



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Estabilización de suelos utilizando híbrido de polvo de
concha de abanico y vidrio reciclado, Huacacorral**

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

AUTORES:

Sánchez Pérez Crosby Joachim (ORCID: 0000-0001-8131-499X)

Terrones Garcia Renzo Andree (ORCID: 0000-0002-3853-0301)

ASESOR:

Mg. Cerna Vasquez Marco Antonio Junior (ORCID: 0000-0002-8259-5444)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedicamos la presente tesis a
nuestros familiares.

AGRADECIMIENTOS:

Un agradecimiento especial a nuestros docentes desde la ciudad de la pesca y el acero, Chimbote, del Perú para el mundo.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA	14
3.1 Tipo y diseño de investigación	14
3.2 Variables y operacionalización	15
3.3 Población, muestra y muestreo	16
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5 Procedimientos.....	17
3.6 Método de análisis de datos	18
3.7 Aspectos éticos	18
IV. RESULTADOS	19
V. DISCUSIÓN	31
VI. CONCLUSIONES	36

VII. RECOMENDACIONES.....	37
REFERENCIAS.....	38
ANEXOS	41

Índice de tablas

TABLA 1. EFECTOS DEL USO DE CONCHA DE ABANICO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS.....	4
TABLA 2. EFECTOS DEL USO DE CONCHA DE ABANICO EN EL CBR...6	6
TABLA 3. COMPARACIÓN DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN CBR	8
TABLA 4. CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN ÍNDICE DE PLASTICIDAD	12
TABLA 5. CATEGORÍAS DE SUBRASANTE	13
TABLA 6. CLASIFICACIÓN DE SUELOS	19
TABLA 7. LÍMITES DE CONSISTENCIA	20
TABLA 8. ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO.....	26
TABLA 9. ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO.....	28

Índice de figuras

FIGURA 1. COMPARTIVO DE HUMEDAD VS PORCENTAJE DE ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO.....	5
FIGURA 2. COMPARTIVO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA VS CONTENIDO DE HUMEDAD.....	7
FIGURA 3. INFLUENCIA DEL USO DE VIDRIO RECICLADO EN PROPIEDADES DEL SUELO.....	8
FIGURA 4. COMPOSICIÓN MINERALÓGICA DE LAS ARCILLAS.....	9
FIGURA 5. RED DE PAVIMENTOS EN EL PERÚ.....	10
FIGURA 6. INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN EL DAÑO ESTRUCTURAL	11
FIGURA 7. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	14
FIGURA 8. % ESTABILIZANTE VS LÍMITE LÍQUIDO.....	21
FIGURA 9. % ESTABILIZANTE VS LÍMITE PLÁSTICO.....	22
FIGURA 10. % ESTABILIZANTE VS ÍNDICE DE PLASTICIDAD.....	23
FIGURA 11. MÁXIMA DENSIDAD SECA.....	24
FIGURA 12. MÁXIMA DENSIDAD SECA VS PORCENTAJE DE ADICIÓN DEL HÍBRIDO ESTABILIZANTE.....	26
FIGURA 13. ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD.....	27

FIGURA 14. C.B.R. AL 100% VS PORCENTAJE DE ADICIÓN DEL HÍBRIDO ESTABILIZANTE.....	29
FIGURA 15. EXPANSIÓN VS PORCENTAJE DE ADICIÓN DEL HÍBRIDO ESTABILIZANTE	30
FIGURA 16. COMPARATIVO DE LÍMITE LÍQUIDO.....	31
FIGURA 17. COMPARATIVO DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD Y ANTECEDENTES	32
FIGURA 18. COMPARATIVO DE MÁXIMA DENSIDAD SECA Y ANTECEDENTES	33
FIGURA 19. COMPARATIVO DE CONTENIDO DE HUMEDAD Y ANTECEDENTES	33
FIGURA 20. COMPARATIVO DE CBR Y ANTECEDENTES.....	34

Resumen

La investigación, se fundamenta en la adición del estabilizante híbrido compuesto por conchas de abanico y vidrio reciclado, siendo el objetivo evaluar el efecto del híbrido en la estabilización de suelos, de la trocha carrozable del CP Huacacorrall, determinando la proporción óptima, en el proceso de estudio. Según el objetivo y la naturaleza del estudio es experimental, de nivel cuantitativo, diseño experimental y aplicativo. La presente investigación tiene una muestra constituida por 04 muestras, correspondiente a 04 tratamientos de estímulo creciente 0%, 10%, 15% y 20% de adición en peso del híbrido concha-vidrio (HCV). Se usó la técnica de análisis documental, observación en laboratorio, interpretando los resultados en guías técnicas. La investigación concluye que la influencia del puzolánico de concha de abanico y vidrio reciclado, en la máxima densidad seca y CBR, logra mejorarlo considerablemente, ya que, de acuerdo a los resultados, se determinó que hay mejora en la capacidad de soporte del suelo convirtiéndolo en un suelo apto para ser usado como subrasante.

Palabras clave: Estabilización, concha de abanico, vidrio reciclado

Abstract

The research is based on the addition of the hybrid stabilizer composed of fan shells and recycled glass, the objective being to evaluate the effect of the hybrid on the stabilization of soils, of the carriageway of CP Huacacorrall, determining the optimum proportion in the process study. According to the objective and the nature of the study, it is experimental, quantitative, experimental and applicative design. The present investigation has a sample made up of 04 samples, corresponding to 04 treatments of increasing stimulus 0%, 10%, 15% and 20% of addition by weight of the shell-glass hybrid (HCV). The technique of documentary analysis, laboratory observation, interpreting the results in technical guides was used. The research concludes that the influence of the fan shell pozzolanic and recycled glass, in the maximum dry density and CBR, manages to improve it, since, according to the results, it was determined that there is an improvement in the support capacity of the soil, converting it into a soil suitable to be used as a subgrade.

Keywords: Stabilization, fan shell, recycled glass

I. INTRODUCCIÓN

Nuestro país, tiene como principal medio de transporte el terrestre, el estado peruano tiene la administración de 239000 km (Sotil, 2014).

Además, la demanda de infraestructura va en crecimiento, lo cual requiere materiales de construcción de calidad que garanticen el nivel de servicio. Cuando se desea ejecutar este tipo de proyectos, que mejoren el transporte de carga o la comunicación vial, se encuentran suelos pobres e inadecuados para ser utilizados como subrasante, indicando que las características del suelo no garantizan la estabilidad del pavimento, por lo que son descartados y reemplazados por materiales de mejor calidad, elevando el costo del proyecto y disminuyendo la rentabilidad, y en ocasiones, el sobrecosto implica la cancelación del proyecto, comprometiendo la comunicación vial y afectando a las comunidades beneficiarias.

En la actualidad en el Centro Poblado (CP) de Huacacorrall, no existe transporte público formal, predominando el uso de transporte privado colectivo e informal, además en el tramo analizado para el tránsito vehicular es inseguro e incómodo, debido al estado de la superficie de rodadura, obligando a los conductores a frenar en ocasiones de forma abrupta, ante la presencia de desniveles, hundimientos, además de ocasionar demoras y en ocasiones accidentes, es por este motivo que el abastecimiento de productos tiene un sobre costo, por el difícil y accidentado acceso a la zona de estudio, además del constante mantenimiento de los vehículos.

Dentro de las dificultades que enfrenta el mejoramiento de la infraestructura vial, es el constante consumo de recursos naturales, la sobre explotación del mismo, provoca escasez y encarecimiento, ante esta problemática surge la necesidad de investigar estabilizantes como soluciones alternativas al uso del material de préstamo en este tipo de proyectos, como la estabilización química, mejorando mediante procesos físico químicos, las propiedades de los suelos de la zona de estudio, además del efecto en la resistencia mecánica y desempeño eficiente, ante las condiciones climáticas y de tránsito.

Existen evidencias bibliográficas que resaltan las propiedades puzonánicas de la concha de abanico y el vidrio reciclado, considerando como estabilizador a este híbrido compuesto (HCV), es necesario evaluar el comportamiento en la mezcla con el suelo, del CP Huacacorrall, el cual es motivo del presente estudio. El factor ambiental, en el cual la ejecución de un proyecto de infraestructura vial, se encuentra comprometido por el uso de procesos químicos, generando impactos ambientales negativos.

Analizado la realidad problemática, surge el **problema de investigación**: ¿Cuál es el efecto de la estabilización de suelos utilizando híbrido de polvo de concha de abanico y vidrio reciclado, en el CP Huacacorrall en el año 2021?

La presente investigación se **justifica** en el ámbito social en generar conocimiento en la población rural, carente de proyectos, de infraestructura vial, permitiendo contribuir a resolver un problema real, obteniendo mejores caminos estables, con mejorar rendimiento, nivel de servicio y brindando confort a la población beneficiaria. En el aspecto técnico, el de brindar aporte sobre estabilizantes alternativos, en suelos arcillosos, y fomentar cultura investigativa en nuevos y ecoeficientes estabilizantes, dando una opción más a usar el estabilizante experimental, en la estabilización de suelos en caminos no pavimentados. Económica: Además de reducción de costos, puesto que se utiliza material propio de la zona, frente al material de préstamo de métodos tradicionales. En el aspecto Ambiental se basa en la reducción de consumo de recursos naturales no renovables (afirmado), por materiales residuales (concha de abanico, vidrio reciclado), y su uso como estabilizante en la construcción contribuiría a resolver la problemática de generación y disposición de residuos sólidos municipales. Considerando además beneficios ambientales, puesto que la concha de abanico es un material bio-inorgánico, considerando su uso amigable con el medio ambiente.

A través de este trabajo de investigación, se propone el uso de estabilizantes diferentes, obtenidos a partir de residuos de las actividades industriales y acuícolas, brindando alternativa técnica y económicamente viable, para mejorar las propiedades del tramo de la trocha carrozable del CP Huacacorrall, provincia de Virú.

Como **objetivo general** se tiene el de evaluar el efecto de la estabilización de suelos utilizando híbrido de polvo de concha de abanico y vidrio reciclado, en el CP Huacacorrall en el año 2021.

De igual forma, se plantean cc objetivos específicos: (1) Caracterizar el tipo de suelo de fundación. (2) Evaluar las propiedades de los estabilizantes alternativos, concha de abanico y vidrio reciclado. (3) Evaluar el efecto de adición del híbrido (HCV) en la máxima densidad seca y CBR, en porcentajes de 0%, 10%, 15% y 20%. (4) Determinar el porcentaje óptimo de uso del híbrido (HCV), como estabilizante, en la trocha del CP Huacacorrall.

Como **hipótesis** de investigación se plantea que existe un efecto positivo en la estabilización de suelos cuando se utiliza, el híbrido de polvo de concha de abanico y vidrio reciclado, en el CP Huacacorrall en el año 2021, mejorando las propiedades de máxima densidad seca y CBR.

II. MARCO TEÓRICO

La concha de abanico se cultiva con mayor intensidad en las regiones de Ancash, Piura e Ica, como toda actividad humana, tiene impactos negativos en el medio ambiente. (Garro & Prado, 2021). Por lo que se han producido investigaciones con fines de aprovechar este recurso y fomentar el desarrollo sustentable.

Es así que, se aplicó el polvo de concha de abanico, en suelos arcillosos del Centro Poblado Tangay, de la provincia del Santa, encontrando el porcentaje óptimo de adición de 7%, en suelos arcillosos (Peralta & Velasquez, 2020).

Tabla 1. Efectos del uso de concha de abanico en la estabilización de suelos

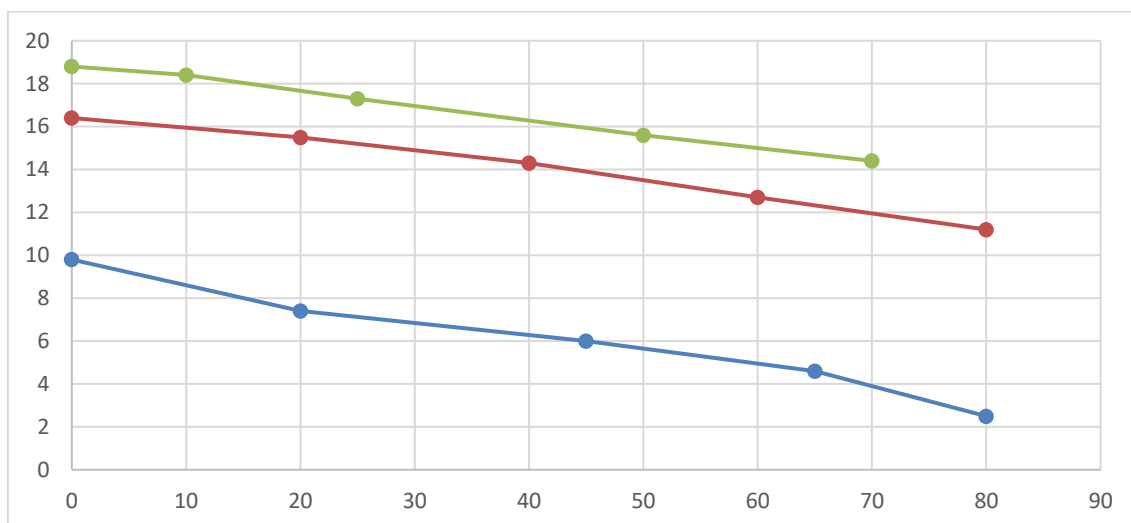
% De adición	Máxima densidad seca	Contenido de humedad	CBR
0	1.790	8.8	5.720
5	1.808	7.4	9.49
7 (a)	1.900	7.1	12.67
9	1.800	7.2	11.47

Nota: (Peralta & Velasquez, 2020). (a) Porcentaje óptimo de adición

El uso de conchas de abanico, tiene un efecto positivo, cuando se requiere estabilizar subrasantes arcillosas, aumentando la densidad seca y disminuyendo el óptimo contenido de humedad, al incrementar el peso específico del suelo, tiende a disminuir la permeabilidad. El tamaño de partícula de la concha de abanico utilizado estuvo en el rango de 2 a 19 mm (Quezada, 2017).

En suelos arenosos, se establece la relación directamente proporcional, entre el porcentaje de adición de concha de abanico triturado, la cual necesita una humedad menor para alcanzar la máxima densidad seca, además el tamaño de trituración de las conchas y su granulometría son factores que influyen en los resultados de la estabilización, puesto que al igual que el proyecto de Quezada, indica que ante el incremento del peso específico del suelo, la permeabilidad disminuye, además la compresibilidad y los asentamientos (Anticona, 2020).

Figura 1. Compartivo de Humedad vs porcentaje de adición de concha de abanico



Nota: (Anticon, 2020).

Por otro lado, Romero & Solar (2020), mencionan que el porcentaje óptimo de adición de ceniza de concha de abanico, sobre el índice del CBR es de 8%, además de encontrar la óptima temperatura para la activación térmica de la concha de abanico, en 420°C del cual reporta un 12% de pérdida de muestra en el proceso de calcinación.

La concha de abanico, es un material con una capacidad de resistencia a la abrasión del 25%, en la investigación se evalúa el uso de las conchas de abanico con un tamaño de partícula de entre 9.53 y 0.85 mm, obteniendo valores positivos en el incremento del CBR desde un 51 % (suelo arenoso sin aplicación), hasta el 100% luego de la utilización de 45% de concha de abanico, además de encontrar el porcentaje de desgaste por abrasión de 25.0% (Farfan, 2015). En el trabajo de investigación de Tumbajulca (2019), determina el porcentaje de desgaste por abrasión de 31.22%, acercándose al valor reportado por (Farfan, 2015).

