
PESO SUELO SECO	(g)					PESO DE TARRO, g		4.0							
HUMEDAD	(%)					PESO SUELO SECO, g		4.5							
HUMEDAD PROMEDIO	(%)					CONTENIDO DE HUMEDAD, g		5.0							
DENSIDAD HUMEDA	(g/cm <sup>3</sup> )					DENSIDAD HUMEDA, g/cm <sup>3</sup> .		7.5							

DENSIDAD SECA	(g/cm <sup>3</sup> )					DENSIDAD SECA, g/cm <sup>3</sup> .					10.0						
<b>ABSORCIÓN</b>						<b>EXPANSIÓN</b>											
N° MOLDE						FECHA	HORA	LEC. DIAL	LEC. DIAL	LEC. DIAL	MÁXIMA DENSIDAD SECA	(g/cm <sup>3</sup> )					
PESO SUELO HUM. + PLATO + MOLDE			(g)								ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)					
PESO DEL PLATO + MOLDE			(g)								CBR A 2,5 mm DE PENETRACION AL 100% DE LA M.D.S.	(%)					
PESO SUELO HUMEDO EMBEBIDO			(g)								CBR A 5,0 mm DE PENETRACION AL 100% DE LA M.D.S.	(%)					
PESO SUELO HUMEDO SIN EMBEBER			(g)								SERIE AMERICANA	3/4"	3/8"	N° 4	N°200	Pasa N°200	
PESO DEL AGUA ABSORBIDA			(g)								RETENIDO PARCIAL (%)						
PESO DEL SUELO SECO			(g)			EXPANSIÓN (%)					LÍMITE LÍQUIDO		SUCS				
ABSORCION DE AGUA			(%)								ÍNDICE DE PLASTICIDAD		AASHTO				

REFERENCIA : ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils  
 ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

OBSERVACIONES :

<b>DATOS DEL ESPECIALISTA:</b>	<b>Sello y Firma</b>
Apellidos y Nombres: Especialidad: C.I.P.:	

## Validación por parte del Mg. Ing. Benites Zuñiga, Jose Luis

5 archivos adjuntos



**JOSE LUIS BENITES ZUÑIGA** <jlbenites8411@gmail.com> para mí ▾ mié, 1 jul. 11:07 ☆ ↶ ⋮

**Estimado (a). CUBA MANTILLA, Marco**

Habiendo revisado tus instrumentos para a recolección de datos, de tu PI titulado "Estabilización de la subrasante utilizando cenizas de cascara de semilla de girasol, AA.HH.San José I, Calle 4, Chorrillos, 2020" , doy por **VALIDADO** para que pueda aplicar en su desarrollo de tesis.

**Atte. Mg. Jose Luis Benites Zuñiga**  
**Ingeniero Civil**  
**CIP 126769**

...  
--  
Atte.  
Ing. Jose Luis Benites Zuñiga

Activar Windows  
Ve a Configuración para activar Windows.

## Validación por parte del Dr. Ing. Madrid Saldaña, Cesar Karlo

5 archivos adjuntos



**Madrid Karlo** <madridk@gmail.com> para mí ▾ 4 jul. 2020 18:23 ☆ ↶ ⋮

Habiendo revisado los instrumentos de recolección del Alumno Marco Mantilla, se aprueban los instrumentos de recolección.

...  
--  
El sáb., 4 de jul. de 2020 4:36 p. m., Marco Mantilla <marcomanticha@gmail.com> escribió:  
Soy CUBA MANTILLA, Marco, de la Universidad César Vallejo, del curso del IX ciclo de Ingeniería Civil del curso Proyecto de Investigación , a través de este Buenas noches Ing. Madrid Saldaña, medio solicito tenga bien a considerar la validación de los instrumentos de recolección de datos del proyecto titulado: Estabilización de la subrasante utilizando cenizas de cáscara de semilla de girasol, AA.HH.San José I, Calle 4, Chorrillos, 2020. Cumpló con remitir mis datos personales.  
DNI: 78012549  
CÓDIGO ORCID: 0000-0003-3672-971X  
Remito 5 formatos, gracias por su atención.

Activar Windows  
Ve a Configuración para activar Windows.

# Validación por parte del Ing. Minaya Rosario, Carlos Danilo

Instrumento de validez: Límites de Atterberg

PROYECTO	: Estabilización de la subrasante utilizando cenizas de cascara de semillas de girasol, AA.HH. San José I, Calle 4, Chorrillos, 2020.		
CALICATA	:		
MUESTRA	:		
FECHA	:		

LÍMITE LÍQUIDO (LL)			
Nº tara			
Nº de golpes			
Peso tara (gr)			
Peso tara + suelo húmedo (gr)			
Peso tara + suelo seco (gr)			
Peso del agua (gr)			
Peso del suelo seco (gr)			
Humedad (%)			

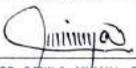
LÍMITE PLÁSTICO (LP)			
Nº tara			
Peso tara (gr)			
Peso tara + suelo húmedo (gr)			
Peso tara + suelo seco (gr)			
Peso del agua (gr)			
Peso del suelo seco (gr)			
Humedad (%)			

ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I<sub>p</sub>) = LL - LP

Gráfico de Fluides

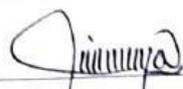
Firma y Sello

  
**CARLOS DANILLO MINAYA ROSARIO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50187

DATOS DEL ESPECIALISTA:		Firma y Sello
APELLIDOS Y NOMBRES:	Minaya Rosario, Carlos Danilo	 <b>CARLOS DANILLO MINAYA ROSARIO</b> INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50187
ESPECIALIDAD:	Gestión en la Construcción	
C.I.P. N°:	50187	

Instrumento de validez: Contenido de humedad

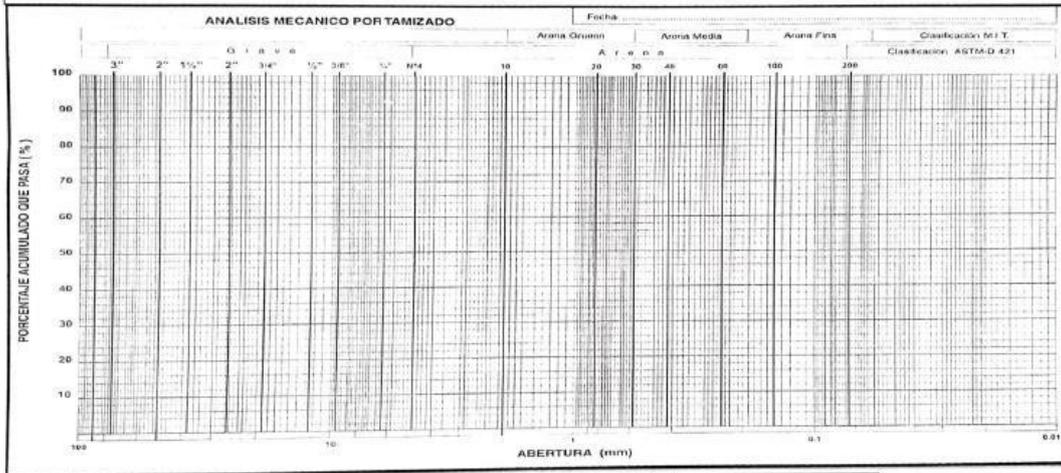
Solicitante: Cuba Mantilla Marco Antonio		
Proyecto: Estabilización de la subrasante utilizando cenizas de cascara de semillas de girasol		
Ubicación AA.HH. San José I, Calle 4, Chorrillos.		
Fecha: 2020		
CONTENIDO DE HUMEDAD		
Nº	Calicata	
	PROFUNDIDAD	
1	Peso recipiente + suelo húmedo	
2	Peso recipiente + suelo seco	
3	Peso recipiente	
4	Peso agua (1-2)	
5	Peso suelo seco (2-3)	
6	Humedad (4/5) *100(%)	

DATOS DEL ESPECIALISTA:		Firma y Sello
APELLIDOS Y NOMBRES:	Minaya Rosario, Carlos Danilo	 <b>CARLOS DANILLO MINAYA ROSARIO</b> INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50187
ESPECIALIDAD:	Gestión en la Construcción	
C.I.P. N°:	50187	

**CARLOS DANILLO MINAYA ROSARIO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50187

Instrumento de validez: Análisis granulométrico por tamizado.

PROYECTO : Estabilización de la subrasante utilizando cenizas de cascara de semillas de girasol.  
 Ubicación : AA.HH. San José I, Calle 4, Chorrillos, 2020.



