



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Polímero adhesivo natural para mejorar la capacidad de soporte y densidad máxima en subrasante de pavimentos rígidos, Salcedo – Puno

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

PINO PINEDA, Edwin Fredy (ORCID: 0000-0001-5730-4740)

MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson (ORCID: 0000-0001-5786-9565)

ASESOR:

Mg. CLEMENTE CONDORI, Luis Jimmy (ORCID: 0000-0002-0250-4363)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

De: Pino Pineda Edwin Fredy

Esta tesis la dedico a mi hija Luciana, a mi madre Balvina, mis hermanos Walter y Rammel por su apoyo incondicional, y los sabios consejos, que sin su ayuda todo esto sería complicado.

De: Maquera Mamani Hugo Nelson

Quiero dedicar esta tesis a mis padres Esteban y Juana por darme su entera confianza, haberme forjado con buenos valores y ser la persona que soy.

Muchos de mis logros se los debo a ellos especial esta tesis porque me enseñaron a luchar por lo que me gusta y alcanzar mis sueños.

AGRADECIMIENTO

De: Pino Pineda Edwin Fredy

Agradecer a Dios y a mi familia por guiarme en el camino correcto, por todo sus consejos e inmensa sabiduría. Así mismo agradecer a la universidad Cesar Vallejo por darnos la oportunidad de ser parte de ella.

De: Maquera Mamani Hugo Nelson

Empezar dando gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia. Gracias a mi familia por estar siempre presente. En esta vida nada es sencillo, pero gracias a sus aportes, afectos y a su inmensa bondad, lo complicado se pudo superar. Les agradezco y hago presente mi gran afecto hacia ustedes.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	10
III. METODOLOGÍA.....	33
3.1. Tipo y diseño de investigación	33
3.2. Variables y operacionalización	34
3.3. Población, muestra y muestreo	35
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	36
3.5. Procedimientos.....	37
3.6. Método de análisis de datos.....	54
3.7. Aspectos éticos	54
IV. RESULTADOS	55
V. DISCUSIÓN.....	83
VI. CONCLUSIONES.....	85
VII. RECOMENDACIONES	86
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Componentes del polímero adhesivo natural	19
Tabla 2. Tipos de polímeros adhesivo natural	20
Tabla 3. Tipo de suelos.....	23
Tabla 4. Clasificación de arcillas según su origen	24
Tabla 5. Características de suelos según índices de plasticidad	27
Tabla 6. Categoría de Subrasante	31
Tabla 7. Especificaciones técnicas de pavimentos	32
Tabla 8. Análisis granulométrico progresiva (km 0+520)	55
Tabla 9. Análisis granulométrico progresiva (km 0+750)	57
Tabla 10. Análisis granulométrico progresiva (km 1+000)	59
Tabla 11. Límites de consistencia del suelo natural.....	60
Tabla 12. Límites de consistencia del suelo natural + 2% de polímero.....	61
Tabla 13. Límites de consistencia del suelo natural + 4% de polímero.....	61
Tabla 14. Límites de consistencia del suelo natural + 6% de polímero.....	61
Tabla 15. Contenido de humedad natural	62
Tabla 16. Proctor Modificado suelo natural + 0% adición de polímero	62
Tabla 17. Proctor Modificado suelo patrón + 2% de polímero.....	63
Tabla 18. Proctor Modificado suelo patrón + 4% de polímero.....	63
Tabla 19. Proctor Modificado suelo patrón + 6% de polímero.....	63
Tabla 20. % de penetración 0.1" del suelo natural	65
Tabla 21. % de penetración de 0.1" suelo patrón + 2% polímero	65
Tabla 22. % de penetración de 0.1" suelo patrón +4% polímero	66
Tabla 23. % de pee 0.1" suelo patrón + 6% polímero	66
Tabla 24. Análisis de precios unitarios para 1m ³ de subrasante	68
Tabla 25. Análisis de precios unitarios para 1m ³ de subrasante	68
Tabla 26. Presupuesto subrasante con la incorporación del polímero.....	69
Tabla 27. Criterios para seleccionar prueba estadística	69
Tabla 28. Prueba de Normalidad	70
Tabla 29. Prueba de Homogeneidad de varianzas (Levene)	71
Tabla 30. Descripción de las variables.....	71
Tabla 31. Prueba de ANOVA	72

Tabla 32. Comparación de los resultados de índice de plasticidad	72
Tabla 33. Sub conjuntos de Tukey.....	73
Tabla 34. Prueba de Normalidad	73
Tabla 35. Prueba de homogeneidad de varianzas (Levene).....	74
Tabla 36. Descripción de las variables.....	74
Tabla 37. Prueba de Análisis de varianza.....	75
Tabla 38. Comparación múltiple de cada uno de los resultados de CBR	75
Tabla 39. Sub conjuntos de Tukey.....	76
Tabla 40. Prueba de Normalidad	76
Tabla 41. Prueba de Homogeneidad de varianzas (Levene)	77
Tabla 42. Descripción de las variables.....	77
Tabla 43. Prueba de Análisis de varianza.....	77
Tabla 44. Comparación múltiple de los resultados de densidad seca máxima	78
Tabla 45. Sub conjuntos de Tukey.....	79
Tabla 46. Prueba de Normalidad	79
Tabla 47. Prueba de Homogeneidad de varianzas (Levene)	80
Tabla 48. Prueba de Análisis de varianza.....	80
Tabla 49. Comparación múltiple de los resultados	
Tabla 50. Sub conjuntos de Tukey.....	81

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Vías no pavimentadas	1
Figura 2. Pirámides de Shersi	2
Figura 3. Estabilización de suelos	3
Figura 4. Estabilización con cal	3
Figura 5. Avenida deteriorada salcedo	5
Figura 6. Estado actual de calles y avenida salcedo	6
Figura 7. Provincia de Puno y sus distritos.....	9
Figura 8. Estructura de un polímero	17
Figura 9. Polímero estabilizador de carreteras.....	18
Figura 10. Polímero natural (Almidón).....	19
Figura 11. Proceso de estabilización por reciclado	22
Figura 12. Estabilización de suelos con polímeros.....	22
Figura 13. Ensayo de limite liquido.....	25
Figura 14. Ensayo de limite plástico	26
Figura 15. Carta de plasticidad (S.U.C.S.)	27
Figura 16. Ensayo Proctor Modificado.....	28
Figura 17. Ensayo CBR.....	29
Figura 18. Distribución de cargas en el pavimento rígido.....	29
Figura 19. Estructura de un pavimento rígido.....	30
Figura 20. Sección típica transversal pavimento rígido.	31
Figura 21. Av. Industrial, centro poblado Salcedo	37
Figura 22. Polímero adhesivo natural.....	38
Figura 23. AV. Industrial, centro poblado de Salcedo	38
Figura 24. AV. Industrial, centro poblado de Salcedo	39
Figura 25. Calicata C-01.....	39
Figura 26. Calicata C-02.....	40
Figura 27. Calicata C-03.....	40
Figura 28. Tapado de calicatas de la AV. Industrial	41
Figura 29. Material trasladado a laboratorio	41
Figura 30. Material trasladado a laboratorio	42
Figura 31. Proceso de mezclado del suelo con el polímero adhesivo natural ..	42

Figura 32. Cuarteo de las muestras	43
Figura 33. Secado de la muestra	43
Figura 34. Peso de la muestra seca	44
Figura 35. Lavado de la muestra en el tamiz N° 200.....	44
Figura 36. Secado en el horno de la muestra lavada	45
Figura 37. Tamizado de la muestra	45
Figura 38. Tamizado de la muestra	45
Figura 39. Pesado de los retenidos de las mallas	46
Figura 40. Instrumentos ensayo de límites de consistencia	46
Figura 41. Ensayo de granulometría malla N°40	47
Figura 42. Incorporación de agua a la muestra	47
Figura 43. Elaboración del ensayo Casagrande.....	48
Figura 44. Elaboración del ensayo Limite liquido	49
Figura 45. Porciones del material dispuesto antes del ensayo.....	49
Figura 46. Incorporación del material al molde.....	50
Figura 47. Ensayo Proctor.....	50
Figura 48. Enrasado del molde	51
Figura 49. Peso del molde + material.....	51
Figura 50. Incorporación del material al molde.....	52
Figura 51. Ensayo CBR.....	52
Figura 52. Elaboración del ensayo CBR.....	53
Figura 53. Curva granulométrica progresiva (km +520)	56
Figura 54. Curva granulométrica progresiva (km +750)	58
Figura 55. Curva granulométrica progresiva (km 1+000)	59
Figura 56. Resumen de la MDS y OCH.....	64
Figura 57. Resumen de capacidad de soporte califonia.....	67

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AASHTO	: American association of state highway and transportation officials
%	: Porcentaje
EEUU	: Estados Unidos
PCA	: Análisis de componentes principales
F'c	: Resistencia a compresión del concreto
Km	: Kilómetros
LL	: Limite liquido
LP	: Limite plástico
IP	: Índice de plasticidad
SUCS	: Sistema unificados de clasificación de suelos
CH	: Arcillas inorgánicas de alta compresibilidad
CL	: Arcilla inorgánica de baja plasticidad
UM	: Unidad de muestra
GC	: Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
CBR	: Ensayo de Relación de Soporte de California
U	: Suelos con perfil de textura uniformes
G	: Suelos con perfil de textura gradual
D	: Suelos con perfil de textura doble
O	: Suelos inorgánicos
W _a	: Humedad natural
IL	: Índice liquido
S ₀	: Subrasante inadecuada
S ₁	: Subrasante pobre
S ₂	: Subrasante regular
S ₃	: Subrasante buena
S ₄	: Subrasante muy buena
S ₅	: Subrasante extraordinaria
PVC	: Policloruro de vinilo
NTC	: Normas técnicas complementarias
Kg	: Kilogramos
Cm ²	: Centímetros cuadrados

G5P2	: Neumático de auto
CHM217	: Neumático de camión
°C	: Grados Celsius
URB	: Urbanización
PET	: Tereftalato de polietileno
m	: Metros
QMT	: Quiminet
DMS	: Densidad máxima seca
ML	: Limos Inorgánicos de baja compresibilidad
PRT	: Plástico reciclado triturado

RESUMEN

La presente investigación titulada “Polímero adhesivo natural para mejorar la capacidad de soporte y densidad máxima en subrasante de pavimentos rígidos, Salcedo – Puno” se realizó con el propósito de aplicar una nueva técnica de estabilización de suelos para mejorar las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la avenida industrial Salcedo-Puno, progresiva (km 00+520 – km 1+000), usando como estabilizante polímero adhesivo natural, las cuales puedan cumplir con los requerimientos mínimos establecidos en la DG-2013. El método de investigación empleado en la presente tesis es de carácter hipotético deductivo, ya que se establecieron hipótesis para luego contrastarlas, para tal fin se realizó la extracción del suelo a mejorar aplicando polímero adhesivo natural en proporciones de 2 %, 4 % y 6 %. Para obtener las características del suelo se emplearon los siguientes ensayos geotécnicos: granulometría, límites de consistencia, Proctor CBR. Los resultados obtenidos del suelo natural evaluado contempla un CBR de 5.493%, máxima densidad seca 1.714 g/cm³ y un contenido de humedad óptima de 14.863%, así mismo se determinó que de acuerdo a los valores de CBR la proporción de polímero adhesivo natural con mejor comportamiento fue de 4%, debido a que esta proporción incremento ligeramente el valor de CBR en un 41.783%, concluyendo que la incorporación de polímero adhesivo natural genera un incremento positivo en los valores de CBR, Proctor e índice de plasticidad, siendo la más influyente la dosificación del 4%.

Palabras Claves:

Polímero natural, subrasante, máxima densidad seca, capacidad de soporte y pavimentos.

ABSTRACT

The present investigation entitled "Natural adhesive polymer to improve the support capacity and maximum density in subgrade of rigid pavements, Salcedo - Puno" was carried out with the purpose of applying a new soil stabilization technique to improve the physical mechanical properties of the subgrade. From the industrial avenue Salcedo-Puno, progressive (km 00+520 – km 1+000), using natural adhesive polymer as stabilizer, which can meet the minimum requirements established in DG-2013. The research method used in this thesis is of a hypothetical deductive nature, since hypotheses were established and then contrasted, for this purpose the extraction of the soil to be improved was carried out by applying natural adhesive polymer in proportions of 2%, 4% and 6%. To obtain the soil characteristics, the following geotechnical tests were used: granulometry, consistency limits, CBR and Proctor. The results obtained from the natural soil evaluated contemplates a CBR of 5,493%, maximum dry density 1,714 g / cm³ and an optimal moisture content of 14,863%, likewise it was determined that according to the CBR values the proportion of natural adhesive polymer with The best performance was 4%, because this proportion slightly increased the CBR value by 41,783%, concluding that the incorporation of natural adhesive polymer generates a positive increase in the values of CBR, Proctor and plasticity index, being the most influencing the dosage of 4%.

Keywords:

Natural polymer, subgrade, maximum dry density, support capacity and pavements.

I. INTRODUCCIÓN

En el transcurso de los años se ha empleado muchos aditivos para mejorar y reforzar los materiales empleando materiales naturales como la fibra que otorga mayor resistencia a diferencia de las más simples.

En el ámbito actual el contexto internacional ha dejado de lado el estudio relacional entre la economía y la política por razones de economía y cambios académicos de los que se pretende recoger que los temas económicos y el tema de desarrollo en infraestructura vial van de la mano. En ciudades de Latinoamérica la infraestructura vial se encuentra en implementación continua no pudiendo llevarse a la par con la creciente economía. Jiménez, Leiteritz y Urregu (2018 pág. 18).

Alrededor del 80% de las vías a nivel mundial se encuentran sin pavimentar y generalmente estas son de bajos volúmenes de tránsito, así como se llega a visualizar en la figura 1. En la (AASHTO) se detalla que el 20% aproximadamente de los pavimentos llegan a fallar a causa de la insuficiencia de la resistencia estructural. En Colombia de acuerdo a la reglamentación correspondiente para las vías, la red de transporte de Bogotá está clasificada de acuerdo al estado de conservación donde se indica que el 18% está en buenas condiciones, en tanto el 56% se encuentra en un estado regular a malo y el 34% en mal estado. Silva (2016).



Figura 1. Vías no pavimentadas

Fuente. <https://bit.ly/34ylj2t>

La carencia de los suelos al contener características pertinentes brindar un buen terreno de fundación, a con llevado a generar nuevas alternativas de mejoramiento en múltiples ámbitos internacionales y nacionales. Landa y Torres (2019 pág. 15)

La elaboración de estabilizadores de la arcilla en el ámbito de la construcción cuenta con una antigüedad de 5.000 años de antigüedad. Las Pirámides de Shersi en el Tibet fueron edificadas con mezclas de arcilla y cal, así como se visualiza en la figura 2, en la India y la China se ha utilizado de diferentes formas la estabilización de suelos, donde la estabilización de suelos con polímeros, ha tenido un significativo crecimiento en los últimos años en España, logrando en resumen resultados positivos. De esta manera España forma parte de un numeroso grupo de países europeos que aun utilizan esta técnica desde que muchos años atrás. Ramírez (2015 pág. 5).



Figura 2. Pirámides de Shersi

Fuente. <https://bit.ly/3vs1jLD>

Es una tradición en los EEUU el uso de aditivos que son de naturaleza polimérica, los cuales fueron desarrollado en los años 70 del siglo XX. En un inicio, su elaboración estuvo relacionado a la investigación militar, esto con la intención de lograr elaborar aditamentos para ejecutar mejor las pistas donde aterrizaran los aviones, así como también los helicópteros. Posteriormente, su desarrollo paso al ámbito civil y actualmente existe numerosas compañías que los producen. Curitomay (2018 pág. 31).

El empleo de la técnica de estabilización de suelos es considerado como un avance importante en el campo de tratamiento de materiales, así como se puede visualizar

en la figura 3, que permite el aprovechamiento de los suelos encontrados en los movimientos que ocurre en la tierra en el momento de realizar el trazo. Para conseguirlo, hay que recurrir a aditivos que modifiquen las propiedades que poseen el suelo con dos objetivos principales: incrementar la capacidad portante y disminuir su susceptibilidad al agua. Duque, Vásquez y Orrego (2019 pág. 51).



Figura 3. Estabilización de suelos

Fuente. <https://bit.ly/3i2Sxjc>

En el Perú se tiene conocimiento de muchas experiencias en la elaboración de terraplenes utilizando materiales que se encuentran insitu con cemento o cal, los cuales muestran resultados positivos, así como se puede visualizar en la figura 4. Para valorar su utilidad en la formación de las capas debajo de la capa de rodadura, es de importancia consultar a referencias externas, donde destacan los ejemplos que existe en EEUU. Altamirano (2015 pág. 16).



Figura 4. Estabilización con cal

Fuente. <https://bit.ly/3foCgn3>

En Perú existe una variedad de tramos de carreteras donde ya se ha aplicado la estabilización de los suelos con Polímeros, un tramo donde se utilizó esta alternativa es el Sub tramo división Pasco-Huánuco el cual se elaboró en el año 2003, esta se encuentra entre el departamento de Cerro de Pasco y el departamento de Huánuco, con el fin de crear la conectividad de los sitios y municipios entre los cuales están: Huarica, San Rafael y Amdo, entre otros. Los porcentajes de Polímero utilizados en la estabilización del suelo que conforman la subrasante de esta carreta, son del 3.5 a 5.0%, esto debido a la variación de plasticidad que presentaba el suelo del lugar. Vásquez (2016 pág. 42).

Así podemos mencionar también la aplicación de los polímeros para realizar el mantenimiento de pistas de aterrizaje, así como en el proyecto del aeropuerto Internacional Lima-Callao, Perú, operado por Lima Airport Partners, en el cual los problemas significativos se mostraron en el desgaste y la difusión de polvo por parte de los aviones que utilizaban esta pista, los trabajos realizados en el aeropuerto Internacional Jorge Chávez, Lima-Callao. Ramírez (2015 pág. 94).

Es cotidiano visualizar pavimentos que no cumplen con su tiempo de vida así como ocurrió en el caso de Azángaro para lo que se planteó una metodología que pueda establecer un tiempo acorde al periodo de vida para la cual fue diseñada la estructura, lamentablemente se tiene el antecedente de ejecución de obra que no cumplió su periodo por cuestiones externas como son los fenómenos climatológicos en la zona, esto repercute en el libre desenvolvimiento de la población de la ciudad de Azángaro, utilizando el diseño planteado, afectaría de manera positiva a la actividad economía, ya que los costos de transporte disminuirán y el aspecto de la ciudad mejorará. Se empleó la metodología AASTHO 93 y PCA empleando pavimentos de concreto hidráulico de $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ aplicando metodologías que en ese entonces no se utilizaban en la entidad municipal para lograr una mejoría en la calidad de los materiales de pavimentación con esta referencia. Calla (2015)

Actualmente las calles que conectan la ciudad de Puno no cuentan con suelos completamente estables por lo que surge la necesidad de emplear nuevos aditamentos naturales que puedan influir sobre los suelos cohesivos que se presentan en la ciudad de Puno, caso pertinente a comentar es la situación de las calles del centro poblado de Salcedo, esta al ser una de las zonas con mayor

crecimiento poblacional, sus calles y avenidas no cuenta con una carpeta de rodadura ideal, se ha observado que al pasar el tiempo se han presentado daño al elemento vial el cual ha sido construido de pavimento flexible.

El suelo del centro poblado de Salcedo la subrasante no es segura en donde la estabilidad y la durabilidad no garantiza el buen comportamiento de la estructura del pavimento, provocando hundimientos, fisuramiento y agrietamiento como se puede apreciar en la figura 5.



Figura 5. Avenida deteriorada salcedo

Existe una uniformidad de suelos donde se conoce que es un tipo de suelo arcilloso limoso el cual tiene un valor de CBR de 6%, donde la plataforma de las calles presenta pérdida de los finos, asentamientos o hundimientos notorios que perjudican al tránsito vial, de la misma forma, se observa en la subrasante presencia de fallas transversales, longitudinales y diagonales. Esto debido a los factores climatológicos devastadores que azotan a los pavimentos de la Región de Puno y peor en tiempos de lluvia entre los meses de noviembre a marzo. Y más aún en la zona de Salcedo ya que el nivel freático es demasiado alto, debido a que está a orillas del lago Titicaca. También uno de los factores de la destrucción de la vía, es el tránsito vehicular como también vehículos de alto tonelaje haciendo que no sea suficiente la capacidad de soporte de la plataforma de pavimento rígido como se puede apreciar en la figura N° 6.



Figura 6. Estado actual de calles y avenida salcedo

Cabe resaltar que en la mayoría de los trabajos viales la conformación y característica de los suelos no es la misma, por lo que en las calles del centro poblado Salcedo – Puno, se cuenta con suelos inestables, con valores de CBR < 6%, requiriendo en gran parte de las calles trabajos de mejoramiento y estabilización de suelos, por lo expuesto anteriormente surge la formulación del problema general donde se plantea emplear el uso de polímeros naturales para ver el comportamiento que surte sobre la subrasante.

Para ello es necesario determinar la cantidad óptima de polímero adhesivo natural esto con la finalidad de mejorar la capacidad de soporte y densidad máxima en la subrasante, de la Zona del centro poblado de Salcedo-Puno.

Formulación del Problema

Problema General:

¿Como el polímero adhesivo natural mejoraría la capacidad de soporte y densidad máxima de sub rasante de pavimentos rígidos, Salcedo - Puno 2021?

Problemas específicos:

¿Con una proporción establecida se lograría una mejor compactación y reducción de vacíos utilizando el polímero adhesivo natural?

¿Con una proporción establecida se reducirá los valores de plasticidad utilizando el polímero adhesivo natural?

¿Con una proporción establecida se reduciría los costos de ejecución utilizando el polímero adhesivo natural?

Objetivos

Objetivo general

Mejorar la capacidad de soporte y densidad máxima de subrasante de pavimentos rígidos, Salcedo - Puno por medio del polímero adhesivo natural.

Objetivos específicos

Lograr una mejor compactación y reducción de vacíos utilizando el polímero adhesivo natural por medio de una proporción establecida

Mejorar el índice de plasticidad utilizando el polímero adhesivo natural por medio de una proporción establecida.

Reducir los costos de ejecución utilizando el polímero adhesivo natural por medio de una proporción establecida.

Hipótesis

Hipótesis General

El polímero adhesivo natural mejorara la capacidad de soporte y densidad máxima de subrasante de pavimentos rígidos, Salcedo - Puno

Hipótesis específicas

Una proporción establecida lograra una mejor compactación y reducción de vacíos utilizando el polímero adhesivo natural

Una proporción establecida reducirá los valores de índice de plasticidad utilizando el polímero adhesivo natural en un 10%.

Una proporción establecida reducirá los costos de ejecución utilizando el polímero adhesivo natural en un 2%.

Justificación del Estudio

Justificación técnica

Esta investigación es justificable al dirigir la búsqueda hacia nuevas aplicaciones que puedan mejorar la condición de una subrasante mediante la estabilización de suelos, de esta manera verificar la empleabilidad de este insumo como es el polímero adhesivo natural y la influencia en los parámetros de resistencia que demanda el reglamento vigente.

Justificación social

Se justifica socialmente debido a que se contribuirá en nuevos conocimientos se contará con nuevas alternativas de conformación de la subrasante que permita el normal desarrollo de las capas siguientes de la estructura del pavimento, de esta manera contribuyendo al conocimiento de ingeniería civil, mediante la acotación de una solución para poder ser empleada en los casos que el profesional lo requiera.

Justificación económica

La justificación de carácter económico se justifica puesto que el recurso empleado para esta investigación se trata del polímero adhesivo natural, de esta forma el ingeniero civil se le provee de una solución en lugares donde no se tenga mucha cobertura de materiales tradicionales de mejoramiento u optimización pudiéndose emplear para mejorar los parámetros de calidad de trabajo terminado como primera instancia para que en capas posteriores tener un normal desarrollo de ejecución de proyecto, indudablemente repercutiendo positivamente en la economía del proyecto.

Justificación ambiental

Se justifica ambientalmente debido a que se tendrá una significativa reducción de impacto ambiental comparado al transporte y manipulación de elementos químicos, de igual forma se pretende mitigar los impactos sobre aguas freáticas o subterráneas con la aplicación del polímero adhesivo natural, practicando ideologías para comprobar la funcionalidad del insumo utilizado conjuntamente con el material afirmado (escarificado).

Delimitación

Delimitación temporal

La investigación se desarrolló en el mes de abril del año 2021 trabajándose alrededor de 4 meses siguientes, para recabar formalmente la información del lugar donde se pretende realizar la aplicación del insumo y así caracterizar a los suelos a emplear.

Delimitación espacial

Este punto quedo constituido por el centro poblado de Salcedo como se muestra en la figura 7, esta se encuentra localizada a 5 km. De la ciudad de puno a orillas del lago Titicaca en dirección sur - este, colindando con la ciudad de puno. Contando con una población de 29,356 personas censadas.

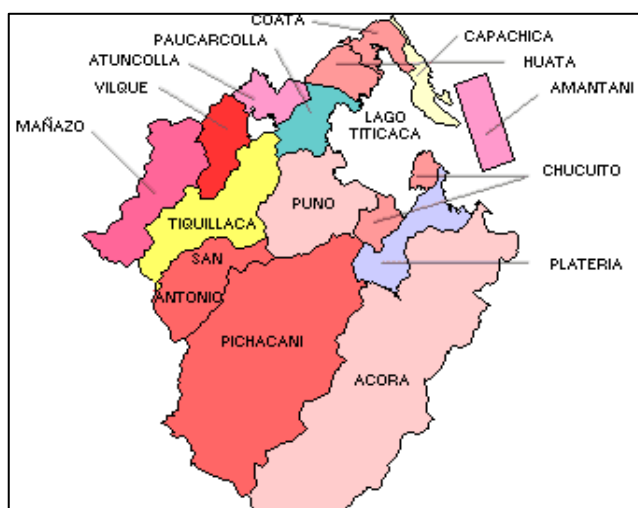


Figura 7. Provincia de Puno y sus distritos

Fuente: <https://bit.ly/3b6ikmz>

II. MARCO TEÓRICO

Trabajos previos

Internacionales

Ayala (2017), en su investigación (Pregrado) denominado “Estabilización y control de suelos expansivos utilizando polímeros”, realizado para la Universidad de Especialidades Espíritu Santo – Samborondón. Tiene por objetivo lograr una estabilización adecuada de suelos expansivos mediante la utilización de polímeros. El método de investigación empleado es de carácter cuantitativo. Los resultados determinaron que dentro de las tres muestras evaluadas se hallaron contenidos de humedad natural con los porcentajes (24.10%, 26.10% y 33.10%), en cuanto a los límites de atterberg y los índices de plasticidad hallados para la primera unidad de muestra se determinaron los siguientes valores (LL 56.00, LP 21.08 e IP 34.90), por lo que a su misma vez se estableció según la clasificación SUCS que el suelo contemplado en la evaluación se dio por un CH, en cuanto a la unidad de muestra número dos dio paso a los siguientes valores (LL 35.70, LP 25.03 e IP 10.70), denotando dentro de su estructura una clasificación de suelos según la clasificación SUCS un CL, finalmente la muestra número tres dio paso a los siguientes valores (LL 30.30, LP 9.95 e IP 20.30) dando pase a una clasificación mediante el método SUCS de CL. Tras la evaluación del ensayo Proctor se determinaron los siguientes valores establecidos en el contenido de humedad óptima y la densidad seca máxima para la UM 01 (15.00% y 1670 kg/m³), UM 02 (15.00% y 1740 kg/m³), UM 03 (26.00% y 1425 kg/m³). Concluyendo que tras los ensayos realizados en la presente investigación se pudo definir que la estabilización con polímeros no genera un gran cambio dentro de la subrasante por lo que los polímeros dentro de los suelos arcillosos no son favorables en su aplicación ya estos aditamentos tienden a hacer decrecer las características mecánicas de dicho suelo.

Zambrano y Casanova (2016), en su investigación (Pregrado) denominado “Uso de polímeros como estabilizador de suelos aplicado en vías de arcilla (CL) y grava arcillosa (GC)”, realizado para la Universidad de Especialidades Espíritu Santo – Samborondón, tiene por objetivo estabilizar el suelo arcilloso y una grava arcillosa mediante el uso de Polímeros. El método de investigación aplicado es de carácter

aplicada – experimental. Donde se hallaron los resultados que establecieron ante los límites de atterberg dieron pase a los valores de (WL 46.00, WP 20.00 e IP 26.00), donde el tipo de suelos encontrado es (A-2-7) – (GC) según la tabla de clasificación AASTHO y SUCS respectivamente, en cuanto a la unidad de muestra numero dos se presentaron los siguientes valores correspondientes a (WL 47.00, WP 20.00 e IP 27.00) dando pase a las clasificaciones de suelos mediante la AASTHO – SUCS (A-7-CL) respectivamente. Mediante el ensayo CBR se pudieron determinar que los valores alcanzados fueron de 14.60% y 23.70% para la muestra patrón, e incluyendo el polímero en diferentes dosificaciones se pudieron determinar que los valores alcanzados fueron de 36.50% y 42.85%. Concluyendo que el empleo de polímeros encima los terrenos de fundación son altamente viables ya que de acuerdo a las características generas se pudieron obtener aumentos en las funciones mecánicas del 14%.

Rodríguez Edgar [et al] (2006) en su artículo de investigación denominado “Influencia de la inclusión de desecho de PVC sobre el CBR de un material granular tipo subbase”, desarrollado para la Revista de Investigación Ingenierías de la Universidad de Medellín. Tiene por objetivo en determinar la influencia a emplear PVC a un material de sub – base. El método de investigación empleado es de carácter aplicada. Los resultados demostraron que, tras emplear el material reciclado de PVC, sobre un suelo natural, se denotaron cambios en las características como el CBR y el índice de plasticidad, donde se presenciaron los siguientes resultados con la aplicación del 4%, 8% y 10%. CBR 8.15%, 9.89% y 5.12%, respectivamente. Concluyendo que el empleo de PET en suelos blandos es bueno, aplicándolo hasta en un 8%, en tanto se denoto un declive al emplear el 10%.

Cajamarca y Acero (2015) en su artículo de investigación denominado “Comparación técnica de pegantes para cerámica con contenidos de látex y polímeros”, desarrollado para la Revista de Investigación de la Universidad Católica de Colombia. Tiene por objetivo realizar ensayos de laboratorio de acuerdo a la norma NTC 4381, con el fin de definir una comparación técnica entre adhesivos para cerámica que contengan látex y polímeros utilizados en la industria de la construcción. El método de investigación es de carácter aplicada – experimental.

Los resultados probaron que en cuanto a la calidad y seguridad para obedecer con las delimitaciones exigidas por la Norma Técnica Colombiana NTC 43819 y para así al momento de realizar un proyecto para establecer en cuál de estos implementados para brindar mayor confiabilidad en el momento de uso y ofrece acabados duraderos, cómodos, así mismo, consolidar calidad acorde a las exigencias de hoy en día. Concluyendo que se delimito la capacidad de adherencia a través de la tracción de dos muestras, posteriormente del secado el Portland arrojó 180 Kg/cm² de tracción, así mismo que el Pegaor demostró una fuerza de tracción de 130 Kg/cm². El ensayo de resistencia a la tracción, empleando la fuerza de tensión se nota que el comportamiento del Portland muestra más propiedades de agarre, por consiguiente, se da con la certeza de que las deformaciones son diferentes en una parte mínima. Los ensayos de laboratorio hechos bajo las limitaciones de las normas técnicas de algunos adhesivos para cerámicas, estas dan resultados hacen que se tome en cuenta a la hora de escoger que clase de requisito o exigencia es necesario para una determinada adaptación.

Suárez (2018) en su investigación (Pregrado) denominado “Obtención de productos adhesivos a partir de pirólisis de llantas recicladas”, desarrollado para la Universidad de La Sabana – Colombia. Tiene por objetivo evaluar el uso de los residuos de llantas para obtener productos adherentes por medio del método de pirolisis, para el uso en la industria del calzado y la marroquinería. El método de investigación es de carácter experimental – cuantitativo. Los resultados determinaron que al recolectar 2 tipos de neumáticos de distintos vehículos GSP2 y CHM217 (auto, camión), los que fueron obtenidos en el depósito de neumáticos en el occidente de la ciudad de Bogotá – Colombia. Para luego realizar la trituración mecánica, donde se obtuvo piezas de tamaños heterogéneos. En cambio, después de obtener las muestras de los vehículos se notó que hay la posibilidad de recuperar la mayor cantidad de caucho de los neumáticos del camión, por lo que aparentemente se trata a las especificaciones técnicas que necesitan los neumáticos para este tipo de vehículos, por las condiciones en las cuales dichos son sometidos a un gran trabajo. Después de obtener las muestras, estas fueron sometidas al proceso de pirolisis. Concluyendo que los resultantes obtenidos presentan una fuerza de adhesión de 6.53, en las cuales incumben a los productos comercialmente empleados, así mismo el precio de elaboración de este material

sea menor al 40% con respecto a los productos comerciales ampliamente empleados en la industria de la marroquinería y calzado. En la cual nos brinda una solución para disminuir la contaminación ocasionados por los neumáticos. Es factible concluir que los residuos de los neumáticos son muy útiles para la elaboración de productos adherentes donde se puede alcanzar una fase líquida nutritiva en compuestos de hidrocarburos empleado en la elaboración de adhesivos, de tal manera la mejor temperatura para obtener una gran cantidad de fase líquida es 475°C, así mismo la mayor cantidad de extracto restablecido la presentan los neumáticos de los camiones ya que estas presentan delimitaciones técnicas que están a favor de la presencia de productos hidrocarburos que pueden ser empleadas para la fabricación de materiales adherentes.

Felixberger (2008) en su investigación (Pregrado) denominado “Adhesivos de colocación en capa delgada modificados con polímeros”, desarrollado para la Universidad Augsburg PCI. Tiene como objetivo determinar la composición de adhesivos de colocación en capa delgada modificados con polímeros. El método de investigación es de carácter aplicada. Los resultados determinar que, en la actualidad, el ensayo de elasticidad se realiza mediante la medida de la formación transversal de la muestra del mortero curado según la norma EN 12002:2003 aunque existen algunas dificultades en la reparación de las probetas, el módulo de ensayo es razonable. Concluyendo que la resolución de la capacidad de adherencia bajo tracción se describe en las normas, pero limitantes para emplearlas en la vida real.

Nacionales

Palli (2015) en su investigación (Pregrado) denominado “Guía básica para estabilización de suelos con cal en caminos de baja intensidad vehicular en la provincia de San Román”, desarrollado para la Universidad Nacional de Altiplano. Tiene como objetivo determinar la influencia de la estabilización de suelos con cal en las propiedades mecánicas de los suelos plásticos y elaborar una guía básica para estabilización de suelos en caminos de baja intensidad vehicular en la provincia de San Román. El método de investigación es de carácter experimental. Los resultados determinaron que tras efectuar los límites de consistencia se lograron presenciar que las canteras evaluadas cumplen con las especificaciones

dotadas por la EG – 2013, en tanto tras incorporar el aditamento detallado en la investigación mencionada se vio una leve variación del índice de plasticidad en 4 y 9% generando un incumplimiento sobre esta característica. Concluyendo que la incorporación de la cal sobre el suelo mejora significativamente sobre las características mecánicas, en tanto tras emplearlo sobre las características físicas se denoto una disminución de este componente, afirmando que la cal es altamente viable para estabilizar suelos blandos debido a sus propiedades puzolánicas.

Cortes (2018), según su investigación (Pregrado) denominado “Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú”, desarrollado para la Universidad de Piura. Tiene por objetivo emplear el uso de estabilizadores eficaces y sostenibles al posibilitar la reutilización de suelo existente luego de cumplir su vida útil y que, durante su ejecución, no presentan el agrietamiento por contracción propio de los estabilizadores convencionales. El método de investigación es de carácter aplicada. Los resultados demostraron que, el empleo de polímeros en el Perú es muy escaso, por lo que para detallar el debido procedimiento de este material en la norma los proveedores de polímeros plantean seguir el procedimiento establecido en la ciudad de Australia, por lo que se evaluaron diferentes muestras en suelos blandos, en los cuales se incorporaron 5%, 10% y 20% de polímeros, donde se caracterizaron las capacidades de soporte y los índices de plasticidad. Concluyendo que el empleo de estos materiales es altamente viable para mejorar los suelos, en tanto se debe contener un debido procedimiento para lograr este mejorar el suelo.

Romero y Sañac (2016), en su investigación (Pregrado) denominado “Evaluación comparativa mediante la capacidad de soporte y densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentajes de 0.5%, 1%, 2% y 3% frente a un suelo natural para sub rasante de pavimento rígido de la urb. San Judas Chico – Cusco”, desarrollada para la Universidad Andina del Cusco. Tiene por objetivo evaluar comparativamente mediante la capacidad de soporte y densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentajes de 0.5%, 1%, 2% y 3% ante a un suelo natural para sub – rasante de pavimento rígido de la Urb. San Judas Chico – Cusco. El método de investigación es de carácter experimental – aplicada – descriptiva. Los resultados pudieron evidenciar que el

CBR de la muestra de arcilla va incrementando de acuerdo al porcentaje de polímero adhesivo natural, pero va bajando a partir de la colocación del 2% de polímero adhesivo natural. El aumento o desarrollo no tiene una variación notable entre dato y dato. La subrasante es de una calidad insuficiente con la aplicación de polímero adhesivo natural de 0.3%. esta subrasante tiene una calidad regular con la aplicación de polímero adhesivo natural que cambia de 0.4% - 0.6%. la subrasante tiende a ser buena con la aplicación de 0.7% - 1.7% la subrasante aun tiende a ser buena, por lo cual el porcentaje de aditivo sobrepasara por lo que no es económico. Concluyendo el empleo del polímero adhesivo natural es altamente viable en ciertas dosificaciones, generando el mayor valor a la cantidad del 1.5%, en tanto a mayor incorporación disminuye las capacidades del suelo.

Capia (2020), según su investigación (Pregrado) denominada “Estabilización de suelos arcillosos mediante el uso de polímeros reciclados PET a nivel de la subrasante de la carretera Juliaca – Caminaca, 2019”, realizada para la Universidad Peruana Unión. Tiene como objetivo estabilizar los suelos arcillosos mediante el uso de polímeros reciclados PET a nivel de la subrasante de la carretera Juliaca – Caminaca. El método de investigación es de carácter aplicada – descriptivo. Los resultados pudieron evidenciar que se tomaron como estudio las siguientes progresivas Km 2+000, Km 2+500, donde se tomaran las muestras para efectuar los ensayos in – situ y 3 calicatas de una profundidad de 1.50 m. estas fueron ensayadas en el laboratorio para suelos en estado natural y con la aplicación del 1%, 3% y 5% de polímeros reciclados PET, se efectuó un total de 36 ensayos de CBR. Lo cuales los ensayos efectuados in – situ en dos puntos, los resultados dieron para CBR= 5.31% y CBR= 5.34%. De tal manera, efectuando las calicatas se pudo notar que el suelo de la sub – rasante está dividido en dos tramos conforme las características mecánicas y físicas con un CBR AL 95% D.M.S donde en el primer tramo se nota CL ML con un CBR de 5.41%, mientras tanto que en el segundo tramo se nota CL con un CBR de 5.78%; según el Ministerio de Transportes Y Comunicaciones (2013), nos recomienda cambiar y mejorar la sub – rasante. Con los resultados obtenidos concluimos que para un suelo natural el CBR de 5.41% y con la aplicación de 3% de polímeros reciclados PET se aumenta el CBR al 6.19% D.M.S, dando así que el 3% como óptimo. Concluyendo que se demuestra parcialmente a la hipótesis que dice: hay una dosificación proporcionada

de los polímeros reciclados PET como aplicación para estabilizar la sub – rasante. Según los resultados se observa que para un suelo natural más la aplicación del 3% de polímero reciclado PET incrementa su capacidad para un soporte CBR de un 0.58% hasta 0.87% de su capacidad de soporte CBR de suelo sin adición. Concluyendo que la adición de polímero reciclado PET logra mejorar su resistencia a la deformación de cargas de polímero reciclado PET logra mejorar su resistencia a la deformación de cargas vehiculares si logramos agregar una dosificación de 3% de polímeros reciclados PET, ya que el polímero es un material resistente de baja densidad que ayuda a tener mayor resistencia al corte y fricción. De acuerdo a la hipótesis nos dice que: la utilización de los polímeros reciclados PET reduce el espesor del diseño estructural del pavimento. En el diseño estructural del pavimento flexible depende de la cualidad del material de la sub – rasante depende en mayor parte los espesores del pavimento habiendo la sub – base, base y carpeta asfáltica; la reducción de espesor es mínima ya que al adicionar el polímero reciclado PET aumenta en 0.87% del CBR de suelo natural, razón por la cual en el diseño de pavimento solo reduce la sub base.

Quispe y Sañac (2019), en su investigación (Pregrado) denominada “Influencia de la incorporación de plástico reciclado triturado – PET en el mejoramiento del suelo a nivel de sub rasante en la prolongación de la Av. Micaela Bastidas, Tamburco - Abancay, 2018”, desarrollado para la Universidad Politécnica de los Andes. Tiene como objetivo determinar la influencia de la incorporación de plástico reciclado triturado – PET en el mejoramiento del suelo a nivel de sub rasante en la prolongación de la Av. Micaela Bastidas, Tamburco, Abancay, 2018. El método de investigación es de carácter básica – aplicada. Tras efectuar los ensayos de laboratorio se determinaron los siguientes resultados, el suelo sin incorporación de algún aditamento tras efectuar el ensayo de granulometría doto de una caracterización de que la subrasante necesita mejoramiento debido a que el suelo que presenta es un limo, por otro lado, el CBR promedio que se genero en este punto es de 3.40%, en tanto el PRT-PET 2% doto de un CBR de 9.09%, mejorando esta característica en un 24%, así mismo la variación que se repercutió en el índice de plasticidad se reducido en un 25%, debido a la característica que fomenta el material PET, el PRT-PET 5%, redujo la capacidad de soporte en un 12%, alcanzado valores de 7.05%, y aumentando el índice de plasticidad en un 10%.

Concluyendo que el empleo de este aditivo PET, mejora en cierta medida las características del suelo siendo su valor óptimo el del 2%, en tanto a mayor incorporación de PET se denota una degradación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo, por lo que emplear este insumo no es viable para infraestructuras viales.

Teorías relacionadas al tema

Polímeros

Se entiende a los polímeros como macromoléculas conseguidas a partir de la unión covalente repetida de monómeros y el proceso de formación se llama polimerización, así como se puede visualizar en la figura 8, estos pueden ser inorgánicos, como es el caso del vidrio, es usual que los polímeros sean de interés industrial cuando hablamos de compuestos orgánicos compuestos derivados de los hidrocarburos. Meneses, Corrales y Valencia (2008 pág. 56).

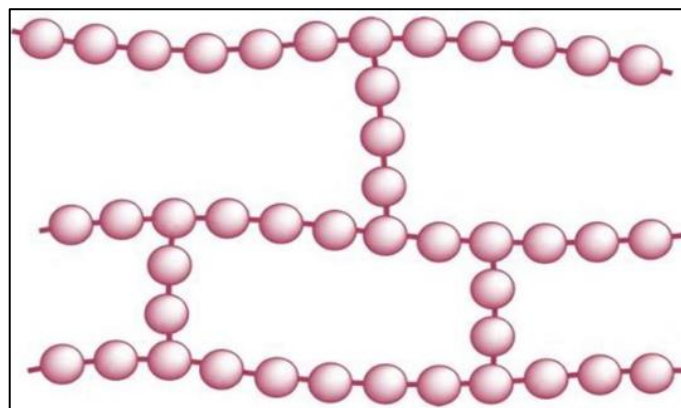


Figura 8. Estructura de un polímero

Fuente. <https://bit.ly/3vqliZZ>

Dependiendo de las características de determinado material podremos diseñar un polímero con las características específicas que deseemos. (Elasticidad, reflectante, resistencia, dureza, fragilidad, opacidad, maleabilidad, aislante, etc.). por su función y origen son (polímeros naturales, polímeros artificiales y polímeros sintéticos). Díaz y Valero (2021 pág. 18).

Usualmente los polímeros sintéticos son utilizados en las diferentes industrias, las cuales son inventadas por el ser humano. Los cuales son aplicados en carreteras con el objetivo de incrementar la estabilidad de agregados y de esta manera

disminuir la dispersión de las arcillas, así como se visualiza en la figura 9. Castro Ruben [et al] (2020 pág. 111)..



Figura 9. Polímero estabilizador de carreteras

Fuente. <https://bit.ly/3wNXK2T>

Generalmente los cauchos, plásticos y material de fibra son denominados polímeros sintéticos. En caso de las técnicas que se utilizan en la estabilización no se encuentra estudiadas a profundidad, aun cuando en el mercado no se puede encontrar fácilmente los insumos creados a partir de polímeros. La empleabilidad de este insumo en la estabilización tiene la misma finalidad que otras técnicas de con el objetivo: Impermeabilizar y estabilizar el suelo con el fin conseguir condiciones adecuada para el uso vial. Salazar Margarita [et al] (2020).

Polímero adhesivo natural

Se define como adhesivos de origen natural a todo aquello que es producido o extraído de los recursos naturales que se encuentra en el planeta, los recursos, así como los animales y vegetales, el almidón, así como se visualiza en la figura 10, la goma producida a partir de cecina o caucho natural, son ejemplo de pegamentos de origen natural. Estos fueron los primeros pegamentos que se llegaron a descubrir y que se utilizó a lo largo de la historia de la evolución de los adhesivos. Caldera y Herrera (2019 pág. 3).



Figura 10. Polímero natural (Almidón)

Fuente. <https://bit.ly/3oQhGPE>

Colas animales

Son elaboradas a partir del colágeno, proteína que está presente en la piel y cartílago. Son presentadas de forma sólida (láminas, escamas, sémolas, tabletas y perlas), también es presentada en forma de líquida. Generalmente proviene de conejos, ovinos y animales vacunos, a partir de cocción de la piel y del hueso en algunos se obtiene de residuos de animales, otra forma de adquirirlo es a través de pescados, dentro de ellos la mayor demandada es la de esturión la cual entrega una mayor calidad. Las gomas de origen animal aún son utilizadas para restauraciones, esto debido a sus características parecidas a los sintéticos originales, y de la igual forma a su propiedad de reversibilidad con el contacto al agua caliente, a pesar de que muestra inconvenientes en la preparación, conservación, endurecimiento y cristalización. (2016 pág. 36).

Componentes físico – químicos

En la tabla 1. Se presentan todos los componentes físico químicos que pueden contener los polímeros adhesivos naturales.

Tabla 1. Componentes del polímero adhesivo natural

Componentes	Porcentajes
Proteína	75.50%
Humedad	8.80%
Carbohidratos	13.60
Ceniza	1.20%
Grasa	0.90%

Fuente. Romero y Sañac (2016 pág. 65).

Tipos de polímero adhesivo natural

Los polímeros adhesivos naturales se vienen clasificando en ocho tipos los cuales se enmarcan dentro de la tabla 2.

Tabla 2. *Tipos de polímeros adhesivo natural*

Tipo de polímero natural	Definición
Cola de liebre	Cola original producida con piel y cartílago de liebres.
Cola de conejo genuina	Producida a partir de animales, aplicada en el tratamiento para consolidar capas pictóricas, adhesiones y demás. Tiene forma de placas.
Cola de cartílagos	Tiene una adhesión alta, tiene gran similitud con la cola a partir de conejo, en cambio esta goma proviene a partir de bovinos: su forma es granular.
Cola de carpintero	Es conocida como cola de pencas, hoy en día fue cambiada por cola blanca aplicada en la carpintería. Es empleada en sentado de color y para la dar origen a la paste en forraciones de cuadros. Su forma es en placas y perlas.
Cola de encuadernación	Cola a partir de animales de coloración blanquecina, en forma de polvo de encuadernación.
Gelatina de pescado	Cola a partir de animales que esta constituida pro espinas y otros productos de pescados. Por sus características como, bajo peso molecular y viscosidad, se empleabilidad en pequeñas cantidades es adecuada en la protección y consolidación de capas pictóricas.
Fu-nori	Proviene a partir de la extracción de mucilago de 3 algas marinas; es empleada en la consolidación de pinturas mates y gráficas, gracias a su óptima calidad óptica.
Cola de esturión rusa	Su origen es a partir de pieles y espinas de este pez; se cree que es la cola con un alto grado de pureza y compactación, a su ves otorga una adherencia en concentraciones bajas, a su ves tiene un alto grado de penetración. Gracias a sus optimas características es adecuada su empleabilidad en consolidad de capas pictóricas y de su preparación. Se utiliza generalmente en países nórdicos y al este de Europa.

Fuente. QMT (2016).

Aplicación del polímero adhesivo natural

Las aplicaciones cotidianas en las cuales se emplea el uso del polímero natural son las siguientes:

Restauración

En la restauración aún se utiliza las colas animales por las propiedades que posee y las características semejantes a las utilizadas inicialmente, así mismo por su reversibilidad con agua caliente, a pesar que muestran inconvenientes en la preparación, endurecimiento, conservación y cristalización. Romero y Sañac (2016 pág. 66).

Carpintería

Desde el inicio de la construcción existió la herramienta de los adhesivos. En carpintería y bricolaje esta herramienta es esencial para esta actividad. No existe un registro desde el inicio de la empleabilidad del pegamento aplicado en madera, sin embargo, hoy en día se sigue elaborando a partir de restos de animales y huesos, con una finalidad artesanal. Romero y Sañac (2016 pág. 66).

Tarrajeo

El tarrajeo que tiene las viviendas de material a partir de barro en zonas alto andinas son fácilmente visualizados en los alrededores de la ciudad de Cusco, utilizando la cola de carpintero en cantidades experimentales. Romero y Sañac (2016 pág. 67).

Estabilización de suelos

La estabilización del suelo incrementa o se tiene control de la estabilidad volumétrica, incrementa la resistencia y el módulo esfuerzo-deformación, incrementa su permeabilidad, eficacia y disminuye su susceptibilidad al agua, como se puede visualizar en la figura 11. Se necesitan realizar los ensayos de laboratorio y también pruebas de campo para analizar la productividad de la técnica. Se utilizan los suelos que poseen baja calidad, impidiendo la extracción y el traslado a vertedero, incrementa su resistencia a los agentes climáticos, así como la erosión y la helada, el cual facilita el traslado en terrenos donde no se puede realizar prácticas, donde se requiere la adquisición de una plataforma estable que posea un apoyo firme de infraestructura lineal, que coopera estructuralmente consigo mismo. Yepes (2017 pág. 2).



Figura 11. Proceso de estabilización por reciclado

Fuente. <https://bit.ly/3bXBMIN>

Estabilización con polímeros

Los polímeros trabajan como agentes catalíticos de supresión iónica encima de una porción activa de las arcillas disminuyendo la capacidad electrostática de las partículas, despojando la capacidad para absorber agua, así como se visualiza en la figura 12. Esto con la finalidad de que el suelo posea superior capacidad de carga y que posea una estabilización duradera. Curitomay (2018 pág. 84).



Figura 12. Estabilización de suelos con polímeros

Fuente. <https://bit.ly/3bVB8oK>

Suelo

Se define al suelo como material de construcción con mayor antigüedad, complejidad y usado por los profesionales en ingeniería, así mismo las propiedades físico-químicas y mecánicas, así como de la resistencia, compresibilidad, estabilidad volumétrica, permeabilidad y durabilidad, las cuales son de mayor importancia en la ingeniería, generalmente la mayoría de las estructuras civiles esta cimentadas encima de la superficie de la tierra o dentro de ella, la clasificación de los suelos de acuerdo en la tabla 3. Aguirre Ana [et al] (2020 pág. 2).

Tabla 3. *Tipo de suelos*

Descripción	Símbolo
Suelos con perfil de textura uniforme	U
Suelos con perfil de textura doble	D
Suelos con perfil de textura gradual	G
Suelos orgánicos	O

Fuente. Sánchez, Quimbayo y Sterling (2015).

Arcillas

Se define arcilla a todo sedimento o almacenamiento de mineral que al humedecerse se hace plástico y esta se conforma con un material granuloso el cual es muy fino. Donde el tamaño de sus partículas es menor a 4 micras y están compuestas especialmente de silicatos de aluminio hidratado. Picasso y Sun (2008 pág. 4).

La manera más eficaz de identificar un tipo de terreno es elaborando pruebas o exámenes los cuales nos otorgaran los datos exactos de su composición, pero en campo lo más recomendable es realizar una prueba humedeciendo y amasando la tierra, ya que se cuentan con diferentes tipos de arcillas las cuales quedaran enmarcadas dentro de la tabla 4. Garcia, Florez y Medina (2018 pág. 2).

Tabla 4. Clasificación de arcillas según su origen

CLASIFICACION DE ARCILLAS SEGÚN SU ORIGEN					
Arcillas	Materia residual	Sin movimiento durante la formación	Productos de meteorización ordinaria	De rocas Cristalinas	Arcilla residual Caolín primario
				De rocas sedimentarias	Arcilla residual impura Arcilla caolinita
		Productos de meteorización ordinaria más acción química	De rocas cristalinas	Bauxita	
			Rocas sedimentarias	Bauxita Diásporo	
	Materia Transportada	Depositado en aguas sin o poca acción de corrientes, en mares, lagos, pantanos, etc.	Productos de meteorización ordinaria	Lutita argilaceo Limo argilaceo	
			Productos de meteorización ordinaria más intensa acción química adicional	Caolín sedimentario Arcilla bola Algunas bauxitas Arcillas bituminosas Diásporo	
		Depositado por aguas de suave movimiento, arroyos, estuarios, etc.	Productos de trituración algo meteorizados	Lutita silíceo Limo silíceo	
		Depositado por acción glacial	Productos de abrasión más ligera meteorizados	Arcilla glacial o till	
		Depositado por vientos	Productos de abrasión más ligera meteorización	Loess	

Fuente. Zea (2014 pág. 19).

Las propiedades del suelo se derivan en factores sobre la textura, temperatura y cohesión. La textura en un suelo arcilloso se muestra con una suave capa (fina) la cual está formada por partículas muy finas, en otros términos, se le considera un terreno sumamente pesado. Sobre la temperatura del suelo arcilloso este viene siendo frío, este tipo de material tiene a tener pocas probabilidades de subir su temperatura. Esto se origina tras la acumulación que se orienta en los espacios vacíos mantenimiento un ámbito húmedo. Rios María [et al] (2010 pág. 226).

Plasticidad

La plasticidad es una propiedad de la estabilidad del suelo que llega a un punto límite de humedad que no llega a la desintegración, en donde la plasticidad no está relacionado a los elementos grueso que posea el suelo, sino que está más relacionado a sus elementos finos que tenga. al realizar el análisis granulométrico nos permite saber esta propiedad y es por esta razón que se necesita realizar los Límites de Atterberg. Romero y Sañac (2016 pág. 67).

Límite Líquido

Hace referencia a la cantidad de humedad poseía por el suelo para que se comporte como de forma plástica. En este punto la cantidad de humedad del suelo se encuentra en la cúspide que llega a cambiar su comportamiento a como un fluido, este se puede determinar a través del ensayo de la copa de Casagrande como se puede visualizar en la figura 13. Chavarry, Figueroa y Reynaga (2020 pág. 46).



Figura 13. Ensayo de límite líquido

Fuente. <https://bit.ly/3wzEhTd>

Límite Plástico

Consiste en que la cantidad de humedad por debajo se llega a denominar como material no plástico, la elaboración del procedimiento que se realiza se muestra en la figura 14. Chavarry, Figueroa y Reynaga (2020 pág. 49).



Figura 14. Ensayo de limite plástico

Fuente. <https://bit.ly/3oQP712>

Límite de Retracción

Es la humedad obtenida de la pérdida de coherencia en la falta de agua en el momento donde el suelo se fisura. Es definido como humedad justa y suficiente que llana los poros en el momento que el suelo llega a su volumen mínimo, cada vez es menos su empleabilidad, teniendo la tendencia a desaparecer. Diaz (2018 pág. 26)

Índice de Plasticidad

Nos indica la dimensión del intervalo de la humedad, la misma, que nos ilustra la tabla 5, cuando las características del suelo tienen consistencia plástica y nos permite realizar la clasificación más detallada del suelo. Cuando el índice de plasticidad es mayor esta se relaciona a un suelo muy arcilloso, en cambio si el índice de plasticidad es mínimo esta es relacionada a un suelo poco arcilloso. Pino y Tejeda (2013 pág. 4).