Tabla 2. Efectos del uso de concha de abanico en el CBR

CBR	Máxima densidad seca	
	100%	95%
0%	15.22	12.90
10%	19.94	16.40
25% (a)	28.95	19.47
45%	13.63	12.72

Nota: (Tumbajulca, 2019). (a) Porcentaje óptimo de adición

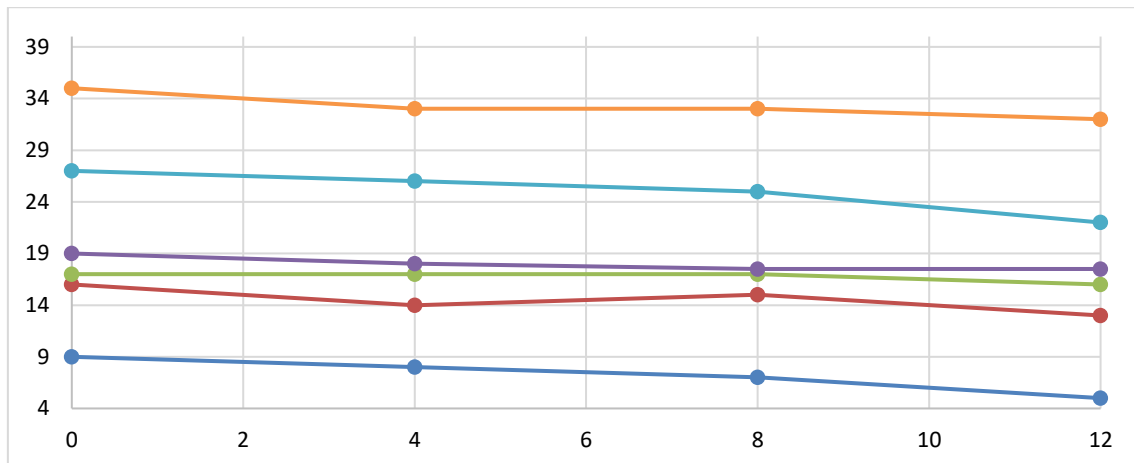
Tolentino (2018), investiga la composición de la concha de abanico, encontrando que el Óxido de Calcio (CaO), predomina en un 96.613%, además de reportar la mezcla del suelo y la concha de abanico, que presenta un PH de 12%, permitiendo la formación de silicatos y aluminatos de calcio. Los resultados del coeficiente de permeabilidad, alcanzan valores alrededor de 65.85%, siendo un material relativamente impermeable, mas durable y resistente a los agretamientos.

Espinoza & Honores (2018), reporta en su investigación que las conchas de abanico no cumple las eespecificaciones como material estabilizador indicado en la norma ASTM C 977, recomendando no utilizar las conchas de abanico, pues los materiales estabilizantes deben cumplir con 90% de óxidos de calcio y magnesio.

Se continuó con la revisión de antecedentes, esta vez de vidrio reciclado, con el cual a nivel nacional, el proyecto de Poma & Castromonte (2017), esta vez en la sierra del departamento de Áncash, Huaraz, con la predominancia de suelos arcillosos, aplicación activación mecánica por proceso de molienda, al vidrio reciclado, hasta la obtención de un tamaño de partícula de 74 um, aplicando porcentajes de adición de 5%, 7% y 10% de adición en peso.

Los suelos estabilizados con vidrio reciclado, son una alternativa a la problemática ambiental de la construcción de carreteras (Achmad, 2012). En la investigación se evidencia la influencia del vidrio reciclado en los límites de consistencia, además de ver el incremento en la máxima densidad seca y el CBR.

Figura 2. Compartivo de Límites de consistencia vs contenido de humedad

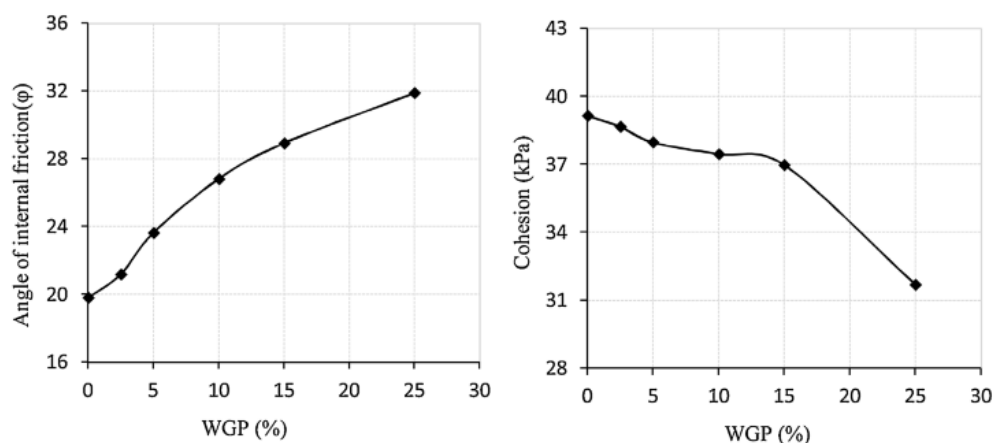


Nota: (Achmad, 2012)

Dentro de los proyectos internacionales podemos citar a Mas et al (2016), reporta que el polvo de vidrio reciclado multiplica las superficies reactivas, además de su velocidad de reacción la cual y ante la presencia de humedad forma el Gel de Silicato de Calcio hidratado, confiriendo a los suelos estabilizados la capacidad de autorepararse, frente a deformaciones presentadas. Para este proyecto se utilizó un mortero de relación agua-cemento de 0.52, formando un híbrido ligante de 80% vidrio reciclado y 20% cemento Portland, de esta proporción observamos la disminución requerida de cemento, para los procesos de estabilización, siendo el polvo de vidrio reciclado una alternativa sustentable.

La adición de vidrio reciclado, incrementa la máxima densidad seca y en cuanto al óptimo contenido de humedad decrece, el óptimo porcentaje de adición es de 15% de adición en peso, de polvo de vidrio reciclado, y los suelos analizados, fueron suelos arcillosos (Rizgar, 2020).

Figura 3. Influencia del uso de vidrio reciclado en propiedades del suelo



Nota: (Rizgar, 2020). a) Relación entre ángulo de fricción interna y porcentaje de adición de vidrio reciclado. b) Relación entre cohesión y porcentaje de adición de vidrio reciclado.

La investigación de Vikas (2014), analiza la influencia de adicionar escoria de alto horno y fibras de vidrio en estabilización de suelos arcillosos, en tratamientos separados y en un análisis mixto, con el que nos indica la relación entre el incremento del CBR y la longitud de la fibra de vidrio. En este proyecto se destaca el uso de materiales residuales de las industrias, brindando alternativas amigables con el medio ambiente.

Gowtham (2018), investiga el uso de plástico y vidrio reciclado, en mezclas que permitan estabilizar suelos arcillosos, encontrando el porcentaje óptimo de adición de 6%, sobre el tratamiento del vidrio reciclado y su aplicación indica el uso de agua para diluirlo, además de la búsqueda de la reacción de los precursores puzolánicos del vidrio.

Tabla 3. Comparación del ensayo de penetración CBR

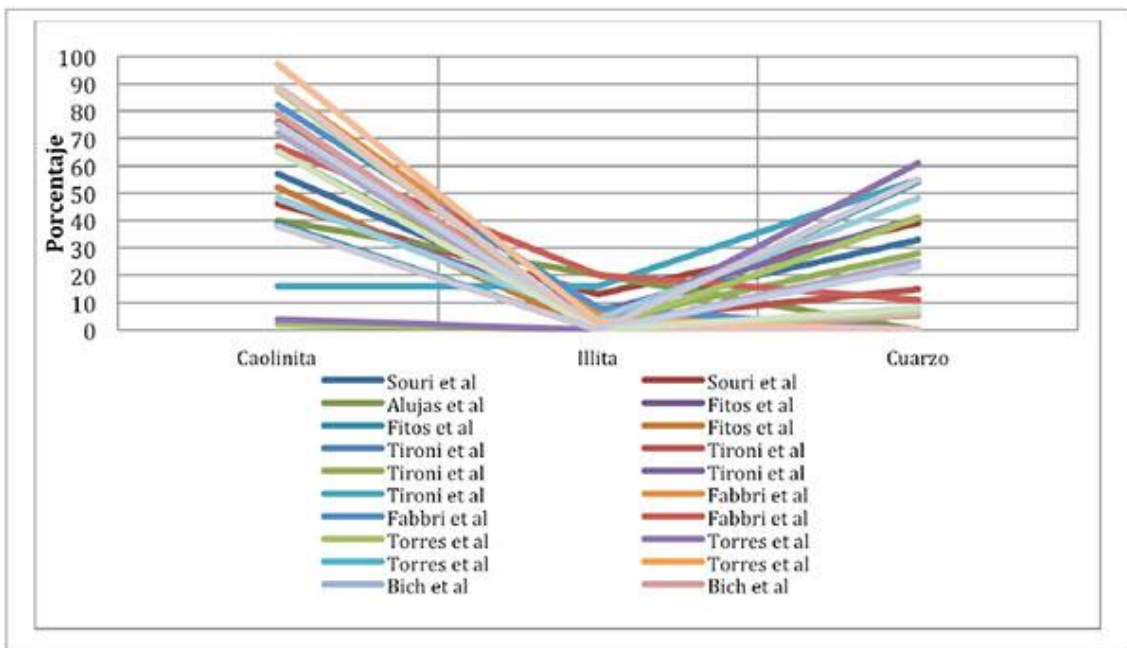
Porcentaje (a)	2.5 mm	5 mm
0%	2.45	2.64
2%	6.13	5.12
4%	8.91	7.63
6% (b)	9.40	8.50
8%	8.11	7.22

Nota: (Gowtham, 2018). (a) Porcentaje está compuesto por plástico y vidrio reciclado. (b) Porcentaje óptimo de adición

Suelo: El concepto de suelo en el campo de Ingeniería Civil, es concebido como un material de construcción, utilizado en los proyectos de ingeniería, a la vez es soporte de las cimentaciones estructurales. Está compuesto por materia orgánica y minerales disueltos, en tamaños de partículas correspondientes al resultado de meteorización (Macías , 2018).

Arcilla:Las arcillas son partículas submicroscópicas, cuya forma se asemeja a escamas de mica, mica, además de minerales arcillosos y otros minerales. El tamaño de partícula es alrededor de 2 micrómetros, en el rango de 2 a 5 micrómetros (Velarde, 2015).

Figura 4. Composición mineralógica de las arcillas

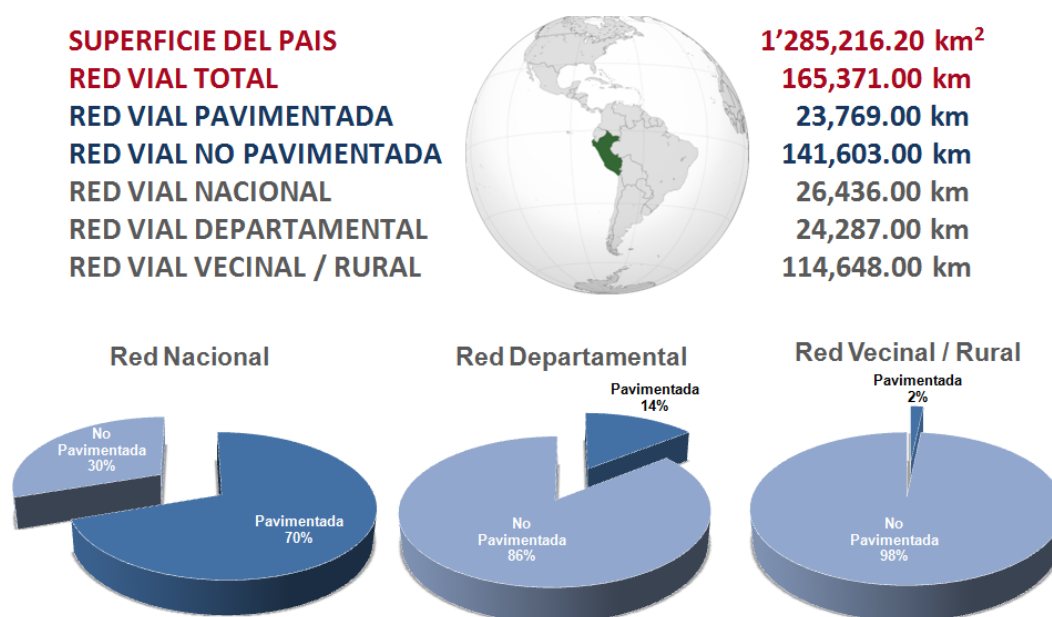


Nota: (Yanguatin, 2016)

Las arcillas están compuestas por minerales de silicatos de aluminio, compuestos por unidades básicas, como el aluminio octaédrico y el sílice tetraédrico (Braja, 2013). El ciclo hidrológico y el clima, tienen influencia sobre la expansión de los suelos arcillosos, la absorción de líquido tiene origen en la infiltración por lluvias, flujos de agua a nivel superficial y subterráneo (Ordoñez, 2014)

Mejoramiento de suelos: El suelo, para ser mejorado, se necesita excavar por debajo del nivel de la sub rasante, además de sustituir total o parcialmente, con material de préstamo, mejorando así las propiedades de la subrasante, también se pueden utilizar compuestos estabilizadores del suelo (Guamán, 2016).

Figura 5. Red de Pavimentos en el Perú



Fuente: (Sotil, 2014)

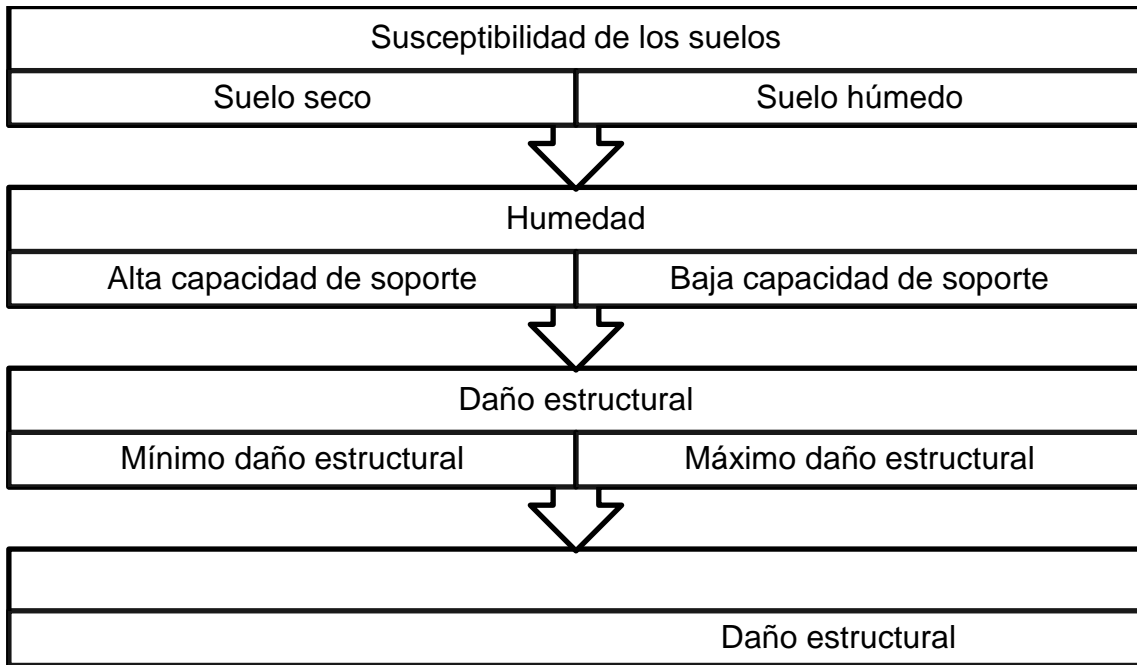
Estabilización: El suelo es el material de construcción, es la base donde todo proyecto de ingeniería se establece, cuando presentan características adversas como alta compresibilidad, permeabilidad, estos deben ser mejorados y estabilizados, para ello es conveniente hacer un análisis del componente que tenga mejores resultados en el suelo y a su vez rentable (Mantilla, 2011) en (Guamán, 2016).

Estabilización mecánica: La estabilización mecánica, permite ganar capacidad de soporte, en el material, realizando modificaciones, sin necesidad de aplicar agentes externos, que modifiquen las propiedades originales (Ponce, 2018).

Estabilización química: La estabilización química es de origen orgánico e inorgánico, subdividiéndose en ácido y alcalino, quienes tienen mayores reacciones en suelos arcillosos modificando los precursores puzolánicos de carácter cementante, alterando así las características y propiedades del suelo (Rico, 1982) en (Guamán, 2016).

Compactación: La compactación de suelos, permite disminuir considerablemente la relación de vacíos de un suelo, modificando el contenido de humedad, además del intercambio entre la atmósfera y el suelo (Medina, 2016).

Figura 6. Influencia de la humedad en el daño estructural



Nota: (Medina, 2016).