**DATOS DEL ESPECIALISTA:**  
 APELLIDOS Y NOMBRES: *Miraya Rosario Carlos Danilo*  
 ESPECIALIDAD: *Gestión en la Construcción*  
 C.I.P. N°: *50187*

**Firma y Sello**  
  
**CARLOS DANILLO MIRAYA ROSARIO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50187

Instrumentos de validez: CBR

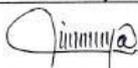
Instrumento de recolección de datos															
AUTOR		Cuba Mantilla, Marco Antonio													
PROYECTO		Estabilización de la subrasante utilizando cenizas de cascara de semilla de girasol, AA.HH. San José I, calle 4, Chorrillos, 2020													
REFERENCIAS DE LA MUESTRA															
IDENTIFICACIÓN						DOSIFICACION:									
PROCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557-02)						CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (ASTM D 1883-05)									
VOLUMEN DEL MOLDE	METODO DE COMPACTACION	Nº DE MOLDE	Nº DE GOLPES	P. MOLDE - S. HUMEDO (g)	PESO MOLDE (g)	PESO SUELO HUMEDO (g)	Nº TARRO	P. TARRO - S. HUMEDO (g)	P. TARRO - S. SECO (g)	PESO DE AGUA (g)	PESO DE TARRO (g)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD PROMEDIO (%)	DENSIDAD HUMEDA (g/cm³)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
ABSORCIÓN						EXPANSIÓN									

**CARLOS DANILLO MIRAYA ROSARIO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50187

N° ARJOLIN	FECHA	HORA	LEC. DIAL	LEC. DIAL	LEC. DIAL	MAXIMA DENSIDAD SECA	(g/cm <sup>3</sup> )
PESO SUELO HUM + PLATO + MOLDE						OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)
PESO DEL PLATO + MOLDE						CBR A 2.5 mm DE PENETRACION AL 100% DE LA M.D.S.	(%)
PESO SUELO HUMEDO EMBARRADO						CBR A 5.0 mm DE PENETRACION AL 100% DE LA M.D.S.	(%)
PESO SUELO HUMEDO SIN LABRADOR						SERIE AMERICANA	3/4" 3/8" N° 4 N°200 Pasa N°200
PESO DEL MOLDE ABSORBIDA						RETENIDO PARCIAL (%)	
PESO DEL SUELO SECO						LIMITE LIQUIDO	SUCS
ABSORCION DE AGUA						INDICE DE PLASTICIDAD	AASHTO
						EXPANSION (%)	

REFERENCIA: ASTM D 1863-05 Standard test method for CBR (California Bearing Rate) of laboratory-compacted soils  
 ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 55000 ft-lb/ft<sup>3</sup> (2700 MN-m/m<sup>3</sup>)

OBSERVACIONES:

DATOS DEL ESPECIALISTA:		Sello y Firma
Apellidos y Nombres: <i>Minaya Rosario, Carlos Danilo</i>		
Especialidad: <i>Gestión en la Construcción</i>		
C.I.P.: <i>50187</i>		

CARLOS DANILLO MINAYA ROSARIO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50187

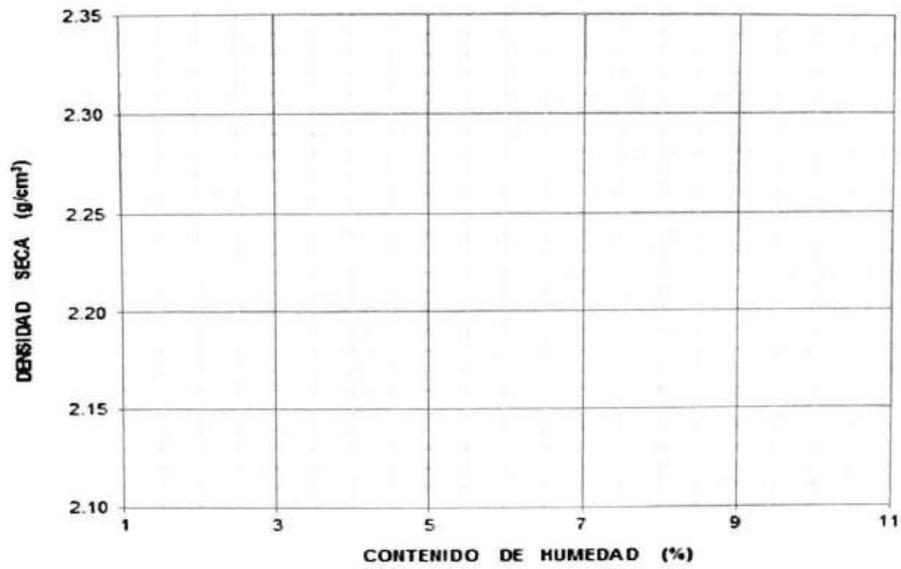
Instrumento de validez: Proctor Modificado

Instrumento de recolección de datos			
AUTOR	: Cuba Mantilla, Marco Antonio		
PROYECTO	: Estabilización de la subrasante utilizando cenizas de cascara de semilla de girasol, AA HH San José I, calle 4, Chorrillos, 2020		DOSIFICACION:
(ASTM D-1557) MTC E 115		ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO	
N° de Capas :	Altura de caída del pisón :	Peso del pisón :	Volumen del Molde :
Energía de Compactación Modificada :	kg-cm/cm <sup>3</sup>	Número de Golpes / capa :	
Peso Suelo Humedo + Molde (g)			
Peso del Molde (g)			
Peso Suelo Humedo (g)			
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )			
Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )			
Tarro N°			
Peso suelo humedo + tarro (g)			
Peso suelo seco + tarro (g)			
Peso del agua (g)			
Peso del tarro (g)			
Peso suelo seco (g)			
Contenido de Humedad (%)			
Promedio de Humedad (%)			
Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )			

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
2 1/2"		
2"		
3/4"		
3/8"		
N°4		
<N°4		

MÉTODO	
MDS	
OCH	

  
 CARLOS DANILLO MINAYA ROSARIO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50187



DATOS DEL ESPECIALISTA:	Firma y Sello
APELLIDOS Y NOMBRES: <i>Miraya Rosario, Carlos Danilo</i> ESPECIALIDAD: <i>Gestión en la Construcción</i> C.I.P. N°: <i>50187</i>	

**CARLOS DANILO MIRAYA ROSARIO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50187

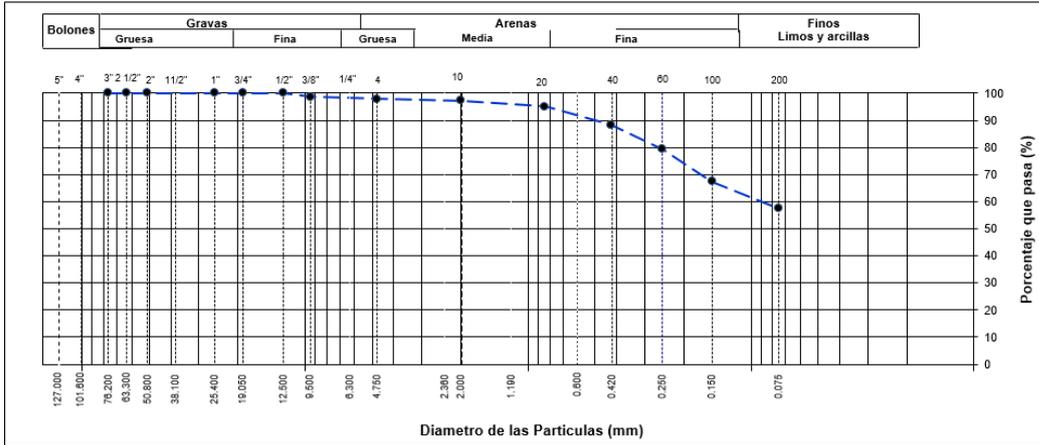
### ANEXO 3: Hoja de cálculos

#### Clasificación de suelos de la muestra patrón

TAMIZ	AASHTO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
	T-27 (mm)				
5"	127.000	100.0	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b>		
4"	101.600	100.0	Contenido Humedad (%)	7.3	
3"	76.200	100.0			
2 1/2"	63.300	100.0	<b>LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b>		
2" 50.800	100.0	100.0	Límite Líquido (LL)	31	
1 1/2"	38.100	100.0	Límite Plástico (LP)	25	
1"	25.400	100.0	Índice Plástico (IP)	6	
3/4"	19.000	100.0	<b>Grava (%)</b>	<b>Arena (%)</b>	<b>Finos (%)</b>
1/2"	12.500	100.0	2.1	40.5	57.4
3/8"	9.500	98.7	<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>		
Nº 4	4.750	97.9	Clasificación SUCS (ASTM D2487)		ML
Nº 10	2.000	97.3	Clasificación AASHTO (D3282)		A-4 (4)
Nº 20	0.840	95.0	Nombre del Grupo	Limoso de baja plasticidad	
Nº 40	0.425	88.4			
Nº 60	0.250	79.3	<b>INDICACIONES:</b>		
Nº 80	0.177	79.3	<i>El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C hasta masa constante.</i>		
Nº 100	0.150	67.5			
Nº 200	0.075	57.4			
< Nº 200	Fondo				

