

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD
DEL CUSCO**

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



TESIS DE INVESTIGACION:

**“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL
TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO
SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO
DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO
2018”**

Presentado por:

Bach. PIZARRO YAÑAC Jhon

Bach. HUALLPA CHURAPA Hugo Elmer

Dictaminantes:

Dr. Ing. MARIN LOAYZA José Felipe

Mgt. Ing. FERNANDEZ BACA VIDAL Carlos

M.Sc. Ing. AGUILAR HUERTA José Ronald

Tesis presentada para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

CUSCO, ENERO 2020.

DEDICATORIA

A mis padres Tula Yañac Alvarez y Martin Pizarro Amau a quiénes considero mi motivo e inspiración de mi vida, por ser las personas que me transmitieron las ganas y su confianza para luchar y seguir adelante, por ser ejemplo de fortaleza, perseverancia y superación. Esta tesis de investigación es el resultado de las enseñanzas y valores que me brindaron, personas que siempre fueron entregadas a su trabajo con honestidad y liderazgo, pero sobre todo por ser grandes seres humanos.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional.

Atte: Jhon P.Y

DEDICATORIA

Sobre todas las cosas, a Dios quien me da la vida y la fortaleza espiritual para seguir superándome.

A mis padres Santusa Churapa Ccallo y Agripino Huallpa Castillo, las dos personas más importantes de mi vida, quienes fueron el motivo e inspiración de mi vida, por brindarme su confianza para seguir adelante, y por el apoyo que me brindaron durante mis estudios, determinando mi formación académica y profesional. Este trabajo de investigación es producto de las buenas enseñanzas y valores que me inculcaron para lograr mis metas.

A mis hermanos por su apoyo incondicional en todas las etapas del proyecto de tesis.

Atte. Hugo Elmer H. Ch.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darnos las fuerzas necesarias para superarnos e iluminarnos en el camino correcto.

A nuestra alma mater, la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, que nos acogió en nuestra formación profesional.

A la comisión dictaminadora de tesis al Dr. Ing. José Felipe Marín Loayza, Mgt. Ing. Carlos Fernández Baca Vidal y M.Sc. Ing. Jose Ronald Aguilar Huerta, por su tiempo, recomendaciones y apoyo en la elaboración de la investigación.

Al ingeniero Abelardo Abarca Ancori, por apoyarnos con dedicación y compromiso, además de facilitarnos la disponibilidad integra de las instalaciones de su laboratorio de investigación GEOTEST PERU SAC.

A mis padres Tula Y.A, Martin P.A y mis familiares por ser el motor silencioso de mis éxitos y compartirme sus consejos de liderazgo y humildad.

A mis Padres Santusa Churapa C, Agripino Huallpa C y familiares, por su apoyo incondicional durante todas las etapas de mi vida e hicieron factible la elaboración de este proyecto de tesis.

A todos nuestros amigos por brindarnos su apoyo incondicional en nuestra etapa universitaria, y que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

RESUMEN

La presente tesis de investigación nace desde la problemática que presenta gran parte de las carreteras de la red vial vecinal o rural, cuya superficie de rodadura en su mayoría de tierra o terreno natural no cuentan con una estructura de pavimento debido al bajo porcentaje de CBR que presentan < 6%. La investigación propuso atender esta realidad tomando como tramo de prueba la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay; planteándose como objetivo principal, mostrar los efectos que produce la adición de pegamento sintético en base a poliacetato de vinilo (PS), hasta alcanzar una categoría de subrasante buena, sobre la variedad de suelos identificados y expuestas a tránsito vehicular.

La recolección de datos se obtuvo a través de ensayos técnicos de laboratorio como: Análisis granulométrico de suelos, límites de consistencia, determinación de la máxima densidad seca (MDS), California Bearing Ratio (CBR) y ensayo de durabilidad de suelos. La adición de pegamento sintético se realizó en los cuatro tipos de suelo identificados del total de 10 calicatas en proporciones entre 3% a 15%, con respecto al total de humedad óptima de compactación; esto permitió analizar, discutir e interpretar los resultados mediante cuadros comparativos y estadísticos.

La adición de PS influyo favorablemente en las propiedades físico-mecánicas y mejoro la capacidad de soporte CBR de los suelos identificados en la vía de estudio. Mencionar también que la presencia de polivinil acetato en emulsión acuosa, facilito el mezclado con las partículas de suelo logrando una trabajabilidad homogénea de la mezcla respecto a la combinación sin PS, obteniendo una compactación en condiciones favorables. la interpretación de costos unitarios y elaboración del presupuesto fue desarrollada de acuerdo al diseño de pavimentos rígido y flexible, ambos expuesto a las mismas condiciones de tránsito y los parámetros de diseño, cuyos resultados llevaron a la culminación satisfactoria de este proyecto.

Es importante mencionar y destacar que la presente investigación, no desarrollo la aplicación de PS en capas de subbase y base de pavimentos, ni efectuó el análisis químico del aditivo que describa la interacción con partículas de suelo, por lo que postula abordar cualquier nueva alternativa de investigación para estos apartados.

Palabras claves: Subrasante, Pegamento sintético (PS), Adición.

ABSTRACT

This research thesis arises from the problematical that presents a large part of roads of the network neighborhood road or rural, whose road surface mostly of land or natural ground does not have a pavement structure, due to the low percentage of CBR that represents < 6%. The following research proposed to address this reality by taking as a test section the route that connects Agua Buena with The Community of Huilcarpay; considering as main target, to show the effects produced by the addition of synthetic glue based on vinyl polyacetate (PS), until reaching a good subgrade category, on the variety of soils identified and exposed to vehicular traffic.

Data collection was obtained through technical laboratory tests such as: Granulometric analysis of soils, consistency limits, determination of maximum dry density (MDS), California Bearing Ratio (CBR) and soil durability test. The addition of synthetic glue was made in the four types of soil identified from the total of 10 calicatas in proportions between 3% to 15%, in regard to the total optimum humidity of compaction; that allowed us to analyze, discuss and interpret the results through comparative and statistical tables.

The addition of PS influenced favorably into the physical-mechanical properties and improved the CBR support capacity of the soils identified on the following research. Furthermore, have to emphasize that the presence of polyvinyl acetate in aqueous emulsion, allowed the mixing with the soil particles achieving a homogeneous workability of the mixture in regard to the combination without PS, obtaining a compaction under favorable conditions. The interpretation of unit costs and budgeting were developed according to the rigid and flexible pavement design, both exposed to the same traffic conditions and design parameters, whose results led to the successful completion of this project.

It is important to mention and emphasize that this research did not develop the application of PS in layers of subbase and pavement base, nor did the chemical analysis of the additive which describes the interaction with soil particles, so it is proposed to address whatever new alternative of research for these sections.

Keywords: Subgrade, Synthetic glue (PS), Addition.

CONTENIDO

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.1.1. Situación problemática.....	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos	2
1.3. Objetivos de la investigación.....	2
1.3.1. Objetivo general	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	2
1.4. Hipótesis de la investigación	3
1.4.1. Hipótesis general	3
1.4.2. Hipótesis específicos	3
1.5. Identificación de variables.....	3
1.5.1. Variable Independiente (X).....	3
1.5.2. Variable Dependiente (Y)	3
1.5.3. Operacionalización de Variables.....	4
1.6. Justificación	5
1.7. Delimitación	5
1.7.1. Conceptual.....	5
1.7.2. Espacial	6
1.7.3. Temporal	6
1.8. Alcance de la investigación	6
1.9. Metodología de la investigación.....	6
1.9.1. Enfoque de la investigación	6
1.9.2. Nivel de la investigación	6
1.9.3. Diseño de la investigación.....	6
1.9.4. Unidad de análisis	7
1.9.5. Población.....	7
1.9.6. Muestra.....	7
1.9.7. Tamaño de la muestra	7

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

1.9.8. Recolección e interpretación de datos	8
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	11
2.1. Antecedentes de la investigación.....	11
2.1.1. Antecedentes a nivel nacional.....	11
2.1.2. Antecedentes a nivel internacional.....	12
2.2. Marco conceptual	12
2.2.1. Redes viales.....	12
2.2.2. Clasificación de caminos por tipo de superficie de rodadura.....	13
2.3. Tráfico vehicular.....	15
2.3.1. Clasificación de carreteras según su demanda vehicular	16
2.4. Exploración de suelos y rocas para pavimentación de carreteras.....	18
2.5. Subrasante.....	19
2.5.1. Capacidad de soporte CBR de la subrasante.....	20
2.5.2. Espesor de subrasante.....	22
2.5.3. Propiedades físicas de la subrasante.....	23
2.5.4. Propiedades mecánicas de la subrasante	33
2.6. Estabilización y mejoramiento de suelos.....	36
2.6.1. Tipo de estabilizadores de suelo.....	36
2.6.2. Factores para determinar el tipo de estabilización	38
2.7. Pegamento sintético a base de poliacetato de vinilo-COLA EXTRA	38
2.7.1. Poliacetato de vinilo.....	40
2.7.2. Estructura química y síntesis.....	40
2.7.3. Proceso de fabricación	41
2.8. Método de guía AASHTO 93 de diseño para pavimento flexible.....	42
2.8.1. Periodo de diseño	42
2.8.2. Variables.....	42
2.9. Método de guía AASHTO 93 de diseño para pavimento rígido	48
2.9.1. Periodo de diseño	48
2.9.2. Variables.....	48
CAPITULO III: RECOLECCION DE DATOS	53
3.1. Proceso de la recolección e interpretación de datos del proyecto	53

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

3.1.1.	Ubicación del proyecto de investigación	53
3.1.2.	Descripción del tramo de estudio	54
3.1.3.	Visita preliminar de campo	55
3.1.4.	Extracción de muestras a través de la excavación de calicatas	56
3.1.5.	Ensayos de laboratorio	64
CAPITULOS IV: ANALISIS, INTERPRETACION Y DISCUSIÓN DE DATOS		81
4.1.	Resultados de los ensayos realizados	81
4.1.1.	Propiedades físicas del suelo.....	81
4.1.2.	Propiedades mecánicas del suelo	84
4.2.	Análisis y discusión de resultados	88
4.2.1.	Análisis granulométrico	88
4.2.2.	Límites de consistencia	90
4.2.3.	Contenido de humedad natural de los suelos	91
4.2.4.	Compactación Proctor Modificado y Estándar	92
4.2.5.	CBR (California Bearing Ratio).....	97
4.2.6.	Compresión NO confinada.....	101
4.3.	Valores óptimos de CBR	103
4.4.	Costo unitario por metro cubico de suelo	105
CAPÍTULOS V: DISEÑO ESTRUCTURAL Y PRESUPUESTO		107
5.1.	Diseño estructural de pavimento rígido y flexible.....	107
5.1.1.	Metodología de diseño de pavimento flexible	107
5.1.2.	Diseño de pavimento flexible método AASHTO 93	109
5.1.3.	Metodología de diseño de pavimento Rígido	118
5.1.4.	Diseño de pavimento rígido por el método AASHTO-93	120
5.2.	Elaboración de hoja de presupuesto	129
5.3.	Ventajas de aplicar pegamento sintético en el proceso constructivo.....	134
5.4.	Proceso de aplicación de pegamento sintético	135
CAPÍTULOS VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		136
4.1.	Conclusiones.....	136
4.2.	Recomendaciones	137
	Referencias bibliográficas.....	138

ANEXOS.....	140
-------------	-----

Lista de Cuadros

Cuadro N° 1 Número de calicatas para exploración de suelos	19
Cuadro N° 2 Funciones y características de la subrasante.....	20
Cuadro N° 3 Número de ensayos de CBR	21
Cuadro N° 4 Categorías de subrasante.....	21
Cuadro N° 5 Valores de coeficiente estructural para subrasante mejorada	22
Cuadro N° 6 Tipo de suelo y tamaño de granos.....	23
Cuadro N° 7 Tamaño de tamices del análisis granulométrico.....	24
Cuadro N° 8 Plasticidad de los suelos.....	26
Cuadro N° 9 Método SUCS para clasificación de suelos de grano grueso.....	27
Cuadro N° 10 Método SUCS para clasificación de suelos de grano fino	28
Cuadro N° 11 Método AASHTO para clasificación de suelos	30
Cuadro N° 12 Descripción de materiales granular y limos-arcillosos según grupos	31
Cuadro N° 13 Valores de Índice de grupo (IG)	32
Cuadro N° 14 Comparación de simbología entre los métodos AASHTO y SUCS	33
Cuadro N° 15 Especificaciones para el ensayo Proctor Modificado	34
Cuadro N° 16 Especificaciones para el ensayo Proctor Estándar	34
Cuadro N° 17 Normas técnicas peruanas que rigen los adhesivos sintéticos	39
Cuadro N° 18 Propiedades físico-químicas del pegamento TEKNO	40
Cuadro N° 19 Niveles de confiabilidad (R) para diferentes clasificaciones funcionales de carretera.....	43
Cuadro N° 20 Valores de la desviación estándar normal (Zr) correspondiente a niveles seleccionados de confiabilidad.....	44
Cuadro N° 21 Clasificación de Índice de serviciabilidad	45
Cuadro N° 22 Coeficientes de capas estructurales.....	46
Cuadro N° 23 Clasificación de la calidad de drenaje.....	47
Cuadro N° 24 Valores de coeficiente de drenaje (mi), para Base y Sub Base.....	47
Cuadro N° 25 Condición de Drenaje para determinar el porcentaje de saturación.....	51
Cuadro N° 26 Coeficiente de drenaje de capas granulares Cd.....	52
Cuadro N° 27 Resumen general de la extracción de calicatas	63
Cuadro N° 28 Normas que rigen los ensayos realizados	64
Cuadro N° 29 Número de ensayos realizados para determinar las propiedades físicas.....	65
Cuadro N° 30 Número de ensayos realizados para determinar las propiedades mecánicas ...	65

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 31 Datos de ensayo Granulométrico por tamizado	67
Cuadro N° 32 Datos de ensayo Granulométrico por tamizado	67
Cuadro N° 33 Datos del ensayo de humedad-C-1	69
Cuadro N° 34 Datos del ensayo de densidad (MTC E 116 – 2000)	74
Cuadro N° 35 Datos del ensayo de humedad (MTC E 116 – 2000).....	74
Cuadro N° 36 Valores del esfuerzo patrón	78
Cuadro N° 37 Resumen de datos de penetración y fuerza de la C-1	78
Cuadro N° 38 Resultados de CBR para la C-1, sin PS.	78
Cuadro N°39 Pesos de los especímenes con aditivo después de sumergir sucesivamente	80
Cuadro N°40 Pesos de los especímenes sin aditivo después de sumergir sucesivamente	80
Cuadro N° 41 Análisis granulométrico por tamizado de todas las calicatas.....	81
Cuadro N° 42 Límites de consistencia y clasificación por método AASHTO	82
Cuadro N° 43 Fracciones granulométricas para todas las calicatas	82
Cuadro N° 44 Resumen de clasificación final de métodos SUCS y AASHTO de subrasante	83
Cuadro N° 45 Resumen de agrupación de suelos	84
Cuadro N° 46 Porcentaje óptimo de agua y MDS-Suelo tipo II Sin PS	84
Cuadro N° 47 Porcentaje óptimo de agua y MDS-Suelo tipo II con PS.....	85
Cuadro N° 48 Resumen de porcentajes óptimos de agua y MDS-Suelo tipo I, III, IV sin PS	85
Cuadro N° 49 Resumen de porcentajes óptimos de agua y MDS-Suelo tipo I, III, IV con PS	86
Cuadro N° 50 Resumende valores de CBR sin adición de aditivo-0.1’’	87
Cuadro N° 51 Resumen de CBR entre 3% a 15% de adición de pegamento-0.1’’	87
Cuadro N° 52 Valores de carga última y cohesión en especímenes con aditivo	88
Cuadro N° 53 Valores de carga última y cohesión en especímenes sin aditivo	88
Cuadro N° 54 Comparación de LL y LP sin aditivo y con adición de PS.	90
Cuadro N° 55 Comparación de contenidos de humedad.	91
Cuadro N° 56 Comparación de MDS de los suelos sin aditivo y con adición de PS.....	92
Cuadro N° 57 Comparación de CBR a 95% MDS-0.1’’	97
Cuadro N° 58 Comparación de CBR a 100% MDS-0.1’’	98
Cuadro N° 59 Incremento porcentual de CBR con adición de pegamento sintético	98
Cuadro N° 60 Comparación de carga y esfuerzo cortante entre muestras sin PS y con PS...	101
Cuadro N° 61 Valores de CBR óptimos.	105
Cuadro N° 62 Cantidad y costos unitarios de PS.....	105
Cuadro N° 63 Comparación de costos unitarios en partidas a nivel de subrasante	106
Cuadro N° 64 Módulo de resiliencia de la subrasante a partir de valores de CBR.....	107
Cuadro N° 65 Espesor de subrasante en estado natural-Suelo Tipo III y IV	109

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 66	Espesor de subrasante en estado mejorado de los Suelos Tipo I, II, III y IV .	109
Cuadro N° 67	Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo I.....	110
Cuadro N° 68	Diseño de pavimento flexible con adicción de PS - Suelo Tipo I	111
Cuadro N° 69	Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo II.....	112
Cuadro N° 70	Diseño de pavimento flexible con adicción de PS - Suelo Tipo II	113
Cuadro N° 71	Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo III	114
Cuadro N° 72	Diseño de pavimento flexible con adicción de PS-Suelo Tipo III.....	115
Cuadro N° 73	Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo IV	116
Cuadro N° 74	Diseño de pavimento flexible con adicción de PS - Suelo Tipo IV.....	117
Cuadro N° 75	Módulo de resiliencia de la subrasante a partir de CBR	119
Cuadro N° 76	Obtención de módulo de reacción de la subrasante K según la figura N°7	119
Cuadro N° 77	Diseño de pavimento rígido en estado Natural-Tipo I.....	120
Cuadro N° 78	Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Tipo I.....	121
Cuadro N° 79	Diseño de pavimento rígido en estado natural-Tipo II	122
Cuadro N° 80	Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Tipo II.....	123
Cuadro N° 81	Diseño de pavimento rígido en estado natural-Tipo III.....	124
Cuadro N° 82	Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Tipo III	125
Cuadro N° 83	Diseño de pavimento rígido en estado natural-Tipo IV	126
Cuadro N° 84	Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Tipo IV	127
Cuadro N° 85	Resumen de espesores de pavimento flexible para cada tipo de suelo	128
Cuadro N° 86	Resumen de espesores totales de pavimento flexible para cada tipo de suelo	128
Cuadro N° 87	Resumen de espesores de capas de pavimento rígido para cada tipo de suelo	129
Cuadro N° 88	Resumen de espesores totales de pavimento rígido para cada tipo de suelo ..	129
Cuadro N° 89	Hoja de presupuesto de Pavimento Flexible sin adición de PS.	130
Cuadro N° 90	Hoja de presupuesto de Pavimento Flexible con adición de PS.	131
Cuadro N° 91	Hoja de presupuesto de Pavimento Rígido sin adición de PS.	132
Cuadro N° 92	Hoja de presupuesto de Pavimento Rígido con adición de PS	133
Cuadro N° 93	Resumen de presupuesto de los pavimentos.	133

Lista de figuras

Figura N° 1	Estructura y comportamiento de un pavimento flexible (a) y rígido (b).....	15
Figura N° 2	Relación para determinar el valor de CBR.....	35
Figura N° 3	Presentación del pegamento sintético COLA EXTRA.	39
Figura N° 4	Grupos estructurales-vinilacetato	40
Figura N° 5	Radicales libres del monómero	41
Figura N° 6	Numero estructural de cada capa del pavimento.....	45

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Figura N° 7 Cuadro de correlación de CBR y clasificación de suelos para obtener el módulo de reacción del suelo (K)	50
Figura N° 8 Ubicación geográfica del proyecto de investigación.....	54
Figura N° 9 Corte transversal del ensayo de límite líquido	70
Figura N° 10 Curva de CBR para C-1	79
Figura N° 11 Curva granulométrica de las calicatas C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5.....	88
Figura N° 12 Curva granulométrica de las calicatas C-6, C-7, C-8, C-9 y C-10.....	89
Figura N° 13 Comparación de LL y LP sin aditivo y con adición de PS	90
Figura N° 14 Comparación de LL y LP sin aditivo y con adición de PS.	90
Figura N° 15 Grafico de comparación de humedad natural y contenido óptimo de agua	91
Figura N° 16 Gráfico de comparación de MDS del suelo Tipo I.....	93
Figura N° 17 Gráfico de comparación de MDS del suelo Tipo II.	93
Figura N° 18 Gráfico de comparación de MDS del suelo Tipo III.....	94
Figura N° 19 Gráfico de comparación de MDS del suelo Tipo IV.....	95
Figura N° 20 Comparación de la MDS de los suelos Tipo I, II, III y IV.....	96
Figura N° 21 Gráfico de comparación de CBR-suelo Tipo I a 95% y 100% MDS.....	99
Figura N° 22 Gráfico de comparación de CBR-suelo Tipo II a 95% y 100% MDS.	99
Figura N° 23 Gráfico de comparación de CBR-suelo Tipo III a 95% y 100% MDS.....	100
Figura N° 24 Gráfico de comparación de CBR-suelo Tipo IV a 95% y 100% MDS.....	100
Figura N° 25 Gráfico de comparación de carga última y esfuerzo cortante-Suelo Tipo III ..	102
Figura N° 26 Gráfico de comparación de carga última y esfuerzo cortante-Suelo Tipo IV ..	102
Figura N° 27 Grafica para obtener CBR óptimo del Suelo Tipo I.....	103
Figura N° 28 Grafica para obtener CBR óptimo del Suelo Tipo II	103
Figura N° 29 Grafica para obtener CBR óptimo del Suelo Tipo III.....	104
Figura N° 30 Grafica para obtener CBR óptimo del Suelo Tipo IV	104
Figura N° 31 Costos unitarios por metro cubico con adición de PS.....	106
Figura N° 32 Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo I	110
Figura N° 33 Diseño de pavimento flexible con adición de PS - Suelo Tipo I.....	111
Figura N° 34 Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo II.....	112
Figura N° 35 Diseño de pavimento flexible con adición de PS-Suelo Tipo II	113
Figura N° 36 Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo III.....	114
Figura N° 37 Diseño de pavimento flexible con adición de PS - Suelo Tipo III.....	115
Figura N° 38 Diseño de pavimento flexible-estado natural-Suelo Tipo IV	116
Figura N° 39 Diseño de pavimento flexible con adición de PS - Suelo Tipo IV.....	117
Figura N° 40 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Suelo Tipo I.....	120

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Figura N° 41 Diseño de pavimento rígido con adición de PS-Suelo Tipo I	121
Figura N° 42 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Suelo Tipo II.....	122
Figura N° 43 Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Suelo Tipo II.....	123
Figura N° 44 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Suelo Tipo III	124
Figura N° 45 Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Tipo III.....	125
Figura N° 46 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Suelo Tipo IV	126
Figura N° 47 Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Suelo Tipo IV	127
Figura N° 48 Espesores de pavimento para suelo de tipo I, II, III y IV	128
Figura N° 49 Espesores de pavimento para suelo de tipo I, II, III y IV.....	129
Figura N° 50 Comparación de presupuestos de pavimento flexible y rígido	134

Lista de diagramas

Diagrama N° 1 Operacionalización de variables.	4
Diagrama N° 2 Desarrollo general de la investigación	8
Diagrama N° 3 Proceso de la primera fase de ensayos de laboratorio.....	9
Diagrama N° 4 Proceso de la segunda fase de ensayos de laboratorio.....	10
Diagrama N° 5 Proceso de fabricación y obtención de PS a base de poliacetato de vinilo....	41
Diagrama N° 6 Proceso de recolección de datos	53
Diagrama N° 7 Ensayo de análisis granulométrico.....	66
Diagrama N° 8 Contenido de humedad	68
Diagrama N° 9 Ensayo de Límite líquido	69
Diagrama N° 10 Ensayo de Límite plástico	71
Diagrama N° 11 Ensayo de Compactacion Proctor estándar	72
Diagrama N° 12 Ensayo de proctor modificado	75
Diagrama N° 13 Ensayo de CBR	77
Diagrama N° 14 Ensayo de durabilidad.....	79

Lista de fotografías

Fotografías N° 1 Tramo de carretera en estudio y áreas confluyentes.....	55
Fotografías N° 2 Ubicación de las Calitas C-1 y C-2, según sus características y estrato.....	56
Fotografías N° 3 Excavación y extracción de la muestra de la Calicata C-1	57
Fotografías N° 4 Excavación y extracción de la muestra de la Calicata C-2.....	58
Fotografías N° 5 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-3.....	58
Fotografías N° 6 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-4.....	59
Fotografía N° 7 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-5	60
Fotografía N° 8 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-6	60
Fotografía N° 9 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-7	61

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Fotografía N° 10 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-8	62
Fotografía N° 11 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-9	62
Fotografía N° 12 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-10	63
Fotografías N° 13 Ensayo de análisis granulométrico por tamizado	66
Fotografía N° 14 Ensayo de Contenido de humedad	68
Fotografías N° 15 Ensayo de Límite líquido.....	70
Fotografías N° 16 Ensayo de Límite plástico	71
Fotografías N° 17 Ensayo de Compactación Proctor Estándar.....	73
Fotografías N° 18 Ensayo compactación Proctor Modificado.....	76
Fotografías N° 19 Ensayo de CBR.....	77
Fotografías N° 20 Ensayo de Durabilidad	80

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Situación problemática

El libro titulado “Caminos Andinos” publicado por el Ing. Orlando Barreto Jara en el año (2016), menciona que los medios de comunicación se han convertido en una de las fuentes más importantes para conectar la sociedad con la modernidad, prosperidad y desarrollo de la calidad de vida de sus habitantes, por ello las carreteras constituyen obras civiles de gran importancia.

La realidad actual de vías pavimentadas en el Perú no son tan alentadoras, según la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (M.T.C.) al presente año 2019 la red vial nacional se encuentra pavimentada en un 80%, así mismo la red vial departamental solo se encuentra pavimentada en un 13%, requiriendo la construcción de más de 23425 Km de pavimento, por último en la provincia de Cusco se han pavimentado solo el 10.87% de su red vial vecinal o rural faltando intervenir más de 360 Km.

Según el Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente (IMA) entre los años 2006 y 2018 el parque automotor de la ciudad de cusco se ha incrementado en unos 145000 vehículos que representa un crecimiento promedio de 34.3% anual.

El “Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” publicado por el M.T.C. en el año 2009, establece parámetro mínimo para que un suelo a nivel de subrasante garantice la estabilidad de los cimientos y soporte las cargas de una estructura civil como los pavimentos rígidos y flexibles, por ejemplo el terreno de fundación deberá cumplir con la relación $CBR \geq 6\%$ si se quiere construir una estructura de pavimento, caso contrario este manual exige el mejoramiento o reemplazo del terreno de fundación por cualquier método de estabilización, en la actualidad se puede utilizar como estabilizadores del suelo el cemento, cal, cenizas, sal, cloruro de calcio, cloruro de sodio, geosintéticos, etc. En la presente investigación se plantea otra alternativa de estabilización con la aplicación de un adhesivo sintético en base a poliacetato de vinilo, con el objetivo de mejorar las propiedades físico-mecánicas del suelo subrasante y cumplir con el parámetro de resistencia.

Según la inspección visual preliminar, se observó que la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, el terreno de fundación está conformado básicamente de suelos arcillosos, limosos y con presencia de gravas en el tramo inicial que es un indicativo y el propósito para estudiar su capacidad de soporte CBR, la presente investigación solo focalizo en estudiar los suelos identificados en la vía de estudio.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

PG: ¿Cómo influye el pegamento sintético en base a poliacetato de vinilo en la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, en la ciudad de Cusco - 2018?

1.2.2. Problemas específicos

PE1: ¿Cuál es la dosificación necesaria del pegamento sintético, para alcanzar una capacidad de soporte (CBR) de la subrasante en categoría (BUENA) en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, en la ciudad de Cusco - 2018?

PE2: ¿Cuánto difiere el costo directo para pavimento rígido y flexible, con la aplicación del pegamento sintético respecto al mejoramiento con material de préstamo, en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, en la ciudad de Cusco - 2018?

PE3: ¿Cómo influye la aplicación del pegamento sintético en las propiedades físico-mecánicas del terreno de fundación en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, en la ciudad de Cusco - 2018?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

OG: Evaluar la influencia del pegamento sintético en base a poliacetato de vinilo en la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, en la ciudad de Cusco - 2018.

1.3.2. Objetivos específicos

OE1: Determinar la dosificación necesaria del pegamento sintético, para alcanzar una capacidad de soporte (CBR) de la subrasante en categoría (BUENA) en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, en la ciudad de Cusco - 2018.

OE2: Determinar la diferencia porcentual de los costos directos para pavimento rígido y flexible, con la aplicación del pegamento sintético respecto al mejoramiento con material de préstamo, en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, en la ciudad de Cusco - 2018.

OE3: Evaluar la influencia del pegamento sintético en las propiedades físico-mecánicas en el terreno de fundación, en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, en la ciudad de Cusco 2018.

1.4. Hipótesis de la investigación

1.4.1. Hipótesis general

HG: La adición del pegamento sintético influye directamente en el mejoramiento de capacidad de soporte (CBR) de la subrasante en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, en la ciudad de Cusco - 2018.

1.4.2. Hipótesis específicos

HE1: Mediante ensayos con la adición necesaria de pegamento sintético se determina una dosificación para alcanzar un (CBR) de la subrasante de categoría (BUENA) en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, en la ciudad de Cusco - 2018.

HG2: Los costos directos para pavimento rígido y flexible con la aplicación de pegamento sintético difieren en 8% y 10% con respecto al mejoramiento con material de préstamo, en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, en la ciudad de Cusco - 2018.

HG3: Debido a la reacción química y la consistencia obtenida, el pegamento sintético si influye indirectamente en las propiedades físico-mecánicas del terreno de fundación, en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, en la ciudad de Cusco 2018.

1.5. Identificación de variables

1.5.1. Variable Independiente (X)

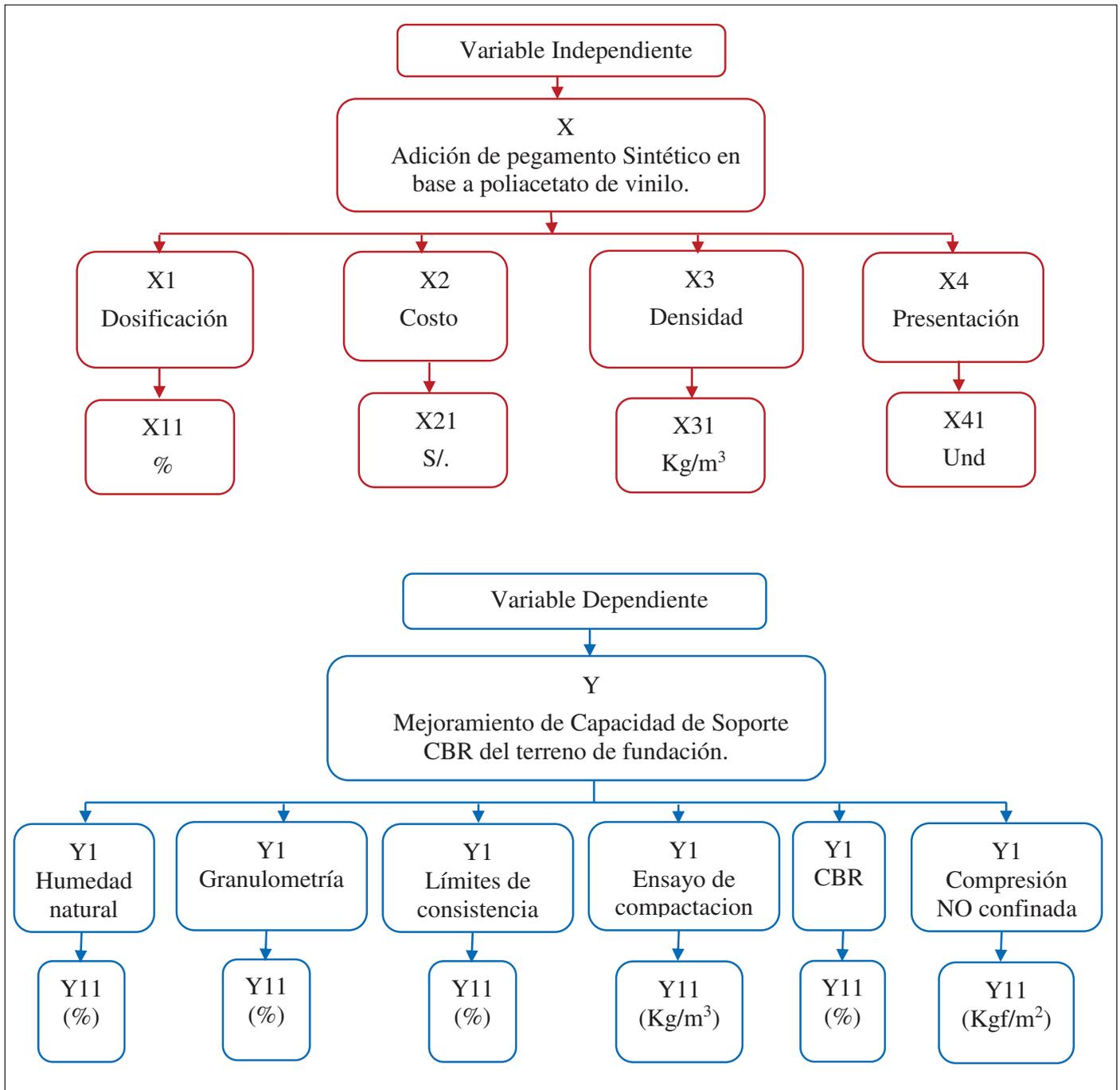
Adición de pegamento sintético en base a poliacetato de vinilo.

1.5.2. Variable Dependiente (Y)

Mejoramiento de la capacidad de soporte CBR del terreno de fundación.

1.5.3. Operacionalización de Variables

Diagrama N° 1 Operacionalización de variables.



Fuente: Elaboración propia

1.6. Justificación

La elaboración de expedientes y proyectos de pavimentación se refleja en la demanda de construcción de carreteras en la región de Cusco, considerada dentro de los problemas más importantes para la región según establece las estadísticas de la “Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del M.T.C”, el uso del pegamento sintético como alternativa de estabilizar los suelos a nivel de subrasante se basa a las condiciones favorables que alcanza debido a su consistencia homogénea con el suelo.

La aplicación del pegamento sintético como un aditivo estabilizante puede competir como alternativa en el mercado actual de la región para la construcción de pavimentos rígidos o flexibles.

La presencia importante de limos y arcillas influye en algunas propiedades que conlleva a una baja capacidad de soporte CBR de la subrasante, la aplicación de pegamento sintético busca mejorar estas propiedades físico-mecánicas hasta alcanzar un CBR de categoría BUENA.

1.7. Delimitación

1.7.1. Conceptual

Esta investigación se basa únicamente en el estudio y evaluación del comportamiento del pegamento sintético en el terreno de fundación (subrasante), enmarcado en el ámbito de la ingeniería civil, área de transportes y geotecnia.

El proceso de recolección e interpretación de datos estuvo relacionado y focalizado solamente con las normas y reglamentos vigentes del área de transportes y geotecnia.

Esta investigación solo considera aplicar pegamento sintético a nivel de subrasante, excluyendo su evaluación a nivel de base y subbase de pavimentos.

El análisis enfatiza solo aplicar pegamento sintético en todos aquellos pavimentos que consideren una categoría de sub drenaje bueno, excluyendo claramente su uso en afirmados.

La investigación no aplico el uso de pegamento sintético en campo u obra, debido a la alta demanda de recursos económicos en maquinarias, equipos y personal.

Se investigó la durabilidad de las muestras en condiciones extremas únicamente como un ensayo complementario.

1.7.2. Espacial

La presente investigación se realizó para muestras extraídas pertenecientes únicamente a la vía que une Agua Buena y la comunidad de Huilcarpay, sobre las progresivas 0+00 KM-2+500 KM.

1.7.3. Temporal

El proceso de investigación se realizó en un periodo de 12 meses, desde enero del 2018 hasta enero del 2019

1.8. Alcance de la investigación

Ámbito Geográfico : San Sebastián-Cusco
Unidad de Análisis : Subrasante (vía que une Agua Buena-Huilcarpay)

1.9. Metodología de la investigación

1.9.1. Enfoque de la investigación

Esta investigación es cuantitativa porque busca demostrar la influencia del pegamento sintético en la subrasante del tramo de estudio, a través de mediciones numéricas, visitas de campo, ensayos de laboratorio, cuadros comparativos y estadísticos.

1.9.2. Nivel de la investigación

Esta investigación presenta un nivel descriptivo ya que menciona y detalla cada parte del proceso, centrándose en mostrar y validar toda la información que rodea el efecto que produce añadir pegamento sintético en base a poliacetato de vinilo en la subrasante a través de la recolección de datos estadísticos. Además vale mencionar que esta investigación no se centra ni busca conocer el origen del fenómeno producido.

1.9.3. Diseño de la investigación

Según el diseño, esta investigación es de tipo experimental ya que se realizó la exploración en campo y ensayos técnicos de laboratorio para cuantificar el efecto que genera la adición de pegamento sintético en la subrasante, hasta alcanzar su capacidad de soporte CBR como BUENA.

1.9.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis de la presente investigación está dada por la subrasante (terreno de fundación o terreno natural) que une la vía entre Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay.

1.9.5. Población

Está enmarcado por los 2.5 kilómetros del nivel de toda la subrasante (terreno de fundación o terreno natural) de la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay.

1.9.6. Muestra

Tomando en cuenta que cada elemento de la subrasante tiene la misma probabilidad de ser tomada o extraída, la muestra de esta investigación es de tipo probabilístico.

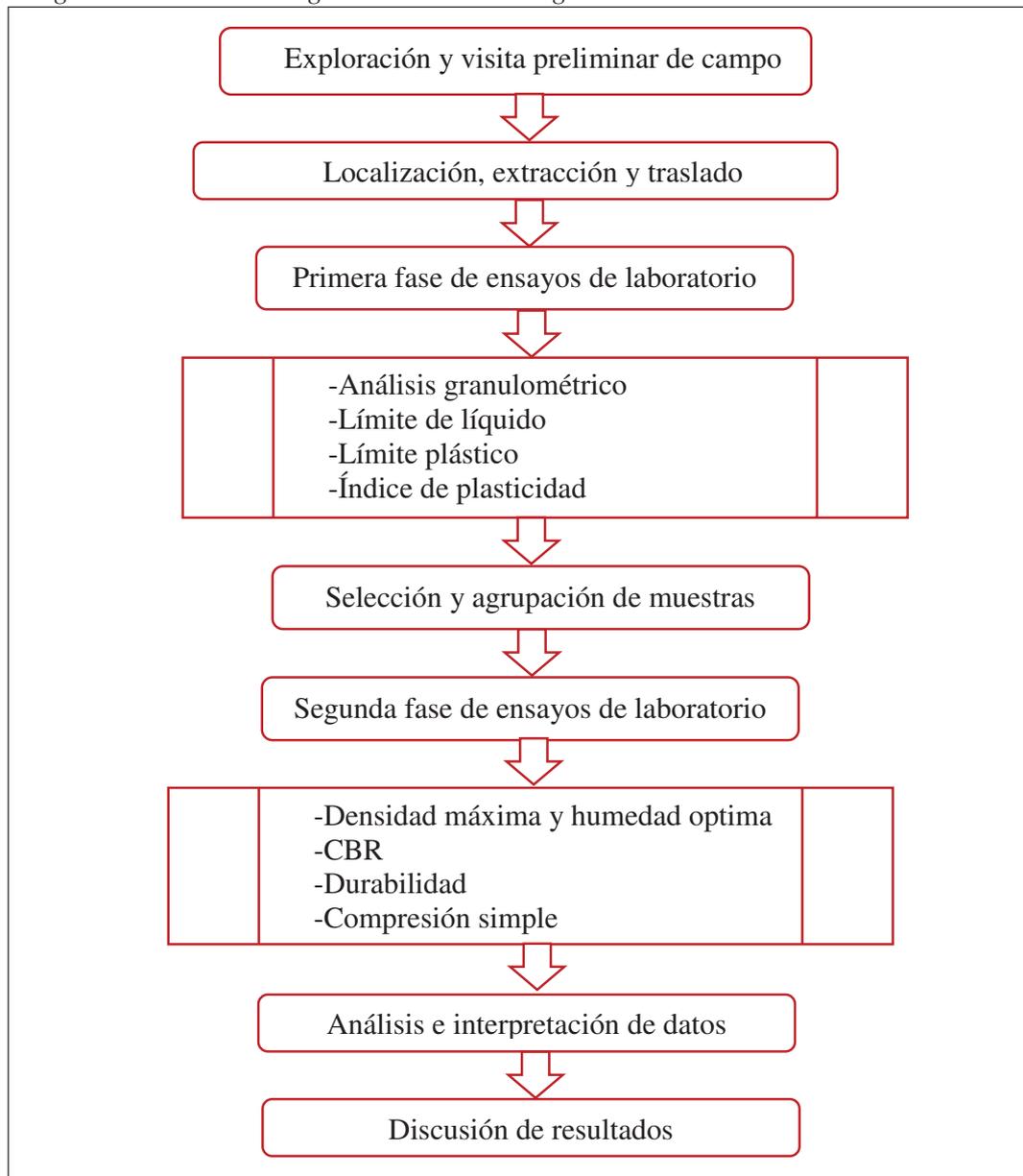
1.9.7. Tamaño de la muestra

De acuerdo al manual del M.T.C. titulado (Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014), estima la extracción de una calicata por cada kilómetro si se trata de una vía expuesta a bajo volumen de tránsito o un tránsito rural, sin embargo; en esta investigación se estableció la extracción de 10 calicatas distantes 250 metros aproximadamente, tomando en cuenta la evidencia de un cambio significativo de las características de suelo y la confianza de resultados obtenidos en una variedad de suelos considerable, la equidistancia antes mencionada se ajusta a la varianza de suelos identificados en la exploración visual mas no por el tamaño de granos que presentan.

1.9.8. Recolección e interpretación de datos

El desarrollo de la presente investigación toma como referencia el siguiente diagrama 2.