El índice de plasticidad está representado matemáticamente la siguiente ecuación.

$$IP = W_L - W_p$$

I_p = Índice de Plasticidad

W_L = Limite Líquido

W_p = Limite Plástico

El índice de plasticidad nos facilita realizar la clasificación de acuerdo al IP, de la que muestra la clasificación en la tabla 5, así como también se clasificará de acuerdo a la figura 15:

Tabla 5. Características de suelos según índices de plasticidad

Índice de plasticidad	Características
IP > 20	Suelo muy arcilloso
20 > IP > 10	Suelos arcillosos
10 > IP > 4	Suelos pocos arcillosos
IP = 0	Suelos extensos de arcillas

Fuente. Díaz (2018 pág. 26).

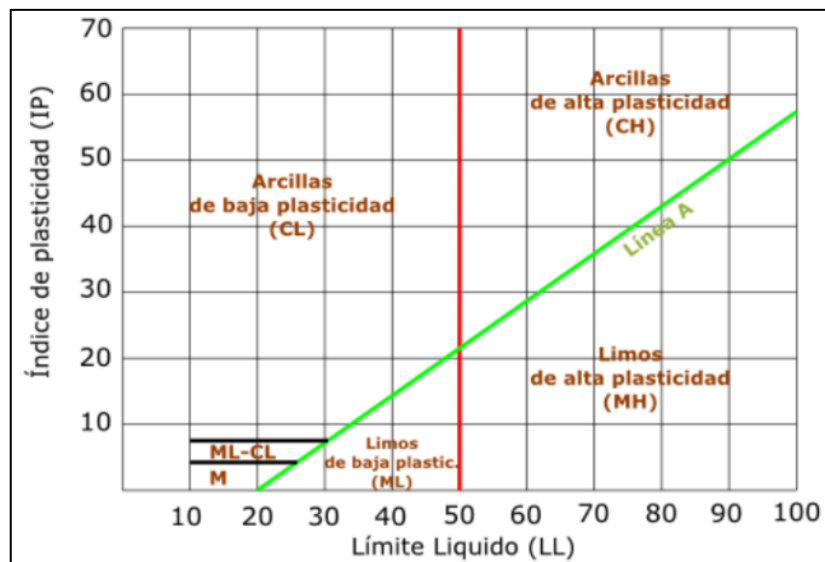


Figura 15. Carta de plasticidad (S.U.C.S.)

Fuente. <https://bit.ly/2RM3yLf>

Para poder determinar el índice de liquidez es necesario conocer el límite líquido, límite plástico y humedad aplicando la siguiente expresión matemática.

$$IL = \frac{W_a - W_p}{W_L - W_p}$$

IL = Índice de Liquidez

W_L = Límite Líquido

W_p = Límite Plástico

W_a = Humedad Natural

Proctor modificado

El Proctor modificado se entiende a la compactación del suelo que se realiza aplicando energía mecánica que se requiera, así como se puede visualizar en la figura 16, además se le añade una cantidad óptima de humedad a la muestra de suelo con la finalidad en disminuir el volumen de vacíos expulsando el aire que se encuentra en los poros, por tanto, el volumen total del mismo, incrementando de esta manera la densidad con el fin de aumentar las propiedades del suelo. Llique y Guerrero (2014 pág. 10).

El Proctor se considera un procedimiento fundamental en el estudio y control en términos de calidad para realizar la compactación del terreno de trabajo. A partir del ensayo Proctor se puede calcular la densidad seca máxima del suelo, de acuerdo a grado de humedad y de la energía mecánica de compactación definida. Camacho, Reyes y Mendez (2007 pág. 70).



Figura 16. Ensayo Proctor Modificado

Fuente. <https://bit.ly/3uqM0S9>

CBR

El método del CBR es utilizado para analizar la calidad parcial del suelo en subrasante, subbase y base del pavimento. En el año 1929, el Ingeniero Stanton y Portes propusieron el método CBR ante el departamento de Carreteras de California, así mismo es de donde se origina su nombre California Bearing Ratio. Farias Ojeda, Mendoza y Baltazar (2020 pág. 196).

Este método nos permite realizar el cálculo de resistencia al corte del suelo bajo la condición de densidad y humedad supervisadas, así como se llega a visualizar en

la figura 17. Además, nos otorga el dato de relación de soporte, el mismo que no son continuos en un suelo estudiado, sino que se llega a aplicar solamente al estado actual que se llega encontrar al suelo mientras se realiza el ensayo. Sandoval y Rivera (2019 pág. 138).



Figura 17. Ensayo CBR

Fuente. <https://bit.ly/34oPPfS>

Pavimentos rígidos

El pavimento rígido comprende a la losa de concreto que se coloca directamente encima de la base o subbase de una vía. Además, la losa de concreto atrae la mayor parte del esfuerzo que se llega a ejercer sobre el pavimento, esto se debe a la rigidez que presenta y al alto módulo de elasticidad que posee, esto permite una adecuada distribución de cargas de la rueda otorgando de resultados mínimos de tensiones en la subrasante, como se aprecia en la figura 18. Barreto; Banguera y Cordova (2018 pág. 60).

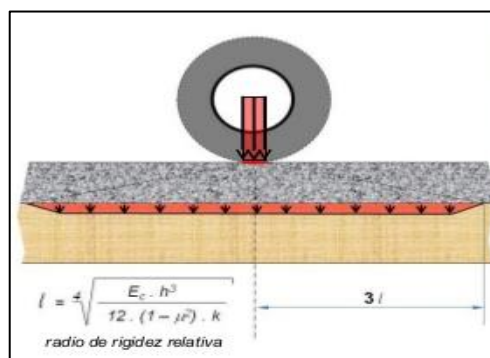


Figura 18. Distribución de cargas en el pavimento rígido

Fuente. <https://bit.ly/3b7BN6i>

Se considera una alternativa grata para la construcción de las carreteras por las bondades que posee, así como su resistencia, durabilidad, drenaje, textura, visibilidad, seguridad, luminosidad, reparaciones, menores costos, esta a su vez se compone de tres estructuras las cuales son losa, base, subrasante como se visualiza en la figura 17. Perico Néstor [et al] (2015 pág. 42).

Losa

Es la capa de una superficie asfáltica se define de acuerdo a la composición de sus materiales como puede ser de asfalto o concreto, actuante sobre el soporte de las cargas que son provocado por el alto tránsito como se visualiza en la figura 19. Barreto Shirley, Banguera y Cordova (2018 pág. 62).

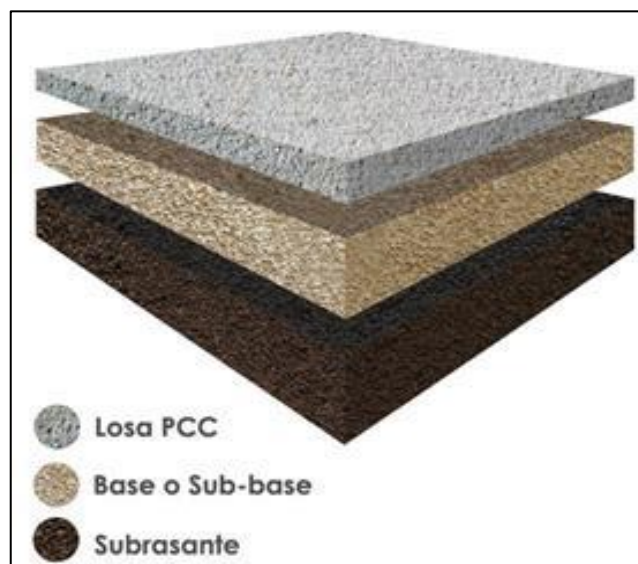


Figura 19. Estructura de un pavimento rígido

Fuente. <https://bit.ly/3gyDOvV>

Es considerada como elemento estructural que tienen el objetivo de distribuir las cargas que son resultados del tránsito vehicular, así como se aprecia en la figura 20. Estas cargas producen esfuerzo, las cuales tienen que ser calculadas para realizar la selección del material y determinar las cantidades y mediciones adecuadas para la estructura. Covarrubias (2012 pág. 182)

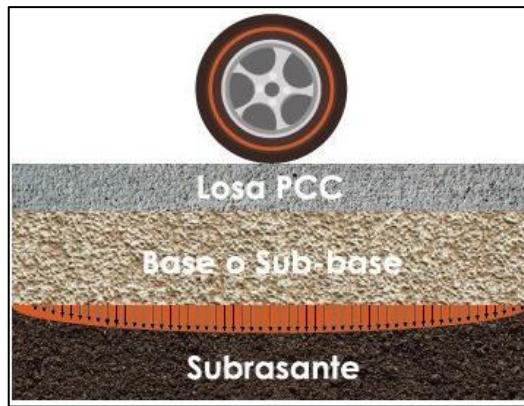


Figura 20. Sección típica transversal pavimento rígido.

Fuente. <https://bit.ly/3h3TNSL>

Subrasante

La subrasante se entiende como la extensión acabada de la vía, esto originado por la categoría de movimiento de tierras, donde por encima se situará el pavimento o afirmado, siendo el lugar de la estructura del pavimento que forma la parte sobre el prisma de la estructura, la misma que se construye en medio de la estructura del pavimento y el terreno natural. Serrano y Padilla (2019 pág. 3).

Las características en las que se registrará la subrasante consisten en recibir y soportar la carga generada a partir del tránsito, que son transmitidas, del pavimento, así como transmitir y distribuir de forma adecuada cargas a las partes del terraplén. Cuadros (2017 pág. 16).

En esta capa se utiliza el parámetro de evaluación de la resistencia de las deformaciones a tránsito. Donde se considera la capacidad de soporte del terreno la cual se puede visualizar en la tabla 6. Chávez Carlos [et al] (2016 pág. 202).

Tabla 6. Categoría de Subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
S_0 : Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S_1 : Subrasante Pobre	De CBR \geq 3%; A CBR < 6%
S_2 : Subrasante Regular	De CBR \geq 6%; A CBR < 10%
S_3 : Subrasante Buena	De CBR \geq 10%; A CBR < 20%
S_4 : Subrasante Muy Buena	De CBR \geq 20%; A CBR < 30%
S_5 : Subrasante Extraordinaria	De CBR \geq 30%

Fuente. MTC (2013 pág. 40).

Subbase granulares

Estas están conformadas por suelos naturales o también con agregados procedentes de la elaboración con maquinarias. Deben seguir con determinados cumplimientos de calidad los cuales se contemplan dentro de la tabla 7, Determinando la capacidad de soporte mínima de 30% con cierta cantidad pasante de la malla 40, contando a su vez con una cantidad menor del 6% en cuando a su plasticidad y una cantidad en función al límite líquido del 25%. Este componente debe estar libre de materia orgánica o inorgánica, esta tiene que contarse con un material netamente granular. Estas especificaciones son determinadas en las normas ecuatorianas. Zambrano, Tejeda y Aenlle (2020 pág. 31).

Tabla 7. Especificaciones técnicas de pavimentos

ELEMENTO		TIPO DE PAVIMENTO		
		FLEXIBLE	RIGIDO	ADOQUINES
Sub – rasante		95 % de compactación Suelos granulares – Proctor Modificado Suelos cohesivos – Proctor Estándar		
		Espesor compactado: ≥ 250 mm – Vías locales y colectoras ≥ 300 mm – Vías arteriales y expresas		
Sub – base		CBR ≥ 40% - 100% Compactación Proctor Modificado	CBR ≥ 30% 100% compactación Proctor Modificado	
Base		CBR ≥ 80% 100% Compactación Proctor Modificado	N.A.	CBR ≥ 80% 100% Compactación Proctor Modificado
Imprimación / capa de apoyo		Penetración de la imprimación ≥ 5 mm	N.A.	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm.
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm		≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		NR.
	Vías expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	NR.
Material	Vías locales	Concreto asfaltico	M.R. ≥ 3.4 Mpa (34 Kg/cm ²)	f'c ≥ 38 Mpa (380 kg/cm ²)
	Vías colectoras			
	Vías arteriales			
	Vías expresas			

Fuente. Miranda y Rado (2019 pág. 21).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

El tipo de actividades rige de una serie de procesos aplicables para investigar y determinar una cuestión surgida de un problema, con el fin de obtener nueva información en el ámbito aplicado. Hernández (2019).

De acuerdo a este criterio en esta investigación se aplicó el tipo de investigación aplicada por su característica de emplear conocimientos principales para así poder alcanzar los objetivos planteados y de tal manera podamos deducir que la investigación que se plantea es una investigación aplicada.

Diseño de investigación:

Según Hernández (2019) el diseño de un proceso de estudio en el sistema y/o plan que se efectuara para obtener información que se requiere en un estudio, para responder los problemas del estudio, realizándose con ello la prueba de hipótesis y conocer la veracidad de los mismos.

El diseño del presente estudio es experimental, ya que, está enfocada al monitoreo de los fenómenos que sucedieron en el área de estudio, aplicando a muestras significativas, con un diseño experimental con estrategias de control metodología cuantitativa, con el objetivo de estudio de las informaciones.

Método de investigación:

Es el camino o tratamiento que persigue el investigador para poder efectuar de su actividad una praxis científica.

Este método impone a mezclar el momento racional o la reflexión racional (la deducción y la formación de hipótesis) con el momento empírico o reconocimiento de la realidad (diccionario de psicología científica y filosófica)

Esta investigación es hipotética-deductiva ya que se llevó a partir de una hipótesis general e hipótesis específica, del cual se demostró a través de un proceso de investigación.

Enfoque de investigación

El enfoque sobre un plan de investigación viene siendo el proceso delimitando aspectos sobre lo sistemático, a si también en lo disciplinado y controlado, de acuerdo a los niveles cualitativos o cuantitativos, en los que se enfocara la investigación. Arias (2016).

En la investigación que se desarrolló, se dio el empleo de un enfoque cuantitativo, ya que dentro de esta se aplicó el uso de los niveles tanto descriptivos como explicativos.

Nivel de investigación

El nivel de la investigación está de acuerdo al grado de holgura de la cual se pretende estudiar algunos fenómenos o acciones de la realidad social, por ello todo está en la investigación. Pino (2016).

Esto nos conlleva a determinar que en nuestra investigación se empleó el nivel correlacional, ya que tiene por finalidad medir los grados de relación que exista en los conceptos o variables, moderándolas una por una y posteriormente, cuantifica y analizar su vínculo. De tal manera estas correlacionales se sujeten en las hipótesis sometidas a prueba.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Polímero Adhesivo Natural

a) Definición Conceptual: Los polímeros adhesivos naturales vienen siendo materiales que se encuentran en el entorno ambiental, estos se caracterizan por contener características adherentes a cualquier material o agregado, dentro de estas podemos encontrar el caucho, cola de liebre, cola de carpintero, entre otros. Romero (2016) .

b) Definición Operacional: Los polímeros naturales por su alta capacidad adherente a muchos materiales viene siendo un aditivo altamente factible para aplicarlo en el entorno de los suelos para modificar las características físico mecánicas de estos mencionados.

c) Dimensiones: Parámetros de diseño, porcentaje de incorporación.

d) Indicadores: Cantidad, densidad, mejora.

e) Instrumento: % de incorporación, ensayos de laboratorio.

f) Escala de Medición: Razón

Variable dependiente: Capacidad de soporte y densidad máxima.

a) Definición Conceptual: Esta definida como densidad de un suelo (γ) a la relación entre su masa tanto de la fracción sólida como del agua que contiene (W_s+w) y su volumen (V) y es la resistencia a las cargas antes de deformarse. Barreto (2018).

b) Definición Operacional: Tanto la capacidad de soporte como densidad máxima del suelo vienen siendo características sumamente importantes del suelo, las cuales se rigen a ciertos parámetros para el diseño de una infraestructura. Estas capacidades se tienden a medir mediante ensayo de laboratorio las cuales proporcionan datos cuantificables las cuales ayudaran a identificar si un suelo es altamente resistente o no.

c) Dimensiones: Resistencia.

d) Indicadores: Capacidad de soporte.

e) Instrumento: Ensayos de laboratorio.

f) Escala de Medición: Razón.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Tamayo (2003 pág. 114), define este punto como un ámbito global y genérico en donde se avanzó la investigación.

En la investigación la población quedo constituida por las calles y avenidas no pavimentadas del centro poblado de salcedo.

Criterios de inclusión

Vara (2010), el criterio de inclusión, es la delimitación de la población, considerando todos sus aspectos, propiedades y características de la población en estudio.

Las zonas que tengan tendencia a ser pavimentadas en el centro poblado de Salcedo.

Criterios de exclusión

El criterio de exclusión, viene siendo un límite impuesto bajo la relación de la población, donde excluirán características o ámbitos donde se intervendrá. Vara (2010).

Para el desarrollo del estudio de investigación no se considerarán las zonas que no contemplen el centro poblado de Salcedo.

Muestra

Hernández, Fernández y Baptista (2014) la muestra es donde se delimita, esta mayor mente es considerada como representativa de la misma.

La muestra para el estudio se consideró la avenida Industrial, ya que es una vía principal y que tiene mayor fluidez vehicular centro poblado de salcedo – Puno.

Muestreo

Pino (2018) el muestreo consiste en tomar una parte de un conjunto, estudiar una de sus características.

Como muestra del presente trabajo de investigación utilizo un muestreo no probabilístico, ya que se consideró las vías del centro poblado de Salcedo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Arias (2004) Se le designan técnica a todos aquellos métodos que ayuden a cuantificar mediante valores de una manera sintética que pueda dar solución a un problema.

La técnica de recolección de datos que se utilizó en la investigación es, observación, medición, obtención de muestras, descripción de lugares al azar, análisis de resultados, interpretación de resultados, todos de su importancia en la cual se realizó la investigación.

Instrumentos de recolección datos

Se define como instrumentos a todos aquellos medios que se emplearan tanto en forma física como virtual, para la obtención o recopilación de los datos necesarios para desarrollar la investigación. Garcia (2004)

El instrumento utilizado en la investigación es fichas de recolección y medición de datos, cotización de materiales y servicios, equipos y herramientas de laboratorio, software de análisis e interpretación de resultados.

3.5. Procedimientos

Trabajo de campo

En el trabajo de campo se comenzó con la visita de Av. Industrial, del centro poblado de Salcedo, para luego realizar la toma de muestras, así como se muestra en la figura 21.



Figura 21. Av. Industrial, centro poblado Salcedo

Posteriormente se consiguió el polímero adhesivo natural (ver figura 22) el cual fue trasladado hacia el laboratorio para ser mezclado con el suelo de subrasante.



Figura 22. Polímero adhesivo natural

Seguidamente se realiza la excavación para la toma de muestras de la Av. Industrial, del centro poblado Salcedo como se muestra en la figura 23.



Figura 23. AV. Industrial, centro poblado de Salcedo

Después se realiza a delimitar la excavación para tomar las muestras de acuerdo a una profundidad establecida como se muestra en la figura 24. En la AV. Industrial, centro poblado de Salcedo



Figura 24. AV. Industrial, centro poblado de Salcedo

tomando las muestras de la calicata a una profundidad de 1.60m recolectando los estratos requeridos de acuerdo a las capas encontradas como se ve en la figura 25, 26 y 27.



Figura 25. Calicata C-01.



Figura 26. Calicata C-02



Figura 27. Calicata C-03

Procediendo al tapado de las calicatas realizadas como se muestra en la figura 28, por ende, concluyendo el proceso de recolección de muestras requeridas para llevar al laboratorio a efectuar los respectivos ensayos.



Figura 28. Tapado de calicatas de la AV. Industrial

Ensayos de laboratorio.

En la etapa de laboratorio se realizó el traslado correspondiente del material al laboratorio, extraído de las tres calicatas tomadas en la etapa de campo, como se apreciado en la imagen 29 y 30.



Figura 29. Material trasladado a laboratorio



Figura 30. Material trasladado a laboratorio

Una vez que se consiguió las muestras de suelo y el polímero adhesivo natural se procedió a mezclarlas en las proporciones establecidas (ver figura 31) para realizar los ensayos de mecánica de suelos.



Figura 31. Proceso de mezclado del suelo con el polímero adhesivo natural

Ensayo de granulometría.

Para este procedimiento se cuarteo las muestras extraídas de las calicatas en la AV. Industrial del centro poblado de Salcedo. Como se muestra en la figura 32.



Figura 32. Cuarteo de las muestras

Luego se procede a pesar la muestra para posteriormente ponerlas al secado correspondiente, como se muestra en la figura 33.



Figura 33. Secado de la muestra

Se retiro la muestra seca y fría, para posteriormente pesarla. Donde se registra el peso de la muestra secada en horno. Como se ilustra en la figura 34.



Figura 34. Peso de la muestra seca

En el lavado de la muestra se empleó la malla N°200. Se echo paulatinamente las partículas con el fin de no perder partículas mayores a 0.074mm. Como se ilustra en la figura 35.



Figura 35. Lavado de la muestra en el tamiz N° 200.

Luego de a ver hecho el secado al horno el material que fue retenido por la malla N.º 200. Se procede con el pesado, como se muestra en la figura 36.



Figura 36. Secado en el horno de la muestra lavada

Se echa la muestra en la parte superior del juego de tamices, se sacude por un medio de 15 minutos, como se muestran en la figura 37 y 38.



Figura 37. Tamizado de la muestra



Figura 38. Tamizado de la muestra

Se pesa y se selecciona cada muestra retenida en diferentes tamices como se muestra en la figura 39.



Figura 39. Pesado de los retenidos de las mallas

Límites de consistencia

Los instrumentos empleados para desarrollar el ensayo de límite de consistencia se aprecian en la imagen 40.



Figura 40. Instrumentos ensayo de límites de consistencia

Limite liquido

Apartamos una cantidad aproximada de 150 gr del suelo seco que pasa por la malla N.º 4, como se aprecia en la figura 41, el cual se coloca en un recipiente para luego agregar en pequeñas cantidades agua hasta obtener una mezcla homogénea, como se aprecia en la figura 42.



Figura 41. Ensayo de granulometría malla N°40



Figura 42. Incorporación de agua a la muestra

Colocamos una pequeña cantidad en la parte central de la copa Casagrande y retiramos los excesos, seguidamente pasamos el acanalador por el centro de la copa y dividir en dos porciones, así como se visualiza en la figura 43.



Figura 43. Elaboración del ensayo Casagrande

Después de ello generamos movimiento constante a la cazuela y a continuación suministramos golpes a velocidad de cada segundo hasta cerrar la ranura de 12.7 mm, una vez logrado cerrar la abertura se procedió a registrar la cantidad de golpes y finalmente se tomó una porción de la parte central para colocarlo en un recipiente y proceder con el secado por 24 horas en el horno.

Limite plástico

Tomamos una pequeña cantidad de aproximadamente 15 gr. De la mezcla del preparado anterior para luego proceder a rodar pequeñas cantidades para formar rollitos con un diámetro uniforme de aproximadamente 3.2 mm, así como se visualiza en la figura 44, donde si logramos tener este diámetro y no presenta agrietamiento nos indica que el suelo tiene humedad superior a su límite plásticos. Finalmente juntamos los rollitos en recipientes para proceder con el secado de 24 horas, sin olvidar pesar antes y después del secado los rollitos.



Figura 44. Elaboración del ensayo Limite liquido

Proctor Modificado

Para desarrollar el ensayo de Proctor Modificado se realizó el tamizado de la muestra que se obtuvo in situ, el cual antes procedimos con su secado, para este ensayo se utilizó el método A. Seguidamente se procedió a dividir en 4 porciones de 2.5 Kg, como se aprecia en la figura 45, añadiendo la cantidad de agua determinada se procedió al mezclado uniformemente.



Figura 45. Porciones del material dispuesto antes del ensayo

Continuamos colocando la primera capa dentro del molde, como se aprecia en la figura 46 y aplicamos 25 golpes en toda el área dejando caer el pistón al aire libre, como se aprecia en la figura 47, esto se repitió hasta colocar las 5 capas de suelo en el molde.



Figura 46. Incorporación del material al molde



Figura 47. Ensayo Proctor

Procedemos a quitar el collarín y a nivelar el molde con la regla metálica, como se aprecia en la figura 48, seguidamente quitamos la base y procedemos a realizar el pesado de la muestra con el molde, como se aprecia en la figura 49.



Figura 48. Enrasado del molde



Figura 49. Peso del molde + material

Finalmente, todo este procedimiento se repitió en las calicatas evaluadas respectivamente.

Ensayo CBR

En primera instancia determinamos la densidad y la humedad, para esto utilizaremos 6 Kg de muestra de suelo para realizar cada molde CBR, seguidamente procedimos a colocar el disco espaciador de 2" y papel filtro grueso, la cantidad de agua que se agrega es la misma calculada para el ensayo Proctor. Continuamos en dividir en 5 porciones, como se aprecia en la figura 50, las cuales se compacta en 5 capas con 12, 25 y 56 golpes por capa, como se aprecia en la figura 51, además retiraremos una pequeña muestra para determinar el contenido de humedad.



Figura 50. Incorporación del material al molde



Figura 51. Ensayo CBR

Seguidamente retiramos el collarín de la parte superior del molde metálico, luego pasamos a voltear el molde y retirar la base y el disco espaciador. Separamos el molde con muestra para poder determinar la densidad y la humedad de la muestra.

Procedemos con la determinación de la expansión libre, como ya es conocido el cálculo de la densidad y humedad se coloca el papel filtro y se prosigue colocando en la base circular metálica con extensiones en los lados y la posición del molde es volteada, luego en la superficie libre colocamos el papel filtro, donde se ubicará la placa de metal en la parte central del vástago graduable y en la base metálica se pondrá pesas de plomo. La mínima sobrecarga que se aplicara es de 101 lb.

Se procede con la primera medición de expansión es el trípode con un extensómetro, luego se para a regularizar a cero y además se tuvo que marcar la superficie del molde haciendo coincidir el extensómetro con el vástago, la medición de la expansión de realizar pasado las 24 horas por cuatro días.

Pasamos a determinar la resistencia de expansión, donde la muestra anterior se sumergió durante 96 horas, luego pasado el tiempo se procedió a escurrir por 10 min, para realizar su pesado se retiramos el anillo y la base del molde.

Colocamos en molde con la muestra sobre la base de metal, seguidamente se colocó debajo del pistón, luego se asienta el pistón con peso de 10lb en el centro de la muestra. Por último, se soltó el pistón de penetración, como se visualiza en la figura 52, y después de ello se retiró la muestra del molde y se hace registro de los datos.



Figura 52. Elaboración del ensayo CBR

3.6. Método de análisis de datos

En la presente investigación se utilizó el método mecanicista puesto que se pretende tener un enfoque puramente científico, con un marco teórico suficiente que permita el análisis completo de la mecánica del comportamiento de un pavimento ante las acciones del clima y del tránsito vehicular. Esto es, un marco teórico en donde las propiedades fundamentales de los materiales se conocen, y se puede determinar en laboratorio o en campo. Esta metodología facilita la predicción correcta de la evolución en el tiempo de los diferentes deterioros que se pudieran presentar y, por ende, incrementar en mayor medida la confiabilidad del diseño.

3.7. Aspectos éticos

La redacción del documento se rige bajo los artículos que estipula el “código de ética en investigación de la Universidad César Vallejo” en primera instancia tiene la finalidad de respetar de manera veraz y original de los temas contemplados bajo los artículos 5º y 6º, se propone el artículo 7º y 8º la importancia de que el profesional encargado de la investigación cuente con los conocimientos necesarios para desarrollar la tesis, empleando criterios específicos de rigor científico tales como citas bibliográficas. Por considerarse como delito el hecho de hacer pasar el trabajo ajeno por propio es que se tubo cuidado al elaborar las citas cumpliendo el artículo 15º empleando el estilo ISO 690 para establecer las referencias de autoría de terceras personas encaminándonos a obedecer coincidentemente con el artículo 16º referente a los derechos de autor.

IV. RESULTADOS

En esta etapa se detalla y da a conocer los resultados obtenidos a través de los ensayos desarrollados, donde podremos responder los objetivos planteados, durante la primera etapa se procedió a recolectar las muestras de suelo de la Avenida Industrial – Salcedo, progresivas km (0+520 – 1+000), para realizar los ensayos correspondientes en laboratorio donde se determina principalmente las características con las que cuentan los materiales extraídos, seguidamente se procede a realizar el ensayo de granulometría para determinar la clasificación de los suelos, así mismo se muestran los resultados obtenidos en los límites de consistencia, Proctor y CBR.

Granulometría – C1

En esta etapa se detallan las propiedades físicas de las muestras recolectadas de la Avenida Industrial - Salcedo, tramo 0+520.

En la tabla 8. Se detalla las cantidades retenidas y/o acumuladas del suelo evaluado en la progresiva KM (0+520), en las cuales se emplea los tamices que oscilan desde los valores de la malla de 4" hasta la malla N°200.

Tabla 8. Análisis granulométrico progresiva (km 0+520)

		Tamiz ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido		% que pasa
					Parcial	Acumulado	
Piedra o cantos		4"	101.600				
		3"	76.200				
Grava	Gruesa	2 1/2"	63.500				
		2"	50.800				
		1 1/2"	38.100				
		1"	25.400				
		3/4"	19.050				
	Fina	1/2"	12.700				100.00
		3/8"	9.525	12.00	0.60	0.60	99.40
		1/4"	6.350				
		No. 4	4.760	54.00	2.80	3.40	96.60
Arena	Grueso	No. 8	2.360				
		No. 10	2.000	196.00	10.10	13.50	86.50
	Media	No. 16	1.190				
		No. 20	0.834				
		No. 30	0.600				
		No. 40	0.420	242.00	12.40	25.90	74.10
	Fina	No. 50	0.300				
		No. 60	0.250				
		No. 80	0.177				
		No. 100	0.149				
No. 200		0.075	322.00	16.50	42.40	57.60	
		< 200	-----	1123.00	57.60	100.00	

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 8 se muestran los porcentajes pasantes que tiene el material de suelo natural, teniendo que el porcentaje pasante por el tamiz N° 200 es mayor al 35%, se considera que la muestra es un suelo fino, de características arcillosas, con un porcentaje de arena del 42.40%, y la ausencia de material grava.

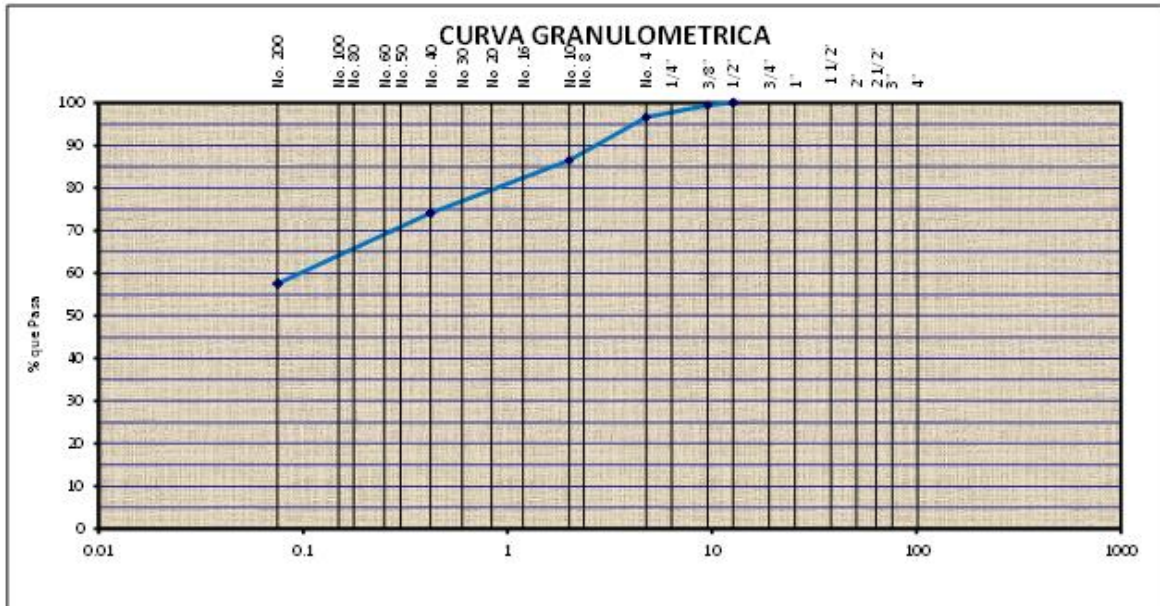


Figura 53. Curva granulométrica progresiva (km +520)

Fuente. Resultados de laboratorio

En la figura 53, se aprecia la curva granulométrica dada en base a los valores obtenidos de la tabla 8, originaria del suelo natural en la progresiva (km 0+520) de la Av. Industrial – Salcedo, donde se denota la carencia del material grueso, por lo que el suelo evaluado puede originar problemas de saturación debido a la retención de líquidos.

Según la clasificación SUCS el material evaluado es de carácter CL (arcilla de baja plasticidad), en tanto la clasificación AASHTO detalla que este suelo es un A-6(4) presenciando una caracterización del limo – arcillosa, definiéndolo como una arcilla de baja plasticidad con presencia de arena, debido a que el % pasante del tamiz N° 200 es más del 35%, con un límite líquido del 32.10%, un límite plástico 21.34% y un índice de plasticidad del 10.76%.

Granulometría – C2

En esta etapa se detallan las propiedades físicas de las muestras recolectadas de la Avenida Industrial - Salcedo, tramo 0+750.

En la tabla 9. Se detalla las cantidades retenidas y/o acumuladas del suelo evaluado en la progresiva KM (0+750), en las cuales se emplea los tamices que oscilan desde los valores de la 4" a la < N°200.

Tabla 9. Análisis granulométrico progresiva (km 0+750)

		Tamiz ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido		% que pasa		
					Parcial	Acumulado			
Piedra o cantos		4"	101.600						
		3"	76.200						
Grava	Gruesa	2 1/2"	63.500						
		2"	50.800						
		1 1/2"	38.100						
		1"	25.400				100.00		
	Fina	3/4"	19.050	14.00	0.90	0.90	99.10		
		1/2"	12.700						
		3/8"	9.525	28.00	1.90	2.80	97.20		
		1/4"	6.350						
Arena		No. 4	4.760	38.00	2.60	5.40	94.60		
		Grueso		No. 8	2.360				
				No. 10	2.000	118.00	7.90	13.30	86.70
		Media		No. 16	1.190				
				No. 20	0.834				
				No. 30	0.600				
		Fina		No. 40	0.420	188.00	12.70	26.00	74.00
				No. 50	0.300				
				No. 60	0.250				
				No. 80	0.177				
No. 100	0.149								
		No. 200	0.075	320.00	21.50	47.50	52.50		
		< 200	-----	780.00	52.50	100.00			

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 9 se muestran los porcentajes pasantes que tiene el material de suelo natural, teniendo que el porcentaje pasante por el tamiz N° 200 es mayor al 35%, se considera que la muestra es un suelo fino, de características arcillosas, con un porcentaje de arena del 47.50%, y la ausencia de material grava.

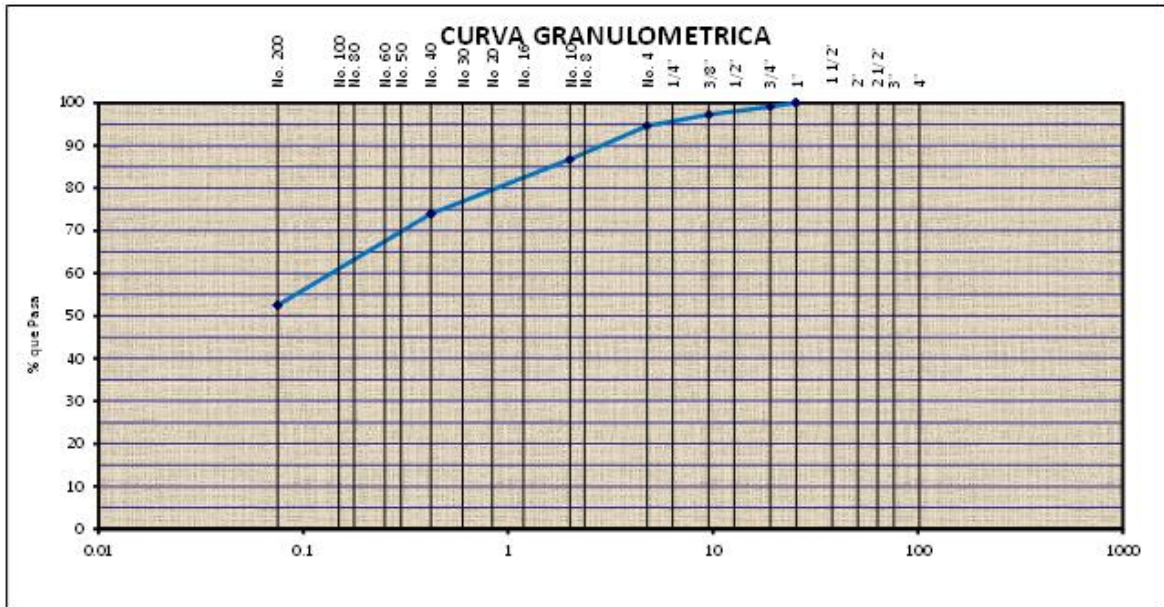


Figura 54. Curva granulométrica progresiva (km +750)

Fuente. Resultados de laboratorio

En la figura 52 se aprecia la curva granulométrica dada en base a los valores obtenidos de la tabla 9, originaria del suelo natural en la progresiva (km 0+750) de la Av. Industrial – Salcedo, donde se denota la carencia del material grueso, por lo que el suelo evaluado puede originar problemas de saturación debido a la retención de líquidos.

Según la clasificación SUCS el material evaluado es de carácter ML (limo inorgánico de baja compresibilidad), en tanto la clasificación AASHTO detalla que este suelo es un A-4(2) presenciando una caracterización del limo – arcillosa, definiéndolo como un limo con arena, debido a que el % pasante del tamiz N° 200 es más del 35%, con un límite líquido del 30.80%, un límite plástico 23.17% y un índice de plasticidad del 7.63%.

Granulometría – C3

En esta etapa se detallan las propiedades físicas de las muestras recolectadas de la Avenida Industrial - Salcedo, tramo 1+000.

En la tabla 10. Se detalla las cantidades retenidas y/o acumuladas del suelo evaluado en la progresiva KM (1+000), en las cuales se emplea los tamices que oscilan desde los valores de la N°04 a la < N°200.

Tabla 10. Análisis granulométrico progresiva (km 1+000)

		Tamiz ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido		% que pasa
					Parcial	Acumulado	
Piedra o cantos		4"	101.600				
		3"	76.200				
Grava	Gruesa	2 1/2"	63.500				
		2"	50.800				
		1 1/2"	38.100				
		1"	25.400				
		3/4"	19.050				
	Fina	1/2"	12.700				100.00
		3/8"	9.525	22.00	1.50	1.50	98.50
		1/4"	6.350				
Arena	Grueso	No. 4	4.760	32.00	2.20	3.70	96.30
		No. 8	2.360				
	Media	No. 10	2.000	67.00	4.60	8.30	91.70
		No. 16	1.190				
		No. 20	0.834				
		No. 30	0.600				
	Fina	No. 40	0.420	104.80	7.20	15.50	84.50
		No. 50	0.300				
		No. 60	0.250				
		No. 80	0.177				
		No. 100	0.149				
		No. 200	0.075	519.50	35.70	51.20	48.80
		< 200	-----	710.40	48.80	100.00	

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 10 se muestran los porcentajes pasantes que tiene el material de suelo natural, teniendo que el porcentaje pasante por el tamiz N° 200 es mayor al 35%, se considera que la muestra es un suelo fino, de características arcillosas, con un porcentaje de arena del 51.20%, y la ausencia de material grava.

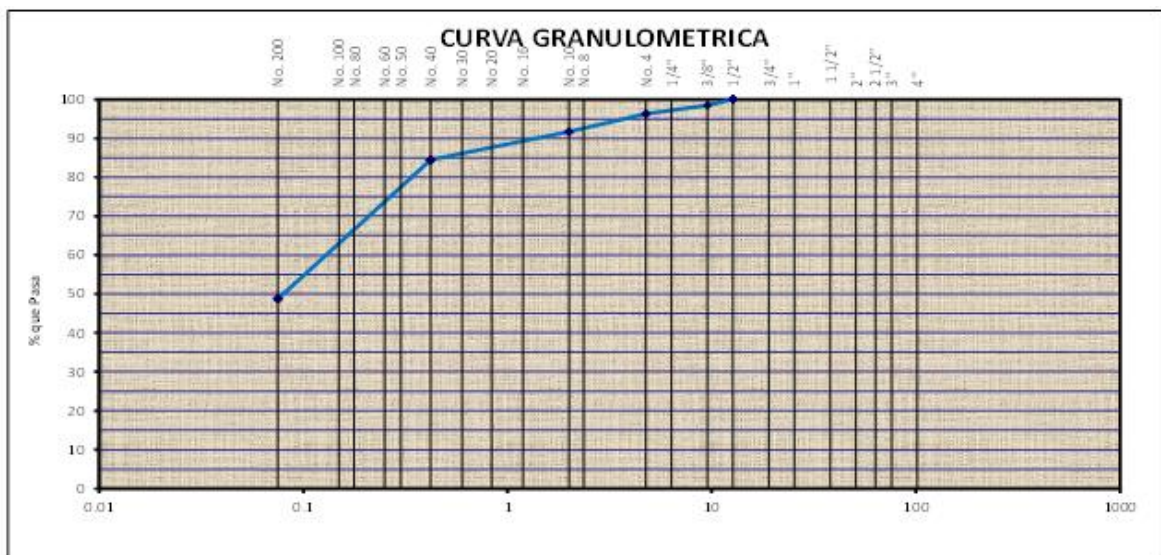


Figura 55. Curva granulométrica progresiva (km 1+000)

Fuente. Resultados de laboratorio

En la figura 55 se aprecia la curva granulométrica dada en base a los valores obtenidos de la tabla 10, originaria del suelo natural en la progresiva (km 1+000) de la Av. Industrial – Salcedo, donde se denota la carencia del material grueso, por lo que el suelo evaluado puede originar problemas de saturación debido a la retención de líquidos.

Según la clasificación SUCS el material evaluado es de carácter SC (arenas arcillosas), en tanto la clasificación AASHTO detalla que este suelo es un A-4(1) presenciando una caracterización del limo – arcillosa, definiéndolo como una arena arcillosa con grava, debido a que el % pasante del tamiz N° 200 es más del 35%, con un límite líquido del 28.88%, un límite plástico 20.66% y un índice de plasticidad del 8.22%.

Ensayo de constantes físicas

Los límites de consistencia muestran la capacidad que posee un suelo para resistir a la fragmentación mediante la incorporación de humedad, mostrando los límites de plasticidad de un suelo.

Tabla 11. Límites de consistencia del suelo natural

Descripción	Suelo natural		
	00+520	00+750	1+000
LL	32.100	30.800	28.880
LP	21.340	23.170	20.660
IP	10.760	7.630	8.220

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 11, se puede apreciar que el límite líquido dado por la tendencia lineal de las humedades, se ubica en la gráfica del punto de 25 golpes y donde intercepte con la línea tendencia, ese es el valor de límite líquido del suelo, en este caso para las progresivas (00+520, 00+750 y 1+000) se obtuvieron límites líquidos de (32.100%, 30.800% y 28.880%) respectivamente, en cuanto al índice de plasticidad se obtuvieron los siguientes valores (10.76%, 7.630% y 8.220%).

Tabla 12. Límites de consistencia del suelo natural + 2% de polímero

Descripción	Suelo natural + 2% polímero		
	0+520	0+750	1+000
LL	29.90	30.24	28.42
LP	20.19	22.79	20.19
IP	9.71	7.45	8.23

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 12, se puede apreciar que el límite líquido dado por la tendencia lineal de las humedades, se ubica en la gráfica del punto de 25 golpes y donde intercepte con la línea tendencia, ese es el valor de límite líquido del suelo, en este caso para las progresivas (0+520, 0+750 y 1+000) se obtuvieron límites líquidos de (29.900%, 30.240% y 28.420%) respectivamente, en cuanto al índice de plasticidad se obtuvieron los siguientes valores (9.71%, 7.45% y 8.23%).

Tabla 13. Límites de consistencia del suelo natural + 4% de polímero

Descripción	Suelo natural + 4% polímero		
	0+520	0+750	1+000
LL	29.44	30.12	28.18
LP	20.46	22.84	20.03
IP	8.98	7.28	8.15

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 13, se puede apreciar que el límite líquido dado por la tendencia lineal de las humedades, se ubica en la gráfica del punto de 25 golpes y donde intercepte con la línea tendencia, ese es el valor de límite líquido del suelo, en este caso para las progresivas (0+520, 0+750 y 1+000) se obtuvieron límites líquidos de (29.44%, 30.12% y 28.18%) respectivamente, en cuanto al índice de plasticidad se obtuvieron los siguientes valores (8.98%, 7.28% y 8.15%).

Tabla 14. Límites de consistencia del suelo natural + 6% de polímero

Descripción	Suelo natural + 6% polímero		
	0+520	0+750	1+000
LL	28.70	29.82	27.82
LP	20.56	22.69	20.04
IP	8.14	7.13	7.78

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 14, se puede apreciar que el límite líquido dado por la tendencia lineal de las humedades, se ubica en la gráfica del punto de 25 golpes y donde intercepte con la línea tendencia, ese es el valor de límite líquido del suelo, en este caso para las progresivas (0+520, 0+750 y 1+000) se obtuvieron límites líquidos de (28.70%, 29.82% y 27.82%) respectivamente, en cuanto al índice de plasticidad se obtuvieron los siguientes valores (8.14%, 7.13% y 7.78%).

Determinación del contenido de humedad natural

El contenido de humedad natural muestra la cantidad del agua con la que cuentan las muestras inalteradas, este estudio se realiza para la su posterior realización de compactación.

Tabla 15. *Contenido de humedad natural*

Descripción	Progresiva					
	00+520		00+750		1+000	
Muestras	1	2	1	2	1	2
Contenido de humedad	21.52	21.33	19.40	19.33	18.77	18.50
Promedio	21.43		19.36		18.64	

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 15, se puede apreciar los valores obtenidos de las humedades en las calicatas evaluadas en tres puntos (km 0+520, 0+750 y 1+000), en cuales se detallan los valores promedio de (21.43%, 19.36% y 18.64%).

Proctor Modificado

En esta etapa se muestran los resultados obtenidos a partir del ensayo Proctor y las unidades de muestras evaluadas.

Tabla 16. *Proctor Modificado suelo natural + 0% adición de polímero*

Descripción	Suelo natural			
	0+520	0+750	1+000	Promedio
Máxima densidad seca	1.653	1.704	1.784	1.714
Optimo contenido de humedad	15.24	14.78	14.57	14.863

Fuente. Resultados de laboratorio

En tabla 16, se aprecian los datos determinados tras la evaluación del ensayo Proctor Modificado para un suelo natural, en la cual se determinó que para llegar a la máxima densidad seca (1.714 g/cm^3), es necesario contar con un óptimo contenido de humedad de 14.863%.

Tabla 17. Proctor Modificado suelo patrón + 2% de polímero

Descripción	Suelo natural + 2% polímero			
	0+520	0+750	1+000	Promedio
Máxima densidad seca	1.639	1.694	1.773	1.702
Óptimo contenido de humedad	14.68	13.65	13.98	14.103

Fuente. Resultados de laboratorio

En tabla 17, se aprecian los datos determinados tras la evaluación del ensayo Proctor Modificado para un suelo natural + 2% de polímero, en la cual se determinó que para llegar a la máxima densidad seca (1.702 gr/cm^3), es necesario contar con un óptimo contenido de humedad de 14.103%.

Tabla 18. Proctor Modificado suelo patrón + 4% de polímero

Descripción	Suelo natural + 4% polímero			
	0+520	0+750	1+000	Promedio
Máxima densidad seca	1.631	1.680	1.759	1.690
Óptimo contenido de humedad	14.26	13.57	13.55	13.793

Fuente. Resultados de laboratorio

En tabla 18, se aprecian los datos determinados tras la evaluación del ensayo Proctor Modificado para un suelo natural + 4% de polímero, en la cual se determinó que para llegar a la máxima densidad seca (1.690 gr/cm^3), es necesario contar con un óptimo contenido de humedad de 13.793%.

Tabla 19. Proctor Modificado suelo patrón + 6% de polímero

Descripción	Suelo natural + 6% polímero			
	0+520	0+750	1+000	Promedio
Máxima densidad seca	1.625	1.671	1.752	1.683
Óptimo contenido de humedad	13.95	13.34	12.58	13.290

Fuente. Resultados de laboratorio

En tabla 19, se aprecian los datos determinados tras la evaluación del ensayo Proctor Modificado para un suelo natural + 6% de polímero, en la cual se determinó

que para llegar a la máxima densidad seca (1.683 gr/cm^3), es necesario contar con un óptimo contenido de humedad de 13.290%.

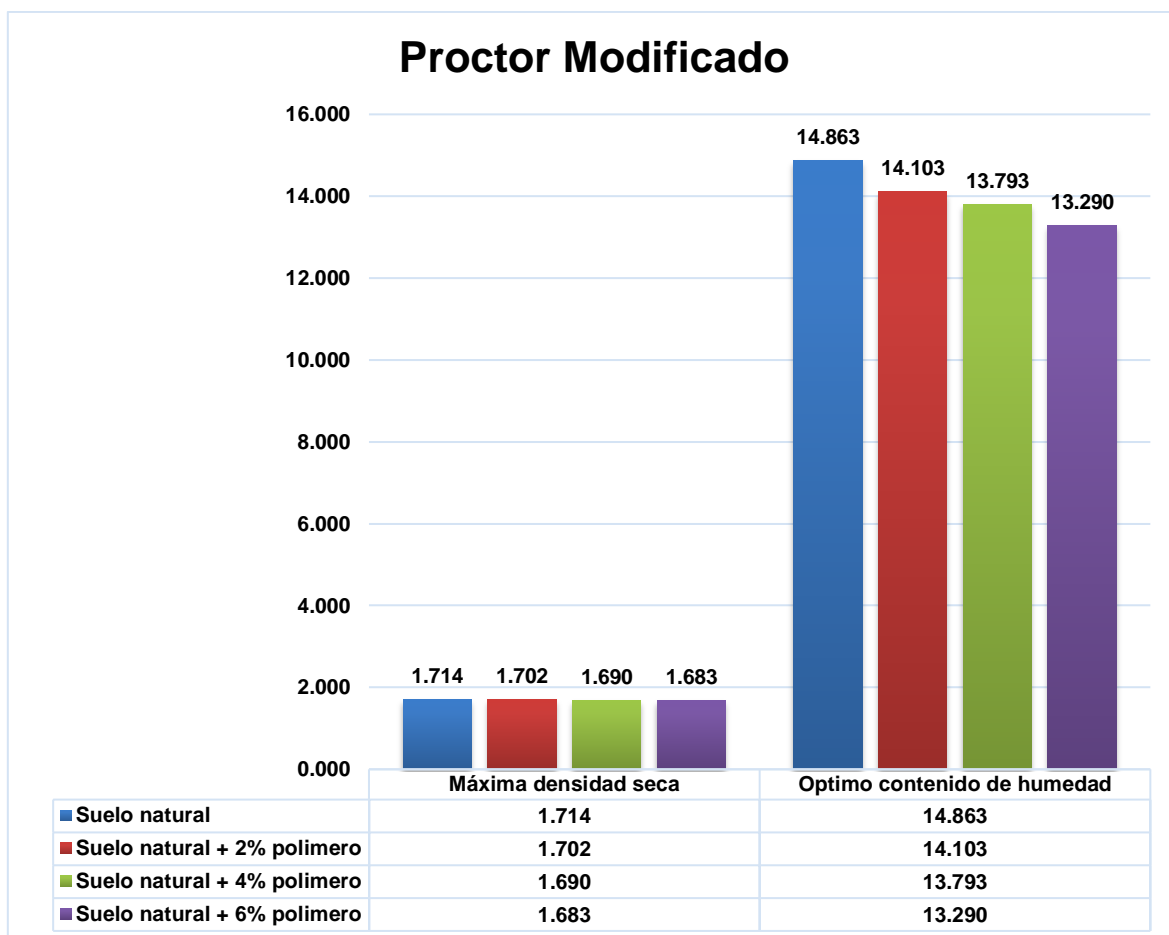


Figura 56. Resumen de la MDS y OCH

Fuente. Resultados de laboratorio

La figura 56, se puede apreciar la variación de la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad, para un suelo natural se presencia que para llegar a una máxima densidad de 1.714 g/cm^3 , es necesario contar con un óptimo contenido de humedad de 14.863%, definiendo que la incorporación progresiva de polímero adhesivo natural afecta positivamente en el contenido óptimo de humedad, siendo la más influyente la incorporación del 6% de este material, el cual llega a valores del 13.290% de humedad, para contar con una máxima densidad seca del 1.683 g/cm^3 .

Capacidad de Soporte California

En la presente etapa se muestran los resultados obtenidos tras la evaluación de la capacidad de soporte california del suelo ubicado en las progresivas del km 0+520, km 0+750 y km 1+000.

Tabla 20. % de penetración para un suelo de 0.1" del suelo natural

Descripción	Suelo natural			
	0+520	0+750	1+000	Promedio
CBR al 95% de la MDS	3.600	3.200	3.900	3.567
CBR al 100% de la MDS	5.170	5.490	5.820	5.493

Fuente. Resultados de laboratorio.

En la tabla 20, se aprecia los valores efectuados para una penetración de 0.1" desarrollado en las progresivas (km 0+520, 0+750 y 1+000), en la cual se llegó a valores promedio de 3.567% para un CBR al 95% respecto a la MDS, en tanto para un CBR al 100% de la MDS se llegó a un valor promedio de 5.493%, demostraron que el suelo no cuenta con las características pertinentes para la conformación de una subrasante, debido a que dentro de las normas se contempla que el CBR debe ser mayor a 6%.

Tabla 21. % de penetración para un suelo de 0.1" suelo patrón + 2% polímero

Descripción	Suelo patrón + 2% polímero			
	0+520	0+750	1+000	Promedio
CBR al 95% de la MDS	5.120	4.500	5.400	5.007
CBR al 100% de la MDS	7.110	7.750	7.430	7.430

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 21, se aprecia los valores efectuados para una penetración de 0.1" desarrollado en las progresivas (km 0+520, 0+750 y 1+000), en la cual se llegó a valores promedio de 5.007% para un CBR al 95% respecto a la MDS, 7.430% para un CBR al 100% de la MDS, demostrando que la aplicación de polímero adhesivo natural en cantidad del 2% influye significativamente en el CBR aumentando un 23.833% su valor en relación a la muestra específica, siendo optimo la aplicación del polímero adhesivo natural.

Tabla 22. % de penetración para un suelo de 0.1" suelo patrón +4% polímero

Descripción	Patrón + 4% polímero			
	0+520	0+750	1+000	Promedio
CBR al 95% de la MDS	5.500	5.100	6.050	5.550
CBR al 100% de la MDS	8.400	8.720	8.400	8.507

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 22, se aprecia los valores efectuados para una penetración de 0.1" desarrollado en las progresivas (km 0+520, 0+750 y 1+000), en la cual se llegó a valores promedio de 5.550% para un CBR al 95% respecto a la MDS, 8.507% para un CBR al 100% de la MDS, demostrando que la aplicación de polímero adhesivo natural en cantidad del 4% influye significativamente en el CBR aumentando un 41.683% su valor en relación a la muestra patrón, siendo optimo la aplicación del polímero adhesivo natural.

Tabla 23. % de penetración para un suelo de 0.1" suelo patrón + 6% polímero

Descripción	Patrón + 6% polímero			
	0+520	0+750	1+000	Promedio
CBR al 95% de la MDS	5.120	4.800	5.100	5.007
CBR al 100% de la MDS	7.750	7.430	7.750	7.643

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 23, se aprecia los valores efectuados para una penetración de 0.1" desarrollado en las progresivas (km 0+520, 0+750 y 1+000), en la cual se llegó a valores promedio de 5.007% para un CBR al 95% respecto a la MDS, 7.643% para un CBR al 100% de la MDS, demostrando que la aplicación de polímero adhesivo natural en cantidad del 6% influye en el CBR, ya que se denota un aumento del 27.383% de su valor en relación a la muestra patrón, siendo eficiente la aplicación del polímero adhesivo natural en este porcentaje.

En la figura 57, se aprecia la influencia del polímero adhesivo natural sobre el suelo natural, demostrando que inicialmente el valor del CBR al 100% de la MDS es de 5.493%, al aplicar la cantidad del 2% de polímero se reflejó en un aumento del 23.833% del CBR, en tanto al aplicar la dosificación del 4% de polímero se vio reflejado en un aumento del 41.783% del CBR, generando un aumento de mejora progresiva del CBR, ya al aplicar el 6% se presencié un aumento del 27.383% del CBR en relación al suelo natural, originando un punto de declive por lo que se indica

que a este porcentaje el polímero adhesivo tiende a no trabajar bien con el suelo natural.