Fuente: Elaboración propia

### CURVA GRANULOMETRICA



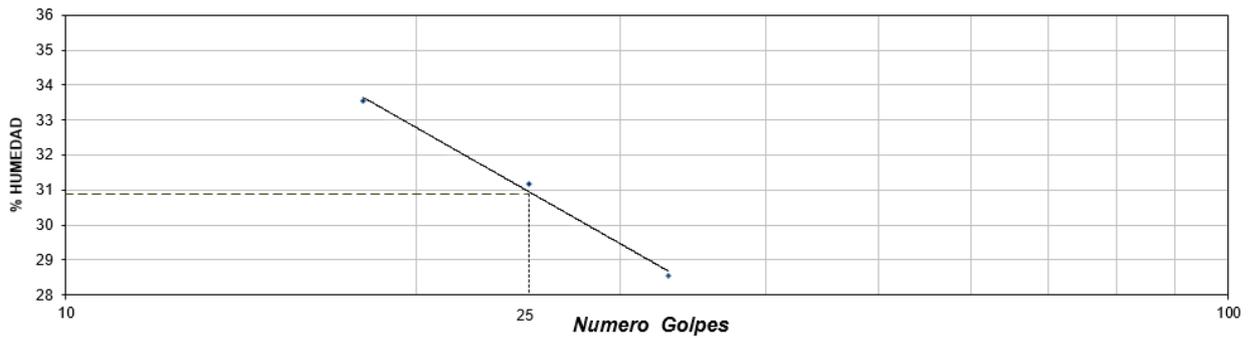
Curva Granulométrica de la muestra patrón

Fuente: Elaboración propia

Límites de Consistencia de la muestra patrón

		<b>Material Pasante Tamiz N° 40</b>											
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>					<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>						
Nro. de Recipiente		B	A	F			7	1					
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	31.05	30.98	30.77			21.68	22.84					
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	26.66	26.95	27.02			20.05	21.07					
Peso de Recipiente (C)	gr.	13.58	14.02	13.89			13.54	13.91					
Peso del Agua (A-B)	gr.	4.39	4.03	3.75			1.63	1.77					
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	13.08	12.93	13.13			6.51	7.16					
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	33.56	31.17	28.56			25.04	24.72					
Nº De Golpes		18	25	33									
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>			<b>LÍMITES DE CONSISTENCIA</b>					<b>ÍNDICE PLÁSTICO</b>					
			<b>LÍQUIDO</b>			<b>PLÁSTICO</b>							
			<b>30.9</b>			<b>24.9</b>			<b>6.0</b>				

Fuente: Elaboración propia



Relación Humedad-Número de golpes de la muestra patrón

Fuente: Elaboración propia

Proctor Modificado de la muestra patrón

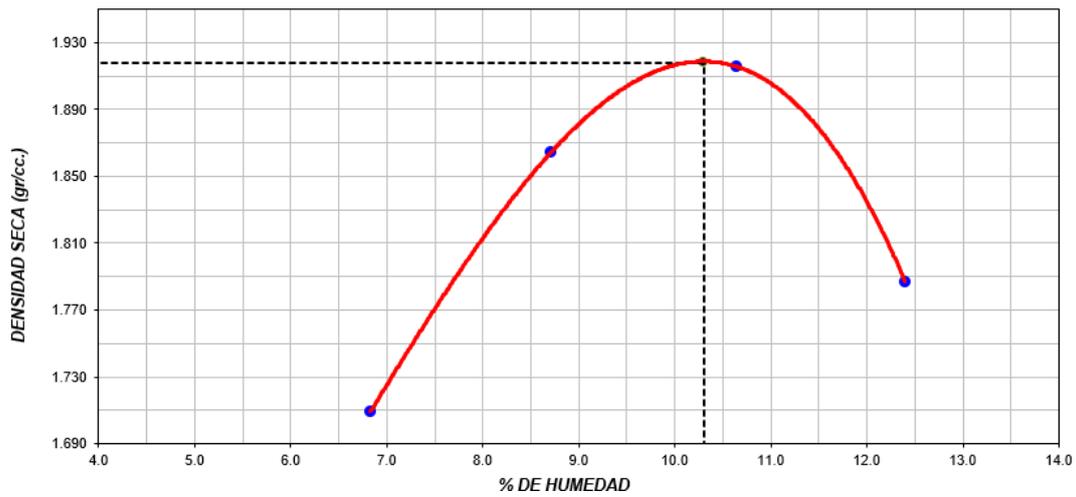
Volumen Molde	937	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3826	gr.

NÚMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	5,537	5,725	5,812	5,708	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,711	1,899	1,986	1,882	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.826	2.027	2.120	2.009	
Recipiente Numero		1	A	D	8	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	702.2	700.3	698.5	693.4	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	664.2	652.7	641.7	628.5	
Peso de la Tara	gr.	107.9	106.2	107.8	105.1	
Peso del agua	gr.	38.0	47.6	56.8	64.9	
Peso del suelo seco	gr.	556	547	534	523	
Contenido de agua	%	6.8	8.7	10.6	12.4	
Densidad Seca	gr/cc	1.709	1.864	1.916	1.787	

Densidad Maxima Seca: 1.918 gr/cm<sup>3</sup> Contenido de Humedad Optima: 10.3 %

Fuente: Elaboración propia

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



Relación Humedad - densidad seca de la muestra patrón

Fuente: Elaboración propia

Cálculos CBR de la muestra patrón

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	F		13		12	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,289		12,825		12,504	
Peso molde (gr.)	7,774		8,607		8,510	
Peso suelo compactado (gr.)	4,515		4,218		3,994	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2,141		2,137		2,140	
Densidad húmeda (gr./cm <sup>3</sup> )	2.109		1.974		1.866	
Humedad (%)	10.1		10.2		10.1	
Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	1.915		1.791		1.695	

Fuente: Elaboración propia

### Contenido de humedad (CBR) de la muestra patrón

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
Tara+suelo húmedo (gr.)	639.5	658.7	684.2
Tara+suelo seco (gr.)	580.7	597.8	621.4
Peso de agua (gr.)	58.8	60.9	62.8
Peso de tara (gr.)			
Peso de suelo seco (gr.)	580.7	597.8	621.4
Humedad (%)	10.1	10.2	10.1

Fuente: Elaboración propia

### Expansión de la muestra patrón

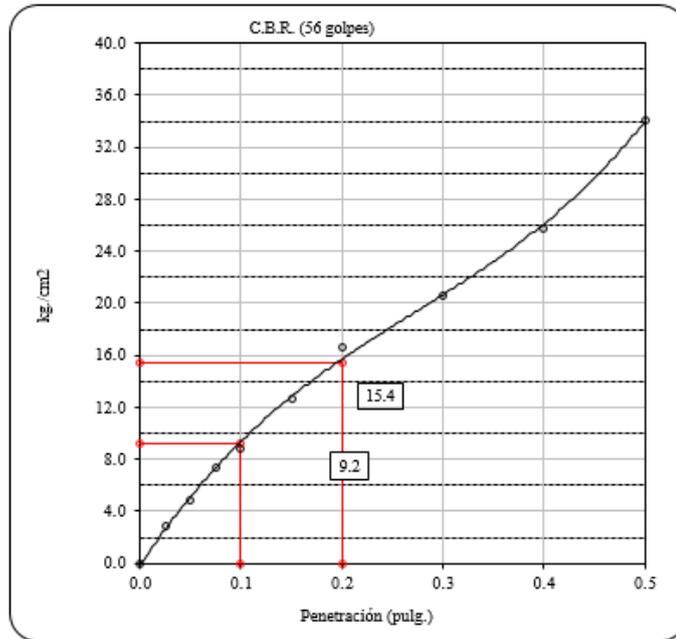
<b>EXPANSIÓN</b>											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
7-Oct	08:05:00	24	12	0.30	0.26	14	0.36	0.31	17	0.43	0.37
8-Oct	08:05:00	48	17	0.43	0.37	19	0.48	0.41	22	0.56	0.48
9-Oct	08:05:00	72	18	0.46	0.39	22	0.56	0.48	24	0.61	0.52
10-Oct	08:05:00	96	18	0.46	0.39	23	0.58	0.50	25	0.64	0.55