Granulometría: Es el conjunto de operaciones, que determina las la distribución del tamaño de las partículas que componen la muestra (ASTM, 2016)

Límites de consistencia: Los límites de consistencia, permiten identificar los suelos expansivos, entre ellas mencionar el límite líquido, el contenido de agua y el porcentaje de partículas finas. (Ordoñez, 2014)

Tabla 4. Clasificación de suelos según índice de plasticidad

Índice de plasticidad	Plasticidad	LÍMITE PLÁSTICO
IP>20	Alta	Suelos muy arcillosos
7 < IP < 20	Media	Suelos arcillosos
IP < 7	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No plástico (NP)	Suelos extentos de arcilla

Nota: (MTC, 2013)

Proctor: El proctor, es la relación entre la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad de un suelo, aplicándole un esfuerzo, mediante energía específica de compactación, en condiciones estándar y establecida, como la caída del pisón cilíndrico a una altura de 30 y 45 cm, dentro de moldes de 10 y 15 cm, dependiendo del tipo de suelo. (ASTM, 2018)

CBR: Para el diseño de pavimentos, se utiliza el ensayo California Bearing Ratio (CBR), el cual mide el esfuerzo cortante, de un suelo en condiciones estándar y densidad controlada, además de medir la carga necesaria en la que un pistón a velocidad predeterminada, pueda penetrar a una muestra compactada de suelo, luego de haberla sumergido en agua y haber anotado el cambio volumétrico por hinchamiento producido. (ASTM, 2018)

Peso específico: El peso específico, es la cantidad de peso de un material por el volumen del mismo, también es llamado peso unitario o densidad aparente,

para suelos cohesivos el valor es de 980-1100 kg/m³, cuando el material analizado se conoce el contenido de humedad, es corregido por éste último, obteniendo la densidad seca (ASTM, 2018).

Contenido de humedad: El contenido de humedad es la relación entre la cantidad de agua contenido en la muestra de suelo, con respecto al suelo seco, expresándose en porcentaje. Un suelo de bajo contenido de humedad es estable y con capacidad de carga alta, poco compresible y resistente, por el contrario a los suelos con altos contenidos de humedad, indicador de suelo saturado, además de inestable compresible y deformable. (Mantilla, 2012)

Subrasante: La subrasante, en pavimentos, representa la superficie terminada, a nivel de corte y relleno (movimiento de tierras), sobre la cual ha de colocarse el afirmado o pavimento flexible o pavimento rígido, siendo así la capa superior del terraplén, siendo conformado por suelos selectos y compactados, con el fin de constituir u cuerpo estable en óptimas condiciones, que al entrar en servicio con el tránsito, no se vea afectado (MTC, 2013).

Tabla 5. Categorías de Subrasante

Categorías de subrasante	CBR (%)
S0: Inadecuada	<3
S1: Pobre	<3-6>
S2: Regular	<6-10>
S3: Buena	<10-20>
S4: Muye buena	<20-30>
S5: Excelente	>30

Nota: (MTC, 2013).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Aplicada

Diseño de investigación: Experimental puro

Diseño con posprueba únicamente y grupo de control

Figura 7. Diseño de investigación

RG ₁	x ₁	O ₁
RG ₂	x ₂	O ₂
RG ₃	x ₃	O ₃
RG ₃	x ₄	O ₄

Nota: (Elaboración propia).

RG₁: Muestra de suelo Grupo 1

RG₂: Muestra de suelo Grupo 2

RG₃: Muestra de suelo Grupo 3

RG₄: Muestra de suelo Grupo 4

x₁ : Adición híbrido Concha-Vidrio 0%

x₂ : Adición híbrido Concha-Vidrio 10%

x₃ : Adición híbrido Concha-Vidrio 15%

x₄ : Adición híbrido Concha-Vidrio 20%

O₁: Observación Grupo 1, después de aplicación 0% híbrido.

O₂: Observación Grupo 2, después de aplicación 10% híbrido.

O₃: Observación Grupo 3, después de aplicación 15% híbrido.

O₄: Observación Grupo 4, después de aplicación 20% híbrido.

3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente: Estabilizante híbrido

Definición conceptual:

Según Nureña (2017), el estabilizante mejora las propiedades del suelo, aumentando su resistencia, además evitando la erosión.

Definición operacional:

En la investigación definimos el estabilizante híbrido, como el compuesto formado por la concha de abanico y el vidrio reciclado, en tamaños de partícula menores a los 150 μm , quienes en función de los precursores puzolánicos y su composición, mejoran las propiedades del suelo analizado en el CP Huacacorral.

Indicadores:

Composición química

Tamaño de partícula

Escala de medición:

Porcentaje de óxidos (%)

Diámetro (μm)

Variable dependiente: Estabilización de suelos

Definición conceptual:

Llique (2014), define la estabilización de suelos, como el proceso por el cual, los suelos en estado natural, luego de manipulación o tratamientos físicos, mecánicos o químicos, mejoran sus cualidades, y capas de asentamiento estables y durables.

Definición operacional:

La estabilización de suelos se analizará en las propiedades de máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad, del suelo, luego del tratamiento aplicado, y en la resistencia a la penetración.

Indicadores:

Densidad

Contenido de humedad

Relación de soporte

Escala de medición:

Peso / Volumen: Kg/m³

Contenido de agua: %

Índice CBR

3.3 Población, muestra y muestreo**Población**

Suelo arcilloso del CP Huacacorrall, distrito Guadalupito, provincia de Virú.

Criterios de inclusión

Suelo perteneciente a la trocha carrozable de la zona alta del CP Huacacorrall, distrito Guadalupito, provincia de Virú.

Criterios de exclusión

Suelos agrícolas de la zona.

Muestra

Suelo arcilloso del CP Huacacorrall, distrito Guadalupito, provincia de Virú, obtenidas de tres (03) calicatas a 1.50 m de profundidad.

Muestreo

Muestreo aleatorio, completamente al azar.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Guía de observación, de ensayos de Laboratorio, basados en las normas:

ASTM. (2018). D-1557: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³)).

ASTM. (2018). D-1883: Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils.

ASTM. (2018). D-7263: Standard Test Methods for Laboratory Determination of Density (Unit Weight) of Soil Specimens.

3.5 Procedimientos

Obtención del suelo

Por extracción de material a cielo abierto, clasificación de suelo en el Laboratorio de Mecánica de Suelos Wildcats.

Obtención del híbrido estabilizante

Concha de abanico.

Recolección: Mercado de Peces la Sirena, Distrito de Chimbote

Activación térmica: Por calcinación, a temperatura de 400 °C, proceso artesanal.

Activación mecánica: Por proceso de fraccionamiento de partícula, utilizando mortero cerámico y tamizaje, uso de malla #100, obtención de partícula 150 um.

Vidrio reciclado.

Recolección: Recicladora Villamaría, Distrito de Nuevo Chimbote

Activación térmica: No es necesario, pues el vidrio en su proceso de fabricación alcanzó temperaturas de 1000°C. Activación mecánica: Por proceso de fraccionamiento de partícula, utilizando mortero cerámico y tamizaje, uso de malla #100, obtención de partícula 150 μm .

Estabilización de suelo: Tratamiento en cuatro grupos (04), aplicación de estímulo creciente en porcentajes de 0%, 10%, 15% y 20%, de adición a la proporción en peso, teniendo en cuenta los ensayos de: Proctor modificado, Contenido de Humedad, CBR.

3.6 Método de análisis de datos

Recojo de datos, del laboratorio de suelos Wildcats, utilizando la guía de observación.

Preparación de datos, analizando los resultados obtenidos y validando con los parámetros de las normas ASTM.

Introducción de datos, hojas de cálculo.

Procesamiento, Machine Learning, hojas de cálculo.

Interpretación de resultados por parte de los investigadores, proyectando en gráficos comparativos y tablas resumen.

3.7 Aspectos éticos

Espinoza (2019), los científicos tenemos la responsabilidad, de informar lo encontrado en el trabajo diario con la verdad. Es por esta razón que es de vital interés que el investigador demuestre sus más altos principios morales cuando este va a desarrollar la investigación científica (Perez & Cardona, 2004).

IV. RESULTADOS

El ingreso al Centro Poblado de Huacacorral, se encuentra ubicado próximo al kilómetro 467 de la panamericana Norte, donde existe una carretera de ingreso de 17 km, hasta el centro poblado. La unidad de muestra fue la trocha carrozable del CP Huacacorral, entre los sectores Huacacorral Centro y Huacacorral Alto (1.2 km), iniciando las excavaciones a cielo abierto en tres (03) calicatas representativas del sector. El análisis granulométrico se realizó en condiciones controladas del Laboratorio de Suelos, basados en la norma ASTM D-422-63: Método de análisis del tamaño de las partículas de suelo.

Donde se obtuvo los porcentajes que pasan la malla la malla #200, de 60.62 (calicata 1), 71.56 (calicata 2) y 66.89 (calicata 3), caracterizando al material encontrado como suelo fino, al tener más del 50% del porcentaje de material que pasa la malla #200, con tamaños de partículas menores a los 74 μm . Por ser un suelo fino y con la intención de clasificarlo, es necesario el ensayo de Límites de Consistencia, procediéndose a analizarse basados en la norma ASTM D 4318-84: Método estándar de ensayos para limite liquido, limite plástico e índice de plasticidad de suelos´.

Tabla 6. Clasificación de suelos

CALICATA	CASIFICACIÓN SUCS AASHTO		HUMEDAD NATURAL %	LÍMITE LÍQUIDO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
C1	CL	A-4 (3)	11.27	37.0	16.86
C2	CL	A-4 (2)	11.84		
C3	CL	A-4 (2)	11.55		

Nota: Elaboración propia.

Las tres muestras analizadas, teniendo en cuenta la distribución granulométrica (suelos fino) y los límites de consistencia, límite líquido e índice de plasticidad, (Límite líquido=37, $LL < 50$), e $IP=16$, permitieron clasificar al suelo, dentro del grupo de las arcillas de baja plasticidad CL, dentro de la clasificación SUCS y como A-4, dentro de la clasificación AASHTO.

Dentro de los ensayos de estímulo creciente al suelo, clasificado como CL, previamente, de la tabla 5, se procedió con la aplicación del estabilizante híbrido en el suelo analizado, del cual presentamos los siguientes resultados:

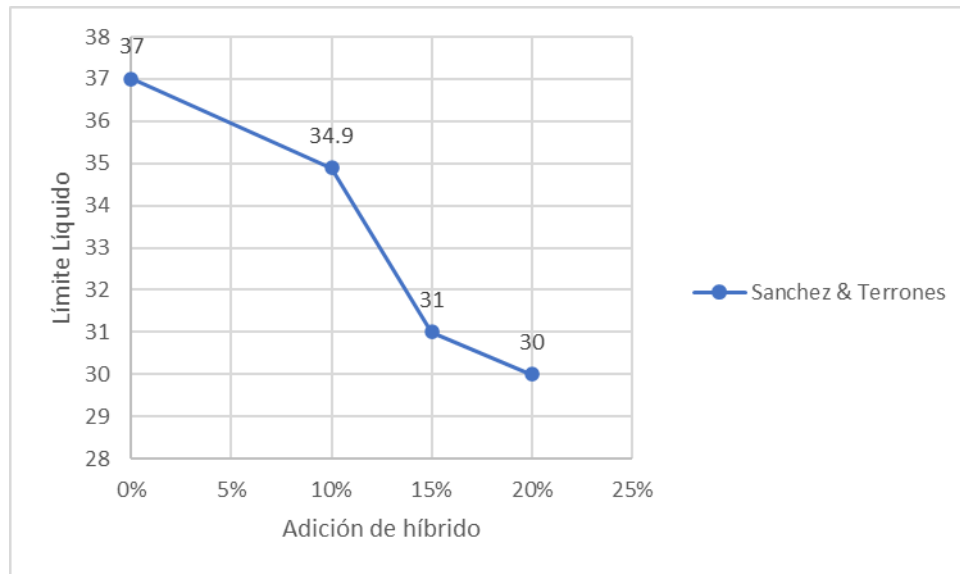
Tabla 7. Límites de consistencia

% ESTABILIZANTE	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0	37.0	20.14	16.86
10	34.90	19.48	15.42
15	31.0	17.74	13.26
20	30.0	17.40	12.60

Nota: Elaboración propia.

Se analizaron los límites de consistencia, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, evidenciando variación de los resultados en cuanto al estímulo del material estabilizante, el cambio en los valores obtenidos no afecta en la clasificación del material, pues mantiene la clasificación CL, arcilla de baja plasticidad, sin embargo de la figura 10, se evidencia una relación inversamente proporcional entre la adición del estabilizante híbrido y el Límite líquido, producto del efecto de los contenidos del dióxido de silicio y óxido de calcio presentes en el vidrio reciclado y concha de abanico, compuestos del híbrido estabilizante.

Figura 8. % Estabilizante vs Límite Líquido

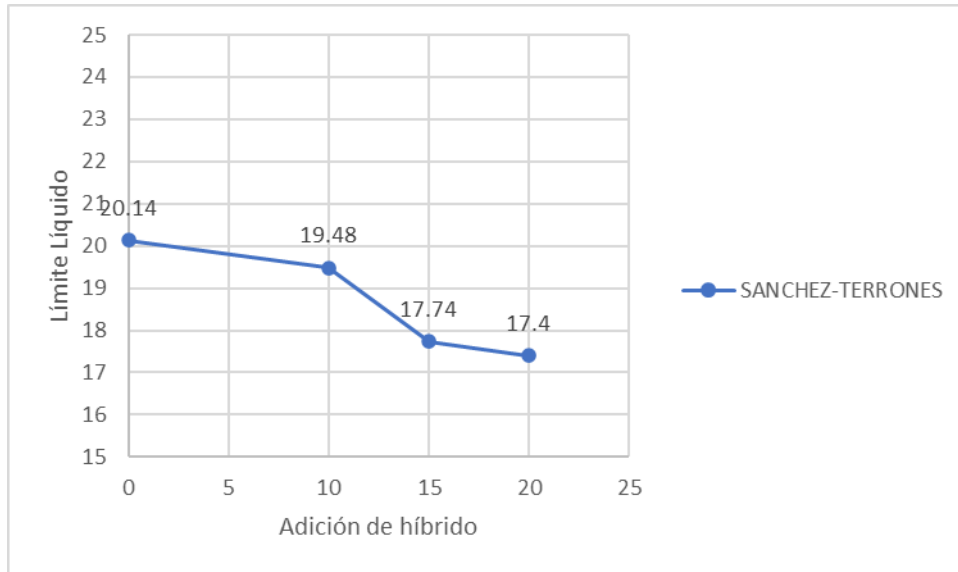


Nota: Elaboración propia.

Por lo general, es difícil profundizar en las propiedades de las arcillas, por lo que según (Braja, 2013), un suelo con un límite líquido e índice de plasticidad alto, es considerado hidrófilo.

El comportamiento observado en la figura 8, coincide con el observado en la figura 9, la adición del estabilizante es inversamente proporcional al límite plástico del material, siendo este el límite entre los estados plástico y quebradizo, es un indicador que el material pierde plasticidad ganando consistencia, otro efecto positivo del híbrido y la mezcla $\text{SiO}_2\text{-CaO}$ presentes.

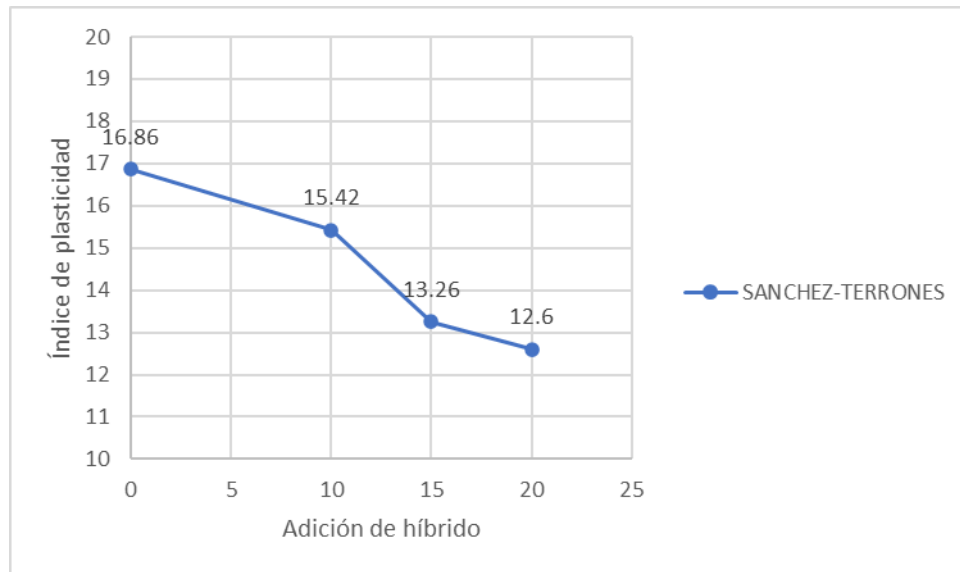
Figura 9. % Estabilizante vs Límite Plástico



Nota: Elaboración propia.