Diagrama N° 2 Proceso general de la investigación



Fuente: Elaboración propia

1.9.8.1. Exploración y visita preliminar de campo

Se realizó una inspección y visualización en la vía estudiada, con el propósito de identificar aspectos geográficos y geológicos del área de interés que significaron el punto de partida para la investigación.

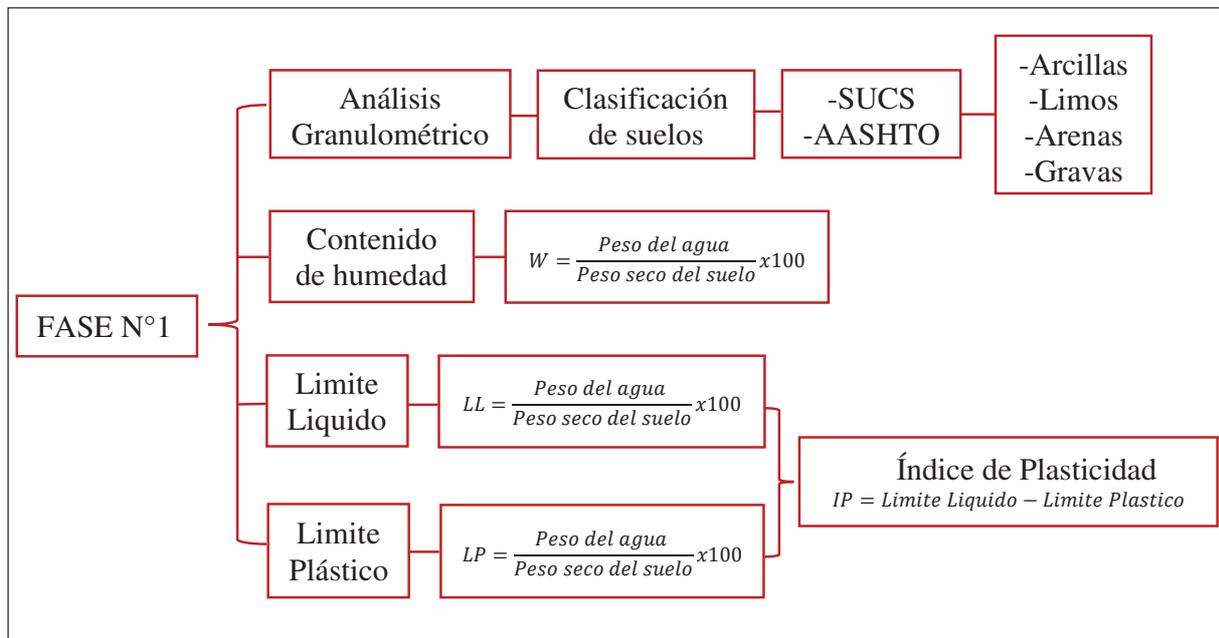
1.9.8.2. Localización, extracción y traslado

Se localizó la subrasante de la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay para la extracción de muestras con uso de maquinaria pesada (retroexcavadora) de un total de 10 calicatas que se transportaron y almacenaron en las instalaciones del laboratorio de suelos.

1.9.8.3. Primera fase de ensayos de laboratorio

Esta primera etapa de ensayos de laboratorio se realizó con el fin de conocer la clasificación o tipos de suelo que se encontró de cada calicata, ver diagrama N° 3.

Diagrama N° 3 Proceso de la primera fase de ensayos de laboratorio



Fuente: Elaboración propia

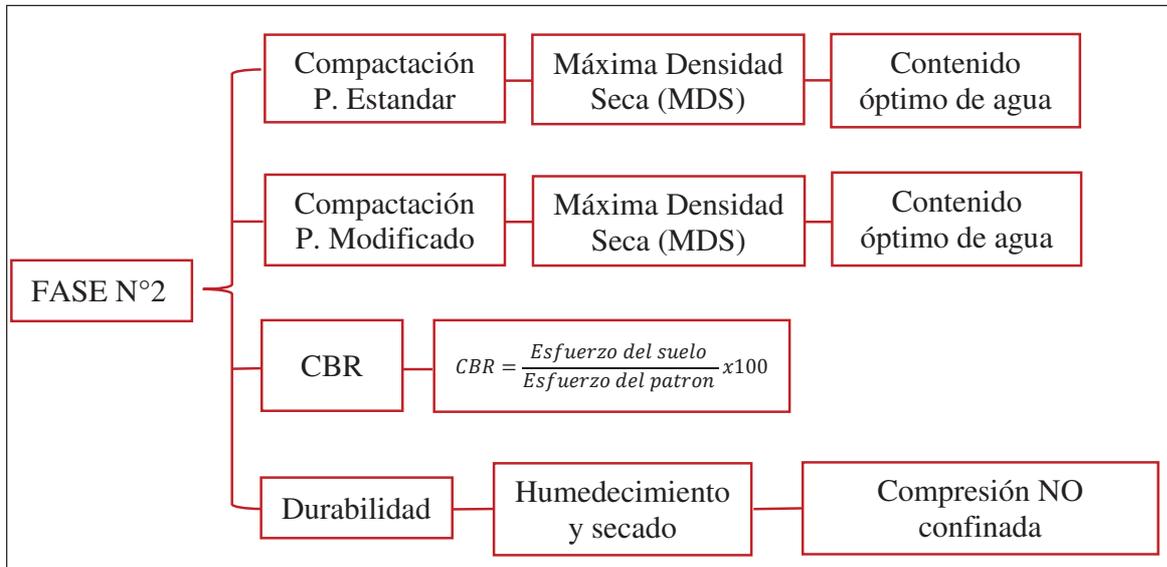
1.9.8.4. Selección y agrupación de muestras

Se designó como suelos tipo I, II, III y IV a la selección y agrupación de las muestras extraída de acuerdo al tamaño de sus partículas, obtenida de los ensayos de análisis granulométrico y límites de consistencia, vale decir si son finos, arenas o gravas.

1.9.8.5. Segunda fase de ensayos de laboratorio

Consistió en realizar los ensayos que tuvieron relación directa con la adición de pegamento sintético en las muestras de suelo, ver diagrama N° 4.

Diagrama N° 4 Proceso de la segunda fase de ensayos de laboratorio



Fuente: Elaboración propia

1.9.8.6. Análisis e interpretación de datos

A través de los ensayos de laboratorio, entrevistas, consultas y validación de información se analizó y descifro cada elemento o dato recolectado para finalmente deducir y presentar las conclusiones de la investigación relacionadas con los objetivos.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes a nivel nacional

Bach. Ramos Hinojosa Gabriel Paúl (2014) “MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE BAJA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL USO DE POLÍMEROS RECICLADOS EN CARRETERAS, PAUCARÁ HUANCVELICA 2014”

El objetivo fue mejorar la capa subrasante de baja capacidad portante mediante uso de polímeros reciclados y determinar las propiedades físicas-mecánicas de la carretera no pavimentada Paucara – Paccho Molinos.

Concluyo que la subrasante con presencia importante de arcilla y limos presenta algunas características particulares que conlleven a tener una baja capacidad portante e inestabilidad volumétrica. Además la adición de estos polímeros reciclados (PR), obtenidos de las botellas descartables PET, solo mejora las propiedades físicas-mecánicas del suelo como material para subrasante, el cual se obtiene adicionando los PR al 1.5% del peso seco del suelo, con dimensiones entre 5 y 10 mm de forma rectangular, se aprecia un incremento porcentual en promedio del CBR en 26% debido a adicionar al suelo hace que tenga mayor fricción y por ende presente mayor resistencia al corte.

Bach. Roly Roberth Leiva Gonzales (2016) “UTILIZACIÓN DE BOLSAS DE POLIETILENO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE LA SUBRASANTE EN EL JR. AREQUIPA, PROGRESIVA 0+000- KM 0+100, DISTRITO DE ORCOTUNA, CONCEPCION, HUANCAYO”.

El objetivo fue determinar la influencia de las bolsas de polietileno en el suelo a nivel de subrasante del Jr. Arequipa progresiva 0+000- km 0+100, distrito de Orcotuna, Concepción.

Concluyo que el uso de bolsas de polietileno fundido en forma de grumos influyo en el mejoramiento de la Subrasante, así mismo mejoro las propiedades físicas y mecánicas, realizó diferentes proporciones entre 2% y 10 % logrando un aumento de CBR en promedio de 7.98%, superior al permisible.

2.1.2. Antecedentes a nivel internacional

Perret, Henry Germán (2015)“ESTABILIZACIÓN DE LOESS CON SILICATO PARA USO VIAL, CÓRDOBA ARGENTINA 2015”

El objetivo fue alcanzar un suelo para uso vial con capacidad portante aceptable para incremento de la vida útil de la superficie de rodamiento, teniendo en cuenta la interacción física y mecánica del loess – silicato, utilizando las proporciones de suelo- silicato- agua necesarias para obtener una mezcla estabilizada.

Concluyo que las muestras de suelo estudiados y ubicadas en el campus de la Universidad Católica de Córdoba para el ensayo CBR fueron bajo en promedio del 2%. Esto indico un comportamiento pobre como material de la subrasante, siendo la muestra compactada a la energía proctor estándar (T-99) por lo tanto, la adición de silicato no modifico a clasificación del suelo, pero si mejora la capacidad de soporte, en un 5 %.

Angie Daniela Tirano Martinez, Cesar Dario Moyano Cobos (2016)“ANALISIS DE RESISTENCIA Y DURABILIDAD DE UN SUELO-CEMENTO ADICIONANDO MATERIAL NO BIODEGRADABLE POLIETILENO MALLA RASHEL (POLISOMBRA) RECICLADA EN DIFERENTES PORCENTAJES EN RELACION DEL PESO DEL SUELO”

El objetivo fue determinar la resistencia y durabilidad de un suelo-cemento adicionando material no biodegradable polietileno malla Rashell (polisombra) en diferentes porcentajes, en relación con el peso del suelo.

Concluyo que la adición de material no degradable polietileno malla Rashell cumple con los requisitos mínimos de resistencia mínima con un valor de 2.1Mpa y ofrece una mejora en los costos de la mezcla, ya que se requiere menos porcentaje de cemento para una adición del 1% de polisombra, lo cual genera beneficios de resistencia, durabilidad y económicos.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Redes viales

Según el “Ministerio de Transportes y Comunicaciones” (M.T.C. M. d., 2013), en su publicación (Glosario de terminos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial), considera red vial a toda superficie terrestre, pública o privada, por donde circulan peatones

y vehículos, que está señalizada y bajo jurisdicción de las autoridades nacionales y/o provinciales, responsables de la aplicación de las leyes de tránsito, a través de las cuales se puede lograr establecer relaciones comerciales entre productores y consumidores, entre vendedores y compradores y entre los diferentes pueblos.

Red vial nacional: Corresponde a las carreteras de interés nacional, conformadas por los principales ejes longitudinales y transversales, que constituyen la base del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC). Sirve como elemento receptor de las carreteras departamentales o regionales y de las carreteras vecinales o rurales. (M.T.C. M. d., 2013, pág. 41)

Red vial departamental o regional: Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito de un gobierno regional. Articula básicamente a la red vial nacional con la red vial vecinal o rural. (M.T.C. M. d., 2013, pág. 41)

Red vial vecinal o rural: Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito local, cuya función es articular las capitales de provincia con capitales de distrito, estas entre sí, con centros poblados o zonas de influencia local y con las redes viales nacionales y departamentales o regionales. (M.T.C. M. d., 2013, pág. 41)

2.2.2. Clasificación de caminos por tipo de superficie de rodadura

Según la D.G.C.F¹ del M.T.C. más del 40% de vías a nivel nacional carece de una estructura de pavimento con una superficie de rodadura que ofrezca comodidad y satisfacción en los usuarios, sin embargo, más del 85% de zonas rurales se encuentran conectadas con vías con acceso vehicular a nivel de todo el Perú. Este proyecto se plantea en atender estos sectores que no cuentan con un pavimento adecuado que sea capaz de facilitar, mejorar y desarrollar la calidad de vida de los peruanos que habitan en los sectores más lejanos del Perú.

2.2.2.1. Caminos con superficie de rodadura no pavimentada

De acuerdo al “Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (M.C.S.G.G.P)” (M.T.C., 2014) estos caminos se clasifican como:

¹ D.G.C.F: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

Caminos de tierra: Constituidos por suelo natural y mejorado con grava seleccionado por zarandeo. (M.T.C., 2014, pág. 11)

Caminos de Gravas: Constituidos por una capa de revestimiento con material natural pétreo, seleccionados manualmente o por zarandeo de tamaño máximo de 75 mm. (M.T.C., 2014, pág. 11)

Caminos afirmados: Constituidos por una capa de revestimiento con materiales de cantera, dosificados naturalmente o por medios mecánicos (zarandeo), con una dosificación especificada, compuestos por una combinación apropiada de tres tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla, siendo el tamaño máximo de 25 mm. (M.T.C., 2014, pág. 11)

Caminos afirmados con superficie de rodadura estabilizada con materiales industriales

- Afirmados con grava tratada con materiales como asfalto, cemento, cal, aditivos químicos y otros.
- Suelos naturales estabilizados con material granular y finos ligantes, asfalto, cal, aditivos químicos y otros. (M.T.C., 2014, pág. 11)

2.2.2.2. Caminos pavimentados

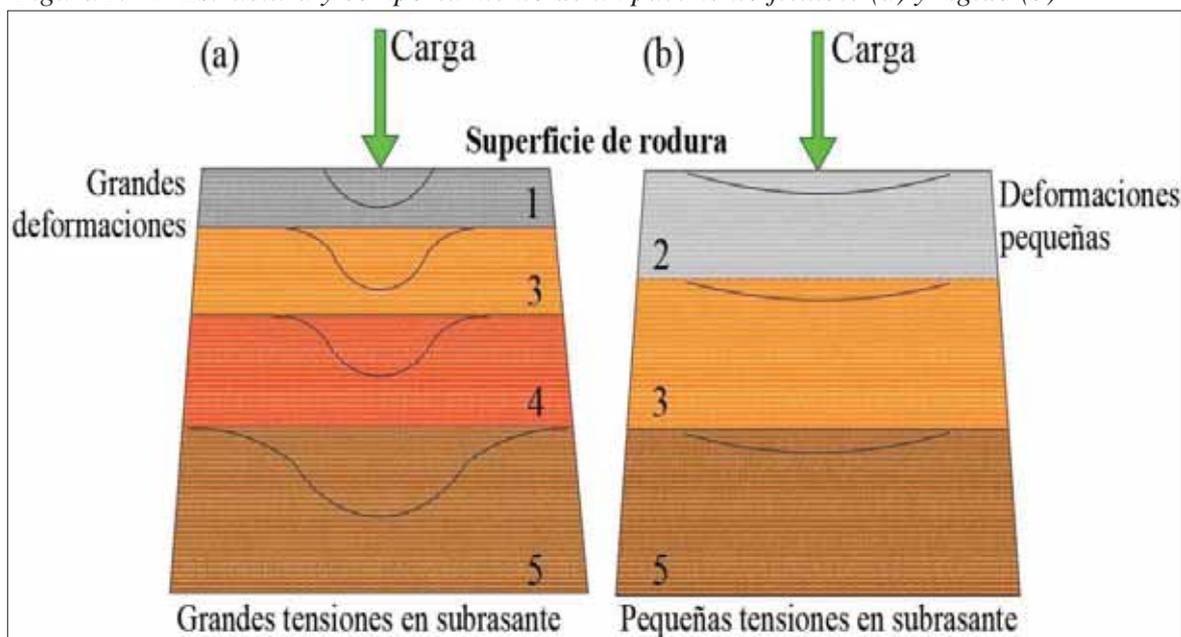
Estos caminos están clasificados de la siguiente manera.

Pavimentos flexibles: Es una estructura compuesta por capas granulares (subbase, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos. Principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares. Ver Figura N° 1 (a). (M.T.C., 2014, pág. 22)

Pavimentos semirrígidos: Es una estructura de pavimento compuesta básicamente por capas asfálticas con un espesor total bituminoso (carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con asfalto); también se considera como pavimento semirrígido la estructura compuesta por carpeta asfáltica sobre base tratada con cemento o sobre base tratada con cal. Dentro del tipo de pavimento semirrígido se ha incluido los pavimentos adoquinados. (M.T.C., 2014, pág. 22)

Pavimentos rígidos: Es una estructura de pavimento compuesta específicamente por una capa de base granular, no obstante, esta capa puede ser estabilizada y una capa de rodadura de losa de concreto, ver Figura N°1 (b). (M.T.C., 2014, pág. 22)

Figura N° 1 Estructura y comportamiento de un pavimento flexible (a) y rígido (b)



1: Carpeta asfáltica, 2: Losa de concreto, 3: Base, 4: Subbase y 5: Subrasante

Fuente: Elaboración propia basado a Minaya y Ordoñez

La figura N° 1 muestra que la deformación en la estructura de un pavimento flexible es más evidente y pronunciada con respecto al de un pavimento rígido, además la subrasante en un pavimento rígido recibe en menos intensidad la transmisión de cargas debido a la rigidez de su carpeta de rodadura.

2.3. Tráfico vehicular

Según el M.C.S.G.G.P del (M.T.C., 2014), menciona que la demanda del tráfico es un aspecto esencial que se debe conocer con relativa y suficiente precisión, para planificar y diseñar con éxito muchos aspectos de la vialidad, entre ellos el diseño del pavimento y el de la plataforma del camino.

En lo que corresponde a la sección de suelos y pavimentos, la necesidad de información del tráfico se define desde dos puntos de vista, el diseño estructural del pavimento y el de la capacidad de los tramos viales para conocer hasta qué límites de volúmenes de tráfico se

estima que crecerá la demanda que afectará a la estructura vial, durante el periodo del análisis vial adoptado para un estudio.

El estudio de tráfico deberá proporcionar la información del Índice Medio Diario Anual (IMDA) para cada tramo vial materia de un estudio. Es conveniente para ello que los términos de referencia de cada estudio ya proporcionen la identificación de los tramos homogéneos.

El efecto del tránsito se mide en la unidad definida por AASHTO², como Ejes Equivalentes (EE) acumulados durante el periodo de diseño tomado en el análisis. AASHTO definió como un EE, al efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargados con 8.2 tn de peso, con neumáticos a la presión de 80 lbs/pulg². Los Ejes Equivalentes (EE) son factores de equivalencia que representan el factor destructivo de las distintas cargas, por tipo de eje que conforman cada tipo de vehículo pesado, sobre la estructura del pavimento. (M.T.C., 2014, pág. 66)

2.3.1. Clasificación de carreteras según su demanda vehicular

En el Perú el nivel y categoría de las carreteras están directamente relacionadas con la cantidad de vehículos que circulan por día, por semana, por mes y por todo el año. En el diseño de pavimentos esta cuantificación de vehículos se denota como ESALS en cuyo análisis representa la cantidad de vehículos que circulan en tiempo real además de las cargas que transmiten los neumáticos proyectado a una edad útil del pavimento, según el “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” publicado por el MTC, las vías de acuerdo a su demanda vehicular se clasifican como:

2.3.1.1. Autopistas de primera clase

Son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.6m de ancho como mínimo, con control total de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas. (MTC D. G., 2018, pág. 12)

² AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials

2.3.1.2. Autopistas de segunda clase

Son carreteras con un IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6 m. hasta 1m., en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular. Cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.6 m. de ancho como mínimo, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos; pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas. (MTC D. G., 2018, pág. 12)

2.3.1.3. Carreteras de primera clase

Son carreteras con un IMDA entre 4000 y 2001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.6 m. de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. (MTC D. G., 2018, pág. 12)

2.3.1.4. Carreteras de segunda clase

Son carreteras con IMDA entre 2000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.3 m. de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. (MTC D. G., 2018, pág. 12)

2.3.1.5. Carreteras de tercera clase

Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3 m. de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2.5 m, contando con el sustento técnico correspondiente. (MTC D. G., 2018, pág. 12)

2.3.1.6. Trochas carrózables

Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4 m., en cuyo caso se construirán ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m. (MTC D. G., 2018, pág. 13)

2.4. Exploración de suelos y rocas para pavimentación de carreteras

Según el M.C.S.G.G.P del (MTC, 2014, pág. 25), menciona que la exploración e investigación del suelo es muy importante, tanto para la determinación de las características del suelo, como para el correcto diseño de la estructura del pavimento.

Para este proceso primero deberá efectuarse un reconocimiento del terreno y como resultado de ello un programa de exploración e investigación de campo a lo largo de la vía, de esta manera identificar los diferentes tipos de suelos que pueden presentarse.

El reconocimiento del terreno permitirá identificar los cortes naturales y/o artificiales, definir los principales estratos de suelos superficiales, delimitar las zonas en las cuales los suelos presentan características similares, asimismo identificar las zonas de riesgo o poco recomendables para emplazar el trazo de la vía.

La exploración e investigación de campo incluirá la ejecución de calicatas o pozos exploratorios, cuyo espaciamiento dependerá fundamentalmente de las características de los materiales subyacentes en el trazo de la vía. Generalmente están espaciadas entre 250 m y 2000 m, pero pueden estar más próximas dependiendo de puntos singulares, como en los siguientes casos:

- Cambio de la topografía de la zona en estudio
- Por la naturaleza de los suelos o cuando los suelos se presentan en forma errática o irregular
- Delimitar las zonas en que se detecten suelos que se consideren pobres o inadecuados
- Zonas que soportaran terraplenes o rellenos de altura mayor a 5.0 m.
- Zonas donde la rasante se ubica muy próxima al terreno natural ($h < 0.6$ m.)
- Zonas de corte, donde se ubicarán los puntos de cambio de corte a terraplén o de terraplén a corte, para conocer el material a nivel de subrasante.

De las calicatas o pozos exploratorios deberán obtenerse de cada estrato muestras representativas en número y cantidades suficientes de suelo, de cada material que sea importante para el diseño y la construcción. El tamaño y tipo de la muestra requerida depende de los ensayos que se vayan a efectuar y del equipo de ensayo a ser usado.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Con las muestras obtenidas en la forma descrita, se efectuarán ensayos en laboratorio y finalmente con los datos obtenidos se pasará a la fase de gabinete, para consignar en forma gráfica y escrita los resultados obtenidos, asimismo se determinará un perfil estratigráfico de los suelos (eje y bordes), espesores y tipos de suelos de terraplén y los del terreno natural.

El cuadro N° 1 indica el número mínimo de calicatas que deberán ser exploradas por cada kilómetro longitudinal y por tipo de carretera.

Cuadro N° 1 Número de calicatas para exploración de suelos

TIPO DE CARRETERA	PROFUNDIDAD (m)	NUMERO MINIMO DE CALICATAS	OBSERVACION
Autopista IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	- Calzada 2 a 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km. x sentido - Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km. x sentido	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de primera clase IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	- 4 calicatas x km.	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de segunda clase IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	- 3 calicatas x km.	
Carreteras de tercera clase IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	- 2 calicatas x km.	
Carreteras de bajo volumen de tránsito IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	- 1 calicata x km.	

Fuente: M.C.S.G.G.P. Sección Suelos y Pavimentos - (M.T.C., 2014, pág. 26)

Debido a los criterios propios adoptados, la presente investigación considero el tamaño de muestra la extracción de una calicata distante cada 250m aproximadamente con el propósito de cumplir los objetivos de la investigación.

2.5. Subrasante

Es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado, constituye también la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado, de

tal manera que no se vea afectada por la carga de diseño que proviene del tránsito. Su capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, constituyen las variables básicas para el diseño de la estructura del pavimento. En la etapa constructiva, los últimos 0.30m de suelo debajo del nivel superior de la subrasante, deberán ser compactados al 95% de la máxima densidad seca (MDS) obtenida del ensayo proctor modificado. M.C.S.G.G.P (M.T.C., 2014, pág. 20)

Los suelos por debajo del nivel superior de la subrasante, en una profundidad no menor de 0.60 m, deberán ser suelos adecuados y estables con $CBR \geq 6\%$. En caso el suelo, debajo del nivel superior de la subrasante, tenga un $CBR < 6\%$ (subrasante pobre o subrasante inadecuada), corresponde estabilizar los suelos, para lo cual se deberá analizar según la naturaleza del suelo alternativas de solución, como la estabilización mecánica, el reemplazo del suelo de cimentación, estabilización química de suelos, elevación de la rasante, cambiar el trazo vial, eligiéndose la más conveniente técnica y económica. M.C.S.G.G.P (M.T.C., 2014, pág. 21)

Cuadro N° 2 Funciones y características de la subrasante.

FUNCIONES	CARACTERISTICAS
Soporte vehicular durante la construcción	Expansión Máxima de 5%
Apropiada cimentación para la compactación de capas de la estructura	Grado de compactación min de 95 %
Adecuado soporte de cargas durante su vida útil	Espesor mínimo de 30 cm para caminos de bajo tránsito y 50 cm para caminos con un TPDA > de 2000 vehículos

Fuente: M.C.S.G.G.P. Sección Suelos y Pavimentos - (M.T.C., 2014)

2.5.1. Capacidad de soporte CBR de la subrasante.

El manual titulado “Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito (M.D.C.P.B.V.T)” (MTC, 2008) establece el estudio para la determinación del CBR de la subrasante, a las capas superficiales de terreno natural o capa de la plataforma en relleno, constituida por los últimos 1.50 m de espesor debajo del nivel de la subrasante proyectada, salvo que se muestre especificaciones especiales que indiquen un espesor diferente. Su capacidad de soporte constituye una de las variables básicas para el diseño de la estructura del pavimento que se colocará encima.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

De los estratos encontrados en cada una de las calicatas se obtendrán muestras representativas, las que deben ser descritas e identificadas mediante una tarjeta con la ubicación de la calicata (con coordenadas UTM – WGS84), numero de muestra y profundidad y luego colocadas en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio. (M.T.C., 2014, págs. 27, 28)

La cantidad de ensayos de CBR a realizar dependerá del tipo de carretera, ver cuadro N°3.

Cuadro N° 3 Número de ensayos de CBR

TIPO DE CARRETERA	N° de CBR
Carreteras de primera clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	– 1 CBR cada 1 km.
Carreteras de segunda clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	– Cada 1.5 km. se realizará un CBR
Carreteras de tercera clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	– Cada 2 km. se realizará un CBR
Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	– Cada 3 km. se realizará un CBR

Fuente: M.C.S.G.G.P. Sección Suelos y Pavimentos - (M.T.C., 2014, pág. 28)

En el cuadro N° 4 se aprecia la clasificación de categorías de la subrasante en función al CBR representativo para diseño de pavimentos.

Cuadro N° 4 Categorías de subrasante.

CLASIFICACIÓN	CBR_{diseño}
S ₀ : Subrasante muy pobre	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante pobre	3% \leq CBR < 6%
S ₂ : Subrasante regular	6% \leq CBR < 10%
S ₃ : Subrasante buena	10% \leq CBR < 20%
S ₄ : Subrasante muy buena	20% \leq CBR < 30%
S ₅ : Subrasante excelente	CBR > 30%

Fuente: M.C.S.G.G.P - (M.T.C., 2014, pág. 40)

2.5.2. Espesor de subrasante

En general, si se presentan subrasante clasificadas como muy pobre y pobre (CBR < 6%), se procederá a eliminar el material inadecuado y a colocar un material granular de reemplazo con CBR mayor a 10% e IP menor a 10; con lo cual se permite el uso de una amplia gama de materiales naturales locales de bajo costo, que cumplan la condición. La función principal de la capa mejorada será dar resistencia a la estructura del pavimento. M.D.C.P.B.V.T³ (MTC, 2008)

Calculo de espesor de la subrasante

El espesor de una capa de subrasante mejorada no debe ser menor del espesor determinado mediante el método que describe a continuación:

- ✓ La ecuación de número estructural (SN), según AASHTO está dado por la siguiente.

$$SN_T = a_1 \times d_1 + a_2 \times m_2 \times d_2 + a_3 \times m_3 \times d_3 \dots \dots \dots (I)$$

- ✓ Se añade a la ecuación SN la capa subrasante mejorada, expresada en términos de $a_4 \times m_4 \times d_4$ donde:

a_4 : Coeficiente estructural de la capa de subrasante mejorada, se recomienda los siguientes valores que muestra el cuadro N° 5.

Cuadro N° 5 Valores de coeficiente estructural para subrasante mejorada

a4	DESCRIPCION	CBR
0.024	Reemplazar la subrasante muy pobre y pobre, por una subrasante buena	6–10 %
0.030	Reemplazar la subrasante muy pobre y pobre, por una subrasante buena	11–19 %
0.037	Reemplazar la subrasante muy pobre y pobre, por una subrasante buena	≥ 20 %.
0.035	para mejorar la subrasante muy pobre y pobre a una subrasante regular, con la adición mínima de 3% de cal en peso de los suelos	

Fuente: (Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de transito, 2008)

d_4 : Espesor de la capa de subrasante mejorada (cm).

³M.D.C.P.B.V.T: Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito

m_4 : Coeficiente que refleja el drenaje de la capa 4, según el cuadro N° 24 se determina el valor de m_4 .

Nueva ecuación:

$$SN_r = a_1 \times d_1 + a_2 \times m_2 \times d_2 + a_3 \times m_3 \times d_3 + a_4 \times m_4 \times d_4 = SN_T + a_4 \times m_4 \times d_4 \dots\dots\dots (2)$$

- ✓ Con los valores determinados a_4 y m_4 , se puede calcular el espesor efectivo d_4 de la subrasante mejorada con la siguiente expresión:

Donde:

$$d_4 = (SN_r - SN_T) / (a_4 \times m_4) \dots\dots\dots (3)$$

SN_r = Numero estructural requerido del pavimento con subrasante regular, buena, o muy buena, según se requiera.

SN_T = Numero estructural del pavimento con subrasante muy pobre o pobre.

2.5.3. Propiedades físicas de la subrasante

Son propiedades relacionadas con el tipo de material a utilizar y las características constructivas de los mismos.

2.5.3.1. Granulometría

Referencia normativa: NTP 339.128 y Según el Manual de Ensayo de Materiales en su sección de suelos MTC E 107 de Análisis granulométrico por tamizado.

Es la distribución de las partículas de un suelo de acuerdo a su tamaño, que es determinada por los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleado en el ensayo, hasta el tamiz 0.075 mm de abertura cuadrada (N° 200). (M.T.C., 2014, pág. 30)

En el cuadro N°6 muestra la relación del tipo de suelo para cada tipo de grano con respecto al tamaño de sus partículas.

Cuadro N° 6 Tipo de suelo y tamaño de granos.

TIPO DE SUELO		TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS
Gravas		75 mm – 4.75 mm
Arenas		Arena Gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena Media: 2.00 mm – 0.425 mm
		Arena Fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: M.C.S.G.G.P (M.T.C., 2014, pág. 31)

Una buena distribución granulométrica garantiza un buen comportamiento de suelo ante el efecto de las cargas. El suelo requiere de un porcentaje importante de grava para soportar las cargas, un porcentaje de arena para llenar los vacíos entre las gravas y necesariamente de finos plásticos para cohesionar los materiales del suelo. La curva Granulometrica puede proporcionar informacion acerca del comportamiento del suelo. (M.T.C, 2016).

El siguiente cuadro N°7 muestra la distribución de tamices con relación a su abertura que se utilizó en la presente investigación.

Cuadro N° 7 Tamaño de tamices del análisis granulométrico.

TAMIZ	ABERTURA (mm)
2''	50
1 ½''	37.5
1''	25
¾''	19
3/8''	9.5
N°4	4.75
N°10	2
N°20	0.85
N°40	0.424
N°60	0.25
N°100	0.15
N°200	0.075

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales (M.T.C, 2016)

Formulas

$$\% \text{ Pasa } 0.0074\text{mm} = \frac{\left[\text{Peso total} \right] - \left[\text{Peso retenido en el tamiz N}^\circ 200 \right]}{\text{Peso Total}} \times 100 \dots\dots (4)$$

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido en el tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100 \dots\dots\dots (5)$$

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado} \dots\dots\dots (6)$$

2.5.3.2. Plasticidad del suelo

Es la propiedad que presentan algunos suelos de modificar su consistencia o su resistencia al corte en función de la humedad. Existe una correspondencia entre la plasticidad de un suelo y su cohesión. La plasticidad es una propiedad exclusiva de los suelos finos (arcillas y limos), siendo producto de las relaciones electroquímicas que se establecen entre las superficies de los elementos que forman el agregado que compone el suelo (partículas elementales de limo o arcilla). Los suelos granulares, formados exclusivamente por elementos de granulometría gruesa (arena, gravilla, grava) no presentan plasticidad. (FRANKIE, 2013)

2.5.3.3. Límites de consistencia o de Atterberg

Establece cuan sensible es el comportamiento de un suelo en relación con su contenido de humedad (agua), definiéndose los límites correspondientes a los tres estados de consistencia según su humedad y de acuerdo a ello puede presentarse un suelo: líquido, plástico o sólido. Estos límites de Atterberg que miden la cohesión del suelo son: Límite Líquido (LL, según ensayo MTC E 110), Límite Plástico (LP, según ensayo MTC E 111) y Límite de contracción (LC, según ensayo MTC E 112). M.C.S.G.G.P (M.T.C., 2014)

Límite Líquido (LL): Según el Manual de Ensayo de Materiales en su sección de suelos MTC E 110, indica que es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm, este ensayo se determina mediante la Cuchara de Casagrande. NTP 339.129

Formula

$$LL = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso seco del suelo}} \times 100 \dots\dots\dots (7)$$

Límite Plástico (LP): Según el Manual de Ensayo de Materiales en su sección de suelos MTC E 111 indica que es el contenido de agua más baja en el cual el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe, o empieza a agrietarse al formarse barritas de suelo de 3.20 mm de diámetro. NTP 339.129

Formula

$$LP = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso seco del suelo}} \times 100 \dots\dots\dots (8)$$

Índice de Plasticidad (IP): Según el MTC E 111 indica que es la magnitud de intervalo de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica y permite clasificar bastante bien un suelo. Un IP muy grande corresponde a un suelo muy arcilloso, por el contrario, un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso. M.C.S.G.G.P (M.T.C., 2014)

Formula

$$IP = \text{Limite Liquido} - \text{Limite Plastico} \dots\dots\dots (9)$$

En el cuadro N°8 se parecía la plasticidad y las características de los suelos con relación a su índice de plasticidad.

Cuadro N° 8 Plasticidad de los suelos

ÍNDICE DE PLASTICIDAD	PLASTICIDAD	CARACTERÍSTICAS
IP > 20	Alta	Suelos Muy Arcillosos
7 < IP ≤ 20	Media	Suelos Arcillosos
IP < 7	Baja	Suelo Poco Arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

Fuente: M.C.S.G.G.P. Sección Suelos y Pavimentos - (M.T.C., 2014, pág. 32)

2.5.3.4. Clasificación de los suelos por método SUCS

El “Sistema unificado de clasificación de suelos” (SUCS) se basa en las normas (NTP 339.134 y ASTM D-2487) que describe los suelos para propósitos ingenieriles en base a la determinación en laboratorio del tamaño de partículas, generando así dos grandes grupos de suelos que a continuación se presenta.

Suelo de grano fino: si el 50% o más del peso seco de la muestra pasa por el tamiz N° 200 (75 - μm).

Suelo de grano grueso: si más del 50% del peso seco de la muestra se retiene en el tamiz N° 200 (75 μm).

Los cuadros N°9 y N°10 muestran el significado de los grupos y siglas de la representación del método SUCS para suelos de grano grueso y fino respectivamente.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 9 Método SUCS para clasificación de suelos de grano grueso

DIVISIONES PRINCIPALES		SIMBOLOS DEL GRUPO	NOMBRES TIPICOS	IDENTIFICACIONES DEL LABORATORIO	
SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200.	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	GW	Cu = D60/D10 > 4 Cc = (D30)²/D10xD60 entre 1 y 3 No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	GP	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5% - GW, GP, SW, SP. >12% - GM, GC, SM, SC. 5 al 12% - casos limite que requieren usar doble símbolo.
			Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.	GM	
		SIMBOLOGIA DOBLE	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.	GW-GC, GW-GM	GC	Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP < 4. Límites de Atterberg sobre la línea A con IP > 7. % que pasa la malla N° 200, está entre 5 y 12 % y cumple los criterios GW Y 'GC, GM' % que pasa la malla N° 200, está entre 5 y 12 % y cumple los criterios GP Y 'GC, GM'
	GP-GC, GP-GM				
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas limpias (pocos o sin finos)	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	SW	Cu = D60/D10 > 6 Cc = (D30)²/D10xD60 entre 1 y 3 Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW
			Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	SP	
		SIMBOLOGIA DOBLE	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	SM	Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP < 4. Límites de Atterberg sobre la línea A con IP > 7. % que pasa la malla N° 200, está entre 5 y 12 % y cumple los criterios SW Y 'SC, SM' % que pasa la malla N° 200, está entre 5 y 12 % y cumple los criterios SP Y 'SC, SM'
			Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	SC	

Fuente: NTP 339.134

Cuadro N° 10 Método SUCS para clasificación de suelos de grano fino

IDENTIFICACIONES DEL LABORATORIO		
G = Grava, S = Arena, O = Suelo Orgánico, P = Turba M = Limo, C = Arcilla, W = Bien Graduado, P = Mal Graduado, L = Baja Compresibilidad, H = Alta Compresibilidad		
DIVISIONES PRINCIPALES	SIMBOLOS	NOMBRES TÍPICOS
SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material pasa en el tamiz número 200.	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.
	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.
	OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.
	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.
	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.
	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.
	CL-CH CL-ML	Arcillas inorgánicas Inorgánico en zona sombreada
	ML-OL MH-OH	Limos inorgánicos elásticos Limos inorgánicos u orgánicos
	PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.
	SUELOS MUY ORGANICOS	

Fuente: NTP 339.134

2.5.3.5. Clasificación de los suelos por método AASHTO

El método AASHTO⁴ es la clasificación que mejor describe y determina las propiedades de un suelo a usarse como su subrasante, las primeras variables son: la granulometría y la plasticidad. En términos generales, un suelo conforme a su granulometría o tamaño de sus partículas que forman los suelos, se clasificó como:

Grava: de un tamaño menor a 76.20 mm (3’’) hasta un tamiz N° 10 (2mm).

Arena Gruesa: de un tamaño menor a 2 mm hasta tamiz N° 40 (0.425mm).

Arena Fina: de un tamaño menor a 0.425 mm hasta tamiz N° 200 (0.075mm).

Limos: varían de tamaños 0.075mm hasta tamaños 0.005 mm.

Arcillas: tamaños menores de 0.005 mm.

(M.T.C. M. d., 2013, pág. 46)

La norma AASHTO M-145, clasifica los suelos basándose principalmente en sus propiedades mecánicas, los divide en siete grupos diferentes, designados desde el A-1 hasta A-7, como a continuación se presenta en el siguiente cuadro N°11.

⁴ AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 11 Método AASHTO para clasificación de suelos

Clasificación	Materiales granulares (35 % o menos pasa por el tamiz N° 200)				Materiales Limoso arcilloso (más del 35 % pasa el tamiz N° 200)							
	A-1		A-3		A-2		A-4		A-7			
GRUPO	A-1-a	A-1-b			A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-6	A-5	A-6	
SUB-GRUPO											A-7-5** A-7-6**	
Porcentaje que pasa: N° 10 (2mm)	50 máx.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
N° 40 (0.425mm)	30 máx.	50 máx.	51 máx.	-	-	-	-	-	-	-	-	
N° 200 (0.075 mm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	41 mín.	
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Límite Líquido	-	-	-	-	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	41 mín.	
Índice de Plasticidad	6 máx.	NP (1)	NP (1)	NP (1)	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	
Constituyentes Principales	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa	Suelos Limosos		Suelos arcillosos		Suelos arcillosos			
Características como subgrado	Excelente a Bueno			Pobre o malo								
** A - 7 - 5 : IP ≤ (LI - 30)				** A - 7 - 6 : IP > (LI - 30)								

Fuente: Manual de ensayo de materiales (M.T.C, 2016) y la NTP 339.135

Teniendo en cuenta el método AASHTO para la clasificación de suelo en el Cuadro N° 11 se describe lo siguiente: El suelo A-1, es un suelo de propiedades óptimas para ser usado en las capas que conforman la estructura de un pavimento y en su orden ascendente hasta llegar al suelo A-7, cuya aplicación en carreteras no es recomendable. En el cuadro N° 12 se describe los grupos y subgrupos contemplados en las normas AASHTO M-145 y NTP 339.135.