Fuente: Elaboración propia

### Penetración de la muestra patrón

<b>PENETRACIÓN</b>													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm <sup>2</sup> )	F				Molde N° 13				Molde N° 12			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	CBR %	kg.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	CBR %	kg.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		58	2.9			28	1.4			12	0.6		
0.050		96	4.9			69	3.5			27	1.4		
0.075		145	7.4			89	4.5			59	3.0		
0.100	<b>70.307</b>	174	8.8	<b>9.2</b>	<b>13.1</b>	119	6.0	<b>5.8</b>	<b>8.2</b>	78	4.0	<b>3.5</b>	<b>5.0</b>
0.150		249	12.6			152	7.7			102	5.2		
0.200	<b>105.460</b>	328	16.7	<b>15.4</b>	<b>14.6</b>	189	9.6	<b>9.4</b>	<b>8.9</b>	132	6.7	<b>6.5</b>	<b>6.2</b>
0.300		405	20.6			239	12.1			169	8.6		
0.400		508	25.8			302	15.3			225	11.4		
0.500		672	34.1			411	20.9			272	13.8		

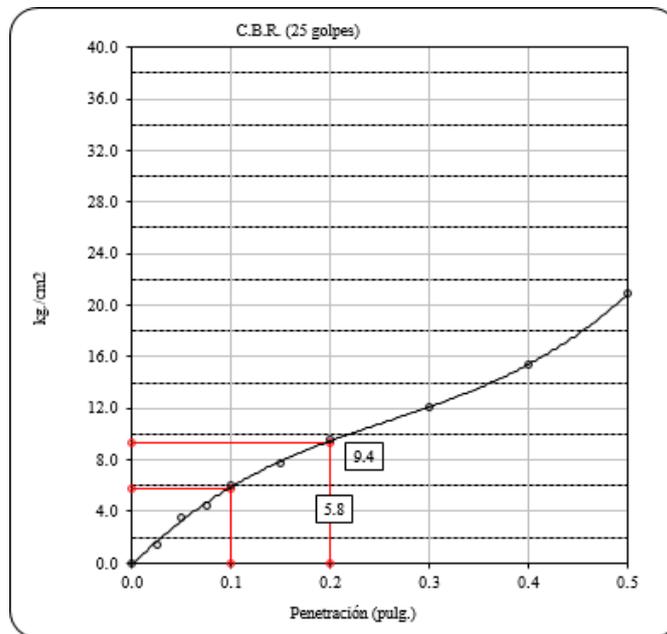
Fuente: Elaboración propia



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : **13.1 %**

C.B.R. (1") 56 golpes

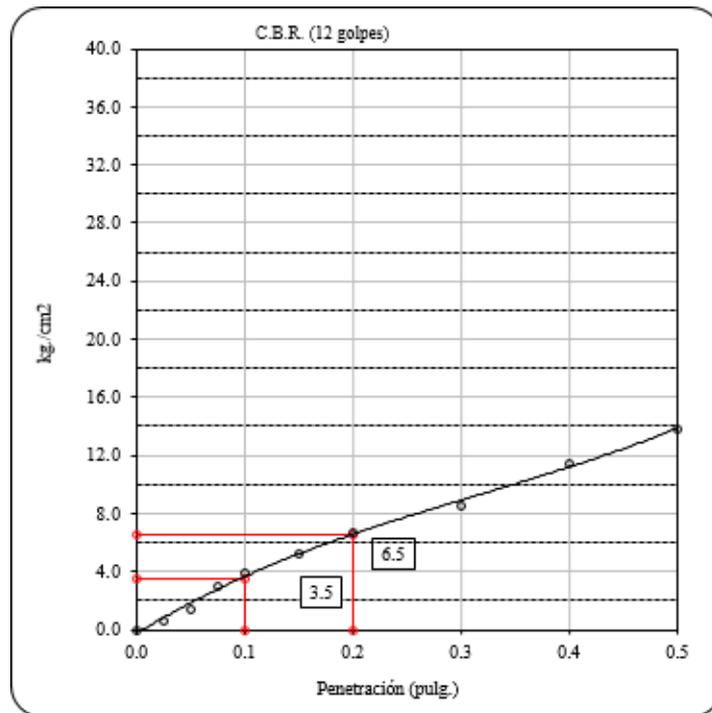
Fuente: Elaboración propia



C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : **8.2 %**

C.B.R. (1") 25 golpes

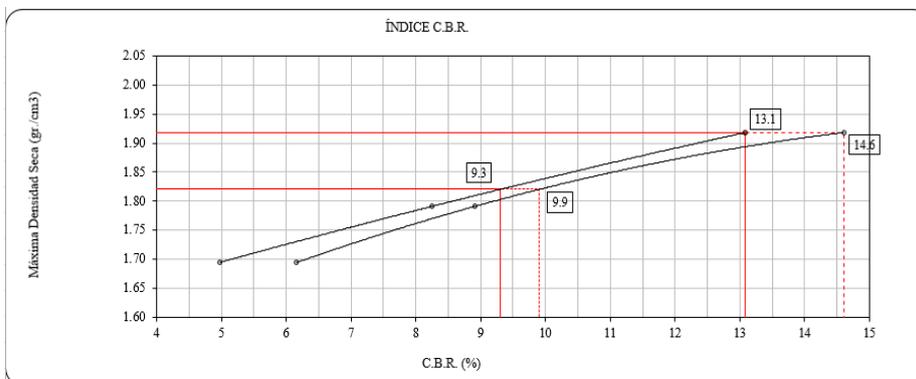
Fuente: Elaboración propia



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : **5.0 %**

C.B.R. (1") 12 golpes

Fuente: Elaboración Propia



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": **13.1 %**  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1": **9.3 %**  
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": **14.6 %**  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2": **9.9 %**

Determinación del C.B.R

Fuente: Elaboración propia

Resumen de la muestra Patrón

Muestras	Tipo de suelo	L. Líquido	L. Plástico	DMS 100%	DMS 95%	OCH	CBR
Patrón	Limo arenoso de baja plasticidad	30.90	24.90	1.918	1.822	10.30 %	9.30%

Fuente: Elaboración propia

## Tamaño y designación de tamices ASTM

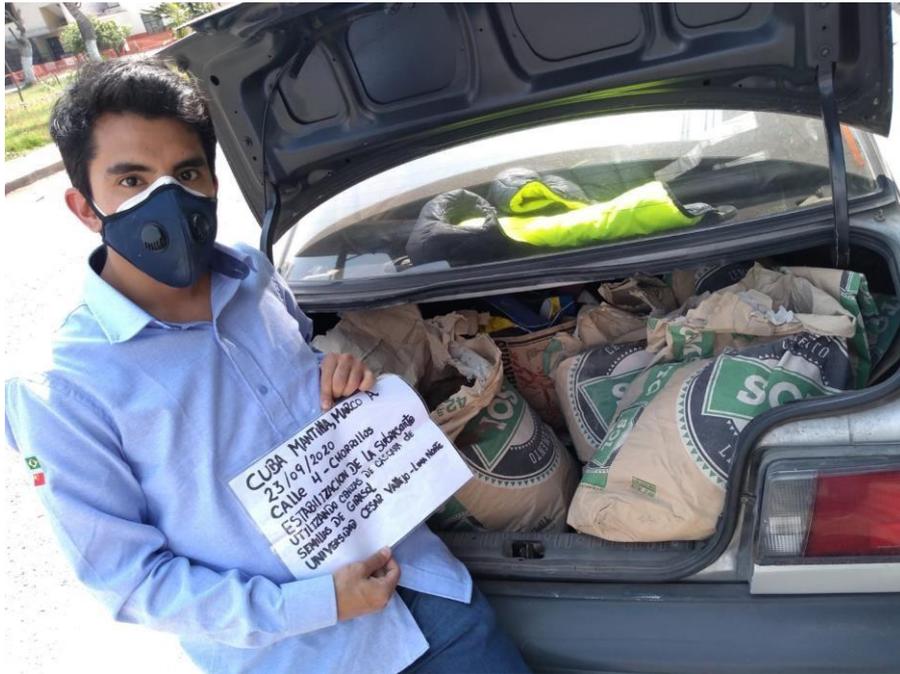
Alternative Sieve Designation	Standard Sieve Designation	Number of Grain Layers on Given Sieve	Maximum Mass Retained on 200-mm (8-in.) Diameter Sieve, g <sup>A</sup>	Maximum Mass Retained on 305-mm (12-in.) Diameter Sieve, g	Maximum Mass Retained on 370- by 580-mm (14.6- by 22.8-in.) Sieve, g
3 in.	75 mm	0.8	2 700	6 100	18 000
2 in.	50 mm	0.9	2 000	4 500	13 000
1-½-in.	37.5 mm	0.9	1 500	3 400	10 000
1 in.	25 mm	1	1 100	2 500	7 000
¾ in.	19.0 mm	1	900	2 000	6 000
⅝ in.	9.5 mm	1.25	550	1 200	3 600
No. 4	4.75 mm	1.5	325	730	2 000
No. 10	2.00 mm	2	180	410	1 000
No. 20	850 µm	3	115	260	800
No. 40	425 µm	4	75	170	500
No. 60	250 µm	5	60	140	400
No. 100	150 µm	6	40	90	300
No. 140	106 µm	6	30	70	200
No. 200	75 µm	6	20	50	100