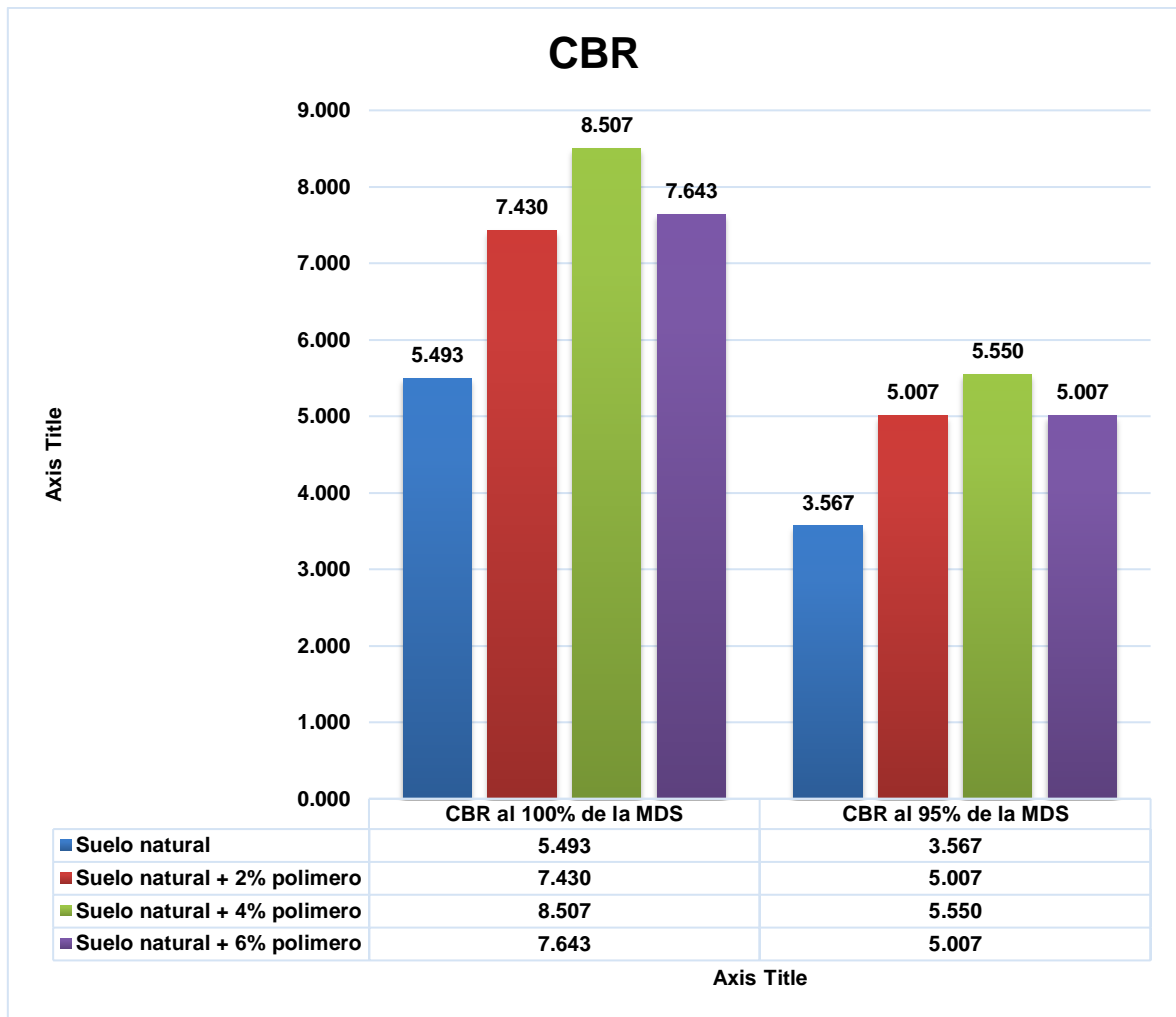


Figura 57. Resumen de capacidad de soporte california

Fuente. Resultados de laboratorio

Presupuesto para mejorar la subrasante

En la tabla 24 se aprecia el análisis de precios unitarios para el mejoramiento de la subrasante con incorporación de polímero adhesivo natural en 1 metro cúbico, de donde se obtiene un costo unitario de 17.57 soles.

Tabla 24. Análisis de precios unitarios para 1m3 de subrasante

Partida	002.A		Mejoramiento de subrasante con polímero adhesivo natural				
Rendimiento	M3/DÍA	MO. 1,420.0000	EQ. 1,420.0000	Costo unitario directo por: M3			17.57
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	HH	1.2000	0.0189	21.44	0.41	
0147010004	PEON	HH	6.0000	0.0755	14.58	1.10	
1.51							
Materiales							
0201010018	ACEITE MULTIGRADO 15w-40	gal		0.0300	40.00	1.20	
0201040003	DIESEL BS 50	gal		0.1200	12.60	1.51	
2.71							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.61	0.08	
0349030046	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP 101-135 HP 10-12T	HM	1.5000	0.0229	135.08	3.09	
0349090001	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	HM	1.5000	0.0229	187.97	4.30	
7.47							
Subpartidas							
930101930306	POLIMERO ADHESIVO NATURAL	L		6.0000	0.80	4.80	
930101130101	AGUA PARA LA OBRA	M3		0.0600	17.94	1.08	
5.88							

En la tabla 25 se aprecia el análisis de precios unitarios para el mejoramiento de la subrasante sin incorporación de polímero adhesivo natural en 1 metro cúbico, de donde se obtiene un costo unitario de 15.54 soles.

Tabla 25. Análisis de precios unitarios para 1m3 de subrasante

Partida	002.A		Mejoramiento de la subrasante				
Rendimiento	M3/DÍA	MO. 1,020.0000	EQ. 1,020.0000	Costo unitario directo por: M3			15.54
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	HH	1.0000	0.0189	21.44	0.41	
0147010004	PEON	HH	4.0000	0.0755	14.58	1.10	
1.51							
Materiales							
0201010018	ACEITE MULTIGRADO 15w-40	gal		0.0300	40.00	1.20	
0201040003	DIESEL BS 50	gal		0.1200	12.60	1.51	
0207030001	MATERIAL GRANULAR	M3		0.2000	8.50	1.70	
4.41							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.61	0.08	
0349030046	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP 101-135 HP 10-12T	HM	1.0000	0.0229	135.08	3.09	
0349090001	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	HM	0.0229	187.97	4.30	4.30	
7.47							
Subpartidas							
930101130101	AGUA PARA LA OBRA	M3		0.1200	17.94	2.15	
2.15							

De acuerdo a los precios unitarios se plantea el costo efectivo por una cantidad de 1 km, como se aprecia en la tabla 26.

Tabla 26. *Presupuesto mejoramiento subrasante con la incorporación del polímero*

Mejoramiento de la subrasante + polímero adhesivo natural			
Descripción	Volumen (m3)	P.U. (S/.)	Total (S/.)
Subrasante	1350.00	17.57	23719.50
Mejoramiento de la subrasante con material granular			
Descripción	Volumen (m3)	P.U. (S/.)	Total (S/.)
Subrasante	1350.00	15.54	20979.00

Definiendo que en el aspecto de costo beneficio la incorporación de polímero adhesivo natural es mucho más elevado ya que para la conformación o mejoramiento de 1km es necesario emplear un costo total de 23719.50 soles, en tanto al emplear material granular para el mejoramiento de la subrasante es necesario emplear un costo total de 20979.00 soles, habiendo una diferencia de 13.06%.

Prueba estadística

Para llevar a cabo el análisis estadístico se tomaron en cuenta los siguientes criterios para seleccionar la prueba estadística para la contrastación de hipótesis los cuales se detallan en la tabla 27.

Tabla 27. *Criterios para seleccionar prueba estadística*

CRITERIOS	
Tipo de estudio	Aplicativo
Nivel de estudio	Explicativo
Diseño de estudio	Experimental
Tipo de variable	Variable Numérica
Comportamiento de datos	Valores finales

Tomando en cuenta los criterios de la tabla 27 se dedujo que se usará la prueba estadística de análisis de varianza (ANOVA), los datos serán procesados mediante el software Microsoft Excel y el Statistical Package for Social Sciences (SPSS).

Planteamiento de Hipótesis

H_0 : No existe variación estadística en las medias de los grupos

H_1 : Existe variación estadística en las medias de los grupos

Nivel de significancia

El nivel de significancia será de 5% puesto que es un valor que se utiliza comúnmente.

Lectura del P-valor y toma de decisión

P-valor $\geq \alpha$ (Se acepta H_0)

P-valor $< \alpha$ (Se acepta H_1)

Prueba estadística para los resultados de índice de plasticidad

Para realizar las pruebas estadísticas paramétricas, en este caso el análisis de varianza (ANOVA) se comprobaron si existe una distribución normal, a través de las pruebas de normalidad, tomando como punto de partida si se cuentan con datos menores a 50 el análisis se realiza con la prueba de Shapiro Wilk.

En la prueba estadística Análisis de Varianza como primer paso se comprueba si tiene distribución normal mediante las pruebas de normalidad, en este caso se analiza con la prueba de Shapiro Wilk porque se cuenta con menores a 50 datos, como se aprecia en la tabla 28.

Tabla 28. Prueba de Normalidad

Pruebas de normalidad							
IP	Proporción	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
IP	100% SN + 0% P.A.N.	0,319	3	.	0,885	3	0,341
	98% SN + 2% P.A.N.	0,247	3	.	0,969	3	0,662
	96% SN + 4% P.A.N.	0,188	3	.	0,998	3	0,974
	94% SN + 6% P.A.N.	0,242	3	.	0,973	3	0,686

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la tabla 28 se aprecian que los valores de significancia (p-valor) son mayores a 0.05 (α), por consiguiente, tienen una distribución normal, esto indica que se puede utilizar la prueba paramétrica Análisis de Varianzas (ANOVA).

De la misma manera otro de los supuestos que se debe cumplir para realizar la prueba paramétrica de ANOVA es que las muestras posean igualdad de varianzas (homocedasticidad) para lo cual se realiza el test de Levene tal como se puede apreciar en la tabla 29.

Tabla 29. Prueba de Homogeneidad de varianzas (Levene)

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
IP	Se basa en la media	1,853	3	8	,216
	Se basa en la mediana	,403	3	8	,755
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,403	3	4,060	,759
	Se basa en la media recortada	1,699	3	8	,244

De la tabla anterior se aprecia que los valores de significancia son mayores al p-valor (0.05) por lo que se puede afirmar que la varianza de los grupos es estadísticamente igual por lo que existe homogeneidad de varianzas, por lo tanto se puede realizar la prueba paramétrica de ANOVA.

En la tabla 30 se detallan las características de las variables.

Tabla 30. Descripción de las variables

Descriptivos								
IP								
	N	Media	Desv.	Desv. Error	95% del intervalo de confianza (media)		Mín.	Máx.
					Límite inferior	Límite superior		
100% SN + 0% P.A.N.	3	8,870	1,6631	0,9602	4,7385	13,0015	7,63	10,76
98% SN + 2% P.A.N.	3	8,463	1,1479	0,6626	5,6117	11,3149	7,45	9,71
96% SN + 4% P.A.N.	3	8,106	0,8058	0,4652	6,1048	10,1086	7,28	8,89
94% SN + 6% P.A.N.	3	7,683	0,5118	0,2955	6,4117	8,9549	7,13	8,14
Total	12	8,280	1,0571	0,3051	7,6091	8,9525	7,13	10,76

Luego de poseer todos los datos se realiza la prueba paramétrica de análisis de varianza como se detalla en la tabla 29.

Tabla 31. Prueba de ANOVA

ANOVA					
IP					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2,303	3	0,768	0,615	0,624
Dentro de grupos	9,991	8	1,249		
Total	12,294	11			

En la tabla 31 se puede apreciar que el p-valor es de 0.624 que es mayor a 0.05 (α), por lo cual se rechaza la hipótesis del investigador (H_1), que indica que las medias del grupo patrón y de los grupos experimentales son diferentes, es decir no existe una varianza estadística significativa.

Para apreciar en que grupos hay diferencias o no se realiza una post prueba (post-hoc), la cual se denomina la prueba de Tukey (Tabla 31 y 32).

Tabla 32. Comparación de los resultados de índice de plasticidad

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: IP						
HSD Tukey						
(I) Proporción	(J) Proporción	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
100% SN + 0% P.A.N.	98% SN + 2% P.A.N.	0,406	0,912	0,969	-2,5153	3,3286
	96% SN + 4% P.A.N.	0,763	0,912	0,836	-2,1586	3,6853
	94% SN + 6% P.A.N.	1,186	0,912	0,587	-1,7353	4,1086
98% SN + 2% P.A.N.	100% SN + 0% P.A.N.	-0,406	0,912	0,969	-3,3286	2,5153
	96% SN + 4% P.A.N.	0,356	0,912	0,978	-2,5653	3,2786
	94% SN + 6% P.A.N.	0,780	0,912	0,827	-2,1420	3,7020
96% SN + 4% P.A.N.	100% SN + 0% P.A.N.	-0,763	0,912	0,836	-3,6853	2,1586
	98% SN + 2% P.A.N.	-0,356	0,912	0,978	-3,2786	2,5653
	94% SN + 6% P.A.N.	0,423	0,912	0,965	-2,4986	3,3453
94% SN + 6% P.A.N.	100% SN + 0% P.A.N.	-1,186	0,912	0,587	-4,1086	1,7353
	98% SN + 2% P.A.N.	-0,780	0,912	0,827	-3,7020	2,1420
	96% SN + 4% P.A.N.	-0,423	0,912	0,965	-3,3453	2,4986

Según los datos de la tabla 32 la mayoría de valores son mayores a 0.05 (α), esto quiere decir que no existe diferencias significativas, por lo tanto, las medias de los grupos no son distintas estadísticamente.

Tabla 33. Sub conjuntos de Tukey

IP		
HSD Tukey ^a		
Proporción	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
94% SN + 6% P.A.N.	3	7,6833
96% SN + 4% P.A.N.	3	8,1367
98% SN + 2% P.A.N.	3	8,4633
100% SN + 0% P.A.N.	3	8,8700
Sig.		,587
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.		
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.		

Según la tabla 33 no existe diferencias significativas en todos los grupos, ya que el grupo patrón y los grupos experimentales se encuentran ubicadas en la misma columna.

Prueba estadística para los resultados de capacidad de soporte

Para realizar las pruebas estadísticas paramétricas, en este caso el análisis de varianza (ANOVA) se comprueba si existe una distribución normal, a través de las pruebas de normalidad, debido a que se cuentan con datos menores a 50 el análisis se realiza con la prueba de Shapiro Wilk

En la prueba estadística Análisis de Varianza como primer paso se comprueba si tiene distribución normal mediante las pruebas de normalidad, en este caso se analiza con la prueba de Shapiro Wilk porque se cuenta con menores a 50 datos, como se aprecia en la tabla 34.

Tabla 34. Prueba de Normalidad

Pruebas de normalidad							
CBR	Descripción	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	100%SN + 0%P.A.N.	0,176	3	.	1,000	3	0,983
	98%SN+2%P.A.N.	0,175	3	.	1,000	3	1,000
	96%SN+4%P.A.N.	0,248	3	.	0,968	3	0,659
	94%SN+6%P.A.N.	0,267	3	.	0,951	3	0,576
a. Corrección de significación de Lilliefors							

En la tabla 34 se aprecian que los valores de significancia (p -valor) son mayores a 0.05 (α), por consiguiente, tienen una distribución normal, esto indica que se puede utilizar la prueba paramétrica Análisis de Varianza (ANOVA).

De la misma manera otro de los supuestos que se debe cumplir para realizar la prueba paramétrica de ANOVA es que las muestras posean igualdad de varianzas (homocedasticidad) para lo cual se realiza el test de Levene tal como se puede apreciar en la tabla 35.

Tabla 35. Prueba de homogeneidad de varianzas (Levene)

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
CBR	Se basa en la media	,283	3	8	,836
	Se basa en la mediana	,341	3	8	,796
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,341	3	7,983	,796
	Se basa en la media recortada	,291	3	8	,831

De la tabla anterior se aprecia que los valores de significancia son mayores al p -valor (0.05) por lo que se puede afirmar que la varianza de los grupos es estadísticamente igual por lo que existe homogeneidad de varianzas, por lo tanto se puede realizar la prueba paramétrica de ANOVA.

En la tabla 36 se detallan las características de las variables.

Tabla 36. Descripción de las variables

Descriptivos								
CBR								
	N	Media	Desv.	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mín.	Máx.
					Lím. inf.	Lím. Sup.		
100%SN + 0%P.A.N.	3	5,4933	,32501	,18765	4,6860	6,3007	5,17	5,82
98%SN+2%P.A.N.	3	7,4300	,32000	,18475	6,6351	8,2249	7,11	7,75
96%SN+4%P.A.N.	3	8,5433	,16258	,09387	8,1395	8,9472	8,40	8,72
94%SN+6%P.A.N.	3	7,4900	,23580	,13614	6,9042	8,0758	7,29	7,75
Total	12	7,2392	1,1725	,33850	6,4941	7,9842	5,17	8,72

Luego de poseer todos los datos se realiza la prueba paramétrica de análisis de varianza como se detalla en la tabla 37.

Tabla 37. Prueba de Análisis de varianza

ANOVA					
CBR					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	14,544	3	4,848	66,855	,000
Dentro de grupos	,580	8	,073		
Total	15,124	11			

En la tabla 37 se puede apreciar que el p-valor es de 0.000 que es menor a 0.05 (α), por lo cual se acepta la hipótesis alterna (H_1), que indica que las medias del grupo patrón y de los grupos experimentales no son parecidas estadísticamente, es decir existe una varianza estadística significativa.

Para detallar las diferencias significativas entre los grupos se realiza una post prueba (post-hoc), la cual se denomina la prueba de Tukey (Tabla 38).

Tabla 38. Comparación múltiple de cada uno de los resultados de CBR

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: CBR						
HSD Tukey						
(I) Descripción	(J) Descripción	Dif. de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
100%SN + 0%P.A.N.	98%SN+2%P.A.N.	-1,936	,219	,000	-2,6408	-1,2326
	96%SN+4%P.A.N.	-3,050	,219	,000	-3,7541	-2,3459
	94%SN+6%P.A.N.	-1,996	,219	,000	-2,7008	-1,2926
98%SN+2%P.A.N.	100%SN + 0%P.A.N.	1,936	,219	,000	1,2326	2,6408
	96%SN+4%P.A.N.	-1,113	,219	,004	-1,8174	-,4092
	94%SN+6%P.A.N.	-,060	,219	,992	-,7641	,6441
96%SN+4% P.A.N.	100%SN + 0%P.A.N.	3,050	,219	,000	2,3459	3,7541
	98%SN+2%P.A.N.	1,113	,219	,004	,4092	1,8174
	94%SN+6%P.A.N.	1,053	,219	,006	,3492	1,7574
94%SN+6%P.A.N.	100%SN + 0%P.A.N.	1,996	,219	,000	1,2926	2,7008
	98%SN+2%P.A.N.	,060	,219	,992	-,6441	,7641
	96%SN+4%P.A.N.	-1,053	,219	,006	-1,7574	-,3492

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Según los datos de la tabla 38 la mayoría de los valores son menores a 0.05 (α), esto quiere decir que existe diferencias significativas entre la mayoría de los grupos, por lo tanto, la media de los grupos son diferentes estadísticamente.

Tabla 39. Sub conjuntos de Tukey

CBR				
HSD Tukey ^a				
Descripción	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
100%SN + 0%P.A.N.	3	5,4933		
98%SN+2%P.A.N.	3		7,4300	
94%SN+6%P.A.N.	3		7,4900	
96%SN+4%P.A.N.	3			8,5433
Sig.		1,000	,992	1,000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.				

Según la tabla 39 existe diferencias significativas entre los grupos, ya que el grupo patrón y los grupos experimentales se encuentran ubicadas en distintas columnas.

Prueba estadística para los resultados de Densidad Seca Máxima

Para realizar las pruebas estadísticas paramétricas, en este caso el análisis de varianza (ANOVA) se comprueba si existe una distribución normal, a través de las pruebas de normalidad, debido a que se cuentan con datos menores a 50 el análisis se realiza con la prueba de Shapiro Wilk.

En la prueba estadística Análisis de Varianza como primer paso se comprueba si tiene distribución normal mediante las pruebas de normalidad, en este caso se analiza con la prueba de Shapiro Wilk porque se cuenta con menores a 50 datos, como se aprecia en la tabla 40.

Tabla 40. Prueba de Normalidad

Pruebas de normalidad							
	Descripción	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DSM	100%SN + 0%P.A.N.	,225	3	.	,984	3	,757
	98%SN+2%P.A.N.	,214	3	.	,989	3	,803
	96%SN+4%P.A.N.	,228	3	.	,982	3	,743
	94%SN+6%P.A.N.	,239	3	.	,975	3	,699
a. Corrección de significación de Lilliefors							

En la tabla 40 se aprecian que los valores de significancia (p-valor) son mayores a 0.05 (α), por consiguiente, tienen una distribución normal, esto indica que se puede utilizar la prueba paramétrica Análisis de Varianzas (ANOVA).

De la misma manera otro de los supuestos que se debe cumplir para realizar la prueba paramétrica de ANOVA es que las muestras posean igualdad de varianzas

(homocedasticidad) para lo cual se realiza el test de Levene tal como se puede apreciar en la tabla 41.

Tabla 41. Prueba de Homogeneidad de varianzas (Levene)

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DMS	Se basa en la media	,001	3	8	1,000
	Se basa en la mediana	,002	3	8	1,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,002	3	7,998	1,000
	Se basa en la media recortada	,001	3	8	1,000

En la tabla 42 se detallan las características de las variables.

Tabla 42. Descripción de las variables

Descriptivos								
DSM								
	N	Media	Desv.	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mín.	Máx.
					Límite inferior	Límite superior		
100%SN + 0%P.A.N.	3	1,7137	,06603	,03812	1,5496	1,8777	1,65	1,78
98%SN+2%P.A.N.	3	1,7020	,06736	,03889	1,5347	1,8693	1,64	1,77
96%SN+4%P.A.N.	3	1,6900	,06458	,03729	1,5296	1,8504	1,63	1,76
94%SN+6%P.A.N.	3	1,6827	,06430	,03712	1,5229	1,8424	1,63	1,75
Total	12	1,6971	,05727	,01653	1,6607	1,7335	1,63	1,78

Luego de poseer todos los datos se realiza la prueba paramétrica de análisis de varianza como se detalla en la tabla 43.

Tabla 43. Prueba de Análisis de varianza

ANOVA					
DSM					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,002	3	,001	,130	,940
Dentro de grupos	,034	8	,004		
Total	,036	11			

En la tabla 43 se puede apreciar que el p-valor es de 0.940 que es mayor a 0.05 (α), por lo cual se rechaza la hipótesis del investigador (H_1), que indica que existe una varianza estadística significativa entre el grupo patrón y los grupos experimentales.

Para detallar la diferencia entre los grupos se realiza una post prueba (post-hoc), la cual se denomina la prueba de Tukey (Tabla 44).

Tabla 44. Comparación múltiple de los resultados de densidad seca máxima

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: DSM						
HSD Tukey						
(I) Descripción	(J) Descripción	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Lím. Inf.	Lím. sup.
100%SN + 0%P.A.N.	98%SN+2%P.A.N.	,01167	,05355	,996	-,1598	,1831
	96%SN+4%P.A.N.	,02367	,05355	,969	-,1478	,1951
	94%SN+6%P.A.N.	,03100	,05355	,936	-,1405	,2025
98%SN+ 2%P.A.N.	100%SN + 0%P.A.N.	-,01167	,05355	,996	-,1831	,1598
	96%SN+4%P.A.N.	,01200	,05355	,996	-,1595	,1835
	94%SN+6%P.A.N.	,01933	,05355	,983	-,1521	,1908
96%SN+ 4%P.A.N.	100%SN + 0%P.A.N.	-,02367	,05355	,969	-,1951	,1478
	98%SN+2%P.A.N.	-,01200	,05355	,996	-,1835	,1595
	94%SN+6%P.A.N.	,00733	,05355	,999	-,1641	,1788
94%SN+ 6%P.A.N.	100%SN + 0%P.A.N.	-,03100	,05355	,936	-,2025	,1405
	98%SN+2%P.A.N.	-,01933	,05355	,983	-,1908	,1521
	96%SN+4%P.A.N.	-,00733	,05355	,999	-,1788	,1641

Según los datos de la tabla 44, la mayoría de valores son mayores a 0.05 (α), esto quiere decir que no existe diferencias significativas entre la mayoría de los grupos.

Tabla 45. Sub conjuntos de Tukey

DSM		
HSD Tukey ^a		
Descripción	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
94%SN+6%P.A.N.	3	1,6827
96%SN+4%P.A.N.	3	1,6900
98%SN+2%P.A.N.	3	1,7020
100%SN + 0%P.A.N.	3	1,7137
Sig.		,936
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.		

Según la tabla 45, no existe diferencias significativas entre algunos grupos, ya que el grupo patrón y los grupos experimentales se encuentran ubicadas en la misma columna.

Prueba estadística para los resultados de Contenido de Humedad Óptimo

En la prueba estadística Análisis de Varianza como primer paso se comprueba si tiene distribución normal mediante las pruebas de normalidad, en este caso se analiza con la prueba de Shapiro Wilk porque se cuenta con menores a 50 datos, como se aprecia en la tabla 46.

Tabla 46. Prueba de Normalidad

Pruebas de normalidad							
	Proporción	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CHO	100% SN + 0% P.A.N.	,263	3	.	,956	3	,595
	98% SN + 2% P.A.N.	,259	3	.	,959	3	,609
	96% SN + 4% P.A.N.	,376	3	.	,771	3	,571
	94% SN + 6% P.A.N.	,196	3	.	,996	3	,879
a. Corrección de significación de Lilliefors							

En la tabla 46 se aprecian que los valores de significancia (p-valor) son mayores a 0.05 (α), por consiguiente, tienen una distribución normal, esto indica que se puede utilizar la prueba paramétrica Análisis de Varianzas (ANOVA).

De la misma manera otro de los supuestos que se debe cumplir para realizar la prueba paramétrica de ANOVA es que las muestras posean igualdad de varianzas (homocedasticidad) para lo cual se realiza el test de Levene tal como se puede apreciar en la tabla 47.

Tabla 47. Prueba de Homogeneidad de varianzas (Levene)

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
CHO	Se basa en la media	,478	3	8	,707
	Se basa en la mediana	,288	3	8	,833
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,288	3	7,129	,833
	Se basa en la media recortada	,465	3	8	,715

Luego de poseer todos los datos se realiza la prueba paramétrica de análisis de varianza como se detalla en la tabla 48.

Tabla 48. Prueba de Análisis de varianza

ANOVA					
CHO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3,907	3	1,302	5,064	,030
Dentro de grupos	2,057	8	,257		
Total	5,964	11			

En la tabla 43 se puede apreciar que el p-valor es de 0.030 que es menor a 0.05 (α), por lo cual se acepta la hipótesis del investigador (H_1), que indica que existe una varianza estadística significativa entre el grupo patrón y los grupos experimentales.

Para detallar la diferencia entre los grupos se realiza una post prueba (post-hoc), la cual se denomina la prueba de Tukey (Tabla 49).

Tabla 49. Comparación múltiple de los resultados de contenido de humedad óptimo

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: CHO						
HSD Tukey						
(I) Proporción	(J) Proporción	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
100% SN + 0% P.A.N.	98% SN + 2% P.A.N.	,76000	,41405	,325	-,5659	2,0859
	96% SN + 4% P.A.N.	1,07000	,41405	,120	-,2559	2,3959
	94% SN + 6% P.A.N.	1,57333*	,41405	,022	,2474	2,8993
98% SN + 2% P.A.N.	100% SN + 0% P.A.N.	-,76000	,41405	,325	-2,0859	,5659
	96% SN + 4% P.A.N.	,31000	,41405	,875	-1,0159	1,6359
	94% SN + 6% P.A.N.	,81333	,41405	,276	-,5126	2,1393
96% SN + 4% P.A.N.	100% SN + 0% P.A.N.	-1,07000	,41405	,120	-2,3959	,2559
	98% SN + 2% P.A.N.	-,31000	,41405	,875	-1,6359	1,0159
	94% SN + 6% P.A.N.	,50333	,41405	,635	-,8226	1,8293
94% SN + 6% P.A.N.	100% SN + 0% P.A.N.	-1,57333*	,41405	,022	-2,8993	-,2474
	98% SN + 2% P.A.N.	-,81333	,41405	,276	-2,1393	,5126
	96% SN + 4% P.A.N.	-,50333	,41405	,635	-1,8293	,8226

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Según los datos de la tabla 49, se aprecia que la proporción que vario significativamente en el contenido de humedad se dio en la proporción de 94% SN + 6% P.A.N., debido a que su significancia es de $0.022 < 0.05$ (α), esto quiere decir que no existe diferencias significativas entre la mayoría de los grupos.

Tabla 50. Sub conjuntos de Tukey

CHO			
HSD Tukey ^a			
Proporción	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
94% SN + 6% P.A.N.	3	13,2900	
96% SN + 4% P.A.N.	3	13,7933	13,7933
98% SN + 2% P.A.N.	3	14,1033	14,1033
100% SN + 0% P.A.N.	3		14,8633
Sig.		,276	,120

Según la tabla 50, existe diferencias significativas entre algunos grupos, ya que el grupo patrón y los grupos experimentales se encuentran ubicadas en diferentes columnas.

V. DISCUSIÓN

Discusión N° 01

De acuerdo a los resultados obtenidos a la capacidad de soporte y densidad máxima de la subrasante los autores Pino Edwin y Maquera Hugo, tras efectuar su investigación con la incorporación del polímero adhesivo natural en cantidades de (0%, 2%, 4% y 6%) pudieron presenciar los siguientes valores (5.493%, 7.430%, 8.507% y 7.643%) respectivamente, en tanto los autores Romero Rocío y Sañac Cynthia (2016), tras efectuar su investigación pudieron determinar los siguientes valores (5.100%, 6.100%, 4.400% y 2.700%), respectivamente de acuerdo a las dosificaciones (0%, 2%, 4% y 6%), definiendo que la incorporación de este polímero influye en un aumento progresivo como se denota en las cantidades de 2% y 4% para el primer autor, por otro lado Romeo Rocío y Sañac Cynthia (2016) define que el punto más álgido se denota al incorporar el 2% de polímero, concluyendo que la influencia de este material aumenta en cierta medida las características mecánicas de la subrasante (CBR). Esta diferencia podría de haberse dado por las características independientes que poseía cada suelo que se sometieron a estudio.

Discusión N° 02

Respecto al ensayo Proctor para lograr una mejor compactación y reducción de vacíos aplicando polímero adhesivo, los autores Pino Edwin y Maquera Hugo, tras efectuar su investigación con el empleo de este aditamento mencionado en dosificaciones de (0%, 2%, 4% y 6%), determinaron los siguientes valores de máxima densidad seca (1.714 gr/cm^3 , 1.702 gr/cm^3 , 1.690 gr/cm^3 y 1.683 gr/cm^3) respectivamente y un óptimo contenido de humedad de (14.24%, 14.103%, 13.793% y 13.290%) respectivamente en relación de la dosificación del polímero, para lograr una óptima compactación, en tanto los autores Romero Rocío y Sañac Cynthia (2016), tras efectuar su investigación pudieron determinar los siguientes valores de humedad óptima (10.20%, 9.90%, 9.80% y 9.60%) y densidades secas (1.927 gr/cm^3 , 1.917 gr/cm^3 , 1.908 gr/cm^3 y 1.894 gr/cm^3), estos dos valores se originaron de acuerdo a las dosificaciones establecidas de (0%, 2%, 4% y 6%), para el primer caso se aprecia que la incorporación del 6% de polímero adhesivo natural reduce en un 10.58% el contenido de humedad óptimo lo que significa que se

requerirá menor cantidad de agua que se necesitará para alcanzar la máxima densidad seca, la disminución de cantidad de agua se traduce en menor cantidad de horas máquina de los cisterna. En cambio en el estudio de Romero Roció y Sañac Cynthia (2016) no hubo diferencias estadísticamente significativas como para afirmar que la incorporación de polímero adhesivo natural influye en el contenido de humedad.

Discusión N° 03

Según los resultados obtenidos de los ensayos geotécnicos, se rechaza la hipótesis planteada que señala que una proporción establecida reducirá los valores de índice de plasticidad, ya que de acuerdo a los resultados del análisis de varianza la disminución de los valores del índice de plasticidad no es significativa, pero la proporción que tuvo un mejor desempeño fue la de 6% de polímero adhesivo natural que redujo el índice de plasticidad en un 13.42% respecto al suelo de subrasante.

Esto concuerda con lo que afirman Romero Roció y Sañac Cynthia (2016), quienes tras efectuar su investigación pudieron determinar los siguientes valores de índice de plasticidad (11.22%, 11.02%, 10.97% y 10.91%) quienes de la misma manera no logran reducir de manera significativa la plasticidad (se redujo solamente en un 2.84%), esta poca disminución en ambos estudios podría deberse a la poca proporción de polímero adhesivo natural que se adiciona al suelo.

Discusión N° 04

Respecto a la reducción de costos para el mejoramiento de una subrasante aplicando polímero adhesivo natural los autores Pino Edwin y Maquera Hugo, tras realizar su investigación determinaron que la aplicación de este polímero denota un costo mucho más elevado en relación a un mejoramiento con material granular del 13.06%, en tanto los autores Romero Roció y Sañac Cynthia (2016), en su investigación definen que la aplicación de este compuesto repercute significativamente en el presupuesto de una partida, ya que el proceso de extracción resulta ser altamente laborioso, por lo que la relación costo beneficio resulta ser significativamente desfavorable para la realización o mejoramiento de las subrasantes.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1. Dando respuesta al objetivo general de la presente investigación se concluye que la aplicación de polímero adhesivo natural mejora la capacidad de soporte mas no en la densidad máxima de la subrasante de pavimentos rígidos en la zona de Salcedo – Puno, en un porcentaje máximo del 41.783%.

Conclusión 2. Según el objetivo específico 1, se concluye que, para lograr una mejor compactación y reducción de vacíos, es necesario la incorporación de polímero adhesivo natural en una cantidad del 6% disminuyendo el contenido de humedad óptimo requerido para alcanzar la densidad seca máxima en un 12.80%, esto repercute en el menor empleo de agua durante el proceso de compactación de una vía.

Conclusión 3. Dando respuesta al objetivo específico 2, se concluye que la adición de polímero adhesivo natural al suelo de subrasante en proporciones de 2%, 4% y 6 % no varían de manera significativa el índice de plasticidad, debido a que se obtuvieron valores de 8.46%, 8.136% y 7.68% respectivamente.

Conclusión 4. De acuerdo al objetivo específico 3, se concluye que tras incorporar polímero adhesivo natural los costos aumentan hasta en un 13.06% en relación a un mejoramiento con material granular, por lo que en el aspecto de costo beneficio este aditamento resulta ser mucho más costoso, pero más barato que otros aditamentos comúnmente usados.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar otro tipo de estabilización en la zona de Salcedo – Puno, debido a que no se muestran buenos resultados con la aplicación de polímero adhesivo natural.

Para la aplicación de los datos obtenidos en esta investigación se recomienda tener en cuenta el tipo de suelo y el estabilizante usado en la subrasante.

Se recomienda para futuras investigaciones el estudio de este aditamento para bases y subbase.

Se recomienda para futuras investigaciones el uso de este polímero adhesivo natural, ya no en función del peso, si no en función del agua para su pertinente compactación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Tesis

AYALA, Genesis. Estabilización y control de suelos expansivos utilizando polímeros. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Samborondón. Universidad de Especialidades Espíritu Santo, 2017.

Disponible en <https://bit.ly/3u3uHpV>

CALLA, Efraín. Pavimentación de los jirones Achaya, Manco Capac, Conde de Lemus, Arica y Puno de la municipalidad de Azángaro, Puno. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2015.

Disponible en <https://bit.ly/3fBZxB8>

CAPIA, Cliver. Estabilización de suelos arcillosos mediante el uso de polímeros reciclados PET a nivel de la subrasante de la carretera Juliaca – Caminaca, 2019. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Juliaca: Universidad Peruana Unión, 2020.

Disponible en <https://bit.ly/3wkl6vm>

CORTES, Darko. Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Piura: Universidad de Piura, 2018.

Disponible en <https://bit.ly/3bXk1mT>

CUADROS, Claudia. Mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región de Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Huancayo: Universidad Peruana los Andes, 2017.

Disponible en <https://bit.ly/3ouLZeJ>

DUQUE, Jennifer, VÁSQUEZ, Brayan y ORREGO, José. Mejoramiento de Subrasante en vías de Tercer orden. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Pereira: Universidad Libre Seccional Pereira, 2017.

Disponible en <https://bit.ly/3wnuyzq>

LANDA, Jacques y TORRES, Sergio. Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volante de bagazo de caña de azúcar y cal. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019.

Disponible en <https://bit.ly/3bDH31V>

MIRANDA, Cristian y RADO, Marco. Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos en la región de Apurímac. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019.

Disponible en <https://bit.ly/33VwRxv>

NUÑEZ, Anselmo. Optimización de espesores de pavimentos con aplicación de geo-sintéticos. Tesis (Titulo de Ingeniera Civil). Puno. Universidad Nacional del Altiplano, 2016.

Disponible en <https://bit.ly/2ScQOgF>

PALLI, Edwin. Guía básica para estabilización de suelos con cal en camino de baja intensidad vehicular en la provincia de San Román. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2015.

Disponible en <https://bit.ly/3wiiQ8Z>

QUISPE, Esperanza y SOÑAC, Magaly. Influencia de la incorporación de plástico reciclado triturado – PET en el mejoramiento del suelo a nivel de sub rasante en la prolongación de la Av. Micaela Bastidas. Tamburco – Abancay. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Abancay: Universidad Tecnológica de los Andes, 2019.

Disponible en <https://bit.ly/3u2JeCq>

RAMIEZ, Andres. Inversión en infraestructura vial y su impacto en el desarrollo económico. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Cundinamarca: Universidad de la Sabana, 2018.

Disponible en <https://bit.ly/3hGu3Mx>

ROMERO, Roció y SAÑAC, Cynthia. Evaluación comparativa de la capacidad de soporte y densidad máxima de un suelo adicionando con polímero adhesivo natural en porcentajes, en San Judas Chico – Cusco. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2016.

Disponible en <https://bit.ly/3vaTJF6>

SILVA, Mayra. Mejoramiento de la subrasante con geomallas multiaxiales tipo TX140 y TX160, aplicando a en tramos de la calle Alemania - Cajamarca. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Cajamarca. Universidad Peruana del Norte, 2016.

Disponible en <https://bit.ly/2T7CDKc>

SUAREZ, Erika. Obtención de productos adhesivos a partir de pirolisis de llantas recicladas. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2015.

Disponible en <https://bit.ly/3ytB3IS>

VASQUEZ, Jean. Inversión de infraestructura vial y su relación con la inversión privada en el Perú periodo 2000 – 2014. Tesis (Titulo de Economía). Medellín: Universidad Nacional de Trujillo, 2016.

Disponible en <https://bit.ly/3tZL4nH>

YUCRA, Arturo y CAMALA, Edwin. Análisis del uso de aditivos PERMA ZYME y Cloruro cálcico en la estabilización de la base de la carretera no pavimentada Dv. Huancané. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional del Altiplano, 2017.

Disponible en <https://bit.ly/2SZKJEx>

ZAMBRANO, Alejandra y CASANOVA, Manuel. Uso de polímeros como estabilizador de suelos aplicado en vías de arcilla (CL) y grava arcillosa (GC). Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Samborondón. Universidad de Especialidades Espíritu Santo, 2016.

Disponible en <https://bit.ly/3fwrXMN>

ZEA, Norma. Caracterización de las arcillas. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala, 2014.

Disponible en <https://bit.ly/3v3caLH>

Revistas

SERANO, Erika y PADILLAS, Edgar. Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados. Revista de Investigación Solidaria, 15 (1): 1-25, 2019.

ISSN: 2382-4220

APLICACIONES EOR de inyección de polímero en yacimientos de crudo pesado y alta temperatura por Castro Ruben [et al]. Bucaramanga: Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Futuro, 10 (2): 73-83, enero 2020.

ISSN: 2382-4581

PICASSO, Gino y SUN, Maria. Aplicaciones tecnológicas de las arcillas modificadas. Revista de Investigación Sociedad Química del Perú, 74 (1): 1-25, 2008.

ISSN: 1810-634X

GARCIA, Ricardo, FLORES, Eder y MEDINA, Yurley. Caracterización física de las arcillas utilizadas en la fabricación de productos de mampostería para la construcción en Ocaña Norte de Santander (Colombia). Revista de Investigación Espacios, 39 (53): 1-17, noviembre 2018.

ISSN: 0798-1015

CAJAMARCA, Johan y ACERO, Jeison. Comparación técnica de pegantes para cerámica con contenidos de látex y polímeros. Revista de Investigación de la Universidad Católica de Colombia, 1 (12): 6-18, 2015.

PINO, Juan y TEJEDA, Eduardo. Consideraciones acerca de la actividad de las arcillas en la estabilización de suelos con sales cuaternarias de amonio. Revista de Investigación de Arquitectura e Ingeniería, 7 (3): 1-12, 2013.

ISSN: 1990-8830

CONSTRUCCION sustentable del pavimentó rígido caso: Troncal Central del Norte por Perico Néstor [et al]. Tunja: Revista de Investigación L'esprit Ingénieux, 4 (1): 36-54, mayo 2015.

DIAZ, Luis y VALERO, Manuel. Efecto de la adición de polímeros de cadena corta sobre la estructura química, propiedades mecánicas, térmica y biológicas de poliuretanos sintetizados con disocianatos alifáticos y aceite de higuera. Revista de Investigación Química Nova, 44 (1): 48-57, 2021.

ISSN: 1678-7064

CHAVARRY, Carlos, FIGUEROA, Rosario y REYNAGA, Rossy. Estabilización química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas. Revista de Investigación Polo del Conocimiento, 5 (46): 40-69, noviembre 2020.

ISSN: 2550-682X

ESTABILIZACION química de suelos – materiales convencionales y activados alcalinamente por Aguirre Ana [et al]. Bogotá. Revista de Investigación Sena, 84 (2): 202-226, enero 2020.

ISSN: 2256-5035

JIMENEZ, Gabriel, LEITERITZ, Ralf y URREGUM, Carolina. Estado del arte de la económica política internacional en Latinoamérica. Revista de Investigación Desafíos, 30 (2): 9-11, setiembre 2018.

ISSN: 0124-4035

ESTUDIO exploratorio de las propiedades físicas de suelos y su relación con los deslizamientos superficiales: Cuenca del río Maracay, estado Aragua – Venezuela por Rios Maria [et al]. Venezuela. Revista de Investigación Geográfica Venezolana, 51 (2): 225-247, diciembre 2010.

ISSN: 1012-1617

WETTING collapse in Patzcuaro Uruapan Highway embankments por Chávez Carlos [et al]. Morelia. Revista de Investigación y Tecnología, 27 (2): 225-247, diciembre 2010.

ISSN: 1405-7743

POLIMEROS biogenerados: una alternativa medioambiental por Salazar Margarita [et al]. Medellín. Revista de Investigación DYNA, 87 (214): 75-84, febrero 2020.

ISSN: 2346-2183

BARRETO, Shirley, BANGUERA, Jonathan y CORDOVA, Javier. Análisis comparativo de ejes equivalentes obtenidos mediante el método AASHTO 93 y los proporcionados por pesaje en balanza fija de vehículos. Revista de Investigación Universidad y Sociedad, 10 (1): 59-68, marzo 2018.

ISSN: 2218-3620

FELIXBERGER, Josef. Adhesivos de colocación en capa delgada modificados con polímeros, Augsburg-Europa. Revista de Investigación Construction Chemicals Europe, 2 (4):12-36, 2008.

ISSN:001X-2177

INFLUENCIA de la inclusión de desechos de PVC sobre el CBR de un material granular tipo subbase por Rodriguez Edgar [et al]. Medellín: Revista de Investigación Ingenierías de la Universidad de Medellín, 5 (9):21-30, diciembre 2006.

ISSN: 2248-4094

ULLOA, Andrea. Guía de pruebas de laboratorio y muestreo en campo para la verificación de calidad en materiales de pavimento asfáltico. s.l. Revista de Investigación Métodos y Materiales, 1(1):39-60, diciembre 2011.

ROJAS, Miguel y RAMIREZ, Andres. Inversión en infraestructura vial y su impacto en el crecimiento económico. Aproximación de análisis al caso infraestructura. Revista de Investigación de la Universidad de Medellín, 17 (32): 109-128, 2018.

COVARRUBIAS, Juan. Design of concrete pavement with optimized slab geometry. Santiago. Revista de Investigación Ingeniería de Construcción, 27(3):181-197, enero 2012.

ISSN: 0718-5073

ZAMBRANO, Isabel, TEJEDA, Eduardo y AAENLLE, Anadelys. Materiales granulares mejorados con emulsión asfáltica catiónica para subbases de pavimentos. Revista de Investigación Infraestructura Vial LanammeUCR, 22 (39): 29-42, marzo 2020.

ISSN: 2215-3705

MENESES, Juliana, CORRALES, Catalina y VALENCIA, Marco. Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca. Revista de Investigación EIA, 1 (8): 57-67, diciembre 2008.

ISSN: 2463-0950

Libros

HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. 1.^a ed. McGraw-Hill: México, 2019. 634 pp.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Lucio. Tesis y metodología de la investigación. 6.^{ta} ed. s.l.: McGraw-Hill, 2014. 426 pp.

MTC. Manual de carreteras, suelos, geología, geotécnica y pavimentos. 1.^a ed. MTC: Lima, 2013. 355 pp.

PINO, Raul. Metodología de la investigación - elaboración de diseños para contrastar hipótesis. 2.^{da} ed. San Marcos: Lima, 2018. 475 pp.

TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación científica. 4.^{ta} ed. Limusa, 2003. 440 pp.

VARA, Arístides. 7 pasos para una tesis exitosa. 1.^{ra} ed. Universidad San Martín de Porres, 2010. 451 pp.

ARIAS, Fadias. "El proyecto de investigación". 4ta. Caracas : Episteme Venezuela, 2004.

ISBN: 980-07-3868-1

GARCIA, Eduardo. Metodología de investigación cuantitativa. 1.^a. Lima : Texas, 2004. pág. 91.

Página Web

Estabilización de suelos con cloruro de sodio. Recursos internet (evidence-based materials internet links) [en línea]. Lima: Dokumen. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2021].

Disponible en <https://bit.ly/3v88W9M>

Plan Nacional de Infraestructura para la competitividad. Recursos internet (evidence-based materials internet links) [en línea]. Lima: MEF. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2021].

Disponible en <https://bit.ly/2T7JAUm>

Los adhesivos. Recursos internet (evidence-based materials internet links) [en línea]. Colombia: Quiminet. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2021].
Disponible en <https://bit.ly/3bHnDsT>

ANEXOS

Anexo 01. Operacionalización de Variables

“Polímero adhesivo natural para mejorar la capacidad de soporte y densidad máxima en subrasante de pavimentos rígidos, Salcedo – Puno

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
V.I. Polímero adhesivo natural	Las colas animales están formadas por gelatina, que se obtiene a partir del colágeno, proteína existente en la piel y cartílagos. Se presentan en forma sólida (tabletas, láminas, escamas, sémola y perlas), o líquida. Por su origen pueden ser de conejo, ovinos y bovinos, consiguiendo a partir de la cocción huesos, pieles o residuos de los animales; por otro parte, se consiguen también por el pescado, entre ellas, la del esturión ofrece la mayor calidad. Las colas animales se siguen utilizando en renovación por sus buenas propiedades y características parecidas a las utilizadas originalmente, así como su reversibilidad con agua caliente, aunque exhiben los inconvenientes de su preparación, conservación, endurecimiento y cristalización. Romero y Sañac (2016)	Porcentaje de incorporación Características físicas	Cantidad	Porcentaje Ensayos de laboratorio	Razón
V.D. Capacidad de soporte y densidad de subrasante de pavimentos rígidos	La capacidad de soporte es una de la propiedad es más fundamental de los suelos. Su comportamiento, al estar sometido a tensiones es mucho más complejo que el de otros materiales. Las deformaciones que experimenta no dependen solo del “tipo de suelo” respectivo, sino también del estado en que se halle éste, de acuerdo a su contenido de humedad, grado de compacidad, estructura interna, etc. por otro lado, el suelo subyacente a una fundación que puede notarse heterogeneidades de importancia, imputando grandes variaciones de resistencia según la dirección de aplicación de las tensiones(anisotropía). es una ciencia empírica, que se basada en la experimentación, la cual nos proporciona ensayos y procedimientos para poder establecer las diferentes propiedades físicas y mecánicas de un suelo. densidad que ella tiene para las mismas condiciones de cada material que va a tener en terreno. Chavarry, Figueroa y Reynaga (2020)	Características físicas Características mecánicas	Limite líquido Limite plástico Índice de plasticidad Humedad Granulometría Capacidad de soporte Densidad de Campo	Ensayos de laboratorio	Razón

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Anexo 02. Matriz de Consistencia

“Polímero adhesivo natural para mejorar la capacidad de soporte y densidad máxima en subrasante de pavimentos rígidos, Salcedo – Puno”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	METODOLOGÍA
¿Como el polímero adhesivo natural mejoraría la capacidad de soporte y densidad máxima de sub rasante de pavimentos rígidos, Salcedo - Puno 2021?	Mejorar la capacidad de soporte y densidad máxima de sub rasante de pavimentos rígidos, Salcedo – Puno 2021 por medio del polímero adhesivo.	El polímero adhesivo mejorara la capacidad de soporte y densidad máxima de sub rasante de pavimentos rígidos, Salcedo – Puno 2021	VI Polímetro adhesivo VD Capacidad de soporte y densidad máxima	Proporción Características físico mecánicas	% Ensayos de laboratorio	<p>Enfoque Cuantitativo</p> <p>Diseño de investigación Experimental</p> <p>Nivel de Investigación Correlacional</p> <p>Tipo de Investigación Aplicada</p> <p>Población Suelos naturales de sub rasante de Salcedo – Puno</p> <p>Muestra 3 calicatas aleatorias de centro poblado de Salcedo</p> <p>Técnica de recolección de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observación y medición • Realización de calicatas • Muestreo de materiales • Ensayos de laboratorio • Análisis de resultados • Interpretación de resultados <p>Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fichas de recolección de datos • Herramientas de bolsas y de muestreo • Equipos y herramientas de laboratorio • Trabajo de gabinete • Software de análisis e interpretación de resultados
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	VI Proporción establecida VD Compactación y reducción de vacíos	Cantidad Características físico mecánicas	gr/cm3 ensayos en laboratorio	
¿Con una proporción establecida se lograría una mejor compactación y reducción de vacíos utilizando el polímero adhesivo natural?	Lograr una mejor compactación y reducción de vacíos utilizando el polímero adhesivo natural por medio de una proporción establecida	Una proporción establecida lograra una mejor compactación y reducción de vacíos utilizando el polímero adhesivo natural	VI Proporción establecida VD Índice de plasticidad	Cantidad Características físico mecánicas	% %	
¿Con una proporción establecida se reduciría los valores de índice de plasticidad utilizando el polímero adhesivo natural?	Mejorar el índice de plasticidad utilizando el polímero adhesivo natural por medio de una proporción establecida.	Una proporción establecida reducirá los valores de índice de plasticidad utilizando el polímero adhesivo natural en un 10%.	VI Proporción establecida VD Índice de plasticidad	Cantidad Características físico mecánicas	% %	
¿Con una proporción establecida se reduciría los costos de ejecución utilizando el polímero adhesivo natural?	Reducir los costos de ejecución utilizando el polímero adhesivo natural por medio de una proporción establecida.	Una proporción establecida reducirá los costos de ejecución utilizando el polímero adhesivo natural en un 2%.	VI Proporción establecida VD Costos	Cantidad Viabilidad económica	gr/cm3 Software S10 Software Excel	

Anexo 3. Matriz de validación de los instrumentos para la obtención de datos

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS						
Título de investigación: "Polímero adhesivo natural para mejorar la capacidad de soporte y densidad máxima en subrasante de pavimentos rígidos, Salcedo – Puno"						
Apellidos y nombres de los investigadores: PINO PINEDA, Edwin Fredy / MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson						
Apellidos y nombres del Experto: ÑACA BAYLON Hernán						
ASPECTOS POR EVALUAR				OPINION DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
Variable Independiente: Polímero adhesivo natural	Porcentaje de incorporación	Cantidad	Porcentaje.	X		
	Características físicas	Granulometría Límite líquido Limite plástico Índice de plasticidad Humedad	Tamices, horno, cuchara de casagrande, balanza, acanalador.	X		
Variable dependiente: Capacidad de soporte y densidad de subrasante de pavimentos rígidos	Características físicas	Granulometría Límite líquido Limite plástico Índice de plasticidad Humedad	Tamices, horno, cuchara de casagrande, balanza, acanalador	X		
	Propiedades Mecánicas	Máxima densidad seca y CHO	Equipo de Proctor modificado	X		
		CBR	Equipo de Californian Bearing Ratio	X		



Hernán Naca Baylón
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 01749

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Hernán Ñaca Bailón CIP N.º 66749, como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

“Polímero adhesivo natural para mejorar la capacidad de soporte y densidad máxima en subrasante de pavimentos rígidos, Salcedo – Puno”

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

CRITERIOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	EXCELENTE
Congruencia de Indicadores			X
Viabilidad de Instrumentos			X
Confiabilidad del instrumento			X
Esta formulado con lenguaje adecuado y específico.			X
Expresa el alcance de la investigación			X
Contribuye al avance de la ciencia. Tecnología y desarrollo sostenible			X

Puno, 05 de julio del 2021



Hernán Ñaca Bailón
INGENIERO CIVIL
CIP N.º 66749

Ing. Hernán Ñaca Bailón

DNI N.º 01318214

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS						
Título de investigación: "Polímero adhesivo natural para mejorar la capacidad de soporte y densidad máxima en subrasante de pavimentos rígidos, Salcedo – Puno"						
Apellidos y nombres de los investigadores: PINO PINEDA, Edwin Fredy / MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson						
Apellidos y nombres del Experto: MONTESINOS CHAVEZ Eddie Juan.						
ASPECTOS POR EVALUAR				OPINIÓN DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
Variable Independiente: Polimero adhesivo natural	Porcentaje de incorporación	Cantidad	Porcentaje.	X		
	Características físicas	Granulometría Límite líquido Limite plástico Indice de plasticidad Humedad	Tamices, horno, cuchara de casagrande, balanza, acanalador.	X		
Variable dependiente: Capacidad de soporte y densidad de subrasante de pavimentos rígidos	Características físicas	Granulometría	Tamices, horno, cuchara de casagrande, balanza, acanalador	X		
		Límite líquido Limite plástico Indice de plasticidad Humedad				
	Propiedades Mecánicas	Máxima densidad seca y CHO	Equipo de Proctor modificado	X		
		CBR	Equipo de Californian Bearing Ratio	X		


GOBIERNO REGIONAL PUNO
 Ing. Eddie Juan Montesinos Chavez
 RESIDENTE DE OBRA
 CIP. 85120

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Eddie Juan Montesinos Chávez CIP N.º 85120, como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

“Polímero adhesivo natural para mejorar la capacidad de soporte y densidad máxima en subrasante de pavimentos rígidos, Salcedo – Puno”

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

CRITERIOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	EXCELENTE
Congruencia de Indicadores			X
Viabilidad de Instrumentos			X
Confiabilidad del instrumento			X
Esta formulado con lenguaje adecuado y específico.		X	
Expresa el alcance de la investigación		X	
Contribuye al avance de la ciencia. Tecnología y desarrollo sostenible			X

Puno, 05 de julio del 2021



Ing. Eddie Juan Montesinos Chávez

DNI N.º 40889825

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS						
Título de investigación: "Polímero adhesivo natural para mejorar la capacidad de soporte y densidad máxima en subrasante de pavimentos rígidos, Salcedo - Puno"						
Apellidos y nombres de los investigadores: PINO PINEDA, Edwin Fredy / MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson						
Apellidos y nombres del Experto: MAMANI CHOQUE Raul.						
ASPECTOS POR EVALUAR				OPINION DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
Variable Independiente: Polímero adhesivo natural	Porcentaje de incorporación	Cantidad	Porcentaje.	X		
	Características físicas	Granulometría Límite líquido Límite plástico Índice de plasticidad Humedad	Tamices, horno, cuchara de casagrande, balanza, acanalador.	X		
Variable dependiente: Capacidad de soporte y densidad de subrasante de pavimentos rígidos	Características físicas	Granulometría	Tamices, horno, cuchara de casagrande, balanza, acanalador	X		
		Límite líquido Límite plástico Índice de plasticidad Humedad				
	Propiedades Mecánicas	Máxima densidad seca y CHO	Equipo de Proctor modificado	X		
		CBR	Equipo de Californian Bearing Ratio	X		


 Raul Mamani Choque
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 87210

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Raúl Mamani Choque CIP N.º 87210, como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

“Polímero adhesivo natural para mejorar la capacidad de soporte y densidad máxima en subrasante de pavimentos rígidos, Salcedo – Puno”

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

CRITERIOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	EXCELENTE
Congruencia de Indicadores		X	
Viabilidad de Instrumentos		X	
Confiabilidad del instrumento			X
Esta formulado con lenguaje adecuado y específico.			X
Expresa el alcance de la investigación		X	
Contribuye al avance de la ciencia. Tecnología y desarrollo sostenible			X

Puno, 05 de julio del 2021



RAUL MAMANI CHOQUE
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 87210

Ing. Raúl Mamani Choque

DNI N.º 01324236

Anexo 4. Reporte de datos analizados SPSS

```
EXAMINE VARIABLES=IP BY Descripción
/PLOT BOXPLOT NPLOT
/COMPARE GROUPS
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/CINTERVAL 95
/MISSING LISTWISE
/NOTOTAL.
```

Explorar

Notas

Salida creada		09-JUL-2021 15:03:53
Comentarios		
Entrada	Datos	D:\CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS PANIDATOS SPSS GENERAL.sav
	Conjunto de datos activo	ConjuntoDatos1
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	12
Manejo de valores perdidos	Definición de perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario para variables dependientes se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Los estadísticos se basan en casos sin valores perdidos para ninguna de la variable dependiente o factor utilizado.
Sintaxis	EXAMINE VARIABLES=IP BY Descripción /PLOT BOXPLOT NPLOT /COMPARE GROUPS /STATISTICS DESCRIPTIVES /CINTERVAL 95 /MISSING LISTWISE /NOTOTAL.	