Cuadro N° 12 Descripción de materiales granular y limos-arcillosos según grupos

MATERIALES GRANULARES	MATERIALES LIMO - ARCILLOSOS
<p>A-1: Son suelos bien graduados de tamaños gruesos y finos, con un débil aglomerante plástico.</p> <p>A-1-a: En estos se incluyen materiales predominantes de fracción de rocas o grava, con o sin aglomerante</p> <p>A-1-b: El material predominante es arena gruesa, con o sin un buen aglomerante. Algunos suelos del A-1 carecen de finos, de manera que deberá agregar cantidad de finos para formar subbase de buena calidad.</p> <p>A-2: Estos se componen por una amplia porción de materiales granulares que pueden clasificar en el grupo A-1 por su contenido de finos y plasticidad. Contienen materiales granulares con cantidades considerables de arcillas, los suelos del grupo A-2 son inferiores a los del grupo A-1 debido a su gradación de menos aglomerantes.</p> <p>A-2-4 y A-2-5: Incluyen diversos materiales granulares que contienen un 35 % máximo de material que pasa el tamiz 0.075 mm (N° 200).</p> <p>A-2-6 y A-2-7: Incluyen materiales similares a los descritos en los grupos A-2-4 y A-2-5, excepto que la porción fina del suelo cuenta con arcilla plástica similar a los grupos A-6 o A-7.</p> <p>A-3: Estos suelos están compuestos de arenas deficientes en aglomerantes, como la arena de las playas. Se encuentra a menudo y son muy inestables excepto cuando están húmedos. Cuando se encuentran confinados son apropiados como bases para cualquiera tipo de pavimentos.</p>	<p>A-4: Son suelos muy comunes, predominan los limos con ligeros porcentajes de material gruesos y pequeñas cantidades de arcillas.</p> <p>A-5: Estos suelos se encuentran en muy pocas ocasiones, son muy parecidos a los grupos A-4, excepto por contienen mica y diatomas que los vuelven muy elásticos e inestables aun en estado seco, lo que los hace tenaces a la compactación.</p> <p>A-6: El típico material de este grupo es un suelo arcilloso plástico, que tienen el 35 % o más de material que pasa el tamiz de 0.075 mm (N° 200). Los materiales de este grupo suelen tener gran cambio volumétrico, cuando se tiene de humedades altas en el suelo, debido a la presencia de arcillas.</p> <p>A-7: Estos suelos están compuestos de arcilla como son el grupo A-6, pero se diferencia de estos por la presencia de partículas uniformes de limo, materia orgánica y mica, que hace muy elásticos.</p> <p>A-7-5: Estos suelos del grupo A-7 tienen índices de plasticidad moderados en relación con límites líquidos, y pueden ser elásticos y expansivos.</p> <p>A-7-6: Son suelos expansivos con altos índices de plasticidad en relación a los límites líquidos.</p>

Fuente: Manual de ensayo de materiales (M.T.C, 2016) y la NTP 339.135

El Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del (M.T.C., 2014) menciona que la clasificación de un suelo en un determinado grupo se basa en su plasticidad y porcentaje de material fino que pasa el tamiz N° 200. Cada grupo se identifica con un determinado número, encerrado entre paréntesis, llamado índice de grupo, el cual se determina mediante la siguiente formula:

$$\mathbf{IG = 0.20 (a) + 0.005 (a)(c) + 0.01 (b)(d)} \dots\dots\dots (10)$$

Donde:

- a:** Porcentaje que pasa el tamiz N° 200, comprendido entre 35% como mínimo y 75 % como máximo. Se representa únicamente en número entero y varia de 0 a 40, por lo tanto, todo porcentaje igual o menor que 35 será igual a 0 y todo porcentaje igual o superior a 75 será igual a 40.
- b:** Porcentaje que pasa el tamiz N° 200, comprendido entre 15 como mínimo y 55 como máximo. Se representa en número entero y variara de 0 a 40.
- c:** Para el limite liquido comprendido entre 40 como minino y 60 como máximo, esta parte se representará solo en número entero y variara de 0 a 20.
- d:** Parte del Índice de plasticidad, comprende entre 10 como mínimo y 30 como máximo. Esta se representará solo en número entero y variará de 0 a 20. (M.T.C., 2014)

El cuadro N° 13 relaciona la calidad del suelo en función de los valores de Índice de Grupo (IG)

Cuadro N° 13 Valores de Índice de grupo (IG)

INDICE DE GRUPO	CARACTERISTICAS
IG > 9	Muy Malo
IG está entre 4 a 9	Pobre
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 a 2	Bueno
IG está entre 0 a 1	Muy bueno

Fuente: M.C.S.G.G.P. Sección Suelos y Pavimentos (M.T.C., 2014, pág. 33)

La clasificación de los suelos se efectuará bajo el sistema mostrado en el cuadro N° 14 compara la nomenclatura y simbología de los suelos en función del método de clasificación elegido. Esta clasificación permite predecir el compartimiento aproximado de los suelos, que contribuirá a delimitar los sectores homogéneos desde el punto de vista geotécnico. (M.T.C., 2014)

Cuadro N° 14 Comparación de simbología entre los métodos AASHTO y SUCS

CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO (AASHTO M-145)	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS (ASTM D-2487)
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: US Army Corps of Engineers. (M.T.C., 2014, pág. 33)

2.5.4. Propiedades mecánicas de la subrasante

2.5.4.1. Compactación

Es el proceso de densificación realizado generalmente por medios mecánicos, el cual obliga a las partículas del suelo estar más en contacto entre sí, liberando la cantidad de aire presente en su composición. Esto implica mejorar su resistencia y estabilidad volumétrica, afectando la permeabilidad.

En los ensayos de laboratorio, se realizaron dos procesos mecánicos de compactación con el objetivo de determinar la Máxima Densidad Seca (MDS) y el Contenido de agua óptimo de los suelos, estos dos procesos se describen a continuación. (Villarrol C, 2016)

Proctor Modificado: Según la NTP 339.142 y MTC E 115, indica que este ensayo utiliza la energía modificada (2700KN/m²) para la compactación y determinación del contenido de humedad para el cual el suelo alcanza su máxima densidad seca que se obtiene de una curva de compactación. Para elegir el método apropiado se deberá cumplir con las especificaciones del cuadro N° 15.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 15 Especificaciones para el ensayo Proctor Modificado

DESCRIPCION	METODO A	METODO B	METODO C
Diámetro del molde	101.6 mm	101.6 mm	152.4 mm
Volumen del molde	943.3 cm ³	943.3 cm ³	2124 cm ³
Peso del pisón	4.54 Kg	4.54 Kg	4.54 Kg
Altura de caída del pisón	45.60 cm	45.60 cm	45.60 cm
Numero de capas	5	5	5
Numero de golpes por capa	25	25	56
Energía de Compactación y uso	2700 KN-m/m ³ Cuando el 20% o menos del peso del material es retenido en el tamiz N° 4	2700 KN-m/m ³ Cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz N° 4 y 20% menos de peso del material es retenido en el tamiz 3/8”.	2700 KN-m/m ³ Cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz N° 3/8” y menos 30% de peso del material es retenido en el tamiz 3/4”.

Fuente: Manual de ensayo de materiales- (M.T.C, 2016, págs. 105,106)

Proctor Estándar: Según la NTP 339.142 y MTC E 116, indica que este ensayo utiliza la energía estándar (600KN/m²) para la compactación y determinación del contenido de humedad para el cual el suelo alcanza su máxima densidad seca que se obtiene de una curva de compactación. Para elegir el método apropiado se deberá cumplir con las especificaciones del cuadro N° 16.

Cuadro N° 16 Especificaciones para el ensayo Proctor Estándar

DESCRIPCION	METODO A	METODO B	METODO C
Diámetro del molde	101.6 mm	101.6 mm	152.4 mm
Volumen del molde	943.3 cm ³	943.3 cm ³	2124 cm ³
Peso del pisón	2.50 Kg	2.50 Kg	2.5 Kg
Altura de caída del pisón	30.48 cm	30.48 cm	30.48 cm
Numero de capas	3	3	3
Numero de golpes por capa	25	25	56
Energía de Compactación y uso	600 KN-m/m ³ Cuando el 20% o menos del peso del material es retenido en el tamiz N° 4	600 KN-m/m ³ Cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz N° 4 y 20% menos de peso del material es retenido en el tamiz 3/8”.	600 KN-m/m ³ Cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz N° 3/8” y menos 30% de peso del material es retenido en el tamiz 3/4”.

Fuente: Manual de ensayo de materiales- (M.T.C, 2016, págs. 119,120)

2.5.4.2. Relación de Soporte California (CBR)

Según la NTP 339.145 y MTC E 132, se determina el CBR como el ensayo que evalúa la resistencia potencial de la subrasante, subbase y base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimentos.

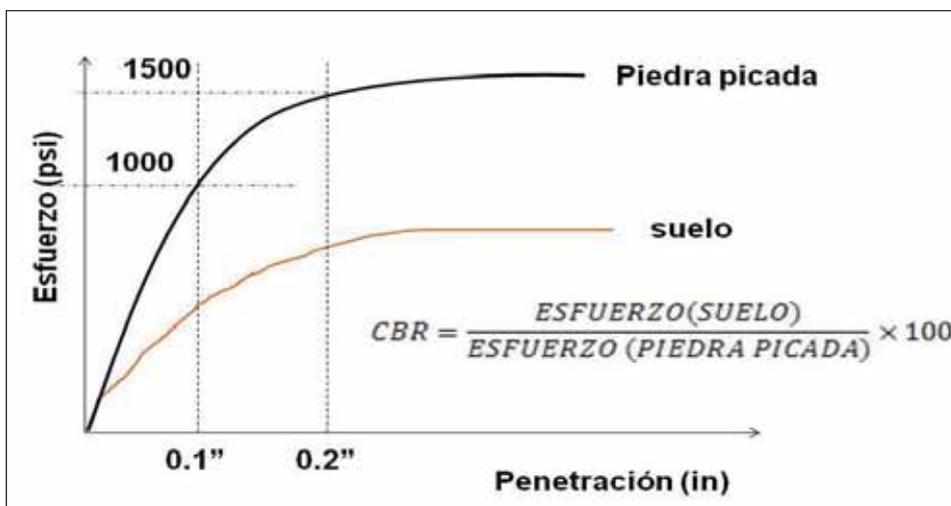
En la figura N° 2, se detalla la obtención del valor de CBR como la relación entre el esfuerzo de un suelo entre un patrón (Piedra picada bien gradada estándar).

Formula

$$\% \text{ Expansion} = \frac{\text{Lectura final} - \text{Lectura inicial}}{127} \times 100 \dots\dots\dots (11)$$

$$\text{CBR} = \frac{\text{Esfuerzo del suelo}}{\text{Esfuerzo del patron}} \times 100 \dots\dots\dots (12)$$

Figura N° 2 Relación para determinar el valor de CBR



Fuente: Civilgeeks

2.5.4.3. Durabilidad de suelos

Este ensayo tiene como finalidad determinar un factor que indique la resistencia al intemperismo, a la erosión o abrasión del tráfico. La prueba de humedecimiento y secado permite de manera cualitativa determinar esta propiedad. (M. Fonseca , 2006)

2.5.4.4. Compresión NO confinada en muestras de suelo

Según la NTP 339.155 y MTC E 121, se determina la resistencia a la compresión de suelos que poseen la suficiente cohesión para poder ser ensayados en el estado NO confinado aplicando una carga axial uniforme.

Formula

$$\text{Def. Unitaria } (\varepsilon) = \frac{\text{Cambio de longitud de la muestra } (\Delta L)}{\text{Longitud Inicial de la muestra } (L_o)} \dots\dots (13)$$

$$\text{Esfuerzo } (\sigma) = \frac{\text{Carga aplicada } (P)}{\text{Area de la seccion promedio } (A)} \dots\dots\dots (14)$$

2.6. Estabilización y mejoramiento de suelos

Estabilizar un suelo consiste en mejorar sus propiedades físicas y dotar a los mismos, de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Cualquiera sea el mecanismo de estabilización, es seguido de un proceso de compactación, sin embargo, debe destacarse la significación que adquiere contar con ensayos de laboratorio, que demuestren la aptitud y tramos construidos que ratifiquen el buen resultado. Además, se debe garantizar que tanto la construcción como la conservación vial, puedan realizarse en forma simple, económica y con el equipamiento disponible. M.C.S.G.G.P (M.T.C., 2014, pág. 92)

2.6.1. Tipo de estabilizadores de suelo

Se considera lo más importante los siguientes:

2.6.1.1. Estabilización por combinación de suelos

Este tipo de estabilización considera la combinación o mezcla de los materiales del suelo existente con materiales de préstamo escarificado 15cm como mínimo, esta combinación deberá ser compactada al 95% de MDS. (M.T.C., 2014, pág. 98)

2.6.1.2. Estabilización por sustitución de suelos

Se aplica cuando se prevea la construcción de la subrasante mejorada solamente con material adicionado, pueden presentarse dos casos, que se construya la capa directamente sobre el suelo natural existente o que éste deba ser excavado previamente y reemplazado por el material de adición.

En el primer caso, el suelo existente se deberá escarificar, conformar y compactar a la densidad especificada para el espesor de la subrasante en una profundidad de 15 cm.

En el segundo caso, el mejoramiento con material totalmente adicionado implica la remoción total del suelo natural existente, de acuerdo al espesor de reemplazo. (M.T.C., 2014, pág. 98)

2.6.1.3. Estabilización con cal

El efecto de aplicar suelo-cal radica en cambiar la plasticidad de los suelos, es decir aumentan el valor del límite líquido y plástico, así como su humedad óptima de compactación, generando un aumento significativo en la resistencia del suelo a las solicitaciones de carga. (M.T.C., 2014, pág. 101)

2.6.1.4. Estabilización con cemento

Consiste en mezclar cemento con el suelo suficientemente disgregado, al compactar y curar adecuadamente se obtiene un material endurecido mucho más resistente a las solicitaciones de carga, se debe tener en cuenta que la ejecución, tipo de curado y la dosificación de cemento, suelo y agua influenciara en el comportamiento final. (M.T.C., 2014, pág. 102)

2.6.1.5. Estabilización con cloruro de sodio

En términos comunes es el mejoramiento de la subrasante con sal, cuya función fundamental es absorber la humedad del aire y de los materiales que lo rodean, se recomienda estabilizar con sal todos aquellos suelos que no deben contener más de 3% de materia orgánica, la capa de suelo estabilizado será de 15 0 20cm según se especifique el requerimiento. (M.T.C., 2014, pág. 104)

2.6.1.6. Estabilización con asfalto

La mezcla de asfalto y suelo aumenta su estabilidad gracias a sus características de ligante e impermeabilización, existen diferentes tipos de material asfáltico, sin embargo, su elección dependerá de la granulometría del suelo, su humedad y de las condiciones climáticas. (M.T.C., 2014, pág. 107)

2.6.1.7. Estabilización con geosintéticos

La resistencia a la tracción que ofrecen los geosintéticos es relevante para el mejoramiento de la subrasante, es así por ejemplo que los geotextiles y geomallas que funcionan como: separadores, filtros y con una resistencia al esfuerzo es aprovechado para la estabilización mecánica de los suelos. Las arenas, limos y arcillas orgánicas son los tipos de suelo adecuado para su aplicación. (M.T.C., 2014, pág. 109)

2.6.2. Factores para determinar el tipo de estabilización

Se consideran como materiales aptos para las capas de subrasante suelos con $CBR \geq 6\%$. En caso de ser menor (subrasante pobre o subrasante inadecuado), se deberá mejorar o seleccionar el método adecuado de estabilizador. Los factores que se consideran al seleccionar el método más conveniente de estabilización son:

- Tipo de suelo a estabilizar
- Uso propuesto de suelo estabilizado
- Tipo de aditivo estabilizador de suelo
- Experiencia en el tipo de estabilizador que se aplicara
- Disponibilidad del tipo del aditivo estabilizador
- Disponibilidad del equipo adecuado
- Costos comparativos.

(M.T.C., 2014, págs. 92, 94)

2.7. Pegamento sintético a base de poliacetato de vinilo-COLA EXTRA

Es un adhesivo sintético de color blanco a base de poliacetato de vinilo, de alta concentración, con aditivos de gran poder adhesivo, apto para procesos que requieran cortos tiempo de secado. (TEKNOQUIMICA, 2011)

En la Figura N°3 se observa la presentación del pegamento sintético COLA EXTRA a base de poliacetato de vinilo.

Figura N° 3 Presentación del pegamento sintético COLA EXTRA.



1.- Contenido Neto: 4 Kg; 2.- Tipo: Balde Plástico; 3.- Marca: TEKNO
Fuente: Ficha Técnica de Teknoquímica S.A.

Su fabricación se rige estrictamente en las normas técnicas peruanas (NTP) que se detallan en el siguiente cuadro N° 17.

Cuadro N° 17 Normas técnicas peruanas que rigen los adhesivos sintéticos

NORMA	DESCRIPCION
NTP 319.180:1981	ADHESIVOS. Determinación de resistencia a la tracción en uniones adhesivas en madera. 1ª Edición
NTP 319.194:1982	ADHESIVOS. Determinación de la vida útil. 1ª Edición
NTP 319.195:1982	ADHESIVOS. Determinación de la resistencia al pelado de los ensambles de fuerte cohesión. Método de rodillos móviles. 1ª Edición
NTP 319.197:1984	ADHESIVOS. Determinación del efecto de la humedad y temperatura sobre uniones adhesivas. 1ª Edición

Fuente: Normas Legales, diario El Peruano.

Vale destacar que el pegamento sintético COLA EXTRA se comercializa en la actualidad como una cola adhesiva adecuado para la unión de todo tipo de material entre sí, maderas, ensamblaje, fabricación de muebles e incluso en trabajos a temperaturas muy bajas. En el cuadro N° 18 se muestra las propiedades físico-químicas del pegamento sintético EXTRA. (TEKNOQUIMICA, 2011)

Cuadro N° 18 Propiedades físico-químicas del pegamento TEKNO

COLA SINTETICA EXTRA	PROPIEDADES
Tipo de adhesivo	Acuoso
Base	Polivinil acetato en emulsión acuosa
Color	Blanco
Contenido de sólidos en peso	49.50 – 51.50 %
Densidad	1.01 – 1.06 gr/ml
Viscosidad de entrega	10000 – 16000 cps (Brookfield RVT spin 4/5 rpm 23°C)
Película	Incolora
Tiempo útil de almacenaje	En lugares ventilados, bajo sombra a temperaturas entre 15° - 25 °C hasta 9 meses en su envase original sellado

Fuente: Ficha Técnica de Teknoquímica S.A.

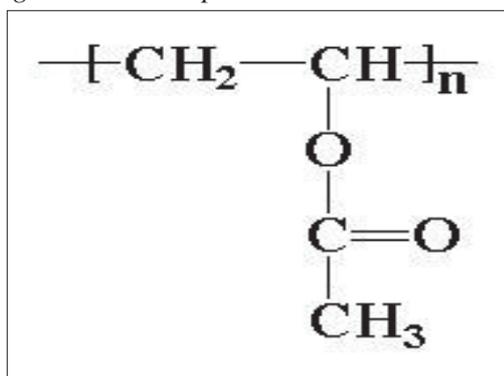
2.7.1. Poliacetato de vinilo

El poliacetato de vinilo, acetato de polivinilo, PVA, PVAc o poli (etenil etanoato) es un polímero sintético gomoso con formula abreviada $(C_4H_6O_2)_n$. Pertenece a una familia de los polímeros polivinil éster más fácilmente obtenible y de más amplio uso. Con fórmula general $(R-COOCHCH_2)$, se trata de un tipo de termoplástico. (Wallace Billmeyer, 2012)

2.7.2. Estructura química y síntesis

El acetato de polivinilo es un componente de un tipo ampliamente usado de adhesivo, que se refiere indistintamente como cola para madera, cola blanca, cola de carpintero, cola escolar o cola vinílica. La estructura química del polímero se compone sucesiones de los grupos vinilacetato. Ver Figura N° 4

Figura N° 4 Grupos estructurales-vinilacetato



Fuente: Wallace Billmeyer, Ciencia de los polímeros.

El acetato de polivinilo es preparado por radicales libres del monómero acetato de vinilo. El monómero de acetato de vinilo, fue a escala industrial producido por primera vez por la

adición de ácido acético al acetileno con una sal mercurio, ahora está compuesta principalmente por la adición oxidativa catalizado con paladio de ácido acético al etileno.

En la figura N° 5 se observa que la ligadura de vinilo es activada ya que ella tiene un electrón sin unir con el otro átomo de carbono, iniciándose una reacción en cadena de radicales libres. (Wallace Billmeyer, 2012)

Figura N° 5 Radicales libres del monómero

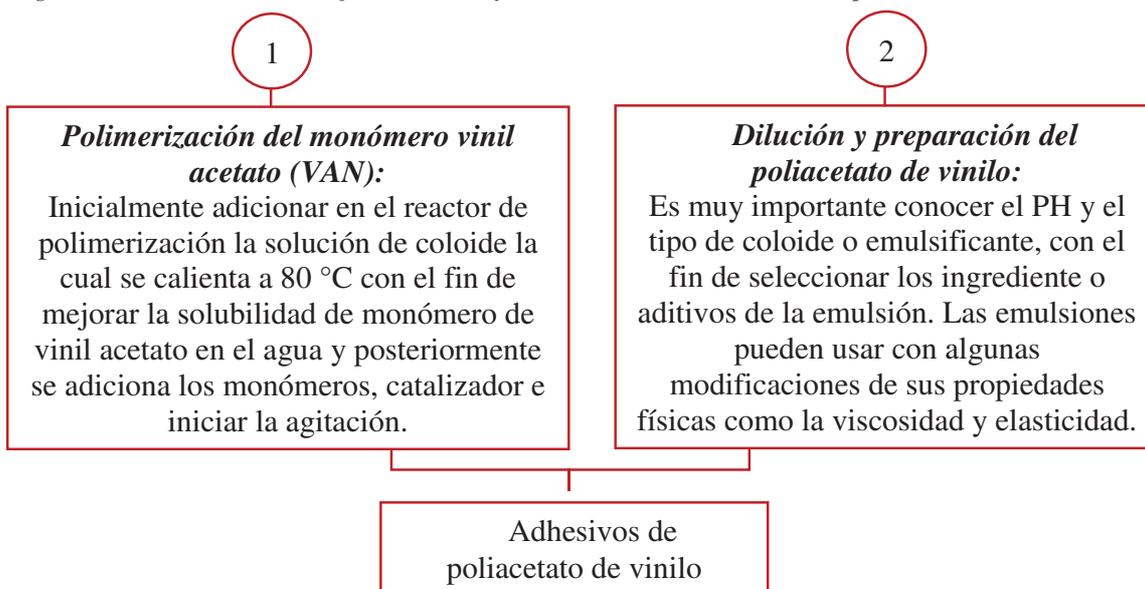


Fuente: (Wallace Billmeyer, 2012)

2.7.3. Proceso de fabricación

Según Wallace Billmeyer (2012), indica que el poliacetato de vinilo se obtiene mediante la industria de los adhesivos por los métodos convencionales de polimerización y dilución que muestra en el diagrama N° 5.

Diagrama N° 5 Proceso de fabricación y obtención de PS a base de poliacetato de vinilo



Fuente: Elaboración propia vasado a Wallace Billmeyer, ciencia de los polímeros

2.8. Método de guía AASHTO 93 de diseño para pavimento flexible

Este procedimiento de estimación de espesores del pavimento está basado en modelos de la performance del pavimento, las cargas vehiculares y resistencia de la subrasante. El propósito es determinar el Numero Estructural (SN), que permite determinar un conjunto de espesores de cada capa de la estructura del pavimento, además toma el nivel de suelo subrasante como base de la estructura para soportar las cargas vehiculares asignado a una serviciabilidad durante el periodo de diseño. M.C.S.G.G.P (M.T.C., 2014)

2.8.1. Periodo de diseño

El periodo de diseño a ser empleado para pavimentos flexibles será hasta de 10 años para caminos de bajo volumen de tránsito, periodos de diseños por dos etapas de 10 años y periodo de una etapa de 20 años, según el manual de M.C.S.G.G.P (M.T.C., 2014)

2.8.2. Variables

La ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible es la siguiente:

$$\text{Log}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log} M_R - 8.07 \dots (15)$$

Donde:

W_{18} : El tránsito en ejes equivalentes acumulados para el periodo diseño (Tn).

Z_R : Coeficiente estadístico de la desviación estándar normal

R: El parámetro de confiabilidad (%)

S_0 : Error entandar combinado

M_R : El módulo de resiliencia efectivo, del material usado de la subrasante (psi).

ΔPSI : La pérdida o diferencia entre índices de serviciabilidad inicial y final.

SN: Numero estructural

2.8.2.1. Trafico W_{18}

La metodología AASHTO 93 considera la vida útil de un pavimento relacionado al número de repeticiones de carga que podrá soportar el pavimento antes de llegar a las condiciones de serviciabilidad final predeterminada para la vida.

El método AASHTO 93 utiliza en su formula el número de repeticiones esperadas de carga de ejes equivalentes, es decir que antes de entrar a las fórmulas de diseño, se deberá de

transformar los ejes de pesos normales de los vehículos que circularan por la vía a ejes sencillos equivalentes de 18 kips (8.2 tn) conocido también como ESAL’s (equivalent single axle load, por sus siglas en ingles). M.C.S.G.G.P (M.T.C., 2014)

Para el tráfico del diseño de pavimento flexible, el M.C.S.G.G.P de MTC define tres categorías.

- a) Caminos de bajo volumen de tránsito, de 150, 001 hasta 1’000,000 EE, del carril de periodo de diseño.
- b) Caminos que tienen un tránsito, de 1’000,001 hasta 30’000,000 EE, del carril de periodo de diseño.
- c) Caminos que tienen un tránsito mayor de 30’000,00 del carril de periodo de diseño.

2.8.2.2. Módulo de resiliencia de la subrasante (M_R)

Es una medida de la rigidez del suelo subrasante, se calcula mediante una relación que correlaciona con el CBR, recomendada por el MEPDG⁵ . M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

2.8.2.3. Confiabilidad (R)

El método AASHTO incorpora el criterio de la confiabilidad (R) que representa la probabilidad que una determinada estructura se comporta, durante su periodo de diseño. Esta probabilidad está en función de la variabilidad de los factores que influyen sobre la estructura del pavimento y su comportamiento. M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

El cuadro N°19 presenta niveles recomendados de confiabilidad para diversas clasificaciones funcionales. (AASHTO, 1993)

Cuadro N° 19 Niveles de confiabilidad (R) para diferentes clasificaciones funcionales de carretera

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	NIVEL RECOMENDADO DE CONFIABILIDAD	
	URBANO	RURAL
Autopistas Interestatales y autopistas	85 – 99.90	80 – 99.90
Arteria Principales	80 – 99	75 – 95
Colectoras	80 – 95	75 – 95
Local	50 - 80	50 – 80

Fuente: Guide for design of paviments structures de (AASHTO, 1993)

⁵ MEPDG: Mechanistic Empirical Pavement Design Guide

El cuadro N°20 muestra valores de desviación estándar normal (Zr) correspondiente a la confiabilidad determinada expresado en porcentajes.

Cuadro N° 20 Valores de la desviación estándar normal (Zr) correspondiente a niveles seleccionados de confiabilidad.

CONFIABILIDAD R (%)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Fuente: Guide for design of paviments structures de (AASHTO, 1993)

2.8.2.4. Desviación estándar combinada (S_o)

Es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento como por ejemplo construcción, medio ambiente, incertidumbre del modelo. La guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, valores S_o comprendidos entre 0.40 y 0.50, en la presente investigación se adoptó $S_o = 0.45$ para el diseño del pavimento flexible según el manual el M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

2.8.2.5. Índice de serviciabilidad (PSI)

Es la comodidad de circulación ofrecida al usuario, su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja la mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor 0 refleja el

peor. Cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece.
M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

El cuadro N°21 indica el índice de serviciabilidad para determinar la clasificación.

Cuadro N° 21 Clasificación de Índice de serviciabilidad

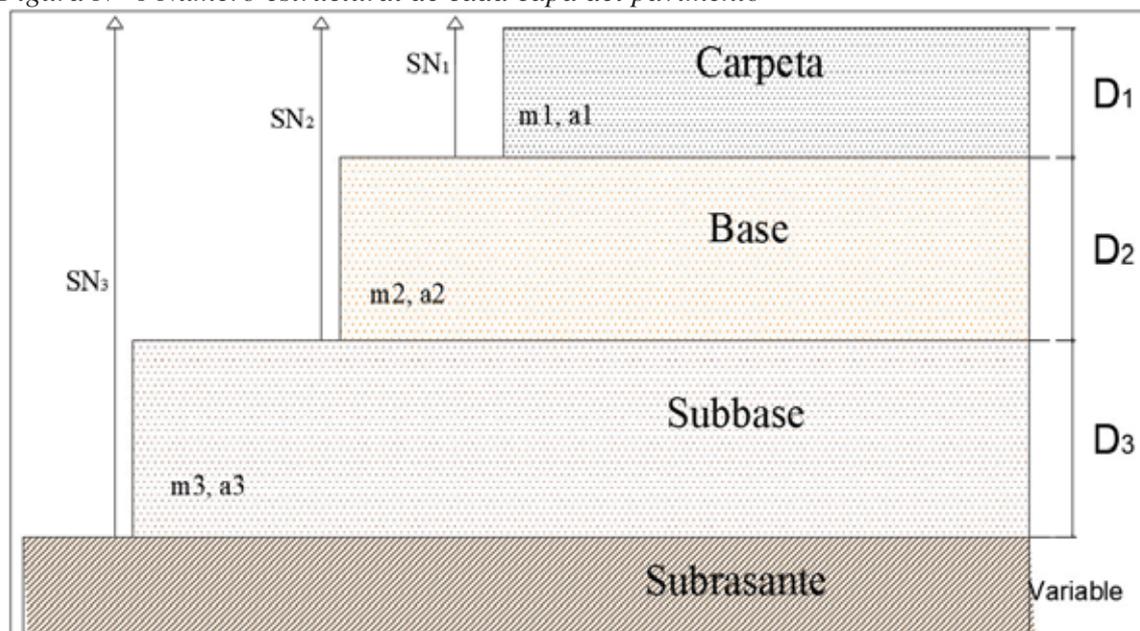
ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD (P)	CALIFICACIÓN
0 – 1	Muy Mala
1 – 2	Mala
2 – 3	Regular
3 – 4	Buena
4 - 5	Muy Buena

Fuente: Guide for design of paviments structures de (AASHTO, 1993)

2.8.2.6. Numero estructural requerido (SNR)

Los datos obtenidos se aplican a la ecuación de diseño AASHTO y se obtiene el numero estructural que representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán como la carpeta de rodadura, base y subbase, mediante el uso de los coeficientes estructurales como muestra la figura N° 6, esta conversión se obtiene aplicando la siguiente fórmula N° 16. M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

Figura N° 6 Numero estructural de cada capa del pavimento



Fuente: Elaboración propia

Formula:

$$SN_T = a_1 \times d_1 + a_2 \times m_2 \times d_2 + a_3 \times m_3 \times d_3 \dots\dots\dots (16)$$

Donde:

SN_T = Numero estructural total

a₁, a₂, a₃ = Coeficientes estructurales de las capas de los materiales de la superficie de rodadura, base, subbase, respectivamente.

d₁, d₂, d₃ = Espesores (en centímetros) de las capas, superficial, base, subbase respectivamente.

m₂, m₃ = Coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase respectivamente.

I. Coeficientes estructurales de las capas

El M.C.S.G.G.P⁶ del MTC considera diversos coeficientes de capa (subrasante, Subbase y base) basado en la guía AASHTO 93. El cuadro N°22 menciona los coeficientes de las capas estructurales

Cuadro N° 22 Coeficientes de capas estructurales

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	CBR (%)	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a _i (cm)
Carpeta asfáltica en caliente con módulo 430,000 PSI a 20 °C (68 o F)		a ₁	0.30/pulg (0.17/cm)
Base granular compactada a 100% de la MDS	100	a ₂	0.14 pulg (0.054/cm)
Sub Base Granula compactada 100% de la MDS	40	a ₃	0.13/pulg (0.047/cm)

Fuente: Guide for design of paviments structures de (AASHTO, 1993)

⁶ M.C.S.G.G.P: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos sección de suelos y pavimentos

II. Coeficientes de drenaje

La ecuación AASHTO indica que el drenaje está considerado dentro del diseño como un factor que afecta directamente el coeficiente de capa y se estima en función del porcentaje de tiempo que la estructura esta próxima a la saturación y de acuerdo a la calidad de drenaje.

La saturación de la estructura está en función de las características de la granulometría de los componentes del pavimento y de la porosidad, así como del caudal del agua que pueda ingresar por precipitaciones pluviales, capilaridad o nivel freático. El valor del coeficiente de drenaje está dado por dos variables que muestra el cuadro N°23 y cuadro N°24. M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

Cuadro N° 23 Clasificación de la calidad de drenaje

CALIDAD DE DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drena

Fuente: Guide for design of paviments structures de (AASHTO, 1993)

Cuadro N° 24 Valores de coeficiente de drenaje (mi), para Base y Sub Base.

CALIDAD DE DRENAJE	% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO QUE ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANOS A LA SATURACION (P)			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	> 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Guide for design of paviments structures de (AASHTO, 1993)

2.9. Método de guía AASHTO 93 de diseño para pavimento rígido

El método AASHTO 93 estima que para una construcción nueva de pavimento comienza a ofrecer un servicio de alto nivel a medida transcurre el tiempo y con las repeticiones de carga de tránsito, el nivel de servicio baja. El método impone un nivel de servicio final que se debe mantener al concluir el periodo de diseño, y se calculara mediante la siguiente fórmula N° 17. M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

Formula:

$$\log(W_{8.2}) = Z_R S_0 + 7.35 \log(D + 1) - 0.06 + \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \log \left[\frac{M_r C_d (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 J (0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(\frac{E_c}{k})^{0.25}})} \right] \quad (17)$$

Donde:

$W_{8.2}$: Numero previsto de ejes equivalentes de 8.2 tn. para el periodo diseño (T_n).

Z_R : Coeficiente estadístico de la desviación estándar normal

R: El parámetro de confiabilidad (%)

S_0 : Error entandar combinado

D: Espesor del pavimento de concreto (mm)

ΔPSI : La pérdida o diferencia entre índices de serviciabilidad inicial y final.

P_t : Índice de serviciabilidad o servicio final.

M_r : Resistencia media de concreto en (Mpa) a flexo tracción a 28 días.

C_d : Coeficiente de drenaje.

J: Coeficiente de transmisión de carga en las juntas.

E_c : Modulo de Elasticidad de concreto en (Mpa).

K: Modulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase y subrasante)

2.9.1. Periodo de diseño

El periodo de diseño para pavimento rígido será mínimo de 20, esto lo establece el M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

2.9.2. Variables

2.9.2.1. Tránsito o ESAL's ($W_{8.2}$)

El método AASHTO 93, indica que es la transformación de cargas de ejes de todo tipo de vehículo en ejes simples equivalentes de 8.2 tn. de peso comúnmente llamado ESAL's.

Para el caso del tráfico y del diseño de pavimento rígido, en el M.C.S.G.G.P del (M.T.C., 2014), define tres categorías.

- d) Caminos de bajo volumen de tránsito, de 150, 001 hasta 1'000,000 EE, del carril de periodo de diseño.
- e) Caminos que tienen un tránsito, de 1'000,001 hasta 30'000,000 EE, del carril de periodo de diseño.
- f) Caminos que tienen un tránsito mayor de 30'000,00 del carril de periodo de diseño.

2.9.2.2. *Serviciabilidad*

El AASHTO 93 caracteriza el servicio con dos parámetros como índice de servicio inicial (P_i) e índice de servicio final o terminal (P_t). En la ecuación del diseño entra la diferencia de los índices de servicio (ΔPSI) según el M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

2.9.2.3. *Confiabilidad (R) y la desviación estándar (S_o)*

La confiabilidad ha sido incorporada con el propósito de cuantificar la variabilidad propia de los materiales y procesos constructivos. La confiabilidad es en cierta manera un factor de seguridad que equivale incrementar en una proporción el tránsito previsto al periodo de diseño según el M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

El rango para S_o esta sugerido por AASHTO y está comprendida entre $0.30 < S_o < 0.40$, el M.C.S.G.G.P recomienda un $S_o = 0.35$.

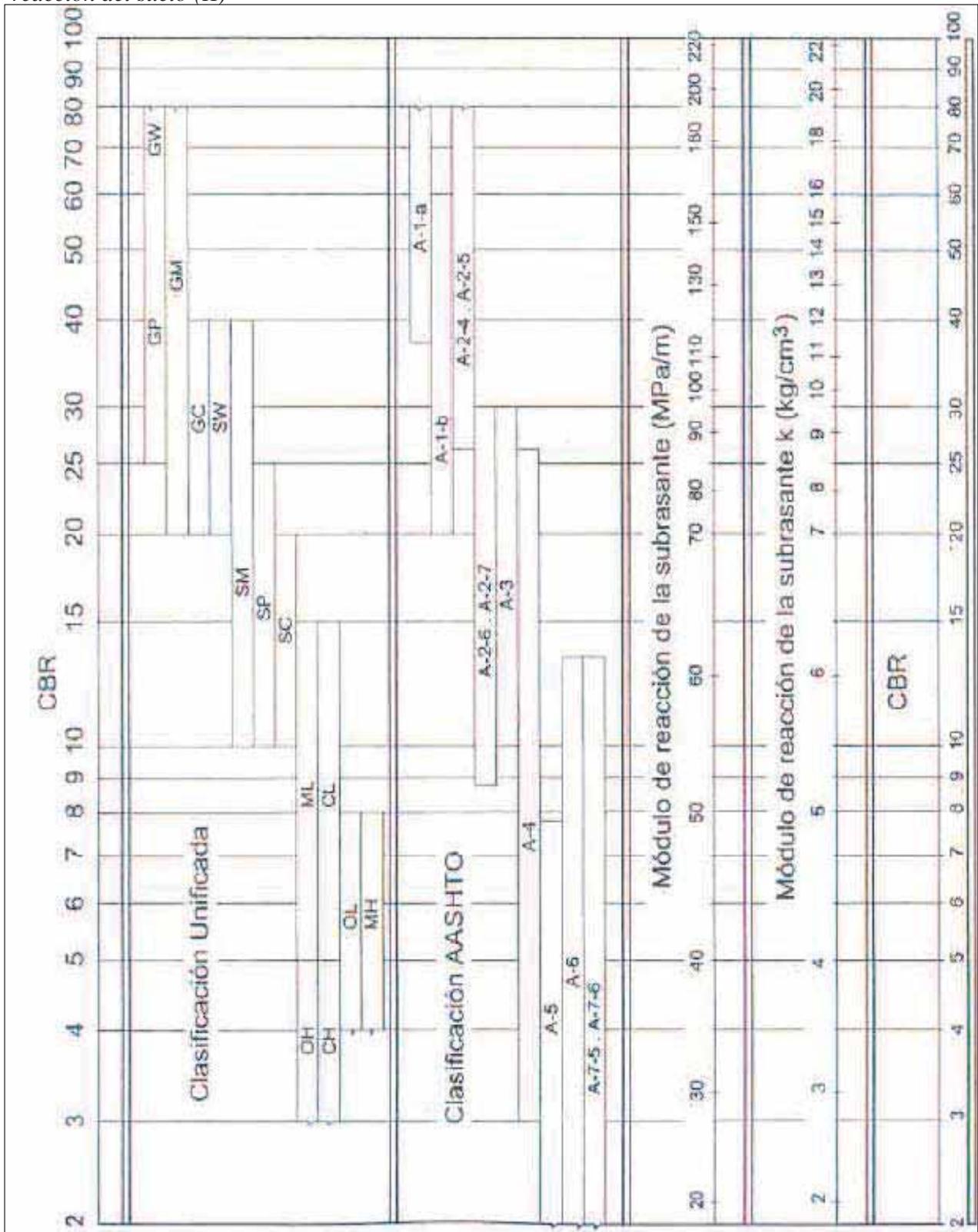
2.9.2.4. *Módulo de reacción de la subrasante (K_c)*

En un parámetro que caracteriza al tipo de subrasante y es el módulo de la subrasante (K). Adicionalmente se contempla una mejora en el nivel de soporte de la subrasante con la colocación de capas intermedias granulares o tratadas, efecto que mejora las condiciones de apoyo y puede llegar a reducir el espesor calculado del concreto. Esta mejora se introduce con el módulo de reacción combinado (K_c). M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

La investigación utilizara la alternativa que da AASHTO de utilizar correlaciones directas que permiten obtener el coeficiente de reacción K , en función de la clasificación de suelos y el CBR, para lo cual se muestra la gráfica N°7.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Figura N° 7 Cuadro de correlación de CBR y clasificación de suelos para obtener el módulo de reacción del suelo (K)



Fuente: “Manual de Carreteras, Suelos, Geotecnia, Geología y pavimentos (MTC -2014)”

2.9.2.5. Resistencia a flexotraccion del concreto M_r ($S'c$)

Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión es que se introduce este parámetro en la ecuación AASHTO 93.

El módulo de rotura ($S'c$) del concreto se correlaciona con el módulo de compresión ($f'c$) del concreto mediante la siguiente ecuación:

$$S'c = a \times \sqrt{f'c} \dots\dots\dots (18)$$

Los valores de “a” varían entre 8 y 10 según el (AASHTO, 1993)

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ transformando la unidad a (psi) es $F'c = 2986.89 \text{ psi}$

2.9.2.6. Modulo elástico del concreto (E_c)

El módulo de elasticidad del concreto es un parámetro particularmente importante para el dimensionamiento de estructuras de concreto armado. La predicción del mismo se puede efectuar a partir de la resistencia a compresión o flexotraccion, a través de correlaciones establecidas. AASHTO indica que el módulo elástico puede ser estimado usando una correlación, recomendada por ACI, obtenido mediante el ensayo ASTM C – 469. M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

$$E_c = 57,000 \times \sqrt{F'c}, (f'c \text{ en PSI}) \dots\dots\dots (19)$$

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ transformando la unidad a (psi) es $F'c = 2986.89 \text{ psi}$

2.9.2.7. Coeficiente de drenaje (C_d)

La metodología AASHTO incorpora el coeficiente de drenaje (C_d) para considerarlo en el diseño y para su cálculo se tiene los siguientes datos como muestra el cuadro N°25 y 26 según el M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

Cuadro N° 25 Condición de Drenaje para determinar el porcentaje de saturación

CALIDAD DE DRENAJE	50% DE SATURACIÓN EN:	80% DE SATURACIÓN EN
Excelente	2 horas	2 horas
Buena	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	más de 10 horas
Deficiente	Agua no drena	Mucho más de 10 horas

Fuente: (Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014)

Cuadro N° 26 Coeficiente de drenaje de capas granulares Cd

CALIDAD DE DRENAJE	% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO QUE ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANOS A LA SATURACION (P)			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	> 25%
Excelente	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Regular	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Fuente: Guide for design of paviments structures de (AASHTO, 1993)

2.9.2.8. Coeficiente de transito de cargas (J)

Es un parámetro empleado para el diseño de pavimentos del concreto que expresa la capacidad de la estructura como transmisoras de cargas entre juntas y fisuras. El valor de J es directamente proporcional al valor final del espesor de la losa de concreto. Es decir, a menor valor de J, menor espesor de concreto. M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

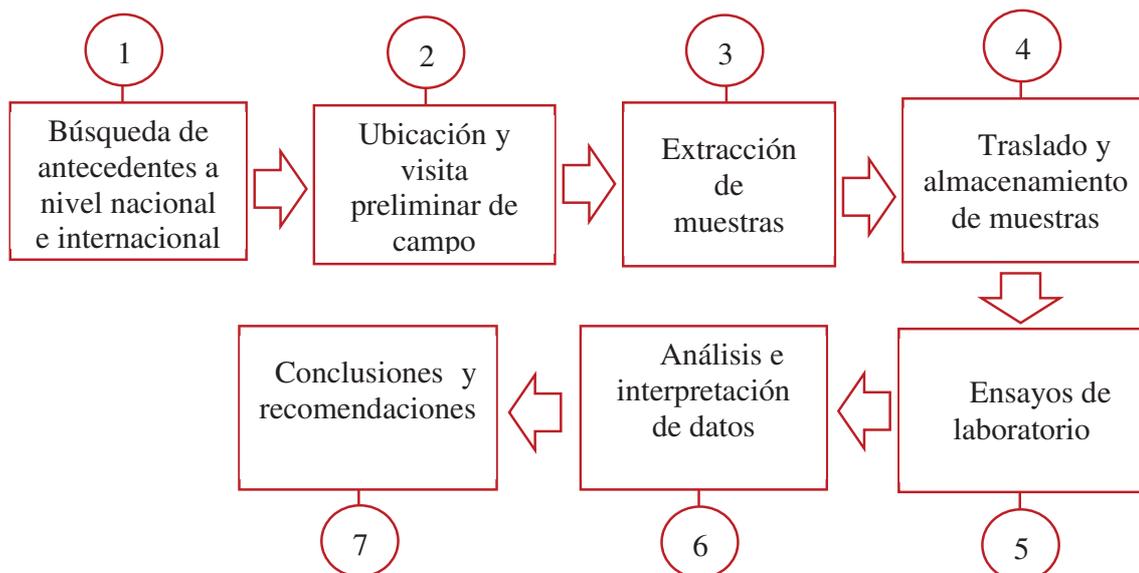
Para pavimentos rígidos que llevaran juntas reforzadas se tomó **J = 3.2** según M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014).