## ANEXO 5: Panel Fotográfico

### Calicata



## Muestra del terreno



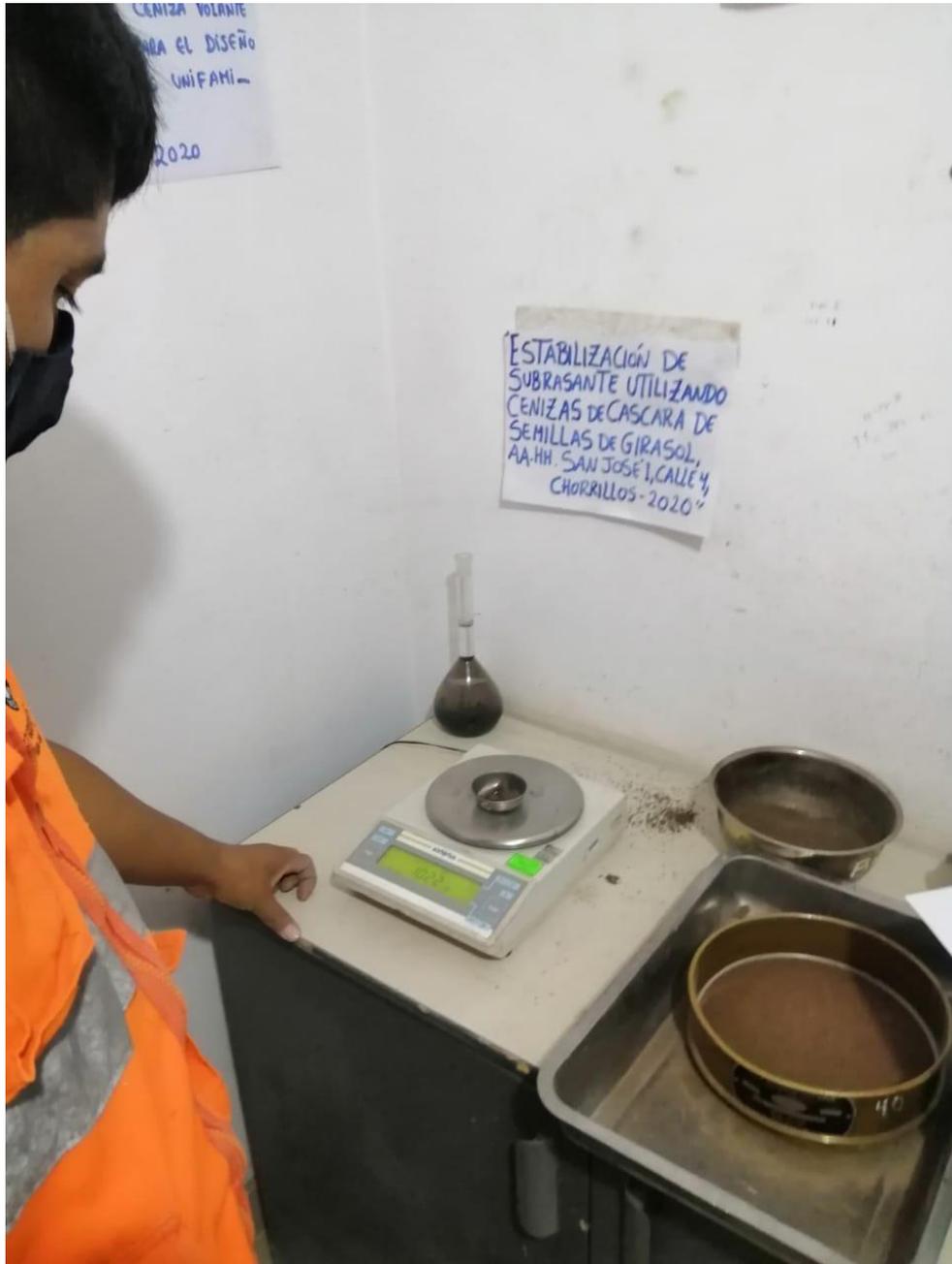
## Semillas de girasol



## Tamizado de la muestra de la muestra patrón



Pesado de muestra de la muestra patrón



## Estufa para hacer cenizas



Quemado de cáscara de semilla de girasol de la muestra patrón



**ANEXO 7: Certificados de laboratorio**  
**Clasificación de suelos de la muestra patrón**



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

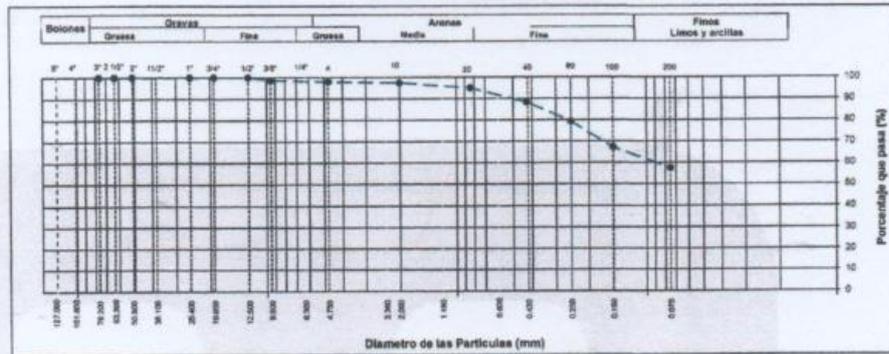
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	Código	FOR-LAB-MS-001
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
 ASTM D6913 / MTC E - 204

<b>REFERENCIA</b>	: Ensayo en laboratorio		
<b>SOLICITANTE</b>	: Marco Antonio Cuba Mansilla		
<b>TESIS</b>	: Estabilización de la subrasante utilizando cenizas de cascara de semillas de girasol, AA.HH. San José I, Calle 4, Chorrillos, 2020		
<b>UBICACIÓN</b>	: Lima	<b>Fecha de ensayo:</b>	05/10/2020
<b>CALICATA</b>	: C-1		
<b>MUESTRA</b>	: M-1		
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 1.50 m		

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN BASE GRADACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000	100.0	/	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b> Contenido Humedad (%) 7.3  <b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b> Limite Líquido (LL) 31 Limite Plástico (LP) 25 Índice Plástico (IP) 6 Grava (%) 2.1      Arena (%) 40.3      Finos (%) 57.4  <b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b> Clasificación SUCS (ASTM D2487) ML Clasificación AASHTO (D3282) A-4 (4) Nombre del Grupo Limo arenoso de baja plasticidad  <b>INDICACIONES:</b> El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C hasta masa constante.
4"	101.600	100.0		
3"	76.200	100.0		
2 1/2"	63.300	100.0		
2"	50.800	100.0		
1 1/2"	38.100	100.0		
1"	25.400	100.0		
3/4"	19.000	100.0		
1/2"	12.500	100.0		
3/8"	9.500	99.7		
Nº 4	4.750	97.9		
Nº 10	2.000	97.3		
Nº 20	0.840	95.0		
Nº 40	0.425	98.4		
Nº 60	0.250	79.3		
Nº 80	0.177	79.3		
Nº 100	0.150	67.5		
Nº 200	0.075	57.4		
< Nº 200	FONDO			