Notas

Recursos	Tiempo de procesador	00:00:01.97
	Tiempo transcurrido	00:00:00.97

Descripción

Resumen de procesamiento de casos

Descripción	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
IP 100%SN + 0%P.A.N.	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
98%SN+2%P.A.N.	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
96%SN+4%P.A.N.	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
94%SN+6%P.A.N.	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%

Descriptivos

Descripción	Estadístico	Error estándar		
IP 100%SN + 0%P.A.N.	Media	8,8700	,96023	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4,7385	
		Límite superior	13,0015	
	Media recortada al 5%	.		
	Mediana	8,2200		
	Varianza	2,766		
	Desviación estándar	1,66316		
	Mínimo	7,63		
	Máximo	10,76		
	Rango	3,13		
	Rango intercuartil	.		
	Asimetría	1,490	1,225	
	Curtosis	.	.	
98%SN+2%P.A.N.	Media	8,4633	,66276	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,6117	
		Límite superior	11,3149	
	Media recortada al 5%	.		
	Mediana	8,2300		
	Varianza	1,318		
	Desviación estándar	1,14793		

Descriptivos

Descripción		Estadístico	Error estándar
	Mínimo	7,45	
	Máximo	9,71	
	Rango	2,26	
	Rango intercuartil	.	
	Asimetría	,877	1,225
	Curtosis	.	.
96%SN+4%P.A.N.	Media	8,1367	,49079
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6,0250
		Límite superior	10,2484
	Media recortada al 5%	.	
	Mediana	8,1500	
	Varianza	,723	
	Desviación estándar	,85008	
	Mínimo	7,28	
	Máximo	8,98	
	Rango	1,70	
	Rango intercuartil	.	
	Asimetría	-,071	1,225
	Curtosis	.	.
94%SN+6%P.A.N.	Media	7,6833	,29554
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6,4117
		Límite superior	8,9549
	Media recortada al 5%	.	
	Mediana	7,7800	
	Varianza	,262	
	Desviación estándar	,51189	
	Mínimo	7,13	
	Máximo	8,14	
	Rango	1,01	
	Rango intercuartil	.	
	Asimetría	-,819	1,225
	Curtosis	.	.

Pruebas de normalidad

Descripción	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
IP	100%SN + 0%P.A.N.	,319	3	.	,885	3	,341
	98%SN+2%P.A.N.	,247	3	.	,969	3	,662
	96%SN+4%P.A.N.	,177	3	.	1,000	3	,974
	94%SN+6%P.A.N.	,242	3	.	,973	3	,686

a. Corrección de significación de Lilliefors

IP

Gráficos Q-Q normales

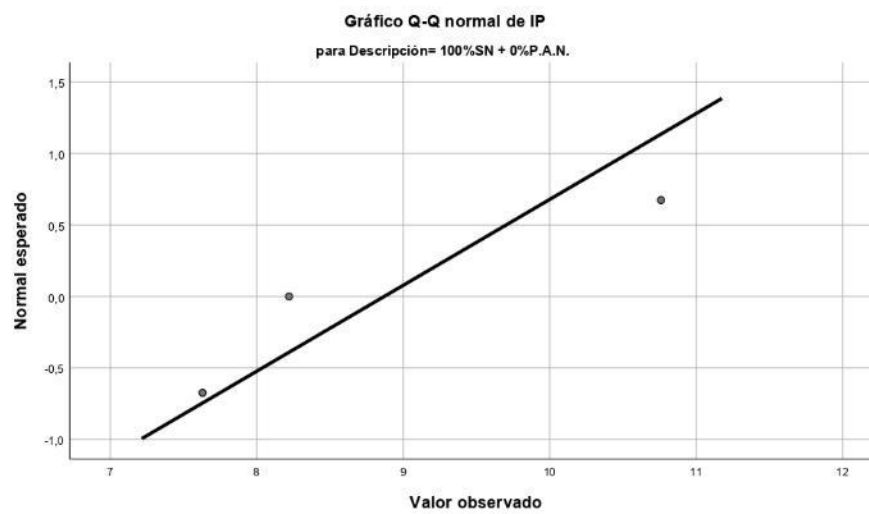


Gráfico Q-Q normal de IP
para Descripción= 98%SN+2%P.A.N.

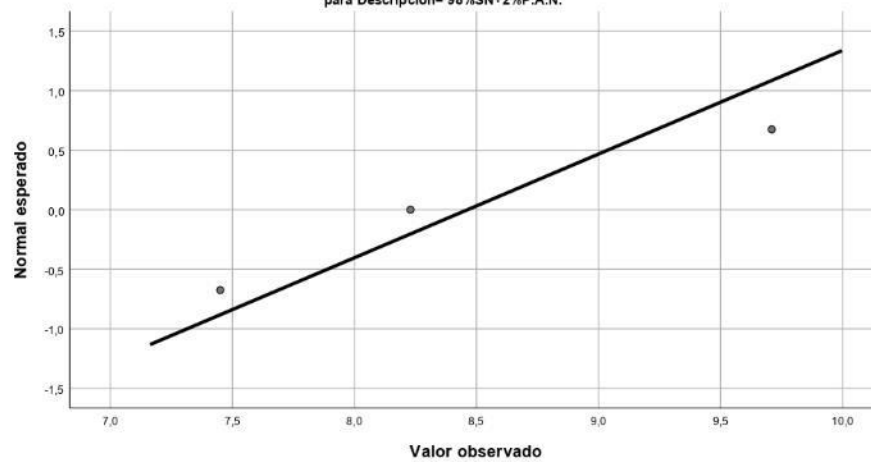
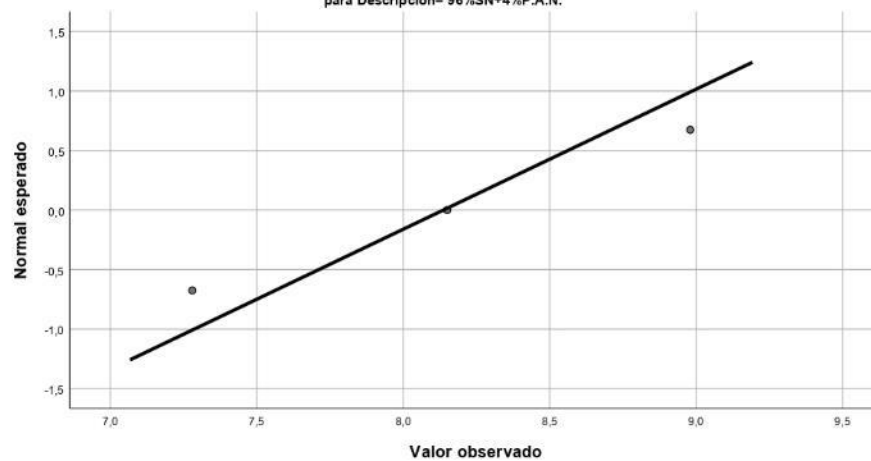
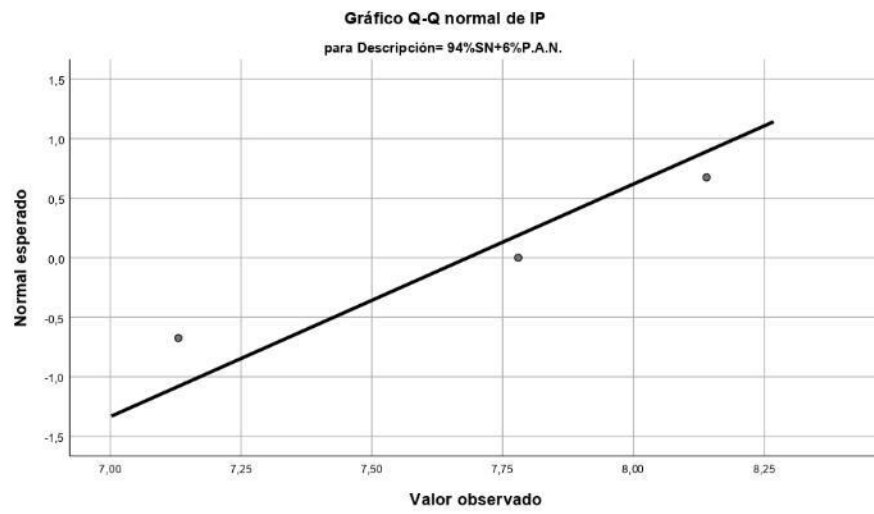


Gráfico Q-Q normal de IP
para Descripción= 96%SN+4%P.A.N.





Gráficos Q-Q normales sin tendencia

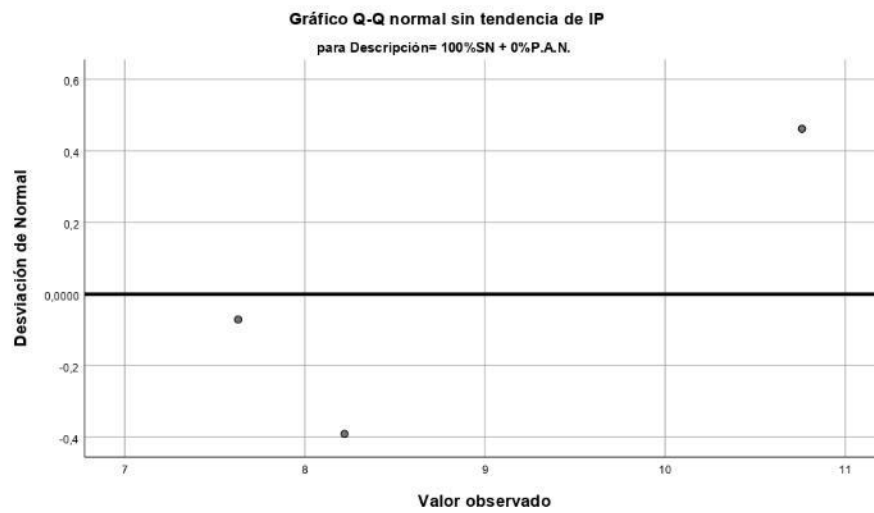


Gráfico Q-Q normal sin tendencia de IP
para Descripción= 98%SN+2%P.A.N.

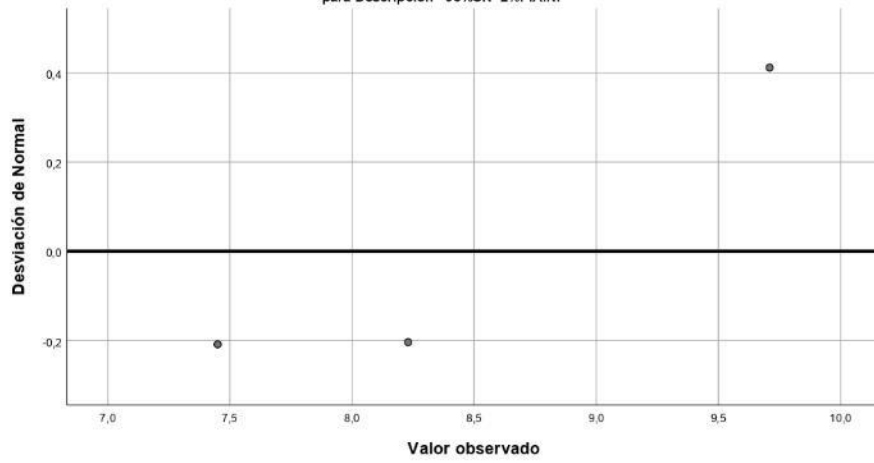
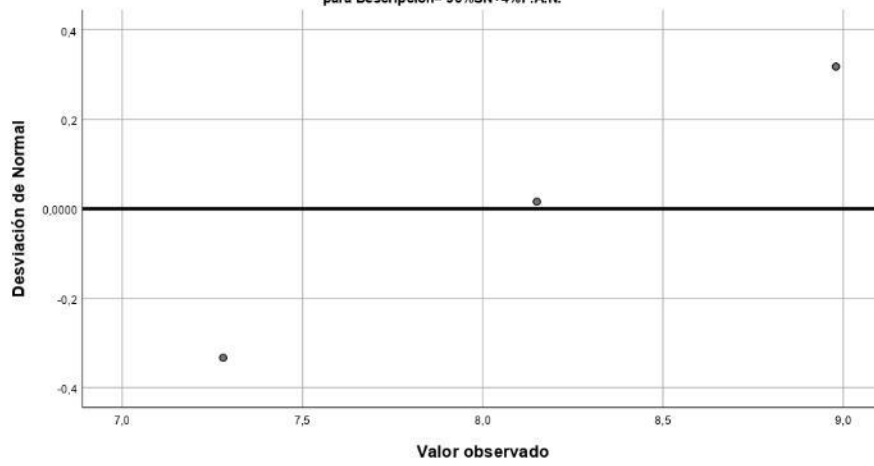
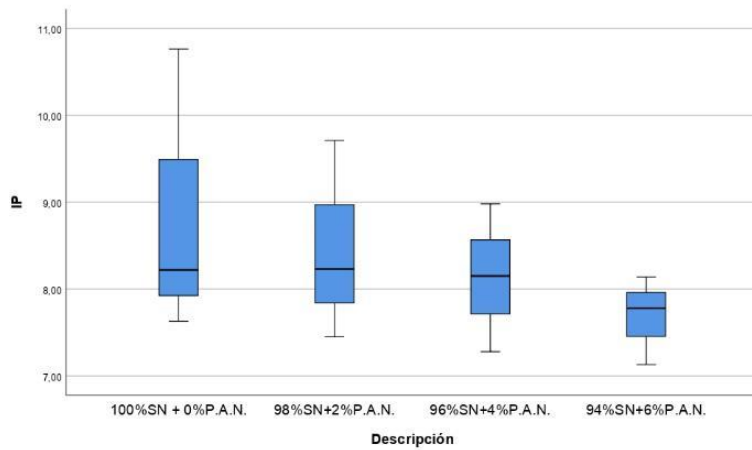
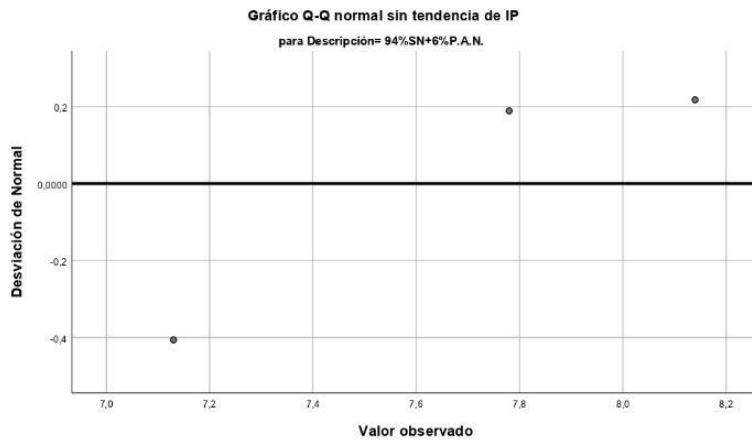


Gráfico Q-Q normal sin tendencia de IP
para Descripción= 96%SN+4%P.A.N.





```
ONEWAY IP BY Descripción
/PLOT MEANS
```

Página 8

```
ONEWAY IP BY Proporción
/STATISTICS HOMOGENEITY
/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05).
```

Unidireccional

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
IP	Se basa en la media	1,853	3	8	,216
	Se basa en la mediana	,403	3	8	,755
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,403	3	4,060	,759
	Se basa en la media recortada	1,699	3	8	,244

```

/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05) .

```

Unidireccional

Notas

Salida creada	09-JUL-2021 15:04:21	
Comentarios		
Entrada	Datos	D:\CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS PAN/DATOS SPSS GENERAL.sav
	Conjunto de datos activo	ConjuntoDatos1
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	12
Manejo de valores perdidos	Definición de perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Los estadísticos para cada análisis se basan en casos sin datos perdidos para cualquier variable del análisis.
Sintaxis	ONEWAY IP BY Descripción /PLOT MEANS /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05).	
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.14
	Tiempo transcurrido	00:00:00.14

ANOVA

IP

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2,274	3	,758	,598	,634
Dentro de grupos	10,137	8	1,267		
Total	12,411	11			

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: IP
HSD Tukey

(I) Descripción	(J) Descripción	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de ... Límite inferior
100%SN + 0%P.A.N.	98%SN+2%P.A.N.	,40667	,91910	,969	-2,5366
	96%SN+4%P.A.N.	,73333	,91910	,854	-2,2100
	94%SN+6%P.A.N.	1,18667	,91910	,593	-1,7566
98%SN+2%P.A.N.	100%SN + 0%P.A.N.	-,40667	,91910	,969	-3,3500
	96%SN+4%P.A.N.	,32667	,91910	,984	-2,6166
	94%SN+6%P.A.N.	,78000	,91910	,830	-2,1633
96%SN+4%P.A.N.	100%SN + 0%P.A.N.	-,73333	,91910	,854	-3,6766
	98%SN+2%P.A.N.	-,32667	,91910	,984	-3,2700
	94%SN+6%P.A.N.	,45333	,91910	,958	-2,4900
94%SN+6%P.A.N.	100%SN + 0%P.A.N.	-1,18667	,91910	,593	-4,1300
	98%SN+2%P.A.N.	-,78000	,91910	,830	-3,7233
	96%SN+4%P.A.N.	-,45333	,91910	,958	-3,3966

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: IP
HSD Tukey

(I) Descripción	(J) Descripción	Intervalo de ... Límite superior
100%SN + 0%P.A.N.	98%SN+2%P.A.N.	3,3500
	96%SN+4%P.A.N.	3,6766
	94%SN+6%P.A.N.	4,1300
98%SN+2%P.A.N.	100%SN + 0%P.A.N.	2,5366
	96%SN+4%P.A.N.	3,2700
	94%SN+6%P.A.N.	3,7233
96%SN+4%P.A.N.	100%SN + 0%P.A.N.	2,2100
	98%SN+2%P.A.N.	2,6166
	94%SN+6%P.A.N.	3,3966
94%SN+6%P.A.N.	100%SN + 0%P.A.N.	1,7566
	98%SN+2%P.A.N.	2,1633
	96%SN+4%P.A.N.	2,4900

Subconjuntos homogéneos

IP

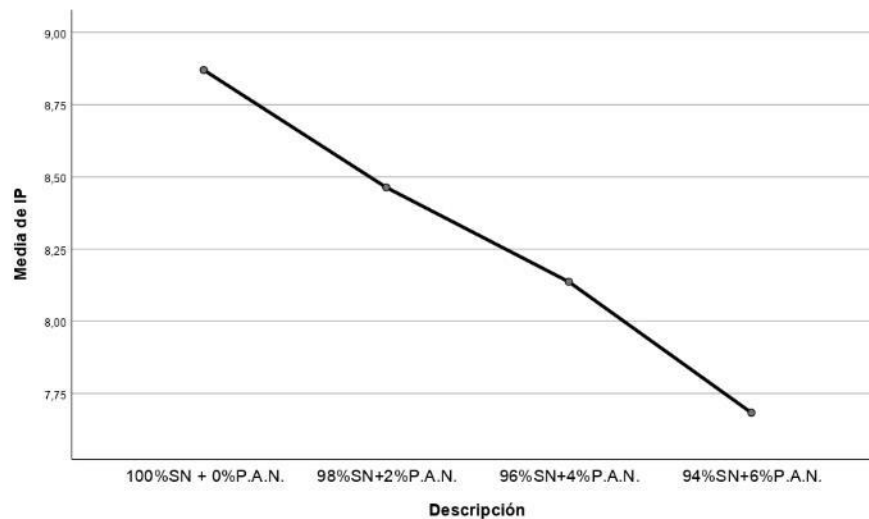
HSD Tukey^a

Descripción	N	Subconjunto para alfa = 0.05
94%SN+6%P.A.N.	3	7,6833
96%SN+4%P.A.N.	3	8,1367
98%SN+2%P.A.N.	3	8,4633
100%SN + 0%P.A.N.	3	8,8700
Sig.		,593

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Gráficos de medias



```
EXAMINE VARIABLES=CBR BY Descripción  
/PLOT BOXPLOT NPLOT  
/COMPARE GROUPS
```

```

/STATISTICS DESCRIPTIVES
/CINTERVAL 95
/MISSING LISTWISE
/NOTOTAL.

```

Explorar

Notas

Salida creada		09-JUL-2021 15:05:04
Comentarios		
Entrada	Datos	D:\CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS PAN/DATOS SPSS GENERAL.sav
	Conjunto de datos activo	ConjuntoDatos1
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	12
Manejo de valores perdidos	Definición de perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario para variables dependientes se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Los estadísticos se basan en casos sin valores perdidos para ninguna de la variable dependiente o factor utilizado.
Sintaxis		EXAMINE VARIABLES=CBR BY Descripción /PLOT BOXPLOT NPLOT /COMPARE GROUPS /STATISTICS DESCRIPTIVES /CINTERVAL 95 /MISSING LISTWISE /NOTOTAL.
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:01.14
	Tiempo transcurrido	00:00:00.84

Descripción

Resumen de procesamiento de casos

Descripción	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
CBR 100%SN + 0%P.A.N.	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
98%SN+2%P.A.N.	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
96%SN+4%P.A.N.	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
94%SN+6%P.A.N.	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%

Descriptivos

Descripción	Estadístico	Error estándar	
CBR 100%SN + 0%P.A.N.	Media	5,4933	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4,6860
		Límite superior	6,3007
	Media recortada al 5%	.	
	Mediana	5,4900	
	Varianza	,106	
	Desviación estándar	,32501	
	Mínimo	5,17	
	Máximo	5,82	
	Rango	,65	
	Rango intercuartil	.	
	Asimetría	,046	1,225
	Curtosis	.	.
	98%SN+2%P.A.N.	Media	7,4300
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	6,6351
		Límite superior	8,2249
Media recortada al 5%		.	
Mediana		7,4300	
Varianza		,102	
Desviación estándar		,32000	
Mínimo		7,11	
Máximo		7,75	
Rango		,64	
Rango intercuartil		.	
Asimetría		,000	1,225
Curtosis		.	.

Descriptivos

Descripción		Estadístico	Error estándar	
96%SN+4%P.A.N.	Media	8,5433	,09387	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8,1395	
		Límite superior	8,9472	
	Media recortada al 5%	.		
	Mediana	8,5100		
	Varianza	,026		
	Desviación estándar	,16258		
	Mínimo	8,40		
	Máximo	8,72		
	Rango	,32		
	Rango intercuartil	.		
	Asimetría	,884	1,225	
	Curtosis	.	.	
	94%SN+6%P.A.N.	Media	7,4900	,13614
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	6,9042	
		Límite superior	8,0758	
Media recortada al 5%		.		
Mediana		7,4300		
Varianza		,056		
Desviación estándar		,23580		
Mínimo		7,29		
Máximo		7,75		
Rango		,46		
Rango intercuartil		.		
Asimetría		1,071	1,225	
Curtosis		.	.	

Pruebas de normalidad

Descripción	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CBR						
100%SN + 0%P.A.N.	,176	3	.	1,000	3	,983
98%SN+2%P.A.N.	,175	3	.	1,000	3	1,000
96%SN+4%P.A.N.	,248	3	.	,968	3	,659
94%SN+6%P.A.N.	,267	3	.	,951	3	,576

a. Corrección de significación de Lilliefors

CBR

Gráficos Q-Q normales

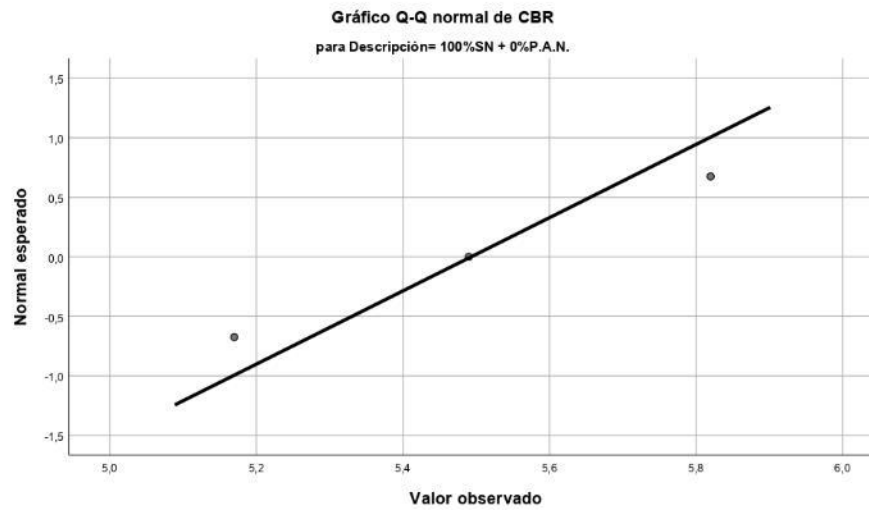


Gráfico Q-Q normal de CBR
para Descripción= 98%SN+2%P.A.N.

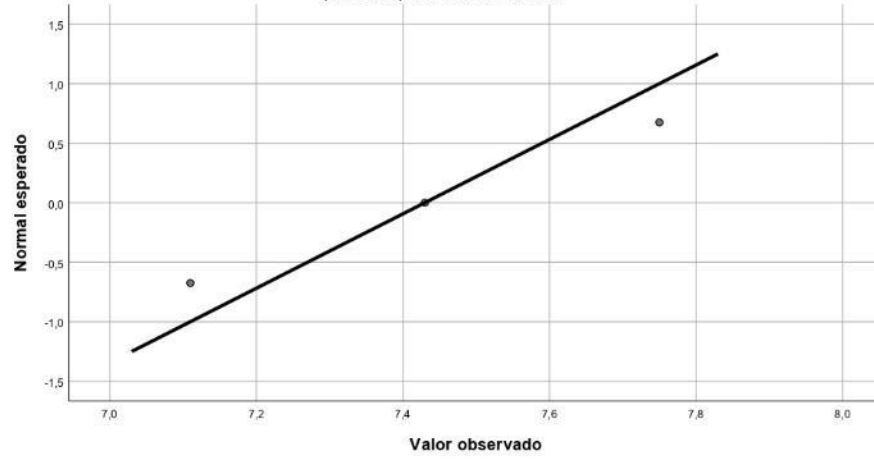
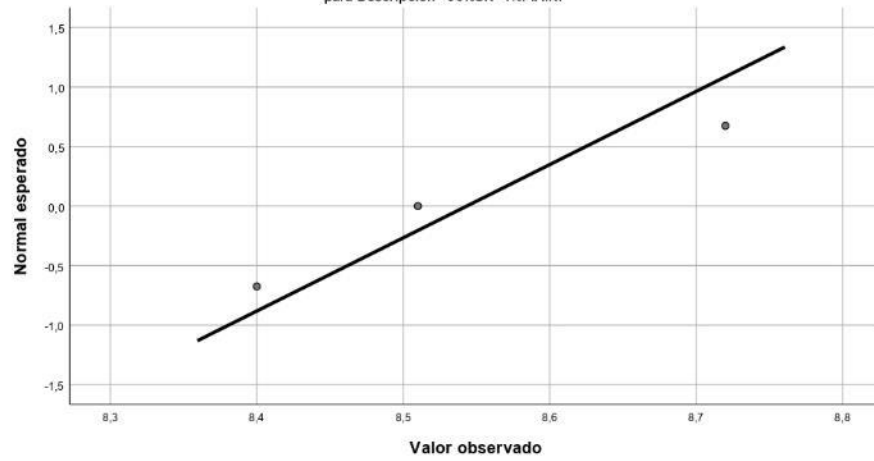
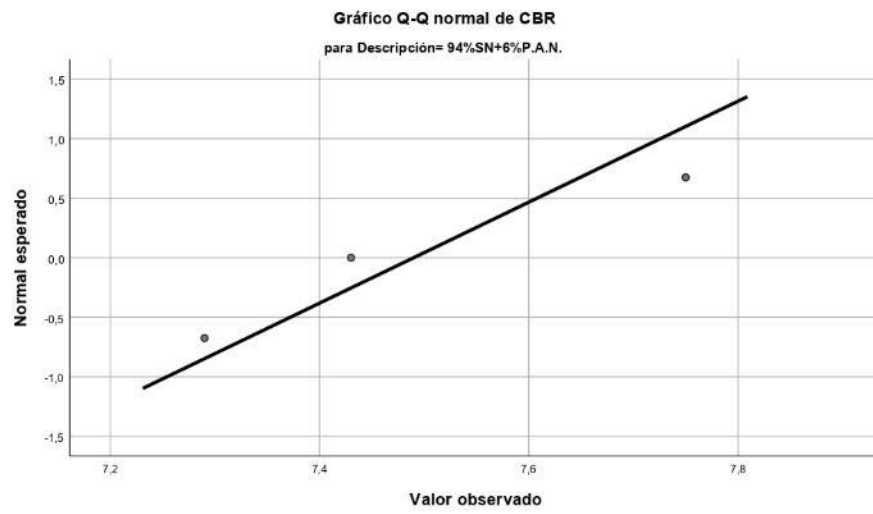
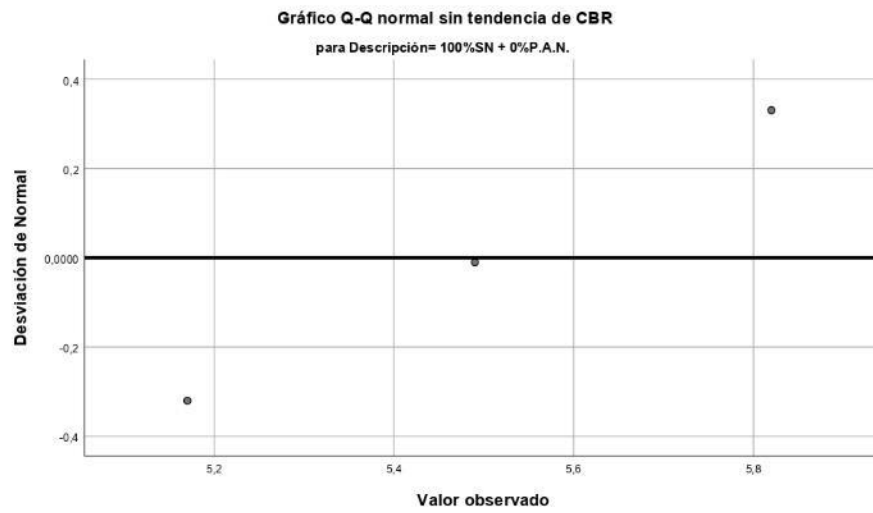


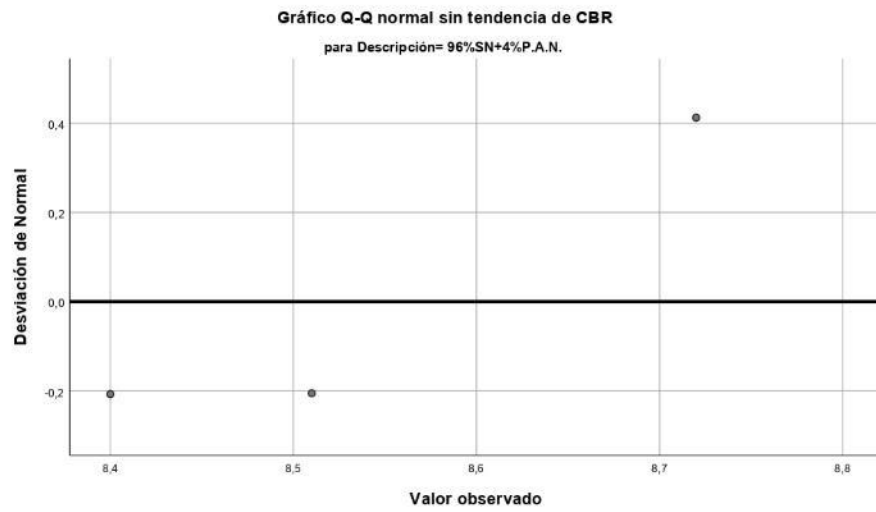
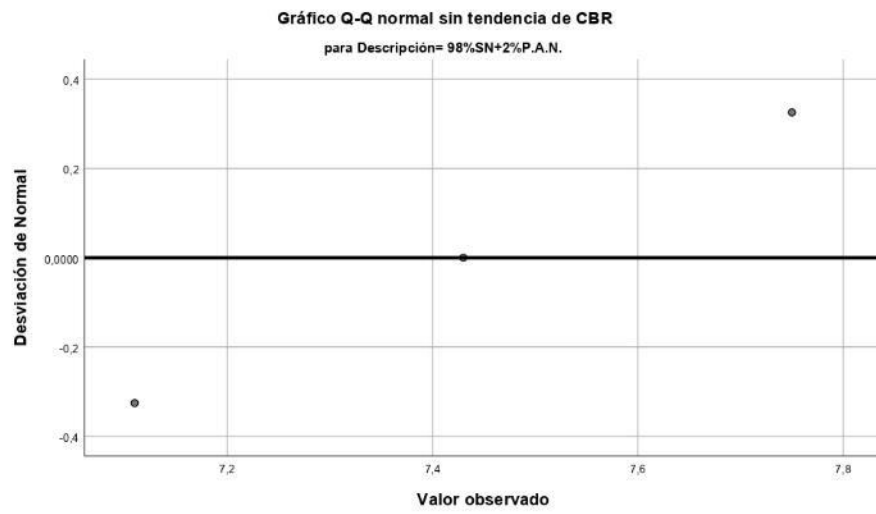
Gráfico Q-Q normal de CBR
para Descripción= 96%SN+4%P.A.N.

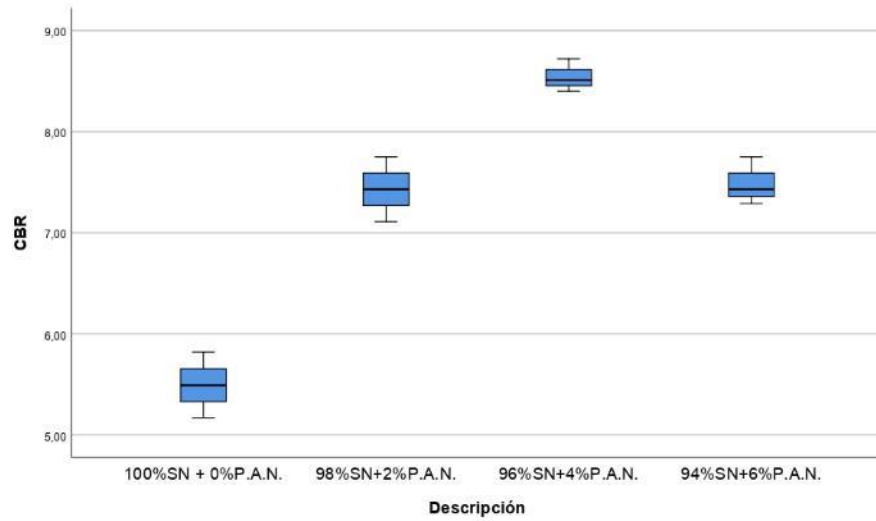
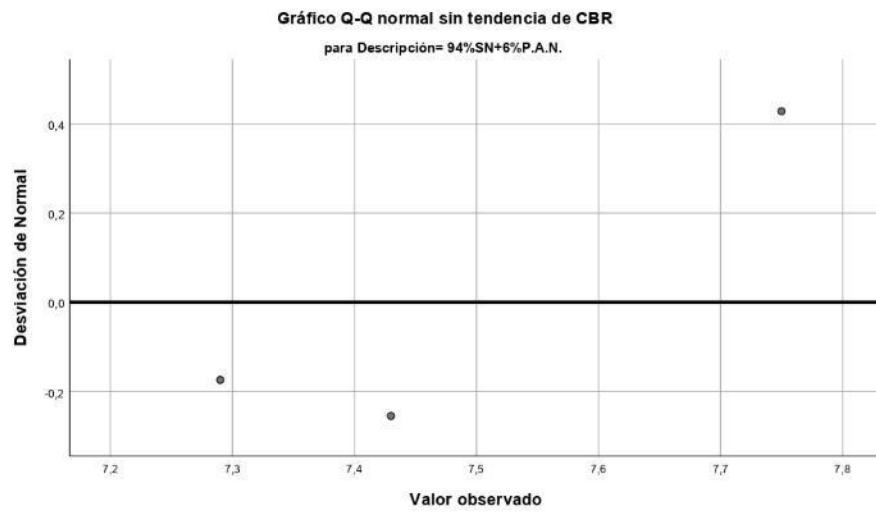




Gráficos Q-Q normales sin tendencia







ONEWAY CBR BY Descripción
/PLOT MEANS

```

GET
  FILE='D:\CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS PAN\CBR PAN.sav'.
DATASET NAME ConjuntoDatos1 WINDOW=FRONT.
ONEWAY CBR BY Proporción
  /STATISTICS HOMOGENEITY
  /MISSING ANALYSIS
  /POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05) .

```

Unidireccional

[ConjuntoDatos1] D:\CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS PAN\CBR PAN.sav

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
CBR	Se basa en la media	,057	3	8	,981
	Se basa en la mediana	,056	3	8	,981
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,056	3	7,754	,981
	Se basa en la media recortada	,056	3	8	,981

```

/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05) .

```

Unidireccional

Notas

Salida creada	09-JUL-2021 15:06:23	
Comentarios		
Entrada	Datos	D:\CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS PAN.DATOS SPSS GENERAL.sav
	Conjunto de datos activo	ConjuntoDatos1
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	12
Manejo de valores perdidos	Definición de perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Los estadísticos para cada análisis se basan en casos sin datos perdidos para cualquier variable del análisis.
Sintaxis	ONEWAY CBR BY Descripción /PLOT MEANS /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05).	
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.14
	Tiempo transcurrido	00:00:00.13

ANOVA

CBR

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	14,544	3	4,848	66,855	,000
Dentro de grupos	,580	8	,073		
Total	15,124	11			

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: CBR

HSD Tukey

(I) Descripción	(J) Descripción	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de ... Límite inferior
100%SN + 0%P.A.N.	98%SN+2%P.A.N.	-1,93667*	,21987	,000	-2,6408
	96%SN+4%P.A.N.	-3,05000*	,21987	,000	-3,7541
	94%SN+6%P.A.N.	-1,99667*	,21987	,000	-2,7008
98%SN+2%P.A.N.	100%SN + 0%P.A.N.	1,93667*	,21987	,000	1,2326
	96%SN+4%P.A.N.	-1,11333*	,21987	,004	-1,8174
	94%SN+6%P.A.N.	-,06000	,21987	,992	-,7641
96%SN+4%P.A.N.	100%SN + 0%P.A.N.	3,05000*	,21987	,000	2,3459
	98%SN+2%P.A.N.	1,11333*	,21987	,004	,4092
	94%SN+6%P.A.N.	1,05333*	,21987	,006	,3492
94%SN+6%P.A.N.	100%SN + 0%P.A.N.	1,99667*	,21987	,000	1,2926
	98%SN+2%P.A.N.	,06000	,21987	,992	-,6441
	96%SN+4%P.A.N.	-1,05333*	,21987	,006	-1,7574

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: CBR

HSD Tukey

(I) Descripción	(J) Descripción	Intervalo de ... Límite superior
100%SN + 0%P.A.N.	98%SN+2%P.A.N.	-1,2326
	96%SN+4%P.A.N.	-2,3459
	94%SN+6%P.A.N.	-1,2926
98%SN+2%P.A.N.	100%SN + 0%P.A.N.	2,6408
	96%SN+4%P.A.N.	-,4092
	94%SN+6%P.A.N.	,6441
96%SN+4%P.A.N.	100%SN + 0%P.A.N.	3,7541
	98%SN+2%P.A.N.	1,8174
	94%SN+6%P.A.N.	1,7574
94%SN+6%P.A.N.	100%SN + 0%P.A.N.	2,7008
	98%SN+2%P.A.N.	,7641
	96%SN+4%P.A.N.	-,3492

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Subconjuntos homogéneos

CBR

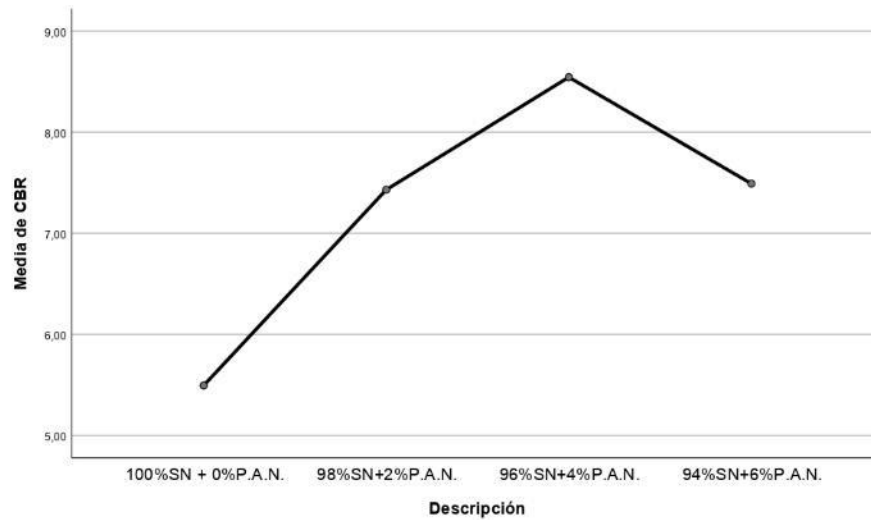
HSD Tukey^a

Descripción	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
100%SN + 0%P.A.N.	3	5,4933		
98%SN+2%P.A.N.	3		7,4300	
94%SN+6%P.A.N.	3		7,4900	
96%SN+4%P.A.N.	3			8,5433
Sig.		1,000	,992	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Gráficos de medias



```

EXAMINE VARIABLES=DSM BY Descripción
/PLOT BOXPLOT NPLOT
/COMPARE GROUPS
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/CINTERVAL 95
/MISSING LISTWISE
/NOTOTAL.

```

Explorar

Notas

Salida creada		09-JUL-2021 15:07:46
Comentarios		
Entrada	Datos	D:\CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS PANDATOS SPSS GENERAL.sav
	Conjunto de datos activo	ConjuntoDatos1
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	12
Manejo de valores perdidos	Definición de perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario para variables dependientes se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Los estadísticos se basan en casos sin valores perdidos para ninguna de la variable dependiente o factor utilizado.
Sintaxis		EXAMINE VARIABLES=DSM BY Descripción /PLOT BOXPLOT NPLOT /COMPARE GROUPS /STATISTICS DESCRIPTIVES /CINTERVAL 95 /MISSING LISTWISE /NOTOTAL.
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.97
	Tiempo transcurrido	00:00:00.80

Descripción

Resumen de procesamiento de casos

Descripción	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
DSM 100%SN + 0%P.A.N.	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
98%SN+2%P.A.N.	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
96%SN+4%P.A.N.	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
94%SN+6%P.A.N.	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%

Descriptivos

Descripción	Estadístico	Error estándar	
DSM 100%SN + 0%P.A.N.	Media	1,7137	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,5496
		Límite superior	1,8777
	Media recortada al 5%	.	
	Mediana	1,7040	
	Varianza	,004	
	Desviación estándar	,06603	
	Mínimo	1,65	
	Máximo	1,78	
	Rango	,13	
	Rango intercuartil	.	
	Asimetría	,645	1,225
	Curtosis	.	.
98%SN+2%P.A.N.	Media	1,7020	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,5347
		Límite superior	1,8693
	Media recortada al 5%	.	
	Mediana	1,6940	
	Varianza	,005	
	Desviación estándar	,06736	
	Mínimo	1,64	
	Máximo	1,77	
	Rango	,13	

Descriptivos

Descripción		Estadístico	Error estándar
	Rango intercuartil	.	.
	Asimetría	,527	1,225
	Curtosis	.	.
96%SN+4%P.A.N.	Media	1,6900	,03729
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,5296
		Límite superior	1,8504
	Media recortada al 5%	.	.
	Mediana	1,6800	.
	Varianza	,004	.
	Desviación estándar	,06458	.
	Mínimo	1,63	.
	Máximo	1,76	.
	Rango	,13	.
	Rango intercuartil	.	.
	Asimetría	,680	1,225
	Curtosis	.	.
94%SN+6%P.A.N.	Media	1,6827	,03712
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,5229
		Límite superior	1,8424
	Media recortada al 5%	.	.
	Mediana	1,6710	.
	Varianza	,004	.
	Desviación estándar	,06430	.
	Mínimo	1,63	.
	Máximo	1,75	.
	Rango	,13	.
	Rango intercuartil	.	.
	Asimetría	,790	1,225
	Curtosis	.	.

Pruebas de normalidad

Descripción	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DSM 100%SN + 0%P.A.N.	,225	3	.	,984	3	,757
98%SN+2%P.A.N.	,214	3	.	,989	3	,803
96%SN+4%P.A.N.	,228	3	.	,982	3	,743
94%SN+6%P.A.N.	,239	3	.	,975	3	,699

a. Corrección de significación de Lilliefors

DSM

Gráficos Q-Q normales

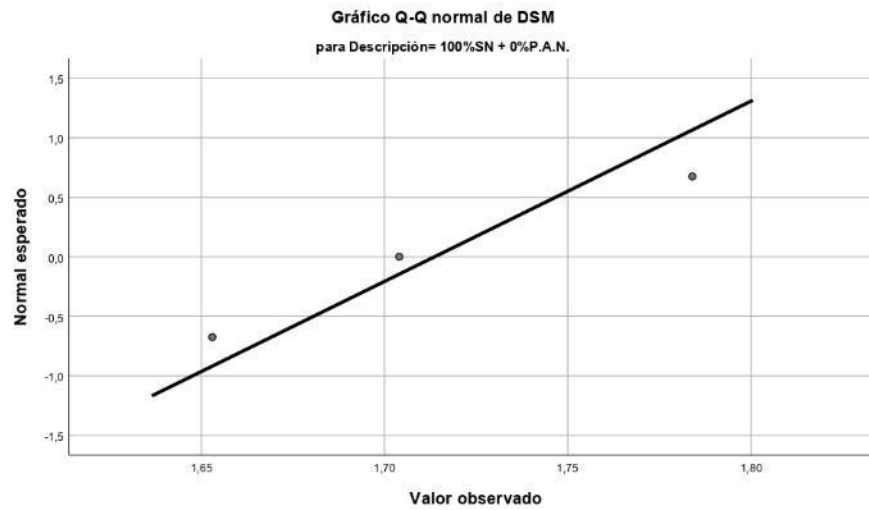


Gráfico Q-Q normal de DSM
para Descripción= 98%SN+2%P.A.N.

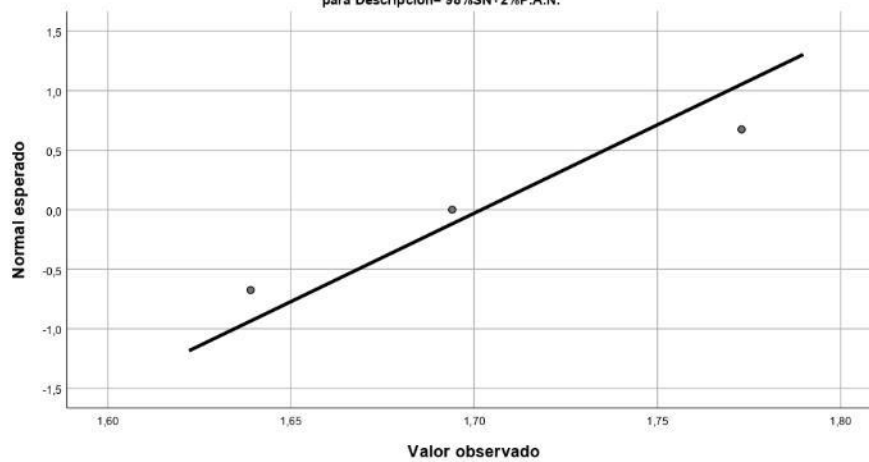
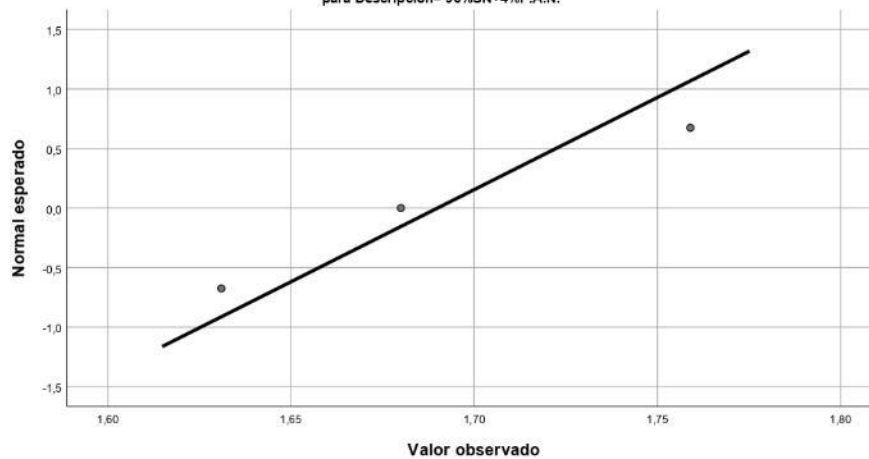
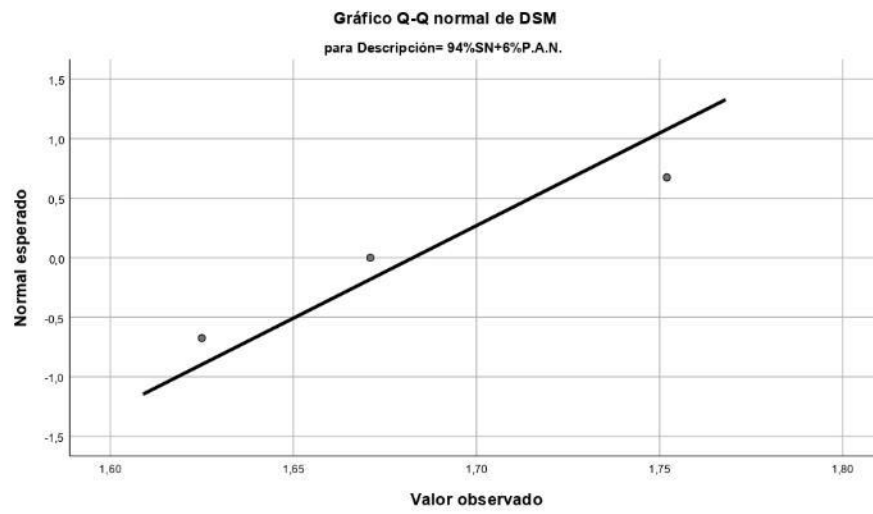
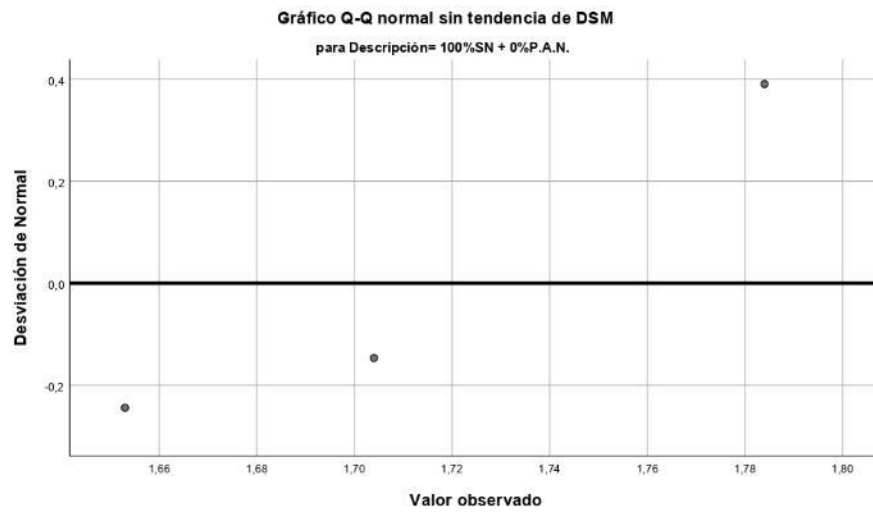


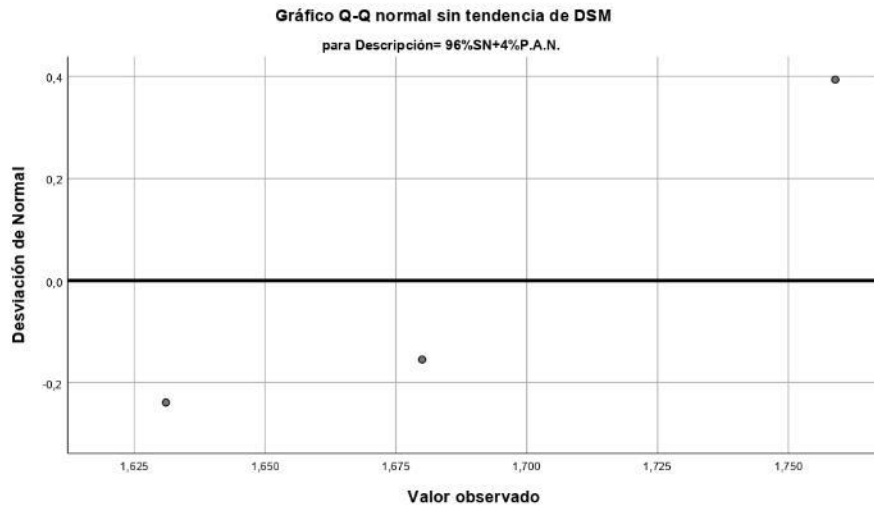
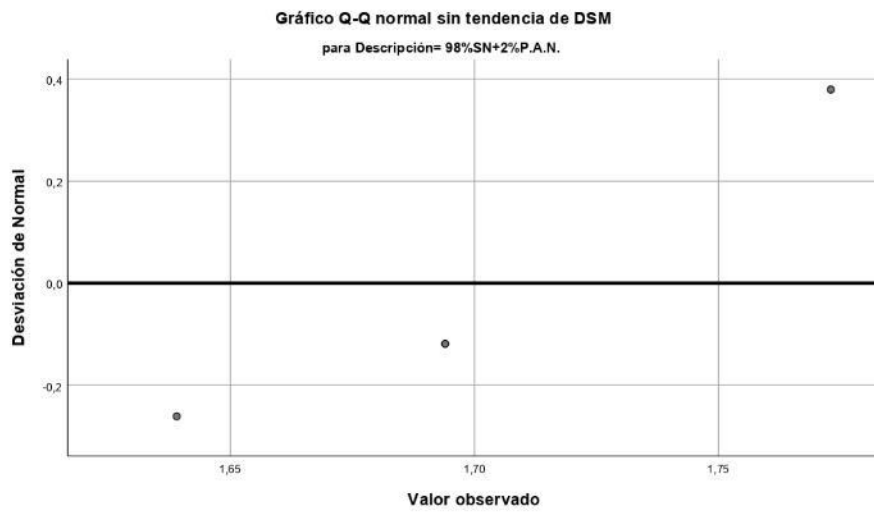
Gráfico Q-Q normal de DSM
para Descripción= 96%SN+4%P.A.N.