CAPITULO III: RECOLECCION DE DATOS

3.1. Proceso de la recolección e interpretación de datos del proyecto

El siguiente diagrama N°6 muestra el resumen del desarrollo general de la obtención e interpretación de datos.

Diagrama N° 6 Pasos del proceso de recolección de datos



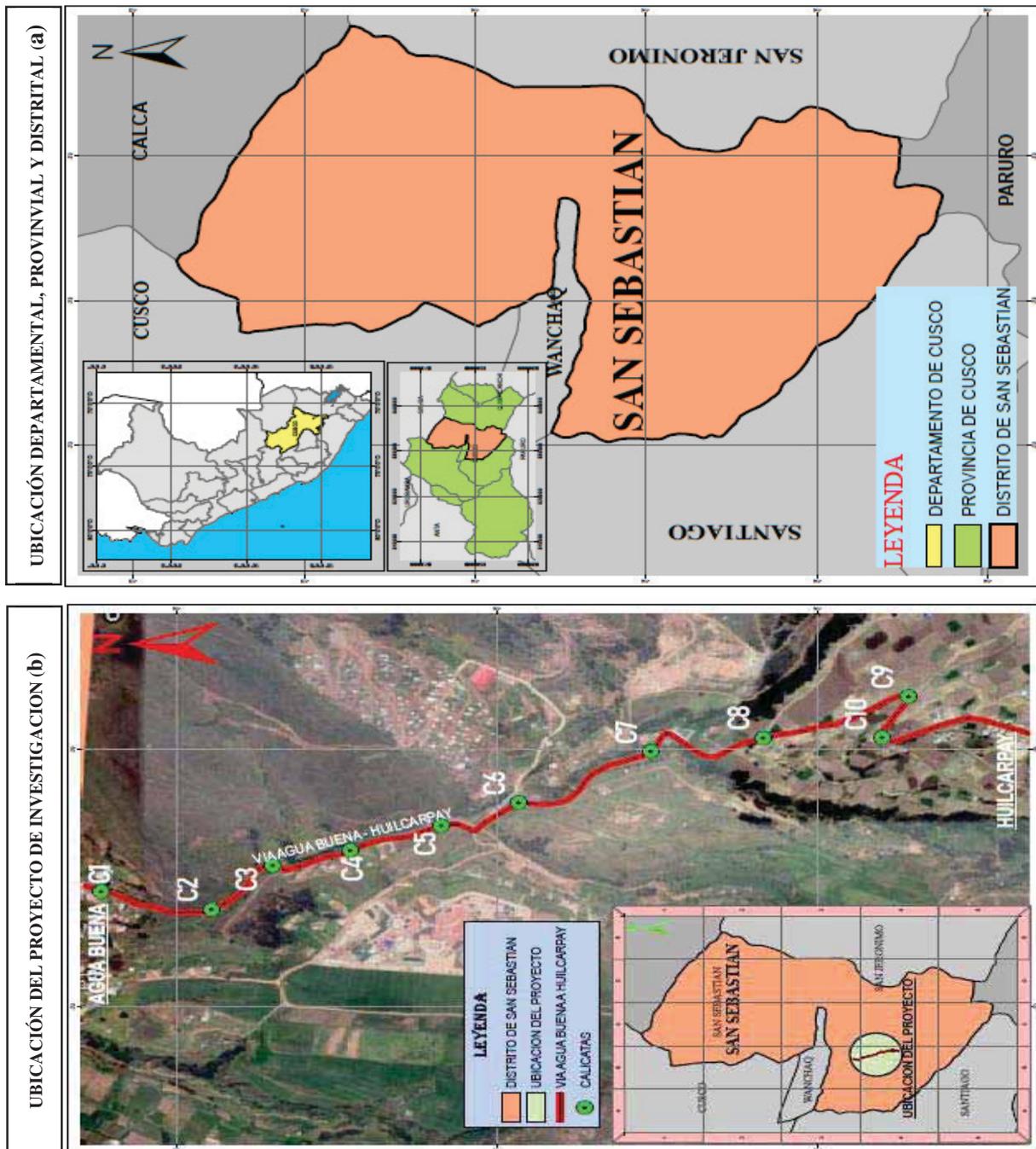
Fuente: Elaboración propia

3.1.1. Ubicación del proyecto de investigación

El proyecto de investigación está ubicado entre las progresivas 0+00 Km y 2+500 Km que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay perteneciente al distrito de San Sebastián, provincia, departamento de Cusco. La figura N°8, (a) muestra la ubicación departamental, provincial y distrital, (b) muestra la ubicación de la vía de estudio.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Figura N° 8 Ubicación geográfica del proyecto de investigación



Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Descripción del tramo de estudio

El tramo de estudio cuenta con 2500 m de longitud y presenta un ancho promedio de 5.60 m, esta carretera considerada como red vial vecinal o rural básicamente está destinada a conectar el centro poblado de Huilcarpay con la ciudad del Cusco, contribuyendo al

desarrollo económico, social y cultural de los pobladores, el área que cubre este tramo de carretera está básicamente cubierta de cultivos de cereales, papas, maíz y terrenos destinados a lotizaciones urbanas. Vale destacar que este tramo presenta cambios de relieve, geología y conforma una cuenca cuyo cauce es el principal medio de riego para la agricultura que es la principal actividad económica del sector, según los pobladores de la zona se estima que casi el 70% de los habitantes de Huilcarpay se debe a esta actividad. Las fotografías N° 1, (a) muestra parte del tramo de carretera y la cuenca que conforma el valle, (b) muestra las áreas confluyentes con terrenos lotizados y campos de cultivo.

Fotografía N° 1 Tramo de carretera en estudio y áreas confluyentes



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Visita preliminar de campo

La visita e inspección visual preliminar de la vía de interés se hizo con el propósito de identificar y distinguir los puntos en los cuales se realizó la excavación de calicatas, el procedimiento consistió en la observación visual de taludes, donde se apreció suelos con distinta formación geológica, se observaron gravas y arenas en un tramo inicial hasta la progresiva 0+500 Km aproximadamente y se identificó limos y arcillas en el tramo restante.

El resultado de la visita preliminar logro identificar 10 puntos de exploración a través de calicatas, las fotografías N°2, (a) y (b) muestran la localización de los puntos 1 y 2 respectivamente.

Fotografía N° 2 Ubicación de las Calicatas C-1 y C-2, según sus características y estrato.



(a)

(b)

El Registro e identificación de calicatas se muestra en el Anexo A.1 y fotografías en el anexo D.1

Fuente: Elaboración propia

3.1.4. Extracción de muestras a través de la excavación de calicatas

Se utilizó equipo mecánico (retroexcavadora) para la excavación de calicatas, debido a que la investigación no requirió la extracción de muestras inalteradas, la cantidad de calicatas exploradas fueron 10.

La ubicación y excavación de las 10 calicatas se realizó en forma alternada distantes cada 250 m aproximadamente como muestra en la figura N°8 (b) con una profundidad mínima de 1.50 m que establece el “Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC”.

Las muestras fueron recolectadas en cuatro costales de color blanco, con un peso promedio de 45Kg por costal. Cada unidad fue minuciosamente marcada con su respectivo código de identificación que detallo el nombre del proyecto de investigación, nombre de la calicata extraída, características del suelo, norma que rige el muestreo de suelos y la fecha de extracción. Las descripciones de las características de muestras extraídas en cada calicata se detallan a continuación.

CALICATA C-01: Se ubicó en la progresiva 0+00 km a una profundidad de 1.60m en la vía Agua buena a Huilcarpay, excavado del lado izquierdo de la calzada, presento dos estratos:

- Estrato 01: hasta una profundidad de 0.40m se encontró un suelo arcilla plástica de color blanco.
- Estrato 02: hasta 1.20m se detectó un suelo limo arcilloso de color marrón.

EST.	PROF.	COLOR	SIMB.
01	0.40 m		
02	1.20 m		

Las fotografías N° 3 (a) y (b) muestran la excavación y extracción de muestra respectivamente de la calicata C-1.

Fotografía N° 3 Excavación y extracción de la muestra de la Calicata C-1



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

CALICATA C-02: Se ubicó en la progresiva 0+260 km a una profundidad de 1.50m, excavado del lado derecho de la calzada, se presencié dos estratos:

- Estrato 01: hasta una profundidad de 0.50m se observó arcillas con presencia de grava de color rojizo.
- Estrato 02: hasta 1m se notó arenas con presencia de grava y piedras con coloración marrón.

EST.	PROF.	COLOR	SIMB.
01	0.50 m		
02	1.00 m		

Las fotografías N° 4 (a) y (b) muestran la excavación y extracción de muestra respectivamente de la calicata C-2.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Fotografía N° 4 Excavación y extracción de la muestra de la Calicata C-2



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

CALICATA C-03: Se ubicó en la progresiva 0+460 km a una profundidad de 1.50m, excavado del lado izquierdo de la calzada, se presenció solamente un estrato:

- Estrato 01: hasta una profundidad de 1.50m se identificó gravas y piedras con suelo marrón oscuro.

EST.	PROF.	COLOR.	SIMB.
01	1.50 m		

Las fotografías N° 5 (a) y (b) muestran la excavación y extracción de muestra respectivamente de la calicata C-3.

Fotografía N° 5 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-3



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

CALICATA C-04: Se ubicó en la progresiva 0+680 km a una profundidad de 1.60m, excavado del lado derecho de la calzada, se presencié dos estratos:

- Estrato 01: hasta una profundidad de 0.20m se apreció arcillas de color rojizo.
- Estrato 02: hasta 1.40m se halló suelo arcilla-limoso de color marrón oscuro además de pequeñas porciones de materia orgánica.

EST.	PROF.	COLOR	SIMB.
01	0.20 m		
02	1.40 m		

Las fotografías N° 6 (a) y (b) muestran la excavación y extracción de muestra respectivamente de la calicata C-4.

Fotografía N° 6 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-4



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

CALICATA C-05: Se ubicó en la progresiva 0+920 km a una profundidad de 1.50m, excavado del lado izquierdo de la calzada.

- Estrato 01: Se presencié arcilla de color rojo a 0.60m de profundidad.
- Estrato 02: hasta 0.90m se descubrió suelo de tipo arcilla de color marrón.

EST.	PROF.	COLOR	SIMB.
01	0.60 m		
02	0.90 m		

Las fotografías N° 7 (a) y (b) muestran la excavación y extracción de muestra respectivamente de la calicata C-5.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Fotografía N° 7 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-5



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

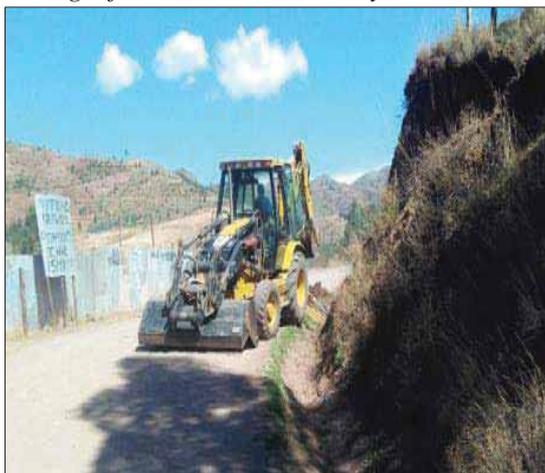
CALICATA C-06: Se ubicó en la progresiva 1+180 km a una profundidad de 1.60m, excavado del lado derecho de la calzada.

- Estrato 01: Se detectó suelo orgánico oscuro a 1.00 m de profundidad.
- Estrato 02: hasta 0.60m se observó suelo arcilloso de coloración marrón oscuro.

EST.	PROF.	COLOR	SIMB.
01	1.00 m		
02	0.60 m		

Las fotografías N° 8 (a) y (b) muestran la excavación y extracción de muestra respectivamente de la calicata C-6.

Fotografía N° 8 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-6



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

CALICATA C-07: Se ubicó en la progresiva 1+450 km a una profundidad de 1.50m, excavado del lado izquierdo de la calzada.

- Estrato 01: Solamente se notó suelo limo-arcilloso color marrón, hasta una profundidad de 1.50m.

EST.	PROF.	COLOR	SIMB.
01	1.50 m		

Las fotografías N° 9 (a) y (b) muestran la excavación y extracción de muestra respectivamente de la calicata C-7.

Fotografía N° 9 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-7



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

CALICATA C-08: Se ubicó en la progresiva 1+690 km, a una profundidad de 1.50m excavado del lado derecho de la calzada.

- Estrato 01: hasta una profundidad de 1.50m solamente se distinguió arcilla con presencia de arenilla de color marrón.

EST.	PROF.	COLOR	SIMB.
01	1.50 m		

Las fotografías N° 10 (a) y (b) muestran la excavación y extracción de muestra respectivamente de la calicata C-8.

Fotografía N° 10 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-8



Fuente: Elaboración propia

NOTA: Se debe aclarar el error en la descripción de calicata N°9 en lugar del N°8.

CALICATA C-09: Se ubicó en la progresiva 1+990 km a una profundidad de 1.50m, excavado del lado izquierdo de la calzada, se resalta solamente un estrato:

- Estrato 01: hasta una profundidad de 1.50m se halló presencia de suelo arcilla-limosa con mezcla de arenilla en suelo de coloración marrón oscuro.

EST.	PROF.	COLOR	SIMB.
01	1.50 m		

Las fotografías N° 11 (a) y (b) muestran la excavación y extracción de muestra respectivamente de la calicata C-9.

Fotografía N° 11 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-9



Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

CALICATA C-10: Se ubicó en la progresiva 2+140 km a una profundidad de 1.50m, excavado del lado derecho de la calzada.

- Estrato 01: hasta una profundidad de 0.50m se descubrió suelo orgánico de color negro.
- Estrato 02: hasta una profundidad de 1m se encontró suelo arcilloso de color marrón.

EST.	PROF.	COLOR	SIMB.
01	0.50 m		
02	1.00 m		

Las fotografías N° 12 (a) y (b) muestran la excavación y extracción de muestra respectivamente de la calicata C-10.

Fotografía N° 12 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-10



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

El cuadro N°27 resumen la profundidad y ubicación de las calicatas extraídas

Cuadro N° 27 Resumen general de la extracción de calicatas

CALICATA	PROF. (m)	PROGRESIVA	LADO	COORDENADAS UTM (WGS84)	
				NORTE	ESTE
C -01	1.6	0+000	Izquierdo	8500293.39 m S	181421.19 m E
C-02	1.5	0+260	Derecho	8500070.00 m S	181371.03 m E
C-03	1.5	0+460	Izquierdo	8499928.76 m S	181496.77 m E
C-04	1.6	0+680	Derecho	8499797.57 m S	181514.23 m E
C-05	1.5	0+920	Izquierdo	8499587.33 m S	181594.45 m E
C-06	1.5	1+180	Derecho	8499404.89 m S	181655.62 m E
C-07	1.5	1+450	Izquierdo	8499132.38 m S	181794.00 m E
C-08	1.5	1+690	Derecho	8498887.94 m S	181823.73 m E
C-09	1.6	1+990	Izquierdo	8498605.07 m S	181917.47 m E
C-10	1.5	2+140	Derecho	8498658.31 m S	181831.05 m E

Fuente: Elaboración propia

3.1.5. Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio que condujeron a la determinación de las propiedades físico-mecánicas de los suelos extraídos, se detalla en la descripción del manual de ensayos de materiales para carreteras del MTC (EM-2000). En el cuadro N° 28 se puede observar la relación de los ensayos realizados y su respectiva norma vigente que las rige.

Cuadro N° 28 Normas que rigen los ensayos realizados

ENSAYOS	NORMA NACIONAL	NORMAS INTERNACIONALES	
<i>Propiedades físicas</i>			
Análisis granulométrico por Tamizado	NTP 339.128	ASTM D 422	AASHTO T 88
Contenido de humedad	NTP 339.127	ASTM D 2216	---
Limite liquido	NTP 339.129	ASTM D 4318	AASHTO T 89
Limite plástico	NTP 339.129	ASTM D 4318	AASHTO T 90
Clasificación de suelos método SUCS	NTP 339.134	ASTM D 2487	---
Clasificación de suelos método AASHTO	NTP 339.135	ASTM D 3282	AASHTO-145
<i>Propiedades mecánicas</i>			
Proctor modificado	NTP 339.141	ASTM D 1557	AASHTO T 180
Proctor estándar	NTP 339.142	ASTM D 698	AASHTO T 99
Relación de soporte (CBR)	NTP 339.145	ASTM D 1883	AASHTO T 193
Durabilidad de suelos	---	---	---
Compresión NO confinada	NTP 339.167	ASTM D 2166	AASHTO T 208

Fuente: Elaboración propia basado al Manual de ensayo de materiales EM 2000

En los cuadros N° 29 y 30 muestran la cantidad de ensayos realizados para determinar las propiedades físicas y mecánicas para el proyecto de investigación.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 29 Número de ensayos realizados para determinar las propiedades físicas

ENSAYOS <i>Propiedades físicas</i>	CALICTAS DE ESTUDIO										Sub total
	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	
Análisis granulométrico por Tamizado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Contenido de humedad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Limite liquido	1	---	1	1	1	1	---	---	1	1	7
Limite Liquido con PS	5	---	5	5	5	5	---	---	5	5	35
Limite plástico	1	---	1	1	1	1	---	---	1	1	7
Limite Plástico con PS	5	---	5	5	5	5	---	---	5	5	35
Número total de ensayos Realizados											104

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 30 Número de ensayos realizados para determinar las propiedades mecánicas

ENSAYOS <i>Propiedades mecánicas</i>	TIPO I	TIPO II	TIPO III	TIPO IV	Sub total
	C-1, C-8	C-2, C-3	C-4, C-6, C-7, C-9, C.10	C-5	
Proctor modificado	---	6	---	---	6
Proctor estándar	6	---	6	6	18
Relación de soporte (CBR)	6	6	6	6	24
Durabilidad de suelos	4	4	4	4	16
Compresión NO confinada	---	---	4	3	7
Número total de ensayos Realizados					71

Fuente: Elaboración propia

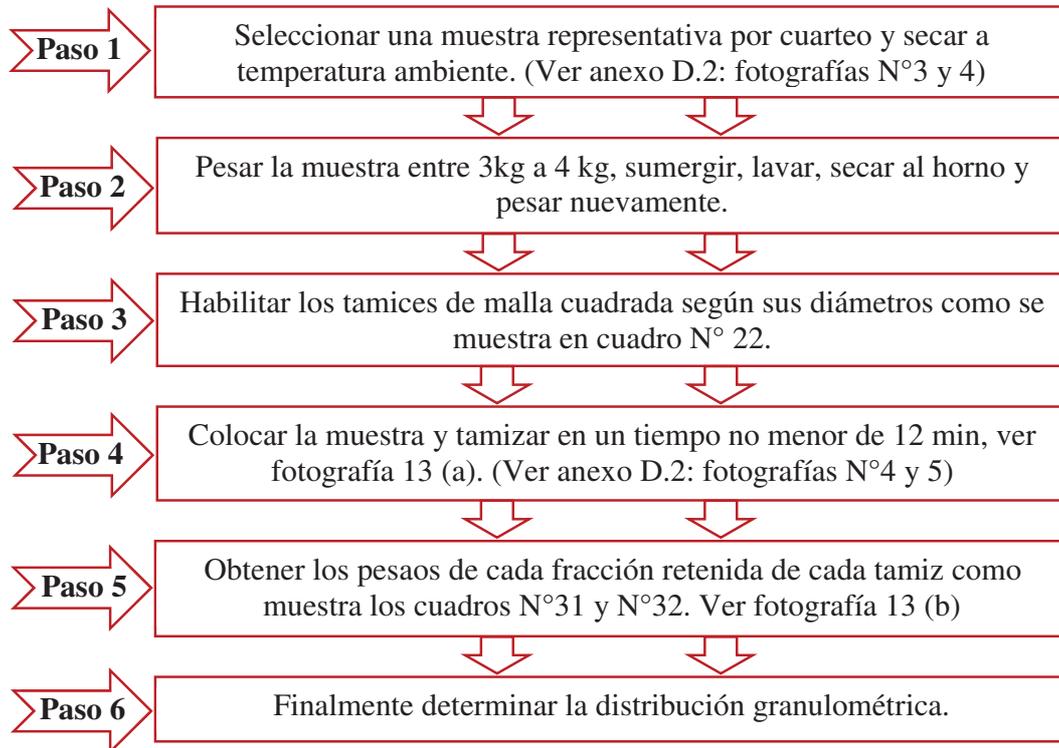
3.1.5.1. Análisis granulométrico

La norma MTC E 107⁷ del manual de ensayo de materiales en su sección de suelos, describe el proceso del ensayo. Para esta investigación el diagrama N° 7 detalla los pasos que se realizó.

⁷ SUELOS: Análisis granulométrico de suelo por tamizado

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Diagrama N° 7 Pasos para el ensayo de análisis granulométrico



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 13 Ensayo de análisis granulométrico por tamizado



(a)

(b)

El registro de fotografías del ensayo se ilustra en el Anexo D.2

Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

En los cuadros N° 31 y 32, muestra datos de los pesos retenidos para cada abertura del tamiz hasta la malla (N° 200), para todas las calicatas exploradas.

Cuadro N° 31 Datos de ensayo Granulométrico por tamizado

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO C-1 (gr)	PESO RETENIDO C-2 (gr)	PESO RETENIDO C-3 (gr)	PESO RETENIDO C-4 (gr)	PESO RETENIDO C-5 (gr)
2"	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1½"	37.5	0.00	261.66	0.00	0.00	0.00
1"	25	203.24	895.28	106.72	0.00	0.00
¾"	19	80.16	250.52	202.70	0.00	21.54
⅜"	9.5	136.68	717.46	261.82	15.94	54.51
N° 4	4.75	98.36	245.82	201.55	10.97	41.07
N° 10	2	67.46	217.48	170.30	18.93	36.95
N° 20	0.850	51.54	162.08	96.03	20.12	29.73
N° 40	0.425	82.74	260.58	85.73	21.42	31.70
N° 60	0.250	296.44	1207.08	81.60	37.91	58.20
N° 100	0.150	888.35	732.82	202.36	78.58	178.81
N° 200	0.075	132.20	313.56	175.27	76.94	143.29
Cazuela	-	6.08	35.32	10.06	1.37	2.42
Lavado	-	1606.00	1354.00	790.00	972.000	1133.000
		2043.25	2043.25	1594.14	282.18	598.22

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 32 Datos de ensayo Granulométrico por tamizado

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO C-6 (gr)	PESO RETENIDO C-7 (gr)	PESO RETENIDO C-8 (gr)	PESO RETENIDO C-9 (gr)	PESO RETENIDO C-10 (gr)
2"	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1½"	37.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
¾"	19	0.00	54.17	17.36	0.00	30.23
⅜"	9.5	1.63	57.81	41.14	4.25	15.08
N° 4	4.75	7.26	42.74	84.98	25.49	11.62
N° 10	2	11.25	45.25	86.59	50.16	17.55
N° 20	0.850	14.75	43.90	62.87	33.43	24.99
N° 40	0.425	14.44	36.58	64.84	38.24	32.58
N° 60	0.250	20.22	65.62	107.08	96.02	67.74
N° 100	0.150	27.60	339.83	204.46	230.81	187.29
N° 200	0.075	32.90	186.21	148.96	169.96	196.81
Cazuela	-	0.70	4.88	4.59	8.95	8.98
Lavado	-	1320.000	1080.000	794.000	1023.000	961.000
		130.75	876.99	822.87	657.31	592.87

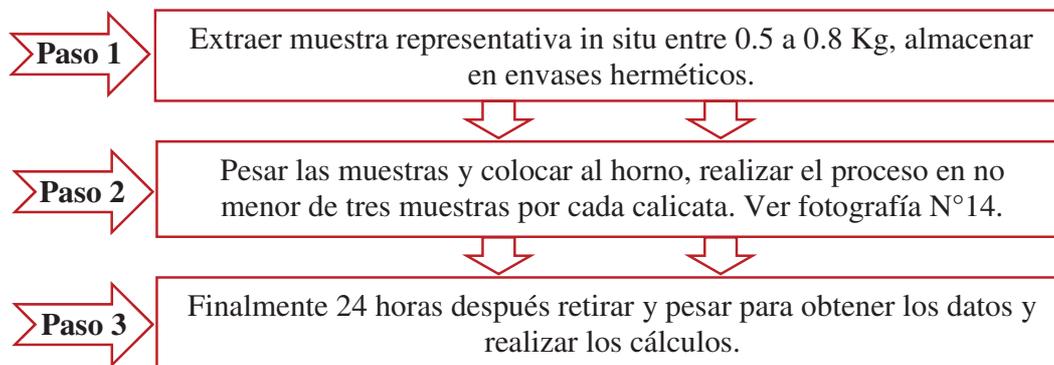
Los cálculos y resultados de todas las calicatas se muestran en el Anexo B.1

Fuente: Elaboración propia

3.1.5.2. Contenido de Humedad

La norma MTC E 108⁸ del manual de ensayo de materiales-sección suelos, describe el proceso del ensayo. Para esta investigación el diagrama N° 8 detalla los pasos que se realizó.

Diagrama N° 8 Pasos del ensayo de contenido de agua



Fuente: Elaboración propia

El cuadro N° 33 detalla los datos obtenidos para contenido de humedad natural de la calicata C-1, así mismo se determinó con la formula (20).

Fotografía N° 14 Ensayo de Contenido de humedad



Fuente: Elaboración propia

Cálculos

$$W(\%) = \frac{\text{Peso del agua}}{\left[\begin{array}{c} \text{Peso del suelo} \\ \text{seco al horno} \end{array} \right]} \times 100 \dots (20)$$

Dónde:

W: Contenido de humedad

⁸ SUELOS: Determinación del contenido de humedad de un suelo

Cuadro N° 33 Datos del ensayo de humedad-C-1

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	32.39	40.67	31.85
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	341.95	363.07	404.39
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	315.18	335.77	372.36
Peso del Agua (gr)	26.77	27.30	32.03
Peso de la Muestra Seca (gr)	282.79	295.10	340.51
Humedad	9.47%	9.25%	9.41%
PROMEDIO DE HUMEDAD	9.37%		

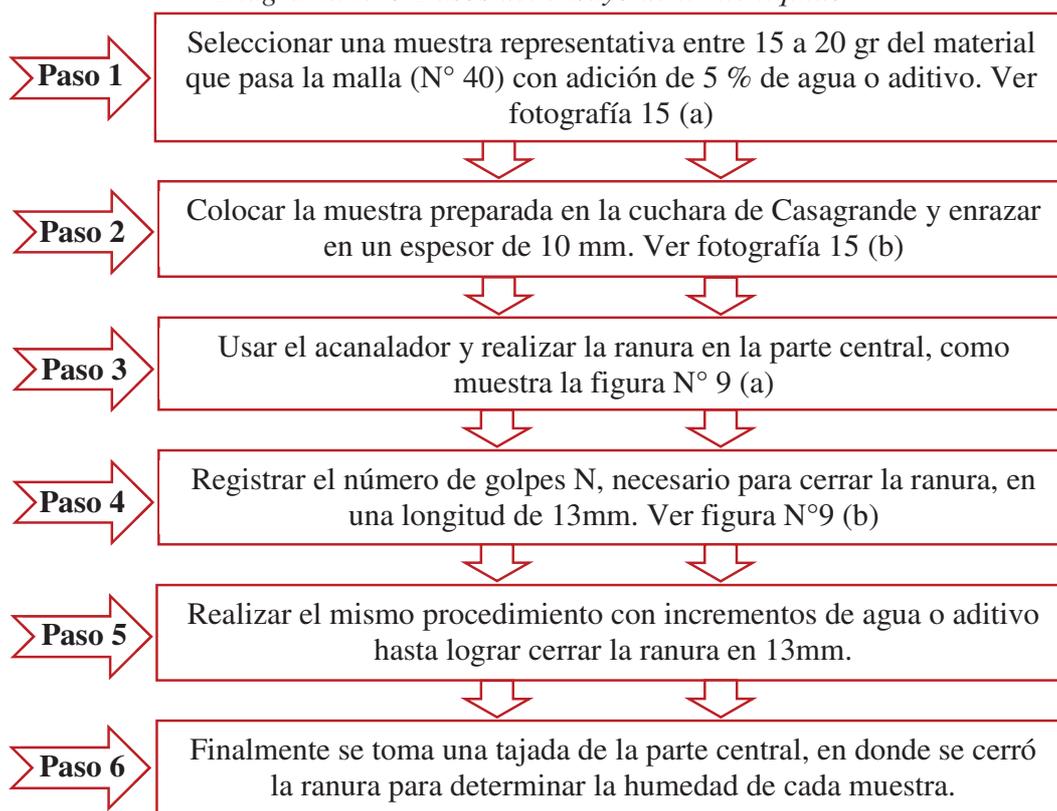
Los cálculos y resultados de todas las calicatas se muestran en el Anexo B.5

Fuente: Elaboración propia

3.1.5.3. Límite Líquido (LL)

La norma MTC E 110⁹ del manual de ensayo de materiales-sección suelos, describe el proceso del ensayo. Para esta investigación el diagrama N° 9 detalla los pasos que se realizó.

Diagrama N° 9 Pasos del ensayo de límite líquido



Los cálculos y resultados obtenidos se muestran en el anexo B.2 y B.4

Fuente: Elaboración propia

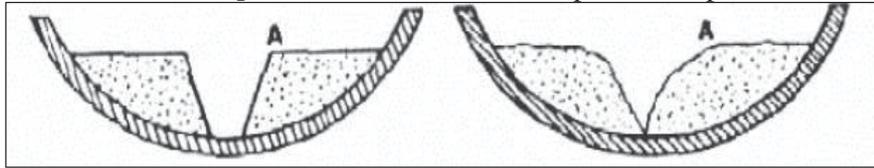
⁹ SUELOS: Determinación del límite líquido de los suelos

Figura N° 9 Corte transversal del ensayo de límite líquido

Muestras de suelos

Antes de la prueba

Después de la prueba



(a)

(b)

Fuente: Elaboración propia

Cálculos

$$LL = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso seco del suelo}} \times 100 \dots\dots\dots (21)$$

Fotografía N° 15 Ensayo de Límite líquido



(a)

(b)

El registro de fotografías del ensayo se ilustra en el Anexo D.3

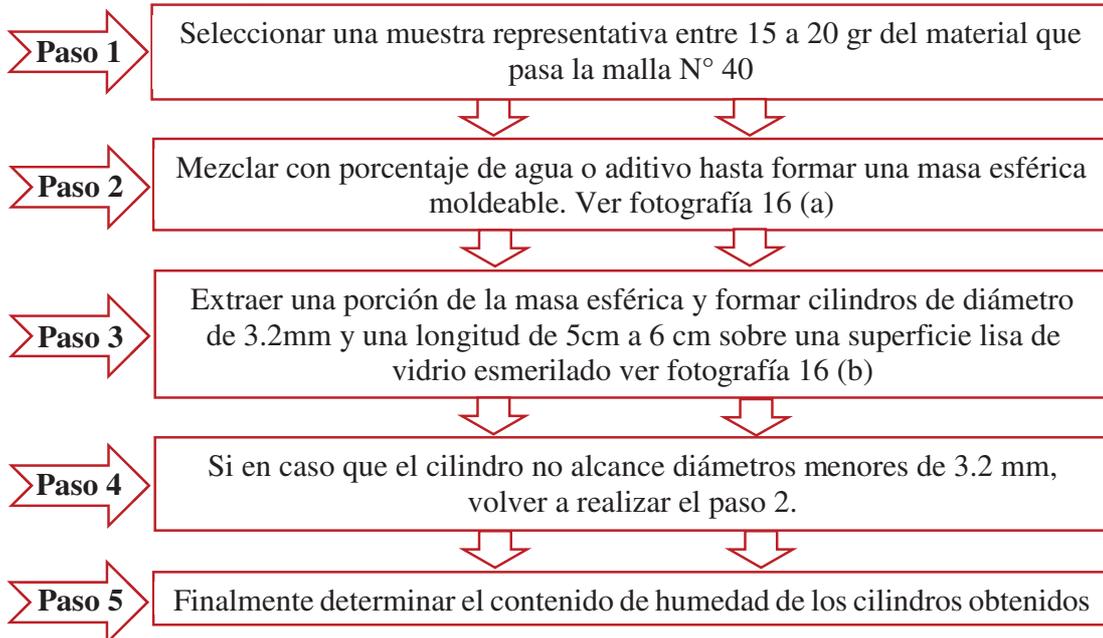
Fuente: Elaboración propia

3.1.5.4. Límite Plástico (LP)

La norma MTC E 111¹⁰ del manual de ensayo de materiales-sección suelos, describe el proceso del ensayo. Para esta investigación el diagrama N° 10 detalla los pasos que se realizó.

¹⁰ SUELOS: Determinación del límite plástico de los suelos e índice de plasticidad

Diagrama N° 10 Pasos del ensayo de Límite plástico



Los cálculos y resultados obtenidos se muestran en el anexo B.3 y B.4

Fuente: Elaboración propia

NOTA: Del total de calicatas ensayadas se descubrió que las calicatas C-2, C-7 y C-8 no presentan plasticidad, al presentarse imposible formar cilindros de 3mm de diámetro.

Cálculos

$$LP = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso seco del suelo}} \times 100 \dots\dots\dots (22)$$

Fotografía N° 16 Ensayo de Límite plástico



(a)



(b)

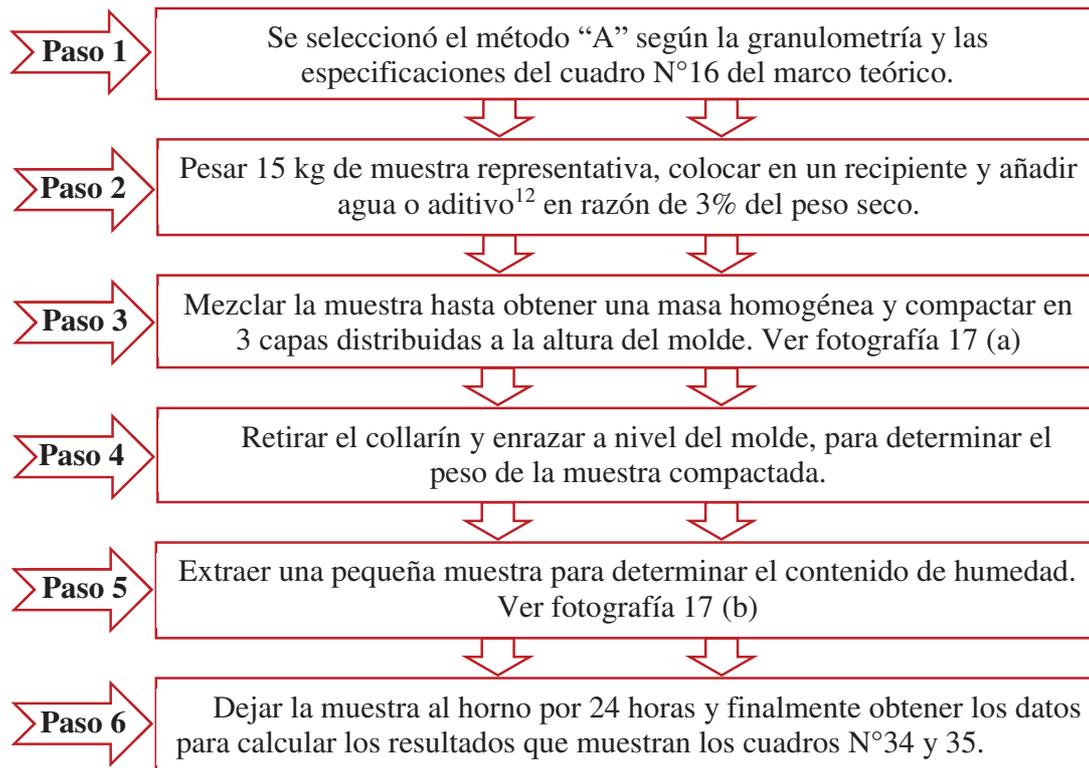
El registro de fotografías del ensayo se ilustra en el Anexo D.4

Fuente: Elaboración propia

3.1.5.5. Ensayo de compactación Proctor Estándar

La norma MTC E 116¹¹ del manual de ensayo de materiales-sección suelos, describe el proceso del ensayo. La cantidad de muestra representativa utilizada fue entre 14 kg a 16 kg para representar cinco puntos en la curva de compactación. Para esta investigación el diagrama N° 11 detalla los pasos que se realizó.

Diagrama N° 11 Pasos del ensayo de Compactación Proctor estándar



Fuente: Elaboración propia

NOTA: Las calicatas compactadas con energía estándar corresponden las siguientes: C-1, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9 y C-10, y las calicatas C-2, C-3, fue mediante el ensayo de proctor modificado.

Peso volumétrico húmedo

$$\rho_h = \frac{W_{me} - W_e}{V_c} = \frac{W_m}{V_c} \dots\dots\dots (23)$$

¹¹ SUELOS: Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía estándar (Proctor estándar)

¹² ADITIVO: Agua + Pegamento Sintético

Donde:

ρ_h : Peso volumétrico húmedo

W_m : Peso de la muestra compactada

W_e : Peso del molde del cilindro

V_c : Volumen del cilindro

W_{me} : Peso de la muestra compactada + peso del cilindro

Peso volumétrico seco

$$\rho_d = \frac{\rho_h}{1 + W} \dots\dots\dots (24)$$

Donde:

ρ_d : Peso volumétrico seco

W_m : Contenido de humedad al tanto por uno

Fotografía N° 17 Ensayo de Compactación Proctor Estándar



(a)

(b)

El registro de fotografías del ensayo se ilustra en el Anexo D.5
Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

En el cuadro N° 34 se muestra los datos obtenidos para determinar la densidad seca de cinco muestras, así mismo se calcula con la formula N°24 para la calicata C-1 y el cuadro N° 35 detalla los datos para contenido de humedad de las mismas muestras para la calicata C-1.

Cuadro N° 34 Datos del ensayo de densidad (MTC E 116 – 2000)

DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA	MUESTRA	MUESTRA	MUESTRA	MUESTRA
	01	02	03	04	05
Número de Proctor Utilizado	P-1	P-1	P-1	P-1	P-1
Diámetro del Molde (cm)	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3
Altura del molde (cm)	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64
Volumen del Molde (cm ³)	969.88	969.88	969.88	969.88	969.88
Peso del Molde (gr)	3836	3848	3843	3829	3830
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	5536	5744	5961	5898	5824
Peso de la Muestra Compactada (gr)	1700	1896	2118	2069	1994
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.75	1.95	2.18	2.13	2.06
Densidad Seca (gr/cm³)	1.64	1.78	1.97	1.85	1.76

Cuadro N° 35 Datos del ensayo de humedad (MTC E 116 – 2000)

HUMEDAD	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		MUESTRA 04		MUESTRA 05	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (gr)	38.52	37.6	39.02	39.4	37.26	38.22	23.74	23.86	23.74	23.96
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	102.92	110.92	101.58	107.38	104.36	110.42	131.58	99.9	107.9	94.16
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	99.00	106.33	96.21	101.19	98.11	102.86	118.28	89.16	95.99	83.66
Peso del Agua (gr)	3.92	4.59	5.37	6.19	6.25	7.56	13.3	10.74	11.91	10.5
Peso de la Muestra Seca (gr)	60.48	68.73	57.19	61.79	60.85	64.64	94.54	65.3	72.25	59.70
Humedad	6.48%	6.68%	9.39%	10.02%	10.27%	11.70%	14.07%	16.45%	16.48%	17.59%
Humedad Promedio	6.58%		9.70%		10.98%		15.26%		17.04%	

Los cálculos y resultados de todas las calicatas se muestran en el Anexo B.7

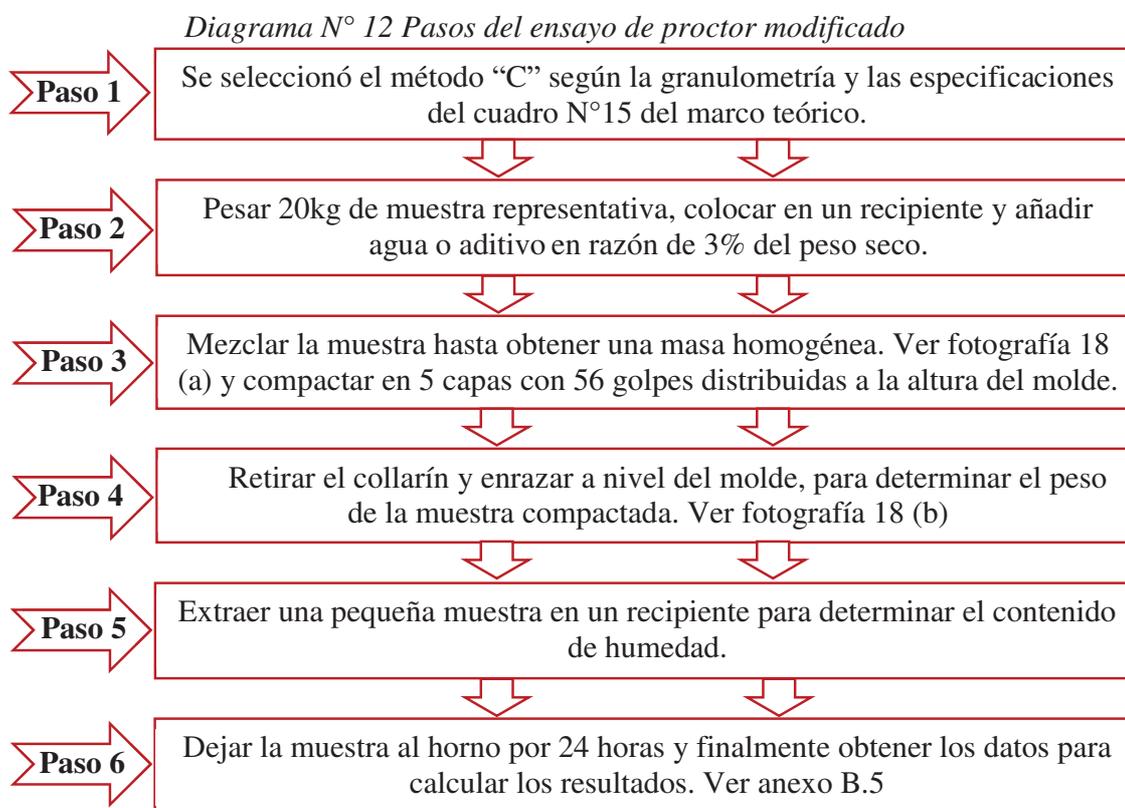
Fuente: Elaboración propia

3.1.5.6. Ensayo de compactación Proctor Modificado

La norma MTC E 115¹³ del manual de ensayo de materiales-sección suelos, describe el proceso del ensayo. La cantidad de muestra representativa utilizada fue entre 18 kg a 22 kg

¹³ SUELOS: Análisis granulométrico de suelo por tamizado

para representar cinco puntos en la curva de compactación. Para esta investigación el diagrama N° 12 detalla los pasos que se realizó.