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

# Límites de consistencia de la muestra patrón



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

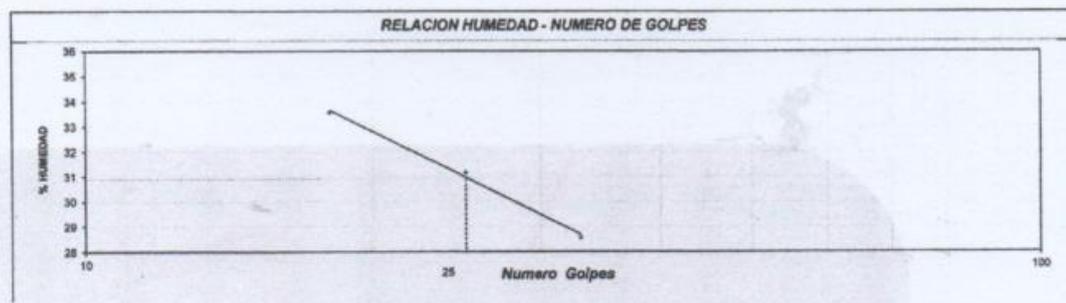
www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA</b>	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111			

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio		
SOLICITANTE	: Marco Antonio Cuba Mantilla		
TESIS	: Estabilización de la subrasante utilizando cenizas de cascara de semillas de girasol, AA.HH. San José I, Calle 4, Chorrillos, 2020		
UBICACIÓN	: Lima	Fecha de ensayo:	5/10/2020
CALICATA	: C-1		
MUESTRA	: M-1		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

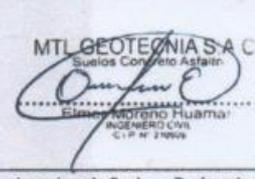
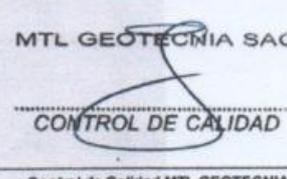
DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente		B	A	F	7	1	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	31.05	30.88	30.77	21.88	22.84	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	26.60	28.95	27.02	20.05	21.07	
Peso de Recipiente (C)	gr.	13.56	14.02	13.89	13.54	13.91	
Peso del Agua (A-B)	gr.	4.39	4.03	3.75	1.83	1.77	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	13.08	12.93	13.13	6.51	7.16	
Contenido Humedad [W=(A-B)/(B-C)*100]	%	33.58	31.17	28.58	25.04	24.72	
N° De Golpes		18	25	33			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	30.8	24.9	



**OBSERVACIONES:**

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

# Proctor Modificado de la muestra patrón



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO</b>	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019

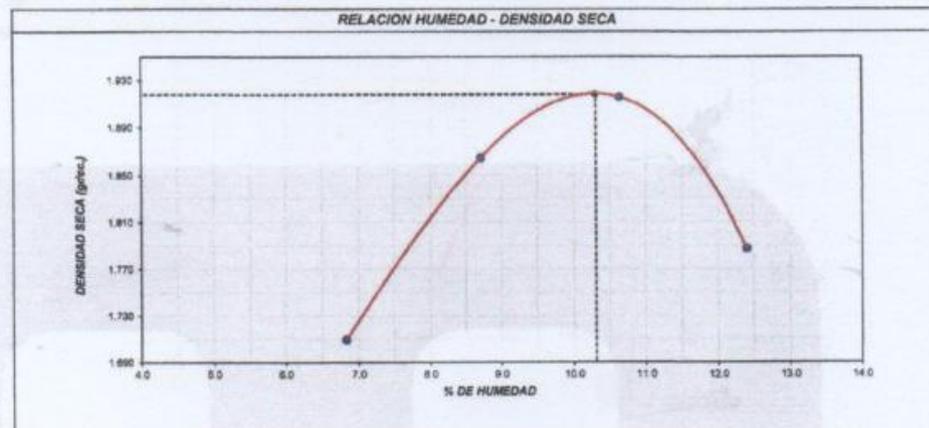
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
 ASTM D1557 / MTC E - 115

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>SOLICITANTE</b>	: Marco Antonio Cuba Mantilla		
<b>TESIS</b>	: Estabilización de la subrasante utilizando cenizas de cascara de semillas de girasol, AA.HH. San José I, Calle 4, Chorrillos, 2020		
<b>UBICACIÓN</b>	: Lima		
<b>CALICATA</b>	: C-1	<b>Fecha de ensayo:</b>	05/10/2020
<b>MUESTRA</b>	: PATRÓN		
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 1.50 m		

Volumen Molde	937	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3626	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	5,537	5,725	5,812	5,708	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,711	1,890	1,986	1,882	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,828	2,027	2,120	2,009	
Recipiente Numero		1	A	D	B	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	702.2	700.3	698.5	693.4	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	664.2	652.7	641.7	628.5	
Peso de la Tara	gr.	107.9	106.2	107.8	105.1	
Peso del agua	gr.	38.0	47.8	56.8	64.9	
Peso del suelo seco	gr.	556	547	534	523	
Contenido de agua	%	6.8	8.7	10.6	12.4	
Densidad Seca	gr/cc	1.709	1.864	1.916	1.787	

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	<b>1.916</b> gr/cm <sup>3</sup> .	<b>Contenido Humedad Optima:</b>	<b>10.3</b> %
------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	---------------



**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante.  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Datos del C.B.R de la muestra patrón



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	JJG
		Fecha	16/03/2020

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS**  
 ASTM D1583 / MTC E - 132

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Merco Antonio Cuba Mantilla		
TESIS	: Estabilización de la subrasante utilizando cenizas de cascara de semillas de girasol, AA.HH. San José I, Calle 4, Chorrillos, 2020		
UBICACIÓN	: Lima		
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo	: 10-10-2020
MUESTRA	: PATRÓN		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

	F		13		12	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°						
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		29		12	
Condición de la muestra						
Peso suelo + molde (gr.)	12,289		12,823		12,504	
Peso molde (gr.)	7,774		8,607		8,510	
Peso suelo compactado (gr.)	4,515		4,218		3,994	
Volumen del molde (cm³)	2,141		2,137		2,140	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,109		1,974		1,866	
Humedad (%)	10,1		10,2		10,1	
Densidad Secca (gr./cm³)	1,915		1,791		1,695	

CONTENIDO DE HUMEDAD

	F	13	12
Tara+suelo húmedo (gr.)	639,5	658,7	684,2
Tara+suelo seco (gr.)	580,7	597,8	621,4
Peso de agua (gr.)	58,8	60,9	62,8
Peso de tara (gr.)			
Peso de suelo seco (gr.)	580,7	597,8	621,4
Humedad (%)	10,1	10,2	10,1

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión		Expansión		Expansión	
			Dial	mm %	Dial	mm %	Dial	mm %
7-Oct	08:00	24	12	0,30 0,25	14	0,36 0,31	17	0,43 0,37
8-Oct	08:00	46	17	0,43 0,37	19	0,48 0,41	22	0,56 0,48
9-Oct	08:00	72	18	0,46 0,39	22	0,56 0,48	24	0,61 0,52
10-Oct	08:00	96	18	0,46 0,39	23	0,58 0,50	25	0,64 0,55

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	F				Molde N° 13				Molde N° 12			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0,025		58	2,9			28	1,4			12	0,6		
0,050		96	4,8			59	2,9			27	1,4		
0,075		145	7,4			89	4,5			59	3,0		
0,100	78,367	174	8,8	9,2	13,1	119	6,0	6,8	8,2	78	4,0	3,5	5,9
0,150		249	12,6			152	7,7			102	5,2		
0,200	106,460	328	16,7	16,4	14,8	199	9,9	9,4	8,9	132	6,7	6,5	6,2
0,300		406	20,6			239	12,1			169	8,8		
0,400		508	25,8			302	15,3			225	11,4		
0,500		672	34,1			411	20,9			272	13,8		

OBSERVACIONES:

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

# Resultados del C.B.R de la muestra patrón



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

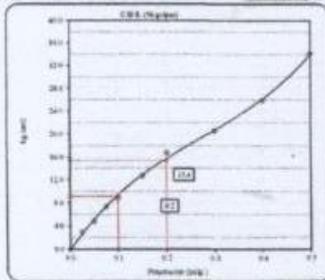
www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Marco Antonio Cuba Mantilla		
TESIS	: Estabilización de la subrasante utilizando cenizas de cascara de semillas de girasol, AA.HH. San José I, Calle 4, Chorrillos, 2020		
UBICACIÓN	: Lima		
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo	: 10-10-2020
MUESTRA	: PATRÓN		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

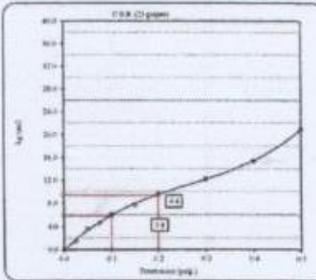
**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca : 1.918 gr/cm<sup>3</sup>  
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.822 gr/cm<sup>3</sup>