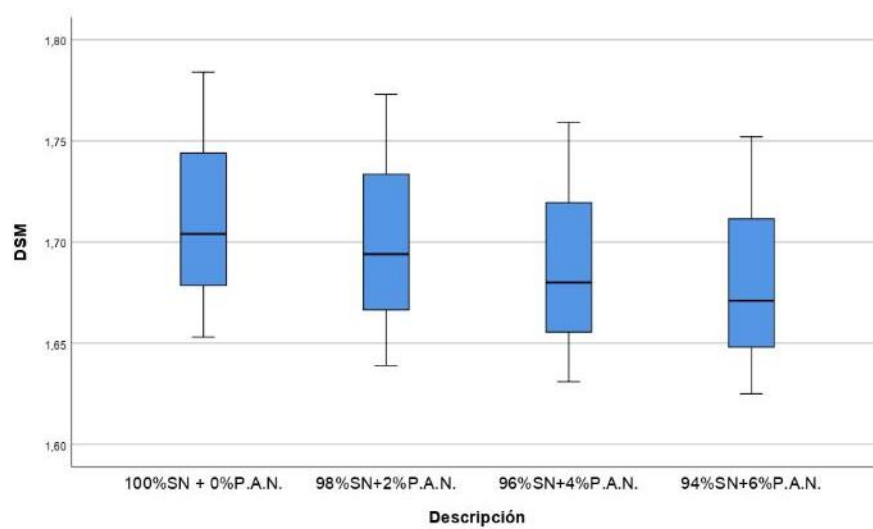
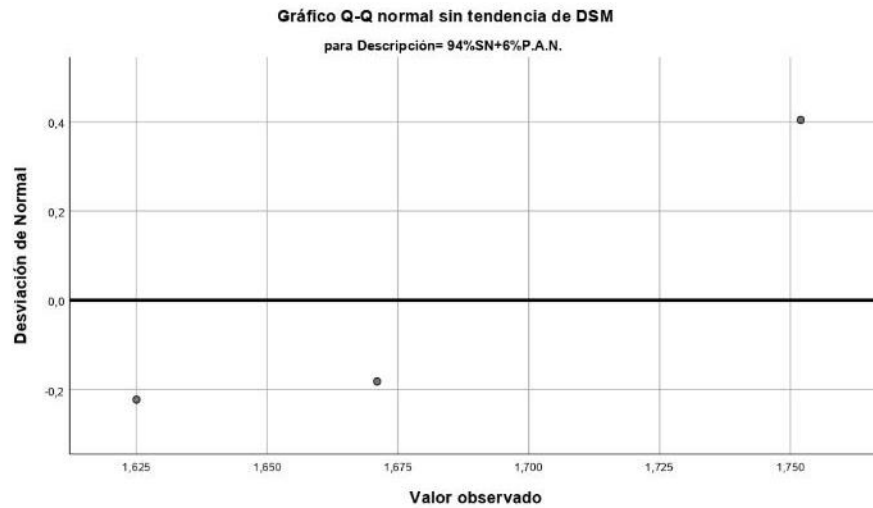




Gráficos Q-Q normales sin tendencia







```
ONEWAY DSM BY Descripción
/PLOT MEANS
```

```
ONEWAY DMS BY Proporción
/STATISTICS HOMOGENEITY
/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC= TUKEY ALPHA(0.05).
```

► **Unidireccional**

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DMS	Se basa en la media	,001	3	8	1,000
	Se basa en la mediana	,002	3	8	1,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,002	3	7,998	1,000
	Se basa en la media recortada	,001	3	8	1,000

```

/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05) .

```

Unidireccional

Notas

Salida creada	09-JUL-2021 15:08:49	
Comentarios		
Entrada	Datos	D:\CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS PAN/DATOS SPSS GENERAL.sav
	Conjunto de datos activo	ConjuntoDatos1
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	12
Manejo de valores perdidos	Definición de perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Los estadísticos para cada análisis se basan en casos sin datos perdidos para cualquier variable del análisis.
Sintaxis	ONEWAY DSM BY Descripción /PLOT MEANS /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05).	
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.11
	Tiempo transcurrido	00:00:00.11

ANOVA

DSM

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,002	3	,001	,130	,940
Dentro de grupos	,034	8	,004		
Total	,036	11			

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: DSM

HSD Tukey

(I) Descripción	(J) Descripción	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de ... Límite inferior
100%SN + 0%P.A.N.	98%SN+2%P.A.N.	,01167	,05355	,996	-,1598
	96%SN+4%P.A.N.	,02367	,05355	,969	-,1478
	94%SN+6%P.A.N.	,03100	,05355	,936	-,1405
98%SN+2%P.A.N.	100%SN + 0%P.A.N.	-,01167	,05355	,996	-,1831
	96%SN+4%P.A.N.	,01200	,05355	,996	-,1595
	94%SN+6%P.A.N.	,01933	,05355	,983	-,1521
96%SN+4%P.A.N.	100%SN + 0%P.A.N.	-,02367	,05355	,969	-,1951
	98%SN+2%P.A.N.	-,01200	,05355	,996	-,1835
	94%SN+6%P.A.N.	,00733	,05355	,999	-,1641
94%SN+6%P.A.N.	100%SN + 0%P.A.N.	-,03100	,05355	,936	-,2025
	98%SN+2%P.A.N.	-,01933	,05355	,983	-,1908
	96%SN+4%P.A.N.	-,00733	,05355	,999	-,1788

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: DSM

HSD Tukey

(I) Descripción	(J) Descripción	Intervalo de ... Límite superior
100%SN + 0%P.A.N.	98%SN+2%P.A.N.	,1831
	96%SN+4%P.A.N.	,1951
	94%SN+6%P.A.N.	,2025
98%SN+2%P.A.N.	100%SN + 0%P.A.N.	,1598
	96%SN+4%P.A.N.	,1835
	94%SN+6%P.A.N.	,1908
96%SN+4%P.A.N.	100%SN + 0%P.A.N.	,1478
	98%SN+2%P.A.N.	,1595
	94%SN+6%P.A.N.	,1788
94%SN+6%P.A.N.	100%SN + 0%P.A.N.	,1405
	98%SN+2%P.A.N.	,1521
	96%SN+4%P.A.N.	,1641

Subconjuntos homogéneos

DSM

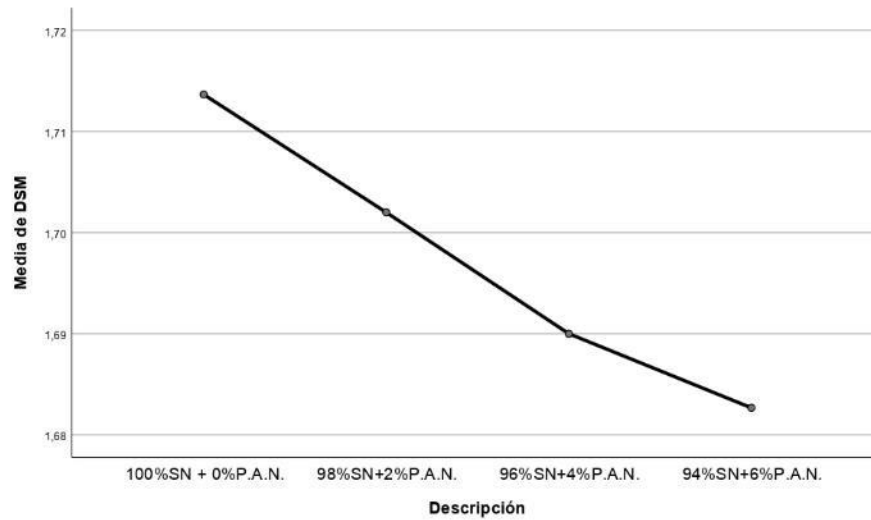
HSD Tukey^a

Descripción	N	Subconjunto para alfa = 0.05
94%SN+6%P.A.N.	3	1,6827
96%SN+4%P.A.N.	3	1,6900
98%SN+2%P.A.N.	3	1,7020
100%SN + 0%P.A.N.	3	1,7137
Sig.		,936

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Gráficos de medias



```

EXAMINE VARIABLES=CHO BY Proporción
/PLOT BOXPLOT NPLOT
/COMPARE GROUPS
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/CINTERVAL 95
/MISSING LISTWISE
/NOTOTAL.

```

Explorar

Notas

Salida creada		27-JUL-2021 11:37:05
Comentarios		
Entrada	Datos	D:\CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS PANICBR PAN.sav
	Conjunto de datos activo	ConjuntoDatos1
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	12
Manejo de valores perdidos	Definición de perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario para variables dependientes se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Los estadísticos se basan en casos sin valores perdidos para ninguna de la variable dependiente o factor utilizado.
Sintaxis	EXAMINE VARIABLES=CHO BY Proporción /PLOT BOXPLOT NPLOT /COMPARE GROUPS /STATISTICS DESCRIPTIVES /CINTERVAL 95 /MISSING LISTWISE /NOTOTAL.	

Notas

Recursos	Tiempo de procesador	00:00:02.37
	Tiempo transcurrido	00:00:01.12

Proporción

Resumen de procesamiento de casos

Proporción	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
CHO 100% SN + 0% P.A.N.	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
98% SN + 2% P.A.N.	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
96% SN + 4% P.A.N.	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
94% SN + 6% P.A.N.	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%

Descriptivos

Proporción	Estadístico		
CHO 100% SN + 0% P.A.N.	Media	14,8633	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	14,0121
		Límite superior	15,7146
	Media recortada al 5%	.	
	Mediana	14,7800	
	Varianza	,117	
	Desviación estándar	,34269	
	Mínimo	14,57	
	Máximo	15,24	
	Rango	,67	
	Rango intercuartil	.	
	Asimetría	1,030	
	Curtosis	.	
98% SN + 2% P.A.N.	Media	14,1033	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	12,7968
		Límite superior	15,4099
	Media recortada al 5%	.	
	Mediana	13,9800	
	Varianza	,277	
	Desviación estándar	,52596	

Descriptivos

Proporción				Error estándar
CHO	100% SN + 0% P.A.N.	Media		,19785
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	
			Límite superior	
		Media recortada al 5%		
		Mediana		
		Varianza		
		Desviación estándar		
		Mínimo		
		Máximo		
		Rango		
		Rango intercuartil		
		Asimetría		1,225
		Curtosis		.
			98% SN + 2% P.A.N.	Media
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior			
	Límite superior			
Media recortada al 5%				
Mediana				
Varianza				
Desviación estándar				

Descriptivos

Proporción			Estadístico
	Mínimo		13,65
	Máximo		14,68
	Rango		1,03
	Rango intercuartil		.
	Asimetría		,997
	Curtosis		.
96% SN + 4% P.A.N.	Media		13,7933
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	12,7891
		Límite superior	14,7976
	Media recortada al 5%		.
	Mediana		13,5700
	Varianza		,163
	Desviación estándar		,40427
	Mínimo		13,55
	Máximo		14,26
	Rango		,71
	Rango intercuartil		.
	Asimetría		1,727
	Curtosis		.
94% SN + 6% P.A.N.	Media		13,2900
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	11,5850
		Límite superior	14,9950
	Media recortada al 5%		.
	Mediana		13,3400
	Varianza		,471
	Desviación estándar		,68637
	Mínimo		12,58
	Máximo		13,95
	Rango		1,37
	Rango intercuartil		.
	Asimetría		-,326
	Curtosis		.

Descriptivos

Proporción			Error estándar	
	Mínimo			
	Máximo			
	Rango			
	Rango intercuartil			
	Asimetría		1,225	
	Curtosis		.	
	96% SN + 4% P.A.N.	Media		,23340
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	
			Límite superior	
		Media recortada al 5%		
Mediana				
Varianza				
Desviación estándar				
Mínimo				
Máximo				
Rango				
Rango intercuartil				
	Asimetría		1,225	
	Curtosis		.	
	94% SN + 6% P.A.N.	Media		,39627
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	
			Límite superior	
		Media recortada al 5%		
		Mediana		
		Varianza		
		Desviación estándar		
		Mínimo		
Máximo				
Rango				
Rango intercuartil				
	Asimetría		1,225	
	Curtosis		.	

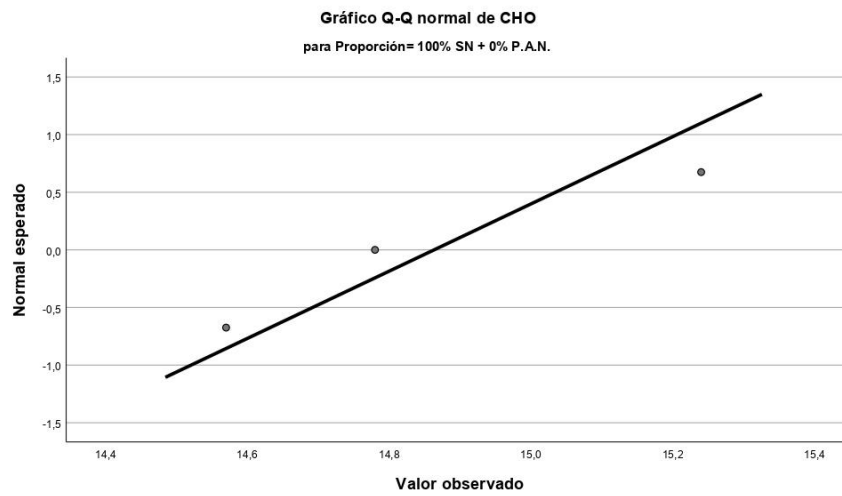
Pruebas de normalidad

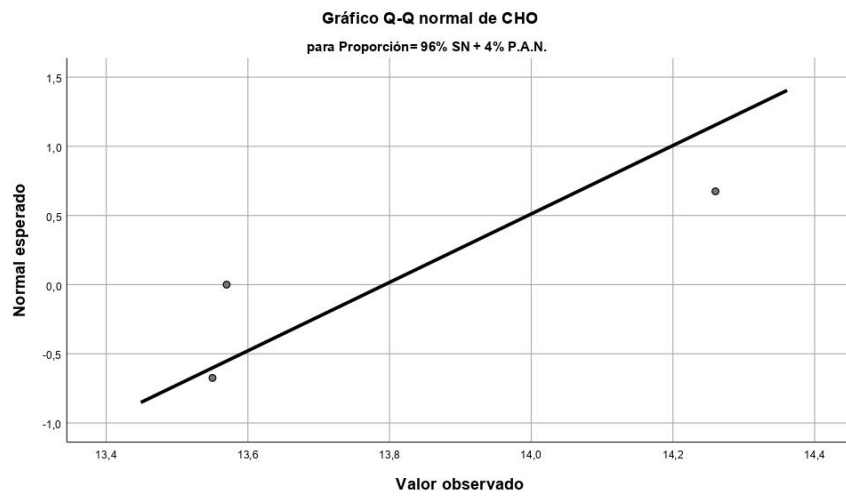
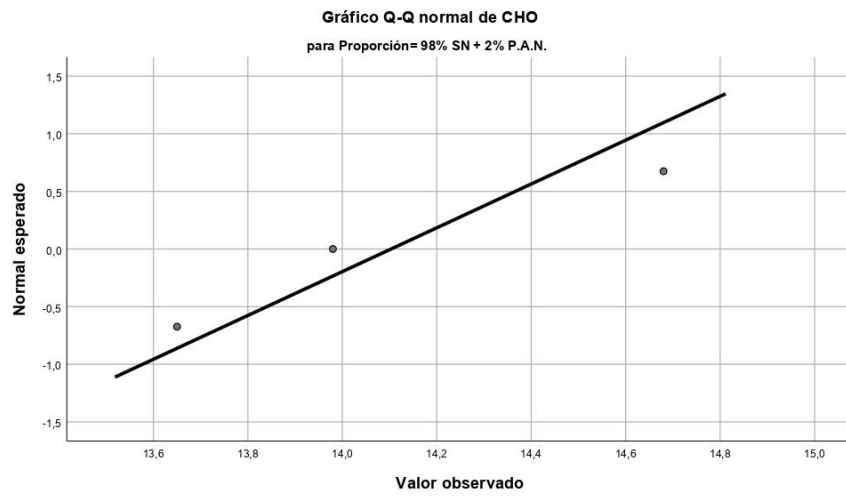
Proporción	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CHO 100% SN + 0% P.A.N.	,263	3	.	,956	3	,595
98% SN + 2% P.A.N.	,259	3	.	,959	3	,609
96% SN + 4% P.A.N.	,376	3	.	,771	3	,571
94% SN + 6% P.A.N.	,196	3	.	,996	3	,879

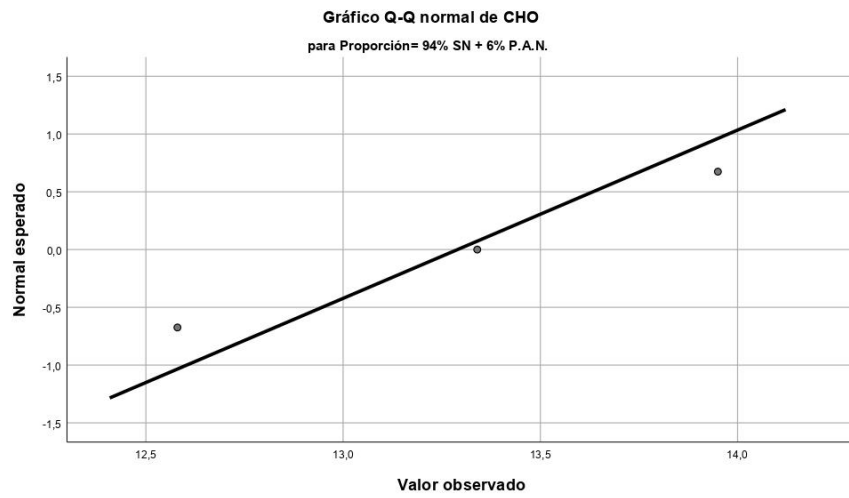
a. Corrección de significación de Lilliefors

CHO

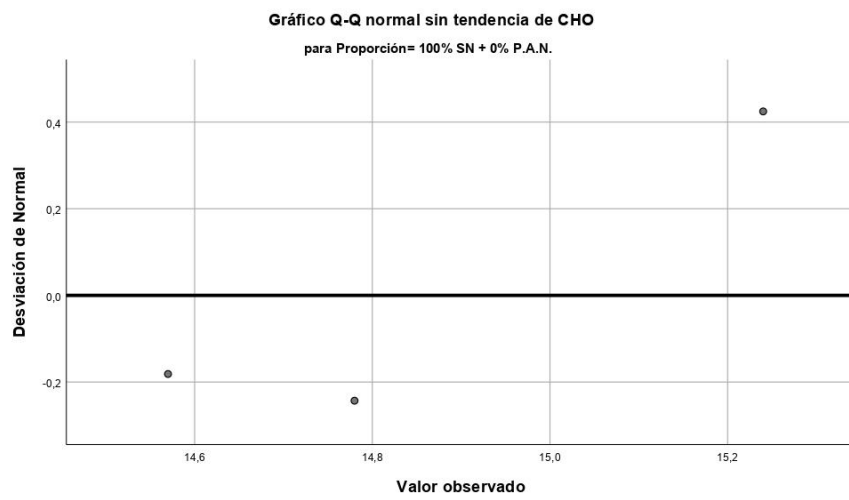
Gráficos Q-Q normales

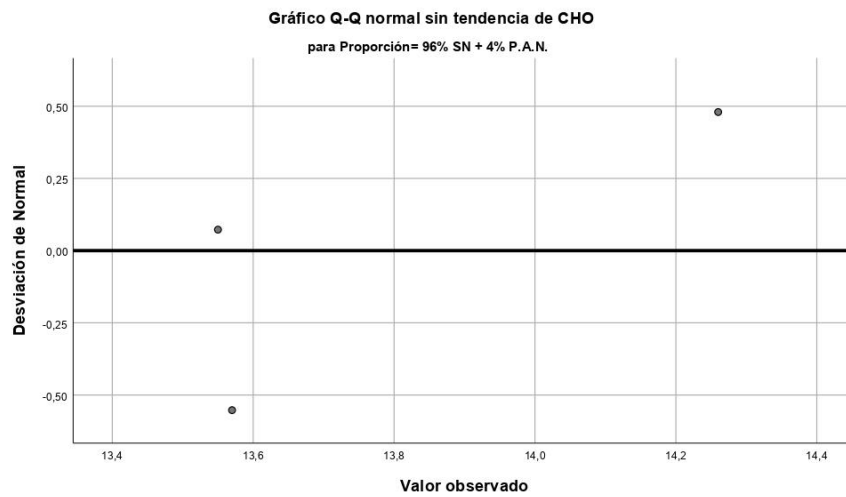
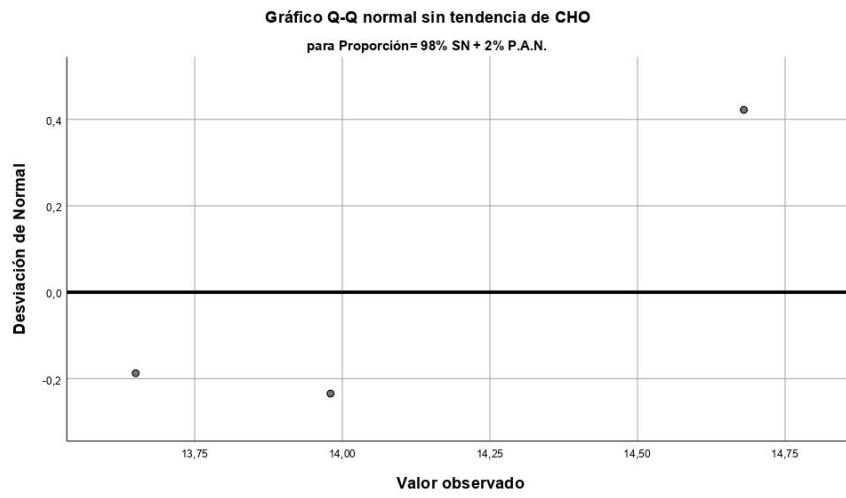


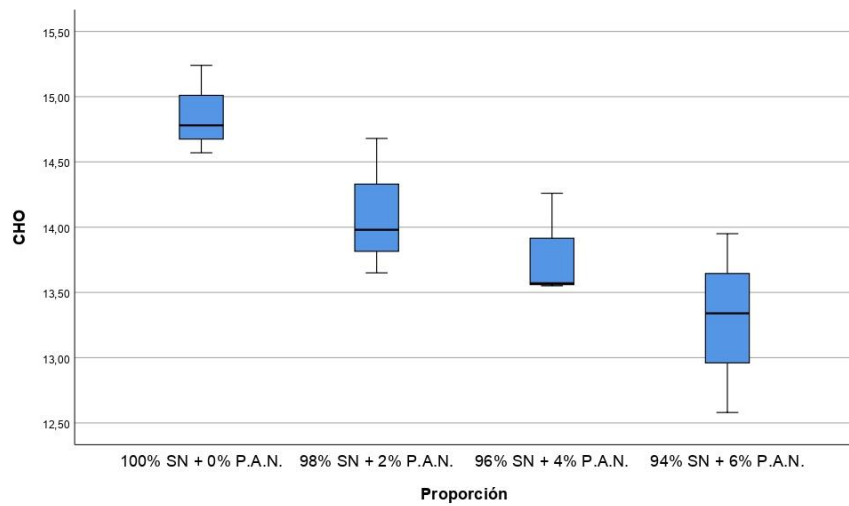
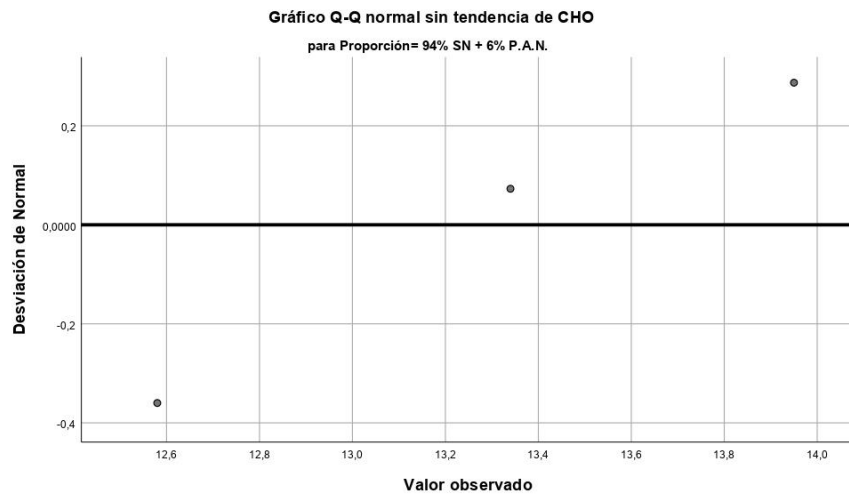




Gráficos Q-Q normales sin tendencia







ONEWAY CHO BY Proporción
/STATISTICS HOMOGENEITY

```

/PLOT MEANS
/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05) .

```

Unidireccional

Notas		
Salida creada		27-JUL-2021 11:40:34
Comentarios		
Entrada	Datos	D:\CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS PAN\CBR PAN.sav
	Conjunto de datos activo	ConjuntoDatos1
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	12
Manejo de valores perdidos	Definición de perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Los estadísticos para cada análisis se basan en casos sin datos perdidos para cualquier variable del análisis.
Sintaxis		ONEWAY CHO BY Proporción /STATISTICS HOMOGENEITY /PLOT MEANS /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05).
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.23
	Tiempo transcurrido	00:00:00.16

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
CHO	Se basa en la media	,478	3	8	,707
	Se basa en la mediana	,288	3	8	,833
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,288	3	7,129	,833
	Se basa en la media recortada	,465	3	8	,715

ANOVA

CHO

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3,907	3	1,302	5,064	,030
Dentro de grupos	2,057	8	,257		
Total	5,964	11			

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: CHO

HSD Tukey

(I) Proporción	(J) Proporción	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de ... Límite inferior
100% SN + 0% P.A.N.	98% SN + 2% P.A.N.	,76000	,41405	,325	-,5659
	96% SN + 4% P.A.N.	1,07000	,41405	,120	-,2559
	94% SN + 6% P.A.N.	1,57333*	,41405	,022	,2474
98% SN + 2% P.A.N.	100% SN + 0% P.A.N.	-,76000	,41405	,325	-2,0859
	96% SN + 4% P.A.N.	,31000	,41405	,875	-1,0159
	94% SN + 6% P.A.N.	,81333	,41405	,276	-,5126
96% SN + 4% P.A.N.	100% SN + 0% P.A.N.	-1,07000	,41405	,120	-2,3959
	98% SN + 2% P.A.N.	-,31000	,41405	,875	-1,6359
	94% SN + 6% P.A.N.	,50333	,41405	,635	-,8226
94% SN + 6% P.A.N.	100% SN + 0% P.A.N.	-1,57333*	,41405	,022	-2,8993
	98% SN + 2% P.A.N.	-,81333	,41405	,276	-2,1393
	96% SN + 4% P.A.N.	-,50333	,41405	,635	-1,8293

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: CHO

HSD Tukey

(I) Proporción	(J) Proporción	Intervalo de ...
		Límite superior
100% SN + 0% P.A.N.	98% SN + 2% P.A.N.	2,0859
	96% SN + 4% P.A.N.	2,3959
	94% SN + 6% P.A.N.	2,8993
98% SN + 2% P.A.N.	100% SN + 0% P.A.N.	,5659
	96% SN + 4% P.A.N.	1,6359
	94% SN + 6% P.A.N.	2,1393
96% SN + 4% P.A.N.	100% SN + 0% P.A.N.	,2559
	98% SN + 2% P.A.N.	1,0159
	94% SN + 6% P.A.N.	1,8293
94% SN + 6% P.A.N.	100% SN + 0% P.A.N.	-,2474
	98% SN + 2% P.A.N.	,5126
	96% SN + 4% P.A.N.	,8226

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Subconjuntos homogéneos

CHO

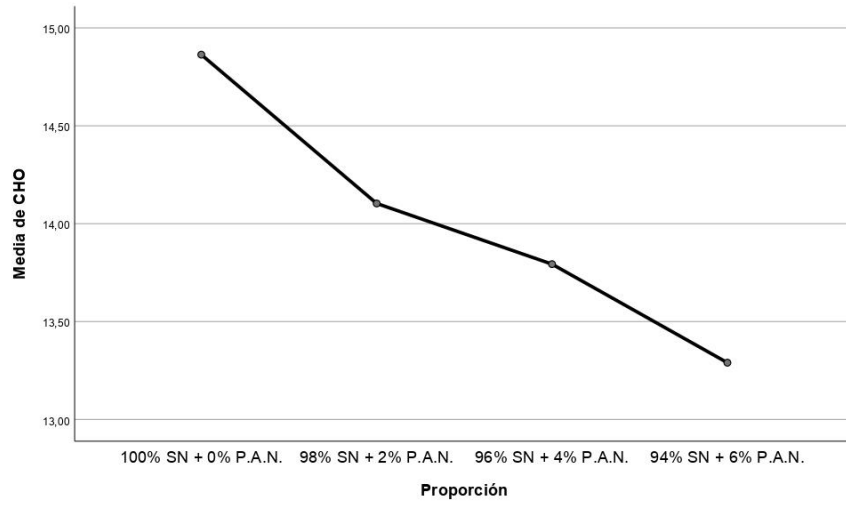
HSD Tukey^a

Proporción	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
94% SN + 6% P.A.N.	3	13,2900	
96% SN + 4% P.A.N.	3	13,7933	13,7933
98% SN + 2% P.A.N.	3	14,1033	14,1033
100% SN + 0% P.A.N.	3		14,8633
Sig.		,276	,120

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Gráficos de medias



Anexo 5. Resultados de laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO

SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Freddy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson

FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 **REALIZADO POR** : F.J.C.P.

FECHA ENS : 02 DE JUNIO DEL 2021 **NO. RESP. LAB** : H.R.B.

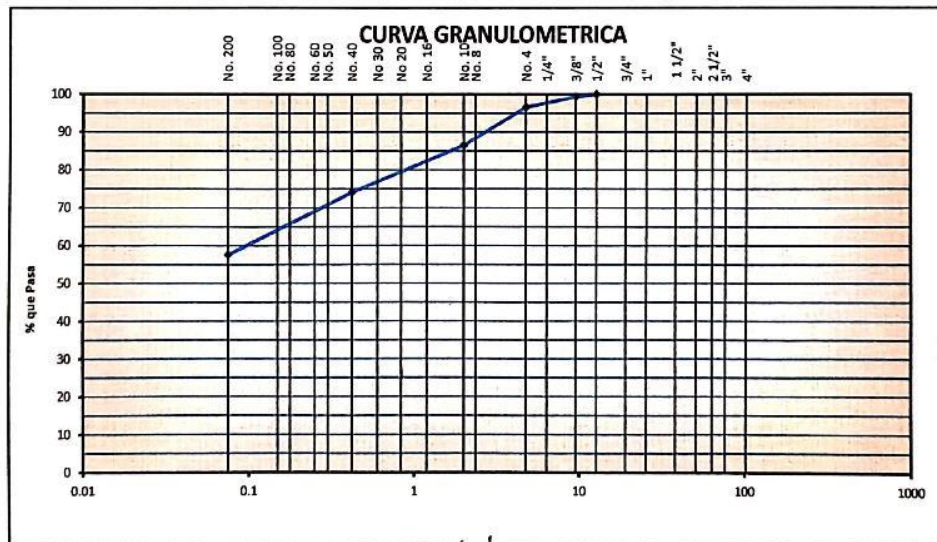
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (Norma MTC E 107 - ASTM D 422)

PROCEDENCIA : KM. 0+ 520 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO **MUESTRA** : Suelos Natural + 0 % Adición de Polímero

CALICATA N° : C - 1, M - 1, E - 2 **CANTIDAD** : 40 Kg.

PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m. **PRESENTACIÓN** : Saco de Polietileno

	Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Especificaciones	Descripción de Muestra
				Parcial	Acumulado			
PIEDRA O CANTOS	4"	101.600						Peso Inicial : 1949.00 (gr)
	3"	76.200						Peso Lavado : 828.00 (gr)
GRAVA	GRUESA	2 1/2"	63.500					Peso Perdido : 1123.00 (gr)
		2"	50.800					Humedad Natural : 21.43 %
		1 1/2"	38.100					LIMITES DE CONSISTENCIA
		1"	25.400					Limite Líquido : 32.10 %
		3/4"	19.050					Limite Plástico : 21.34 %
	FINA	1/2"	12.700			100.0		I.P : 10.76 %
		3/8"	9.525	12.0	0.6	99.4		CLASIFICACION
		1/4"	6.350					AASHTO (ASTM D-3282) : A-6(4)
		No. 4	4.760	54.0	2.8	3.4	96.6	SUCS (ASTM-D-2487) : CL
								DESCRIPCIÓN DE MUESTRA
ARENA	GRUESA	No. 8	2.360					- Arcilla de baja plasticidad con arena
		No. 10	2.000	196.0	10.1	13.5	86.5	PROPIEDADES
		No. 16	1.190					Grava > 3" :
		No. 20	0.834					Grava : 3.40 %
		No. 30	0.600					Arena : 39.00 %
	FINA	No. 40	0.420	242.0	12.4	25.9	74.1	Finos : 57.60 %
		No. 50	0.300					Finos : 100.00 %
		No. 60	0.250					
		No. 80	0.177					
		No. 100	0.149					
	No. 200	0.075	322.0	16.5	42.4	57.6		
	-200	—	1123.0	57.6	100.0			



Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS
FELIPE J. CEBERES PINEDA
Edu. Sogilos



Hernan Naca Bailón
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 60769



J&C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS.

INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO
SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson
FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 **RALIZADO POR** : F.J.C.P.
FECHA ENSAYO : 02 DE JUNIO DEL 2021 **ING. RESP.LAB** : H.Ñ.B.

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

ASTM D 2216 - MTC E-108

Muestra N°	C - 1, M - 1, E - 2					
	00:20 - 01:50 m.					
Profundidad m.						
Tarro N°	03	04				
Peso del Tarro gr	24.55	23.90				
Peso del tarro + Suelo Húmedo gr	264.78	255.32				
Peso del tarro + Suelo Seco gr	222.24	214.63				
Peso del Agua gr	42.54	40.69				
Peso del suelo seco gr	197.69	190.73				
Contenido de Humedad %	21.52	21.33				
Promedio	21.43					

Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CÁCERES PINEDA
Lab. Suelos



Hernan Natta Bailón
INGENIERO CIVIL
CIP N° 05749



J&C - LABORATORIOS
 JR. MANUEL PINO N° 130
 TELF. DEL. 951 852115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS
 CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO
 SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson
 FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 RALIZADO POR : F.S.C.P.
 FECHA ENSAYO : 02 DE JUNIO DEL 2021 ING. RESP. LAB : H.R.B.

ENSAYO DE CONSTANTES FISICAS

PROCEDENCIA : KM. 0+ 520 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO MUESTRA : Suelos Natural + 0 % Adición de Polímero
 CALCATA N° : C - 1, M - 1, E - 2 CANTIDAD : 40 Kg.
 PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m. PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 ASTM D - 4318)

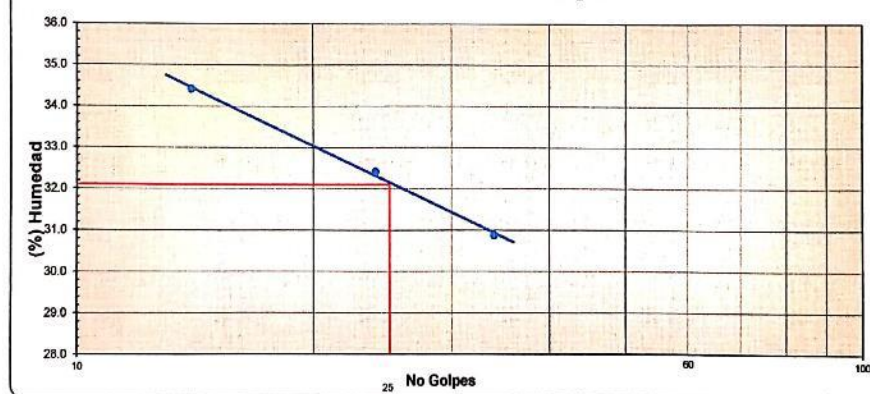
Prueba Nro.	01	02	03		
Tarro Nro.	12	16	8		
Peso de la Capsula (gr)	23.74	24.74	22.67		
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	36.54	37.28	37.51		
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	33.52	34.21	33.71		
Peso del agua (g)	3.02	3.07	3.80		
Peso del Suelo Seco (gr)	9.78	9.47	11.04		
Contenido de Humedad (%)	30.88	32.42	34.42		
Numero de Golpes	34	24	14		

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 ASTM D - 4318)

Tarro Nro.	35	36			PROMEDIO
Peso de la Capsula (gr)	22.93	25.52			
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	27.95	31.18			
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	27.08	30.17			
Peso del Agua (gr)	0.87	1.01			
Peso del Suelo Seco (gr)	4.15	4.65			
Contenido de Humedad (%)	20.96	21.72			21.34

L.L. :	32.10	L.P. :	21.34	I.P. :	10.76
--------	-------	--------	-------	--------	-------

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CABREJA PINEDA
 Lab. Suelos



Hernan Naca Bailón
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 63749



J&C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO

SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson

FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 RALIZADO POR : F.J.C.P.

FECHA ENSAYO : 03 DE JUNIO DEL 2021 ING. RESP. LAB : H.Ñ.B.

**RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO)
(ASTM - 1557 MTC E 115)**

PROCEDECIA : KM. 0+ 520 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO MUESTRA : Suelos Natural + 0 % Adición de Polímero

CALICATA N° : C - 1, M - 1, E - 2 CANTIDAD : 40 Kg.

PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m. PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

Metodo de Compactacion	Numero de Golpes	Numero de Capas
AASHTO T 180 - "C"	56	5

CALCULO DE DENSIDAD HUMEDAD

1. Peso suelo húmedo. + molde	gr	9769	9938	10062	10061
2. Peso del molde	gr	6000	6000	6000	6000
3. Volumen del molde	cc	2129	2129	2129	2129
4. Peso suelo húmedo	gr	3769	3938	4062	4061
5. Densidad suelo húmedo	gr/cc	1.770	1.850	1.908	1.907

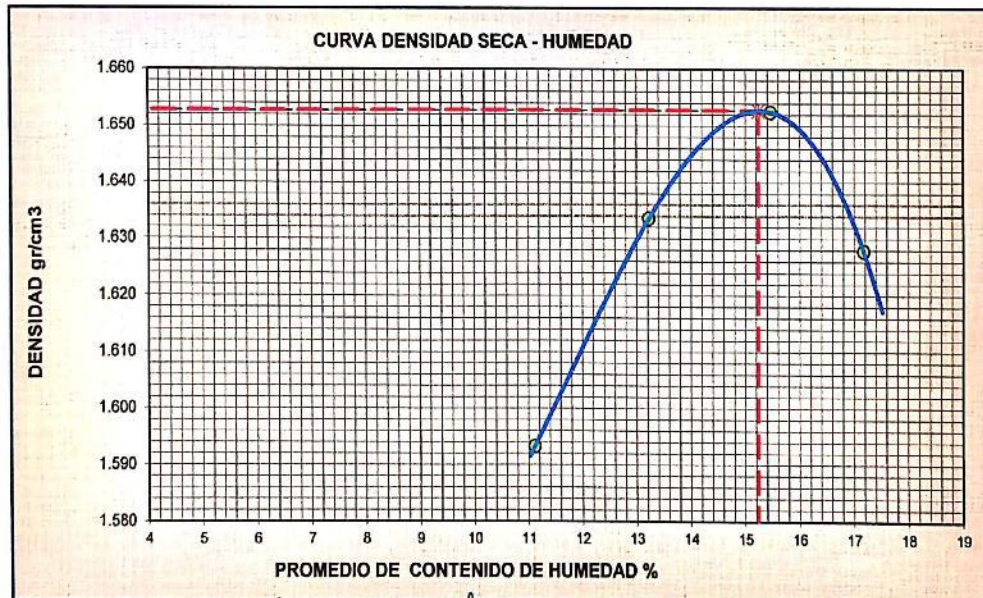
CALCULO DE HUMEDAD

6. Capsula N°		4	3	2	29	7	5	21	14
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	255.10	266.22	230.06	235.84	249.86	248.05	278.14	243.77
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	232.18	241.84	205.62	211.36	216.23	218.21	241.00	211.44
9. Peso del agua	gr	22.92	24.38	24.44	24.48	33.63	29.84	37.14	32.33
10. Peso de la capsula	gr	23.90	24.55	22.32	24.77	23.05	24.00	24.80	23.08
11. Peso del suelo seco	gr	208.28	217.29	183.30	186.59	216.23	194.21	216.20	188.36
12. Contenido de humedad	%	11.00	11.22	13.33	13.12	15.55	15.36	17.18	17.16
12. Promedio de Humedad	%	11.11		13.23		15.46		17.17	

CALCULO DE DENSIDAD SECA

13. Densidad seca del suelo	gr/cc	1.593	1.634	1.652	1.628
-----------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

Densidad Máxima	gr/cc	1.653	Humedad optima	15.24%
-----------------	-------	-------	----------------	--------



Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CACERES PINEDA
Lab. Suelos



Hernán Nava Bailón
INGENIERO CIVIL
CIP N° 6749



J & C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS.

INFORME DE ENSAYO

TESIS	: POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO		
SOLICITA	: BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson		
FECHA RECEP.	: 01 DE JUNIO DEL 2021	RALIZADO POR	: F.J.C.P.
FECHA ENSAYO	: 04 DE JUNIO DEL 2021	ING. RESP.LAB	: H.N.B.

ENSAYO C. B. R.
(ASTM D - 1883)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA	: KM. 0+ 520 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO	MUESTRA	: Suelos Natural + 0 % Adición de Polímero
CALICATA N°	: C - 1, M - 1, E - 2	CANTIDAD	: 40 Kg.
PROFUNDIDAD	: 00:20 - 01:50 m.	PRESENTACIÓN	: Saco de Polietileno

MOLDE	N°	01	02	03		
CAPAS	N°	05	05	05		
Golpes por Capa	N°	56	25	12		
Condición Muestra	Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado
Peso suelo húmedo + molde grs.	11872	11989	11876	12009	11886	12074
Peso molde grs.	7851	7851	8097	8097	8288	8288
Peso suelo húmedo grs.	4021	4138	3779	3912	3578	3786
Volumen del suelo c.c.	2120	2120	2108	2108	2112	2112
Densidad húmeda gr/cc.	1.90	1.95	1.79	1.86	1.69	1.79
% de Humedad	15.30	17.11	15.39	19.10	15.13	21.17
Densidad seca gr/cc.	1.65	1.67	1.55	1.56	1.47	1.48
Tarro N°	06	09	04	08	07	17
Tarro más suelo húmedo grs.	228.63	244.09	238.81	235.37	251.19	238.11
Tarro más suelo seco grs.	201.32	211.89	210.14	201.26	221.21	200.51
Peso de Agua grs.	27.31	32.20	28.67	34.11	29.98	37.60
Peso de tarro grs.	22.77	23.65	23.90	22.67	23.05	22.92
Peso suelo seco grs.	178.55	188.24	186.24	178.59	198.16	177.59
% de humedad	15.30	17.11	15.39	19.10	15.13	21.17
Promedio Humedad	15.30	17.11	15.39	19.10	15.13	21.17

% DE EXPANSIÓN 1.44

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
4/6/21	09:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5/6/21	09:00	24.00	0.87	0.87	0.69	0.98	0.98	0.77	1.08	1.08	0.85
6/6/21	09:00	48.00	1.12	1.12	0.88	1.31	1.31	1.03	1.44	1.44	1.13
7/6/21	09:00	72.00	1.66	1.66	1.31	1.69	1.69	1.33	1.76	1.76	1.39
8/6/21	09:00	96.00	1.71	1.71	1.35	1.84	1.84	1.45	1.94	1.94	1.53

PENETRACIÓN

Penetración			Carga	Dial	Carga Corregida		CBR	Dial	Carga Corregida		CBR	Dial	Carga Corregida		CBR
mm.	Pulg.	Tiempo	Patrón		Kg	K/cm²			Kg	K/cm²			Kg	K/cm²	
0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.63	0.025	30 "		4	18	0.9		2	9	0.5		1	4	0.2	
1.27	0.050	1'		8	35	1.8		4	18	0.9		2	9	0.5	
1.90	0.075	1'30"		12	52	2.7		7	31	1.6		3	13	0.7	
2.54	0.100	2'	70	16	70	3.6	5.2	10	44	2.3	3.2	4	18	0.9	1.3
3.17	0.125	3'		19	83	4.3		12	52	2.7		6	26	1.4	
3.81	0.150	4'	105	24	105	5.4		15	66	3.4		8	35	1.8	
5.08	0.200	5'		28	122	6.3		17	74	3.8		10	44	2.3	
7.62	0.300	6'	133	31	135	7.0		20	87	4.5		13	57	2.9	
10.16	0.400	7'		34	149	7.7		22	96	5.0		15	66	3.4	
12.70	0.500	8'	181	37	162	8.4		25	109	5.7		17	74	3.8	
ANILLO				CAPACIDAD 45 kn			SOBRE CARGA 4547 g.			CONSTANTE 19.33					

Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CACERES PINEDA
Lab. Suelos



Hernan Nata Pallón
INGENIERO CIVIL
CIP N° 61749



J & C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 882115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS.

GRAFICO C.B.R.

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA : KM. 0+ 520 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO
CALICATA N° : C - 1, M - 1, E - 2
PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m.

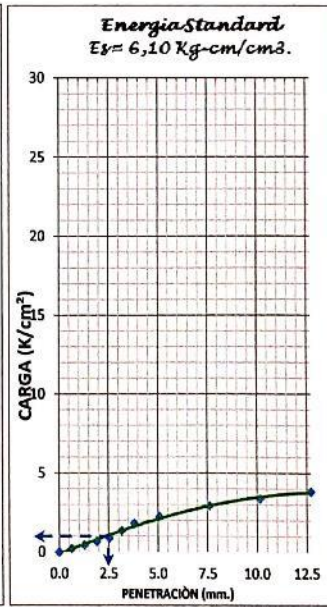
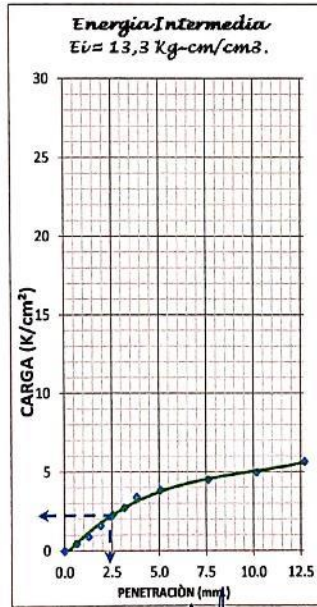
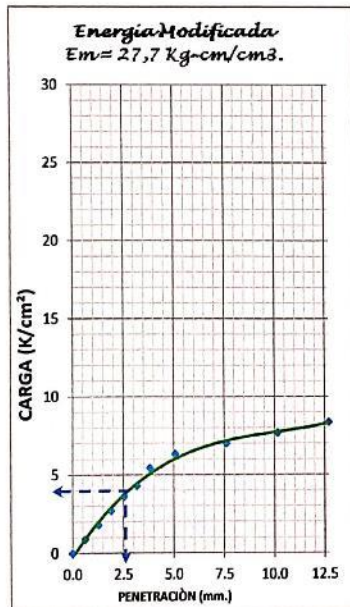
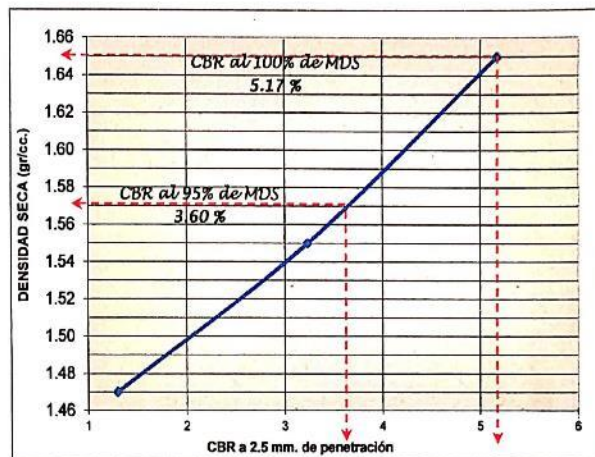
MUESTRA : Suelos Natural + 0 % Adición de Polímero
CANTIDAD : 40 Kg.
PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

VALORES M.D.S. - O.C.H. Y C.B.R.

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.653	gr/cc.
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	15.24	%
CBR AL 95 % DE SU MDS	3.60	%
CBR AL 100 % DE SU MDS	5.17	%

CLASIFICACION

AASHTO (ASTM D-3282)	A-6(4)
SUCS (ASTM-D-2487)	CL



Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CARRERA PINEDA
Lab. Suelos



Hernán Naya Ballón
INGENIERO CIVIL
CAP. N° 01149



J&C - LABORATORIOS
 JR. MANUEL PINO N° 120
 TEL: CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO
 SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson
 FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 RALIZADO POR : F.J.C.P.
 FECHA ENSAYO : 02 DE JUNIO DEL 2021 ING. RESP. LAB : H.R.B.

ENSAYO DE CONSTANTES FISICOS

PROCEDENCIA : KM. 0+ 520 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO MUESTRA : Suelos Natural + 2 % Adición de Polímero
 CALICATA N° : C - 1, M - 1, E - 2 CANTIDAD : 40 Kg.
 PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m. PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 ASTM D - 4318)

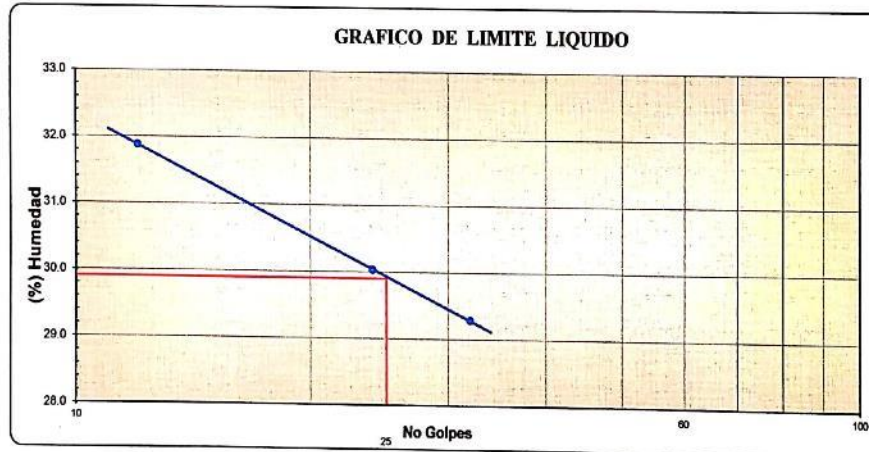
Prueba Nro.	01	02	03		
Tarro Nro.	12	4	7		
Peso de la Capsula (gr)	23.74	23.90	23.05		
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	35.35	35.59	37.28		
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	32.72	32.89	33.84		
Peso del agua (g)	2.63	2.70	3.44		
Peso del Suelo Seco (gr)	8.98	8.99	10.79		
Contenido de Humedad (%)	29.29	30.03	31.88		
Numero de Golpes	32	24	12		

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 ASTM D - 4318)

Tarro Nro.	17	21			PROMEDIO
Peso de la Capsula (gr)	22.92	24.80			
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	27.98	29.80			
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	27.13	28.96			
Peso del Agua (gr)	0.85	0.84			
Peso del Suelo Seco (gr)	4.21	4.16			
Contenido de Humedad (%)	20.19	20.19			20.19

L.L. : 29.90 L.P. : 20.19 I.P. : 9.71

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS
 FELIPE J. CÁCERES PINEDA
 Lab. Suelos



Hernan Naced Ballón
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 19716



INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO

SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson

FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021

RALIZADO POR : F. J. C. P.

FECHA ENSAYO : 03 DE JUNIO DEL 2021

ING. RESP. LAB : H. Ñ. B.

**RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO)
 (ASTM - 1557 MTC E 115)**

PROCEDENCIA : KM 0+ 520 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO

MUESTRA : Suelos Natural + 2 % Adición de Polímero

CALICATA N° : C - 1, M - 1, E - 2

CANTIDAD : 40 Kg.

PROFUNDIDAD : 00.20 - 01.50 m.

PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

Metodo de Compactacion	Numero de Golpes	Numero de Capas
AASHTO T 180 - "C"	56	5

CALCULO DE DENSIDAD HUMEDAD

	gr	9701	9858	9988	10021
1. Peso suelo húmedo + molde	gr	9701	9858	9988	10021
2. Peso del molde	gr	6000	6000	6000	6000
3. Volumen del molde	cc	2129	2129	2129	2129
4. Peso suelo húmedo	gr	3701	3858	3988	4021
5. Densidad suelo húmedo	gr/cc	1.738	1.812	1.873	1.889

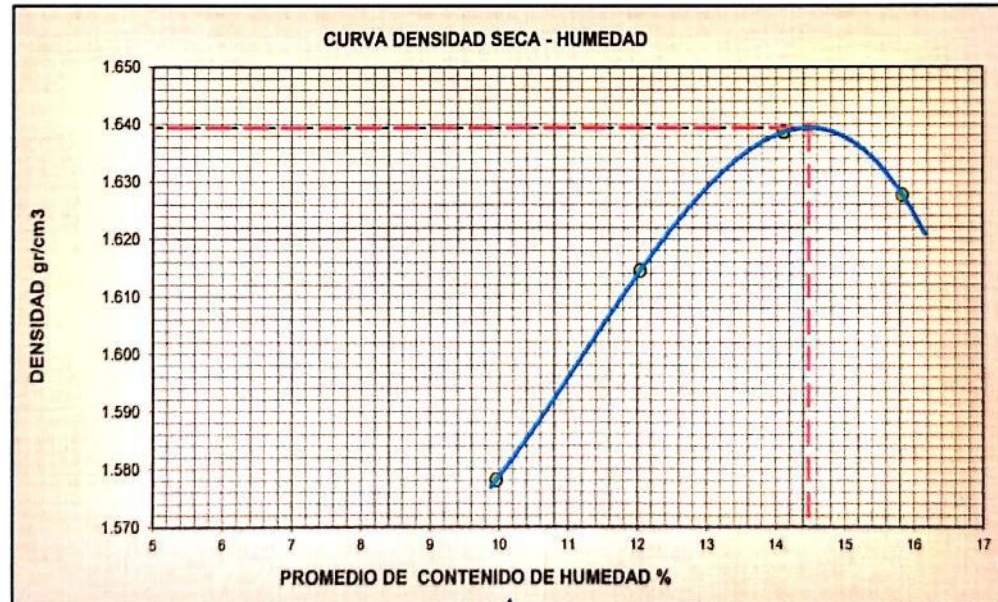
CALCULO DE HUMEDAD

	14	17	14	19	21	40	18	19	
6. Capsula N°	14	17	14	19	21	40	18	19	
7. Peso del suelo húmedo + capsula	gr	235.12	283.65	244.08	287.24	285.71	287.23	284.04	304.21
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	215.88	241.10	219.69	241.11	249.88	238.95	247.88	285.95
9. Peso del agua	gr	19.24	22.55	24.37	26.13	35.83	30.28	38.16	38.26
10. Peso de la capsula	gr	23.08	22.92	23.08	24.85	24.80	24.91	24.72	24.85
11. Peso del suelo seco	gr	192.80	218.18	196.61	216.26	249.88	212.04	223.16	241.10
12. Contenido de humedad	%	9.98	10.34	12.40	12.08	14.34	14.28	16.20	15.87
12. Promedio de Humedad	%	10.16		12.24		14.31		16.04	

CALCULO DE DENSIDAD SECA

13. Densidad seca del suelo	gr/cc	1.578	1.615	1.639	1.628
-----------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

Densidad Máxima	gr/cc	1.639	Humedad optima	14.68%
-----------------	-------	-------	----------------	--------



Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CACERES PINEDA
 Lab. Suelos



Hernan Neco Bailón
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 10119



J & C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO Nº 120
TELF. CEL. 951 852115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS.

INFORME DE ENSAYO

TESIS	: POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO		
SOLICITA	: BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson		
FECHA RECEP.	: 01 DE JUNIO DEL 2021	RALIZADO POR	: F.J.C.P.
FECHA ENSAYO	: 04 DE JUNIO DEL 2021	ING. RESP.LAB	: H.Ñ.B.