Fuente: Elaboración propia

NOTA: Las calicatas compactadas con energía modificada corresponden las siguientes: C-2, C-3.

Densidad seca

$$\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1 + \frac{w}{100}} \dots\dots\dots (25)$$

Donde:

γ_d = Densidad seca

γ_m = Densidad húmeda = $W_{suelo} / Volumen$

w = Contenido de humedad

Fotografía N° 18 Ensayo compactación Proctor Modificado



(a)

(b)

El registro de fotografías del ensayo se ilustra en el Anexo D.5
Fuente: Elaboración propia

3.1.5.7. Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)

La norma MTC E 132¹⁴ del manual de ensayo de materiales en su sección de suelos, describe el proceso del ensayo y menciona realizar tres especímenes de 12, 26 y 55 golpes respectivamente en cinco capas distribuidas según la altura del molde estandarizado. La cantidad de muestra representativa utilizada fue entre 14 kg a 16kg. Para esta investigación el diagrama N° 13 detalla los pasos que se realizó.

Cálculos

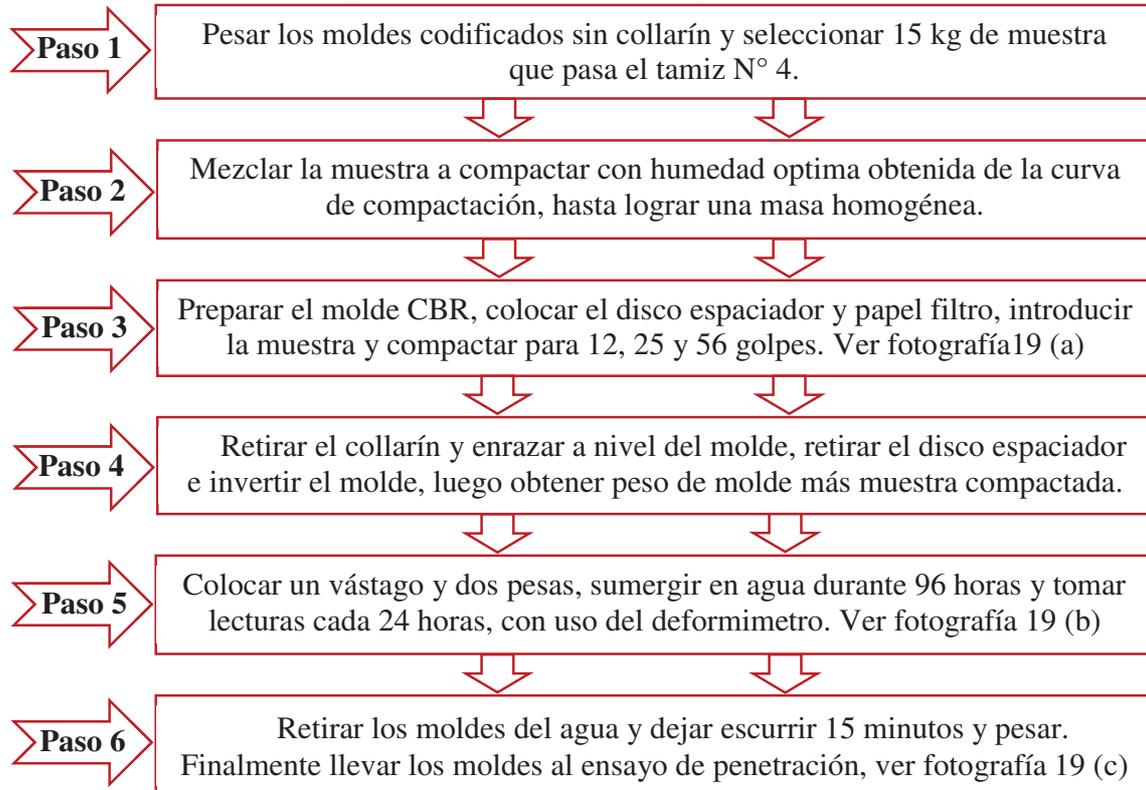
$$\% \text{ Expansion} = \frac{\text{Lectura final} - \text{Lectura inicial}}{127} \times 100 \dots\dots\dots (26)$$

$$\text{CBR} = \frac{\text{Esfuerzo del suelo}}{\text{Esfuerzo del patron}} \times 100 \dots\dots\dots (27)$$

¹⁴ SUELOS: Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía estándar (Proctor estándar)

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Diagrama N° 13 Pasos del ensayo de CBR



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 19 Ensayo de CBR



El registro de fotografías del ensayo se ilustra en el Anexo D.6

Fuente: Elaboración propia

Ensayo de penetración

La norma MTC E 132, indica que la compresión entre la base y el cabezal se debe poder regular a una velocidad uniforme de 0,05" por minuto, tomando lecturas y datos del dial de carga a valores de deformación controlada hasta un tiempo mínimo entre 10 a 15 minutos hasta que la carga sea constante.

En el cuadro N° 36 se observa el esfuerzo patrón para 0.1'' y 0.2''. En el cuadro N° 37 muestra el resumen de los datos de penetración (dial) y el esfuerzo del ensayo de CBR para la calicata C-1. En el cuadro N° 38 muestra los resultados del ensayo de CBR para la calicata C-1 sin PS. En la figura N° 10 se observa la gráfica de CBR para calicata C-1.

Cuadro N° 36 Valores del esfuerzo patrón

PENETRACIÓN			PRESIÓN		
Centímetros	pulgadas	MN/m ²	Kg-f/cm ²	Lb/plg ²	
2.54	0.1''	6.9	70.31	1000	
5.08	0.2''	10.35	105.46	1500	

Fuente: Manual de ensayos de materiales, (M.T.C, 2016, pág. 255)

Cuadro N° 37 Resumen de datos de penetración y fuerza de la C-1

PENETRACION	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03		
Dial	Nro. Golpes por capa (12)			Nro. Golpes por capa (26)			Nro. Golpes por capa (55)		
*0.001"	Dial	Fuerza (kg)	Esfuerzo (kg)	Dial	Fuerza (kg)	Esfuerzo (kg)	Dial	Fuerza (kg)	Esfuerzo (kg)
0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
25	60	84.58	4.17	50	71.04	3.51	12	19.60	0.97
50	106	146.81	7.24	85	118.41	5.84	21	31.78	1.57
75	150	206.31	10.18	120	165.75	8.18	28	41.26	2.04
100	195	267.13	13.18	155	213.07	10.51	35	50.74	2.50
125	245	334.67	16.51	204	279.29	13.78	44	62.92	3.10
150	315	429.16	21.17	250	341.42	16.85	50	71.04	3.51
200	465	631.37	31.15	300	408.92	20.18	58	81.87	4.04
300	690	934.01	46.08	380	516.83	25.50	88	122.46	6.04
400	908	1226.47	60.51	440	597.69	29.49	115	158.99	7.84
500	1145	1543.55	76.16	485	658.30	32.48	146	200.91	9.91

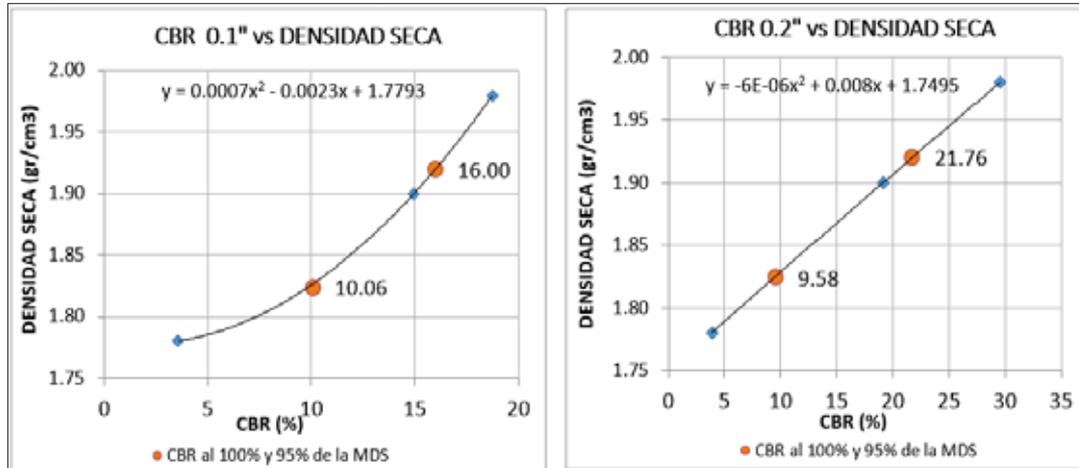
Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 38 Resultados de CBR para la C-1, sin PS.

NÚMERO DE GOLPES	CBR (0.1'')	CBR (0.2'')
55	18.75%	29.54%
26	14.95%	19.13%
12	3.56%	3.83%

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 10 Curva de CBR para C-1



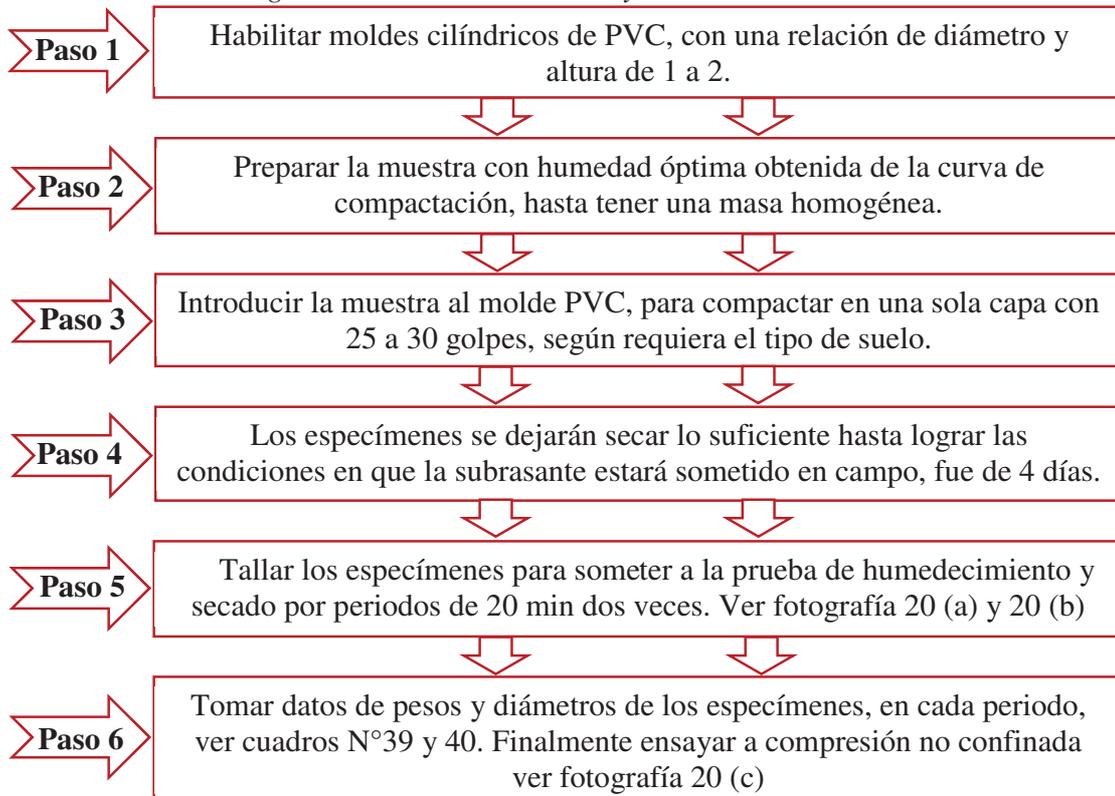
Los cálculos y resultados de todas las calicatas se muestran en el Anexo B.8

Fuente: Elaboración propia

3.1.5.8. Ensayo de durabilidad

El diagrama N° 14 muestra el proceso del ensayo y la evaluación cualitativamente.

Diagrama N° 14 Pasos del ensayo de durabilidad



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 20 Ensayo de Durabilidad



(a)

(b)

(c)

El registro de fotografías del ensayo se ilustra en el Anexo D.7

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 39 y 40, muestran las relaciones de los pesos de especímenes con y sin adición de PS respectivamente después de sumergir sucesivamente en un periodo de 20 min.

Cuadro N°39 Pesos de los especímenes con aditivo después de sumergir sucesivamente

DATOS	TIPO I		TIPO II		TIPO III		TIPO IV	
	ADICION 3%		ADICION 6%		ADICION 9%		ADICION 10%	
	M-01	M-02	M-01	M-02	M-01	M-02	M-01	M-02
Diámetro espécimen (cm)	5.34	5.16	5.01	4.96	4.63	4.54	4.21	4.28
Altura de espécimen (cm)	9.56	9.50	9.86	10.02	9.12	9.17	8.10	8.25
W antes de sumergir (gr)	380.43	370.37	300.04	304.10	308.82	288.91	220.55	243.30
W después de sumergir (gr)	...	...	...	...	321.20	302.18	225.20	248.80
W después de secado (gr)	...	...	...	...	301.37	282.45	213.54	230.30
W después de sumergir (gr)	...	...	...	...	326.05	300.40	225.83	247.50

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°40 Pesos de los especímenes sin aditivo después de sumergir sucesivamente

DATOS	TIPO I		TIPO II		TIPO III		TIPO IV	
	ADICION 0%		ADICION 0%		ADICION 0%		ADICION 0%	
	M-01	M-02	M-01	M-02	M-01	M-02	M-01	M-02
Diámetro espécimen (cm)	5.45	5.39	5.15	4.99	4.45	4.58	3.78	3.83
Altura de espécimen (cm)	10.49	10.49	10.4	10.42	8.22	8.3	7.15	6.62
W antes de sumergir (gr)	511.83	500.4	320.49	311.4	257.36	272.58	171.53	127.8
W después de sumergir (gr)	...	...	...	...	230	245.36	168	115
W después de secado (gr)	...	...	...	...	214.63	234.4	154.51	105.46
W después de sumergir (gr)	...	...	...	...	124.38	201.4	123.33	-----

Fuente: Elaboración propia

CAPITULOS IV: ANALISIS, INTERPRETACION Y DISCUSIÓN DE DATOS

4.1. Resultados de los ensayos realizados

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos de la investigación, los ensayos realizados fueron íntegramente practicados en las muestras extraídas del tramo que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay.

4.1.1. Propiedades físicas del suelo

4.1.1.1. Clasificación de suelos y límites de consistencia

El cuadro N° 41 muestra los resultados de la cantidad de material que pasa el tamiz N° 200, el cual define su clasificación según el método SUCS (NTP 339.135), además de valores del límite líquido (LL) e índice de plasticidad (IP). La descripción del proceso de ensayo y aplicación del método se detalla en el capítulo III (3.1.5.1 Análisis granulométrico).

Cuadro N° 41 Análisis granulométrico por tamizado de todas las calicatas

CALICATA	PORCENTAJE (%) QUE PASA EL TAMIZ N° 200	LIMITE LIQUIDO LL (%)	INDICE DE PLASCTICIDAD IP (%)	CLASIFICACION POR METODO SUCCS
C-1	44.19	18	1	SM
C-2	20.90	NP	NP	SM
C-3	33.64	22	2	SM
C-4	77.61	31	6	ML
C-5	65.60	27	6	CL-ML
C-6	91.04	33	2	ML
C-7	55.48	NP	NP	ML
C-8	49.43	NP	NP ¹⁵	SM
C-9	61.43	28	3	ML
C-10	62.40	30	5	ML

Fuente: Elaboración propia

El cuadro N° 42 muestra los resultados de los ensayos de límites de consistencia, que se toma en cuenta para la clasificación por el método AASHTO.

¹⁵ NP: No presenta plasticidad

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 42 Límites de consistencia y clasificación por método AASHTO

CALICATA	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	CLASIFICACION POR METODO AASHTO
C-1	18	17	1	A-4(2)
C-2	NP	NP	NP	A-2-4(0)
C-3	22	20	2	A-2-4(0)
C-4	31	25	6	A-4(8)
C-5	27	21	6	A-4(6)
C-6	33	31	2	A-4(8)
C-7	NP	NP	NP	A-4(4)
C-8	NP	NP	NP	A-4(3)
C-9	28	25	3	A-4(5)
C-10	30	25	5	A-4(5)

Fuente: Elaboración propia

El cuadro N° 43 muestra los porcentajes de las fracciones granulométricas de finos, arenas y gravas de las muestras ensayadas para todas las calicatas.

Cuadro N° 43 Fracciones granulométricas para todas las calicatas

CALICATA	PORCENTAJE (%) DE FINOS	PORCENTAJE (%) DE ARENA	PORCENTAJE (%) DE GRAVA
C-1	44.19	41.61	14.2
C-2	20.9	43.48	35.62
C-3	33.64	33.99	32.37
C-4	77.61	20.25	2.14
C-5	65.6	27.64	6.76
C-6	91.04	8.35	0.61
C-7	55.48	36.62	7.9
C-8	49.43	41.71	8.86
C-9	61.43	36.8	1.77
C-10	62.4	33.93	3.67

Fuente: Elaboración propia

El cuadro N° 44 muestra el resumen final de la clasificación de suelos empleando los métodos SUCS y AASHTO en todas las calicatas, se detalla además las características de cada tipo de suelo.

Cuadro N° 44 Resumen de clasificación final de métodos SUCS y AASHTO de subrasante

CALICATA	CLASIFICACION SEGÚN SUCS	CLASIFICACION SEGÚN AASHTO
C1	SM Arena limosa	A-4(2) Principalmente partículas finas limosas
C2	SM Arena limosa con grava	A-2-4(0) Materiales granulares con partículas finas limosas
C3	SM Arena limosa con grava	A-2-4(0) Materiales granulares con partículas finas limosas
C4	ML Limo con baja plasticidad con arena	A-4(8) Principalmente partículas finas limosas
C5	CL-ML Arcilla limosa de baja plasticidad con arena	A-4(6) Principalmente partículas finas limosas
C6	ML Limo con baja plasticidad con arena	A-4(8) Principalmente partículas finas limosas
C7	ML Limo con baja plasticidad con arena	A-4(4) Principalmente partículas finas limosas
C8	SM Arena limosa	A-4(3) Principalmente partículas finas limosas
C9	ML Limo con baja plasticidad con arena	A-4(5) Principalmente partículas finas limosas
C10	ML Limo con baja plasticidad con arena	A-4(5) Principalmente partículas finas limosas

Fuente: Elaboración propia

El ensayo de clasificación de suelos empleando el método SUCS y AASHTO constituye el punto de partida más importante para la elaboración de la presente investigación, con los resultados obtenidos mostrados.

Los ensayos de Compactación Proctor estándar, Proctor modificado, CBR y Durabilidad se realizaron tomando en cuenta la agrupación adoptada. El cuadro N° 45 muestra la agrupación de los tipos de suelos que se encontró en la vía de estudio.

Cuadro N° 45 Resumen de agrupación de suelos

AGRUPACION ADOPTADA	CLASIFICACION SEGÚN SUCS	CARACTERISTICA	CALICATAS AGRUPADAS
TIPO I	SM	Arena limosa	C-1 y C-8
TIPO II	SM	Arena limosa con grava	C-2 y C-3
TIPO III	ML	Limo con baja plasticidad con arena	C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10
TIPO IV	CL-ML	Arcilla limosa de baja plasticidad con arena	C-5

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Propiedades mecánicas del suelo

4.1.2.1. Compactación Proctor Modificado

El ensayo de compactación proctor modificado se utilizó para determinar el contenido de agua óptimo y la máxima densidad seca (MDS) en las calicatas C-2 y C-3 reclasificados y agrupados como Suelo Tipo II, principalmente debido a que ambas muestras extraídas poseen presencia de gravas como se muestra en los resultados de clasificación de suelos, además de determinar el porcentaje del material retenido en el tamiz N° 3/4 antes de realizar el ensayo de compactación el cual mostró un 23% de muestra retenida.

La descripción del proceso de ensayo se detalla en el capítulo III (3.1.5.6 Ensayo de compactación proctor modificado)

El cuadro N° 46 muestra los resultados obtenidos de contenido óptimo de agua y la máxima densidad seca en el suelo Tipo II sin adición de aditivo.

Cuadro N° 46 Porcentaje óptimo de agua y MDS¹⁶-Suelo tipo II Sin PS¹⁷

TIPO DE SUELO	% DE PEGAMENTO ADICIONADO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3)	CONTENIDO OPTIMO DE AGUA (%)
II	0	1.98	10.20

Fuente: Elaboración propia

¹⁶ MDS: Máxima Densidad Seca

¹⁷ PS: Pegamento Sintético

El cuadro N° 47 muestra los resultados obtenidos de agua óptima y la máxima densidad seca en el suelo Tipo II con adición de pegamento sintético en porcentajes de 3%, 6% 9%, 12% y 15% con respecto a la humedad de compactación adicionada.

Cuadro N° 47 Porcentaje óptimo de agua y MDS-Suelo tipo II con PS

TIPO DE SUELO	% DE PEGAMENTO ADICIONADO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3)	CONTENIDO OPTIMO DE AGUA (%)
II	3	1.95	10.25
	6	1.95	10.82
	9	1.97	11.74
	12	1.97	11.18
	15	1.93	11.08

La curva de compactación y su respectivo porcentaje de adición de pegamento sintético se muestra en el Anexo B.5.

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.2. Compactación Proctor Estándar

El ensayo de compactación proctor estándar se utilizó para obtener el contenido de agua óptimo y la máxima densidad seca en los suelos reclasificados y agrupados como Suelo Tipo I, Suelo Tipo III y Suelo Tipo IV, se eligió la energía de compactación estándar debido a que el 85%, 89% y 92% del material pasa el tamiz N° 4 respectivamente. La descripción del proceso de ensayo se detalla en el capítulo III (3.1.5.5 Ensayo de compactación proctor estándar).

El cuadro N° 48 muestra los resultados obtenidos de humedad óptima y la máxima densidad seca en los suelos Tipo I, III y IV sin adición de aditivo.

Cuadro N° 48 Resumen de porcentajes óptimos de agua y MDS-Suelo tipo I, III, IV sin PS

TIPO DE SUELO	% DE PEGAMENTO ADICIONADO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3)	CONTENIDO OPTIMO DE AGUA (%)
I	0	1.92	12.54
III	0	1.63	14.69
IV	0	1.88	14.02

Fuente: Elaboración propia

El cuadro N° 49 muestra los resultados obtenidos de humedad óptima y la máxima densidad seca de los suelos Tipo I y Tipo III con adición de pegamento sintético en porcentajes de 3%, 6% 9%, 12% y 15% , mientras que en el suelo Tipo IV los porcentajes

adicionados fueron: 5%, 10% y 15% con respecto a la humedad de compactación adicionada, la variación de porcentajes adicionados en el suelo Tipo IV radica básicamente en la cantidad de material disponible y la distribución granulométrica cuya notación CL-ML “Arcilla limosa de baja plasticidad con arena” constituye un suelo fino cuyas pretensiones de mejorar su calidad son muy remotas, sin embargo se sometió a los ensayos mecánicos cuyos resultados de calidad se detallan más adelante.

Cuadro N° 49 Resumen de porcentajes óptimos de agua y MDS-Suelo tipo I, III, IV con PS

TIPO DE SUELO	% DE PEGAMENTO ADICIONADO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3)	CONTENIDO OPTIMO DE AGUA (%)
I	3	1.89	13.06
	6	1.90	12.64
	9	1.85	13.00
	12	1.92	13.12
	15	1.93	12.83
III	3	1.74	15.27
	6	1.76	16.28
	9	1.77	15.90
	12	1.75	14.65
	15	1.72	16.29
IV	5	1.92	13.63
	10	1.85	15.04
	15	1.85	14.92

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.3. CBR (California Bearing Ratio)

La determinación del valor CBR de los suelos es el parámetro más importante en la presente tesis de investigación, el cual indica la calidad, resistencia, evolución y comportamiento de los suelos extraídos en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay.

La descripción del proceso de ensayo se describe en el capítulo III (3.1.5.7 Ensayo de California Bearing Ratio CBR)

El cuadro N° 50 muestra los resultados obtenidos de CBR en los suelos Tipo I, II, III y IV en estado natural al 100% y 95% de la máxima densidad seca (MDS).

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 50 Resume valores de CBR sin adición de aditivo-0.1”

TIPO D5E SUELO	% DE PEGAMENTO ADICIONADO	CBR 100% MDS (%)	CBR 95% MDS (%)
I	0	16.00	10.06
II	0	18.96	14.36
III	0	3.58	2.61
IV	0	8.68	5.92

Fuente: Elaboración propia

El cuadro N° 51 muestra los resultados obtenidos de CBR en los suelos Tipo I, II, III y IV con adición de pegamento sintético en porcentajes entre 3% a 15% con respecto a la humedad optima de compactación.

Cuadro N° 51 Resumen de CBR entre 3% a 15% de adición de pegamento-0.1”.

TIPO DE SUELO	% DE PEGAMENTO ADICIONADO	CBR 100% MDS (%)	CBR 95% MDS (%)
I	3	30.31	26.74
	6	31.32	24.09
	9	23.52	14.83
	12	34.83	22.12
	15	33.96	21.91
II	3	31.27	14.09
	6	31.42	24.67
	9	23.65	15.89
	12	19.79	15.93
	15	30.28	24.64
III	3	9.20	7.49
	6	13.47	10.62
	9	17.17	11.61
	12	18.27	11.28
	15	16.95	11.04
IV	5	10.50	9.15
	10	14.97	11.32
	15	9.92	6.55

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.4. Compresión no confinada

Los cuadros N° 52 y 53 muestran los resultados obtenidos del ensayo de compresión NO confinada, practicada sobre los especímenes que previamente se ensayaron a durabilidad. Se debe tomar en cuenta que solo los especímenes de los suelos Tipo III y IV pudieron soportar el ensayo de humedecimiento y secado que a continuación se presenta.

Cuadro N° 52 Valores de carga última y cohesión en especímenes con aditivo

TIPO DE SUELO	% DE ADICION	CARGA ULTIMA Kg/cm ²	COHESION Kg/cm ²	ESGUERZO CORTANTE Kg/cm ²
III	9%	2.91	1.45	1.37
IV	10%	4.45	2.22	2.23

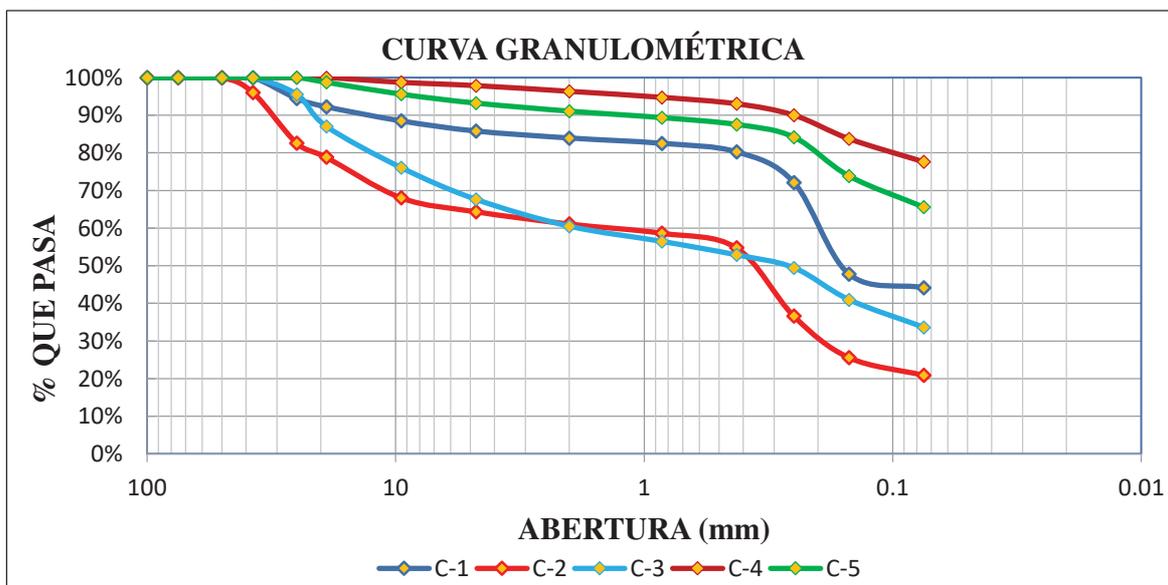
Cuadro N° 53 Valores de carga última y cohesión en especímenes sin aditivo

TIPO DE SUELO	% DE ADICION	CARGA ULTIMA Kg/cm ²	COHESION Kg/cm ²	ESGUERZO CORTANTE Kg/cm ²
III	0%	2.19	1.09	1.18
IV	0%	3.09	1.54	1.51

4.2. Análisis y discusión de resultados

4.2.1. Análisis granulométrico

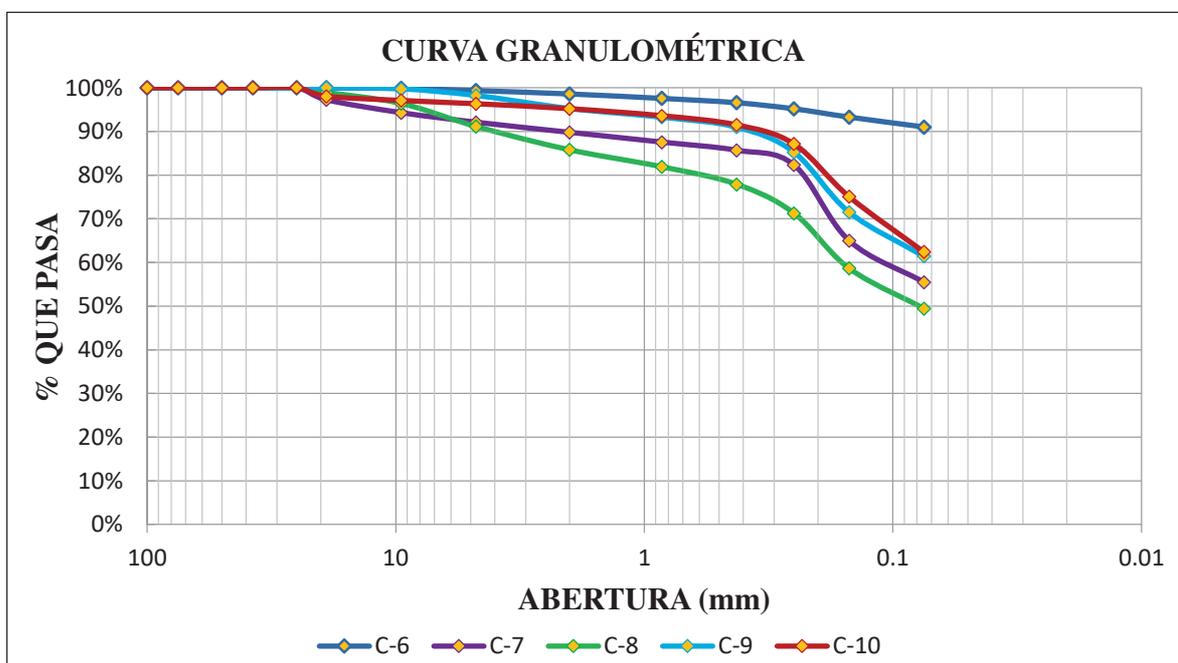
Figura N° 11 Curva granulométrica de las calicatas C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5.



Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 11 se distingue la presencia de partículas finas en las calicatas C-1, C-4 y C-5, cuyo contenido de limos arcillas genera la baja calidad en su capacidad de soporte. Las calicatas C-2 y C-3 muestran presencia de partículas gruesas con arena, sin embargo, también existe la presencia de partículas finas en su composición. Los registros de ensayos de capacidad de soporte y resistencia de los suelos ya sea a corte o a compresión practicado en suelos finos no garantizan su calidad para conformar la primera capa del pavimento, por lo tanto, la presente tesis de investigación básicamente se enfoca en mejorar las propiedades mecánicas especialmente en los suelos finos encontrados en el tramo de estudio.

Figura N° 12 Curva granulométrica de las calicatas C-6, C-7, C-8, C-9 y C-10.



Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 12 de la misma forma se puede observar la presencia de partículas finas en las calicatas C-6, C-7 y C-8, C-9 y C-10.

La exigencia presentada por los suelos finos extraídos que conduzca a la demostración y comprobación de la hipótesis, de mejorar sus propiedades mecánicas están claramente establecidas por los resultados y gráficos de las figuras N° 11 y 12.

4.2.2. Límites de consistencia

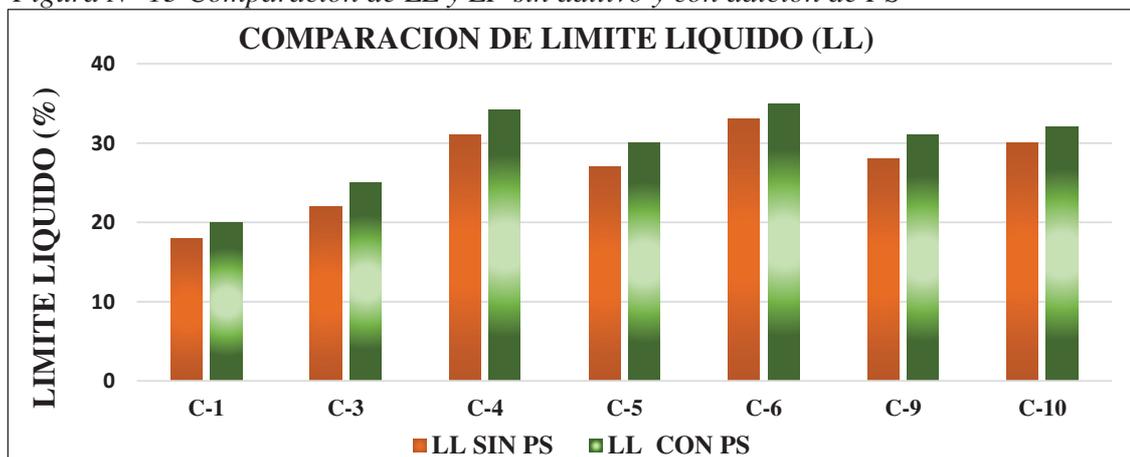
En el cuadro N° 54 muestran la comparación de limite líquido, límite de plástico e índice de plasticidad con y sin adición de PS, para las calicatas mostrados.

Cuadro N° 54 Comparación de LL y LP sin aditivo y con adición de PS.

CALICTAS	LL SIN PS (%)	LP SIN PS (%)	IP SIN PS (%)	LL CON PS (%)	LP CON PS (%)	IP CON PS (%)
C-1	18	17	1	20	19	1
C-3	22	20	2	25	23	2
C-4	31	25	6	34	30	4
C-5	27	21	6	30	25	5
C-6	33	31	2	35	34	1
C-9	28	25	3	31	29	2
C-10	30	25	5	32	29	3

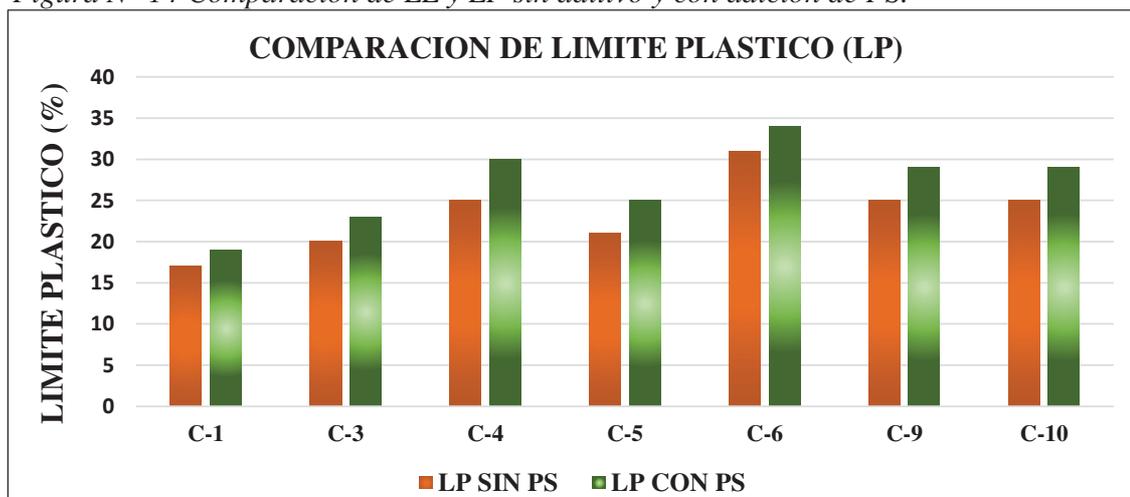
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 13 Comparación de LL y LP sin aditivo y con adición de PS



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 14 Comparación de LL y LP sin aditivo y con adición de PS.



Fuente: Elaboración propia

Los gráficos de las figuras N° 13 y 14 muestran resultados con respecto a la adición de pegamento sintético ya que logra aumentar la plasticidad en todos los suelos ensayados, teóricamente esto explicaría la consistencia homogénea que logran obtener los suelos al mezclar con pegamento sintético.

4.2.3. Contenido de humedad natural de los suelos

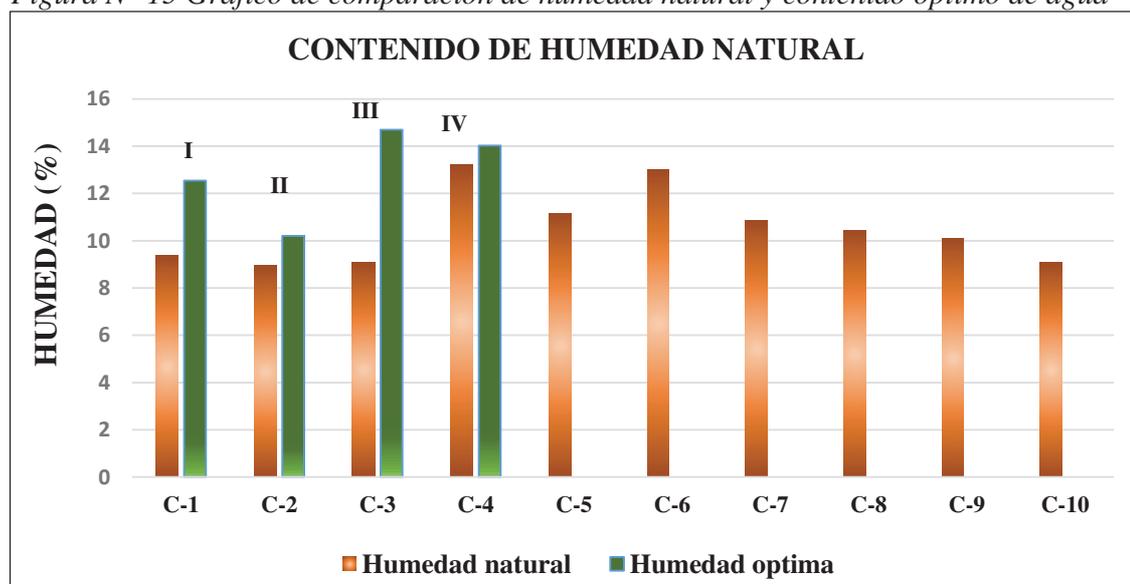
En el cuadro N° 55 se aprecia una comparación de la humedad natural de las calicatas y contenido óptimo de agua de los tipos de suelo agrupados.

Cuadro N° 55 Comparación de contenidos de humedad.

CALICATA	HUMEDAD NATURAL (%)	TIPO DE SUELO	CONTENIDO OPTIMO DE AGUA (%)
C-1	9.37	I	12.54
C-2	8.94		
C-3	9.10		
C-4	13.21	II	10.20
C-5	11.15		
C-6	13.03	III	14.69
C-7	10.88		
C-8	10.43		
C-9	10.09		
C-10	9.07	IV	14.02

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 15 Grafico de comparación de humedad natural y contenido óptimo de agua



Fuente: Elaboración propia

Los resultados que muestra el grafico de la figura N° 15 tiene una validez de gran importancia debido a que el contenido de humedad natural de ninguna calicata supera a los contenidos óptimos de agua de los tipos de suelo agrupado o reclasificado, es decir que se tendrá que aplicar pegamento sintético tomando en cuenta la corrección por humedad natural.