El patrón continúa en la figura 10, debemos mencionar que los suelos arcillosos, presentan Índice de plasticidad altos, los cuales son inadecuados como bases de carreteras, sin embargo visualizamos el efecto del híbrido quien tiende a disminuir el índice de plasticidad, con mayor éxito en los porcentajes de 15 y 20 %, $IP = 13.26$ y 12.60 respectivamente. Los niveles pequeños de IP son indeseables en proyectos de carreteras, puesto que el suelo cambia de estado semi-sólido a líquido, requiriendo un IP mayor, y un Límite líquido bajo, considerando que suelos con IP elevado, pueden ser expansivos.

Figura 10. % Estabilizante vs Índice de Plasticidad

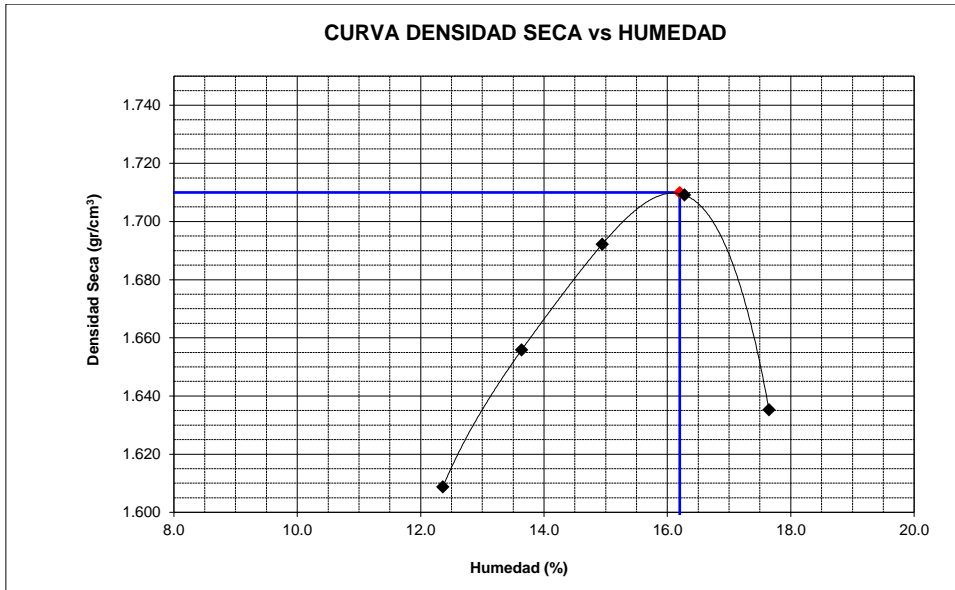


Nota: Elaboración propia.

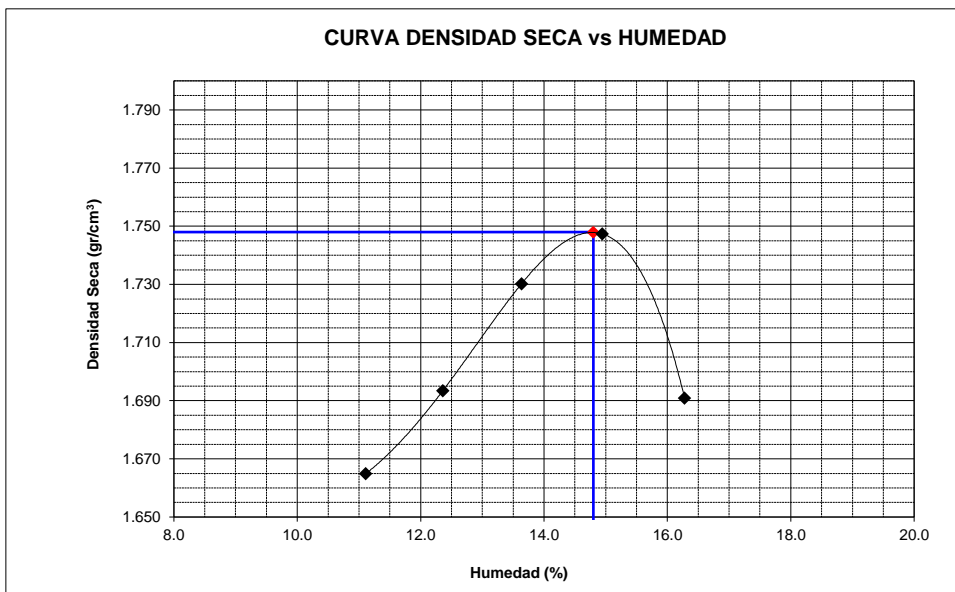
En relación al índice de plasticidad, el (MTC, 2013), indica que los suelos arcillosos de plasticidad media cuentan con: $7 < IP < 20$. Las muestras analizadas se encuentran en el rango señalado por el Ministerio, sin embargo el nivel de adición de 20%, supera las expectativas, pues representa un 25% de disminución del IP original (muestra control) y el IP de la muestra al 20% de adición del híbrido concha-vidrio (muestra experimental).

Se procedió con el tratamiento de la muestra control y experimental, con el ensayo de Proctor modificado, basado en la norma ASTM D-1557: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort.

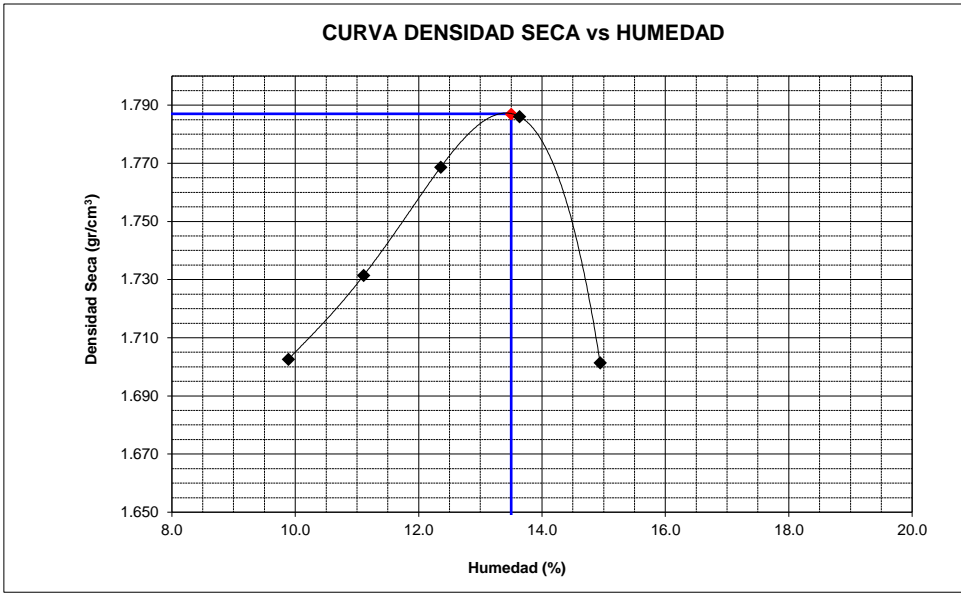
Figura 11. Máxima densidad seca



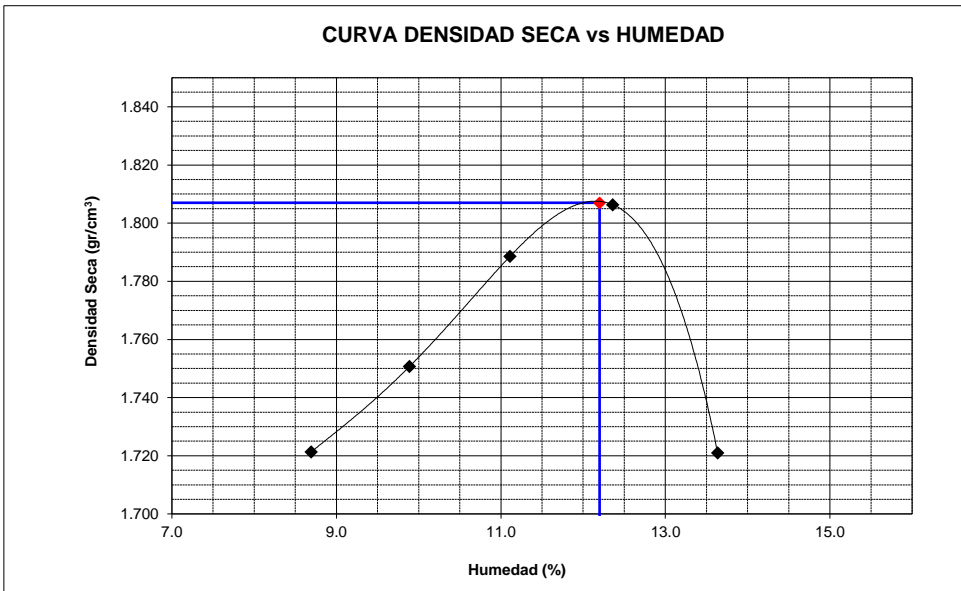
(a)



(b)



(c)



(d)

Nota: Elaboración propia. Porcentaje de adición de Híbrido a) 0% b) 10% c) 15% d) 20%

En la figura 12, se observan los valores de la máxima densidad seca, 1.71 g/cm^3 , 1.748 g/cm^3 , 1.787 g/cm^3 , 1.807 g/cm^3 , para la adición del híbrido estabilizante en porcentajes de 0%, 10%, 15% y 20%, respectivamente, relación directamente proporcional entre la adición de estabilizante sobre la máxima densidad seca. De los datos analizados de la figura 14, existe un valor que

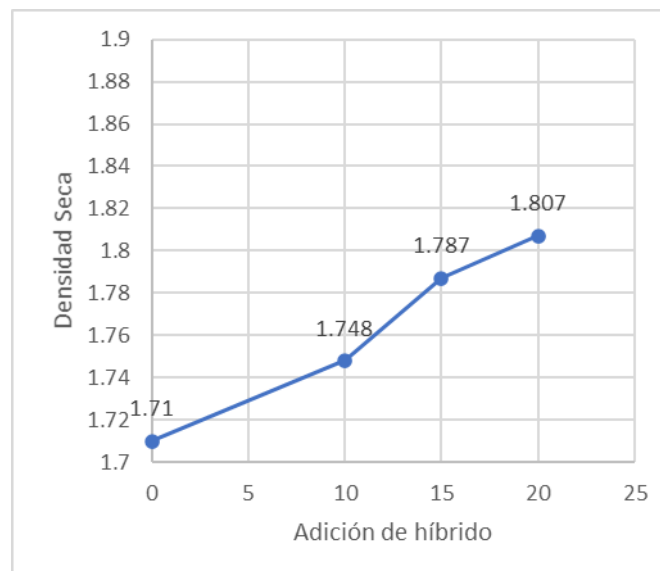
destaca, podemos ver el incremento de 10%, del valor alcanzado por la muestra control (0% de adición) y la muestra experimental 3 (20% de adición).

Tabla 8. Ensayo de proctor modificado

% ESTABILIZANTE	Máxima Densidad Seca kg/cm ²	Óptimo contenido de humedad %
0	1.710	16.2
10	1.748	14.8
15	1.787	13.5
20	1.807	12.2

Nota: Elaboración propia.

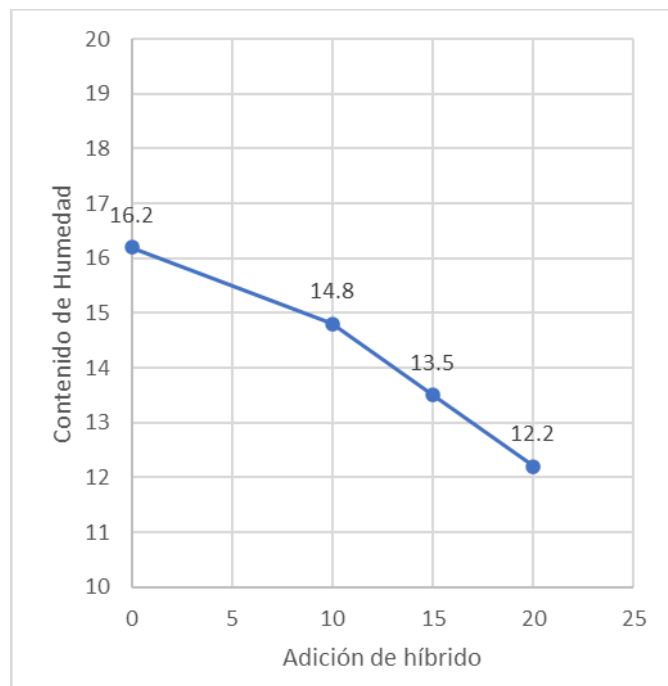
Figura 12. Máxima densidad seca vs porcentaje de adición del híbrido estabilizante



Nota: Elaboración propia.

En la figura 15, se observan los valores del óptimo contenido de humedad para la máxima densidad seca, 16.2%, 14.8%, 13.5%, 12.2%, para la adición del híbrido estabilizante en porcentajes de 0%, 10%, 15% y 20%, respectivamente, relación directamente proporcional entre la adición de estabilizante sobre la máxima densidad seca. De los datos analizados de la figura 15, se evidencia la relación inversa, pues a mayor porcentaje de adición del híbrido estabilizante, es menor el contenido óptimo de humedad para alcanzar la máxima densidad seca, este decrecimiento representa un 24% de disminución del Óptimo contenido de humedad de la muestra control (0% de adición) y la muestra experimental 3 (20% de adición).

Figura 13. Óptimo contenido de humedad



Nota: Elaboración propia.

Del ensayo de proctor modificado, se obtuvieron resultados positivos de la adición del híbrido concha de abanico – vidrio reciclado, en cuanto se observa la tendencia de la densidad seca a elevarse en función a los compuestos puzolánicos, óxido de calcio y dióxido de silicio que componen a la concha de abanico y al vidrio reciclado respectivamente. Además de la influencia del tamaño de partícula del híbrido estabilizante. Óptimo nivel de sustitución 20% de híbrido estabilizante, alcanzando 1.82 g/cm³, de densidad en el material estabilizado, además de la relación inversamente proporcional entre el incremento en la adición del estabilizante híbrido y la disminución de la cantidad de agua (contenido óptimo de humedad 12.2%).

Se procedió con el tratamiento de la muestra control y experimental, con el ensayo de CBR, basado en la norma ASTM D-1883: Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils.

Tabla 9. Ensayo de proctor modificado

% ESTABILIZANTE	Expansión	Máxima Densidad Seca kg/cm ²	
		100%	95%
0	13.5	4.9	3.8
10	10.0	11.0	6.8
15	8.50	15.0	11.9
20	5.00	20.0	16.8

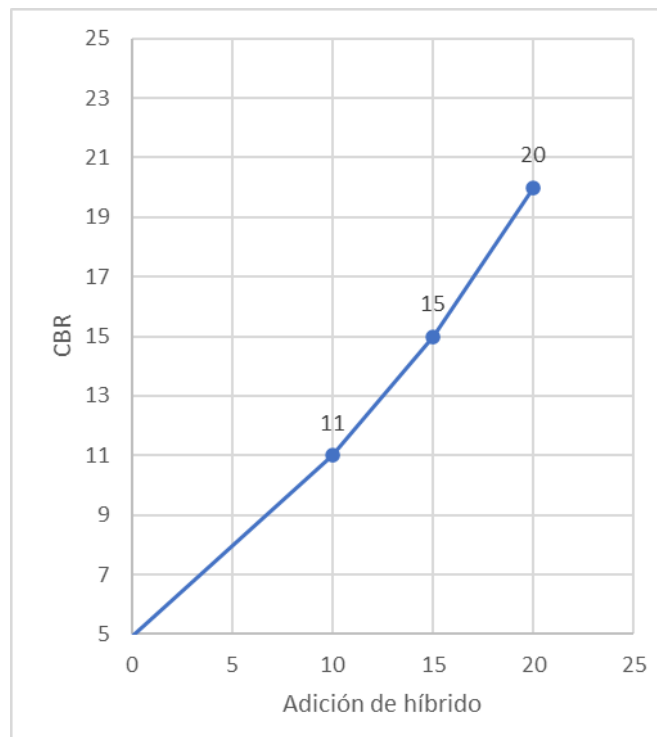
Nota: Elaboración propia.