ENSAYO C. B. R.
(ASTM D - 1883)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA	: KM. 0+ 520 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO	MUESTRA	: Suelos Natural + 2 % Adición de Polímero
CALICATA N°	: C - 1, M - 1, E - 2	CANTIDAD	: 40 Kg.
PROFUNDIDAD	: 00:20 - 01:50 m.	PRESENTACIÓN	: Saco de Polietileno

MOLDE	N°	04		05		06	
CAPAS	N°	05		05		05	
Golpes por Capa	N°	56		25		12	
Condición Muestra		Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado
Peso suelo húmedo + molde grs.		12194	12262	12291	12429	14212	14402
Peso molde grs.		8225	8225	8526	8526	10661	10661
Peso suelo húmedo grs.		3969	4037	3765	3903	3551	3741
Volumen del suelo c.c.		2106	2106	2116	2116	2123	2123
Densidad húmeda gr/cc.		1.88	1.92	1.78	1.84	1.67	1.76
% de Humedad %		14.63	16.30	14.72	17.70	14.59	19.76
Densidad seca gr/cc.		1.64	1.65	1.55	1.57	1.46	1.47
Tarro	N°	06		11		20	
Tarro más suelo húmedo grs.		228.62	242.09	224.88	248.62	236.12	252.32
Tarro más suelo seco grs.		202.35	211.62	196.96	214.63	208.95	214.47
Peso de Agua grs.		26.27	30.47	25.92	33.99	27.17	37.85
Peso de tarro grs.		22.77	24.74	22.83	22.56	22.67	22.89
Peso suelo seco grs.		179.58	186.88	176.13	192.07	186.28	191.58
% de humedad %		14.63	16.30	14.72	17.70	14.59	19.76
Promedio Humedad %		14.63	16.30	14.72	17.70	14.59	19.76

% DE EXPANSIÓN 1.25

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
4/6/21	11:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5/6/21	11:00	24.00	0.49	0.49	0.39	0.71	0.71	0.56	0.90	0.90	0.71
6/6/21	11:00	48.00	0.66	0.66	0.52	0.85	0.85	0.67	1.22	1.22	0.96
7/6/21	11:00	72.00	1.35	1.35	1.06	1.48	1.48	1.17	1.60	1.60	1.26
8/6/21	11:00	96.00	1.50	1.50	1.18	1.58	1.58	1.24	1.68	1.68	1.32

PENETRACIÓN

Penetración			Carga	Dial	Carga Corregida		CBR	Dial	Carga Corregida		CBR	Dial	Carga Corregida		CBR
mm.	Pulg.	Tiempo			Patrón	Kg			K/cm²	Kg			K/cm²	Kg	
0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.63	0.025	30"		5	22	1.1		3	13	0.7		1	4	0.2	
1.27	0.050	1'		10	44	2.3		7	31	1.6		3	13	0.7	
1.90	0.075	1'30"		14	61	3.2		10	44	2.3		5	22	1.1	
2.54	0.100	2'	70	22	96	5.0	7.1	15	66	3.4	4.8	8	35	1.8	2.6
3.17	0.125	3'		26	114	5.9		17	74	3.8		11	48	2.5	
3.81	0.150	4'	105	29	127	6.6		20	87	4.5		14	61	3.2	
5.08	0.200	5'		33	144	7.5		22	96	5.0		17	74	3.8	
7.62	0.300	6'	133	37	162	8.4		25	109	5.7		19	83	4.3	
10.16	0.400	7'		40	175	9.0		27	118	6.1		21	92	4.7	
12.70	0.500	8'	181	44	192	9.9		31	135	7.0		23	101	5.2	
ANILLO				CAPACIDAD	45 kn			SOBRECARGA	4547 g.			CONSTANTE	19.33		

Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS
FELIPE R. CÁCERES PINEDA
Lab. Suelos



Hernan Naca Salón
INGENIERO CIVIL
CIP N° 63746



J & C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 662115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS.

GRAFICO C.B.R.

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA : KM. 0+ 520 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO
CALICATA N° : C - 1, M - 1, E - 2
PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m.

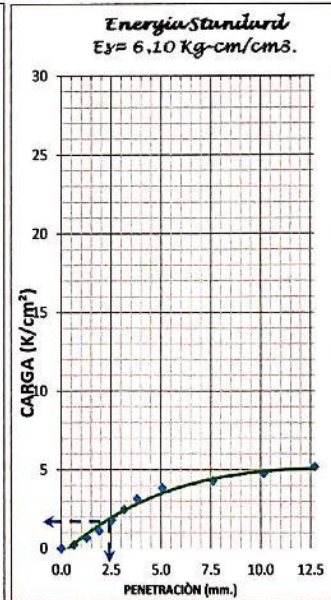
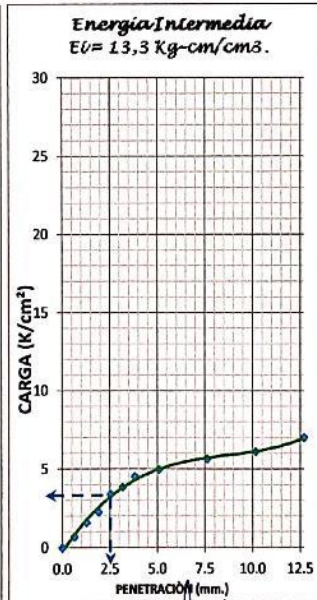
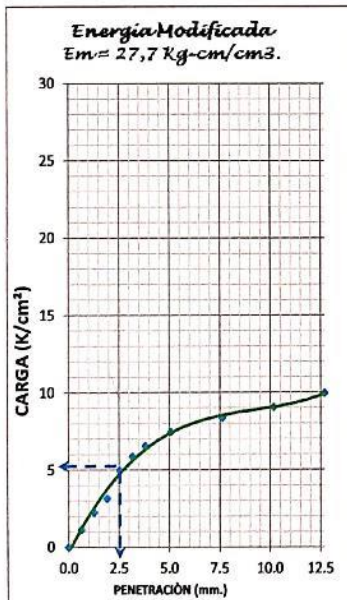
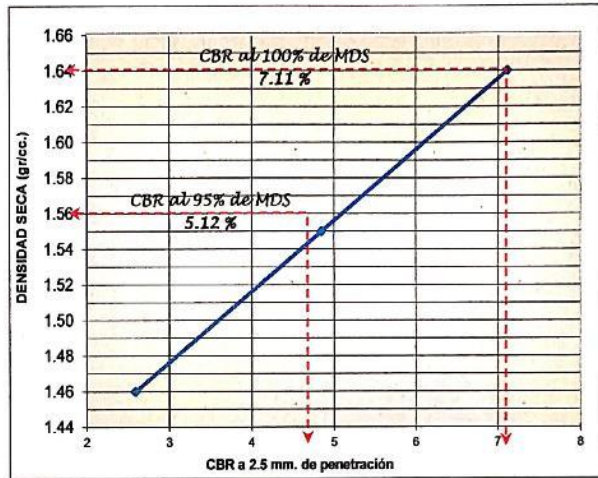
MUESTRA : Suelos Natural + 2 % Adición de Polímero
CANTIDAD : 40 Kg.
PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

VALORES M.D.S. - O.C.H. Y C.B.R.

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.639	gr/c.c.
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	14.68	%
CBR AL 95 % DE SU MDS	5.12	%
CBR AL 100 % DE SU MDS	7.11	%

CLASIFICACION

AASHTO (ASTM D-3282)	A-4(3)
SUCS (ASTM-D-2487)	CL



Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CÁCERES PINEDA
Lab. Suelos



Hernán Naca Ballón
INGENIERO CIVIL
CIP N° 68140



J&C - LABORATORIOS
 JR. MANUEL PINO N° 120
 TELF. CEL. 951 862115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO
 SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson
 FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 RALIZADO POR : F.J.C.P.
 FECHA ENSAYO : 02 DE JUNIO DEL 2021 ING. RESP. LAB : H.A.B.

ENSAYO DE CONSTANTES FISICOS

PROCEDENCIA : KM. 0+ 520 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO MUESTRA : Suelos Natural + 4 % Adición de Polímero
 CALCATA N° : C - 1, M - 1, E - 2 CANTIDAD : 40 Kg.
 PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m. PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 ASTM D - 4318)

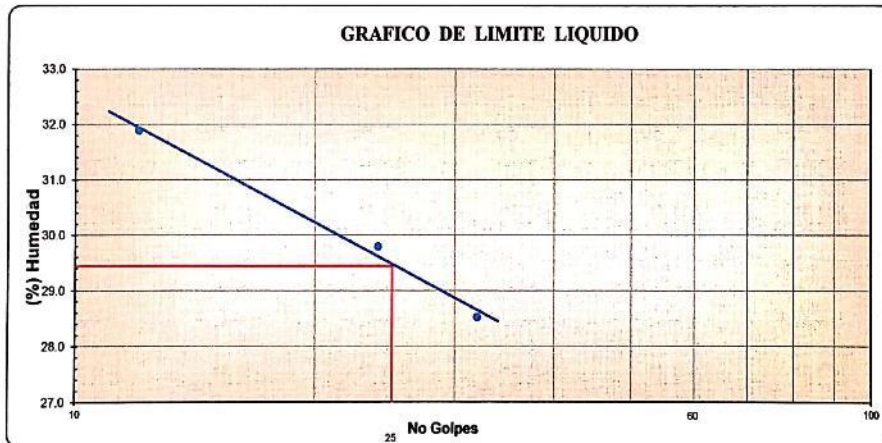
Prueba Nro.	01	02	03		
Tarro Nro.	19	31	12		
Peso de la Capsula (gr)	24.85	24.56	23.74		
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	36.88	36.06	38.09		
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	34.21	33.42	34.62		
Peso del agua (g)	2.67	2.64	3.47		
Peso del Suelo Seco (gr)	9.36	8.86	10.88		
Contenido de Humedad (%)	28.53	29.80	31.89		
Numero de Golpes	32	24	12		

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 ASTM D - 4318)

Tarro Nro.	24	7			PROMEDIO
Peso de la Capsula (gr)	23.21	23.05			
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	27.92	28.00			
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	27.11	27.17			
Peso del Agua (gr)	0.81	0.83			
Peso del Suelo Seco (gr)	3.90	4.12			
Contenido de Humedad (%)	20.77	20.15			20.46

L.L. : 29.44 L.P. : 20.46 I.P. : 8.98

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CACERES PINEDA
 Lab. Suelos



Hernan Nace Bailón
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 25719



J&C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO
SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson
FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 RALIZADO POR : F.J.C.P.
FECHA ENSAYO : 03 DE JUNIO DEL 2021 ING. RESP. LAB : H.Ñ.B.

**RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO)
(ASTM - 1557 MTC E 115)**

PROCEDENCIA : KM. 0+ 520 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO MUESTRA : Suelos Natural + 4 % Adición de Polímero
CALICATA N° : C - 1, M - 1, E - 2 CANTIDAD : 40 Kg.
PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m. PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

Metodo de Compactacion	Numero de Golpes	Numero de Capas
AASHTO T 180 - "C"	56	5

CALCULO DE DENSIDAD HUMEDAD

1. Peso suelo húmedo. + molde	gr	9617	9808	9948	9988
2. Peso del molde	gr	6000	6000	6000	6000
3. Volumen del molde	cc	2129	2129	2129	2129
4. Peso suelo húmedo	gr	3617	3808	3948	3988
5. Densidad suelo húmedo	gr/cc	1.699	1.789	1.854	1.873

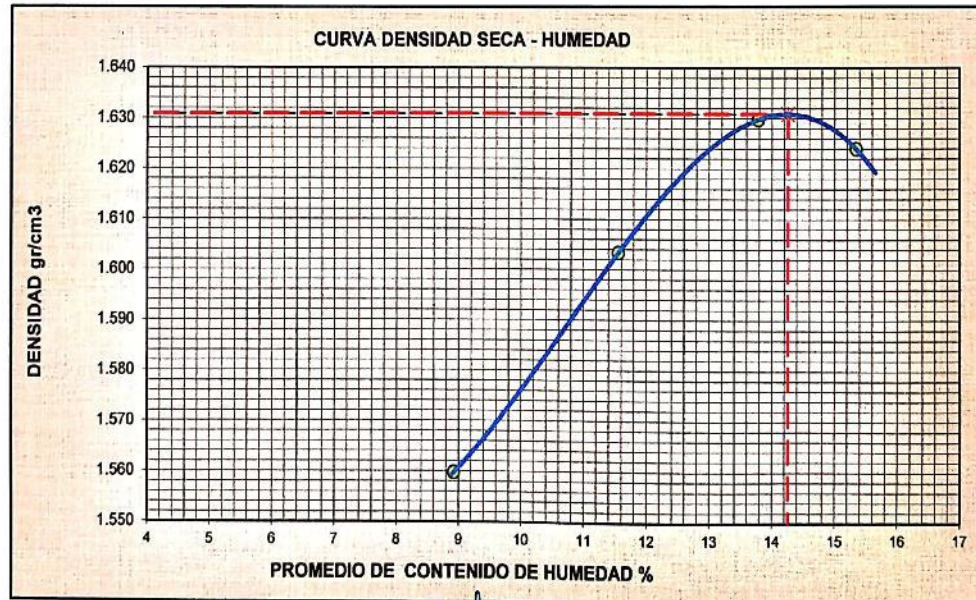
CALCULO DE HUMEDAD

6. Capsula N°		13	7	22	31	8	10	14	16
7. Peso del suelo húmedo. + capsula	gr	244.52	261.66	247.21	254.98	263.64	269.89	263.01	298.01
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	226.65	241.96	224.11	231.24	231.66	240.11	231.26	261.47
9. Peso del agua	gr	17.87	19.70	23.10	23.74	31.98	29.78	31.75	36.54
10. Peso de la capsula	gr	24.68	23.05	25.35	24.56	22.67	23.63	23.08	24.74
11. Peso del suelo seco	gr	201.97	218.91	198.76	206.68	231.66	216.48	208.18	236.73
12. Contenido de humedad	%	8.85	9.00	11.62	11.49	13.80	13.76	15.25	15.44
12. Promedio de Humedad	%	8.92		11.55		13.78		15.34	

CALCULO DE DENSIDAD SECA

13. Densidad seca del suelo	gr/cc	1.560	1.603	1.630	1.624
-----------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

Densidad Máxima	gr/cc	1.631	Humedad optima	14.26%
-----------------	-------	-------	----------------	--------



Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CÁCERES PINEDA
Lab. Suelos



Hernan Naca Ballón
INGENIERO CIVIL
CIP N° 10749



J & C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS.

INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO

SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson

FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 **REALIZADO POR** : F.J.C.P.

FECHA ENSAYO : 04 DE JUNIO DEL 2021 **ING. RESP.LAB** : H.Ñ.B.

ENSAYO C. B. R.
(ASTM D - 1883)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA : KM. 0+ 520 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO **MUESTRA** : Suelos Natural + 4 % Adición de Polímero

CALCATA N° : C - 1, M - 1, E - 2 **CANTIDAD** : 40 Kg.

PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m. **PRESENTACIÓN** : Saco de Polietileno

MOLDE	N°	07		08		09	
CAPAS	N°	05		05		05	
Golpes por Capa	N°	56		25		12	
Condición Muestra		Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado
Peso suelo húmedo + molde grs.		11968	12101	11877	12030	11790	11999
Peso molde grs.		8012	8012	8126	8126	8241	8241
Peso suelo húmedo grs.		3956	4089	3751	3904	3549	3758
Volumen del suelo c.c.		2119	2119	2131	2131	2133	2133
Densidad húmeda gr/cc.		1.87	1.93	1.76	1.83	1.66	1.76
% de Humedad		14.24	17.35	14.38	18.27	14.18	19.70
Densidad seca gr/cc.		1.63	1.64	1.54	1.55	1.46	1.47
Tarro N°		24	26	06	05	09	11
Tarro más suelo húmedo grs.		262.32	278.43	262.82	269.12	266.86	296.21
Tarro más suelo seco grs.		232.52	240.62	232.64	231.25	236.65	251.21
Peso de Agua grs.		29.80	37.81	30.18	37.87	30.21	45.00
Peso de tarro grs.		23.21	22.67	22.77	24.00	23.65	22.83
Peso suelo seco grs.		209.31	217.95	209.87	207.25	213.00	228.38
% de humedad		14.24	17.35	14.38	18.27	14.18	19.70
Promedio Humedad		14.24	17.35	14.38	18.27	14.18	19.70

% DE EXPANSIÓN 1.16

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
4/6/21	12:20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5/6/21	12:20	24.00	0.60	0.60	0.47	0.72	0.72	0.57	1.12	1.12	0.88
6/6/21	12:20	48.00	0.87	0.87	0.69	1.23	1.23	0.97	1.44	1.44	1.13
7/6/21	12:20	72.00	1.10	1.10	0.87	1.38	1.38	1.09	1.58	1.58	1.24
8/6/21	12:20	96.00	1.32	1.32	1.04	1.45	1.45	1.14	1.64	1.64	1.29

PENETRACIÓN

Penetración			Carga Patrón	Dial	Carga Corregida		CBR	Dial	Carga Corregida		CBR	Dial	Carga Corregida		CBR
mm.	Pulg.	Tiempo			Kg	K/cm²			Kg	K/cm²			Kg	K/cm²	
0	0	0	0	0	0		0	0	0		0	0	0		
0.63	0.025	30"	6	26	1.4		4	18	0.9		1	4	0.2		
1.27	0.050	1'	12	52	2.7		9	39	2.0		5	22	1.1		
1.90	0.075	1'30"	17	74	3.8		12	52	2.7		7	31	1.6		
2.54	0.100	2'	70	26	114	5.9	8.4	16	70	3.6	5.2	9	39	2.0	2.9
3.17	0.125	3'		29	127	6.8		19	83	4.3		13	57	2.9	
3.81	0.150	4'	105	31	135	7.0		22	96	5.0		16	70	3.6	
5.08	0.200	5'		36	157	8.1		24	105	5.4		19	83	4.3	
7.62	0.300	6'	133	41	179	9.3		28	122	6.3		21	92	4.7	
10.16	0.400	7'		44	192	9.9		30	131	6.8		23	101	5.2	
12.70	0.500	8'	181	47	205	10.6		33	144	7.5		25	109	5.7	

ANILLO CAPACIDAD 45 kn 4547 g. CONSTANTE 19.33

Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. C. PINEDA
Lab. Suelos



Herman Mac Ballón
INGENIERO CIVIL
CIP 115719



J & C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 882115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS.

GRAFICO C.B.R.

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA : KM. 0+ 520 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO
CALICATA N° : C-1, M-1, E-2
PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m.

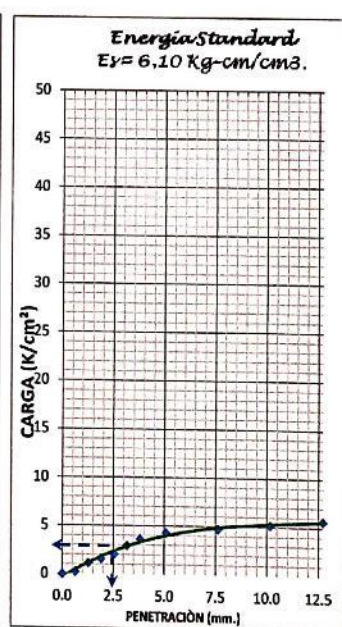
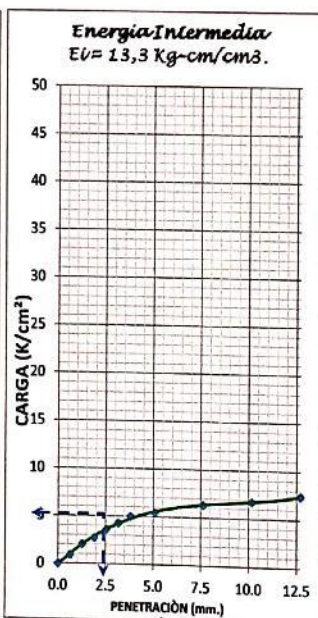
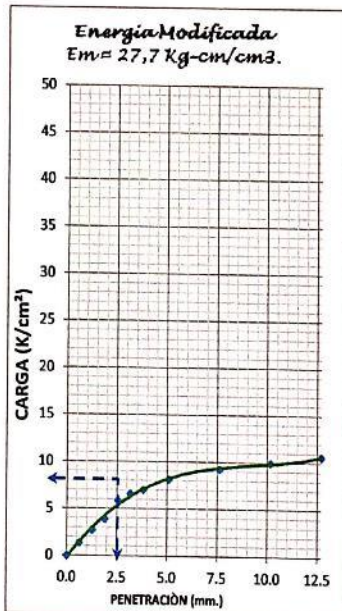
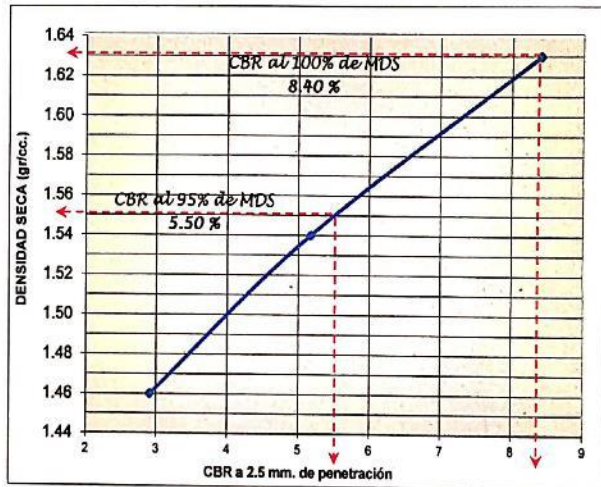
MUESTRA : Suelos Natural + 4 % Adición de Polímero
CANTIDAD : 40 Kg.
PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

VALORES M.D.S. - O.C.H. Y C.B.R.

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.631	gr/c.c.
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	14.26	%
CBR AL 95 % DE SU MDS	5.50	%
CBR AL 100 % DE SU MDS	8.40	%

CLASIFICACION

AASHTO (ASTM D-3282)	A-4(3)
SUCS (ASTM-D-2487)	CL



Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CÁCERES PINEDA
Lab. Suelos



Herman Nicanor Ballón
INGENIERO CIVIL
CIP N° 18749



J&C - LABORATORIOS
 J.L. MARTEL PINO N° 120
 TELF. CEL. 951 662115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS
 CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO
 SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson
 FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 REALIZADO POR : F.J.C.P.
 FECHA ENSAYO : 02 DE JUNIO DEL 2021 ING. RESP. LAB : H.R.B.

ENSAYO DE CONSTANTES FISICAS

PROCEDENCIA : KM. 0+ 520 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO MUESTRA : Suelos Natural + 6 % Adición de Polímero
 CALCATA N° : C - 1, M - 1, E - 2 CANTIDAD : 40 Kg.
 PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m. PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 ASTM D - 4318)

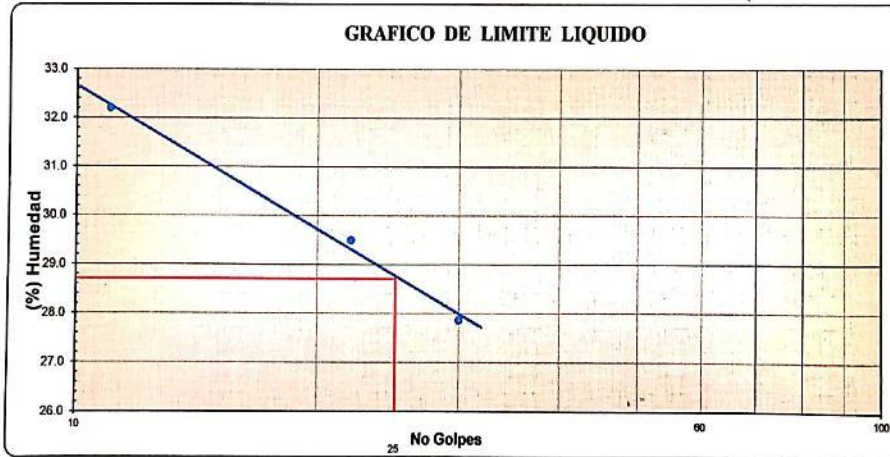
Prueba Nro.	01	02	03		
Tarro Nro.	17	15	4		
Peso de la Capsula (gr)	22.92	22.06	23.90		
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	37.42	37.03	37.94		
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	34.26	33.62	34.52		
Peso del agua (g)	3.16	3.41	3.42		
Peso del Suelo Seco (gr)	11.34	11.56	10.62		
Contenido de Humedad (%)	27.87	29.50	32.20		
Numero de Golpes	30	22	11		

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 ASTM D - 4318)

Tarro Nro.	23	12			PROMEDIO
Peso de la Capsula (gr)	23.19	23.74			
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	27.02	27.89			
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	26.36	27.19			
Peso del Agua (gr)	0.66	0.70			
Peso del Suelo Seco (gr)	3.17	3.45			
Contenido de Humedad (%)	20.82	20.29			20.56

L.L. : 28.70 L.P. : 20.56 I.P. : 8.14

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante.

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CÁCERES PINEDA
 Lab. Suelos



Hernán Mata Bailón
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 65749



J&C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO – PUNO
SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson
FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 RALIZADO POR : F.J.C.P.
FECHA ENSAYO : 03 DE JUNIO DEL 2021 ING. RESP. LAB : H.Ñ.B.

**RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO)
(ASTM - 1557 MTC E 115)**

PROCEDENCIA : KM. 0+ 520 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO MUESTRA : Suelos Natural + 6 % Adición de Polímero
CALICATA N° : C - 1, M - 1, E - 2 CANTIDAD : 40 Kg.
PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m. PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

Metodo de Compactacion	Numero de Golpes	Numero de Capas
AASHTO T 180 - "C"	56	5

CALCULO DE DENSIDAD HUMEDAD

	gr	9588	9735	9918	9928
1. Peso suelo húmedo. + molde	gr	6000	6000	6000	6000
2. Peso del molde	cc	2129	2129	2129	2129
3. Volumen del molde	gr	3588	3735	3918	3928
4. Peso suelo húmedo	gr/cc	1.685	1.754	1.840	1.845
5. Densidad suelo húmedo					

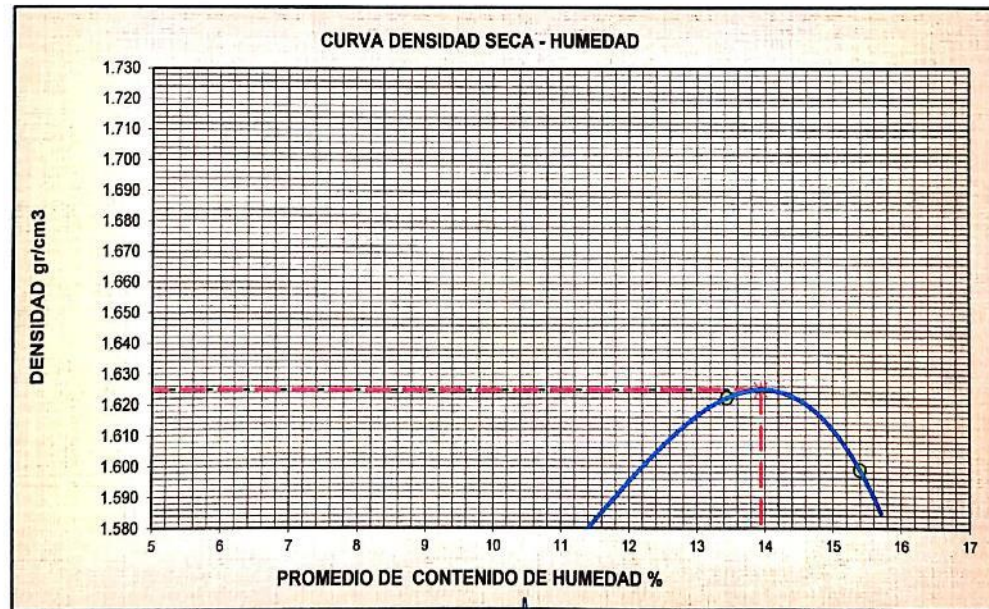
CALCULO DE HUMEDAD

6. Capsula N°	6	9	12	18	12	14	32	33
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	252.92	261.34	265.52	253.39	294.92	260.22	286.83	297.99
8. Peso del suelo seco+capsula	233.64	241.25	241.13	230.15	260.14	231.99	251.52	261.25
9. Peso del agua	19.28	20.09	24.39	23.24	34.78	28.23	35.31	36.74
10. Peso de la capsula	22.77	23.65	23.74	24.72	23.74	23.08	22.60	22.21
11. Peso del suelo seco	210.87	217.60	217.39	205.43	260.14	208.91	228.92	239.04
12. Contenido de humedad	9.14	9.23	11.22	11.31	13.37	13.51	15.42	15.37
12. Promedio de Humedad	9.19		11.27		13.44		15.40	

CALCULO DE DENSIDAD SECA

13. Densidad seca del suelo	gr/cc	1.543	1.577	1.622	1.599
-----------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

Densidad Máxima	gr/cc	1.625	Humedad optima	13.95%
-----------------	-------	-------	----------------	--------



Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante.

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CACHRES PINEDA
Lab. Suelos



Hernan Naba Bailón
INGENIERO CIVIL
CIP N° 65740



J & C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS.

INFORME DE ENSAYO

TESIS	: POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO		
SOLICITA	: BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson		
FECHA RECEP.	: 01 DE JUNIO DEL 2021	RALIZADO POR	: F.J.C.P.
FECHA ENSAYO	: 04 DE JUNIO DEL 2021	ING. RESP.LAB	: H.Ñ.B.

ENSAYO C. B. R. (ASTM D - 1883)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA	: KM. 0+ 520 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO	MUESTRA	: Suelos Natural + 6 % Adición de Polímero
CALICATA N°	: C - 1, M - 1, E - 2	CANTIDAD	: 40 Kg.
PROFUNDIDAD	: 00.20 - 01:50 m.	PRESENTACIÓN	: Saco de Polietileno

MOLDE	N°	10	11	12			
CAPAS	N°	05	05	05			
Golpes por Capa	N°	56	25	12			
Condición Muestra		Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado
Peso suelo húmedo + molde grs.		12062	12145	11794	11944	11556	11752
Peso molde grs.		8089	8089	8102	8102	8044	8044
Peso suelo húmedo grs.		3973	4056	3692	3842	3512	3708
Volumen del suelo c.c.		2148	2148	2110	2110	2138	2138
Densidad húmeda gr/cc.		1.85	1.89	1.75	1.82	1.64	1.73
% de Humedad		13.99	16.07	14.29	18.24	13.96	19.70
Densidad seca gr/cc.		1.62	1.63	1.53	1.54	1.44	1.45
Tarro	N°	14	16	34	31	35	42
Tarro más suelo húmedo grs.		295.83	291.10	266.82	305.68	272.14	294.12
Tarro más suelo seco grs.		262.35	254.23	236.24	262.32	241.62	249.65
Peso de Agua grs.		33.48	36.87	30.58	43.36	30.52	44.47
Peso de tarro grs.		23.08	24.74	22.17	24.56	22.93	23.87
Peso suelo seco grs.		239.27	229.49	214.07	237.76	218.69	225.78
% de humedad		13.99	16.07	14.29	18.24	13.96	19.70
Promedio Humedad		13.99	16.07	14.29	18.24	13.96	19.70

% DE EXPANSIÓN 1.07

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
4/6/21	02:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5/6/21	02:30	24.00	0.54	0.54	0.43	0.76	0.76	0.60	0.98	0.98	0.77
6/6/21	02:30	48.00	0.72	0.72	0.57	0.95	0.95	0.75	1.03	1.03	0.81
7/6/21	02:30	72.00	1.04	1.04	0.82	1.15	1.15	0.91	1.36	1.36	1.07
8/6/21	02:30	96.00	1.29	1.29	1.02	1.35	1.35	1.06	1.44	1.44	1.13

PENETRACIÓN

Penetración			Carga Patrón	Dial	Carga Corregida		CBR	Dial	Carga Corregida		CBR	Dial	Carga Corregida		CBR
mm.	Pulg.	Tiempo			Kg	K/cm²			Kg	K/cm²			Kg	K/cm²	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.63	0.025	30"	70	5	22	1.1	7.8	2	9	0.5	4.8	1	4	0.2	
1.27	0.050	1'	70	14	61	3.2	7.8	7	31	1.6	4.8	3	13	0.7	
1.90	0.075	1'30"	70	20	87	4.5	7.8	11	48	2.5	4.8	5	22	1.1	
2.54	0.100	2'	70	24	105	5.4	7.8	15	86	3.4	4.8	6	26	1.4	1.9
3.17	0.125	3'	70	30	131	6.8	7.8	18	79	4.1	4.8	8	35	1.8	
3.81	0.150	4'	105	35	153	7.9	7.8	21	92	4.7	4.8	11	48	2.5	
5.08	0.200	5'	105	40	175	9.0	7.8	25	109	5.7	4.8	16	70	3.6	
7.62	0.300	6'	133	45	197	10.2	7.8	28	122	6.3	4.8	19	83	4.3	
10.16	0.400	7'	133	49	214	11.1	7.8	32	140	7.2	4.8	22	96	5.0	
12.70	0.500	8'	181	54	236	12.2	7.8	35	153	7.9	4.8	26	114	5.9	
ANILLO				CAPACIDAD			45 kn	SOBRECARGA			4547 g.	CONSTANTE			19.33

Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante.

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CÁCERES PINEDA
Lab. Suelos



Mernan Nava Bailón
INGENIERO CIVIL
CIP N° 05449



J & C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 682115 - PUÑO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

GRAFICO C.B.R.

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA : KM. 0+ 520 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO
CALICATA N° : C - 1, M - 1, E - 2
PROFUNDIDAD : 00.20 - 01.50 m.

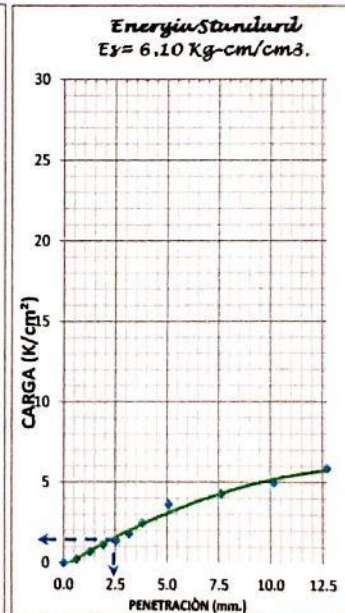
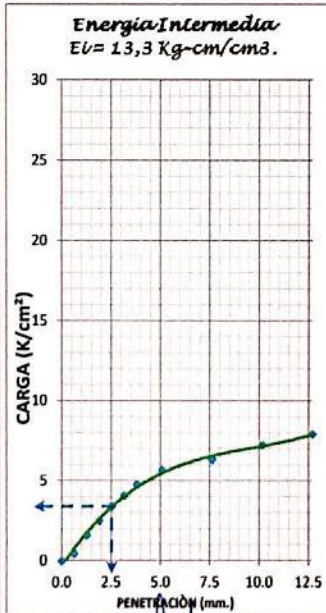
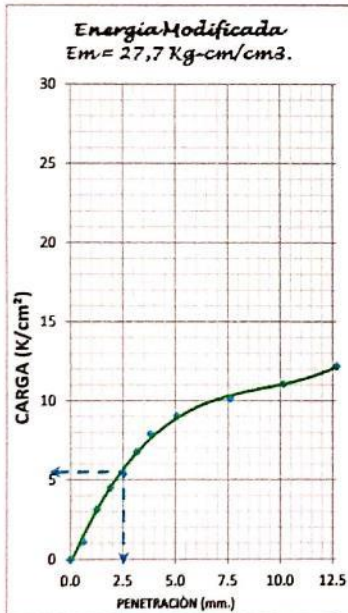
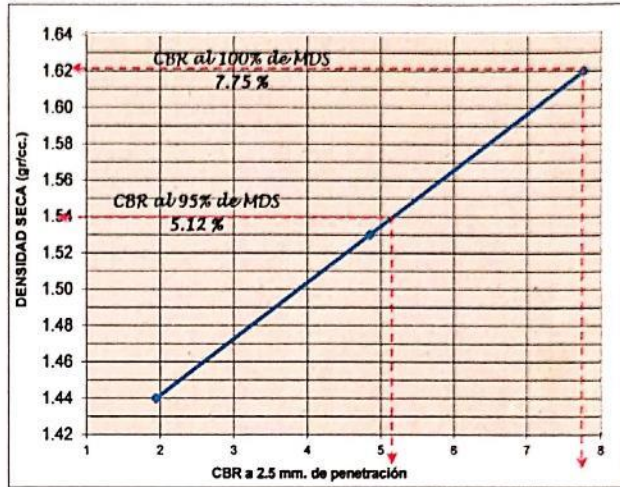
MUESTRA : Suelos Natural + 6 % Adición de Polímero
CANTIDAD : 40 Kg.
PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

VALORES M.D.S. - O.C.H. Y C.B.R.

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.625	gr/c.c.
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	13.95	%
CBR AL 95 % DE SU MDS	5.12	%
CBR AL 100 % DE SU MDS	7.75	%

CLASIFICACION

AASHTO (ASTM D-3282)	A-4(2)
SUCS (ASTM-D-2487)	CL



Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante.

J&C LABORATORIOS

RUIPE J. CACERES PINEDA
Lab. Suelos



Hernan Nolasco Bailón
INGENIERO CIVIL
CIP N° 66344



J&C - LABORATORIOS
 JR. MANUEL PINO 193
 Telf. Cel. 981 882115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS
 CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

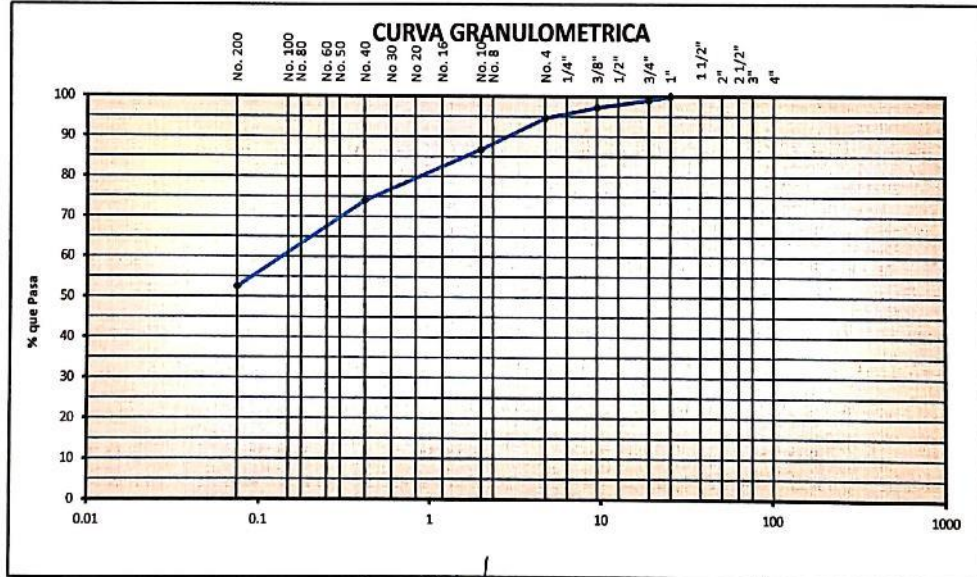
INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO
SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson
FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 **REALIZADO POR** : F.J.C.P.
FECHA ENS : 02 DE JUNIO DEL 2021 **ING. RESP. LAB** : H.N.B.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (Norma MTC E 107 - ASTM D 422)

PROCEDECENCIA : KM. 0+750 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO **MUESTRA** : Suelos Natural + 0 % Adición de Polímero
CALICATA N° : C - 2, M - 1, E - 2 **CANTIDAD** : 45 Kg.
PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m. **PRESENTACIÓN** : Saco de Polietileno

	Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Especificaciones	Descripción de Muestra	
				Parcial	Acumulado				
PIEDRA O CANTOS	4"	101.600						Peso Inicial	: 1486.00 (gr)
	3"	76.200						Peso Lavado	: 706.00 (gr)
GRAVA	GRUESA	2 1/2"	63.500					Peso Perdido	: 780.00 (gr)
		2"	50.800					Humedad Natural	: 19.36 %
		1 1/2"	38.100					LIMITES DE CONSISTENCIA	
		1"	25.400				100.0	Limite Liquido	: 30.80 %
		3/4"	19.050	14.0	0.9	0.9	99.1	Limite Plastico	: 23.17 %
	FINA	1/2"	12.700					I.P.	: 7.63 %
		3/8"	9.525	28.0	1.9	2.8	97.2	CLASIFICACION	
		1/4"	6.350					AASHTO (ASTM D-3282)	: A-4(2)
		No. 4	4.760	38.0	2.6	5.4	94.6	SUCS (ASTM-D-2487)	: ML
								DESCRIPCION DE MUESTRA	
ARENA	GRUESA	No. 8	2.360					PROPIEDADES	
		No. 10	2.000	118.0	7.9	13.3	86.7	Grava > 3"	:
		No. 16	1.190					Grava	: 5.40 %
		No. 20	0.834					Arena	: 42.10 %
		No. 30	0.600					Finos	: 52.50 %
	MEDIA	No. 40	0.420	188.0	12.7	26.0	74.0		: 100.00 %
		No. 50	0.300						
		No. 60	0.250						
		No. 80	0.177						
		No. 100	0.149						
FINA	No. 200	0.075	320.0	21.5	47.5	52.5			
	-200	—	780.0	52.5	100.0				



Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CÁDIZ PINEDA
 Lab. SUELOS



Hernán Naca Bailón
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 10719



J&C - LABORATORIOS

JR. MANUEL PINO N° 120
CEL. 951 882115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS.

INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO

SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson

FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 **RALIZADO POR** : F.J.C.P.

FECHA ENSAYO : 02 DE JUNIO DEL 2021 **ING. RESP.LAB** : H.N.B.

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

ASTM D 2216 - MTC E-108

Muestra N°	C - 2, M - 1, E - 2				
Profundidad m.	00:20 - 01:50 m.				
Tarro N°	06	21			
Peso del Tarro	gr	22.77	24.80		
Peso del tarro + Suelo Húmedo	gr	248.79	285.90		
Peso del tarro + Suelo Seco	gr	212.07	243.61		
Peso del Agua	gr	36.72	42.29		
Peso del suelo seco	gr	189.30	218.81		
Contenido de Humedad	%	19.40	19.33		
Promedio		19.36			

Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CACHES PINEDA
Lab. Siglos



Hernan Naca Bailón
INGENIERO CIVIL
CIP N° 48797



J&C - LABORATORIOS
 JR. MANUEL PINKO N° 125
 TELF. CEL. 941 682115 - PUÑO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS
 CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TEMA : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUÑO
 SOLICITA : RACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson
 FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021
 FECHA ENSAYO : 02 DE JUNIO DEL 2021
 REALIZADO POR : F.J.C.P.
 ING. RESP. LAB : H.R.A.

ENSAYO DE CONSTANTES FISICAS

PROCEDENCIA : KM. 0+750 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO
 CALCATA N° : C - 2, M - 1, E - 2
 PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m.
 MUESTRA : Suelos Natural + 0 % Adición de Polímero
 CANTIDAD : 45 Kg.
 PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 ASTM D - 4318)

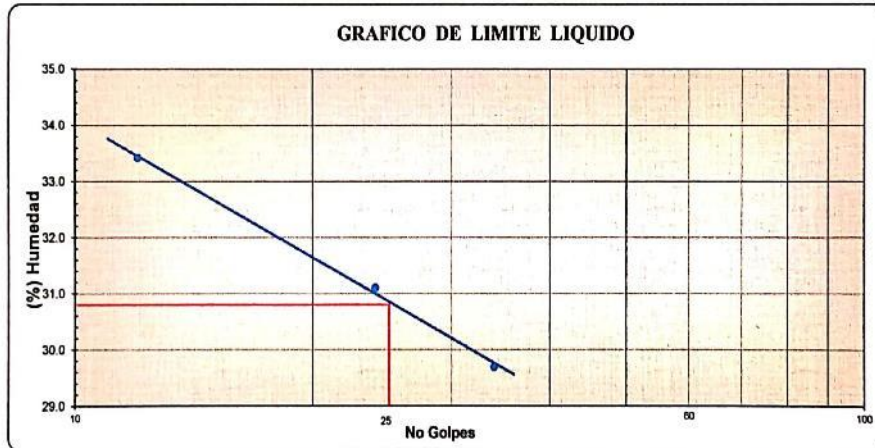
Prueba Nro.	01	02	03		
Tarro Nro.	14	1	26		
Peso de la Capsula (gr)	23.08	22.89	22.67		
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	36.75	36.42	38.12		
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	33.62	33.21	34.25		
Peso del agua (g)	3.13	3.21	3.87		
Peso del Suelo Seco (gr)	10.54	10.32	11.58		
Contenido de Humedad (%)	29.70	31.10	33.42		
Numero de Golpes	34	24	12		

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 ASTM D - 4318)

Tarro Nro.	29	24			PROMEDIO
Peso de la Capsula (gr)	24.77	23.21			
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	29.38	28.06			
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	28.52	27.14			
Peso del Agua (gr)	0.86	0.92			
Peso del Suelo Seco (gr)	3.75	3.93			
Contenido de Humedad (%)	22.93	23.41			23.17

L.L. : 30.80 L.P. : 23.17 I.P. : 7.63

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CACERES PINEDA
 Lab. Suelos



Hernan Naca Ballón
 INGENIERO CIVIL
 CP N° 40719



J&C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO
SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson
FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 RALIZADO POR : F.J.C.P.
FECHA ENSAYO : 03 DE JUNIO DEL 2021 ING. RESP. LAB : H.Ñ.B.

**RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO)
(ASTM - 1557 MTC E 115)**

PROCEDENCIA : KM. 0+750 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO MUESTRA : Suelos Natural + 0 % Adición de Polímero
CALCATA N° : C - 2, M - 1, E - 2 CANTIDAD : 45 Kg.
PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m. PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

Metodo de Compactacion	Numero de Golpes	Numero de Capas
AASHTO T 180 - "C"	56	5

CALCULO DE DENSIDAD HUMEDAD

1. Peso suelo húmedo. + molde	gr	9815	10012	10152	10171
2. Peso del molde	gr	6000	6000	6000	6000
3. Volumen del molde	cc	2129	2129	2129	2129
4. Peso suelo húmedo	gr	3815	4012	4152	4171
5. Densidad suelo húmedo	gr/cc	1.792	1.884	1.950	1.959

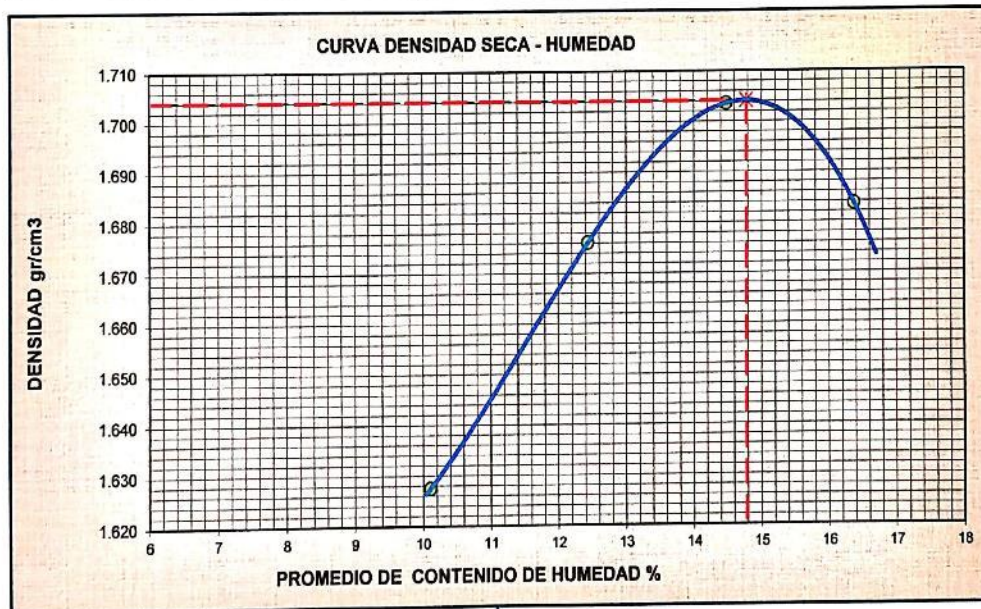
CALCULO DE HUMEDAD

6. Capsula N°	7	31	25	27	13	6	8	10	
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	234.87	233.00	234.56	257.82	266.89	276.86	275.44	281.17
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	215.62	213.68	211.14	232.21	233.25	244.62	239.95	244.87
9. Peso del agua	gr	19.25	19.32	23.42	25.61	33.64	32.24	35.49	36.30
10. Peso de la capsula	gr	23.05	24.56	23.95	24.94	24.68	22.77	22.67	23.63
11. Peso del suelo seco	gr	192.57	189.12	187.19	207.27	233.25	221.85	217.28	221.24
12. Contenido de humedad	%	10.00	10.22	12.51	12.36	14.42	14.53	16.33	16.41
12. Promedio de Humedad	%	10.11		12.43		14.48		16.37	

CALCULO DE DENSIDAD SECA

13. Densidad seca del suelo	gr/cc	1.627	1.676	1.704	1.684
-----------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

Densidad Máxima	gr/cc	1.704	Humedad optima	14.78%
-----------------	-------	-------	----------------	--------



Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CÁCERES PINEDA
Lab. Suelos



Hernán Naca Bailón
INGENIERO CIVIL
CIP N° 68740



J & C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO Nº 120
TELF. CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS.

INFORME DE ENSAYO

TESIS	: POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO		
SOLICITA	: BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson		
FECHA RECEP.	: 01 DE JUNIO DEL 2021	RALIZADO POR	: F.J.C.P.
FECHA ENSAYO	: 08 DE JUNIO DEL 2021	ING. RESP.LAB	: H.Ñ.B.

ENSAYO C. B. R.
(ASTM D - 1883)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA	: KM. 0+750 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO	MUESTRA	: Suelos Natural + 0 % Adición de Polímero
CALICATA N°	: C - 2, M - 1, E - 2	CANTIDAD	: 45 Kg.
PROFUNDIDAD	: 00:20 - 01:50 m.	PRESENTACIÓN	: Saco de Polietileno

	N°	01		02		03	
		Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado
MOLDE	N°	01		02		03	
CAPAS	N°	05		05		05	
Golpes por Capa	N°	56		25		12	
Condición Muestra		Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado
Peso suelo húmedo + molde grs.		11986	12104	12002	12168	11967	12141
Peso molde grs.		7851	7851	8097	8097	8288	8288
Peso suelo húmedo grs.		4135	4253	3905	4071	3679	3853
Volumen del suelo c.c.		2120	2120	2108	2108	2112	2112
Densidad húmeda gr/cc.		1.95	2.01	1.85	1.93	1.74	1.82
% de Humedad		14.81	16.99	14.64	18.39	14.90	19.78
Densidad seca gr/cc.		1.70	1.71	1.62	1.63	1.52	1.52
Tarro	N°	18	12	10	17	03	06
Tarro más suelo húmedo grs.		274.13	243.29	249.11	269.57	237.99	278.91
Tarro más suelo seco grs.		241.96	211.41	220.31	231.25	210.31	236.61
Peso de Agua grs.		32.17	31.88	28.80	38.32	27.68	42.30
Peso de tarro grs.		24.72	23.74	23.63	22.92	24.55	22.77
Peso suelo seco grs.		217.24	187.67	196.68	208.33	185.76	213.84
% de humedad		14.81	16.99	14.64	18.39	14.90	19.78
Promedio Humedad		14.81	16.99	14.64	18.39	14.90	19.78

% DE EXPANSIÓN 1.39

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
8/6/21	10:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9/6/21	10:00	24.00	0.79	0.79	0.62	0.92	0.92	0.72	0.94	0.94	0.74
10/6/21	10:00	48.00	1.02	1.02	0.80	1.24	1.24	0.98	1.34	1.34	1.06
11/6/21	10:00	72.00	1.56	1.56	1.23	1.57	1.57	1.24	1.72	1.72	1.35
12/6/21	10:00	96.00	1.64	1.64	1.29	1.79	1.79	1.41	1.88	1.88	1.48

PENETRACIÓN

Penetración			Carga Patrón	Dial	Carga Correjada		CBR	Dial	Carga Correjada		CBR	Dial	Carga Correjada		CBR
mm.	Pulg.	Tiempo			Kg	K/cm²			Kg	K/cm²			Kg	K/cm²	
0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.63	0.025	30"		5	22	1.1		3	13	0.7		1	4	0.2	
1.27	0.050	1'		9	39	2.0		4	18	0.9		2	9	0.5	
1.90	0.075	1'30"		14	61	3.2		7	31	1.6		3	13	0.7	
2.54	0.100	2'	70	17	74	3.8	5.5	10	44	2.3	3.2	4	18	0.9	1.3
3.17	0.125	3'		21	92	4.7		13	57	2.9		6	26	1.4	
3.81	0.150	4'	105	24	105	5.4		16	70	3.6		9	39	2.0	
5.08	0.200	5'		28	122	6.3		19	83	4.3		12	52	2.7	
7.62	0.300	6'	133	31	135	7.0		22	96	5.0		15	66	3.4	
10.16	0.400	7'		34	149	7.7		25	109	5.7		17	74	3.8	
12.70	0.500	8'	181	37	162	8.4		27	118	6.1		19	83	4.3	
ANILLO				CAPACIDAD	45 kn		SOBRECARGA	4547 g.		CONSTANTE	19.33				

Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CERES PINEDA
Lab. Suelos



Hernán Macaballón
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 0740



J & C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS.

GRAFICO C.B.R.

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA : KM. 0+750 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO
CALICATA N° : C - 2, M - 1, E - 2
PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m.

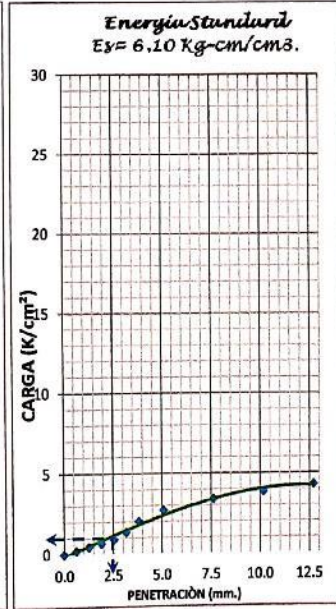
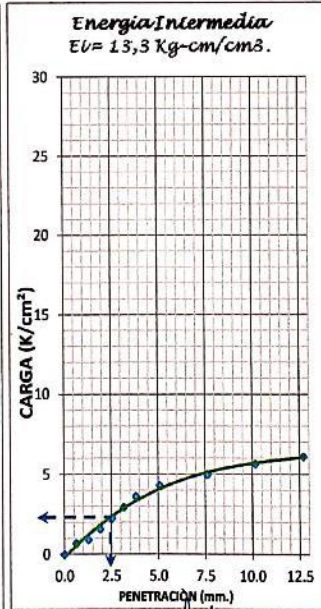
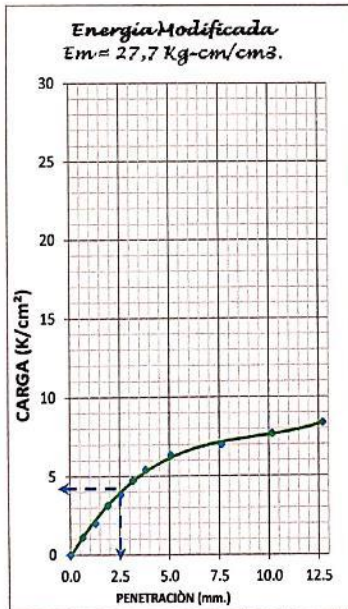
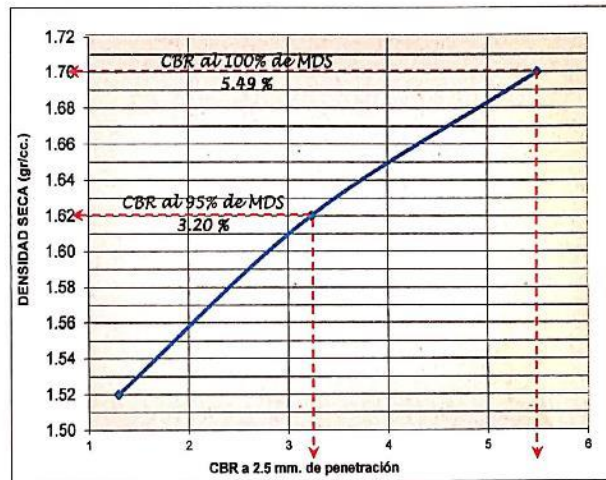
MUESTRA : Suelos Natural + 0 % Adición de Polímero
CANTIDAD : 45 Kg.
PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

VALORES M.D.S. - O.C.H. Y C.B.R.