4.2.4. Compactación Proctor Modificado y Estándar

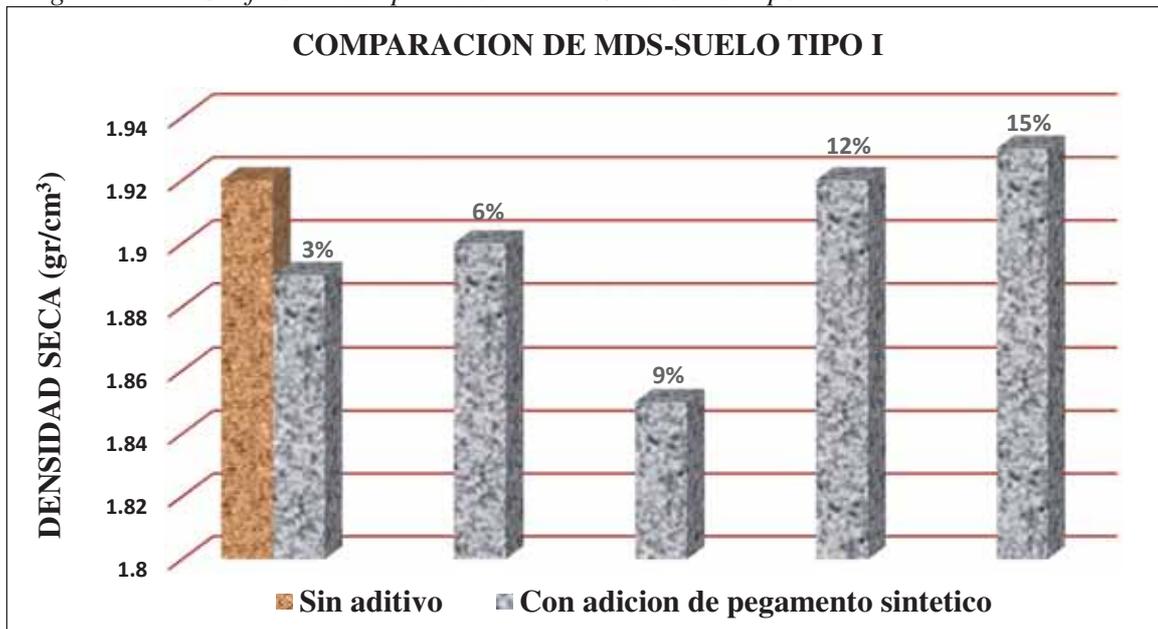
Cuadro N° 56 Comparación de MDS de los suelos sin aditivo y con adición de PS.

TIPO DE SUELO	NORMA	MDS-SIN ADITIVO (gr/cm3)	MDS-CON ADICION DE PEGAMENTO SINTETICO (gr/cm3)	
I	MTC E 116 PROCTOR ESTANDAR	1.92	3%	1.89
		1.92	6%	1.90
		1.92	9%	1.85
		1.92	12%	1.92
		1.92	15%	1.93
II	MTC E 115 PROCTOR MODIFICADO	1.98	3%	1.95
		1.98	6%	1.95
		1.98	9%	1.97
		1.98	12%	1.97
		1.98	15%	1.93
III	MTC E 116 PROCTOR ESTANDAR	1.63	3%	1.74
		1.63	6%	1.76
		1.63	9%	1.77
		1.63	12%	1.75
		1.63	15%	1.72
IV	MTC E 116 PROCTOR ESTANDAR	1.88	5%	1.92
		1.88	10%	1.85
		1.88	15%	1.85

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro N° 56 se toma en cuenta el uso de los métodos de compactación con energía modificada en las calicatas C-2 y C-3, mientras que la técnica de compactación con energía estándar resalta en las demás calicatas, esta se justifica por la cantidad de partículas finas y gruesas que presentan los suelos.

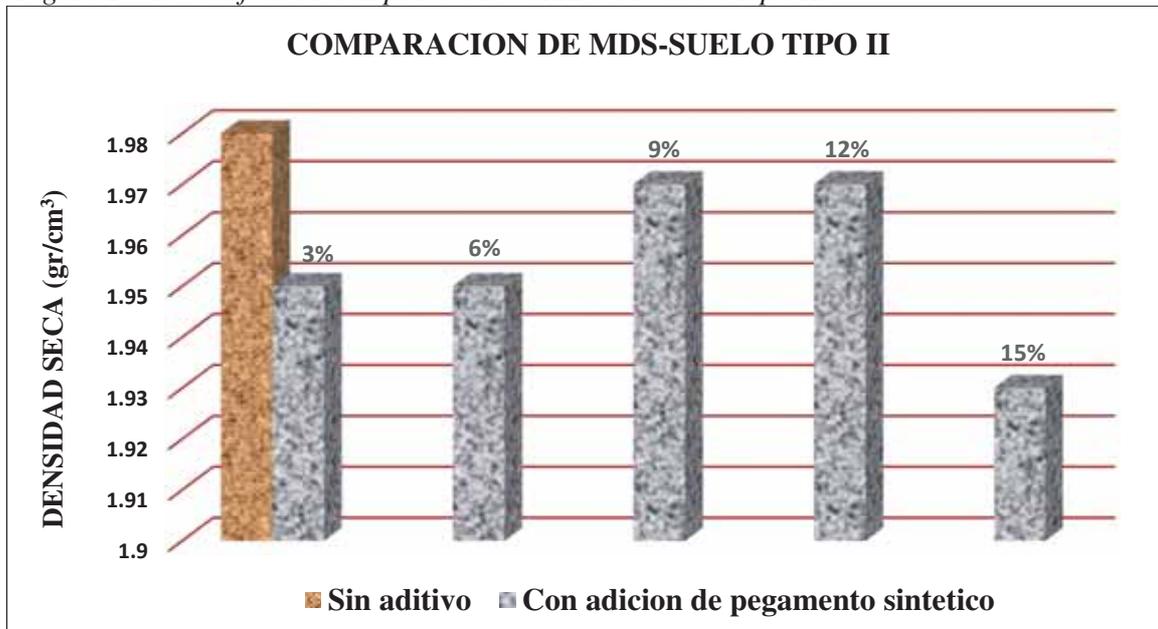
Figura N° 16 Gráfico de comparación de MDS del suelo Tipo I.



Fuente: Elaboración propia

La figura N° 16 ilustra un importante valor de la MDS sin aditivo, solo superado por el valor que alcanza con 15% de adición de pegamento sintético en base a poliacetato de vinilo, esto nos conduce a valorar la cantidad de masa de suelo sin aditivo compactado presente en el molde estándar respecto a la masa compactada con adición de pegamento.

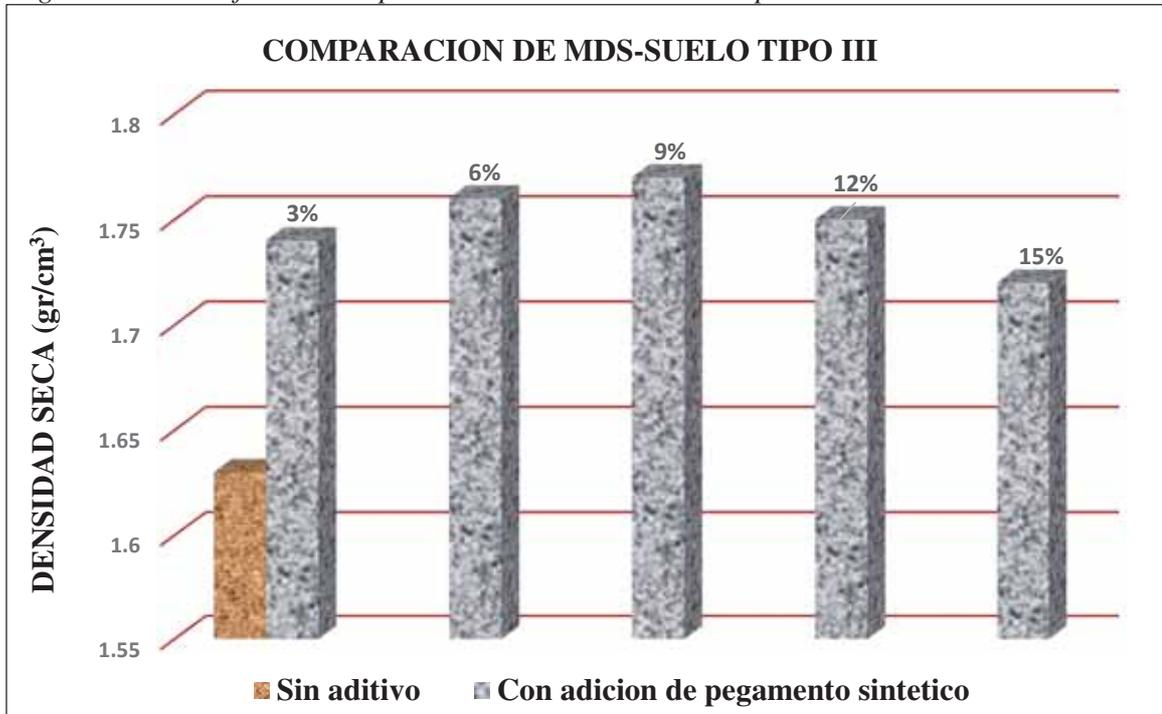
Figura N° 17 Gráfico de comparación de MDS del suelo Tipo II.



Fuente: Elaboración propia

La figura N° 17 presenta la misma interpretación del gráfico de la figura N° 16, en el cual claramente sobresale la MDS sin aditivo.

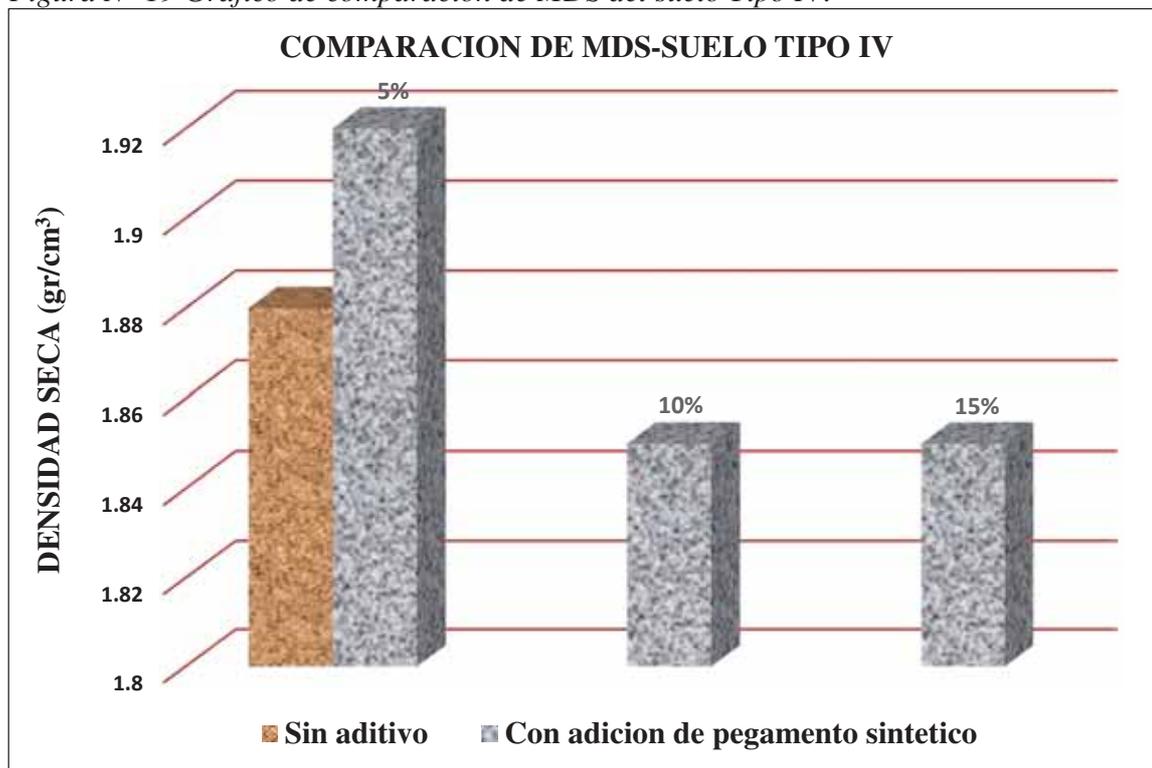
Figura N° 18 Gráfico de comparación de MDS del suelo Tipo III.



Fuente: Elaboración propia

El gráfico de la figura N° 18, definitivamente presenta resultados que explicarían la anomalía que genera la adición de pegamento sintético, se observa claramente que los valores de la MDS con adición de pegamento, superan lo obtenido con respecto a la compactación en estado natural. La curva granulométrica muestra la presencia de limos y arenas en todas las muestras reclasificadas, sin embargo existe una denominación particular en el suelo Tipo III, resaltada la “BAJA PLASTICIDAD”, esto explica que en el momento de realizar el ensayo en estado natural las partículas finas no absorben en su totalidad la humedad óptima debido a que su plasticidad es muy baja; contrariamente ocurre con adición de pegamento, el cual presenta un acomodo importante de las partículas sólidas al absorber cada partícula de la humedad óptima con pegamento, que le imprime nueva composición en su estructura por tanto la elevación en su plasticidad.

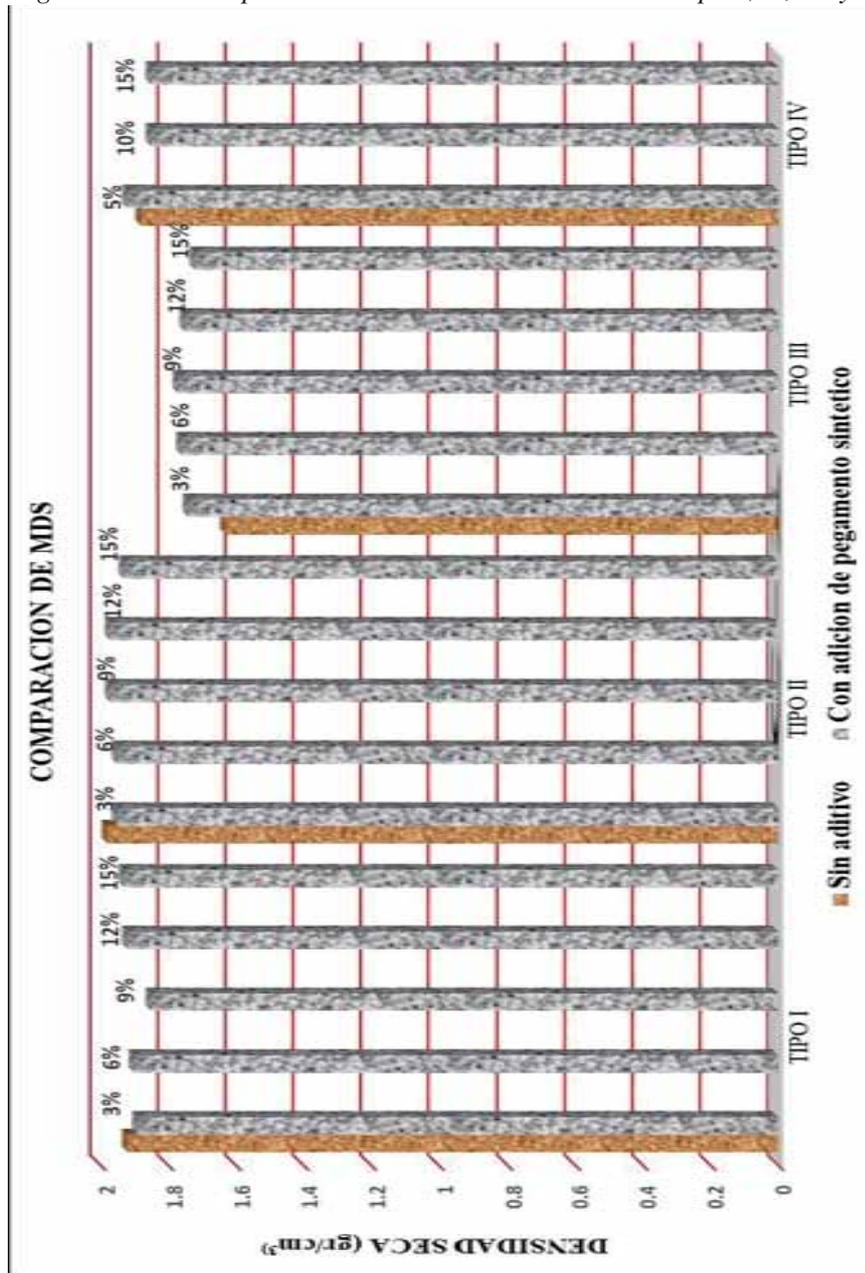
Figura N° 19 Gráfico de comparación de MDS del suelo Tipo IV.



Fuente: Elaboración propia

Del mismo modo la figura N° 19 muestra y resalta los valores de la MDS en estado natural superiores con respecto a la adición de pegamento en 10% y 15%, mientras que a 5% supera lo establecido sin aditivo, vale mencionar que el suelo Tipo IV presenta también baja plasticidad, sin embargo, la particularidad de este suelo resalta en la presencia de arcilla en condiciones orgánicas.

Figura N° 20 Comparación de la MDS de los suelos Tipo I, II, III y IV.



Fuente: Elaboración propia

La investigación resalta la reacción química que genera la adición de pegamento sintético en base a poliacetato de vinilo al conformar una nueva composición en el conjunto de suelo compactado, se destaca además que el comportamiento de la masa de suelo presenta una consistencia diferente con respecto al estado natural.

Se tiene que mencionar que las condiciones favorables de mezclado se muestran en el Anexo D.5 y D.6.

4.2.5. CBR (California Bearing Ratio)

La presente investigación considera el ensayo de CBR como el más importante para demostrar su hipótesis, se debe valorar que la capacidad de soporte de un suelo si establece su calidad, resistencia y durabilidad. Esta tesis se focaliza en mostrar y describir los resultados de CBR que prueben y demuestren que la adición de pegamento sintético mejora las condiciones naturales para conformar la capa de pavimento al tener la categoría de suelo de subrasante “BUENA”.

Cuadro N° 57 Comparación de CBR a 95% MDS-0.1''

TIPO DE SUELO	CBR-SIN ADITIVO	CBR-CON ADICION DE PEGAMENTO SINTETICO (%)		(%) QUE MEJORA
	(%) (1)	(2)	(3)	$\frac{(3 - 1)}{3}$
I	10.06	3%	26.74	62.38
	10.06	6%	24.09	58.24
	10.06	9%	14.83	32.16
	10.06	12%	22.12	54.52
	10.06	15%	21.91	54.08
II	14.36	3%	14.09	0.00
	14.36	6%	24.67	41.79
	14.36	9%	15.89	9.63
	14.36	12%	15.93	9.86
	14.36	15%	24.64	41.72
III	2.61	3%	7.49	65.15
	2.61	6%	10.62	75.42
	2.61	9%	11.61	77.52
	2.61	12%	11.28	76.86
	2.61	15%	11.04	76.36
IV	5.92	5%	9.15	35.30
	5.92	10%	11.32	47.70
	5.92	15%	6.55	9.62

Fuente: Elaboración propia

En los cuadros N° 57 y 58, se pueden resaltar que los suelos Tipo I y Tipo II ensayados a 95% y 100% de MDS, básicamente compuesta por arenas y gravas adquieren la categoría de subrasante BUENA (CBR>10%), mientras que los suelos Tipo III y Tipo IV compuesta por limos y arcillas presentan valores inferiores al 6%. Se tiene también que para 100% de MDS del suelo Tipo IV el CBR es mayor a 6%.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 58 Comparación de CBR a 100% MDS-0.1”

TIPO DE SUELO	CBR-SIN ADITIVO (%)	CBR-CON ADICION DE PEGAMENTO SINTETICO (%)		(%) QUE MEJORA (3 – 1)
	(1)	(2)	(3)	3
I	16.00	3%	30.31	47.21
	16.00	6%	31.32	48.91
	16.00	9%	23.52	31.97
	16.00	12%	34.83	54.06
	16.00	15%	33.96	52.89
II	18.96	3%	31.27	39.37
	18.96	6%	31.42	39.66
	18.96	9%	23.65	19.83
	18.96	12%	19.79	4.19
	18.96	15%	30.28	37.38
III	3.58	3%	9.20	61.09
	3.58	6%	13.47	73.42
	3.58	9%	17.17	79.15
	3.58	12%	18.27	80.41
	3.58	15%	16.95	78.88
IV	8.68	5%	10.50	17.33
	8.68	10%	14.97	42.02
	8.68	15%	9.92	12.50

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 59 Incremento porcentual de CBR con adición de pegamento sintético

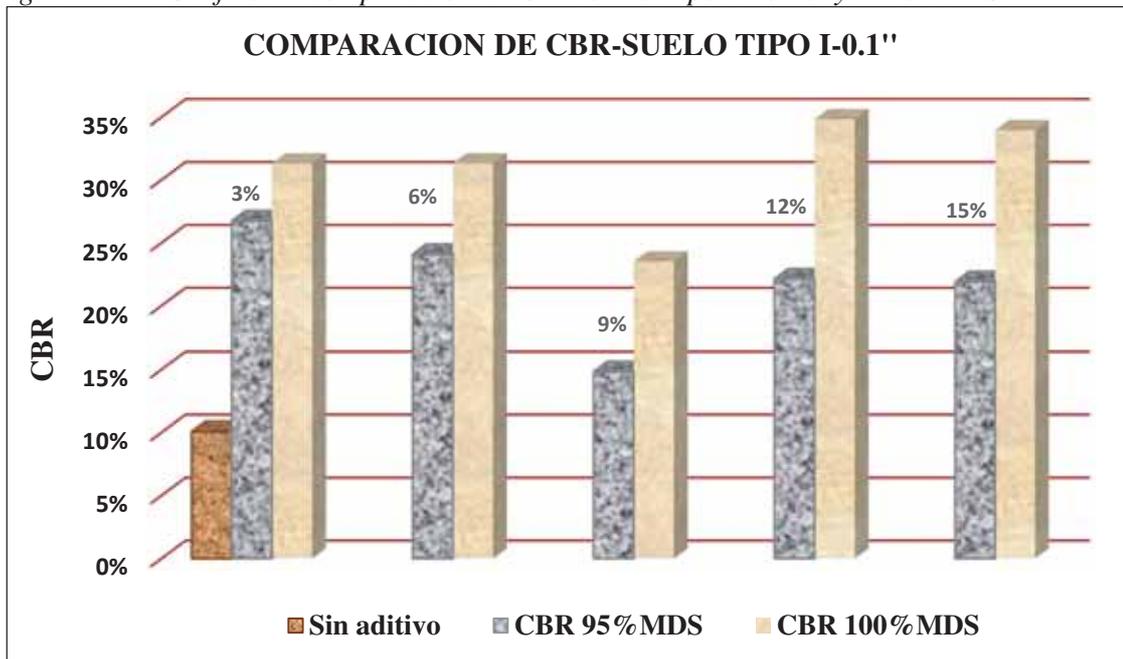
TIPO DE SUELO	% PROMEDIO QUE MEJORA CON ADITIVO
I	52.3
II	20.6
III	74.3
IV	30.9

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro N° 59 se debe destacar que la adición de pegamento sintético en base a poliacetato de vinilo mejora la capacidad de soporte CBR en todos los tipos de suelo ensayados en la presente tesis, además mencionar que arenas limosas y limos con baja plasticidad reacciona de manera excelente al aditivo.

Los pavimentos construidos en la actualidad siempre estarán expuestas a la humedad a pesar de los esfuerzos constructivos de aislarlos mediante obras de arte, por ello la norma AASHTO T-193 recomienda ensayar a penetración los especímenes de CBR sumergidos en agua 96 horas.

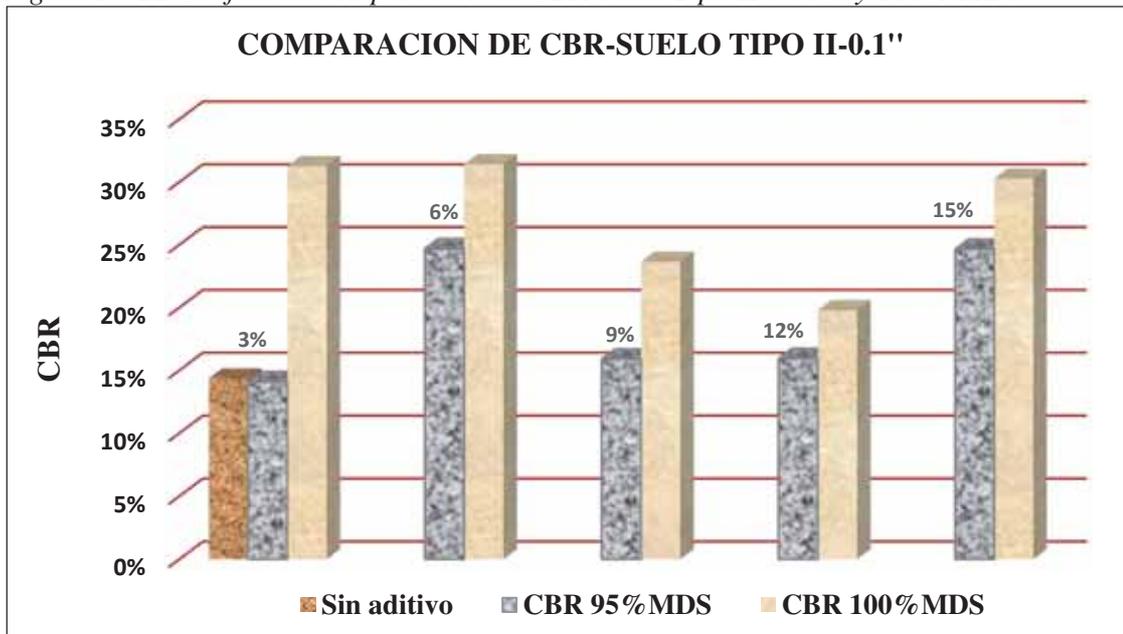
Figura N° 21 Gráfico de comparación de CBR-suelo Tipo I a 95% y 100% MDS.



Fuente: Elaboración propia

El gráfico de la figura N° 21 muestra los valores de CBR a una deformación de 0.1'' y 95% MDS, claramente se resalta los valores superiores con adición de pegamento los cuales cumplen el objetivo de mejorar y ser considerada subrasante “BUENA”.

Figura N° 22 Gráfico de comparación de CBR-suelo Tipo II a 95% y 100% MDS.

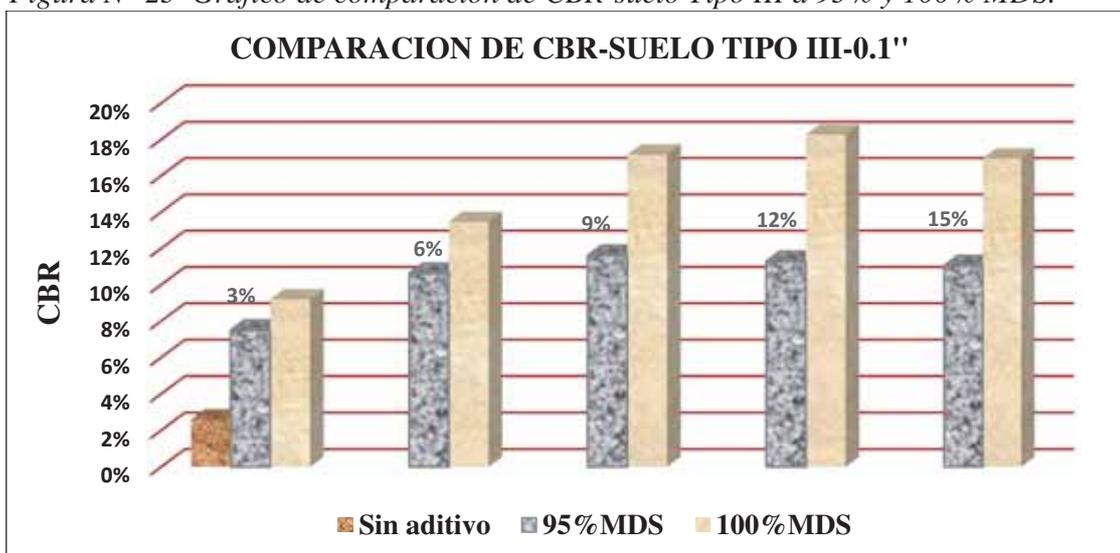


Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

El suelo Tipo II presenta las muestras con mejor calidad en el tramo de prueba, cuyo valor que se muestra en la figura N° 22 indica un valor superior al 14% en condiciones naturales, básicamente la buena calidad de este tipo de suelo resalta en la presencia de gravas en su composición.

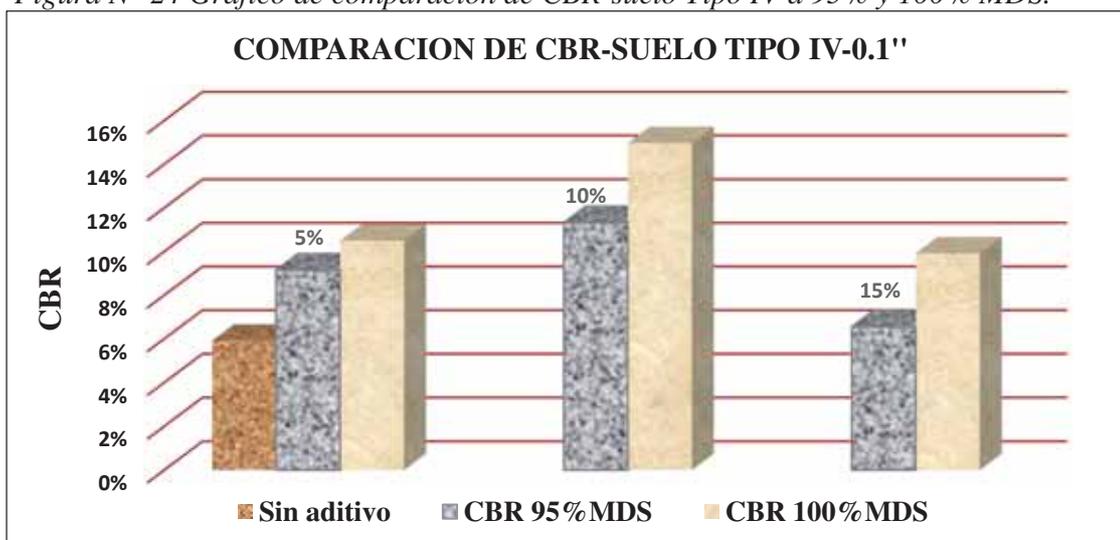
Figura N° 23 Gráfico de comparación de CBR-suelo Tipo III a 95% y 100% MDS.



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de la figura N° 23 se observa el suelo con el valor CBR más bajo del tramo de prueba en condiciones naturales, la adición de pegamento en proporciones de 6%, 9% y 12% superan lo establecido para ser considerada subrasante BUENA.

Figura N° 24 Gráfico de comparación de CBR-suelo Tipo IV a 95% y 100% MDS.



Fuente: Elaboración propia

El suelo orgánico con presencia de partículas finas, cuyos resultados mostrados en la figura N° 24 indica subrasante MALA, sin embargo, se cumple el objetivo de mejoramiento con la adición de pegamento sintético en 10% con respecto a la humedad óptima.

4.2.6. Compresión NO confinada

El cuadro N° 60, se aprecia los resultados de carga ultima, esfuerzo cortante y el porcentaje de mejora con la adición del PS, para los suelos de Tipo III y IV.

Cuadro N° 60 Comparación de carga y esfuerzo cortante entre muestras sin PS y con PS

TIPO DE SUELO	% DE ADICION	CARGA ULTIMA (Kg/cm²)	% QUE MEJORA	ESFUERZO CORTANTE (Kg/cm²)	% QUE MEJORA
III	0	3.09	30.56	1.18	13.87
	9	4.45		1.37	
IV	0	2.19	50.79	1.51	32.29
	9	4.45		2.23	

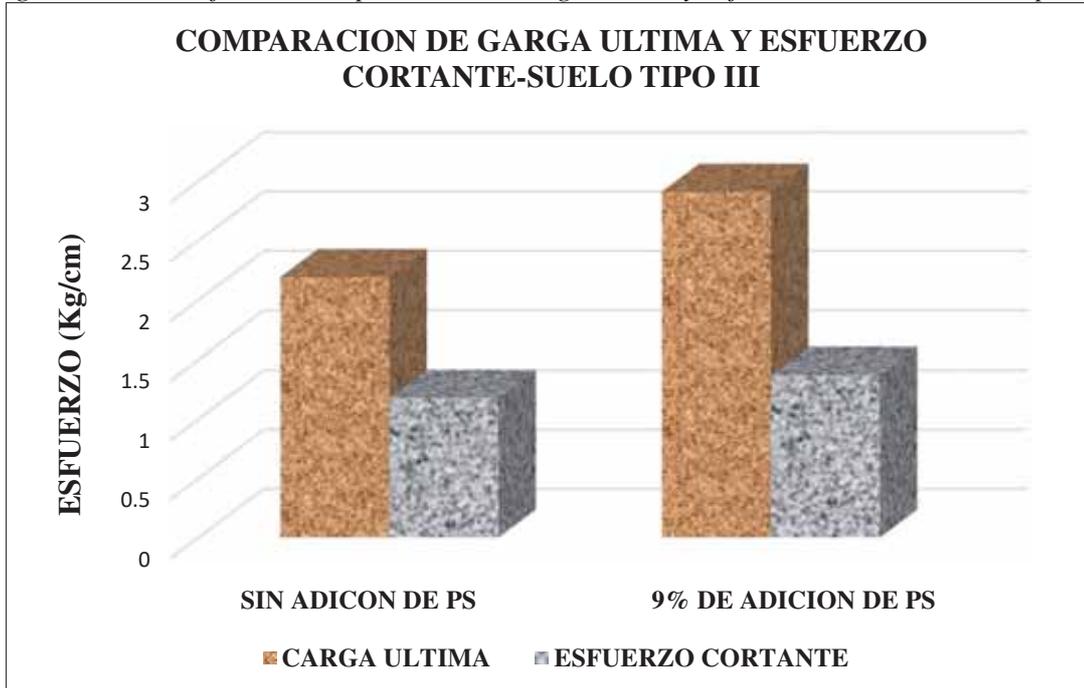
Fuente: Elaboración propia

El ensayo de durabilidad a través de humedecimiento y secado somete a los especímenes de suelo a condiciones extremas de humedad cuyo proceso de recolección de datos e información está claramente detallada en los cuadros N° 39 y 40. Los resultados obtenidos de carga última y esfuerzo cortante que se muestran en el cuadro N° 60 tienen un significado importante del comportamiento de los suelos con adición de PS. Primero ensayado a dos procesos de humedecimiento-secado y finalmente sometida a compresión simple no confinada dos especímenes de suelo Tipo III y dos del Tipo IV soportan un esfuerzo cortante importante que significa más de 13.87% y 32.29% de mejoramiento con respecto a especímenes sin adición de pegamento. Estos resultados obtenidos representan gran validez para la presente investigación debido a que los suelos estabilizados con PS y con presencia de limos y arcillas en su composición mantienen a cierta medida su resistencia a largo plazo sometido a condiciones extremas.

En los gráficos de la figura N° 25 y 26 se observa la comparación de los valores obtenidos para carga última y esfuerzo cortante en estado natural y con adición de pegamento sintético.

Vale destacar que los suelos Tipo I y II no reflejaron resistencia alguna sobre condiciones extremas de humedad, básicamente debido a la presencia de gravas y arenas en su composición, es decir se desmoronan y desintegran fácilmente con la presencia de agua.

Figura N° 25 Gráfico de comparación de carga última y esfuerzo cortante-Suelo Tipo III



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 26 Gráfico de comparación de carga última y esfuerzo cortante-Suelo Tipo IV

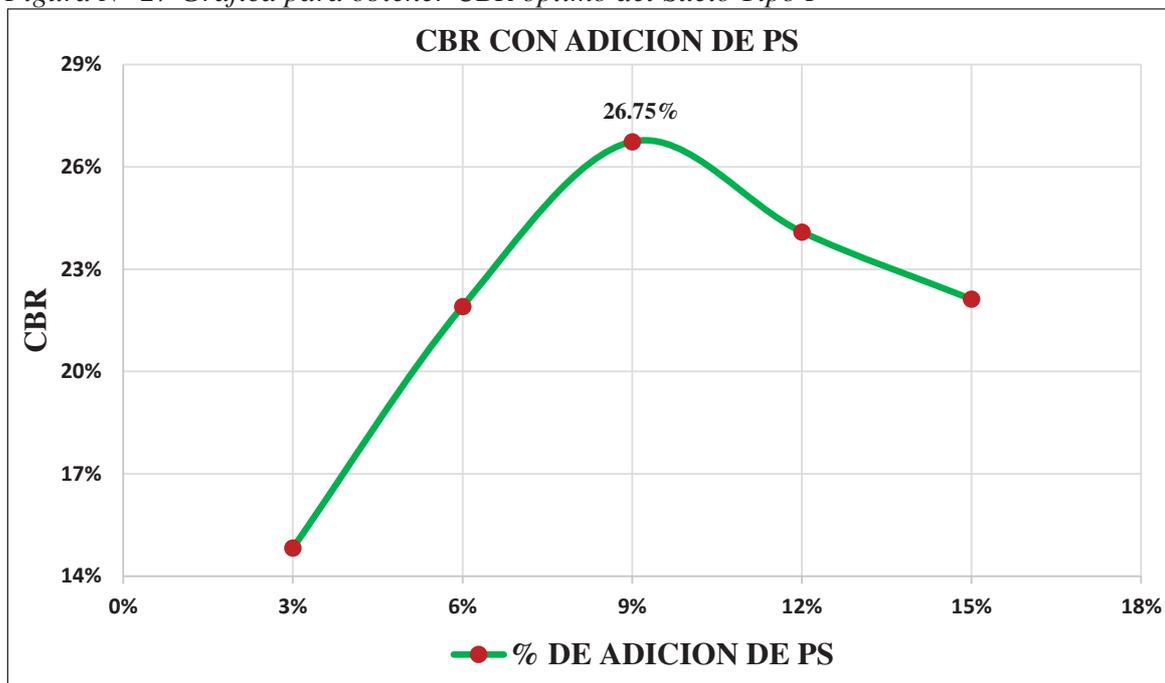


Los cálculos y resultados se muestran en el Anexo B.8

Fuente: Elaboración propia

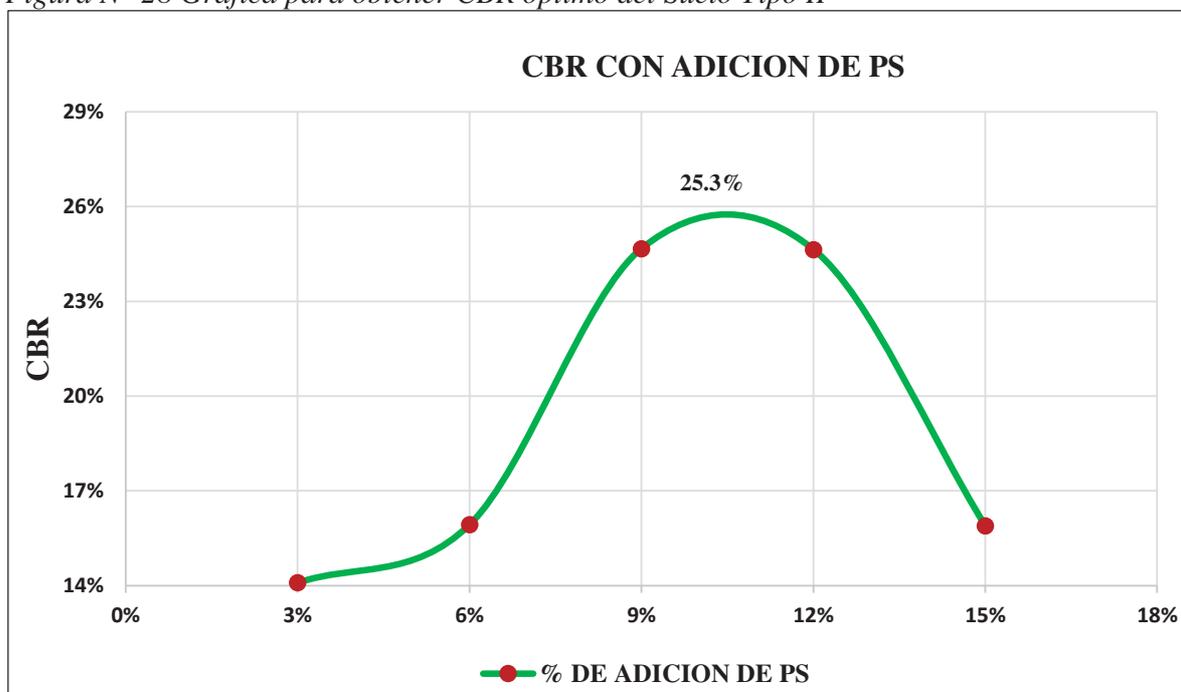
4.3. Valores óptimos de CBR

Figura N° 27 Grafica para obtener CBR óptimo del Suelo Tipo I



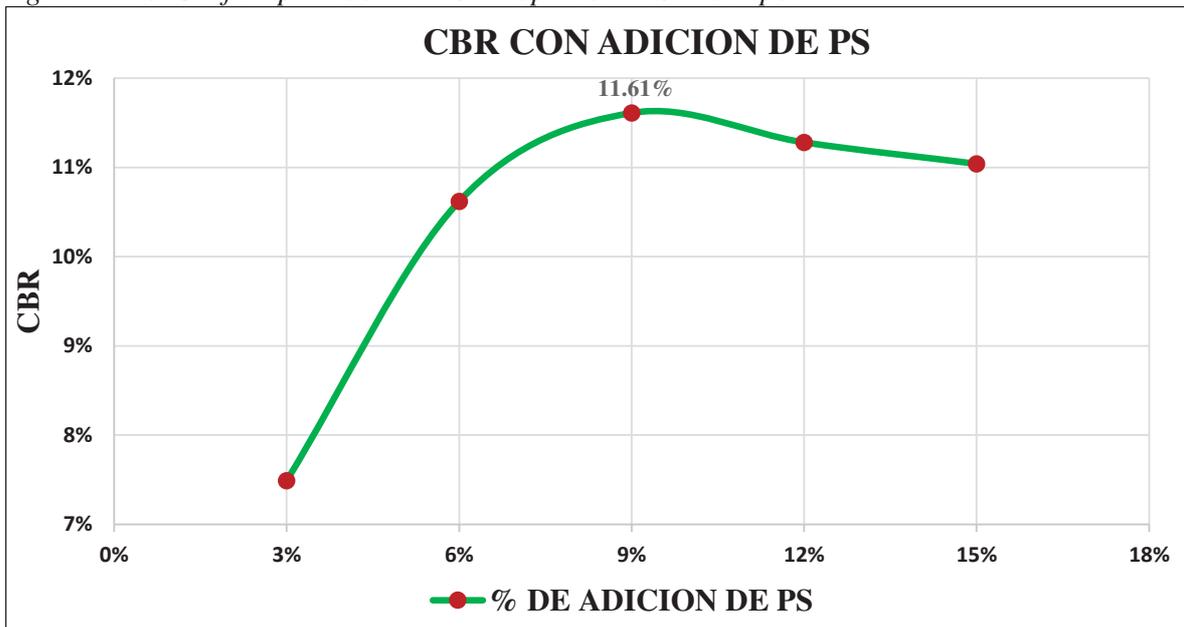
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 28 Grafica para obtener CBR óptimo del Suelo Tipo II



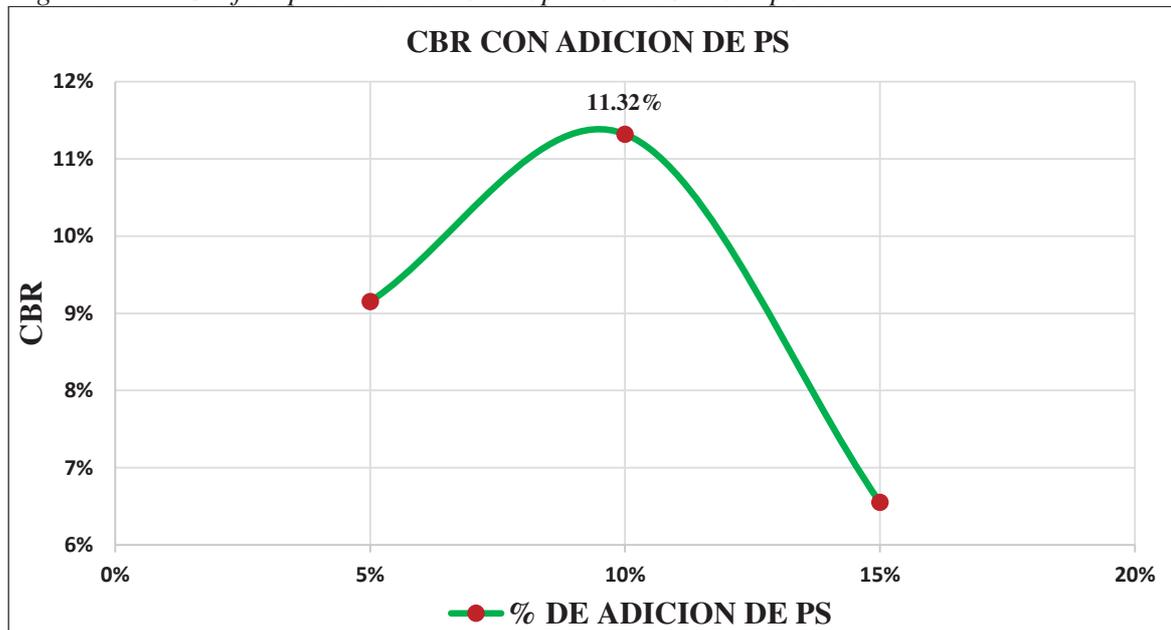
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 29 Grafica para obtener CBR óptimo del Suelo Tipo III



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 30 Grafica para obtener CBR óptimo del Suelo Tipo IV



Fuente: Elaboración propia

Los gráficos de las figuras N° 27, 28, 29 y 30 muestran la distribución de los valores de CBR adicionado con pegamento sintético. Las gráficas en forma de la campana de GAUSS

es una distribución que permite estimar un valor óptimo de CBR para cada tipo de suelo, priorizando el orden ascendente de los resultados obtenidos.