El C.B.R. de la muestra control (0% de adición), presentó un valor de 4.9%, y al revisar la categoría de subrasante en el manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, clasifica como S₁: Subrasante pobre (MTC, 2013). Por lo que en base a lo establecido por el manual el material debería ser retirado y

reemplazado por material de préstamo o estabilizado. El C.B.R. de las muestras experimentales, 10%, 15% y 20%, presentaron valores de CBR de 11%, 15% y 20% respectivamente, tomando como base la clasificación del MTC el suelo luego de la adición del híbrido estabilizado se clasificacomo S₃: Subrasante buena (MTC, 2013).

Se obtuvieron resultados positivos de la adición del híbrido concha de abanico – vidrio reciclado, en cuanto se observa la tendencia del C.B.R a elevarse en función a los compuestos puzolánicos, óxido de calcio y dióxido de silicio que componen a la concha de abanico y al vidrio reciclado respectivamente. Además de la influencia del tamaño de partícula del híbrido estabilizante. Óptimo nivel de sustitución 20% de híbrido estabilizante, alcanzando 20% del 100% de la máxima densidad seca en el material estabilizado frente al 4.9% del 100% de la máxima densidad seca en el material sin estabilizar.

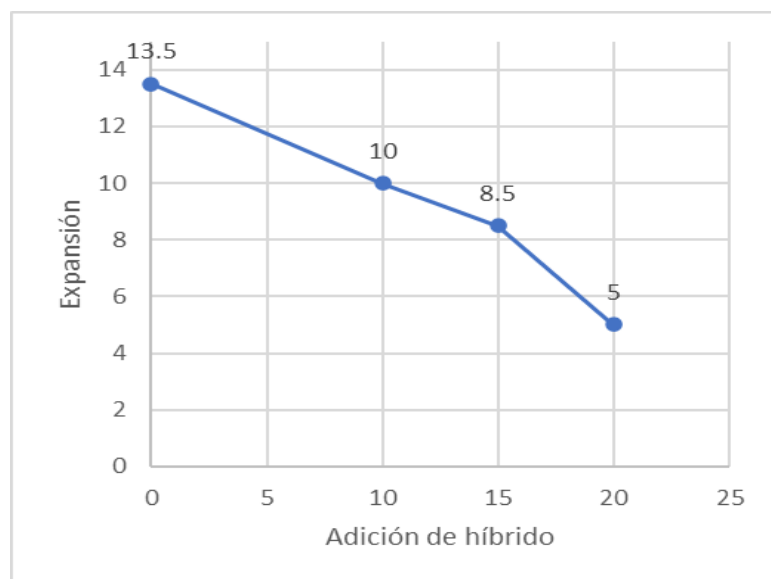
Figura 14. C.B.R. al 100% vs porcentaje de adición del híbrido estabilizante



Nota: Elaboración propia.

La adición del híbrido estabilizante en 20% (porcentaje óptimo) genera un incremento del 13% en la máxima densidad seca y de 300% en los resultados obtenidos del CBR, los cuales reaccionaron frente al estímulo de la adición del híbrido estabilizante. Por otro lado una disminución del 62% de la expansión del CBR y 25% del óptimo contenido de humedad del ensayo de proctor modificado, indicando así los efectos positivos del híbrido, además de la estabilización de las propiedades del suelo utilizado CL.

Figura 15. Expansión vs porcentaje de adición del híbrido estabilizante



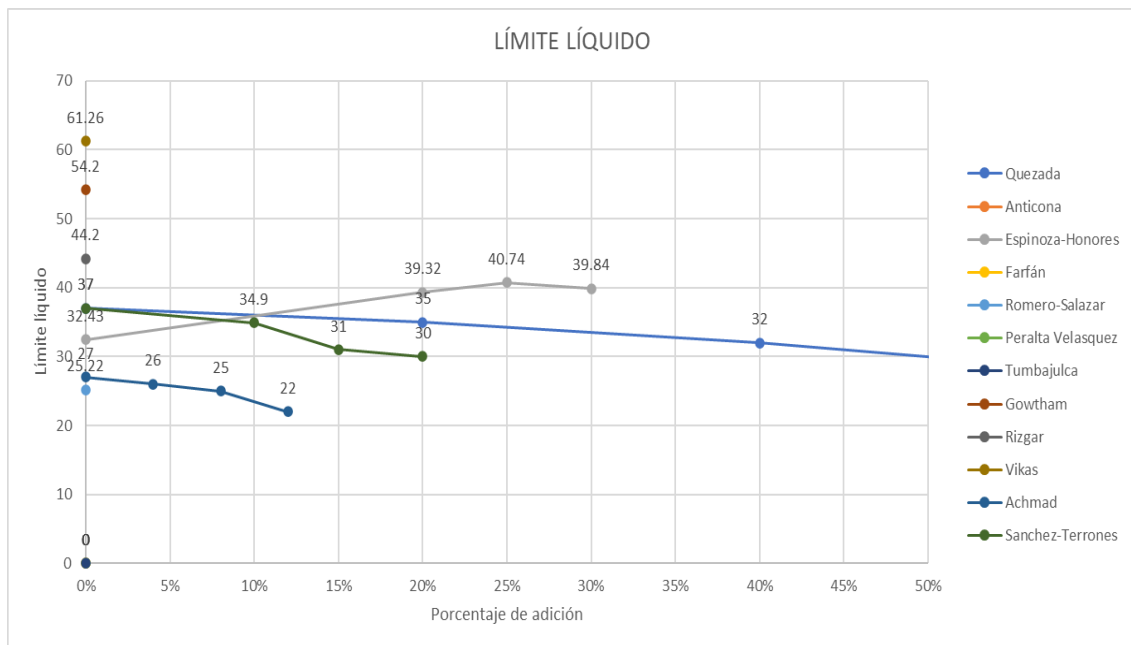
Nota: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

Mediante la discusión propuesta en función de los estudiantes revisados, de adición de concha de abanico y vidrio reciclado, en la estabilización de suelos se debe mencionar, que se aplicará un criterio reflexivo, además de la comparación entre las metodologías y resultados exitosos, en la revisión de la literatura analizada.

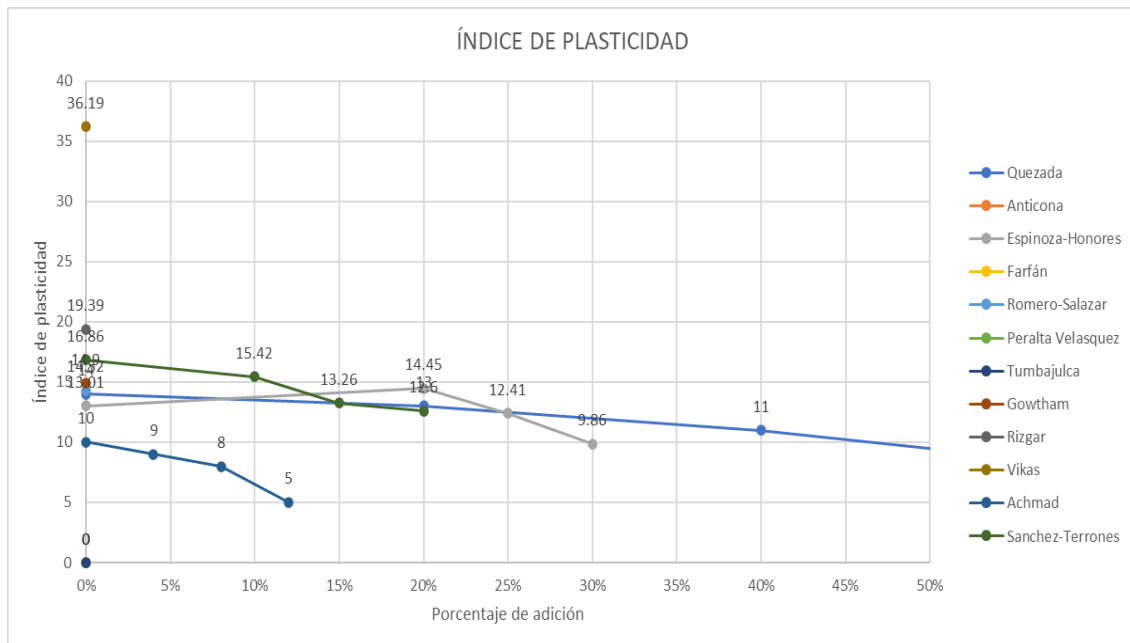
Luego de verificar analizar la figura 15, se determina que el suelo CL, materia de la presente investigación, coincide con los proyectos de (Peralta & Velasquez, 2020), (Quezada, 2017) y (Tolentino, 2018), quienes en sus investigaciones utilizaron estabilizantes en suelos arcillosos.

Figura 16. Comparativo de Límite Líquido



Nota: Elaboración propia.

Figura 17. Comparativo de Índice de Plasticidad y antecedentes

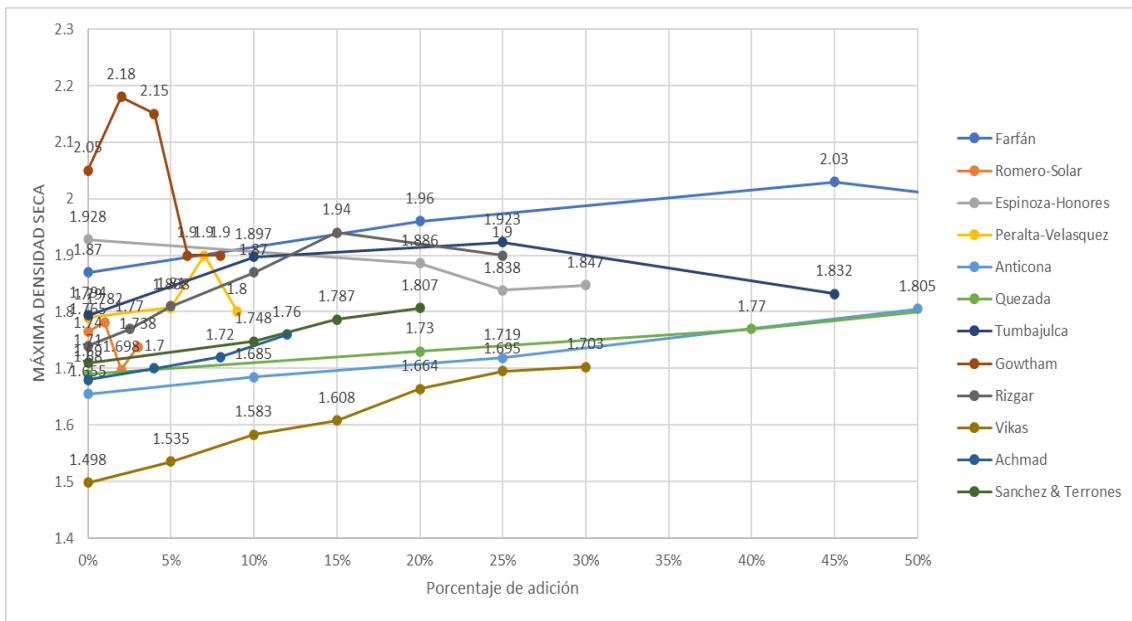


Nota: Elaboración propia.

Achmad(2012), indica la relación entre los límites de consistencia, estableciendo una relación inversamente proporcional, esto se evidencia en la figura 16, puesto que al incrementar el híbrido estabilizante, los límites de consistencia, disminuyen, modificando de esta forma el material fino, sin variar la clasificación SUCS y AASHTO.

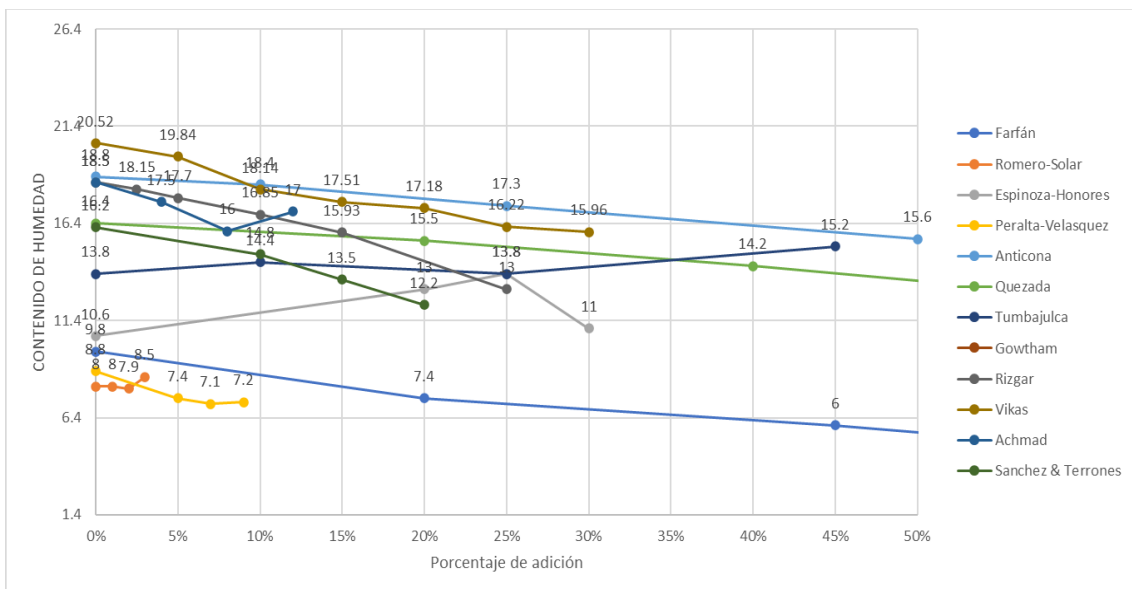
Los proyectos de Mas et al (2016) y Rizgar (2020), mencionan una relación directamente proporcional entre el porcentaje de adición óptimo cercano al 15%, de la figura 17 y 18, se observa el óptimo nivel de adición del 20% del Híbrido estabilizante, considerando que en los antecedentes en mención fue utilizado polvo de vidrio (altos contenidos de sílice), mientras que nuestro estabilizante alternativo, contiene vidrio con los altos contenidos de sílice y la concha de abanico (óxido de calcio), la cual contribuye al secado del material.

Figura 18. Comparativo de Máxima densidad seca y antecedentes



Nota: Elaboración propia.