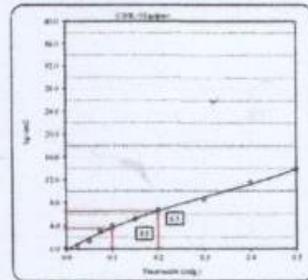
Óptimo Contenido de Humedad : 10.30 %



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 13.1 %

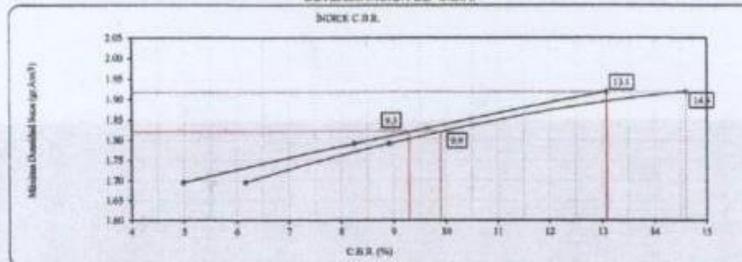


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 8.2 %



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 8.0 %

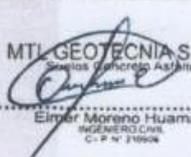
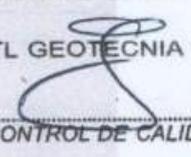
**DETERMINACIÓN DE C.B.R.**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 13.1 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1" : 9.3 %  
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" : 14.6 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2" : 8.9 %

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA SAC LABORATORIO DE MATERIALES	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Ingeiero de Suelos y Pavimentos Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C. P. N° 210004	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeiero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## Anexo 8: Certificados de calibración de equipos

**Certificado**

**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

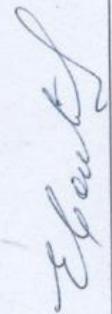
**TEST & CONTROL S.A.C.**

Laboratorio de Calibración  
En su sede ubicada en: Calle Condesa de Lemos N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma  
**NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración**

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-OSP-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019  
Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023

  
**ESTELA CONTRERAS JUGO**  
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cedula N° : 230-2019-INACAL/DA  
Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA  
Registro N° : LC-016

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y es de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web [www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados](http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados) al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Co-operation (IAAC) e Internacional Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mútuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-OSP-0204 Ver. 02

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

**TC - 4370 - 2020**

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020-05-25

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.  
Dirección : CAL LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : SARTORIUS  
Modelo : LC2201S  
N° de Serie : 50310007  
Capacidad Máxima : 2200 g  
Resolución : 0,01 g  
División de Verificación : 0,1 g  
Clase de Exactitud : II  
Capacidad Mínima : 5 g  
Procedencia : ALEMANIA  
N° de Parte : No Indica  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO  
Variación de  $\Delta T$  Local : 5 °C  
Fecha de Calibración : 2020-05-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, 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.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



Certificado de Calibración  
TC - 4370 - 2020

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-140-2019 Mayo 2019
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 2 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-147-2019 Mayo 2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,9 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,000	1 099,99	5	-10	1	2 200,000	2 199,98	4	-19
2		1 099,99	3	-8	2		2 199,99	4	-9
3		1 099,98	4	-19	3		2 199,98	5	-20
4		1 099,98	4	-19	4		2 199,98	4	-19
5		1 099,99	4	-9	5		2 199,99	4	-9
6		1 099,98	5	-20	6		2 199,98	4	-19
7		1 099,98	3	-18	7		2 199,98	3	-18
8		1 099,98	5	-20	8		2 199,99	4	-9
9		1 099,99	5	-10	9		2 199,99	5	-10
10		1 099,99	5	-10	10		2 199,99	5	-10
Emáx - Emín   (mg)				12	Emáx - Emín   (mg)				11
error máximo permitido (±mg)				200	error máximo permitido (±mg)				300





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**TC - 4371 - 2020**

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 5

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

**EQUIPO** : HORNO  
 Marca : GEMMY  
 Modelo : YC0-010  
 N° de Serie : 510847  
 Tipo de Ventilación : Turbulencia  
 Procedencia : ALEMANIA  
 Identificación : NO INDICA  
**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : TERMÓMETRO DIGITAL  
 Marca : No Indica  
 Alcance : 1°C a 250°C  
 Resolución : 1 °C  
**TIPO DE CONTROLADOR** : DIGITAL  
 Marca : No Indica  
 Alcance : 1°C a 250°C  
 Resolución : 1 °C  
 Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25  
 Ubicación : LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento 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.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009, SNM - INDECOPI.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29,3 °C	29,6 °C
Humedad Relativa	45,3 %	43,2 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe

TRAZABILIDAD

Certificado : TC - 4371 - 2020

Página : 2 de 5

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,007 °C DM - INACAL	Termómetro Digital -200 °C a 400 °C	LT-247-2018

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 10 °C	110	40 min	180 min	30 %	ENVASE METALICO C/ MUESTRAS CLIENTE

Tiempo (hh:mm)	Termómetro Horno (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T <sub>prom</sub> <sup>III</sup> (°C)	T <sub>max</sub> - T <sub>min</sub> (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110	110,8	111,8	111,3	110,8	110,3	109,2	112,3	110,7	109,3	109,8	110,6	3,1
0:02	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,4	109,5	112,2	110,5	109,6	109,8	110,6	2,7
0:04	110	111,1	112,1	111,7	110,8	110,9	111,3	112,6	110,9	111,5	111,5	111,4	1,8
0:06	110	111,7	112,7	112,3	111,5	111,4	113,0	113,2	111,6	113,3	113,4	112,4	1,9
0:08	110	112,1	113,0	112,7	111,8	111,8	113,6	113,5	111,9	114,0	113,9	112,8	2,2
0:10	110	112,2	113,3	112,7	111,9	112,0	113,5	113,8	112,0	113,8	113,8	112,9	1,9
0:12	110	112,1	113,3	112,6	111,8	112,0	113,5	113,8	112,0	113,8	113,8	112,9	1,9
0:14	110	111,9	113,2	112,4	111,6	111,8	112,4	113,7	111,7	112,5	112,4	112,4	2,1
0:16	110	111,8	112,9	112,2	111,4	111,5	111,6	113,4	111,5	111,8	111,7	112,0	2,0
0:18	110	111,4	112,6	111,9	111,1	111,2	110,9	113,1	111,2	111,0	111,0	111,8	2,3
0:20	110	111,2	112,2	111,6	110,9	110,9	110,1	112,7	111,0	110,2	110,3	111,1	2,8
0:22	110	110,9	111,9	111,3	110,7	110,8	109,4	112,4	110,8	109,4	109,7	110,7	3,0
0:24	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,2	112,2	110,5	109,3	109,6	110,5	3,0
0:26	110	111,0	112,0	111,5	110,7	110,8	110,7	112,5	110,8	110,9	110,8	111,1	1,9
0:28	110	111,6	112,6	112,2	111,3	111,2	112,7	113,1	111,4	112,9	113,0	112,2	1,9
0:30	110	112,1	113,0	112,6	111,8	111,7	113,6	113,5	111,9	113,9	113,8	112,8	2,2
0:32	110	112,2	113,2	112,7	112,0	111,9	113,8	113,7	112,1	114,0	113,7	112,9	2,1
0:34	110	112,2	113,2	112,7	111,9	112,1	113,3	113,7	112,0	113,5	113,2	112,8	1,8
0:36	110	112,0	113,2	112,5	111,7	111,8	112,7	113,7	111,8	112,8	112,6	112,5	2,0
0:38	110	111,9	113,0	112,3	111,5	111,5	111,9	113,5	111,6	112,0	112,0	112,1	2,0
0:40	110	111,8	112,8	112,1	111,3	111,1	111,1	113,3	111,4	111,2	111,2	111,7	2,2
0:42	110	111,3	112,3	111,7	111,1	110,9	110,3	112,8	111,2	110,4	110,5	111,3	2,5
0:44	110	110,9	111,9	111,4	110,7	110,6	109,6	112,4	110,8	109,6	109,9	110,8	2,8
0:46	110	110,7	111,7	111,2	110,5	110,3	109,1	112,2	110,6	109,1	109,4	110,5	3,1
0:48	110	110,8	111,8	111,3	110,5	110,5	110,0	112,3	110,8	110,1	110,2	110,8	2,3
0:50	110	111,4	112,5	112,0	111,1	111,0	112,0	113,0	111,2	112,2	112,3	111,8	2,0
0:52	110	111,9	112,9	112,5	111,7	111,6	113,3	113,4	111,8	113,7	113,7	112,6	2,1
0:54	110	112,2	113,2	112,6	111,9	111,9	113,7	113,7	112,0	114,0	113,8	112,9	2,1
0:56	110	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,4	113,6	112,1	113,7	113,4	112,9	1,8
0:58	110	112,1	113,2	112,6	111,8	111,9	112,9	113,7	111,9	113,1	112,9	112,6	1,9
1:00	110	112,0	113,1	112,4	111,6	111,7	112,2	113,6	111,7	112,3	112,2	112,3	2,0
T. PROM <sup>III</sup>	110,0	111,6	112,8	112,1	111,3	111,3	111,7	113,1	111,4	111,9	111,9		
T. MAX <sup>III</sup>	110,0	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,7	113,8	112,1	114,0	113,9		
T. MIN <sup>III</sup>	110,0	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,1	112,2	110,5	109,1	109,4		
DTY <sup>III</sup>	0,0	1,6	1,6	1,6	1,6	1,8	4,8	1,6	1,6	4,9	4,4		