Esta investigación aplica los valores óptimos de CBR que muestra el cuadro N° 61 para el diseño de pavimentos rígido y flexible.

Cuadro N° 61 Valores de CBR óptimos.

TIPO DE SUELO	% DE CBR PATRON	% DE CBR OPTIMO A 95% MDS	% DE ADICION OPTIMO	MDS (gr/cm3)
I	6.00	26.75	3	1.89
II	6.00	25.30	6	1.95
III	6.00	11.62	9	1.77
IV	6.00	11.40	10	1.85

Fuente: Elaboración propia

4.4. Costo unitario por metro cubico de suelo

Para determinar la cantidad de pegamento sintético necesario en un metro cubico de muestra, se tuvo en cuenta el costo promedio del producto en el mercado local y el contenido óptimo de agua, la deducción y el procedimiento de cálculo se muestra en el Anexo C.8 Deducción del costo por metro cubico de PS-Suelo Tipo I, II, III y IV. El cuadro N°62 muestra los resultados de cantidad de pegamento sintético requerido en un metro cúbico de muestra.

Cuadro N° 62 Cantidad y costos unitarios de PS

TIPO DE SUELO	CANTIDAD DE PS POR m³ (Kg)
I	0.741
II	1.266
III	2.533
IV	2.782

Fuente: Elaboración propia

Los costos unitarios que se muestran en el cuadro N° 63 se determinaron tomando en cuenta el costo hora hombre – cusco, vigente del 01 de junio del 2019 al 31 de mayo del 2020 determinado por Ing. J. Ronald Aguilar H, cantidad de pegamento sintético necesario en un metro cubico de suelo y rendimientos de equipo mecánico según las siguientes referencias: Expediente “Mejoramiento de la transitabilidad peatonal y vehicular de la Urb. Coricancha de la provincia de Calca 2013” y Precios Unitarios del proyecto Estudio para el mejoramiento de carretera TAUCA-PALLASCA octubre 2018, Provias Perú.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

La deducción y el procedimiento de cálculo de precios unitarios para pavimento rígido y flexible sin PS se aprecian en los Anexos C.5.3 (suelo tipo I, II) y C.5.4 (suelo tipo III, IV).

La deducción y el procedimiento de cálculo de precios unitarios para pavimento rígido y flexible con PS se aprecian en los Anexos C.6.1 (suelo tipo I, II, III y IV), C.6.2 (suelo tipo I, II, III y IV), C.6.3 (suelo tipo I), C.6.4 (suelo tipo II), C.6.5 (suelo tipo III) y C.6.6 (suelo tipo IV).

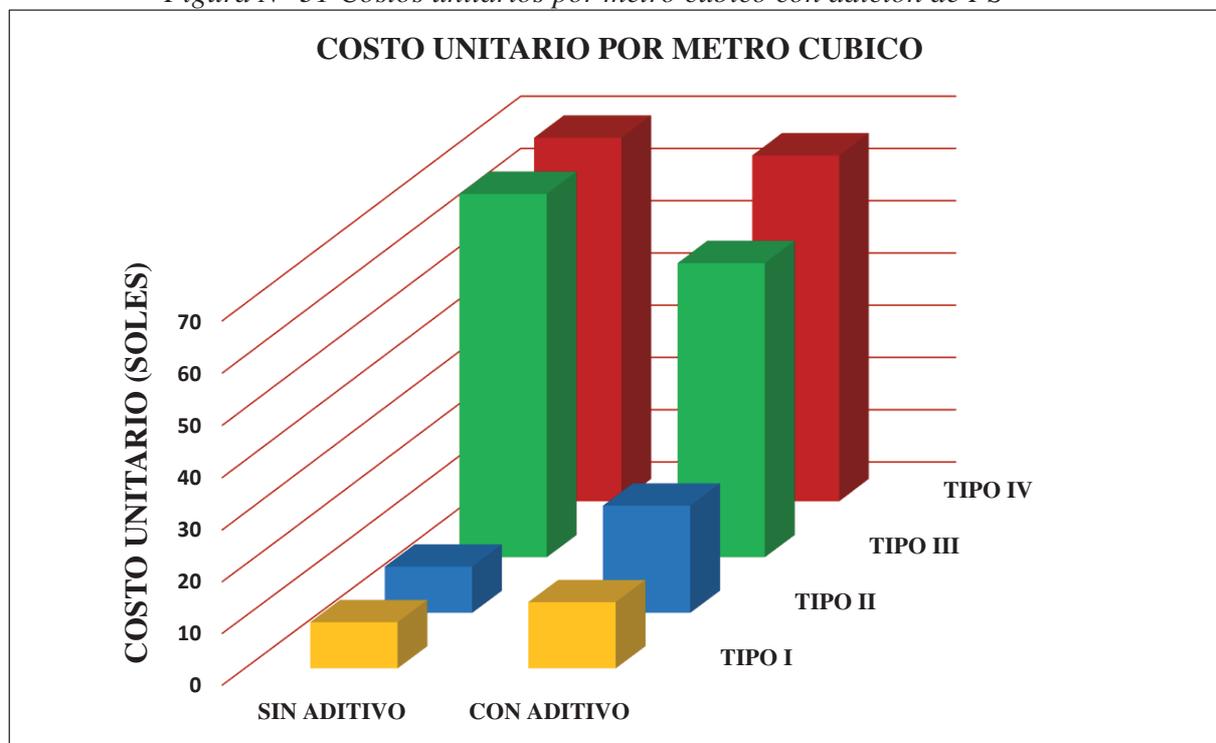
Cuadro N° 63 Comparación de costos unitarios en partidas a nivel de subrasante

TIPO DE SUELO	COSTO UNITARIO POR m³ CON PS (Soles)	COSTO UNITARIO POR m³ SIN PS (Soles)
I	12.81	8.93
II	20.63	8.93
III	56.31	69.55
IV	66.16	69.55

Fuente: Elaboración propia

La figura N° 31 ilustra la comparación de costos unitarios con la aplicación de pegamento sintético en los tipos de suelo identificado respecto a la estabilización con un material de préstamo.

Figura N° 31 Costos unitarios por metro cubico con adición de PS



La deducción y cálculos realizados se muestran en el Anexo C.8

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULOS V: DISEÑO ESTRUCTURAL Y PRESUPUESTO

5.1. Diseño estructural de pavimento rígido y flexible

El diseño de pavimentos se realizó de acuerdo al “Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” (M.C.S.G.G.P), en su sección de Suelos y Pavimentos basados al Método ASSHTO Guide for Desing of Paviment Structures 1993 y Análisis de performance o comportamiento del pavimento durante el periodo de diseño, además se tomó como apoyo el “Manual de Pavimentos” del Ingeniero Américo Montañez Tupayachi docente de la Escuela Profesional de ingeniera Civil-UNSAAC.

5.1.1. Metodología de diseño de pavimento flexible

5.1.1.1. Periodo de diseño

Esta investigación optó por un periodo de 20 años en una sola etapa según el M.C.S.G.G.P del (M.T.C., 2014)

5.1.1.2. Variables

I. Trafico W_{18}

La investigación utilizo un ESAL's o ejes equivalentes acumulados de 250,000 EE para vías de bajo volumen de tránsito como menciona en el capítulo II Marco teórico (2.8.2.1 trafico W_{18}).

II. Módulo de resiliencia de la subrasante (M_R)

Mediante la fórmula N°28 de módulo de resiliencia, se determinó para los cuatro tipos de suelo según su CBR, estos se ven en el cuadro N° 64.

$$M_R(\text{psi}) = 2555 \times CBR^{0.64} \dots\dots\dots (28)$$

Cuadro N° 64 Módulo de resiliencia de la subrasante a partir de valores de CBR

Tipo de suelo	Calicatas	CBR al 95 % de MDS			Módulo Resiliente (M_R) (psi)		
		Suelo Natural	Suelo Granular	Suelo Mejorado	Suelo Natural	suelo Granular	Suelo Mejorado
Tipo I	C-1, C-8	10.06%	---	26.75%	11195.76	---	20935.25
Tipo II	C-2, C-3	14.36%	---	25.30%	14059.50	---	20201.71
Tipo III	C-4, C-6, C-7 C-9 y C-10	2.61%	10%	11.62%	4721.07	11152.98	12277.86
Tipo IV	C-5	5.92%	10%	11.40%	7974.01	11152.98	12128.58

Fuente: Elaboración Propia

III. Confiabilidad (R)

La investigación opto una confiabilidad de **80%** considerando que la clasificación de la vía es local – rural, esto se determinó según el cuadro N° 19.

Se determinó el coeficiente Z_r del cuadro N° 20, para un valor de 80% de confiabilidad corresponde el valor de **-0.841** de desviación estándar normal.

IV. Desviación estándar combinada (So)

La presente investigación optó un valor de $S_o = 0.45$ según la recomendación del manual.

V. Índice de serviciabilidad (PSI)

Los valores de serviciabilidad adoptados en la investigación fueron:

- Serviciabilidad Inicial $P_i = 4.2$ (Recomendado por el AASHTO)
- Serviciabilidad Final $P_t = 2$ (Para vías de volumen de tráfico menor, según norma CE.010 Pavimentos urbanos)

Variación de serviciabilidad (ΔPSI)

$$\boxed{\Delta PSI = P_i - P_t} \dots\dots\dots (29)$$

$$\Delta PSI = P_i - P_t = 4.2 - 2 = 2.2$$

VI. Numero Estructural Requerido (SNR)

Los coeficientes de las capas estructurales se determinaron de acuerdo al cuadro N° 22, y son los siguientes: $a_1 = 0.70$ cm, $a_2 = 0.054$ cm y $a_3 = 0.047$ cm.

Para la investigación se optó por un drenaje **bueno** determinado del cuadro N°23, estimando que al año existe presencia de precipitación pluvial de 98 días en el área de estudio y se determinó el valor dividiendo los días que llueve entre los días del año $98/365 = 26.86\%$, con este valor deducir en el cuadro N° 24.

Para el diseño se ha adoptado coeficientes de $m_2 = 1.00$ y $m_3 = 1.00$ correspondiente a un drenaje bueno y que el pavimento que este expuesto a niveles de humedad mayores de 25%.

Los cuadros N° 65, muestra resumen de los espesores de la subrasante para los suelos Tipo III y IV en estado natural. En el cuadro N° 66 se aprecia el resumen de los espesores de la subrasante para los suelos Tipo I, II, III y IV con PS.

Cuadro N° 65 Espesor de subrasante en estado natural-Suelo Tipo III y IV

TIPO DE SUELO	III	IV
SN Subrasante Regular (MEJORADA)	2.189	2.001
SN Subrasante Inadecuado (NATURAL)	2.987	2.998
Diferencial SN requerido	0.798	0.810
Coefficiente Estructural Granular a_4	0.03	0.03
Coefficiente de drenaje m_4	1.00	1.00
Espeso de subrasante d_4	28.00	28.00
Espesor adoptado (cm)	30.00	30.00

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 66 Espesor de subrasante en estado mejorado de los Suelos Tipo I, II, III y IV

TIPO DE SUELO	I	II	III	IV
SN Subrasante Regular (MEJORADA)	1.700	1.723	2.095	2.1115
SN Subrasante Inadecuado (NATURAL)	2.189	2.048	2.987	2.465
Diferencial SN requerido	0.490	0.325	0.892	0.354
Coefficiente Estructural Granular a_4	0.037	0.037	0.03	0.03
Coefficiente de drenaje m_4	1.00	1.00	1.00	1.00
Espeso de subrasante d_4	14.00	9.00	30.00	12.00
Espesor adoptado (cm)	15.00	10.00	30.00	15.00

Fuente: Elaboración Propia

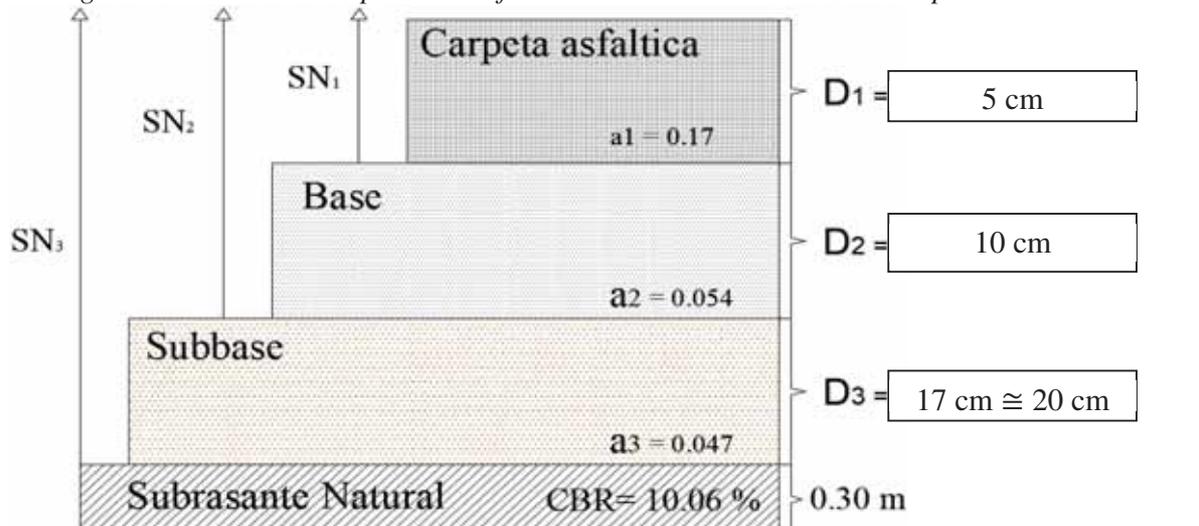
5.1.2. Diseño de pavimento flexible método AASHTO 93

En los cuadros N° 67, 69, 71 y 73, muestran el diseño de pavimento flexible sin la aplicación de pegamento sintético. En los cuadros N° 68, 70, 72 y 74, muestran el diseño de pavimento flexible con la aplicación de pegamento sintético, además indicar que los cuadros de los diseños que se muestran en los cuadros N° 71 y 73 consideran un CBR con material de préstamo.

Cuadro N° 67 Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo I

DATOS DE DISEÑO		VALOR			
A.- ESAL's (W_{18})		250000			
B.- CBR subrasante (%) del <i>Suelo Natural TIPO I</i>		10.06%			
C.- Modulo de Resiliencia (M_r) de la Subrasante (Psi)		11195.76			
D.- Numero de Etapas de diseño		1			
E.- Nivel de Confiabilidad (R-%)		80%			
Desviación Estándar Normal (Z_r)		-0.842			
F.- Desviación Estándar Combinada (S_o)		0.45			
G.- Serviciabilidad Inicial (P_i)		4.2			
H.- Serviciabilidad Final o Terminal (P_t)		2.0			
I.- Variación de la Serviciabilidad (ΔPSI)		2.2			
CALCULO DE NUMERO ESTRUCTURAL (Iterar hasta N18 Nominal \geq N18 Calculado)					
A.- Numero Estructural Requerido (SNr)		2.162			
B.- N18 Nominal (Requerido)		5.398			
C.- N18 Calculado		5.397			
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO					
<i>A.- Estructuración del pavimento</i>					
Concreto asfáltico (a_1)		0.170			
Base granular (a_2)		0.054			
Subbase (a_3)		0.047			
<i>B.- Coeficiente de drenaje de capa</i>					
Base Granular (m_2)		1.00			
Subbase (m_3)		1.00			
ALTERNATIVA	SN Req.	SN Result.	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)
1	2.162	2.189	5	10	17
Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)					

Figura N° 32 Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo I

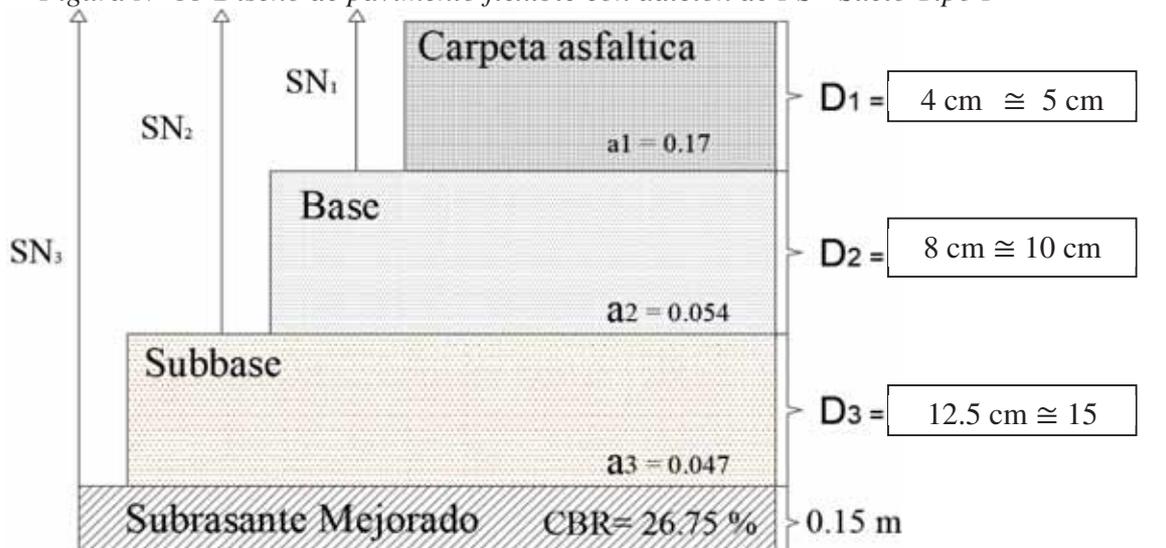


Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 68 Diseño de pavimento flexible con adicción de PS - Suelo Tipo I

DATOS DE DISEÑO	VALOR				
A.- ESAL's (W_{18})	250000				
B.- CBR subrasante (%) del Suelo Mejorado TIPO I	26.75%				
C.- Modulo de Resiliencia (M_r) de la Subrasante (Psi)	20935.25				
D.- Numero de Etapas de diseño	1				
E.- Nivel de Confiabilidad (R-%)	80%				
Desviación Estándar Normal (Z_r)	-0.842				
F.- Desviación Estándar Combinada (S_o)	0.45				
G.- Serviciabilidad Inicial (P_i)	4.2				
H.- Serviciabilidad Final o Terminal (P_t)	2.0				
I.- Variación de la Serviciabilidad (ΔPSI)	2.2				
CALCULO DE NUMERO ESTRUCTURAL (Iterar hasta N18 Nominal \geq N18 Calculado)					
A.- Numero Estructural Requerido (SNR)	1.698				
B.- N18 Nominal (Requerido)	5.398				
C.- N18 Calculado	5.397				
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO					
<i>A.- Estructuración del pavimento</i>					
Concreto asfáltico (a_1)	0.170				
Base granular (a_2)	0.054				
Subbase (a_3)	0.047				
<i>B.- Coeficiente de drenaje de capa</i>					
Base Granular (m_2)	1.00				
Subbase (m_3)	1.00				
ALTERNATIVA	SN Req.	SN Result.	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)
1	1.698	1.700	4	8	12.5
Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)					

Figura N° 33 Diseño de pavimento flexible con adicción de PS - Suelo Tipo I

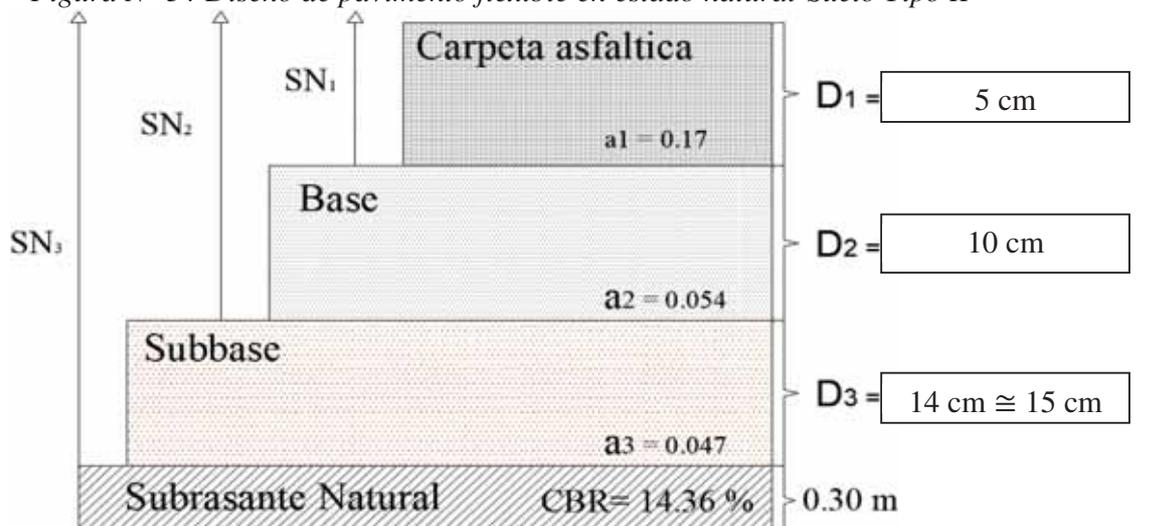


Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 69 Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo II

DATOS DE DISEÑO	VALOR				
A.- ESAL's (W_{18})	250000				
B.- CBR subrasante (%) del <i>Suelo Natural TIPO II</i>	14.36%				
C.- Modulo de Resiliencia (M_r) de la Subrasante (Psi)	14059.50				
D.- Numero de Etapas de diseño	1.00				
E.- Nivel de Confiabilidad (R-%)	80%				
Desviación Estándar Normal (Z_r)	-0.842				
F.- Desviación Estándar Combinada (S_o)	0.45				
G.- Serviciabilidad Inicial (P_i)	4.20				
H.- Serviciabilidad Final o Terminal (P_t)	2.00				
I.- Variación de la Serviciabilidad (ΔPSI)	2.20				
CALCULO DE NUMERO ESTRUCTURAL (Iterar hasta N18 Nominal \geq N18 Calculado)					
A.- Numero Estructural Requerido (SNr)	1.984				
B.- N18 Nominal (Requerido)	5.398				
C.- N18 Calculado	5.397				
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO					
<i>A.- Estructuración del pavimento</i>					
Concreto asfaltico (a1)	0.170				
Base granular (a2)	0.054				
Subbase (a3)	0.047				
<i>B.- Coeficiente de drenaje de capa</i>					
Base Granular (m2)	1.00				
Subbase (m3)	1.00				
ALTERNATIVA	SN Req.	SN Result.	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)
1	1.984	2.048	5	10	14
Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)					

Figura N° 34 Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo II

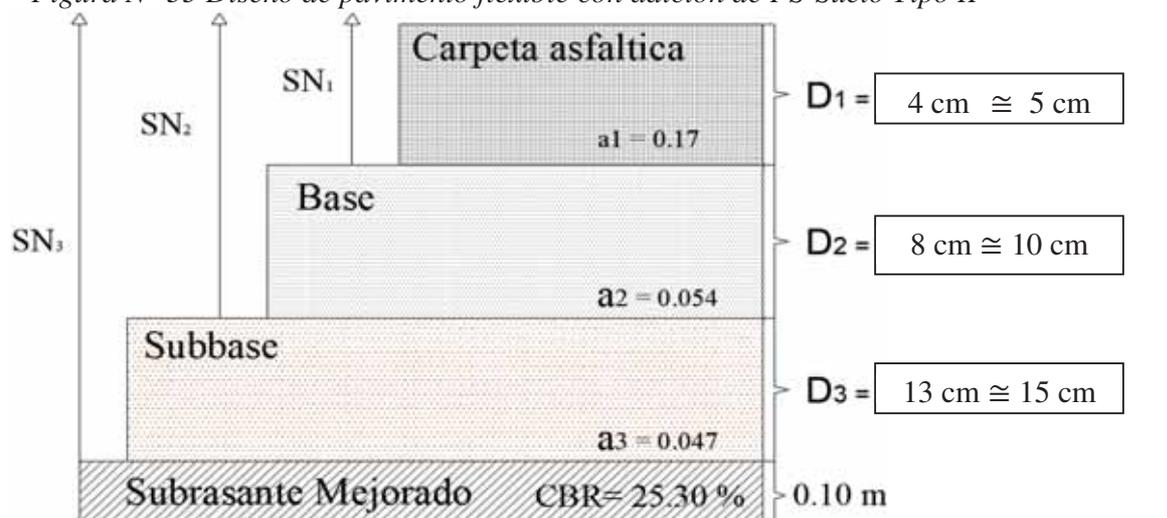


Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 70 Diseño de pavimento flexible con adicción de PS - Suelo Tipo II

DATOS DE DISEÑO	VALOR				
A.- ESAL's (W_{18})	250000				
B.- CBR subrasante (%) del <i>Suelo Mejorado TIPO II</i>	25.30%				
C.- Modulo de Resiliencia (M_r) de la Subrasante (Psi)	20201.71				
D.- Numero de Etapas de diseño	1.00				
E.- Nivel de Confiabilidad (R-%)	80%				
Desviación Estándar Normal (Z_r)	-0.842				
F.- Desviación Estándar Combinada (S_o)	0.45				
G.- Serviciabilidad Inicial (P_i)	4.20				
H.- Serviciabilidad Final o Terminal (P_t)	2.00				
I.- Variación de la Serviciabilidad (ΔPSI)	2.20				
CALCULO DE NUMERO ESTRUCTURAL (Iterar hasta N18 Nominal \geq N18 Calculado)					
A.- Numero Estructural Requerido (SNr)	1.722				
B.- N18 Nominal (Requerido)	5.398				
C.- N18 Calculado	5.397				
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO					
<i>A.- Estructuración del pavimento</i>					
Concreto asfaltico (a1)	0.170				
Base granular (a2)	0.054				
Subbase (a3)	0.047				
<i>B.- Coeficiente de drenaje de capa</i>					
Base Granular (m2)	1.00				
Subbase (m3)	1.00				
ALTERNATIVA	SN Req.	SN Result.	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)
1	1.722	1.723	4	8	13
Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)					

Figura N° 35 Diseño de pavimento flexible con adicción de PS-Suelo Tipo II



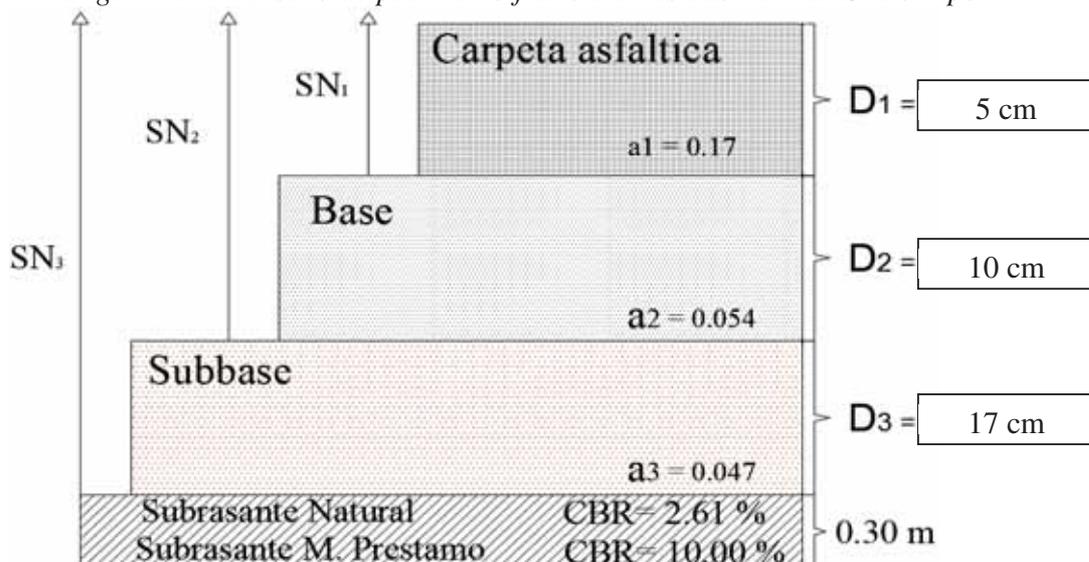
Fuente: Elaboración Propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 71 Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo III

DATOS DE DISEÑO		VALOR			
A.- ESAL's (W_{18})		250000			
B.- CBR subrasante (%) del <i>Material de Préstamo</i>		10.00%			
C.- Modulo de Resiliencia (M_r) de la Subrasante (Psi)		11152.98			
D.- Numero de Etapas de diseño		1.00			
E.- Nivel de Confiabilidad (R-%)		80%			
Desviación Estándar Normal (Z_r)		-0.842			
F.- Desviación Estándar Combinada (S_o)		0.45			
G.- Serviciabilidad Inicial (P_i)		4.20			
H.- Serviciabilidad Final o Terminal (P_t)		2.00			
I.- Variación de la Serviciabilidad (ΔPSI)		2.20			
CALCULO DE NUMERO ESTRUCTURAL (Iterar hasta N18 Nominal \geq N18 Calculado)					
A.- Numero Estructural Requerido (SN_r)		2.166			
B.- N18 Nominal (Requerido)		5.398			
C.- N18 Calculado		5.398			
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO					
<i>A.- Estructuración del pavimento</i>					
Concreto asfaltico (a1)		0.170			
Base granular (a2)		0.054			
Subbase (a3)		0.047			
<i>B.- Coeficiente de drenaje de capa</i>					
Base Granular (m2)		1.00			
Subbase (m3)		1.00			
ALTERNATIVA	SN Req.	SN Result.	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)
1	2.166	2.189	5	10	17
Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)					

Figura N° 36 Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo III



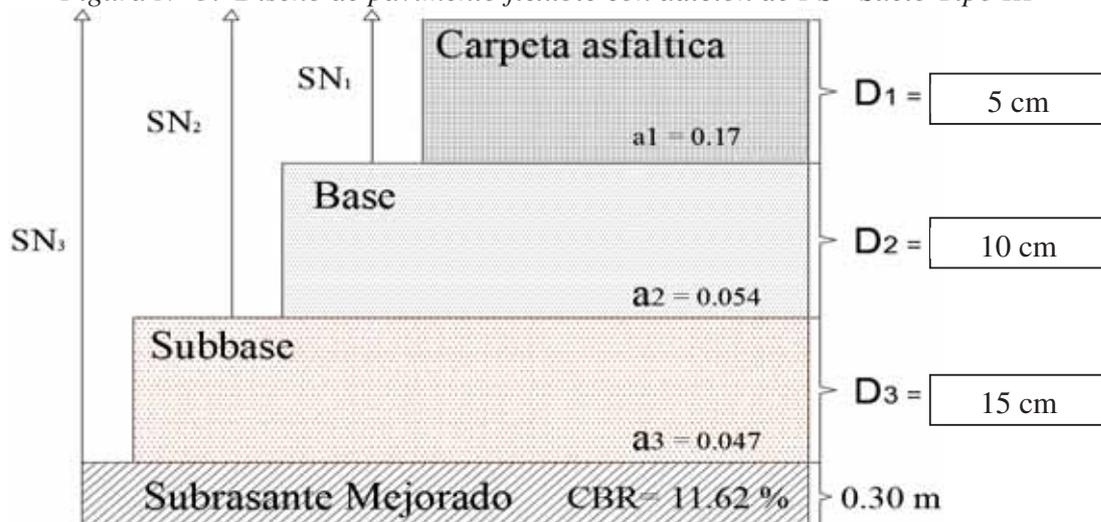
Fuente: Elaboración Propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 72 Diseño de pavimento flexible con adicción de PS-Suelo Tipo III

DATOS DE DISEÑO	VALOR				
A.- ESAL's (W ₁₈)	250000				
B.- CBR subrasante (%) del Suelo Mejorado TIPO III	11.62%				
C.- Modulo de Resiliencia (Mr) de la Subrasante (Psi)	12277.86				
D.- Numero de Etapas de diseño	1.00				
E.- Nivel de Confiabilidad (R-%)	80%				
Desviación Estándar Normal (Zr)	-0.842				
F.- Desviación Estándar Combinada (So)	0.45				
G.- Serviciabilidad Inicial (Pi)	4.20				
H.- Serviciabilidad Final o Terminal (Pt)	2.00				
I.- Variación de la Serviciabilidad (ΔPSI)	2.20				
CALCULO DE NUMERO ESTRUCTURAL (Iterar hasta N18 Nominal ≥ N18 Calculado)					
A.- Numero Estructural Requerido (SNr)	2.089				
B.- N18 Nominal (Requerido)	5.398				
C.- N18 Calculado	5.398				
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO					
<i>A.- Estructuración del pavimento</i>					
Concreto asfaltico (a1)	0.170				
Base granular (a2)	0.054				
Subbase (a3)	0.047				
<i>B.- Coeficiente de drenaje de capa</i>					
Base Granular (m2)	1.00				
Subbase (m3)	1.00				
ALTERNATIVA	SN Req.	SN Result.	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)
1	2.089	2.095	5	10	15
Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)					

Figura N° 37 Diseño de pavimento flexible con adicción de PS - Suelo Tipo III



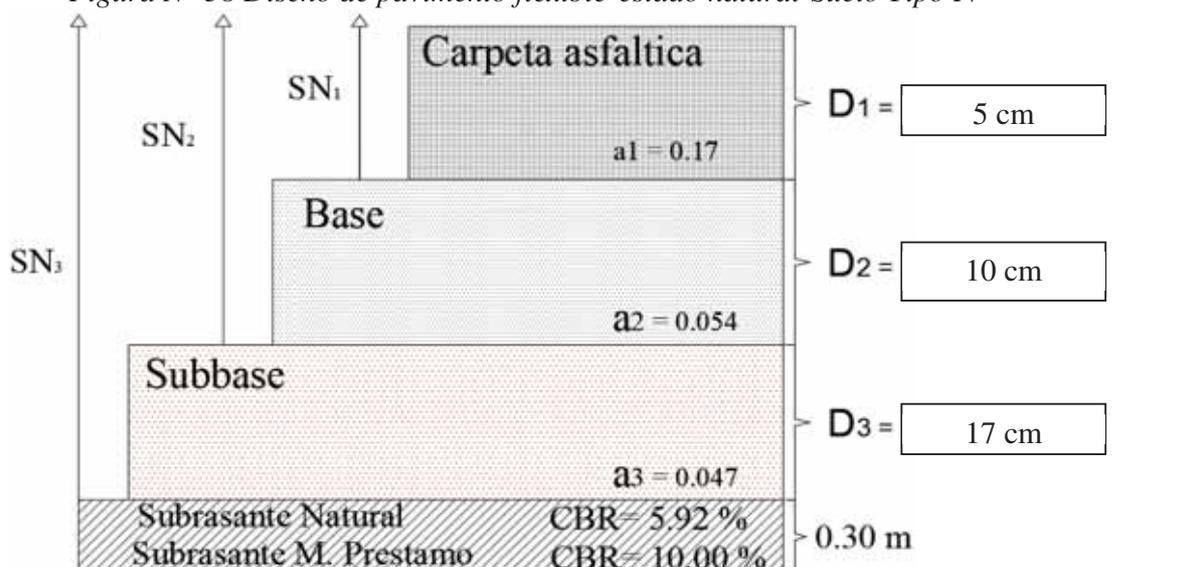
Fuente: Elaboración Propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 73 Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo IV

DATOS DE DISEÑO		VALOR			
A.- ESAL's (W_{18})		250000			
B.- CBR subrasante (%) del <i>Material de Préstamo</i>		10.00 %			
C.- Modulo de Resiliencia (M_r) de la Subrasante (Psi)		11152.98			
D.- Numero de Etapas de diseño		1.00			
E.- Nivel de Confiabilidad (R-%)		80%			
Desviación Estándar Normal (Z_r)		-0.842			
F.- Desviación Estándar Combinada (S_o)		0.45			
G.- Serviciabilidad Inicial (P_i)		4.20			
H.- Serviciabilidad Final o Terminal (P_t)		2.00			
I.- Variación de la Serviciabilidad (ΔPSI)		2.20			
CALCULO DE NUMERO ESTRUCTURAL (Iterar hasta $N_{18} \text{ Nominal} \geq N_{18} \text{ Calculado}$)					
A.- Numero Estructural Requerido (SN_r)		2.166			
B.- $N_{18} \text{ Nominal (Requerido)}$		5.398			
C.- $N_{18} \text{ Calculado}$		5.399			
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO					
<i>A.- Estructuración del pavimento</i>					
Concreto asfaltico (a_1)		0.170			
Base granular (a_2)		0.054			
Subbase (a_3)		0.047			
<i>B.- Coeficiente de drenaje de capa</i>					
Base Granular (m_2)		1.00			
Subbase (m_3)		1.00			
ALTERNATIVA	SN Req.	SN Result.	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)
1	2.166	2.189	5	10	17
Debe cumplir $SNR \text{ (Resultado)} > SNR \text{ (Requerido)}$					

Figura N° 38 Diseño de pavimento flexible-estado natural-Suelo Tipo IV



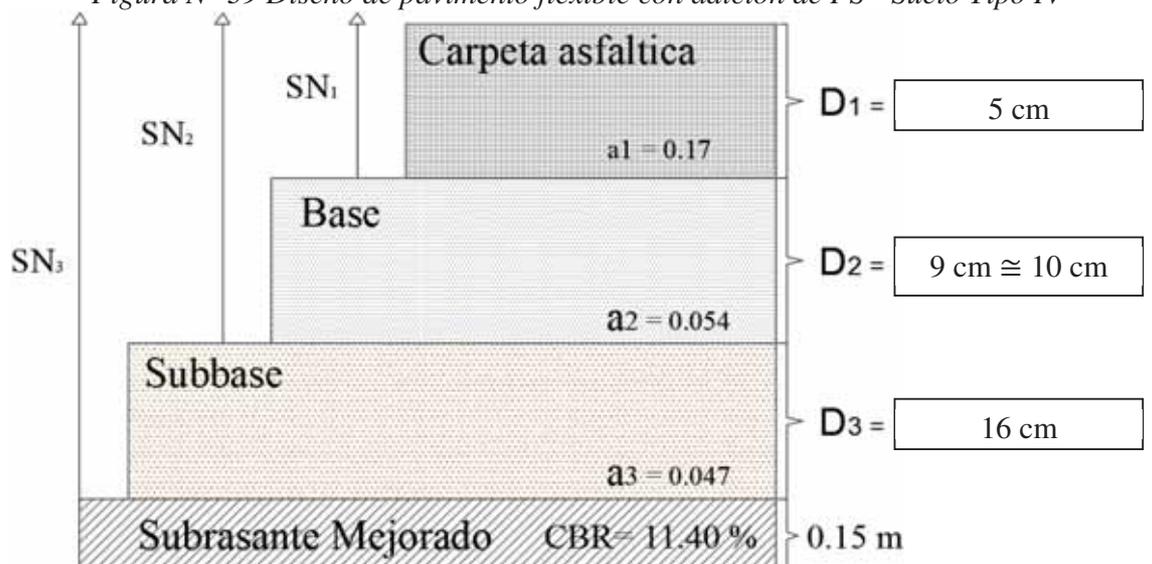
Fuente: Elaboración Propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 74 Diseño de pavimento flexible con adicción de PS - Suelo Tipo IV

DATOS DE DISEÑO	VALOR				
A.- ESAL's (W_{18})	250000				
B.- CBR subrasante (%) del <i>Suelo Natural TIPO IV</i>	11.40%				
C.- Modulo de Resiliencia (M_r) de la Subrasante (Psi)	12128.58				
D.- Numero de Etapas de diseño	1.00				
E.- Nivel de Confiabilidad (R-%)	80%				
Desviación Estándar Normal (Z_r)	-0.842				
F.- Desviación Estándar Combinada (S_o)	0.45				
G.- Serviciabilidad Inicial (P_i)	4.20				
H.- Serviciabilidad Final o Terminal (P_t)	2.00				
I.- Variación de la Serviciabilidad (ΔPSI)	2.20				
CALCULO DE NUMERO ESTRUCTURAL (Iterar hasta N_{18} Nominal $\geq N_{18}$ Calculado)					
A.- Numero Estructural Requerido (SNr)	2.098				
B.- N_{18} Nominal (Requerido)	5.398				
C.- N_{18} Calculado	5.397				
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO					
<i>A.- Estructuración del pavimento</i>					
Concreto asfaltico (a1)	0.170				
Base granular (a2)	0.054				
Subbase (a3)	0.047				
<i>B.- Coeficiente de drenaje de capa</i>					
Base Granular (m2)	1.00				
Subbase (m3)	1.00				
ALTERNATIVA	SN Req.	SN Result.	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)
1	2.098	2.112	5	9	16.5
Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)					

Figura N° 39 Diseño de pavimento flexible con adicción de PS - Suelo Tipo IV



Fuente: Elaboración Propia

5.1.3. Metodología de diseño de pavimento Rígido

5.1.3.1. Periodo de Diseño

El periodo de diseño a ser empleado en la investigación será mínimo de 20 años para pavimentos rígidos, esto lo establece el M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

5.1.3.2. Variables

I. Numero de ejes Equivalentes ($W_{8.2}$)

Para zonas de bajo volumen de transito se consideró:

$W_{8.2} = 250,000$ Según menciona el capítulo II: Marco teórico (2.9.2.1 transito $W_{8.2}$).