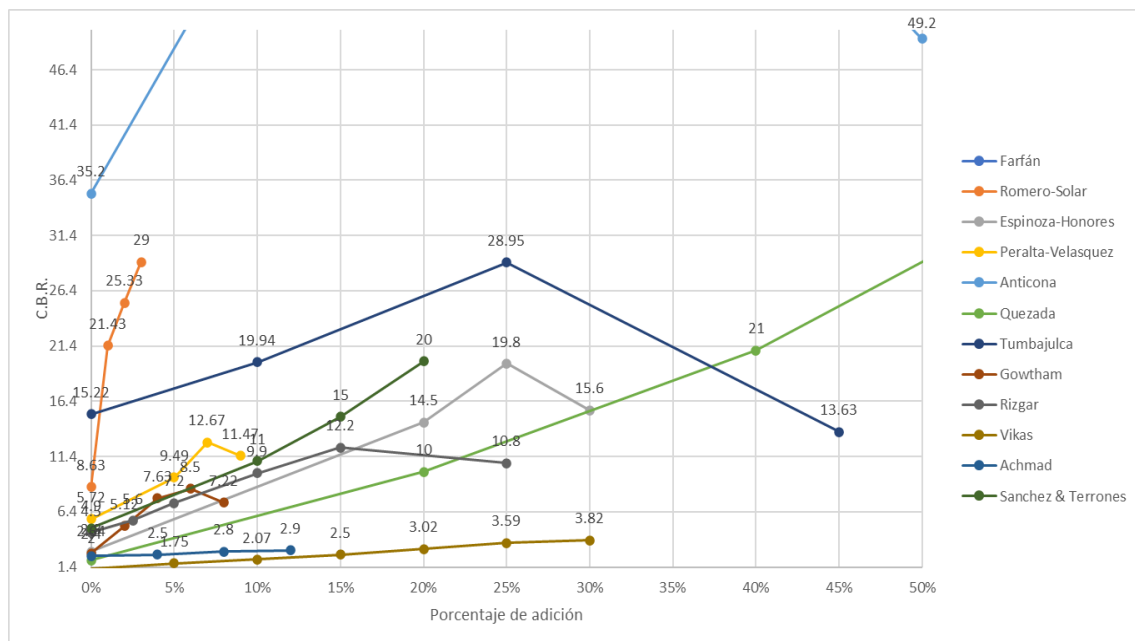
Figura 19. Comparativo de Contenido de humedad y antecedentes



Nota: Elaboración propia.

Con respecto a determinar las propiedades físicas y químicas de puzolana de concha de abanico y vidrio reciclado se empleó guías para el procesamiento de pruebas se determinó las propiedades químicas en la cual se encuentra Tolentino (2018), investiga la composición de la concha de abanico, encontrando que el Óxido de Calcio (CaO), predomina en un 96.613%, además de reportar la mezcla del suelo y la concha de abanico, que presenta un PH de 12%, permitiendo la formación de silicatos y aluminatos de calcio. Los resultados del coeficiente de permeabilidad, alcanzan valores alrededor de 65.85%, siendo un material relativamente impermeable, mas durable y resistente a los agretamientos,

Figura 20. Comparativo de CBR y antecedentes



Espinoza & Honores (2018), indicando que las conchas de abanico no cumple las especificaciones como material estabilizador indicado en la norma ASTM C 977, del análisis de composición, se identifican los potenciales precursores puzolánicos de la concha de abanico 90% CaO y 39.08% SiO₂.

De la figura 20 se observa los valores reportados por Achmad (2012), quien evalúa el efecto de la adición de vidrio reciclado en el CBR, no superando el 6% del mismo, para la aceptación de la muestra, valores diferenciadas, en estímulo de 10% de adición del estabilizante híbrido alcanza el valor de 11% de CBR, estabilizando el material y volviéndolo aceptable, pues supera el mínimo 6% requerido para ser considerado como material para sub-rasante, por lo que se deduce no solo la influencia del vidrio y sus precursores puzolánicos activados mecánicamente, adicionado a estos componentes el efecto positivo del CaO, de la concha de abanico activada térmica y mecánicamente.

VI. CONCLUSIONES

El híbrido estabilizante por el polvo de concha de abanico y vidrio reciclado, ha estabilizado el suelo arcilloso analizado de la trocha carrozable del CP Huacacorrall.

Los materiales alternativos, cuentan con potenciales precursores puzolánico, los cuales fueron activados por medios térmicos (concha de abanico) y mecánicos (concha de abanico y vidrio reciclando), reportando en óxidos: concha de abanico en un 90% CaO y 39.08% SiO₂.

El estabilizante híbrido ha elevado la máxima densidad seca en suelos arcillosos, en los grupos experimentales (10%, 15% y 20%), siendo los resultados de 1.748, 1.787 y 1.807 g/cm³, superando los valores del grupo control (0%) 1.71 g/cm³. Se observó igualmente en el CBR (10%, 15% y 20%), resultados positivos de adición: 11, 15 y 20, superando los valores del grupo control (0%) 4.9. De este análisis el suelo ha sido estabilizado en los grupos experimentales.

Los valores óptimos de adición del híbrido estabilizante se consideran 20%, pues alcanza resultados alentadores y máximos en el ensayo de Proctor modificado: 1.807 g/cm³ y CBR: 20%.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar el uso del híbrido estabilizante en suelos con diferentes características.

Evaluar los materiales alternativos, así como sus potenciales precursores puzolánicos, en un compuesto mixto, así como la activación térmica y mecánica.

Profundizar los ensayos de mecánica de suelos y replicar los ensayos para análisis y manejo estadístico.

Incrementar los porcentajes de adición con materiales alternativos.

REFERENCIAS

- Achmad, F. (2012). *Utilization Waste Material as Stabilizer on Kuantan Clayey Soil Stabilization*. Malaysia: Indo Global Mandiri.
- Anticona, J. (2020). *Adición de concha de abanico triturado como elemento estabilizador en suelos arenosos en la avenida Umanmarca Villa el Salvador 2020*. Lima: Universidad César Vallejo.
- ASTM. (2018). *D-1557: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³))*.
- ASTM. (2018). *D-1883: Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils*.
- ASTM. (2018). *D-7263: Standard Test Methods for Laboratory Determination of Density (Unit Weight) of Soil Specimens*.
- Braja, D. (2013). *Fundamentals of Geotechnical Engineering*. Cengage Learning.
- Espinoza, D. (2019). *Consideraciones éticas en el proceso de una publicación científica*. Madrid: Revista Médica Clínica Las Condes.
- Espinoza, T., & Honores, G. (2018). *Estabilización de suelos arcillosos con conchas de abanico y cenizas de carbón con fines de pavimentación*. Chimbote: Universidad Nacional del Santa.
- Farfan, P. (2015). *Uso de concha de abanico triturada para mejoramiento de subrasantes arenosas*. Piura: Universidad de Piura.
- Garro, T., & Prado, J. (2021). *Impactos ambientales del cultivo de concha de abanico en la Bahía de Samanco-Perú*. World Acuaculture.
- Gowtham, S. (2018). *Stabilization of Clay Soil by Using Glass and Plastic Waste Powder*. Manalmedú: College of Engineering and Technology.
- Guamán, I. (2016). *Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio)*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Llique, R. (2014). *Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Macías, A. (2018). *Mecánica de Suelos*. Alicante: Ingeniería y Tecnología.
- Mantilla, F. (2011). *Mecánica de suelos técnica para el ingeniero civil*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Mantilla, F. (2012). *Mecánica de suelos elemental en la Ingeniería Civil*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.

- Mas, M. (2016). *Análisis de la viabilidad ambiental de la utilización de morteros fabricados con polvo de vidrio reciclado en la estabilización de suelos*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Medina, M. (2016). *Efectos de la compactación de suelos por el pisoteo de animales en la productividad de los suelos*. *Remediaciones*. Bogotá: Revista Colombiana de ciencia animal.
- MTC. (2013). *Manual de Carreteras: Suelos, geología y pavimentos*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Nureña, J. (2017). *Influencia del estabilizante de cemento y tipos de suelos sobre la resistencia y durabilidad de un adobe constructivo*, Trujillo. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- Ordoñez, J. (2014). *Subsoil Characterization and Analysis of Geotechnical Risks Associated to the Expansive Clays of Tuxtla Gutiérrez City*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Peralta, P., & Velasquez, H. (2020). *“Estabilización del suelo con adición de concha de abanico en la subrasante del tramo Chimbote – Tangay - Áncash-2020”*. Chimbote: Universidad César Vallejo.
- Perez, E., & Cardona, R. (2004). *Desarrollo de propuestas de investigación en las ciencias de la salud*. San Juan: Universidad de Puerto Rico.
- Poma, K., & Castromonte, E. (2017). *Estabilización de suelos con polvo de vidrio reciclado*. Huaraz: Universidad San Pedro.
- Ponce, D. (2018). *Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Ccoripaccha - Puyhuan Grande - Huancavelica*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Quezada, S. (2017). *Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación*. Piura: Universidad de Piura.
- Rico, A. (1982). *La Ingeniería de suelos en las vías terrestres*. México: Limusa.
- Rizgar, B. (2020). *Strength improvement of expansive soil by utilizing waste glass powder*. Soran: Soran University.
- Romero, V., & Solar, H. (2020). *Influencia del porcentaje de cenizas de cáscara de arroz y residuos de concha de abanico sobre el índice de CBR en la estabilización de un suelo arcilloso, en el distrito de San Pedro de LLoc*. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- Sotil, A. (2014). *Propuesta de sistema de gestión de pavimentos para municipalidades y gobiernos locales*. Lima: Infraestructura Vial.
- Tolentino, M. (2018). *Permeabilidad del suelo con adición del 10% de ceniza de concha de abanico, Carretera Cambio Puente - Cascajal*. Chimbote: Universidad San Pedro.

- Tumbajulca, M. (2019). *Influencia de usar conchas de abanico triturado para mejorar la subrasante en la av. Jesus de Nazareth, Trujillo 2019*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Velarde, A. (2015). *Aplicación de metodología de superficie de respuesta en la determinación de la resistencia a la compresión simple de suelos arcillosos estabilizados con cal y cemento*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Vikas, R. (2014). *Experimental Study of Stabilization of B.C. Soil by Using Slag and Glass Fibers*. Aurangabad: Government College Of Engineering.
- Yanguatin, H. (2016). *Pozzolanic reactivity of kaolin clays, a review*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

ANEXOS

- A) MATRIZ DE CONSISTENCIA
- B) PANEL FOTOGRÁFICO
- C) CERTIFICADOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO HÍBRIDO DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y VIDRIO RECICLADO, HUACACORRAL 2021”

PROBLEMA (¿?)	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO	TÉCNICA	INSTRUMENTO
<p>Problema General: : ¿Cuál es el efecto de la estabilización de suelos utilizando híbrido de polvo de concha de abanico y vidrio reciclado, en el CP Huacacorrall en el año 2021?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar el efecto de la estabilización de suelos utilizando híbrido de polvo de concha de abanico y vidrio reciclado, en el CP Huacacorrall en el año 2021</p>		Estabilizante híbrido	Composición química Tamaño de partícul	Porcentaje de óxidos (%) Diámetro (um)	Aplicada	OBSERVACIÓN	FICHA TÉCNICA
<p>Problema Específico: ¿Cuál es el tipo de suelo de fundación? ¿Cuáles son las propiedades de los estabilizantes alternativos, concha de abanico y vidrio reciclado? ¿Cuál es el efecto de adición del híbrido (HCV) en la máxima densidad seca y CBR, en porcentajes de 0%, 10%, 15% y 20%. Determinar el porcentaje óptimo de uso del híbrido (HCV), como estabilizante, en la trocha del CP Huacacorrall.</p>	<p>Objetivos específicos: Caracterizar el tipo de suelo de fundación. Evaluar las propiedades de los estabilizantes alternativos, concha de abanico y vidrio reciclado Evaluar el efecto de adición del híbrido (HCV) en la máxima densidad seca y CBR, en porcentajes de 0%, 10%, 15% y 20%. Determinar el porcentaje óptimo de uso del híbrido (HCV), como estabilizante, en la trocha del CP Huacacorrall.</p>	<p>Existe un efecto positivo en la estabilización de suelos cuando se utiliza, el híbrido de polvo de concha de abanico y vidrio reciclado, en el CP Huacacorrall en el año 2021, mejorando las propiedades de máxima densidad seca y CBR.</p>	Estabilización de suelos	Densidad Contenido de humedad Relación de soporte	Peso / Volumen: Kg/m3 Contenido de agua: % Índice CBR	Diseño con psprueba y grupo control	OBSERVACIÓN	FICHA TÉCNICA

PANEL FOTOGRÁFICO

INGRESO A CENTRO POBLADO HUACACORRAL



ZONA VIAL DE HUACACORRAL



ZONA VIAL DE HUACACORRAL



CALICATAS



CALICATA C1



CALICATA C2



VERIFICACION DE MEDIDA A CARGO DEL ING. SEGURA



CALICATA C3



MATERIAL CONCHA DE ABANICO



LAVADO DE CONCHA DE ABANICO



LIMPIEZA Y SECADO



CONCHA DE ABANICO AL HORNO ARTESANAL PARA OBTENER MEJOR
MARIAL



MATERIAL DE CONCHA DE ABANICO



POLVO DE CONCHA DE ABANICO



LAVADO DE VIDRIO RECICLADO



MATERIAL



TAMIZADO



IMAGEN CON LA ELABORACION DEL PROCTOR CON EL PISTON DE 10 LB

DESPUÉS DE HABER MEZCLADO HOMOGENEAMENTE CON EL



AGUA DAMOS PASO PARA REALIZAR LOS 56 GOLPES POR 5 CAPAZ BIEN DISTRIBUIDAS, PARA EL PROCTOR CON EL PISTON DE 10 LB



COLOCANDO AL HORNO PARA EL SECADO



HORNO DE SECADO

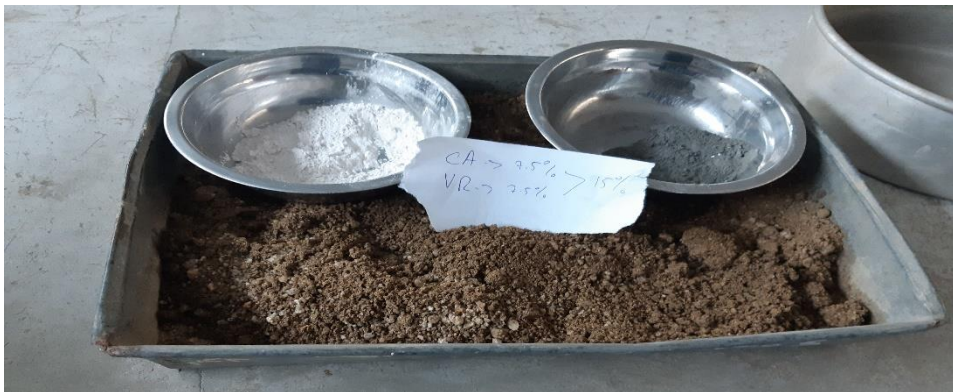


ENSAYO CBR



MATERIALES LISTOS CON CONCHA DE ABANICO Y VIDRIO

PARA LA SUSTITUCION Y ASI PODER REALIZAR NUESTROS
ENSAYOS DE INVESTIGACION DONDE SE VA A COMPARAR MI PATRON
CON MIS EXPERIMENTALES



CERTIFICADOS

ANÁLISIS DE SUELOS



Wildcats Peru Ingenieros S.A.C.