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.704	gr/c.c.
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	14.78	%
CBR AL 95 % DE SU MDS	3.20	%
CBR AL 100 % DE SU MDS	5.49	%

CLASIFICACION

AASHTO (ASTM D-3282)	A-4(2)
SUCS (ASTM-D-2487)	ML



Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

FELIPE J. CACERES PINEDA
Lab. Suelos



Herman Nacón
INGENIERO CIVIL
CIP N° 66349



J&C - LABORATORIOS
 JR. MANUEL PINO Nº 129
 TELF. CEL. 951 622115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS
 CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO
 SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson
 FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021
 FECHA ENSAYO : 02 DE JUNIO DEL 2021
 REALIZADO POR : F.J.C.P.
 ING. RESP. LAB : H.R.B.

ENSAYO DE CONSTANTES FISICAS

PROCEDENCIA : KM. 0+750 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO
 CALCATA N° : C-2, M-1, E-2
 PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m.
 MUESTRA : Suelos Natural + 2 % Adición de Polímero
 CANTIDAD : 45 Kg.
 PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 ASTM D - 4318)

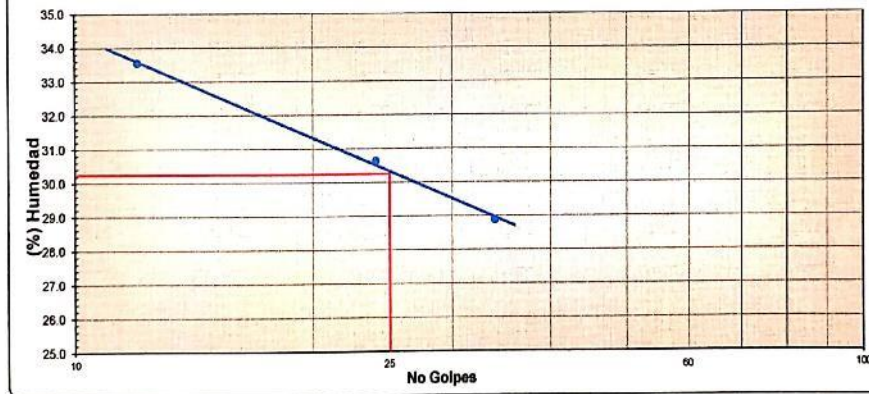
Prueba Nro.	01	02	03		
Tarro Nro.	14	8	27		
Peso de la Capsula (gr)	23.08	22.67	24.94		
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	36.69	38.49	36.96		
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	33.64	34.78	33.94		
Peso del agua (g)	3.05	3.71	3.02		
Peso del Suelo Seco (gr)	10.58	12.11	9.00		
Contenido de Humedad (%)	28.88	30.64	33.56		
Numero de Golpes	34	24	12		

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 ASTM D - 4318)

Tarro Nro.	6	9			PROMEDIO
Peso de la Capsula (gr)	22.77	23.65			
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	26.89	27.72			
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	26.13	26.96			
Peso del Agua (gr)	0.76	0.76			
Peso del Suelo Seco (gr)	3.36	3.31			
Contenido de Humedad (%)	22.62	22.96			22.79

L.L. : 30.24 L.P. : 22.79 I.P. : 7.45

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CACERES PINEDA
 Lab. Suelos



Hernán Nica Ballón
 INGENIERO CIVIL
 CIP 141657-U



J&C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO

SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson

FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 RALIZADO POR : F.J.C.P.

FECHA ENSAYO : 03 DE JUNIO DEL 2021 ING. RESP. LAB : H.Ñ.B.

RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO) (ASTM - 1557 MTC E 115)

PROCEDENCIA : KM. 0+750 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO MUESTRA : Suelos Natural + 2 % Adición de Polímero

CALICATA N° : C - 2, M - 1, E - 2 CANTIDAD : 45 Kg.

PROFUNDIDAD : 00.20 - 01.50 m. PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

Metodo de Compactacion	Numero de Golpes	Numero de Capas
AASHTO T 180 - "C"	56	5

CALCULO DE DENSIDAD HUMEDAD

1. Peso suelo húmedo. + molde	gr	9718	9952	10093	10100
2. Peso del molde	gr	6000	6000	6000	6000
3. Volumen del molde	cc	2129	2129	2129	2129
4. Peso suelo húmedo	gr	3718	3952	4093	4100
5. Densidad suelo húmedo	gr/cc	1.746	1.856	1.922	1.926

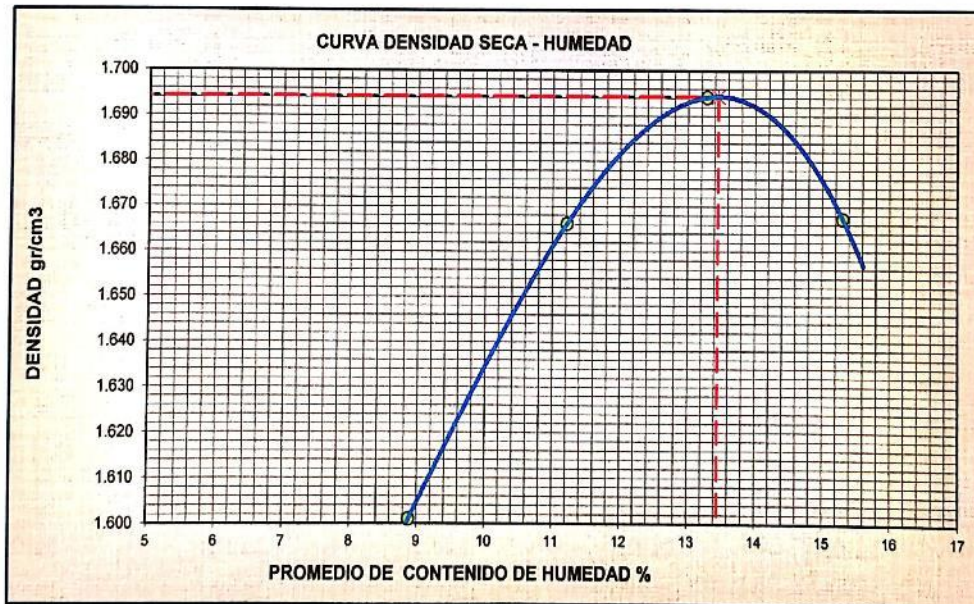
CALCULO DE HUMEDAD

6. Capsula N°	6	21	30	29	32	40	16	14	
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	243.12	255.15	242.06	254.84	243.41	252.46	274.84	264.11
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	224.62	236.14	219.62	231.25	214.62	225.32	241.19	231.84
9. Peso del agua	gr	18.50	19.01	22.44	23.59	28.79	27.14	33.65	32.27
10. Peso de la capsula	gr	22.77	24.80	22.71	24.77	22.60	24.91	24.74	23.08
11. Peso del suelo seco	gr	201.85	211.34	196.91	206.48	214.62	200.41	216.45	208.76
12. Contenido de humedad	%	9.17	8.99	11.40	11.42	13.41	13.54	15.55	15.46
12. Promedio de Humedad	%	9.08		11.41		13.48		15.50	

CALCULO DE DENSIDAD SECA

13. Densidad seca del suelo	gr/cc	1.601	1.666	1.694	1.667
-----------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

Densidad Máxima	gr/cc	1.694	Humedad óptima	13.65%
-----------------	-------	-------	----------------	--------



Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CAPOTRE PINEDA
Lab. Suelos



Hernan Naza Bailón
INGENIERO CIVIL
CSP N° 16740



J & C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS.

INFORME DE ENSAYO

TESIS	: POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO		
SOLICITA	: BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson		
FECHA RECEP.	: 01 DE JUNIO DEL 2021	RALIZADO POR	: F.J.C.P.
FECHA ENSAYO	: 08 DE JUNIO DEL 2021	ING. RESP.LAB	: H.N.B.

ENSAYO C. B. R. (ASTM D - 1883)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA	: KM. 0+750 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO	MUESTRA	: Suelos Natural + 2 % Adición de Polímero
CALICATA N°	: C - 2, M - 1, E - 2	CANTIDAD	: 45 Kg.
PROFUNDIDAD	: 00:20 - 01:50 m.	PRESENTACIÓN	: Saco de Polietileno

MOLDE	N°	04	05	06			
CAPAS	N°	05	05	05			
Golpes por Capa	N°	56	25	12			
Condición Muestra		Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado
Peso suelo húmedo + molde grs.		12269	12382	12388	12529	14324	14542
Peso molde grs.		8225	8225	8526	8526	10661	10661
Peso suelo húmedo grs.		4044	4157	3862	4003	3663	3881
Volumen del suelo c.c.		2106	2106	2116	2116	2123	2123
Densidad húmeda gr/cc.		1.92	1.97	1.83	1.89	1.73	1.83
% de Humedad %		13.62	15.72	13.70	17.33	13.78	19.17
Densidad seca gr/cc.		1.69	1.71	1.61	1.61	1.52	1.53
Tarro N°		16	22	18	24	12	20
Tarro más suelo húmedo grs.		241.62	284.09	271.18	273.62	245.86	290.32
Tarro más suelo seco grs.		215.62	248.95	241.48	236.64	218.96	247.24
Peso de Agua grs.		26.00	35.14	29.70	36.98	26.90	43.08
Peso de tarro grs.		24.74	25.35	24.72	23.21	23.74	22.56
Peso suelo seco grs.		190.88	223.60	216.78	213.43	195.22	224.68
% de humedad %		13.62	15.72	13.70	17.33	13.78	19.17
Promedio Humedad %		13.62	15.72	13.70	17.33	13.78	19.17

% DE EXPANSIÓN 1.35

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
8/6/21	11:45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9/6/21	11:45	24.00	0.72	0.72	0.57	0.88	0.88	0.69	0.96	0.96	0.76
10/6/21	11:45	48.00	0.98	0.98	0.77	1.18	1.18	0.93	1.32	1.32	1.04
11/6/21	11:45	72.00	1.51	1.51	1.19	1.51	1.51	1.19	1.69	1.69	1.33
12/6/21	11:45	96.00	1.59	1.59	1.25	1.72	1.72	1.35	1.84	1.84	1.45

PENETRACIÓN

Penetración			Carga Patrón	Dial	Carga Corregida		CBR	Dial	Carga Corregida		CBR	Dial	Carga Corregida		CBR	
mm.	Pulg.	Tiempo			Kg	K/cm²			Kg	K/cm²			Kg	K/cm²		
0	0	0	0	0	0		0	0	0		0	0	0			
0.63	0.025	30"	70	6	26	1.4	4	18	0.9		1	4	0.2			
1.27	0.050	1'	70	11	48	2.5	7	31	1.6		3	13	0.7			
1.90	0.075	1'30"	70	19	83	4.3	10	44	2.3		5	22	1.1			
2.54	0.100	2'	105	24	105	5.4	7.8	14	81	3.2	4.5	8	35	1.8	2.6	
3.17	0.125	3'	105	28	122	6.3		16	70	3.6		10	44	2.3		
3.81	0.150	4'	105	31	135	7.0		19	83	4.3		13	57	2.9		
5.08	0.200	5'	105	35	153	7.9		23	101	5.2		15	66	3.4		
7.62	0.300	6'	133	38	166	8.6		26	114	5.9		17	74	3.8		
10.16	0.400	7'	133	41	179	9.3		29	127	6.6		20	87	4.5		
12.70	0.500	8'	181	44	192	9.9		31	135	7.0		23	101	5.2		
ANILLO				CAPACIDAD	45 kn		SOBRECARGA	4547 g.		CONSTANTE	19.33					

Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CABRETES PINEDA
Lab. Suelos



Hernan Nata Fallón
INGENIERO CIVIL
CIP N° 31740



J & C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS.

GRAFICO C.B.R.

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

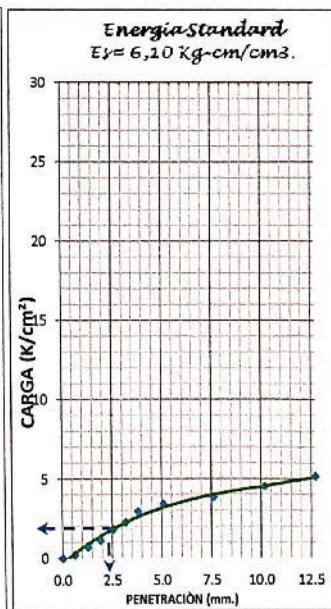
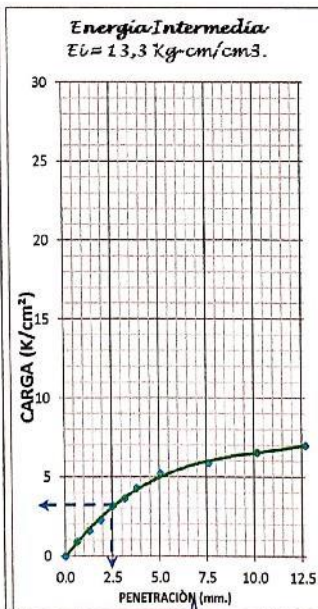
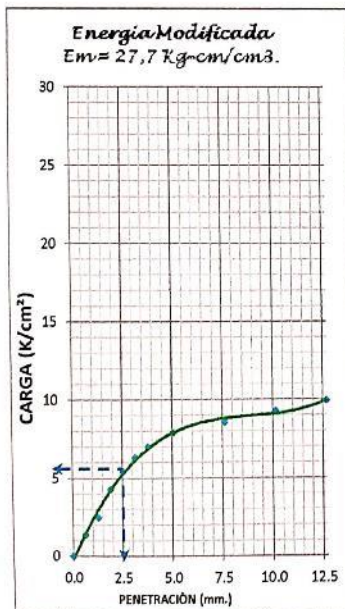
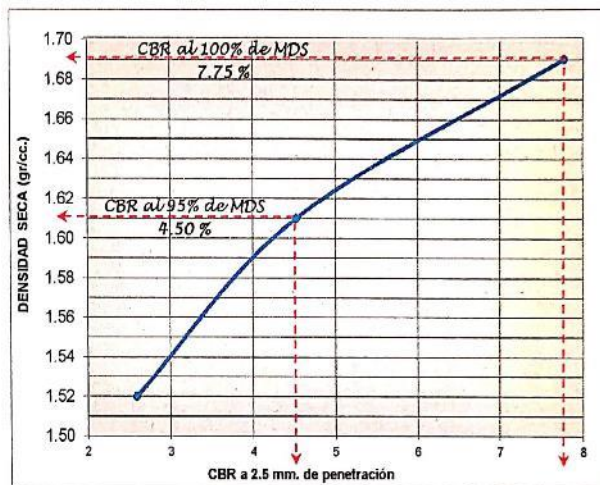
PROCEDENCIA	: KM. 0+750 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO	MUESTRA	: Suelos Natural + 2 % Adición de Polímero
CALICATA N°	: C-2, M-1, E-2	CANTIDAD	: 45 Kg.
PROFUNDIDAD	: 00.20 - 01.50 m.	PRESENTACIÓN	: Saco de Polietileno

VALORES M.D.S. - O.C.H. Y C.B.R.

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.694	gr/c/c.
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	13.65	%
CBR AL 95 % DE SU MDS	4.50	%
CBR AL 100 % DE SU MDS	7.75	%

CLASIFICACION

AASHTO (ASTM D-3282)	A-4(2)
SUCS (ASTM-D-2487)	ML



Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. GARCERAN PINEDA
Ingeniero Civil



Herman Nada Bailón
INGENIERO CIVIL
CIP N° 63119



J&C - LABORATORIOS
 JR. MANUEL PINO N° 129
 TEL. CUL. 911 62111 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS
 CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO

SOLICITANTE : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson
FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 **REALIZADO POR** : F.J.C.P.
FECHA ENSAYO : 02 DE JUNIO DEL 2021 **ING. RESP. LAB** : H.R.R.

ENSAYO DE CONSTANTES FISICOS

PROCEDENCIA : KM. 0+750 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO **MUESTRA** : Suelos Natural + 4 % Adición de Polímero
CALICATA N° : C - 2, M - 1, E - 2 **CANTIDAD** : 45 Kg.
PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m. **PRESENTACIÓN** : Saco de Polietileno

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 ASTM D - 4318)

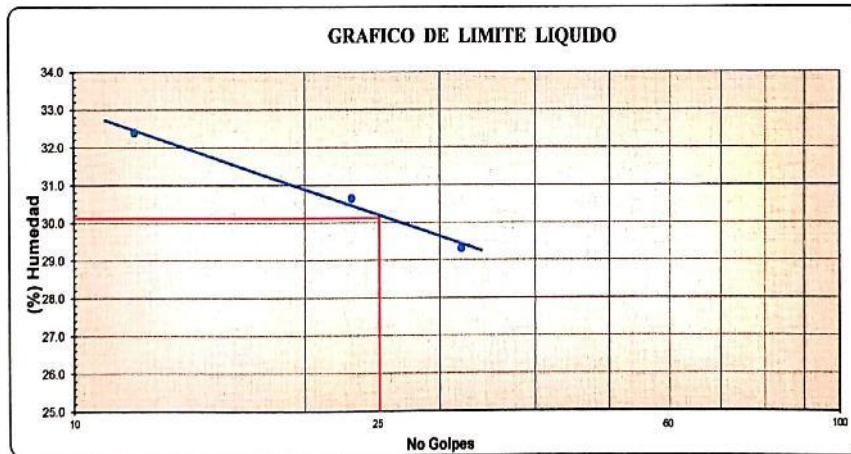
Prueba Nro.	01	02	03		
Tarro Nro.	11	18	4		
Peso de la Capsula (gr)	22.83	24.72	23.90		
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	37.43	37.21	37.10		
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	34.12	34.28	33.87		
Peso del agua (g)	3.31	2.93	3.23		
Peso del Suelo Seco (gr)	11.29	9.56	9.97		
Contenido de Humedad (%)	29.32	30.65	32.40		
Numero de Golpes	32	23	12		

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 ASTM D - 4318)

Tarro Nro.	8	17			PROMEDIO
Peso de la Capsula (gr)	22.67	22.92			
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	28.13	28.54			
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	27.12	27.49			
Peso del Agua (gr)	1.01	1.05			
Peso del Suelo Seco (gr)	4.45	4.57			
Contenido de Humedad (%)	22.70	22.98			22.84

L.L. : 30.12 L.P. : 22.84 I.P. : 7.28

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Personal de Laboratorio.

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CERCAS PINEDA
 Lab. Suelos



Hernan Nishi Ballón
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 20144



J&C - LABORATORIOS
 JR. MANUEL PINO N° 120
 TELF. CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS
 CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO

SOLICITANTE : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson

FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 **REALIZADO POR** : F.J.C.P.

FECHA ENSAYO : 04 DE JUNIO DEL 2021 **ING. RESP. LAB** : H. Ñ. B.

RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO)
(ASTM - 1557 MTC E 115)

PROCEDENCIA : KM. 0+750 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO **MUESTRA** : Suelos Natural + 4 % Adición de Polímero

CALICATA N° : C - 2, M - 1, E - 2 **CANTIDAD** : 45 Kg.

PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m. **PRESENTACIÓN** : Saco de Polietileno

Metodo de Compactacion	Numero de Golpes	Numero de Capas
	56	5

CALCULO DE DENSIDAD HUMEDAD

1. Peso suelo húmedo. + molde	gr	9691	9852	10062	10056
2. Peso del molde	gr	6000	6000	6000	6000
3. Volumen del molde	cc	2129	2129	2129	2129
4. Peso suelo húmedo	gr	3691	3852	4062	4056
5. Densidad suelo húmedo	gr/cc	1.734	1.809	1.908	1.905

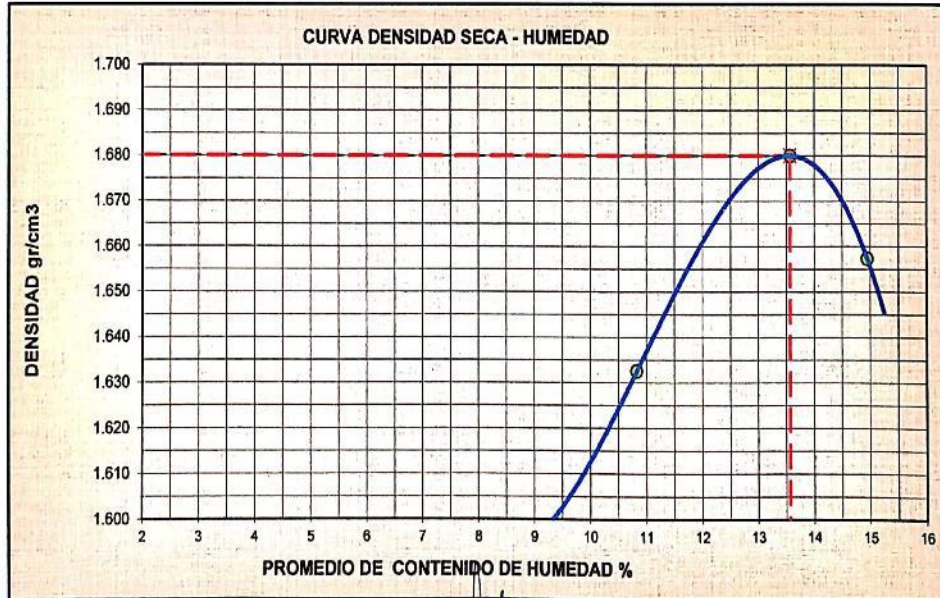
CALCULO DE HUMEDAD

6. Capsula N°		25	24	26	23	22	20	28	38
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	206.22	210.52	162.52	144.99	178.18	168.95	287.94	304.97
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	191.02	195.91	149.02	132.95	156.96	151.41	253.26	268.59
9. Peso del agua	gr	15.20	14.61	13.50	12.04	21.22	17.54	34.68	36.38
10. Peso de la capsula	gr	23.95	23.21	22.67	23.19	25.35	22.56	22.30	24.11
11. Peso del suelo seco	gr	167.07	172.70	126.35	109.76	156.96	128.85	230.96	244.48
12. Contenido de humedad	%	9.10	8.46	10.68	10.97	13.52	13.61	15.02	14.88
12. Promedio de Humedad		8.78		10.83		13.57		14.95	

CALCULO DE DENSIDAD SECA

13. Densidad seca del suelo	gr/cc	1.594	1.633	1.680	1.657
-----------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

Densidad Máxima	gr/cc	1.680	Humedad optima	13.57%
-----------------	-------	-------	----------------	--------



Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Personal de Laboratorio.

FEUPE L.C. DE LOS PINEDA
 Lab. Suelos



Hernan Naco-Bailón
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 96149



J&C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TESIS	: POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO		
SOLICITANTE	BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson		
FECHA RECEP.	: 01 DE JUNIO DEL 2021	RALIZADO POR	: F.J.C.P.
FECHA ENSAYO	: 08 DE JUNIO DEL 2021	ING. RESP.LAB	: H. Ñ. B.

ENSAYO C. B. R.
(ASTM D - 1883)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA	: KM. 0+750 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO	MUESTRA	: Suelos Natural + 4 % Adición de Polímero
CALICATA N°	: C - 2, M - 1, E - 2	CANTIDAD	: 45 Kg.
PROFUNDIDAD	: 00:20 - 01:50 m.	PRESENTACIÓN	: Saco de Polietileno

MOLDE	N°	07		08		09	
CAPAS	N°	05		05		05	
Golpes por Capa	N°	56		25		12	
Condición Muestra		Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado
Peso suelo húmedo + molde grs.		12042	12131	11986	12142	11895	12112
Peso molde grs.		8012	8012	8126	8126	8241	8241
Peso suelo húmedo grs.		4030	4119	3860	4016	3654	3871
Volumen del suelo c.c.		2119	2119	2131	2131	2133	2133
Densidad húmeda gr/cc.		1.90	1.94	1.81	1.88	1.71	1.81
% de Humedad		13.37	14.90	13.45	17.46	13.67	20.03
Densidad seca gr/cc.		1.68	1.69	1.60	1.60	1.51	1.51
Tarro N°		40	08	44	47	25	09
Tarro más suelo húmedo grs.		218.63	178.51	252.91	197.74	230.32	206.14
Tarro más suelo seco grs.		195.79	158.43	225.76	171.68	205.34	175.68
Peso de Agua grs.		22.84	20.08	27.15	26.06	24.98	30.46
Peso de tarro grs.		24.91	23.65	23.97	22.46	22.67	23.63
Peso suelo seco grs.		170.88	134.78	201.79	149.22	182.67	152.05
% de humedad		13.37	14.90	13.45	17.46	13.67	20.03
Promedio Humedad		13.37	14.90	13.45	17.46	13.67	20.03

% DE EXPANSIÓN 1.32

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
8/6/21	02:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9/6/21	02:00	24.00	0.69	0.69	0.54	0.85	0.85	0.67	0.92	0.92	0.72
10/6/21	02:00	48.00	0.94	0.94	0.74	1.17	1.17	0.92	1.30	1.30	1.02
11/6/21	02:00	72.00	1.49	1.49	1.17	1.49	1.49	1.17	1.65	1.65	1.30
12/6/21	02:00	96.00	1.55	1.55	1.22	1.68	1.68	1.32	1.79	1.79	1.41

PENETRACIÓN

Penetración			Carga Patrón	Dial	Carga Corregida		CBR	Dial	Carga Corregida		CBR	Dial	Carga Corregida		CBR
mm.	Pulg.	Tiempo			Kg	K/cm²			Kg	K/cm²			Kg	K/cm²	
0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.63	0.025	30"		7	31	1.8		4	18	0.9		2	9	0.5	
1.27	0.050	1'		11	48	2.5		7	31	1.8		5	22	1.1	
1.90	0.075	1'30"		20	87	4.5		12	52	2.7		7	31	1.6	
2.54	0.100	2'	70	27	118	6.1	8.7	16	70	3.8	5.2	10	44	2.3	3.2
3.17	0.125	3'		31	135	7.0		19	83	4.3		13	57	2.9	
3.81	0.150	4'	105	35	153	7.9		22	96	5.0		16	70	3.8	
5.08	0.200	5'		39	170	8.8		26	114	5.9		19	83	4.3	
7.62	0.300	6'	133	42	184	9.5		30	131	6.8		22	96	5.0	
10.16	0.400	7'		46	201	10.4		33	144	7.5		24	105	5.4	
12.70	0.500	8'	181	49	214	11.1		37	162	8.4		28	122	6.3	
ANILLO				CAPACIDAD	45 kn			SOBRECARGA	4547 g.			CONSTANTE	19.33		

Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Personal de Laboratorio.

J&C LABORATORIOS

FELIPE C. ACEPES PINEDA
Lab. Suelos



Herman Nach Bullón
INGENIERO CIVIL
CIP N° 65 619



J&C - LABORATORIOS
 JR. MANUEL PINO N° 120
 TELF. CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS.

GRAFICO C.B.R.

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

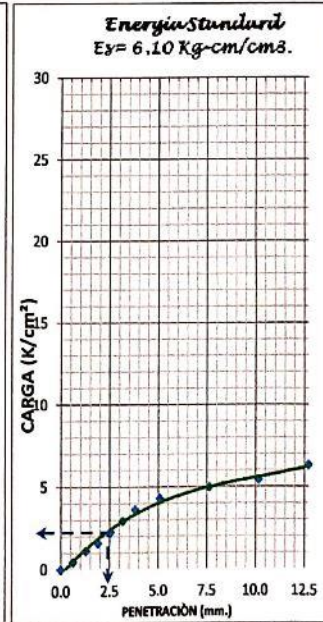
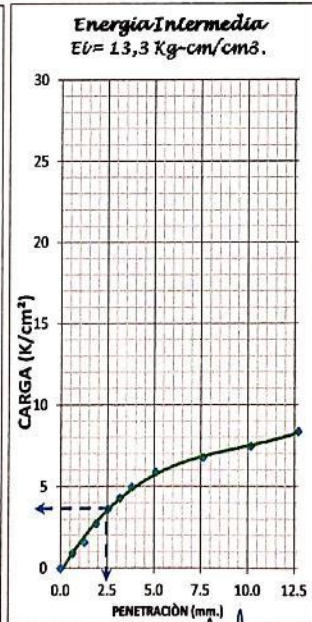
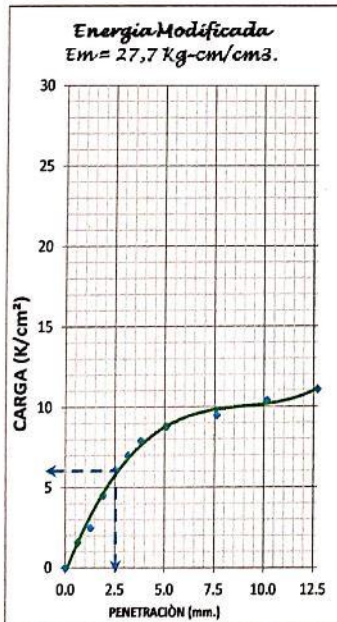
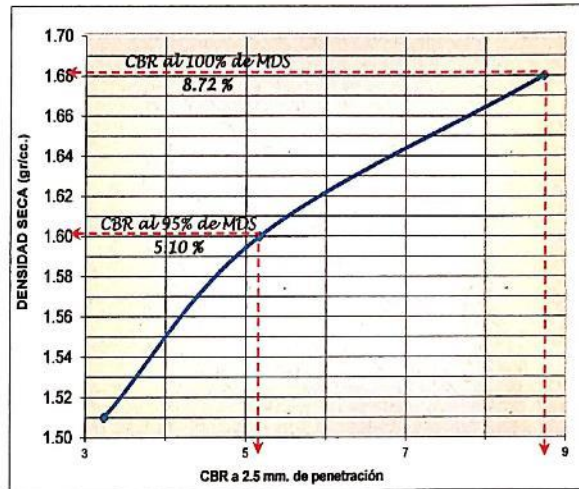
PROCEDENCIA	: KM. 0+750 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO	MUESTRA	: Suelos Natural + 4 % Adición de Polímero
CALICATA N°	: C - 2, M - 1, E - 2	CANTIDAD	: 45 Kg.
PROFUNDIDAD	: 00:20 - 01:50 m.	PRESENTACIÓN	: Saco de Polietileno

VALORES M.D.S. - O.C.H. Y C.B.R.

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.680	gr/cc.
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	13.57	%
CBR AL 95 % DE SU MDS	5.10	%
CBR AL 100 % DE SU MDS	8.72	%

CLASIFICACION

AASHTO (ASTM D-3282)	A-4(2)
SUCS (ASTM-D-2487)	ML



Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Personal de Laboratorio.

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. VALERES PINEDA
 Ing. SUELOS



Hernan Naco Ballón
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 60741



J&C - LABORATORIOS
 JR. MANUEL PINO N° 139
 TEL: F. 021 911 02115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS
 CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO
SOLICITANTE : BACHILLEROS: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson
FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 **REALIZADO POR** : F.I.C.P.
FECHA ENSAYO : 02 DE JUNIO DEL 2021 **ING. RESP. LAB** : H.R.B.

ENSAYO DE CONSTANTES FISICAS

PROCEDENCIA : KM. 0+750 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO **MUESTRA** : Suelos Natural + 6 % Adición de Polímero
CALCATA N° : C - 2, M - 1, E - 2 **CANTIDAD** : 45 Kg.
PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m. **PRESENTACIÓN** : Saco de Polietileno

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 ASTM D - 4318)

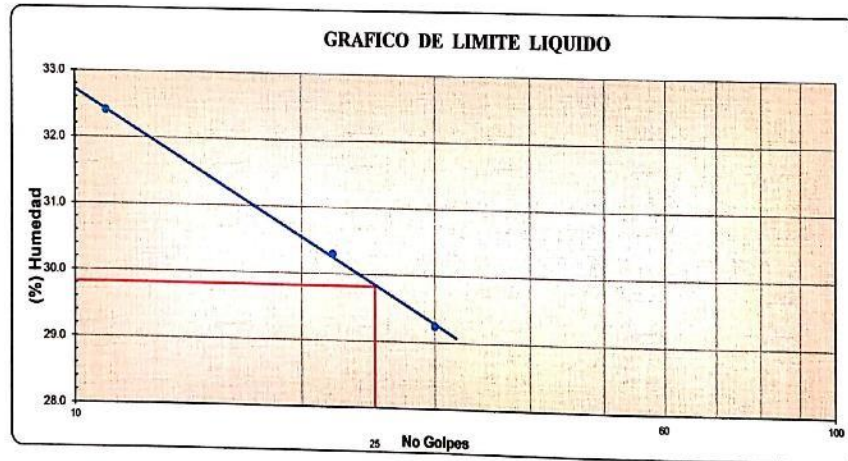
Prueba Nro.	01	02	03		
Tarro Nro.	23	40	36		
Peso de la Capsula (gr)	23.19	24.91	25.52		
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	38.79	37.08	38.39		
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	35.26	34.25	35.24		
Peso del agua (g)	3.53	2.83	3.15		
Peso del Suelo Seco (gr)	12.07	9.34	9.72		
Contenido de Humedad (%)	29.25	30.30	32.41		
Numero de Golpes	30	22	11		

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 ASTM D - 4318)

Tarro Nro.	13	15			PROMEDIO
Peso de la Capsula (gr)	24.68	22.06			
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	29.17	26.44			
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	28.35	25.62			
Peso del Agua (gr)	0.82	0.82			
Peso del Suelo Seco (gr)	3.67	3.56			
Contenido de Humedad (%)	22.34	23.03			22.69

L.L. : 29.82 L.P. : 22.69 I.P. : 7.13

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Personal de Laboratorio.

J&C LABORATORIOS
 FELIPE J. CERES PINEDA
 Lab. Suelos



Hernán Ivach Bailón
 INGENIERO CIVIL
 CIP 140646



J&C - LABORATORIOS
 JR. MANUEL PINO N° 120
 TELF. CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS
 CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO
SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson
FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 **REALIZADO POR** : F.J.C.P.
FECHA ENSAYO : 04 DE JUNIO DEL 2021 **ING. RESP. LAB** : H. Ñ. B.

RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO)
(ASTM - 1557 MTC E 115)

PROCEDENCIA : KM. 0+750 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO **MUESTRA** : Suelos Natural + 6 % Adición de Polímero
CALICATA N° : C - 2, M - 1, E - 2 **CANTIDAD** : 45 Kg.
PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m. **PRESENTACIÓN** : Saco de Polietileno

Metodo de Compactacion	Numero de Golpes	Numero de Capas
	56	5

CALCULO DE DENSIDAD HUMEDAD

	gr	9617	9808	9998	9958
1. Peso suelo húmedo. + molde	gr	9617	9808	9998	9958
2. Peso del molde	gr	6000	6000	6000	6000
3. Volumen del molde	cc	2129	2129	2129	2129
4. Peso suelo húmedo	gr	3617	3808	3998	3958
5. Densidad suelo húmedo	gr/cc	1.699	1.789	1.878	1.859

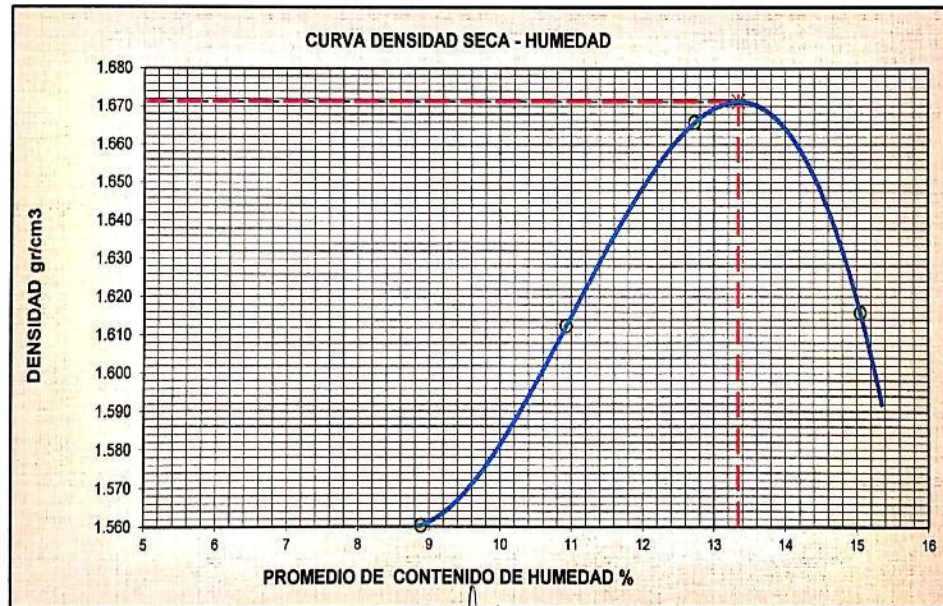
CALCULO DE HUMEDAD

6. Capsula N°	14	7	18	20	24	6	8	4
7. Peso del suelo húmedo. + capsula	209.62	208.32	216.32	225.32	224.69	210.36	218.38	207.32
8. Peso del suelo seco+capsula	194.32	193.28	197.47	205.32	199.25	189.24	193.24	182.89
9. Peso del agua	15.30	15.04	18.85	20.00	25.44	21.12	25.14	24.43
10. Peso de la capsula	23.08	23.05	24.72	22.56	23.21	22.77	22.67	23.90
11. Peso del suelo seco	171.24	170.23	172.75	182.76	199.25	166.47	170.57	158.99
12. Contenido de humedad	8.93	8.84	10.91	10.94	12.77	12.69	14.74	15.37
12. Promedio de Humedad	8.88		10.93		12.73		15.05	

CALCULO DE DENSIDAD SECA

13. Densidad seca del suelo	gr/cc	1.560	1.612	1.666	1.616
-----------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

Densidad Máxima	gr/cc	1.671	Humedad optima	13.34%
-----------------	-------	-------	----------------	--------



Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Personal de Laboratorio.

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CORDERO PINEDA
 Lab. Suelos



Hernán Nica Bailón
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 16749



J&C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TESIS	: POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO		
SOLICITA	: BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson		
FECHA RECEP.	: 01 DE JUNIO DEL 2021	RALIZADO POR	: F.J.C.P.
FECHA ENSAYO	: 08 DE JUNIO DEL 2021	ING. RESP.LAB	: H. Ñ. B.

ENSAYO C. B. R.
(ASTM D - 1883)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA	: KM. 0+750 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO	MUESTRA	: Suelos Natural + 6 % Adición de Polímero
CALICATA N°	: C - 2, M - 1, E - 2	CANTIDAD	: 45 Kg.
PROFUNDIDAD	: 00:20 - 01:50 m.	PRESENTACIÓN	: Saco de Polietileno

MOLDE	N°	01		02		03	
CAPAS	N°	05		05		05	
Golpes por Capa	N°	56		25		12	
Condición Muestra		Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado
Peso suelo húmedo + molde grs.		11859	11968	11899	12054	11881	12089
Peso molde grs.		7851	7851	8097	8097	8288	8288
Peso suelo húmedo grs.		4008	4117	3802	3957	3593	3801
Volumen del suelo c.c.		2120	2120	2108	2108	2112	2112
Densidad húmeda gr/cc.		1.89	1.94	1.80	1.88	1.70	1.80
% de Humedad		13.42	15.71	13.34	16.97	13.51	18.41
Densidad seca gr/cc.		1.67	1.68	1.59	1.60	1.50	1.52
Tarro N°		24	16	27	07	16	08
Tarro más suelo húmedo grs.		199.48	219.71	213.93	231.95	193.32	219.95
Tarro más suelo seco grs.		178.62	193.24	191.68	201.64	173.26	189.28
Peso de Agua grs.		20.86	26.47	22.25	30.31	20.06	30.67
Peso de tarro grs.		23.21	24.74	24.94	23.05	24.74	22.67
Peso suelo seco grs.		155.41	168.50	166.74	178.59	148.52	166.61
% de humedad		13.42	15.71	13.34	16.97	13.51	18.41
Promedio Humedad		13.42	15.71	13.34	16.97	13.51	18.41

% DE EXPANSIÓN 1.49

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
8/6/21	04:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9/6/21	04:30	24.00	0.62	0.62	0.49	0.78	0.78	0.61	1.30	1.30	1.02
10/6/21	04:30	48.00	1.08	1.08	0.85	1.46	1.46	1.15	2.12	2.12	1.67
11/6/21	04:30	72.00	1.34	1.34	1.06	2.03	2.03	1.60	2.78	2.78	2.19
12/6/21	04:30	96.00	0.48	0.48	0.38	2.32	2.32	1.83	2.89	2.89	2.28

PENETRACIÓN

Penetración			Carga Patrón	Dial	Carga Corregida		CBR	Dial	Carga Corregida		CBR	Dial	Carga Corregida		CBR
mm.	Pulg.	Tiempo			Kg	K/cm²			Kg	K/cm²			Kg	K/cm²	
0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.63	0.025	30"		6	26	1.4		3	13	0.7		2	9	0.5	
1.27	0.050	1'		11	48	2.5		6	26	1.4		4	18	0.9	
1.90	0.075	1'30"		18	79	4.1		10	44	2.3		6	26	1.4	
2.54	0.100	2'	70	23	101	5.2	7.4	15	66	3.4	4.8	9	39	2.0	2.9
3.17	0.125	3'		27	118	6.1		18	79	4.1		12	52	2.7	
3.81	0.150	4'	105	32	140	7.2		21	92	4.7		14	61	3.2	
5.08	0.200	5'		38	157	8.1		24	105	5.4		16	70	3.6	
7.62	0.300	6'	133	41	179	9.3		27	118	6.1		19	83	4.3	
10.16	0.400	7'		46	201	10.4		29	127	6.6		21	92	4.7	
12.70	0.500	8'	181	51	223	11.5		31	135	7.0		25	109	5.7	
ANILLO				CAPACIDAD 45 kn				SOBRECARGA 4547 g.				19.33			

Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Personal de Laboratorio.

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. BACHILLERES PINEDA
LAB. SUELOS



Herman Nader Pallas
INGENIERO CIVIL
CIP N° 05119



J&C - LABORATORIOS
 JR. MANUEL PINO N° 129
 TELF. CEL. 951 621115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS.

GRAFICO C.B.R.

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

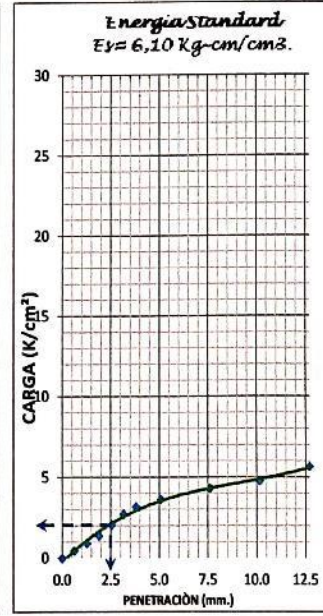
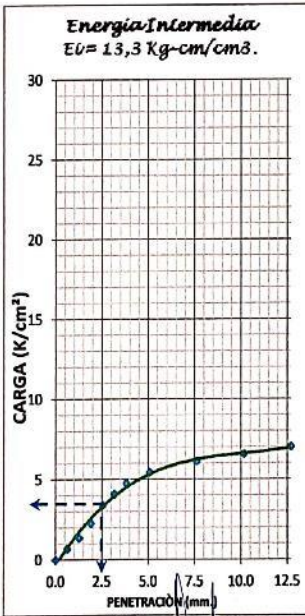
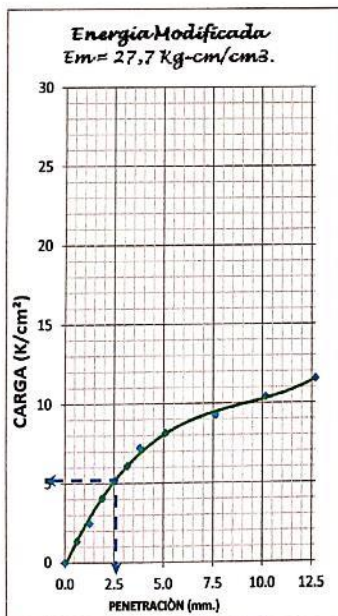
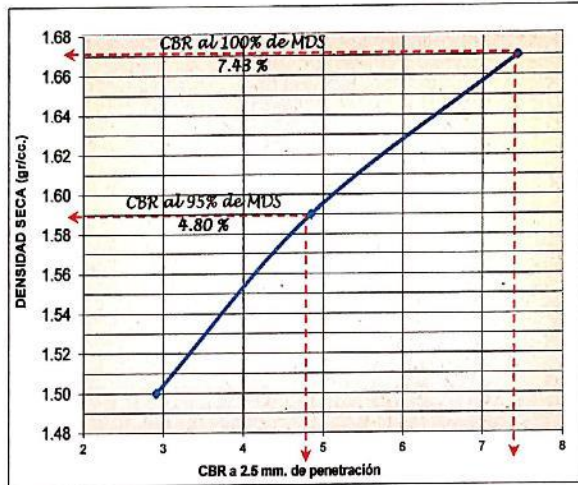
PROCEDENCIA	: KM. 0+750 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO	MUESTRA	: Suelos Natural + 6 % Adición de Polímero
CALICATA N°	: C-2, M-1, E-2	CANTIDAD	: 45 Kg.
PROFUNDIDAD	: 00:20 - 01:50 m.	PRESENTACIÓN	: Saco de Polietileno

VALORES M. D. S. - O. C. H. Y C. B. R.

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.671	gr/cc.
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	13.34	%
CBR AL 95 % DE SU MDS	4.80	%
CBR AL 100 % DE SU MDS	7.43	%

CLASIFICACION

AASHTO (ASTM D-3282)	A-4(2)
SUCS (ASTM-D-2487)	ML



Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Personal de Laboratorio.

J&C LABORATORIOS

FELIPE SACERES PINEDA
 Lab. Suelos



Hernan Nach Buitón
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 66119



J&C - LABORATORIOS
 JR. MANUEL PINO N° 123
 TELF. CEL. 951 882115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS
 CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO

SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson

FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 **REALIZADO POR** : F.J.C.P.

FECHA ENSAYO : 02 DE JUNIO DEL 2021 **ING. RESP. LAB** : H.N.B.

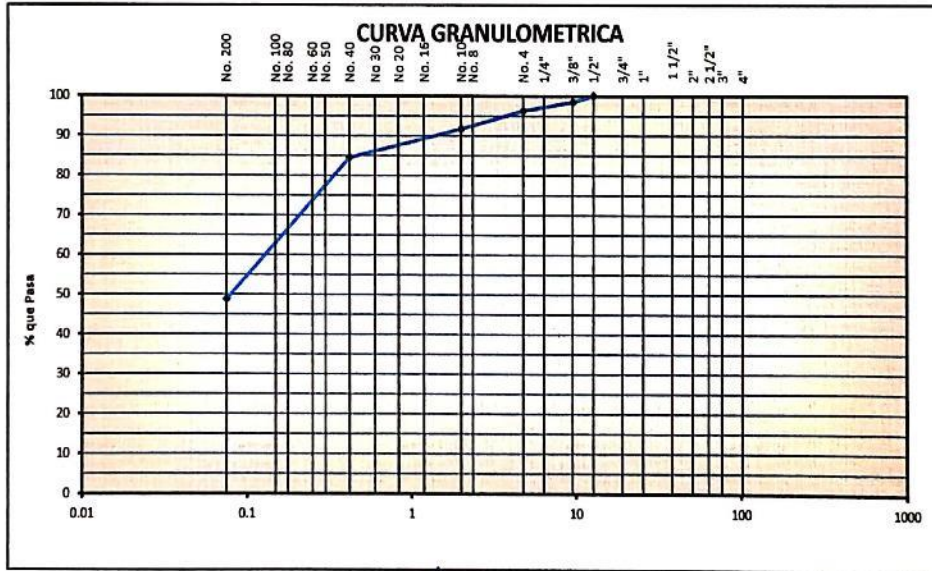
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (Norma MTC E 107 - ASTM D 422)

PROCEDENCIA : KM. 1+000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO **MUESTRA** : Suelos Natural + 0 % Adición de Polímero

CALICATA N° : C - 3, M - 1, E - 2 **CANTIDAD** : 45 Kg.

PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m. **PRESENTACIÓN** : Saco de Polietileno

	Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Especificaciones	Descripción de Muestra	
				Parcial	Acumulado				
PIEDRA O CANTOS	4"	101.600						Peso Inicial	: 1455.70 (gr)
	3"	76.200						Peso Lavado	: 745.30 (gr)
GRAVA	GRUESA	2 1/2"	63.500					Peso Perdido	: 710.40 (gr)
		2"	50.800					Humedad Natural	: 18.64 %
		1 1/2"	38.100					LIMITES DE CONSISTENCIA	
		1"	25.400					Límite Líquido	: 28.88 %
		3/4"	19.050					Límite Plástico	: 20.66 %
	FINA	1/2"	12.700				100.0	I.P.	: 8.22 %
		3/8"	9.525	22.0	1.5	1.5	98.5	CLASIFICACION	
		1/4"	6.350					AASHTO (ASTM D-3282)	: A-4(1)
		No. 4	4.760	32.0	2.2	3.7	96.3	SUCS (ASTM-D-2487)	: SC
								DESCRIPCION DE MUESTRA	
ARENA	GRUESA	No. 8	2.360					PROPIEDADES	
		No. 10	2.000	67.0	4.6	8.3	91.7	Grava > 3"	:
		No. 16	1.190					Grava	: 3.70 %
		No. 20	0.834					Arena	: 47.50 %
		No. 30	0.600					Finos	: 48.80 %
	FINA	No. 40	0.420	104.8	7.2	15.5	84.5		: 100.00 %
		No. 50	0.300						
		No. 60	0.250						
		No. 80	0.177						
		No. 100	0.149						
			519.5	35.7	51.2	48.8			
		-200	—	710.4	48.8	100.0			



Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CALLES PINEDA
 Lab. SUELOS



Herman Naca Ballón
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 67414



J&C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS.

INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO
SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson
FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 RALIZADO POR : F.J.C.P.
FECHA ENSAYO : 02 DE JUNIO DEL 2021 ING. RESP.LAB : H.N.B.

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

ASTM D 2216 - MTC E-108

Muestra N°	C - 3, M - 1, E - 2			
Profundidad m.	00:20 - 01:50 m.			
Tarro N°	19	04		
Peso del Tarro gr	24.85	23.90		
Peso del tarro + Suelo Húmedo gr	264.62	249.91		
Peso del tarro + Suelo Seco gr	226.72	214.63		
Peso del Agua gr	37.90	35.28		
Peso del suelo seco gr	201.87	190.73		
Contenido de Humedad %	18.77	18.50		
Promedio	18.64			

Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. C. PINEDA
Lab. Suelos



Hernan Nica Ballón
INGENIERO CIVIL
CIP N° 80770



J&C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 981 802115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TEMA : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO – PUNO
SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson
FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021
FECHA ENSAYO : 02 DE JUNIO DEL 2021
REALIZADO POR : F.J.C.P.
ING. RESP. LAB : H.R.A.

ENSAYO DE CONSTANTES FISICAS

PROCEDENCIA : KM. 1+000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO
CALCATA N° : C - 3, M - 1, E - 2
PROFUNDIDAD : 00.20 - 01.50 m.
MUESTRA : Suelos Natural + 0 % Adición de Polímero
CANTIDAD : 45 Kg.
PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 ASTM D - 4318)

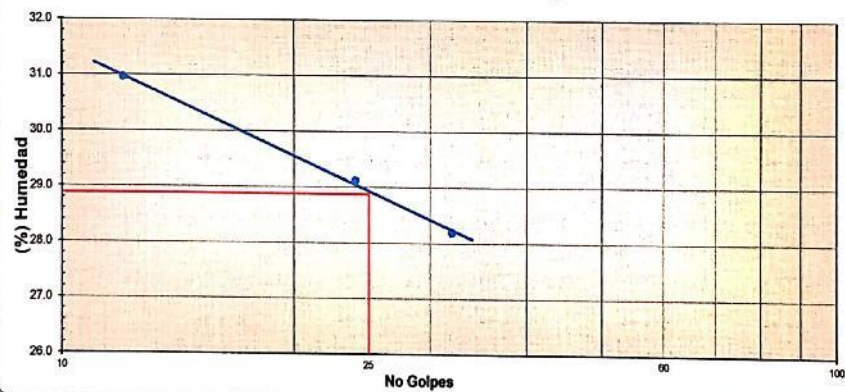
Prueba Nro.	01	02	03		
Tarro Nro.	34	31	32		
Peso de la Capsula (gr)	22.17	24.56	22.60		
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	35.72	35.60	37.15		
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	32.74	33.11	33.71		
Peso del agua (g)	2.98	2.49	3.44		
Peso del Suelo Seco (gr)	10.57	8.55	11.11		
Contenido de Humedad (%)	28.19	29.12	30.96		
Numero de Golpes	32	24	12		

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 ASTM D - 4318)

Tarro Nro.	35	36			PROMEDIO
Peso de la Capsula (gr)	22.93	25.52			
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	27.92	31.15			
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	27.08	30.17			
Peso del Agua (gr)	0.84	0.98			
Peso del Suelo Seco (gr)	4.15	4.65			
Contenido de Humedad (%)	20.24	21.08			20.66

L.L. : 28.88 L.P. : 20.66 I.P. : 8.22

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE PINO PINEDA
Lab. Suelos



Hernán Naca-Ballón
INGENIERO CIVIL
CIP N° 68740



INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO
SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson
FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 RALIZADO POR : F.J.C.P.
FECHA ENSAYO : 04 DE JUNIO DEL 2021 ING. RESP. LAB : H.R.B.

**RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO)
(ASTM - 1557 MTC E 115)**

PROCEDENCIA : KM. 1+000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO MUESTRA : Suelos Natural + 0 % Adición de Polímero
CALICATA N° : C - 3, M - 1, E - 2 CANTIDAD : 45 Kg.
PROFUNDIDAD : 00.20 - 01.50 m. PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

Metodo de Compactacion	Numero de Golpes	Numero de Capas
AASHTO T 180 - "C"	56	5

CALCULO DE DENSIDAD HUMEDAD

		10052	10203	10324	10371
1. Peso suelo húmedo. + molde	gr				
2. Peso del molde	gr	6000	6000	6000	6000
3. Volumen del molde	cc	2129	2129	2129	2129
4. Peso suelo húmedo	gr	4052	4203	4324	4371
5. Densidad suelo húmedo	gr/cc	1.903	1.974	2.031	2.053

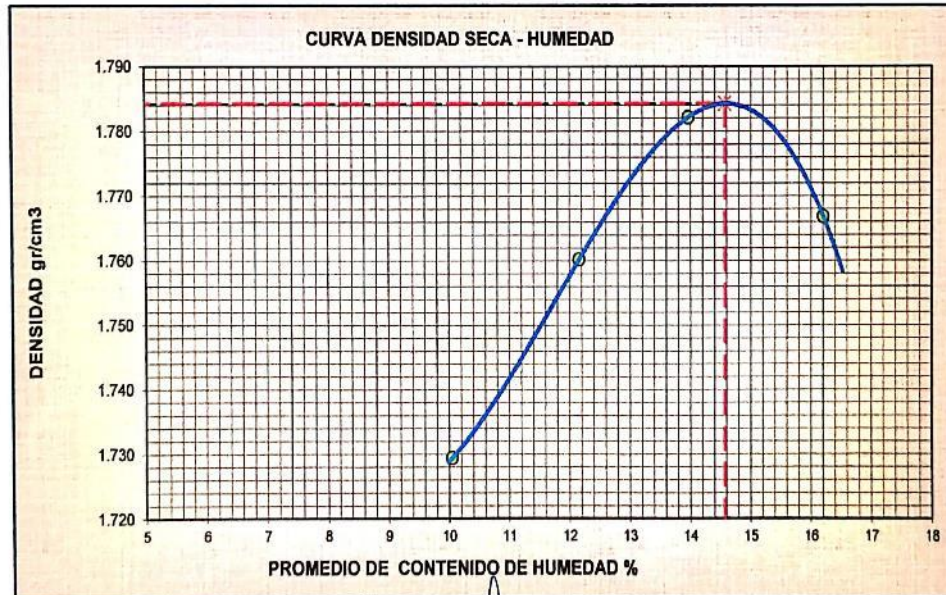
CALCULO DE HUMEDAD

		3	1	35	29	11	47	28	38
6. Capsula N°									
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	223.10	221.00	221.06	225.24	233.71	252.16	286.44	306.17
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	205.00	202.88	199.71	203.39	205.05	224.05	249.86	266.59
9. Peso del agua	gr	18.10	18.12	21.35	21.85	28.66	28.11	36.58	39.58
10. Peso de la capsula	gr	24.55	22.89	22.93	24.77	22.83	22.46	22.30	24.11
11. Peso del suelo seco	gr	180.45	179.99	176.78	178.62	205.05	201.59	227.56	242.48
12. Contenido de humedad	%	10.03	10.07	12.08	12.23	13.98	13.94	16.07	16.32
12. Promedio de Humedad	%	10.05		12.15		13.96		16.20	

CALCULO DE DENSIDAD SECA

13. Densidad seca del suelo	gr/cc	1.729	1.760	1.782	1.767
-----------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

Densidad Máxima	gr/cc	1.784	Humedad óptima	14.57%
-----------------	-------	-------	----------------	--------



Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CORDERO PINEDA
C. Ing. S. 1000



Hernan Nolasco Bailón
INGENIERO CIVIL
CIP N° 67149



J & C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS.