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

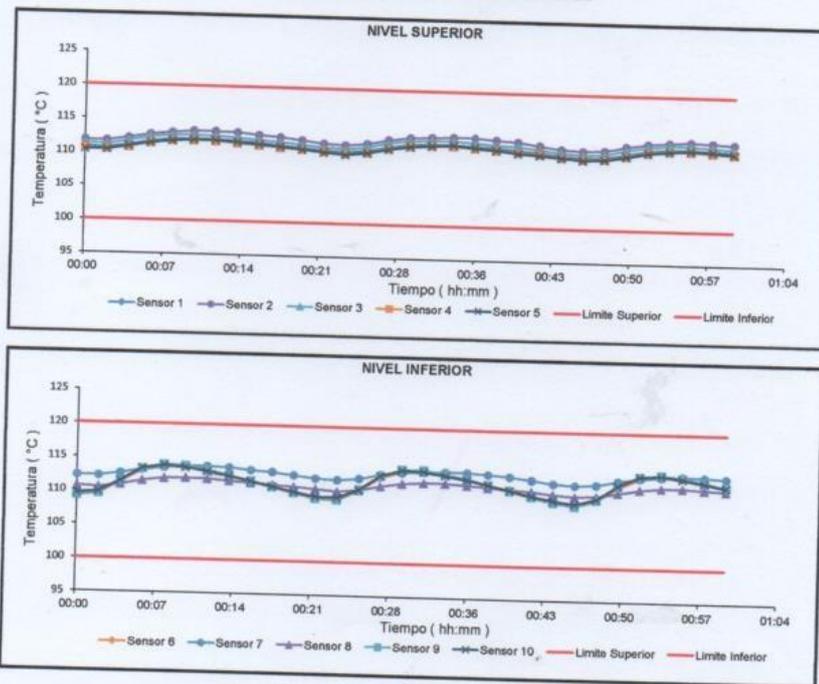
informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe

Certificado : TC - 4371 - 2020  
Página : 3 de 5

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,0	0,4
Mínima Temperatura Medida	109,1	0,5
Desviación Temperatura en el Tiempo	4,9	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	1,8	0,5
Estabilidad Medida ( ± )	2,45	0,04
Uniformidad Medida	3,1	0,5

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe

Certificado : TC - 4371 - 2020  
Página : 4 de 5



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.  
 Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 6,5 cm por encima de la parrilla superior.  
 Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.  
 Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 5 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe

Certificado : TC - 4371 - 2020  
Página : 5 de 5

**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

[1] T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

[2] T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

[3] Tmax: Temperatura máxima.

[4] Tmin: Temperatura mínima.

[5] DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isotermo: 0,6 °C

La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm \frac{1}{2}$  máx. DTT.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

**TC - 4372 - 2020**

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020-05-25

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CALLA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : DENVER INSTRUMENT  
Modelo : AA-250  
N° de Serie : B032815  
Capacidad Máxima : 220 g  
Resolución : 0,0001 g  
División de Verificación : 0,001 g  
Clase de Exactitud : I  
Capacidad Mínima : 0,1 g  
Procedencia : U.S.A.  
N° de Parte : No Indica  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO  
Variación de  $\Delta T$  Local : 5 °C  
Fecha de Calibración : 2020-05-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, 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.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



Certificado de Calibración  
TC - 4372 - 2020

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-140-2019 Mayo 2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,0 °C	22,0 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	110,0000	110,0018	-	1,8	1	220,0000	220,0020	-	2,0
2		110,0016	-	1,6	2		220,0019	-	1,9
3		110,0016	-	1,6	3		220,0016	-	1,6
4		110,0018	-	1,8	4		220,0016	-	1,6
5		110,0016	-	1,6	5		220,0018	-	1,8
6		110,0016	-	1,6	6		220,0016	-	1,6
7		110,0016	-	1,6	7		220,0018	-	1,8
8		110,0018	-	1,8	8		220,0016	-	1,6
9		110,0018	-	1,8	9		220,0018	-	1,8
10		110,0018	-	1,8	10		220,0017	-	1,7
Emáx - Emín   (mg)				0,2	Emáx - Emín   (mg)				0,4
error máximo permitido (±mg)				2,0	error máximo permitido (±mg)				3,0





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**TC-4374-2020**

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal. La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA CBR**

Marca : NO INDICA  
Modelo : NO INDICA  
N° Serie : NO INDICA  
Intervalo de indicación : 5000 Kg  
Resolución : 0,1 Kg

**CELDA DE CARGA**

Marca : Keli  
Modelo : A-FED  
Serie : 5X70836  
Procedencia : NO INDICA  
Código de identificación : NO INDICA  
Ubicación : No Indica

Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

**METODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 "Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga".

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,9°C	20,1°C
HUMEDAD RELATIVA	43,0%	44,0%

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento 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.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
C.F.P. N° 0316



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe

Certificado : TC-4374-2020  
Página : 2 de 2

**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión AEP Transducers	Celda de Carga ANYLOAD 30000 Kg	LM-0033-2019

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

Indicación del Equipo ( Kg )	Lectura Convencionalmente Verdadera ( Kg )	Error ( Kg )	Incertidumbre ( Kg )
500,0	485,0	15,0	0,1
1000,0	974,5	25,5	0,1
1500,0	1437,5	62,5	0,1
2000,0	1945,3	54,7	0,1
2500,0	2464,6	35,4	0,1
3000,0	2965,3	34,7	0,1
3500,0	3465,7	34,3	0,1
4000,0	3945,5	54,5	0,1
4500,0	4435,8	64,2	0,1
5000,0	4946,3	53,7	0,1

**OBSERVACIONES.**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe

**Anexo 9: Recibo del pago realizado por los servicios de ensayo de laboratorio**

5/10/2020 :: Boleta de Venta Electronica - Impresion ::

<b>MTL GEOTECNIA S.A.C.</b> CAL. LA MADRID 264 ASC. LOS OLIVOS AV ANTUNEZ DE MAYOLO CON AV DANIEL ALCID SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA		<b>BOLETA DE VENTA ELECTRONICA</b> RUC: 20600375262 EB01-17				
Fecha de Vencimiento : Fecha de Emisión : <b>05/10/2020</b> Señor(es) : <b>MARCO ANTONIO CUBA</b> : <b>MANTILLA</b> DNI : <b>78012549</b> Tipo de Moneda : <b>SOLES</b> Observación :						
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	TESIS ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE UTILIZANDO CENIZAS DE CASCARA DE SEMILLAS DE GIRASOL, AA.HH. SAN JOSÉ I, CALLE 4, CHORRILLOS, 2020	847.46	0.00	1,000.00	0.00
Otros Cargos : <span style="float: right;">S/0.00</span> Otros : <span style="float: right;">S/0.00</span> Tributos : <span style="float: right;">S/ 0.00</span> ICBPER : <span style="float: right;">S/1,000.00</span> Importe Total :						
<b>SON: UN MIL Y 00/100 SOLES</b>						
(*) Sin impuestos. (**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.			Op. Gravada : <span style="float: right;">S/ 847.46</span> Op. Exonerada : <span style="float: right;">S/ 0.00</span> Op. Inafecta : <span style="float: right;">S/ 0.00</span> ISC : <span style="float: right;">S/ 0.00</span> IGV : <span style="float: right;">S/ 152.54</span> ICBPER : <span style="float: right;">S/ 0.00</span> Otros Cargos : <span style="float: right;">S/ 0.00</span> Otros Tributos : <span style="float: right;">S/ 0.00</span> Importe Total : <span style="float: right;">S/ 1,000.00</span>			
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: <a href="http://www.sunat.gob.pe">www.sunat.gob.pe</a> en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.						

<https://ww1.sunat.gob.pe/ol-Itemisionboleta/emitir.do?action=imprimirComprobante&preventCache=1601917480912>
1/1