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
 RUC 20509168652 - Reg. Consultor C 60112

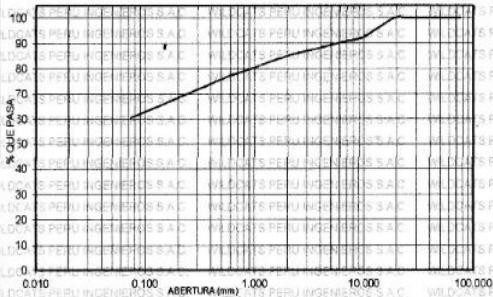
ANALISIS DE SUELOS

SOLICITA : RENZO ANDREE TERRONES GARCIA, JOACHIM CROSBY SANCHEZ PEREZ
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO HÍBRIDO DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y POLVO DE VIDRIO - SECTOR VIAL HUACACORRAL 2021
LUGAR : DISTRITO GUADALUPITO - CENTRO POBLADO HUACACORRAL - PROVINCIA DE VIRU - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA : 23/11/2020 **CALICATA :** C - 1 **ESTRATO :** E - 1 **PROF. (m) :** 0.50 - 1.50

PESO SECO INICIAL	500.0
PESO SECO LAVADO	196.91
PESO PERDIDO POR LAVADO	303.09

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
Nº 3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	23.50	4.70	4.70	95.30
3/8"	9.520	15.50	3.10	7.80	92.20
1/4"	6.350	8.00	1.60	9.40	90.60
Nº 4	4.760	7.30	1.46	10.86	89.14
Nº 10	2.000	20.21	4.04	14.90	85.10
Nº 20	0.840	28.60	5.72	20.62	79.38
Nº 30	0.590	11.00	2.20	22.82	77.18
Nº 40	0.420	13.50	2.70	25.52	74.48
Nº 60	0.250	20.50	4.10	29.62	70.38
Nº 100	0.149	21.20	4.24	33.86	66.14
Nº 200	0.074	27.60	5.52	39.38	60.62
PLATO		303.09	60.62	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00		

CURVA GRANULOMETRICA



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Ing. Rafael Armando Charape Hinaya
 CIP Nº 101928 - CONSULTOR C-1302
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 - 946445353
 Correo Electrónico: Wildcats_peru Ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación

RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

ANALISIS DE SUELOS

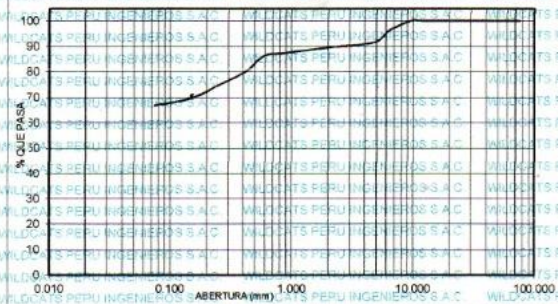
SOLICITA: RENZO ANDREE TERRONES GARCIA, JOACHIM CROSBY SANCHEZ PEREZ
PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO HÍBRIDO DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y POLVO DE VIDRIO - SECTOR VIAL HUACACORRAL 2021
LUGAR: DISTRITO GUADALUPITO - CENTRO POBLADO HUACACORRAL - PROVINCIA DE VIRU - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA: 23/11/2020 **CALICATA:** C - 3 **ESTRATO:** E - 1 **PROF. (m):** 0.50 - 1.50

PESO SECO INICIAL	680.0
PESO SECO LAVADO	225.15
PESO PERDIDO POR LAVADO	454.85

TAMIZ	PESO RETEN	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
Nº	ABERT. (mm.)	PARCIAL		
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	25.60	3.76	96.24
Nº 4	4.760	31.50	4.63	91.60
Nº 10	2.000	13.90	2.04	89.56
Nº 20	0.840	15.50	2.28	87.28
Nº 30	0.590	6.95	1.02	86.26
Nº 40	0.420	41.30	6.07	19.82
Nº 60	0.250	35.60	5.24	25.05
Nº 100	0.149	35.10	5.16	30.21
Nº 200	0.074	19.70	2.90	33.11
PLATO		454.85	66.89	100.00
TOTAL		680.00	100.00	0.00

HUMEDAD NATURAL (%) : 11.55
 CLASIFICACION SUCS : C L
 CLASIFICACION AASHTO : A-4 (2)

CURVA GRANULOMETRICA



Wildcats Peru Ingenieros S.A.C.
Rafael Charape
 Ing. Rafael Armando Charape Mizaya
 CIP Nº 106008 - CONSULTOR C/3302
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 - 946445353
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros S.A.C.

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

ANALISIS DE SUELOS

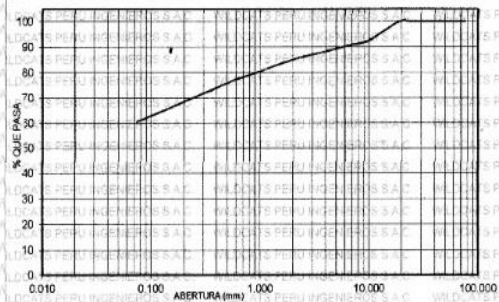
SOLICITA : RENZO ANDREE TERRONES GARCIA, JOACHIM CROSBY SANCHEZ PEREZ
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO HÍBRIDO DE POLVO DE CONCHA Y POLVO DE VIDRIO - SECTOR VIAL HUACACORRAL 2021
LUGAR : DISTRITO GUADALUPITO - CENTRO POBLADO HUACACORRAL - PROVINCIA DE VIRU - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA : 23/11/2020 **CALICATA** : C-2 **ESTRATO** : E-1 **PROF. (m)** : 0.50 - 1.50

PESO SECO INICIAL	650.0
PESO SECO LAVADO	184.88
PESO PERDIDO POR LAVADO	465.14

TAMIZ	PESO RETEN.		% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
	Nº	ABERT. (mm.)			
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	15.50	2.38	2.38	97.62
1/4"	6.350	7.30	1.12	3.51	96.49
Nº 40	4.760	10.50	1.62	5.12	94.88
Nº 100	2.000	28.50	43.85	48.97	51.03
Nº 200	0.840	26.10	4.02	52.98	47.02
Nº 30	0.590	11.36	1.75	54.73	45.27
Nº 40	0.420	13.50	2.08	56.81	43.19
Nº 60	0.250	20.40	3.14	59.95	40.05
Nº 100	0.149	23.10	3.55	63.50	36.50
Nº 200	0.074	28.60	4.40	67.90	32.10
PLATO		208.64	32.10	100.00	0.00
TOTAL		650.00	100.00		

HUMEDAD NATURAL (%) : 11.84
 CLASIFICACION SUCS : CL
 CLASIFICACION AASHTO : A-4 (2)

CURVA GRANULOMETRICA



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charo Minaya
 Ing. Rafael Armando Charo Minaya
 CIP Nº 100026 - CONSULTOR C 13302
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Me. JI - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote

Celular: 938124054 - 946445353

Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@outlook.com

Wpisac2013@hotmail.com



CONTENIDO DE HUMEDAD



Wildcats Peru Ingenieros SAC

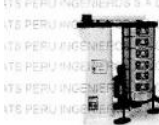
Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20869168652 - Reg. Consultor C 60112

CONTENIDO DE HUMEDAD

SOLICITA : RENZO ANDRÉE TERRONES GARCIA, JOACHIM CROSBY SANCHEZ PEREZ
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO HÍBRIDO DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y POLVO DE VIDRIO - SECTOR VIAL HUACACORRAL 2021
LUGAR : DISTRITO GUADALUPE - CENTRO POBLADO HUACACORRAL - PROVINCIA DE VIRU - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA : 23/11/2020 **CALICATA :** C - 2
ESTRATO : E - 1 **PROF. (m) :** 0.50 - 1.50

ENSAYO N°	M-03	M-04
Peso de tara + MH	500.00	500.00
Peso de tara + MS	469.60	465.80
Peso de tara	0.00	0.00
Peso del agua	30.40	34.20
Peso de muestra seca	489.60	465.80
Contenido de humedad (%)	6.47	7.34
HUMEDAD PROMEDIO	6.91	

ADICION MUESTRA EXPERIMENTAL
20%



Wildcats Peru Ingenieros S.A.C.
 Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 - 946445353
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@outlook.com
 Wpiscac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 2056916852 - Reg. Consultor C 60112

CONTENIDO DE HUMEDAD

SOLICITA : RENZO ANDREE TERRONES GARCIA, JOACHIM CROSBY SANCHEZ PEREZ
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO HÍBRIDO DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y POLVO DE VIDRIO - SECTOR VIAL HUACACORRAL 2021

LUGAR : DISTRITO GUADALUPITO - CENTRO POBLADO HUACACORRAL
PROVINCIA DE VIRU - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

FECHA : 23/11/2020 **CALICATA :** C - 1

ESTRATO : E - 1 **PROF. (m) :** 0.50 - 1.50

ENSAYO N°	M-01	M-02
Peso de tara + MH	500.00	500.00
Peso de tara + MS	467.00	462.00
Peso de tara	0.00	0.00
Peso del agua	33.00	38.00
Peso de muestra seca	467.00	462.00
Contenido de humedad (%)	7.07	8.23
HUMEDAD PROMEDIO	7.65	

ADICION 15%
MUESTRA EXPERIMENTAL



Dirección: Jr. Almirante Gussie Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote

Celular: 938124054 - 946445353

Correo Electrónico: Wildcats_peru Ingenieros@Outlook.com

Wpisac2013@hotmail.com

Wildcats Peru Ingenieros S.A.C.
Rafael Charney
Ing. Rafael Armando Charney Minaya
CIP N° 106028 - CONSULTOR C18302
JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS



LÍMITES DE CONSISTENCIA



Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de
Cimentación y Pavimentación
RUC 2059168632 - Reg. Consultor C 60112

LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO (MTC E-110, E-111, ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA RENZO ANDREE TERRONES GARCIA, JOACHIM CROSBY SANCHEZ PEREZ
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO HÍBRIDO DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y POLVO DE VIDRIO - SECTOR VIAL HUACACORRAL 2021
LUGAR : DISTRITO GUADALUPITO - CENTRO POBLADO HUACACORRAL
- PROVINCIA DE VIRU - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA : 24/11/2020 **CALICATA** : C-1 **ADICION** : 10%
ESTRATO : E-1 **PROF. (m)** : 0.50 - 1.50

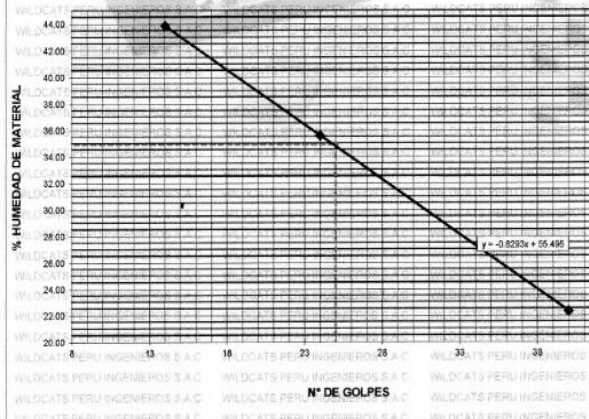
Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr)	40.00	40.00	40.00	35.00	35.00	35.00
PESO TARA + SUELO SECO (gr)	32.70	29.50	27.80	29.15	29.32	29.41
PESO DE LA TARA (gr.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA (gr.)	7.30	10.50	12.20	5.85	5.68	5.59
PESO SUELO SECO (gr.)	32.70	29.50	27.80	29.15	29.32	29.41
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	22.32	35.59	43.88	20.07	19.37	19.01
Nro. DE GOLPES	40	24	14			

LIMITE LIQUIDO
(MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T89)
LL : % 34.90

LIMITE PLASTICO
(MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)
LP : % 19.48

INDICE DE PLASTICIDAD
ASTM D-438
IP : % 15.42

% HUMEDAD - N° GOLPES



Wildcats Peru Ingenieros S.A.C.
Rafael Charcade Miraya
Ing. Rafael Armando Charcade Miraya
CIE N° 100026 - CONSULTOR C13302
JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 938124054 - 936445353
Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
Wpisac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros S.A.C.

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 2056916852 - Reg. Consultor C 60112

LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO (MTC E-110, E-111, ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA RENZO ANDRÉE TERRONES GARCIA, JOACHIM CROSBY SANCHEZ PEREZ
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO HÍBRIDO DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y POLVO DE VIDRIO - SECTOR VIAL HUACACORRAL 2021
LUGAR : DISTRITO GUADALUPITO - CENTRO POBLADO HUACACORRAL - PROVINCIA DE VIRU - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

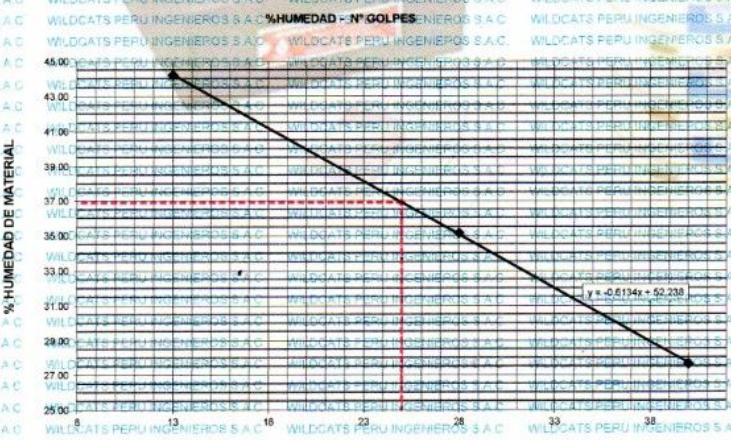
FECHA : 24/11/2020 **CALICATA** : 10.50 - 1.50 **ADICION** : 0%
ESTRATO : E-110

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	30.00	30.00	30.00	35.00	35.00	35.00
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	23.50	22.20	20.80	28.90	29.15	29.35
PESO DE LA TARA (gr.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA (gr.)	6.50	7.80	9.20	6.10	5.85	5.65
PESO SUELO SECO (gr.)	23.50	22.20	20.80	28.90	29.15	29.35
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	27.66	35.14	44.23	21.11	20.07	19.25
Nro. DE GOLPES	40	28	13	20	14	10

LIMITE LIQUIDO
(MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T89)
LL : % 37.00

LIMITE PLASTICO
(MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)
LP : % 20.14

INDICE DE PLASTICIDAD
ASTM D-438
IP : % 16.86



Wildcats Peru Ingenieros S.A.C.
Ing. Rafael Armando Charcape Minaya
CIP N° 100028 - CONSULTOR C 13302
JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS



Dirección: Jr. Almirante Guisse Ma. J1 Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 938124054 - 916445353
Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
Wpsac2013@hotmail.com



Wildcats Peruvian Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de
Cimentación y Pavimentación
RUC 2056916852 - Reg. Consultor C 60112

LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO (MTC E-110, E-111, ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA RENZO ANDREE TERRONES GARCIA, JOACHIM CROSBY SANCHEZ PEREZ
PROYECTO ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO HÍBRIDO DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y
 POLVO DE VIDRIO - SECTOR VIAL HUACACORRAL 2021
LUGAR DISTRITO GUADALUPITO - CENTRO POBLADO HUACACORRAL
 - PROVINCIA DE VIRU - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA : 24/11/2020 **CALICATA** : C - 1
ESTRATO : WILDE - 1 **PROF. (m)** : 0.50 - 1.50 **ADICION** : 15%

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	40.00	40.00	40.00	35.00	35.00	35.00
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	32.50	30.61	28.95	29.76	29.70	29.72
PESO DE LA TARA (gr.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA (gr.)	7.50	9.39	11.05	5.24	5.30	5.28
PESO SUELO SECO (gr.)	32.50	30.61	28.95	29.76	29.70	29.72
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	23.08	30.68	38.17	17.61	17.85	17.77
Nro. DE GOLPES	40	25	13			

LIMITE LIQUIDO
(MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T89)

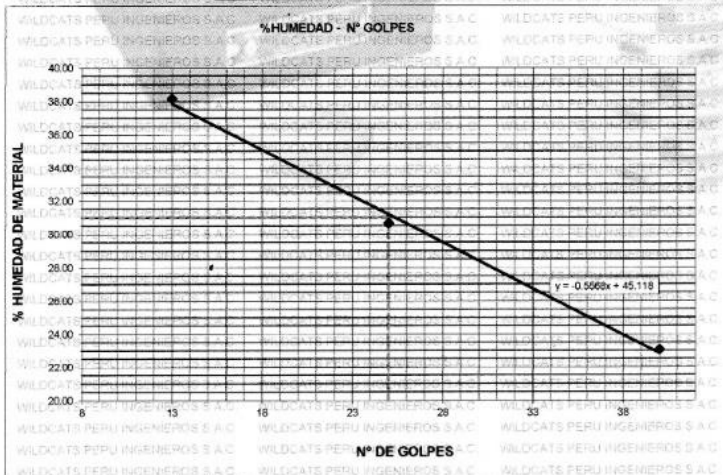
LL : % 31.00

LIMITE PLASTICO
(MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)

LP : % 17.74

INDICE DE PLASTICIDAD
ASTM D-438

IP : % 13.26



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Charca Miranda

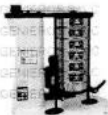
Ing. Rafael Amando Charca Miranda
CIP N° 100028 - CONSULTOR C13302
JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote

Celular: 938124054 - 946445353

Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com

Wpsac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO (MTC E-110, E-111, ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