INFORME DE ENSAYO

TESIS	: POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO		
SOLICITA	: BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Frey y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson		
FECHA RECEP.	: 01 DE JUNIO DEL 2021	RALIZADO POR	: F.J.C.P.
FECHA ENSAYO	: 13 DE JUNIO DEL 2021	ING. RESP.LAB	: H.N.B.

ENSAYO C. B. R. (ASTM D - 1883)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA	: KM. 1+ 000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO	MUESTRA	: Suelos Natural + 0 % Adición de Polímero
CALICATA N°	: C - 3, M - 1, E - 2	CANTIDAD	: 45 Kg.
PROFUNDIDAD	: 00:20 - 01:50 m.	PRESENTACIÓN	: Saco de Polietileno

MOLDE	N°	01		02		03	
CAPAS	N°	05		05		05	
Golpes por Capa	N°	56		25		12	
Condición Muestra		Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado
Peso suelo húmedo + molde grs.		12174	12261	12224	12402	12205	12371
Peso molde grs.		7851	7851	8097	8097	8288	8288
Peso suelo húmedo grs.		4323	4410	4127	4305	3917	4083
Volumen del suelo c.c.		2120	2120	2108	2108	2112	2112
Densidad húmeda gr/cc.		2.04	2.08	1.96	2.04	1.85	1.93
% de Humedad		14.69	16.25	14.68	18.39	14.56	19.14
Densidad seca gr/cc.		1.78	1.79	1.71	1.72	1.62	1.62
Tarro N°		40	08	44	48	25	06
Tarro más suelo húmedo grs.		209.43	225.09	243.91	201.37	220.29	230.11
Tarro más suelo seco grs.		185.79	196.80	215.76	173.80	195.34	196.80
Peso de Agua grs.		23.64	28.29	28.15	27.57	24.95	33.31
Peso de tarro grs.		24.91	22.67	23.97	23.92	23.95	22.77
Peso suelo seco grs.		160.88	174.13	191.79	149.88	171.39	174.03
% de humedad		14.69	16.25	14.68	18.39	14.56	19.14
Promedio Humedad		14.69	16.25	14.68	18.39	14.56	19.14

% DE EXPANSIÓN 1.34

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
13/6/21	09:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14/6/21	09:30	24.00	0.47	0.47	0.37	0.52	0.52	0.41	0.72	0.72	0.57
15/6/21	09:30	48.00	0.98	0.98	0.77	1.12	1.12	0.88	0.99	0.99	0.78
16/6/21	09:30	72.00	1.32	1.32	1.04	1.48	1.48	1.17	1.67	1.67	1.31
17/6/21	09:30	96.00	1.52	1.52	1.20	1.72	1.72	1.35	1.86	1.86	1.46

PENETRACIÓN

Penetración			Carga Patrón	Dial	Carga Corregida		CBR	Dial	Carga Corregida		CBR	Dial	Carga Corregida		CBR
mm.	Pulg.	Tiempo			Kg	K/cm²			Kg	K/cm²			Kg	K/cm²	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.63	0.025	30"	5	22	1.1		3	13	0.7		1	4	0.2		
1.27	0.050	1'	9	39	2.0		7	31	1.6		2	9	0.5		
1.90	0.075	1'30"	15	66	3.4		10	44	2.3		4	18	0.9		
2.54	0.100	2'	70	18	79	4.1	5.8	13	57	2.9	4.2	6	26	1.4	1.9
3.17	0.125	3'		21	92	4.7		17	74	3.8		9	39	2.0	
3.81	0.150	4'	105	25	109	5.7		20	87	4.5		11	48	2.5	
5.08	0.200	5'		28	122	6.3		24	105	5.4		13	57	2.9	
7.62	0.300	6'	133	32	140	7.2		27	118	6.1		15	66	3.4	
10.16	0.400	7'		36	157	8.1		30	131	6.8		18	79	4.1	
12.70	0.500	8'	181	40	175	9.0		33	144	7.5		20	87	4.5	
ANILLO				CAPACIDAD 45 kn				SOBRECARGA 4547 g.				CAPACIDAD 19.33			

Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FEUPE JACQUES PINEDA
Ing. Civil



Norman Maca Bailón
INGENIERO CIVIL
C.P. N° 1749



J & C - LABORATORIOS
 JR. MANUEL PINO N° 120
 TELF. CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

GRAFICO C.B.R.

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA : KM. 1+000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO
 CALICATA N° : C-3, M-1, E-2
 PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m.

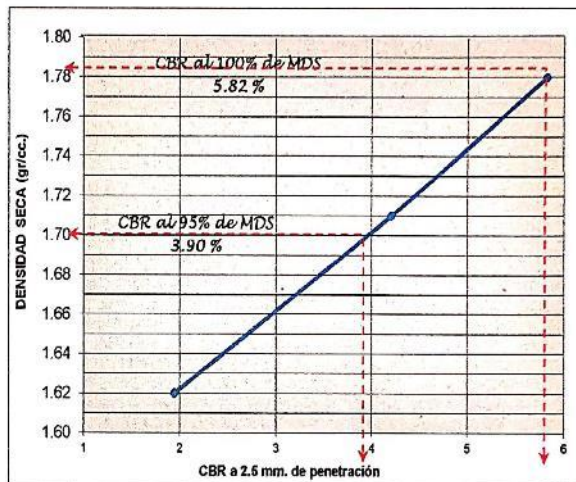
MUESTRA : Suelos Natural + 0 % Adición de Polímero
 CANTIDAD : 45 Kg.
 PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

VALORES M.D.S., -O.C.H. Y C.B.R.

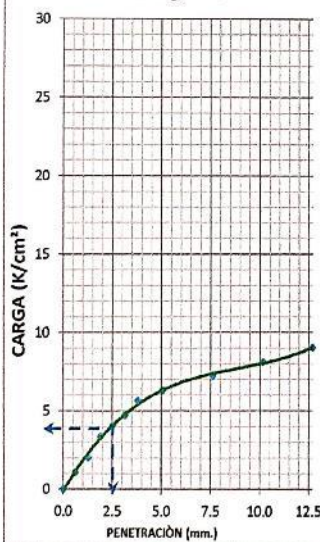
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.784	gr/c.c.
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	14.57	%
CBR AL 95 % DE SU MDS	3.90	%
CBR AL 100 % DE SU MDS	5.82	%

CLASIFICACION

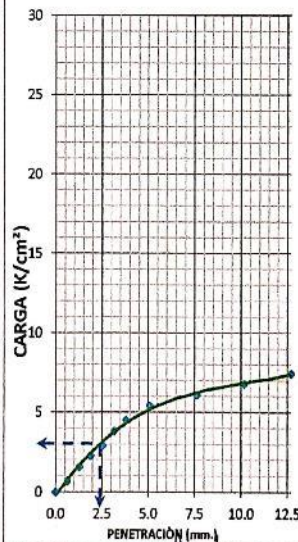
AASHTO (ASTM D-3282)	A-4(1)
SUCS (ASTM-D-2487)	SC



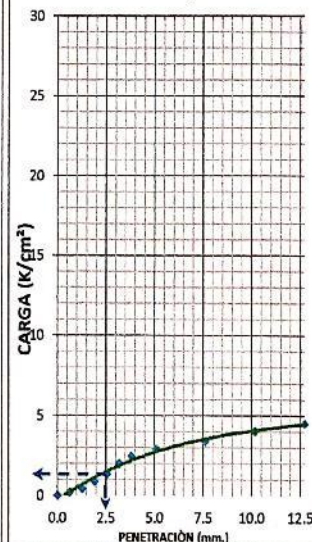
Energía Modificada
 $E_m = 27,7 \text{ Kg-cm/cm}^3$.



Energía Intermedia
 $E_i = 13,3 \text{ Kg-cm/cm}^3$.



Energía Standard
 $E_s = 6,20 \text{ Kg-cm/cm}^3$.



Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

PELÍPE J. C. CEPES PINEDA
 SUELOS



Herman Naca Bailón
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 2748



J&C - LABORATORIOS
 JR. MANUEL PINO N° 120
 TELF. CEL. 951 652115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS
 CONCRETO, ASPHALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO
 SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson
 FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021
 FECHA ENSAYO : 02 DE JUNIO DEL 2021
 REALIZADO POR : F.J.C.P.
 ING. RESP. LAB : H.R.B.

ENSAYO DE CONSTANTES FISICAS

PROCEDENCIA : KM. 1+000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO
 CALICATA N° : C-3, M-1, E-2
 PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m.
 MUESTRA : Suelos Natural + 2 % Adición de Polímero
 CANTIDAD : 45 Kg.
 PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 ASTM D - 4318)

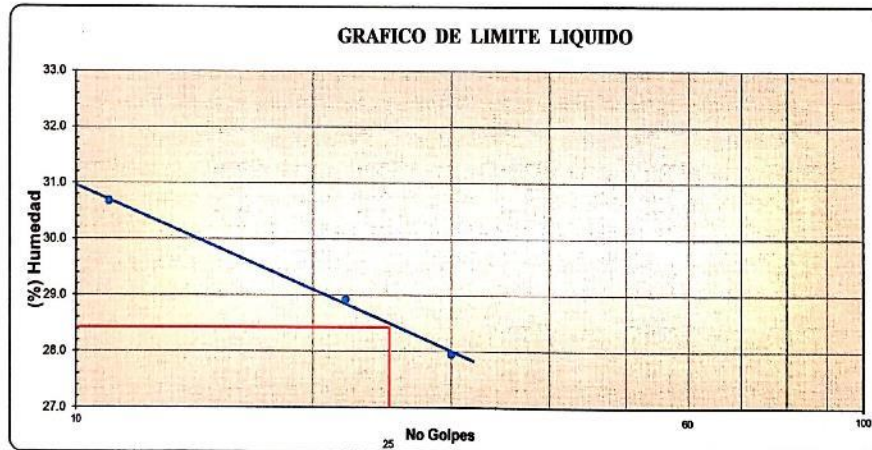
Prueba Nro.	01	02	03		
Tarro Nro.	12	4	7		
Peso de la Capsula (gr)	23.74	23.90	23.05		
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	35.23	35.49	37.15		
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	32.72	32.89	33.84		
Peso del agua (g)	2.51	2.60	3.31		
Peso del Suelo Seco (gr)	8.96	8.99	10.79		
Contenido de Humedad (%)	27.95	28.92	30.68		
Numero de Golpes	30	22	11		

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 ASTM D - 4318)

Tarro Nro.	17	21		PROMEDIO
Peso de la Capsula (gr)	22.92	24.80		
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	27.98	29.80		
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	27.13	28.96		
Peso del Agua (gr)	0.85	0.84		
Peso del Suelo Seco (gr)	4.21	4.16		
Contenido de Humedad (%)	20.19	20.19		20.19

L.L. : 28.42 L.P. : 20.19 I.P. : 8.23

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CORDERO PINEDA
 Lab. Suelos



Hernan Naca Ballón
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 6749



J&C - LABORATORIOS
J.R. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO

SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson

FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 RALIZADO POR : F.J.C.P.

FECHA ENSAYO : 04 DE JUNIO DEL 2021 ING. RESP. LAB : H.Ñ.B.

**RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO)
(ASTM - 1557 MTC E 115)**

PROCEDENCIA : KM. 1+000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO MUESTRA : Suelos Natural + 2 % Adición de Polímero

CALICATA N° : C - 3, M - 1, E - 2 CANTIDAD : 45 Kg.

PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m. PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

Metodo de Compactacion	Numero de Golpes	Numero de Capas
AASHTO T 180 - "C"	56	5

CALCULO DE DENSIDAD HUMEDAD

1. Peso suelo húmedo. + molde	gr	10012	10158	10294	10301
2. Peso del molde	gr	6000	6000	6000	6000
3. Volumen del molde	cc	2129	2129	2129	2129
4. Peso suelo húmedo	gr	4012	4158	4294	4301
5. Densidad suelo húmedo	gr/cc	1.884	1.953	2.017	2.020

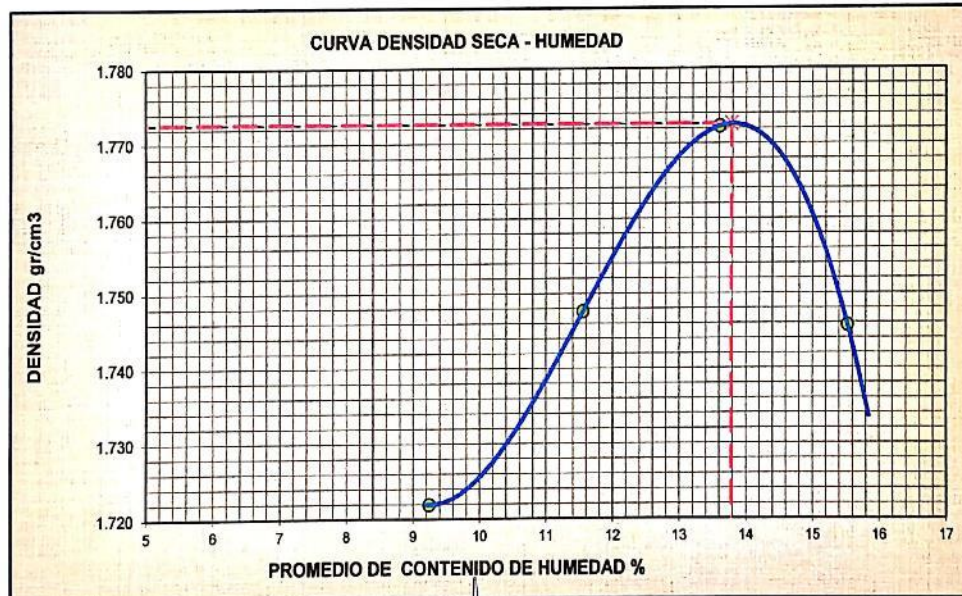
CALCULO DE HUMEDAD

6. Capsula N°		14	17	14	19	21	40	18	19
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	234.12	261.65	243.06	266.24	284.71	265.93	283.44	302.21
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	215.88	241.10	219.69	241.11	249.88	236.95	247.88	264.95
9. Peso del agua	gr	18.24	20.55	23.37	25.13	34.83	28.98	35.56	37.26
10. Peso de la capsula	gr	23.08	22.92	23.08	24.85	24.80	24.91	24.72	24.85
11. Peso del suelo seco	gr	192.80	218.18	196.61	216.26	249.88	212.04	223.16	240.10
12. Contenido de humedad	%	9.46	9.42	11.89	11.62	13.94	13.67	15.93	15.52
12. Promedio de Humedad	%	9.44		11.75		13.80		15.73	

CALCULO DE DENSIDAD SECA

13. Densidad seca del suelo	gr/cc	1.722	1.748	1.772	1.746
-----------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

Densidad Máxima	gr/cc	1.773	Humedad optima	13.98%
-----------------	-------	-------	----------------	--------



Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CATERIS PINEDA
Lab. SUELOS



Hernan Nada Bailón
INGENIERO CIVIL
CIP N° 60740



J & C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS.

INFORME DE ENSAYO

TESIS	: POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO		
SOLICITA	: BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson		
FECHA RECEP.	: 01 DE JUNIO DEL 2021	RALIZADO POR	: F.J.C.P.
FECHA ENSAYO	: 13 DE JUNIO DEL 2021	ING. RESP.LAB	: H.Ñ.B.

ENSAYO C. B. R. (ASTM D - 1883)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA	: KM. 1+ 000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO	MUESTRA	: Suelos Natural + 2 % Adición de Polímero
CALICATA N°	: C - 3, M - 1, E - 2	CANTIDAD	: 45 Kg.
PROFUNDIDAD	: 00:20 - 01:50 m.	PRESENTACIÓN	: Saco de Polietileno

MOLDE	N°	04	05	06			
CAPAS	N°	05	05	05			
Golpes por Capa	N°	56	25	12			
Condición Muestra		Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado
Peso suelo húmedo + molde grs.		12481	12562	12559	12719	14445	14672
Peso molde grs.		8225	8225	8526	8526	10661	10661
Peso suelo húmedo grs.		4256	4337	4033	4193	3784	4011
Volumen del suelo c.c.		2106	2106	2116	2116	2123	2123
Densidad húmeda gr/cc.		2.02	2.06	1.91	1.98	1.78	1.89
% de Humedad %		14.07	16.30	14.13	17.70	14.10	20.28
Densidad seca gr/cc.		1.77	1.77	1.67	1.68	1.56	1.57
Tarro N°		06	16	11	20	26	01
Tarro más suelo húmedo grs.		227.62	242.09	223.84	248.62	235.22	253.32
Tarro más suelo seco grs.		202.35	211.62	198.96	214.63	208.95	214.47
Peso de Agua grs.		25.27	30.47	24.88	33.99	26.27	38.85
Peso de tarro grs.		22.77	24.74	22.83	22.56	22.67	22.89
Peso suelo seco grs.		179.58	186.88	176.13	192.07	186.28	191.58
% de humedad %		14.07	16.30	14.13	17.70	14.10	20.28
Promedio Humedad %		14.07	16.30	14.13	17.70	14.10	20.28

% DE EXPANSIÓN 1.29

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
13/6/21	11:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14/6/21	11:00	24.00	0.42	0.42	0.33	0.49	0.49	0.39	0.69	0.69	0.54
15/6/21	11:00	48.00	0.93	0.93	0.73	1.09	1.09	0.86	0.96	0.96	0.78
16/6/21	11:00	72.00	1.29	1.29	1.02	1.45	1.45	1.14	1.62	1.62	1.28
17/6/21	11:00	96.00	1.48	1.48	1.17	1.67	1.67	1.31	1.78	1.78	1.40

PENETRACIÓN

Penetración			Carga	Dial	Carga Corregida		CBR	Dial	Carga Corregida		CBR	Dial	Carga Corregida		CBR
mm.	Pulg.	Tiempo			Patrón	Kg			K/cm²	Kg			K/cm²	Kg	
0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.63	0.025	30"		6	26	1.4		4	18	0.9		1	4	0.2	
1.27	0.050	1'		12	52	2.7		7	31	1.6		3	13	0.7	
1.90	0.075	1'30"		18	79	4.1		12	52	2.7		5	22	1.1	
2.54	0.100	2'	70	23	101	5.2	7.4	16	70	3.6	5.2	8	35	1.8	2.6
3.17	0.125	3'		27	118	6.1		19	83	4.3		11	48	2.5	
3.81	0.150	4'	105	32	140	7.2		22	96	5.0		14	61	3.2	
5.08	0.200	5'		34	149	7.7		25	109	5.7		16	70	3.6	
7.62	0.300	6'	133	38	166	8.6		28	122	6.3		19	83	4.3	
10.16	0.400	7'		42	184	9.5		31	135	7.0		21	92	4.7	
12.70	0.500	8'	181	47	205	10.6		34	149	7.7		24	105	5.4	
ANILLO				CAPACIDAD	45 kn		SOBRECARGA	4547 g.		CONSTANTE	19.33				

Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIX J. CAJARES PINEDA
Ing. Suelos



Hernán Nacaballón
INGENIERO CIVIL
CIP N° 10744



J & C - LABORATORIOS
 JR. MANUEL PINO Nº 120
 TELF. CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS.

GRAFICO C.B.R.

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA : KM. 1+ 000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO
 CALICATA Nº : C-3, M-1, E-2
 PROFUNDIDAD : 00.20 - 01.50 m.

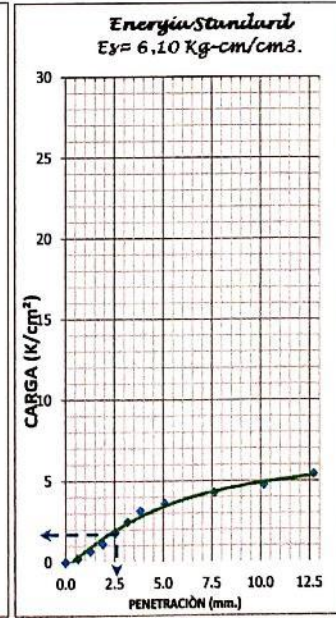
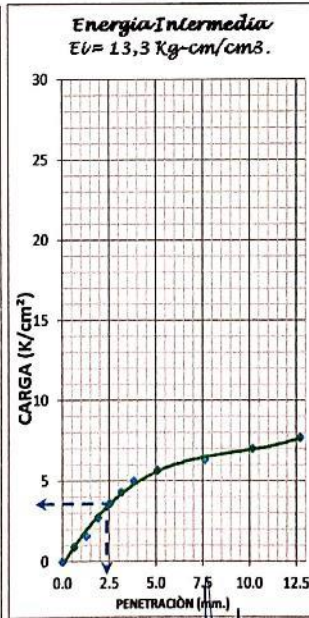
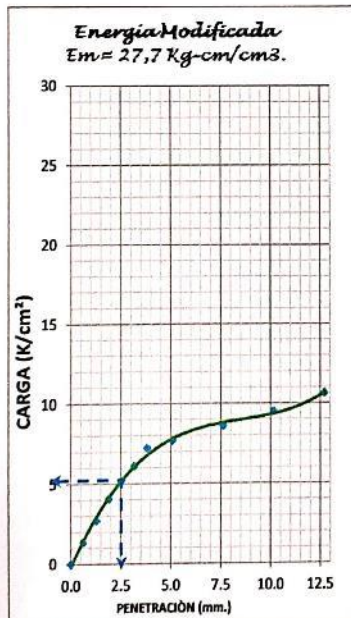
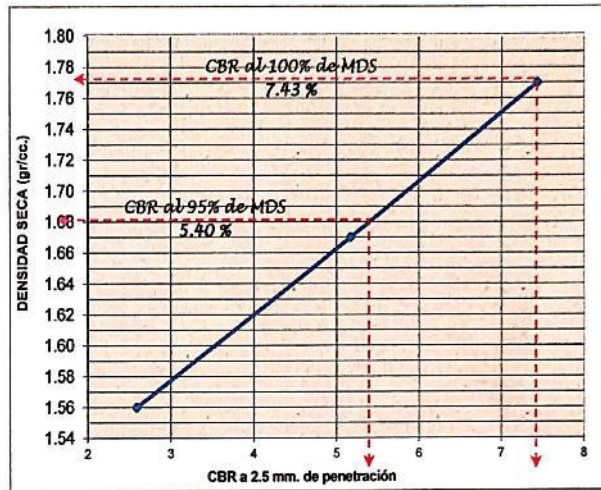
MUESTRA : Suelos Natural + 2 % Adición de Polímero
 CANTIDAD : 45 Kg.
 PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

VALORES M.D.S. - O.C.H. Y C.B.R.

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.773	gr/c.c.
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	13.98	%
CBR AL 95 % DE SU MDS	5.40	%
CBR AL 100 % DE SU MDS	7.43	%

CLASIFICACION

AASHTO (ASTM D-3282)	A-4(1)
SUCS (ASTM-D-2487)	SC



Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE CÁCERES PINEDA
 lab. Suelos



Hernán Nava Ballón
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 67140



J&C LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 921219 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TEMA : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO
SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson
FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 RALIZADO POR : F.A.C.P.
FECHA ENSAYO : 02 DE JUNIO DEL 2021 ING. RESP. LAB : H.R.B.

ENSAYO DE CONSTANTES FISICAS

PROCEDENCIA : KM. 1+000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO MUESTRA : Suelos Natural + 4 % Adición de Polímero
CALCATA N° : C-3, M-1, E-2 CANTIDAD : 45 Kg.
PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m. PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 ASTM D - 4318)

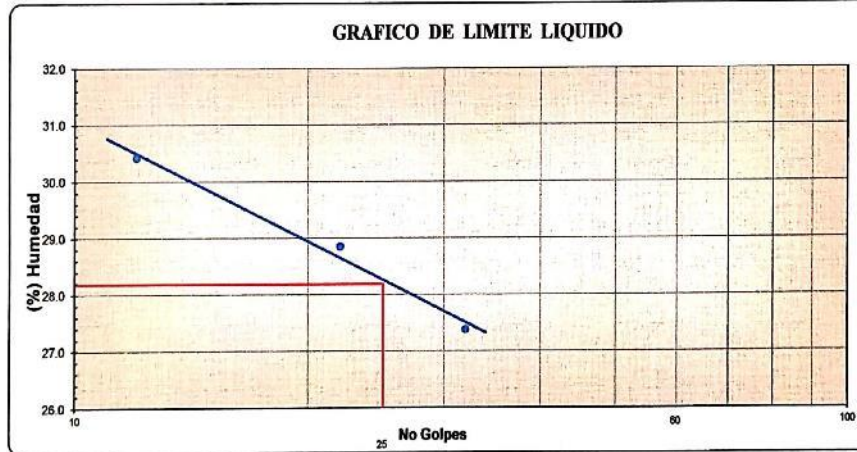
Prueba Nro.	01	02	03		
Tarro Nro.	14	17	11		
Peso de la Capsula (gr)	23.08	22.92	22.83		
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	34.71	36.72	37.02		
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	32.21	33.63	33.71		
Peso del agua (g)	2.50	3.09	3.31		
Peso del Suelo Seco (gr)	9.13	10.71	10.88		
Contenido de Humedad (%)	27.38	28.85	30.42		
Numero de Golpes	32	22	12		

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 ASTM D - 4318)

Tarro Nro.	23	25			PROMEDIO
Peso de la Capsula (gr)	23.19	23.95			
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	28.26	29.73			
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	27.41	28.77			
Peso del Agua (gr)	0.85	0.96			
Peso del Suelo Seco (gr)	4.22	4.82			
Contenido de Humedad (%)	20.14	19.92			20.03

LL. : 28.18 | L.P. : 20.03 | I.P. : 8.15

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CAJAPES PINEDA
Lab. Suelos



Hernan Nucha Ballón
INGENIERO CIVIL
CIP N° 28749



J&C - LABORATORIOS
 JR. MANUEL PINO N° 120
 TELF. CEL. 051 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO
SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson
FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 **REALIZADO POR** : F.J.C.P.
FECHA ENSAYO : 04 DE JUNIO DEL 2021 **ING. RESP. LAB** : H.Ñ.B.

RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO)
 (ASTM - 1557 MTC E 115)

PROCEDENCIA : KM. 1+ 000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO **MUESTRA** : Suelos Natural + 4 % Adición de Polímero
CALICATA N° : C - 3, M - 1, E - 2 **CANTIDAD** : 45 Kg.
PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m. **PRESENTACIÓN** : Saco de Polietileno

Metodo de Compactacion	Numero de Golpes	Numero de Capas
AASHTO T 180 - "C"	56	5

CALCULO DE DENSIDAD HUMEDAD

1. Peso suelo húmedo. + molde	gr	9962	10118	10254	10251
2. Peso del molde	gr	6000	6000	6000	6000
3. Volumen del molde	cc	2129	2129	2129	2129
4. Peso suelo húmedo	gr	3962	4118	4254	4251
5. Densidad suelo húmedo	gr/cc	1.861	1.934	1.998	1.997

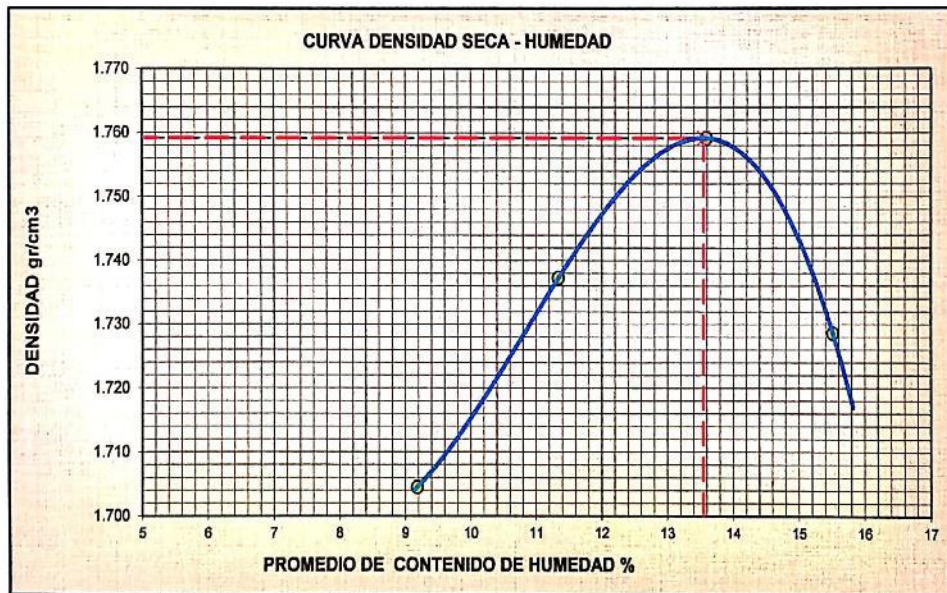
CALCULO DE HUMEDAD

6. Capsula N°		3	10	21	12	42	16	32	15
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	237.12	259.32	233.21	256.18	270.71	258.93	273.41	287.21
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	219.32	239.42	212.32	232.14	237.88	231.32	240.08	251.24
9. Peso del agua	gr	17.80	19.90	20.89	24.04	32.83	27.61	33.33	35.97
10. Peso de la capsula	gr	24.55	23.63	24.80	23.74	23.87	24.74	22.60	22.06
11. Peso del suelo seco	gr	194.77	215.79	187.52	208.40	237.88	206.58	217.48	229.18
12. Contenido de humedad	%	9.14	9.22	11.14	11.54	13.80	13.37	15.33	15.70
12. Promedio de Humedad	%	9.18		11.34		13.58		15.51	

CALCULO DE DENSIDAD SECA

13. Densidad seca del suelo	gr/cc	1.704	1.737	1.759	1.729
-----------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

Densidad Máxima	gr/cc	1.759	Humedad óptima	13.55%
------------------------	-------	--------------	-----------------------	---------------



Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

RELUPE J. CAVERES PINEDA



Hernan Nada Bailón
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 041140



J & C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 882115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS.

INFORME DE ENSAYO

TESIS	: POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO		
SOLICITA	: BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson		
FECHA RECEP.	: 01 DE JUNIO DEL 2021	RALIZADO POR	: F.J.C.P.
FECHA ENSAYO	: 13 DE JUNIO DEL 2021	ING. RESP.LAB	: H.Á.B.

ENSAYO C. B. R. (ASTM D - 1883)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA	: KM. 1+ 000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO	MUESTRA	: Suelos Natural + 4 % Adición de Polímero
CALICATA N°	: C - 3, M - 1, E - 2	CANTIDAD	: 45 Kg.
PROFUNDIDAD	: 00:20 - 01:50 m.	PRESENTACIÓN	: Saco de Polietileno

MOLDE	N°	07	08	09			
CAPAS	N°	05	05	05			
Golpes por Capa	N°	56	25	12			
Condición Muestra		Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado
Peso suelo húmedo + molde grs.		12252	12365	12143	12342	12076	12236
Peso molde grs.		8012	8012	8126	8126	8241	8241
Peso suelo húmedo grs.		4240	4353	4017	4216	3835	3995
Volumen del suelo c.c.		2119	2119	2131	2131	2133	2133
Densidad húmeda gr/cc.		2.00	2.05	1.89	1.98	1.80	1.87
% de Humedad		13.66	16.22	13.63	17.66	13.72	17.80
Densidad seca gr/cc.		1.76	1.77	1.66	1.68	1.58	1.59
Tarro	N°	34	28	16	16	12	14
Tarro más suelo húmedo grs.		245.12	245.42	226.32	243.12	236.06	251.21
Tarro más suelo seco grs.		218.32	214.28	202.14	210.34	210.44	216.74
Peso de Agua grs.		26.80	31.14	24.18	32.78	25.62	34.47
Peso de tarro grs.		22.17	22.30	24.74	24.74	23.74	23.08
Peso suelo seco grs.		196.15	191.98	177.40	185.60	186.70	193.66
% de humedad		13.66	16.22	13.63	17.66	13.72	17.80
Promedio Humedad		13.66	16.22	13.63	17.66	13.72	17.80

% DE EXPANSIÓN 1.25

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
13/6/21	12:30	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14/6/21	12:30	24:00	0.39	0.39	0.31	0.46	0.46	0.36	0.66	0.66	0.52
15/6/21	12:30	48:00	0.90	0.90	0.71	1.04	1.04	0.82	0.92	0.92	0.72
16/6/21	12:30	72:00	1.31	1.31	1.03	1.41	1.41	1.11	1.59	1.59	1.25
17/6/21	12:30	96:00	1.47	1.47	1.16	1.60	1.60	1.26	1.68	1.68	1.32

PENETRACIÓN

Penetración			Carga Patrón	Dial	Carga Corregida		CBR	Dial	Carga Corregida		CBR	Dial	Carga Corregida		CBR
mm.	Pulg.	Tiempo			Kg	K/cm²			Kg	K/cm²			Kg	K/cm²	
0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.63	0.025	30"		7	31	1.6		4	18	0.9		2	9	0.5	
1.27	0.050	1'		12	52	2.7		5	22	1.1		5	22	1.1	
1.90	0.075	1'30"		18	79	4.1		12	52	2.7		8	35	1.8	
2.54	0.100	2'	70	26	114	5.9	8.4	18	79	4.1	5.8	11	48	2.5	3.6
3.17	0.125	3'		33	144	7.5		22	96	5.0		14	61	3.2	
3.81	0.150	4'	105	41	179	9.3		26	114	5.9		17	74	3.8	
5.08	0.200	5'		49	214	11.1		30	131	6.8		20	87	4.5	
7.62	0.300	6'	133	57	249	12.9		35	153	7.9		23	101	5.2	
10.16	0.400	7'		63	275	14.2		39	170	8.8		25	109	5.7	
12.70	0.500	8'	181	70	306	15.8		44	192	9.9		27	118	6.1	
ANILLO				CAPACIDAD			45 kn	4547 g.			CONSTANTE			19.33	

Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE LARCEÑO PINEDA
Lic. Suelos



Herman Nada Bailón
INGENIERO CIVIL
CIP N° 60349



J & C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 882115 - LIMO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

GRAFICO C.B.R.

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA : KM. 1+000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO
CALICATA N° : C-3, M-1, E-2
PROFUNDIDAD : 00.20 - 01.50 m.

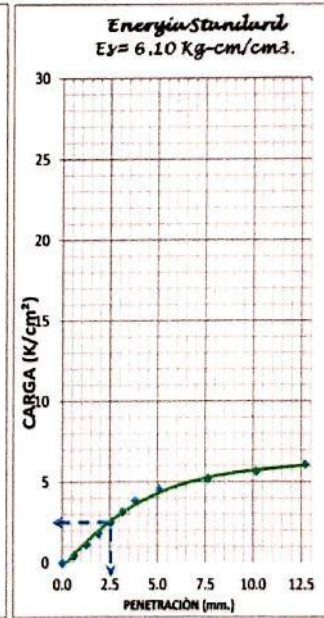
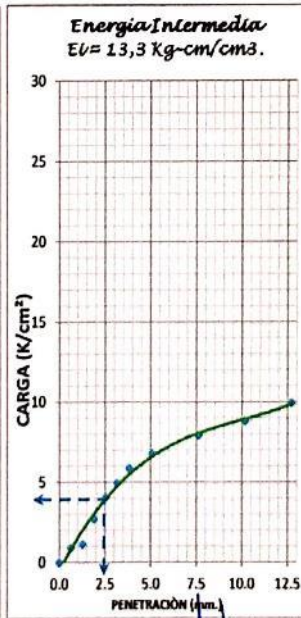
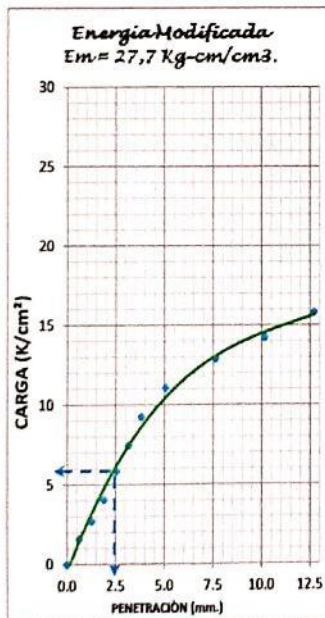
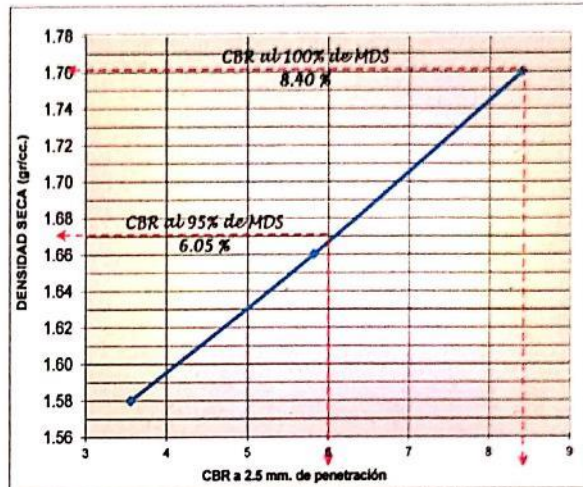
MUESTRA : Suelos Natural + 4 % Adición de Polímero
CANTIDAD : 45 Kg.
PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

VALORES M.D.S. - O.C.H. Y C.B.R.

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.759	gr/cc.
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	13.55	%
CBR AL 95 % DE SU MDS	6.05	%
CBR AL 100 % DE SU MDS	8.40	%

CLASIFICACION

AASHTO (ASTM D-3282)	A-4(1)
SUCS (ASTM-D-2487)	SC



Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE FACERES PINEDA
Lab. Suelos



Hernán Nader Bailón
INGENIERO CIVIL
COP. N° 00123



J&C - LABORATORIOS
 JR. MAHUEL PINO Nº 125
 TEL. DEL. 951 621115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS
 CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO
 SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson
 FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 RALIZADO POR : F.J.C.P.
 FECHA ENSAYO : 02 DE JUNIO DEL 2021 INGL. RESP. LAB : H.R.B.

ENSAYO DE CONSTANTES FISICOS

PROCEDENCIA : KM. 1+000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO MUESTRA : Suelos Natural + 6 % Adición de Polímero
 CALICATA Nº : C-3, M-1, E-2 CANTIDAD : 45 Kg.
 PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m. PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

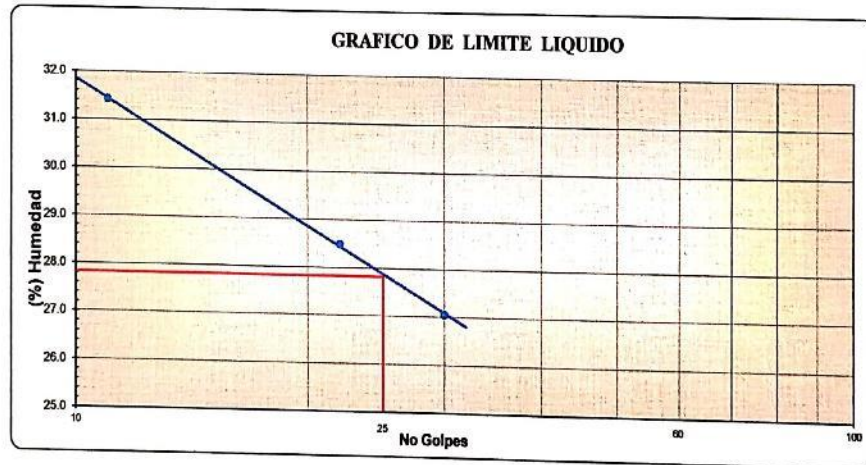
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 ASTM D - 4318)

Prueba Nro.	01	02	03		
Tarro Nro.	7	5	24		
Peso de la Capsula (gr)	23.05	24.00	23.21		
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	36.48	37.17	37.72		
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	33.62	34.25	34.25		
Peso del agua (g)	2.86	2.92	3.47		
Peso del Suelo Seco (gr)	10.57	10.25	11.04		
Contenido de Humedad (%)	27.06	28.49	31.43		
Numero de Golpes	30	22	11		

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 ASTM D - 4318)

Tarro Nro.	33	20			PROMEDIO
Peso de la Capsula (gr)	22.21	22.56			
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	28.39	28.72			
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	27.36	27.69			
Peso del Agua (gr)	1.03	1.03			
Peso del Suelo Seco (gr)	5.15	5.13			
Contenido de Humedad (%)	20.00	20.08			20.04

LL. : 27.82 L.P. : 20.04 I.P. : 7.78



Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante.

J&C LABORATORIOS

FELIPE BACHILLERES PINEDA
 Lab. Suelos



Hernan Nava Hailón
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 04.40



J&C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO
SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson
FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 RALIZADO POR : F.J.C.P.
FECHA ENSAYO : 04 DE JUNIO DEL 2021 ING. RESP. LAB : H.R.B.

**RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO)
(ASTM - 1557 MTC E 115)**

PROCEDENCIA : KM. 1+000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO MUESTRA : Suelos Natural + 8 % Adición de Polímero
CALICATA N° : C - 3, M - 1, E - 2 CANTIDAD : 45 Kg.
PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m. PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

Metodo de Compactacion	Numero de Golpes	Numero de Capas
AASHTO T 180 - "C"	56	5

CALCULO DE DENSIDAD HUMEDAD

		9922	10078	10204	10221
1. Peso suelo húmedo. + molde	gr				
2. Peso del molde	gr	6000	6000	6000	6000
3. Volumen del molde	cc	2129	2129	2129	2129
4. Peso suelo húmedo	gr	3922	4078	4204	4221
5. Densidad suelo húmedo	gr/cc	1.842	1.915	1.975	1.983

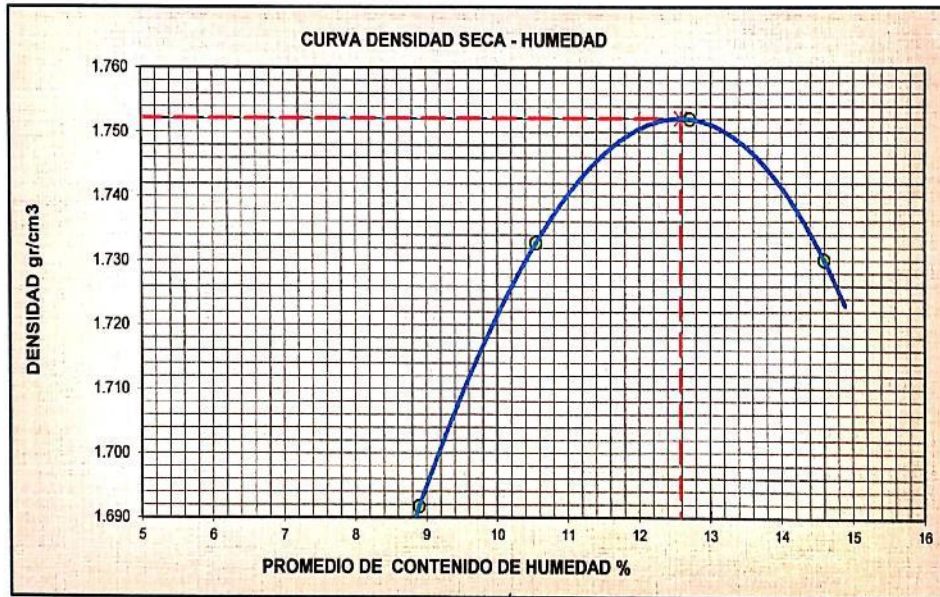
CALCULO DE HUMEDAD

6. Capsula N°		10	8	16	22	36	14	25	2
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	274.32	285.34	262.32	259.39	261.92	268.84	270.33	279.69
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	254.14	263.58	238.95	237.77	231.88	241.62	238.88	246.98
9. Peso del agua	gr	20.18	21.76	23.37	21.62	30.04	27.22	31.45	32.71
10. Peso de la capsula	gr	23.63	22.67	24.74	25.35	25.52	23.08	23.95	22.32
11. Peso del suelo seco	gr	230.51	240.91	214.21	212.42	231.88	218.54	214.93	224.68
12. Contenido de humedad	%	8.75	9.03	10.91	10.18	12.95	12.46	14.63	14.56
12. Promedio de Humedad	%	8.89		10.54		12.71		14.60	

CALCULO DE DENSIDAD SECA

13. Densidad seca del suelo	gr/cc	1.692	1.733	1.752	1.730
-----------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

Densidad Máxima	gr/cc	1.752	Humedad óptima	12.58%
-----------------	-------	-------	----------------	--------



Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante.

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CASARES PINEDA
Lab. SUELOS



Hernan Naca Ballón
INGENIERO CIVIL
CIP N° 68749



J & C - LABORATORIOS
 JR. MANUEL PINO N° 120
 TELF. CEL. 951 002115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS.

GRAFICO C.B.R.

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA : KM. 1+000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO
 CALICATA N° : C-3, M-1, E-2
 PROFUNDIDAD : 00.20 - 01.50 m.

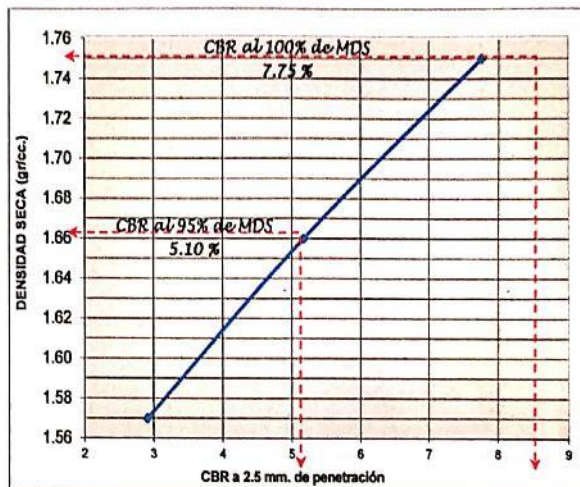
MUESTRA : Suelos Natural + 6 % Adición de Polímero
 CANTIDAD : 45 Kg.
 PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

VALORES M.D.S. - O.C.H. Y C.B.R.

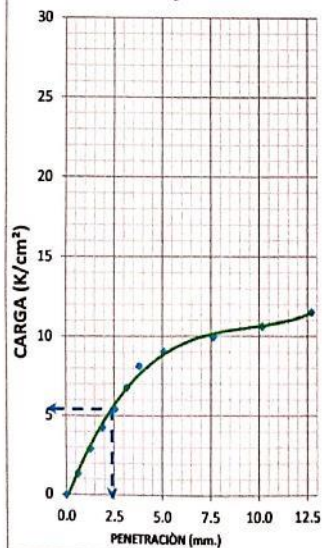
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.752	gr/c.c.
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	12.58	%
CBR AL 95 % DE SU MDS	5.10	%
CBR AL 100 % DE SU MDS	7.75	%

CLASIFICACION

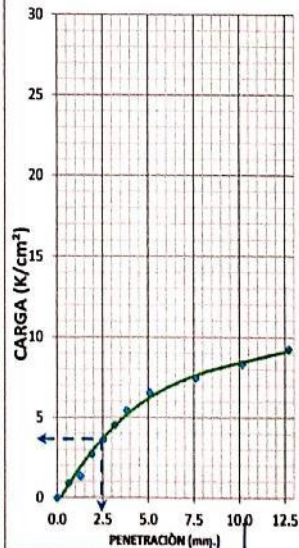
AASHTO (ASTM D-3282)	A-4(1)
SUCS (ASTM-D-2487)	SC



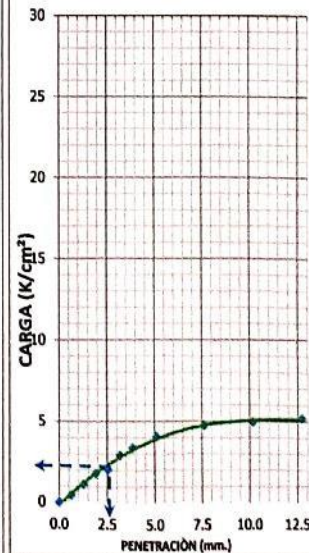
Energía Modificada
 $E_m = 27,7 \text{ Kg-cm/cm}^3$.



Energía Intermedia
 $E_i = 13,3 \text{ Kg-cm/cm}^3$.



Energía Standard
 $E_s = 6.10 \text{ Kg-cm/cm}^3$.



Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante.

J & C LABORATORIOS

FELIX J. CACERES PINEDA
 Lab. Suelos



Herman Nacer Bastón
 INGENIERO CIVIL



J & C - LABORATORIOS
JR. MANUEL PINO N° 120
TELF. CEL. 951 682115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO
SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson
FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 **REALIZADO POR** : F.J.C.P.
FECHA ENSAYO : 13 DE JUNIO DEL 2021 **ING. RESP.LAB** : H.Á.B.

ENSAYO C. B. R.
(ASTM D - 1883)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA : KM. 1+ 000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO **MUESTRA** : Suelos Natural + 6 % Adición de Polímero
CALICATA N° : C - 3, M - 1, E - 2 **CANTIDAD** : 45 Kg.
PROFUNDIDAD : 00:20 - 01:50 m. **PRESENTACIÓN** : Saco de Polietileno

MOLDE	N°	10	11	12			
CAPAS	N°	05	05	05			
Golpes por Capa	N°	56	25	12			
Condición Muestra		Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado	Opti. Humedad	Saturado
Peso suelo húmedo + molde grs.		12308	12445	12045	12222	11813	12039
Peso molde grs.		8089	8089	8102	8102	8044	8044
Peso suelo húmedo grs.		4219	4356	3943	4120	3769	3995
Volumen del suelo c.c.		2148	2148	2110	2110	2138	2138
Densidad húmeda gr/cc.		1.96	2.03	1.87	1.95	1.76	1.87
% de Humedad %		12.55	15.54	12.54	17.08	12.46	18.40
Densidad seca gr/cc.		1.75	1.76	1.66	1.67	1.57	1.58
Tarro N°		34	40	41	47	32	30
Tarro más suelo húmedo grs.		249.93	252.10	234.82	281.98	254.42	281.93
Tarro más suelo seco grs.		224.54	221.54	211.36	244.12	228.74	241.65
Peso de Agua grs.		25.39	30.56	23.46	37.86	25.68	40.28
Peso de tarro grs.		22.17	24.91	24.21	22.46	22.60	22.71
Peso suelo seco grs.		202.37	196.63	187.15	221.66	206.14	218.94
% de humedad %		12.55	15.54	12.54	17.08	12.46	18.40
Promedio Humedad %		12.55	15.54	12.54	17.08	12.46	18.40

% DE EXPANSIÓN 1.21

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
13/6/21	02:45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14/6/21	02:45	24.00	0.37	0.37	0.29	0.42	0.42	0.33	0.62	0.62	0.49
15/6/21	02:45	48.00	0.86	0.86	0.68	0.98	0.98	0.77	0.89	0.89	0.70
16/6/21	02:45	72.00	1.24	1.24	0.98	1.39	1.39	1.09	1.49	1.49	1.17
17/6/21	02:45	96.00	1.39	1.39	1.09	1.59	1.59	1.25	1.64	1.64	1.29

PENETRACIÓN

Penetración			Carga Patrón	Dial	Carga Corregida		CBR	Dial	Carga Corregida		CBR	Dial	Carga Corregida		CBR
mm.	Pulg.	Tiempo			Kg	K/cm²			Kg	K/cm²			Kg	K/cm²	
0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.63	0.025	30"		6	26	1.4		4	18	0.9		2	9	0.5	
1.27	0.050	1'		13	57	2.9		6	26	1.4		5	22	1.1	
1.90	0.075	1'30"		19	83	4.3		12	52	2.7		8	35	1.8	
2.54	0.100	2'	70	24	105	5.4	7.8	16	70	3.6	5.2	9	39	2.0	2.9
3.17	0.125	3'		30	131	6.8		20	87	4.5		13	57	2.9	
3.81	0.150	4'	105	36	157	8.1		24	105	5.4		15	66	3.4	
5.08	0.200	5'		40	175	9.0		29	127	6.6		18	79	4.1	
7.62	0.300	6'	133	44	192	9.9		33	144	7.5		21	92	4.7	
10.16	0.400	7'		47	205	10.6		37	162	8.4		22	96	5.0	
12.70	0.500	8'	181	51	223	11.5		41	179	9.3		23	101	5.2	
ANILLO				CAPACIDAD 45 kn				SOBRECARGA 4547 g.				CONSTANTE 19.33			

Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y puesto en laboratorio por el Solicitante.

J&C LABORATORIOS

FELIPE MACCERRAS PINEDA
Lab. Suelos



Hernan Nacer Balboa
INGENIERO CIVIL
CIP N° 0074

Anexo 6. Calibración de equipos e instrumentos de laboratorio



SERVICIO DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°: 53500-16918-CLF-2020

Expediente : 5588-15152-2020

Página : 1 de 2

Fecha de emisión : 2020-10-9

1. SOLICITANTE : CACERES PINEDA FELIPE JESUS - J&C - LABORATORIOS.
DIRECCIÓN : JR. MANUEL PINO N° 120. BARRIO JOSÉ A. ENCINAS, PUNO, PUNO, PUNO.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA DE ENSAYO CBR
MARCA : ELE
MODELO DEL EQUIPO : EL78-0860
N° DE SERIE : 780860-01676
PROCEDENCIA : U.S.A
IDENTIFICACION : CI-19986 (*)
UBICACION : LABORATORIO
ALCANCE DE MEDICIÓN : 0 Kg.F a 4961,984 kg.F (50 kN)
RESOLUCION : 1 kg.F

RELOJ COMPARADOR 1 :
MARCA : INSIZE
MODELO : NO INDICA
N° DE SERIE : NO INDICA
ALCANCE : 30 mm
DIV. DE ESCALA : 0,01 mm

RELOJ COMPARADOR 2 :
MARCA : ELE INTERNACIONAL
MODELO : NO INDICA
N° DE SERIE : WFG224
ALCANCE : 5 mm
DIV. DE ESCALA : 0,002 mm

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.
 La calibración se realizó el día 5 de Octubre del 2020 en las instalaciones (local Puno) de CACERES PINEDA FELIPE JESUS - J&C LABORATORIOS.

4. MÉTODO.
 La calibración se realizó con patrones que tienen trazabilidad al SNM-INDECOP, tomando como referencia la norma UNE-EN ISO 7500-1:2006, Parte 1 "Máquinas de ensayo de tracción-compresión. Certificación y calibración del sistema de medida de fuerza".

5. PATRÓN DE MEDICIÓN.

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	CERTIFICADO Y/O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	TECSCALE	BTY	48988-5614-CLM-2020	ADVANCED METROLOGY
TERMOHIGRÓMETRO	LUTRON	MBH-382SD	LT-755-2016	INACAL

6. CONDICIONES AMBIENTALES.
 La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:
 Temperatura: 22,1 °C a 22,1 °C Humedad Relativa: 60 % a 60 %

7. OBSERVACIONES.
 Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
 Para el cálculo de la incertidumbre de medición se utilizó un factor de cobertura k=2 que corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.
 Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
 La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
 La calibración se realizó bajo condiciones del laboratorio.
 (*) Código asignado por ADVANCED METROLOGY S.A.C.

César Toledo Baca
 Gerencia Técnica





SERVICIO DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO

Certificado N°: 53500-16918-CLF-2020

Página 2 de 2

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

VALOR NOMINAL (kg.F)	VALOR INDICADO EN EL EQUIPO (kg.F)	ERROR (kg.F)	INCERTIDUMBRE (kg.F)
0	0,0	0,0	0,8
500	499	-0,8	0,8
1000	998	-1,5	0,8
1500	1498	-2,3	0,9
2000	1998	-2,0	0,9
2500	2498	-1,8	0,9
3000	2997	-2,8	0,9
3500	3497	-2,6	0,9
4000	3997	-3,1	0,9
4500	4497	-3,4	0,9

1kg.F=kg.G

G=Gravedad

Advanced Metrology

Tecnología Calidad



PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE ADVANCED METROLOGY SAC

Jr. Tnte. Aristides del Carpio N° 1626 Urb. Los Cipreses - Cercado de Lima, Lima - Perú Telf.: 564-5937 / 564-2046 / 564-5244 Telefax: (511) 564-5492
RPM: # 677755 RPC: 963754100 Entel: 981167242 E-mail: ventas@ametrology.pe / www.ametrology.com