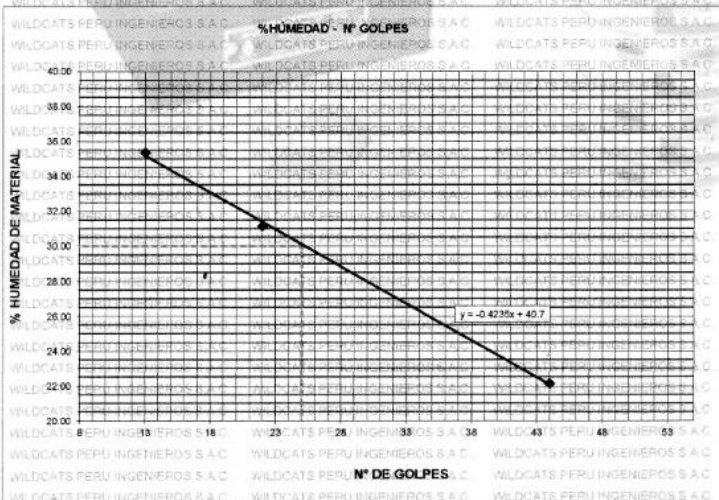
SOLICITA RENZO ANDREE TERRÓNES GARCIA, JOACHIM CROSBY SANCHEZ PEREZ
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO HÍBRIDO DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y POLVO DE VIDRIO - SECTOR VIAL HUACACORRAL 2021
LUGAR : DISTRITO GUADALUPITO - CENTRO POBLADO HUACACORRAL - PROVINCIA DE VIRU - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA : 24/11/2020 **CALICATA** : C - 1
ESTRATO : E - 1 **PROF. (m)** : 0.50 - 1.50 **ADICION** : 20%

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	40.00	40.00	40.00	35.00	35.00	35.00
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	32.75	30.50	29.55	29.76	29.85	29.83
PESO DE LA TARA (gr.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA (gr.)	7.25	9.50	10.45	5.24	5.15	5.17
PESO SUELO SECO (gr.)	32.75	30.50	29.55	29.76	29.85	29.83
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	22.14	31.15	35.36	17.61	17.25	17.33
Nro. DE GOLPES	44	22	13		17.40	

LIMITE LIQUIDO
(MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T89)
LL : % 30.00

LIMITE PLASTICO
(MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)
LP : % 17.40

INDICE DE PLASTICIDAD
ASTM D-438
IP : % 12.60

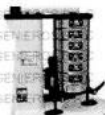


WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Charcope
Ing. Rafael Armando Charcope Minaya
CIP N° 100078 - CONSULTOR C 13302
JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS



Dirección: Jr. Almirante Guisse Ms. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 938124054 - 946445353
Correo Electrónico: Wildcats_peru Ingenieros@Outlook.com
Wpsac2013@hotmail.com



PROCTOR MODIFICADO



Wildcats Peruvian Engineers SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 2056916852 - Reg. Consultor C 60112

PROCTOR MODIFICADO

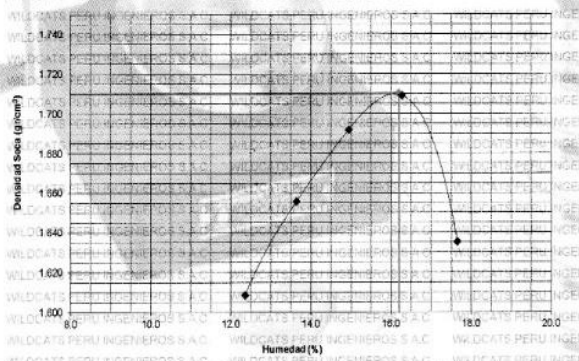
SOLICITA : RENZO ANDREE TERRONES GARCIA, JOACHIM CROSBY SANCHEZ PEREZ
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO HÍBRIDO DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y POLVO DE VIDRIO – SECTOR VIAL HUACACORRAL 2021
LUGAR : DISTRITO GUADALUPITO – CENTRO POBLADO HUACACORRAL – PROVINCIA DE VIRU - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

FECHA : 25/11/2020

PORCENTAJE DE ADICIÓN : 0%

Método : A
Máxima Densidad Seca : 1.710 gr/cm³
Óptimo Contenido de humedad : 16.2 %

CURVA DENSIDAD SECA vs HUMEDAD



ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM D - 1557.

WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Charcape
Ing. Rafael Armando Charcape Minda
 CIP N° 1091028 - CONSULTOR C13302
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 – Lote 24 - P.J. Miraflores Alto – Chimbote
 Celular: 938124034 – 946445353
 Correo Electrónico: Wildcats_peru Ingenieros@Outlook.com
 Wpsiac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

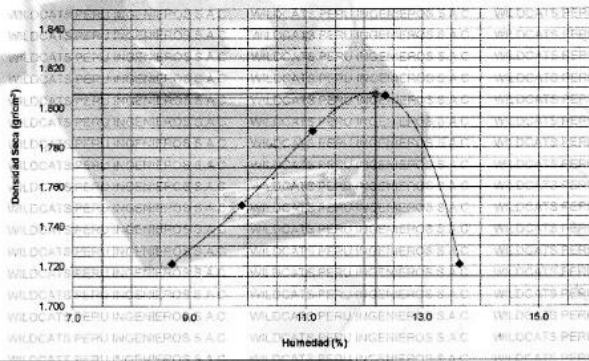
Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

PROCTOR MODIFICADO

SOLICITA : RENZO ANDREE TERRONES GARCIA, JOACHIM CROSBY SANCHEZ PEREZ
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO HÍBRIDO DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y
LUGAR : POLVO DE VIDRIO - SECTOR VIAL HUACACORRAL 2021
FECHA : 26/11/2020
DISTRITO : GUADALUPITO - CENTRO POBLADO HUACACORRAL
PROVINCIA : VIRU - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

PORCENTAJE DE ADICIÓN : 20%
Método : A
Máxima Densidad Seca : 1.807 gr/cm³
Optimo Contenido de humedad : 12.2 %

CURVA DENSIDAD SECA vs HUMEDAD



ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM D - 1557.

Wildcats Peru Ingenieros S.A.C.

Rafael Charco

Ing. Rafael Armando Charco Mingoya

CIP 10668 - CONSULTOR 013302

JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alta - Chimbote

Celular: 938124034 - 946445353

Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com

Wpsac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

PROCTOR MODIFICADO

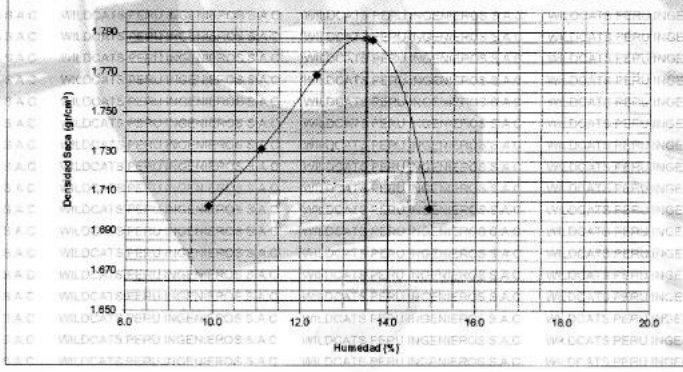
SOLICITA PROYECTO
LUGAR
FECHA

RENZO ANDREE TERRONES GARCIA, JOACHIM CROSBY SANCHEZ PEREZ
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO HÍBRIDO DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y POLVO DE VIDRIO - SECTOR VIAL HUACACORRAL 2021
DISTRITO GUADALUPITO - CENTRO POBLADO HUACACORRAL
- PROVINCIA DE VIRU - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

30/11/2020.

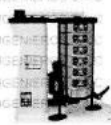
PORCENTAJE DE ADICIÓN : 15%
Método : A
Máxima Densidad Seca : 1.787 gr/cm³
Optimo Contenido de humedad : 13.5 %

CURVA DENSIDAD SECA vs HUMEDAD



ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM D - 1557.

Wildcats Peru Ingenieros S.A.C.
Rafael Chacón
Ing. Rafael Armando Charco Miraya
CIP N° 100026 - CONSULTOR C13002
JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS



Dirección: Jr. Almirante Guisse Me. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 938124054 - 946443353
Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
Wpisac2013@hotmail.com



Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

PROCTOR MODIFICADO

SOLICITA PROYECTO

LUGAR

FECHA

PORCENTAJE DE ADICIÓN

RENZO ANDRE MIRONES GARCIA, JOACHIM CROSBY SANCHEZ PEREZ
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO HÍBRIDO DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y
POLVO DE VIDRIO – SECTOR VIAL HUACACORRAL 2021
DISTRITO GUADALUPITO - CENTRO POBLADO HUACACORRAL
PROVINCIA DE VIRU - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

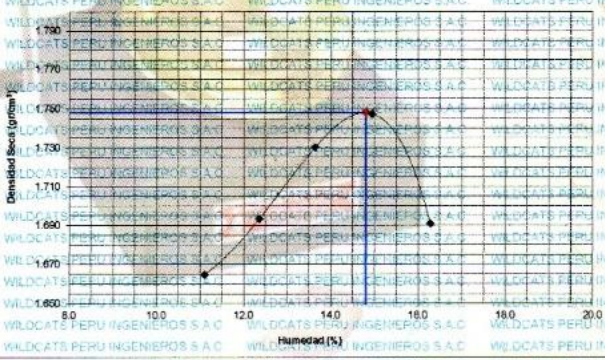
27/11/2020

10%

Método Máxima Densidad Seca
Óptimo Contenido de humedad

$M.A. = 1.748 \text{ gr/cm}^3$
 $U.O. = 14.81 \%$

CURVA DENSIDAD SECA vs HUMEDAD



ESPECIFICACIONES: El ensayo responde a la norma de diseño ASTM D - 1557

WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.
Rafael Charca
Ing. Rafael Armando Charca Muraya
CIP Nº 100128 - CONSULTOR C13362
JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 938124054 - 946445353
Correo Electrónico: wildcats_peru Ingenieros@Outlook.com
Wpisae2013@hotmail.com



CBR



Wildcats Peruvian Engineers S.A.C.

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)

SOLICITA : RENZO ANDRÉE TERRONES GARCIA, JOACHIM CROSBY SANCHEZ PEREZ

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO HÍBRIDO DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y POLVO DE VIDRIO - SECTOR VIAL HUACACORRAL 2021

LUGAR : DISTRITO GUADALUPITO - CENTRO POBLADO HUACACORRAL
PROVINCIA DE VIRU - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

FECHA : 07/12/2020

PORCENTAJE : 10%

Ensayo Proctor Modificado ASTM D-1557

Método

Máxima Densidad Seca (gr/cm³)

1.748

Óptimo Contenido de Humedad (%)

14.8

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.748	1.680	1.600
Contenido de Humedad	14.8	14.8	14.8

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg.)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	110	1000	11.0
II	0.1	75	1000	7.5
III	0.1	50	1000	5.0

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. 11.0 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. 6.8 %

d).- Expansión (%) 10.00

WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Ing. Rafael Armando Charape Miranda

CIP N° 1000728 - CONSULTOR C 133/2

JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote

Celular: 938124054 - 946445353

Correo Electrónico: Wildcats_peru Ingenieros@Outlook.com

Wpisac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de
 Cementación y Pavimentación
 RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)

SOLICITA : RENZO ANDREE TERRONES GARCIA, JOACHIM CROSBY SANCHEZ PEREZ

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO HÍBRIDO DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y POLVO DE VIDRIO - SECTOR VIAL HUACACORRAL 2021

LUGAR : DISTRITO GUADALUPITO - CENTRO POBLADO HUACACORRAL
 - PROVINCIA DE VIRU - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

FECHA : 04/12/2020

PORCENTAJE : 20%

Ensayo Proctor Modificado ASTM D-1557

Método : A

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.807

Óptimo Contenido de Humedad (%) : 12.2

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.807	1.700	1.660
Contenido de Humedad	12.2	12.2	12.2

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	200	1000	20.0
II	0.1	160	1000	16.0
III	0.1	135	1000	13.5

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 20.0 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 16.8 %

d).- Expansión. (%)

5.00

Rafael Armando Charcape Mintuya
 Ing. Rafael Armando Charcape Mintuya
 CIP N° 100029 - CONSULTOR 013908
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS



Dirrección: Jr. Almirante Guisao Ma. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 - 946445353
 Correo Electrónico: Wildcats_peru Ingenieros@Outlook.com
 Wpsiac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de
Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)

SOLICITA : RENZO ANDREE TERRONES GARCIA, JOACHIM CROSBY SANCHEZ PEREZ
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO HÍBRIDO DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y POLVO DE VIDRIO - SECTOR VIAL HUACACORRAL 2021
LUGAR : DISTRITO GUADALUPITO - CENTRO POBLADO HUACACORRAL
 - PROVINCIA DE VIRU - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA : 01/12/2020
PORCENTAJE : 0%

Ensayo Proctor Modificado ASTM D-1557

Método

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.710

Óptimo Contenido de Humedad (%) : 16.2

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.710	1.650	1.540
Contenido de Humedad	16.2	16.2	16.2

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	49	1000	4.9
II	0.1	41	1000	4.1
III	0.1	30	1000	3.0

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 4.9 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 3.8 %

d).- Expansión (%) : 13.50



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.
Rafael Charco
 Ing. Rafael Armando Charco Miranda
 CIP N° 109028 - CONSULTOR S-13802
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS



Dirección: Jr. Almirante Guisse 12- 11 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chikbote
Cebilar: 938124054 - 946445353
Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
Wpisac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación - PERU INGENIEROS S.A.C.
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)

SOLICITA : RENZO ANDREE TERRONES GARCIA, JOACHIM CROSBY SANCHEZ PEREZ

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO HÍBRIDO DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y

LUGAR : POLVO DE VIDRIO - SECTOR VIAL HUACACORRAL 2021

LUGAR : JANGAS - PROVINCIA DE HUARAZ - ANCASH
DISTRITO GUADALUPITO - CENTRO POBLADO HUACACORRAL

LUGAR : PROVINCIA DE VIRU - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

FECHA : 10/12/2020

PORCENTAJE : 15%

Ensayo Proctor Modificado ASTM D-1557

Método : A

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.787

Optimo Contenido de Humedad (%) : 13.5

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.787	1.700	1.660
Contenido de Humedad	13.5	13.5	13.5

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	150	1000	15.0
II	0.1	120	1000	12.0
III	0.1	90	1000	9.0

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 15.0 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 11.9 %

d).- Expansión (%) : 8.50

WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Charco
Ing. Rafael Armando Charco Miranda
CIP N° 100028 - CONSULTOR 43307
JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS



Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote

Celular: 938124034 - 946445353

Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
Wpsuc2013@hotmail.com



ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL



Trujillo, 29 de diciembre del 2020

INFORME N° 10 - DIC-20

Solicitante: Renzo Andree Terrones García - Crosby Joachim Sánchez Pérez
Universidad César Vallejo (San Juan Lagunicho - Lima)

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Concha de aburico (1. gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA-224S	35 mg	Chimbote

2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 35 mg.

Jefe de Laboratorio:
Analista responsable:



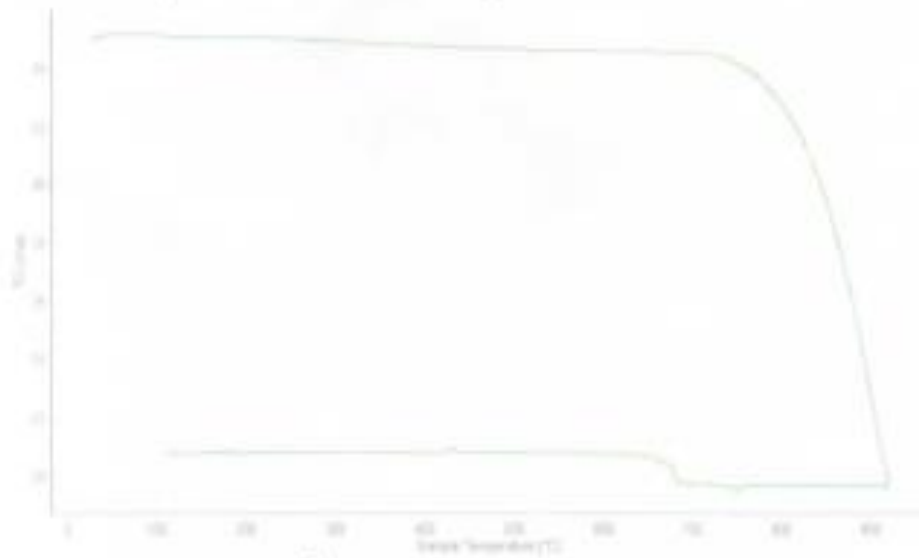
Ing. Danny Chávez Novoa
Ing. Danny Chávez Novoa

Danny M. Chávez Novoa
LAB. MATERIALES



4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termogravimétrico.



II- Curva Calorimétrica ATD