II. Confiabilidad y variabilidad (Z_r y S_o)

Nivel de confianza (R) = 80 % determinada del cuadro N° 19.

Desviación estándar normal (Z_r) = -0.841 determinada del cuadro N° 20.

Desviación estándar combinado (S_o) = 0.35, del Marco teórico (2.9.2.4 confiabilidad y desviación estándar normal S_o).

III. Espesor del pavimento (D)

El espesor del pavimento de concreto es la variable que pretendemos determinar al realizar un diseño.

IV. Variación de serviciabilidad (ΔPSI)

Índice de serviciabilidad Inicial $P_i = 4.50$ (recomienda la norma AASHTO)

Índice de serviciabilidad Final $P_f = 2.00$

Variación de serviciabilidad $\Delta PSI = 2.50$

V. Resistencia a flexotracción del concreto $MR (S'_c)$

Reemplazando en la formula en N° 18, del Capítulo II Marco teórico (2.9.2.5 Resistencia a flexotracción del concreto M_r).

$$S'_c = 9.50 * \sqrt{2986.89} = 519.20 \text{ psi}$$

VI. Módulo elástico del concreto (E_c)

Reemplazando en la formula en N° 19, del Capítulo II Marco teórico (2.9.2.6 Modulo elástico del concreto E_c).

$$E_c = 57,000 * \sqrt{2986.89} = 3115190.44 \text{ psi}$$

VII. Coeficiente de drenaje (Cd)

Se determinó la calidad y coeficiente de drenaje según el Capítulo II Marco teórico (2.9.2.7 Coeficiente de drenaje Cd). Teniendo en cuenta la calidad de drenaje buena y los 98 días que llueve en el área de la investigación se obtuvo el porcentaje del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación de 26.68 % con la cual se determina $C_d = 1.00$.

VIII. Coeficiente de Transito de Cargas (J)

Para pavimentos rígidos que llevaran juntas reforzadas se tomó $J = 3.2$ según el Capítulo II Marco teórico (2.9.2.8 Coeficiente de transito J).

IX. Módulo de reacción de la subrasante (K)

Mediante la figura N°7 de cuadro de correlación de CBR con clasificación de suelos según el Capítulo II Marco teórico (2.9.2.4 Modulo de reacción de la subrasante Kc), se determinó el módulo de reacción (K) para los cuatro tipos de suelo según el CBR natural y mejorado, estos se ven en los cuadros N° 75 y 76.

Cuadro N° 75 Módulo de resiliencia de la subrasante a partir de CBR

TIPO DE SUELO	CBR			MÓDULO RESILIENTE (MR) (PSI)		
	SUELO NATURAL	SUELO GRANULAR	SUELO MEJORADO	SUELO NATURAL	SUELO GRANULAR	SUELO MEJORADO
Tipo I	10.06%	-----	26.75%	11195.76	-----	20935.25
Tipo II	14.36%	-----	25.30%	14059.50	-----	20201.71
Tipo III	2.61%	10.00%	11.62%	4721.07	11152.98	12277.86
Tipo IV	5.92%	10.00%	11.40%	7974.01	11152.98	12128.58

Fuentes: Elaboración Propia

Cuadro N° 76 Obtención de módulo de reacción de la subrasante K según la figura N°7

TIPO DE SUELO	CBR			MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE K (MPA/M)		
	SUELO NATURAL	SUELO GRANULAR	SUELO MEJORADO	SUELO NATURAL	SUELO GRANULAR	SUELO MEJORADO
Tipo I	10.06%	---	26.75%	55.10	...	89.50
Tipo II	14.36%	--	25.30%	64.00	...	87.50
Tipo III	2.61%	10.00%	11.62%	25.50	55.00	58.00
Tipo IV	5.92%	10.00%	11.40%	48.00	55.00	57.00

Fuentes: Elaboración Propio

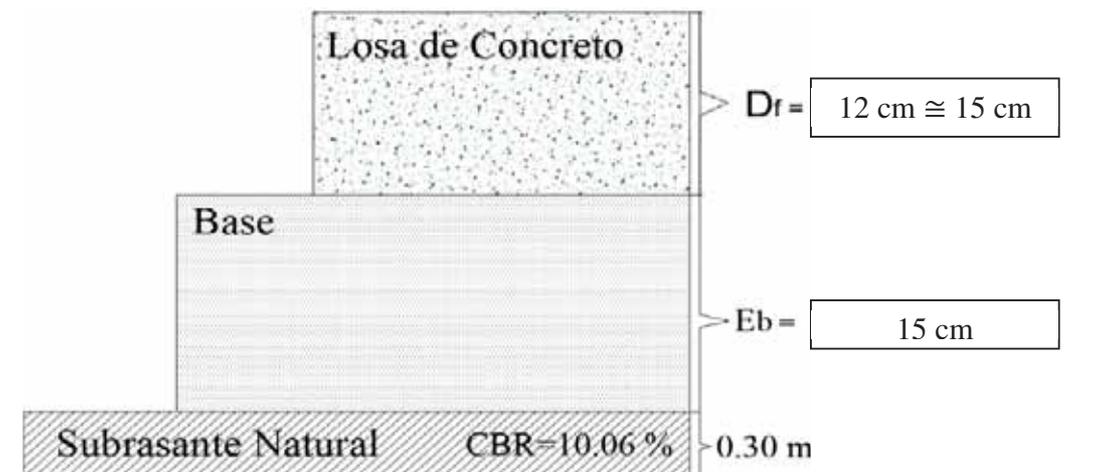
5.1.4. Diseño de pavimento rígido por el método AASHTO-93

En los cuadros N° 77 y 79, muestran el diseño de pavimento rígido en estado natural. Los cuadros N° 78, 80, 82 y 84, muestran diseño de pavimento rígido con PS. Los cuadros N° 81 y 83, muestra diseño de pavimento Rígido con CBR de material de préstamo.

Cuadro N° 77 Diseño de pavimento rígido en estado Natural-Tipo I

DATOS DE TRAFICO Y OTRAS PROPIEDADES		VALOR		
A. ESAL's ($W_{8.2}$)		250000		
B. CBR subrasante (%) del <i>Suelo Natural TIPO I</i>		10.06%		
C. Módulo de Resiliencia (M_r) de la Subrasante (psi)		11195.76		
D. Periodo de Diseño (Años)		20		
E. Nivel de Confiabilidad (R-%)		80%		
Desviación Estándar Normal (Z_r)		-0.842		
Desviación Estándar Combinada (S_o)		0.35		
F. Serviciabilidad Inicial (P_i)		4.5		
G. Serviciabilidad Final o Terminal (P_t)		2.0		
H. Variación de la Serviciabilidad (ΔPSI)		2.5		
I. Transferencia de carga (J)		3.2		
J. Coeficiente de drenaje (C_d)		1.0		
PROPIEDADES DE LOS MATERIALES				
A. Resistencia a la Compresión del Concreto F'_c (Kg/cm ²)		210		
Resistencia a la Compresión del Concreto F'_c (psi)		2986.9		
B. Módulo de Elasticidad de Concreto E_c (psi)		3115190.4		
C. Módulo de Rotura (MR) S'_c (psi)		519.20		
D. Módulo de Reacción de la Subrasante (K_c) - Monograma MTC (Mpa/m)		55.10		
E. Módulo de Reacción de la Subrasante (K_c) - Monograma MTC (pci)		203.0		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO				
A. Espesor de la Losa Requerido (D_f)		12 cm		
B. Espesor de Subbase(cm)		15 cm		
CALCULO DE ESPESOR DE LOSA (Iterar D hasta N18 calculado \geq N18 Nominal)				
ALTERNATIVA	N18 Nominal	N18 Calculado	D (pulg)	D (cm)
1	5.398	5.398	4.88	12

Figura N° 40 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Suelo Tipo I

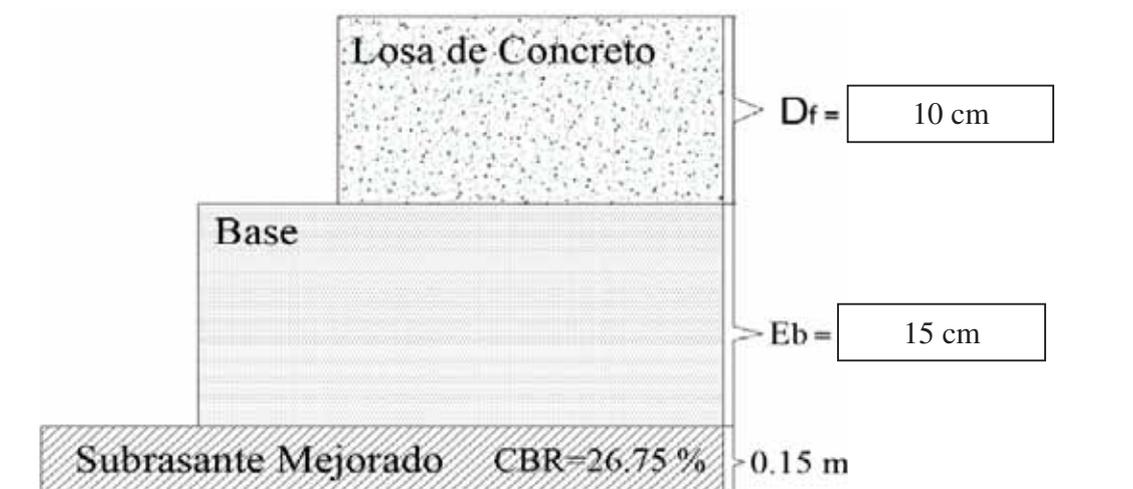


Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 78 Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Tipo I

DATOS DE TRAFICO Y OTRAS PROPIEDADES		VALOR		
A. ESAL's ($W_{8.2}$)		250000		
B. CBR subrasante (%) del Suelo MEJORADO TIPO I		26.75%		
C. Módulo de Resiliencia (M_r) de la Subrasante (psi)		20935.25		
D. Periodo de Diseño (Años)		20		
E. Nivel de Confiabilidad (R-%)		80%		
Desviación Estándar Normal (Z_r)		-0.842		
Desviación Estándar Combinada (S_o)		0.35		
F. Serviciabilidad Inicial (P_i)		4.5		
G. Serviciabilidad Final o Terminal (P_t)		2.0		
H. Variación de la Serviciabilidad (ΔPSI)		2.5		
I. Transferencia de carga (J)		3.2		
J. Coeficiente de drenaje (Cd)		1.0		
PROPIEDADES DE LOS MATERIALES				
A. Resistencia a la Compresión del Concreto F'_c (Kg/cm ²)		210		
Resistencia a la Compresión del Concreto F'_c (psi)		2986.9		
B. Módulo de Elasticidad de Concreto E_c (psi)		3115190.4		
C. Módulo de Rotura (MR) S'_c (psi)		519.20		
D. Módulo de Reacción de la Subrasante (K_c) - Monograma MTC (Mpa/m)		89.50		
E. Módulo de Reacción de la Subrasante (K_c) - Monograma MTC (pci)		329.70		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO				
A. Espesor de la Losa Requerido (D_f)		10 cm		
B. Espesor de Subbase(cm)		15 cm		
CALCULO DE ESPESOR DE LOSA (Iterar D hasta N18 calculado \geq N18 Nominal)				
ALTERNATIVA	N18 Nominal	N18 Calculado	D (pulg)	D (cm)
1	5.398	5.399	4.198	10

Figura N° 41 Diseño de pavimento rígido con adición de PS-Suelo Tipo I

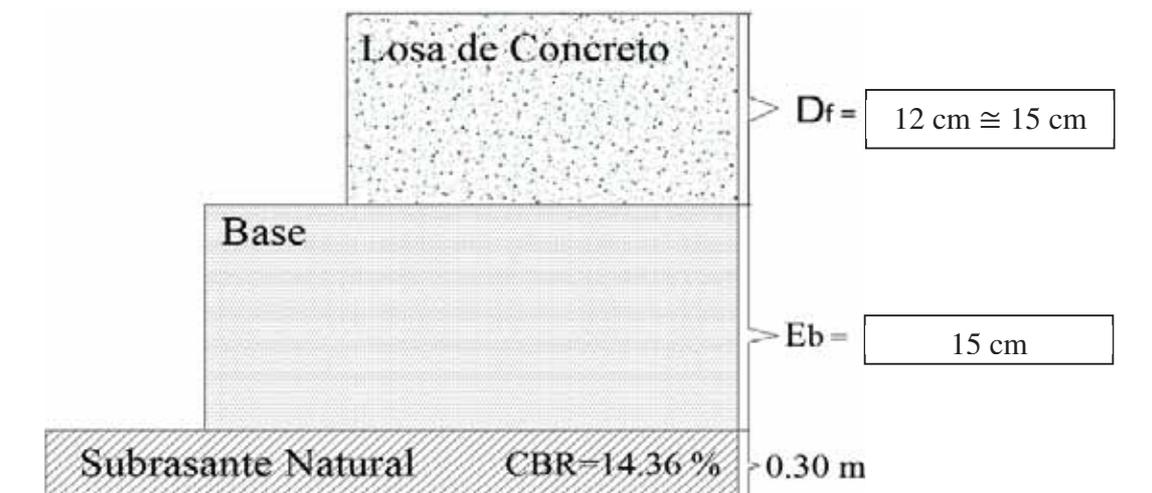


Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 79 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Tipo II

DATOS DE TRAFICO Y OTRAS PROPIEDADES	VALOR			
A. ESAL's ($W_{8.2}$)	250000			
B. CBR subrasante (%) del <i>Suelo Natural TIPO II</i>	14.36%			
C. Módulo de Resiliencia (M_r) de la Subrasante (psi)	14059.50			
D. Periodo de Diseño (Años)	20			
E. Nivel de Confiabilidad (R-%)	80%			
Desviación Estándar Normal (Z_r)	-0.842			
Desviación Estándar Combinada (S_o)	0.35			
F. Serviciabilidad Inicial (P_i)	4.5			
G. Serviciabilidad Final o Terminal (P_t)	2.0			
H. Variación de la Serviciabilidad (ΔPSI)	2.5			
I. Transferencia de carga (J)	3.2			
J. Coeficiente de drenaje (C_d)	1.0			
PROPIEDADES DE LOS MATERIALES				
A. Resistencia a la Compresión del Concreto F'_c (Kg/cm ²)	210			
Resistencia a la Compresión del Concreto F'_c (psi)	2986.9			
B. Módulo de Elasticidad de Concreto E_c (psi)	3115190.4			
C. Módulo de Rotura (M_R) S'_c (psi)	519.20			
D. Módulo de Reacción de la Subrasante (K_c) - Monograma MTC (Mpa/m)	64.00			
E. Módulo de Reacción de la Subrasante (K_c) - Monograma MTC (pci)	235.80			
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO				
A. Espesor de la Losa Requerido (D_f)	12 cm			
B. Espesor de Subbase(cm)	15 cm			
CALCULO DE ESPESOR DE LOSA (Iterar D hasta N18 calculado \geq N18 Nominal)				
ALTERNATIVA	N18Nominal	N18 Calculado	D (pulg)	D (cm)
1	5.398	5.399	4.726	12

Figura N° 42 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Suelo Tipo II

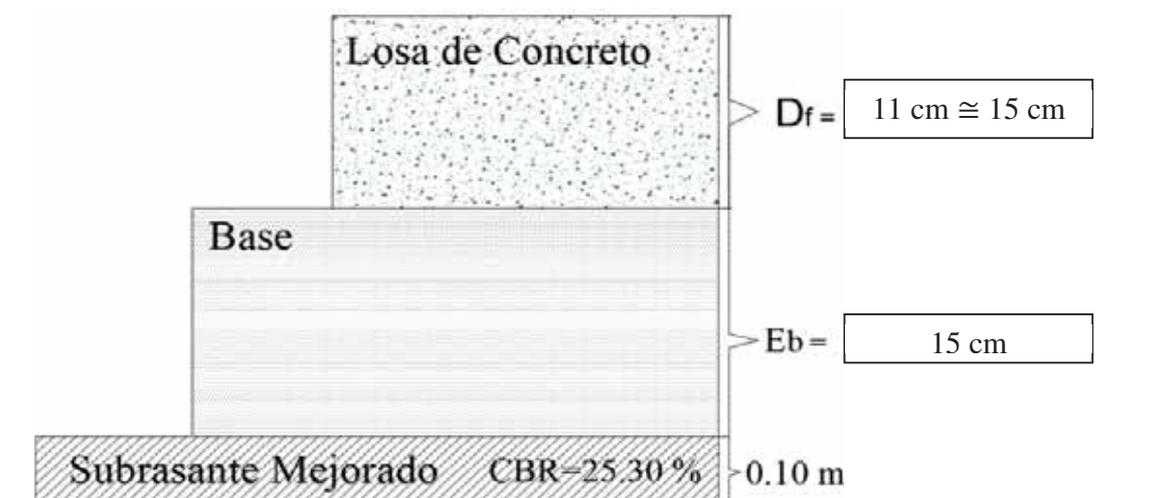


Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 80 Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Tipo II

DATOS DE TRAFICO Y OTRAS PROPIEDADES	VALOR			
A. ESAL's ($W_{8.2}$)	250000			
B. CBR subrasante (%) del <i>Suelo MEJORADO TIPO II</i>	25.30 %			
C. Módulo de Resiliencia (M_r) de la Subrasante (psi)	20201.71			
D. Periodo de Diseño (Años)	20			
E. Nivel de Confiabilidad (R-%)	80%			
Desviación Estándar Normal (Z_r)	-0.842			
Desviación Estándar Combinada (S_o)	0.35			
F. Serviciabilidad Inicial (P_i)	4.5			
G. Serviciabilidad Final o Terminal (P_t)	2.0			
H. Variación de la Serviciabilidad (ΔPSI)	2.5			
I. Transferencia de carga (J)	3.2			
J. Coeficiente de drenaje (C_d)	1.0			
PROPIEDADES DE LOS MATERIALES				
A. Resistencia a la Compresión del Concreto F'_c (Kg/cm ²)	210			
Resistencia a la Compresión del Concreto F'_c (psi)	2986.9			
B. Módulo de Elasticidad de Concreto E_c (psi)	3115190.4			
C. Módulo de Rotura (MR) S'_c (psi)	519.20			
D. Módulo de Reacción de la Subrasante (K_c) - Monograma MTC (Mpa/m)	87.00			
E. Módulo de Reacción de la Subrasante (K_c) - Monograma MTC (pci)	320.50			
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO				
A. Espesor de la Losa Requerido (D_f)	11 cm			
B. Espesor de Subbase(cm)	15 cm			
CALCULO DE ESPESOR DE LOSA (Iterar D hasta N18 calculado \geq N18 Nominal)				
ALTERNATIVA	N18 Nominal	N18 Calculado	D (pulg)	D (cm)
1	5.398	5.398	4.263	11

Figura N° 43 Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Suelo Tipo II



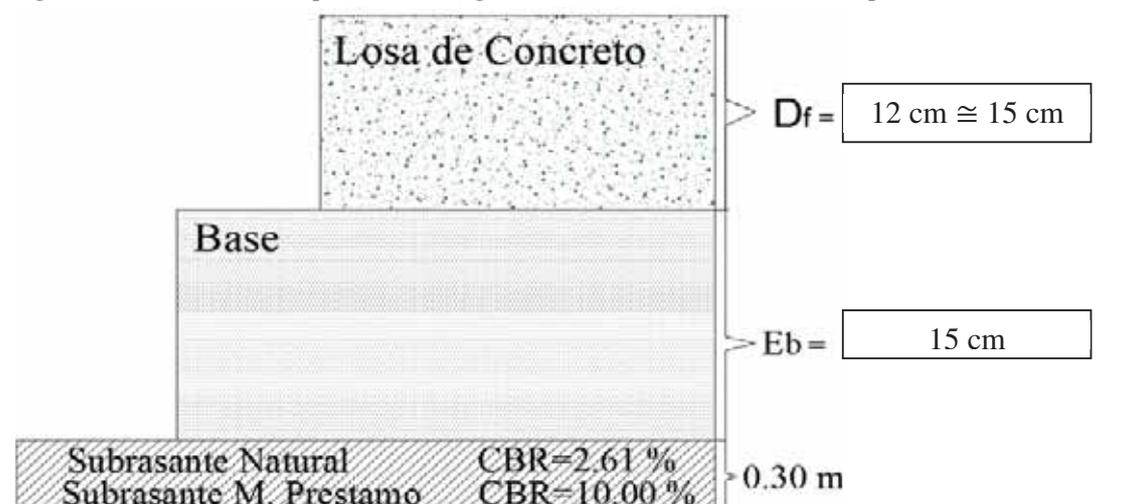
Fuente: Elaboración Propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 81 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Tipo III

DATOS DE TRAFICO Y OTRAS PROPIEDADES		VALOR		
A. ESAL's ($W_{8.2}$)		250000		
B. CBR subrasante (%) del <i>Material de Préstamo</i>		10.00 %		
C. Módulo de Resiliencia (M_r) de la Subrasante (psi)		11152.98		
D. Periodo de Diseño (Años)		20		
E. Nivel de Confiabilidad (R-%)		80%		
Desviación Estándar Normal (Z_r)		-0.842		
Desviación Estándar Combinada (S_o)		0.35		
F. Serviciabilidad Inicial (P_i)		4.5		
G. Serviciabilidad Final o Terminal (P_t)		2.0		
H. Variación de la Serviciabilidad (ΔPSI)		2.5		
I. Transferencia de carga (J)		3.2		
J. Coeficiente de drenaje (Cd)		1.0		
PROPIEDADES DE LOS MATERIALES				
A. Resistencia a la Compresión del Concreto F'_c (Kg/cm ²)		210		
Resistencia a la Compresión del Concreto F'_c (psi)		2986.9		
B. Módulo de Elasticidad de Concreto E_c (psi)		3115190.4		
C. Módulo de Rotura (MR) S'_c (psi)		519.20		
D. Módulo de Reacción de la Subrasante (K_c) - Monograma MTC (Mpa/m)		55.00		
E. Módulo de Reacción de la Subrasante (K_c) - Monograma MTC (pci)		202.60		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO				
A. Espesor de la Losa Requerido (D_f)		12 cm		
B. Espesor de Subbase(cm)		15 cm		
CALCULO DE ESPAESOR DE LOSA (Iterar D hasta N18 Calculado \geq N18 Nominal)				
ALTERNATIVA	N18 Nominal	N18 Calculado	D (pulg)	D (cm)
1	5.398	5.399	4.88	12

Figura N° 44 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Suelo Tipo III

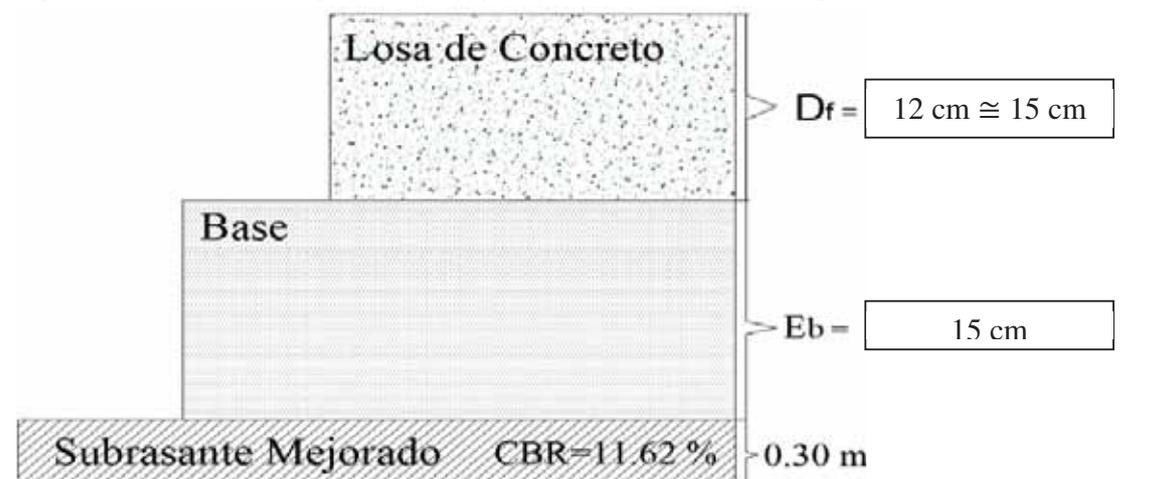


Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 82 Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Tipo III

DATOS DE TRAFICO Y OTRAS PROPIEDADES		VALOR		
A. ESAL's ($W_{8.2}$)		250000		
B. CBR subrasante (%) del Suelo MEJORADO TIPO III		11.62%		
C. Módulo de Resiliencia (M_r) de la Subrasante (psi)		12277.86		
D. Periodo de Diseño (Años)		20		
E. Nivel de Confiabilidad (R) (%)		80%		
Desviación Estándar Normal (Z_r)		-0.842		
Desviación Estándar Combinada (S_o)		0.35		
F. Serviciabilidad Inicial (P_i)		4.5		
G. Serviciabilidad Final o Terminal (P_t)		2.0		
H. Variación de la Serviciabilidad (ΔPSI)		2.5		
I. Transferencia de carga (J)		3.2		
J. Coeficiente de drenaje (C_d)		1.0		
PROPIEDADES DE LOS MATERIALES				
A. Resistencia a la Compresión del Concreto F'_c (Kg/cm ²)		210		
Resistencia a la Compresión del Concreto F'_c (psi)		2986.9		
B. Módulo de Elasticidad de Concreto E_c (psi)		3115190.4		
C. Módulo de Rotura (MR) S'_c (psi)		519.20		
D. Módulo de Reacción de la Subrasante (K_c) - Monograma MTC (Mpa/m)		58.00		
E. Módulo de Reacción de la Subrasante (K_c) - Monograma MTC (pci)		213.70		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO				
A. Espesor de la Losa Requerido (D_f)		12 cm		
B. Espesor de Subbase(cm)		15 cm		
CALCULO DE ESPAESOR DE LOSA (Iterar D hasta N18 Calculado \geq N18 Nominal)				
ALTERNATIVA	N18 Nominal	N18 Calculado	D (pulg)	D (cm)
1	5.398	5.398	4.83	12

Figura N° 45 Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Tipo III



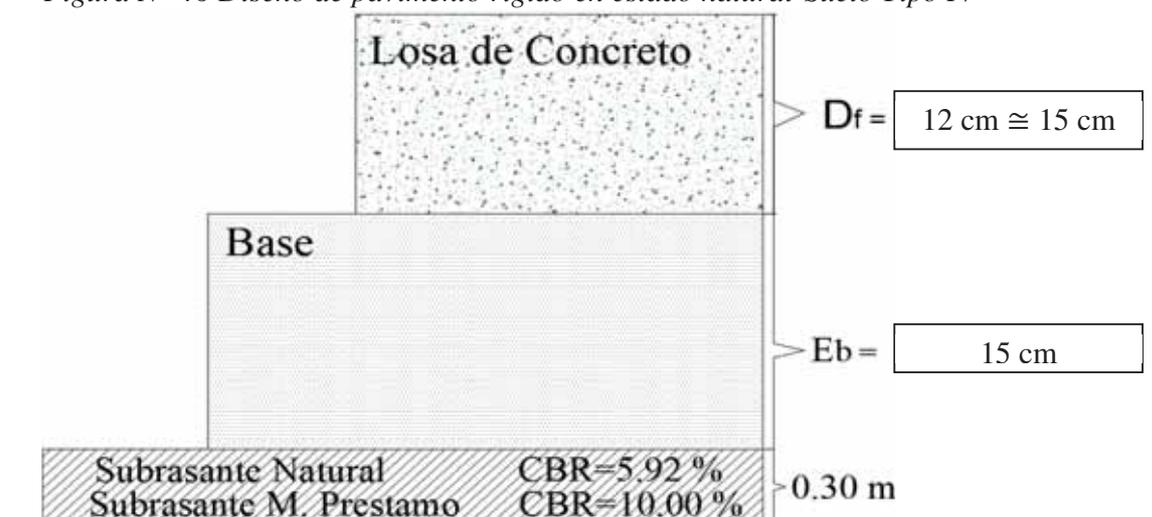
Fuente: Elaboración Propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 83 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Tipo IV

DATOS DE TRAFICO Y OTRAS PROPIEDADES		VALOR		
A. ESAL's ($W_{8.2}$)		250000		
B. CBR subrasante (%) del <i>Material de Préstamo</i>		10.00 %		
C. Módulo de Resiliencia (M_r) de la Subrasante (psi)		11152.98		
D. Periodo de Diseño (Años)		20		
E. Nivel de Confiabilidad (R-%)		80%		
Desviación Estándar Normal (Z_r)		-0.842		
Desviación Estándar Combinada (S_o)		0.35		
F. Serviciabilidad Inicial (P_i)		4.5		
G. Serviciabilidad Final o Terminal (P_t)		2.0		
H. Variación de la Serviciabilidad (ΔPSI)		2.5		
I. Transferencia de carga (J)		3.2		
J. Coeficiente de drenaje (C_d)		1.0		
PROPIEDADES DE LOS MATERIALES				
A. Resistencia a la Compresión del Concreto F'_c (Kg/cm ²)		210		
Resistencia a la Compresión del Concreto F'_c (psi)		2986.9		
B. Módulo de Elasticidad de Concreto E_c (psi)		3115190.4		
C. Módulo de Rotura (MR) S'_c (psi)		519.20		
D. Módulo de Reacción de la Subrasante (K_c) - Monograma MTC (Mpa/m)		55.00		
E. Módulo de Reacción de la Subrasante (K_c) - Monograma MTC (pci)		202.60		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO				
A. Espesor de la Losa Requerido (D_f)		12 cm		
B. Espesor de Subbase(cm)		15 cm		
CALCULO DE ESPAESOR DE LOSA (Iterar D hasta N18 Calculado \geq N18 Nominal)				
ALTERNATIVA	N18 Nominal	N18 Calculado	D (pulg)	D (cm)
1	5.398	5.398	4.72	12

Figura N° 46 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Suelo Tipo IV

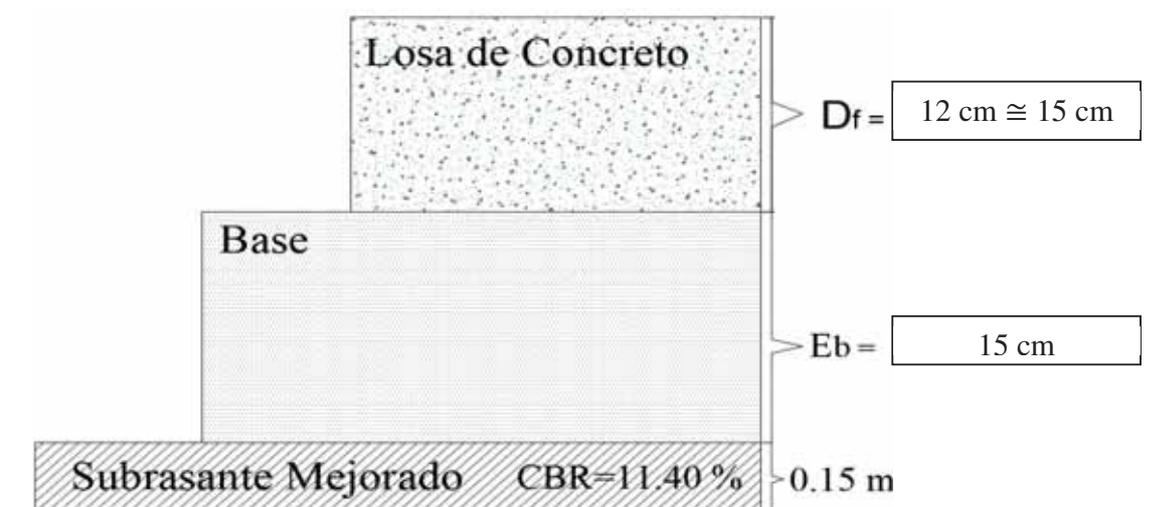


Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 84 Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Tipo IV

DATOS DE TRAFICO Y OTRAS PROPIEDADES		VALOR		
A. ESAL's ($W_{8.2}$)		250000		
B. CBR subrasante (%) del Suelo MEJORADO TIPO IV		11.40%		
C. Módulo de Resiliencia (M_r) de la Subrasante (psi)		12128.58		
D. Periodo de Diseño (Años)		20		
E. Nivel de Confiabilidad (R-%)		80%		
Desviación Estándar Normal (Z_r)		-0.842		
Desviación Estándar Combinada (S_o)		0.35		
F. Serviciabilidad Inicial (P_i)		4.5		
G. Serviciabilidad Final o Terminal (P_t)		2.0		
H. Variación de la Serviciabilidad (ΔPSI)		2.5		
I. Transferencia de carga (J)		3.2		
J. Coeficiente de drenaje (C_d)		1.0		
PROPIEDADES DE LOS MATERIALES				
A. Resistencia a la Compresión del Concreto F'_c (Kg/cm ²)		210		
Resistencia a la Compresión del Concreto F'_c (psi)		2986.9		
B. Módulo de Elasticidad de Concreto E_c (psi)		3115190.4		
C. Módulo de Rotura (MR) S'_c (psi)		519.20		
D. Módulo de Reacción de la Subrasante (K_c) - Monograma MTC (Mpa/m)		57.00		
E. Módulo de Reacción de la Subrasante (K_c) - Monograma MTC (pci)		210.00		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO				
A. Espesor de la Losa Requerido (D_f)		12 cm		
B. Espesor de Subbase(cm)		15 cm		
CALCULO DE ESPAESOR DE LOSA (Iterar D hasta N18 Calculado \geq N18 Nominal)				
ALTERNATIVA	N18 Nominal	N18 Calculado	D (pulg)	D (cm)
1	5.398	5.398	4.85	12

Figura N° 47 Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Suelo Tipo IV



Fuente: Elaboración Propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

En los cuadros N° 85 y 87, se aprecia los espesores de las capas para pavimento flexible y rígido respectivamente. En los cuadros N°86 y 88, se aprecia espesores totales de un pavimento flexible y rígido respectivamente.

Cuadro N° 85 Resumen de espesores de pavimento flexible para cada tipo de suelo

Tipo de Suelo	SUELO NATURAL			SUELO MEJORADO		
	Carpeta (cm)	Base (cm)	Subbase (cm)	Carpeta (cm)	Base (cm)	Subbase (cm)
Tipo I	5	10	17	4	8	12.5
Tipo II	5	10	14	4	8	13

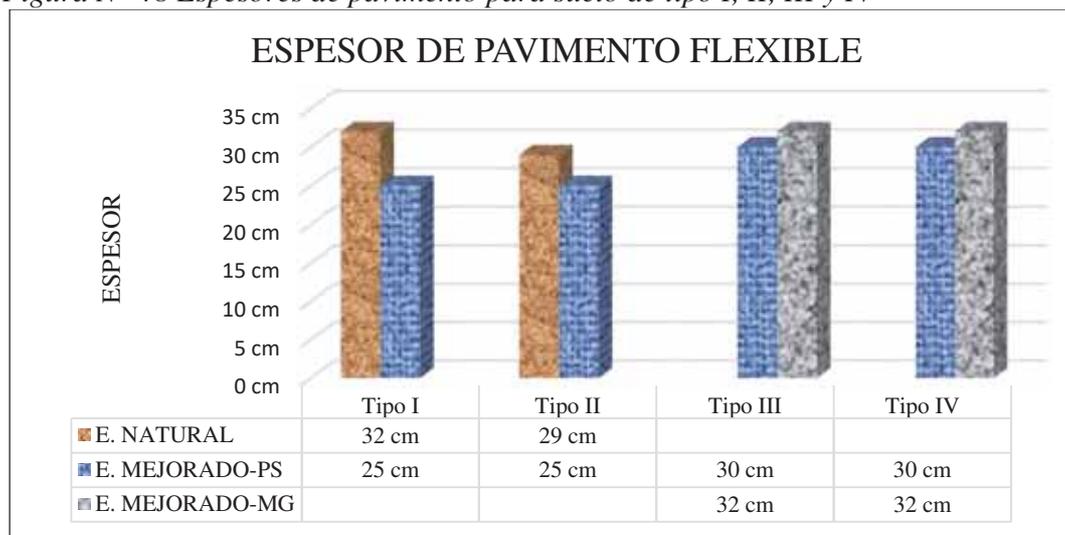
Tipo de Suelo	SUELO MEJORADO CON MATERIAL GRANULAR			SUELO MEJORADO		
	Carpeta (cm)	Base (cm)	Subbase (cm)	Carpeta (cm)	Base (cm)	Subbase (cm)
Tipo III	5	10	17	5	10	15
Tipo IV	5	10	17	5	9	16

Cuadro N° 86 Resumen de espesores totales de pavimento flexible para cada tipo de suelo

Tipo de Suelo	SUELO NATURAL Espesor Total	MEJORADO CON MATERIAL GRANULAR Espesor Total	SUELO MEJORADO Espesor Total
Tipo I	32 cm	...	24.5 cm
Tipo II	29 cm	...	25 cm
Tipo III	...	32 cm	30 cm
Tipo IV	...	32 cm	30 cm

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 48 Espesores de pavimento para suelo de tipo I, II, III y IV



Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 87 Resumen de espesores de capas de pavimento rígido para cada tipo de suelo

Tipo de Suelo	SUELO NATURAL		SUELO MEJORADO	
	Losa de C° (cm)	Subbase (cm)	Losa de C° (cm)	Subbase (cm)
Tipo I	12	15	10	15
Tipo II	12	15	11	15
Tipo de Suelo	SUELO MEJORADO CON MATERIAL GRANULAR		SUELO MEJORADO	
	Losa de C°(cm)	Subbase(cm)	Losa de C° (cm)	Subbase (cm)
Tipo III	12	15	12	15
Tipo IV	12	15	12	15

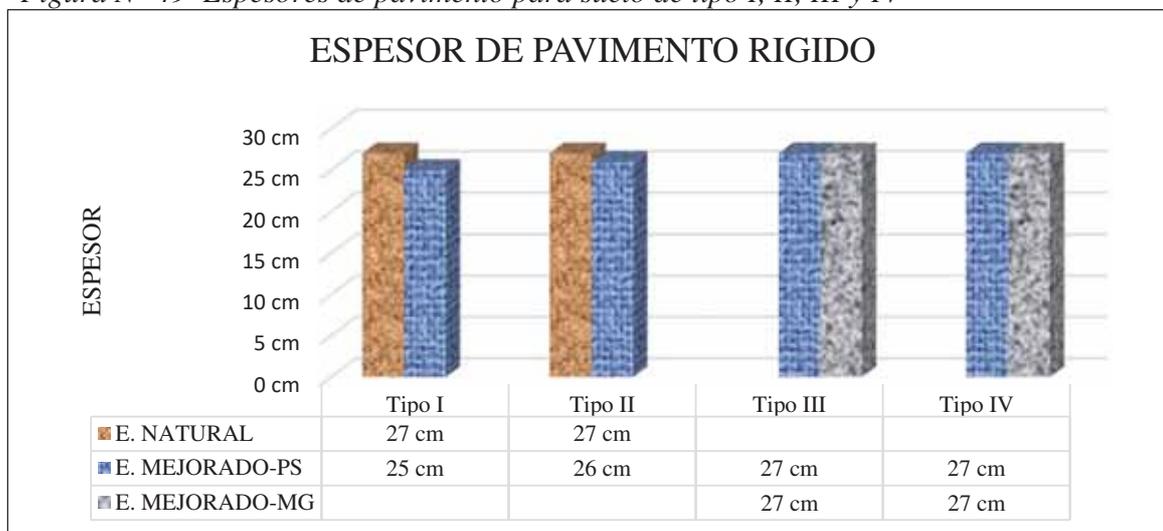
Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 88 Resumen de espesores totales de pavimento rígido para cada tipo de suelo

Tipo de Suelo	SUELO NATURAL	MEJORADO CON MATERIAL GRANULAR	SUELO MEJORADO
	Espesor Total	Espesor Total	Espesor Total
Tipo I	27 cm	-----	25 cm
Tipo II	27 cm	-----	26 cm
Tipo III	-----	27 cm	27 cm
Tipo IV	-----	27 cm	27 cm

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 49 Espesores de pavimento para suelo de tipo I, II, III y IV



Fuente: Elaboración propia

5.2. Elaboración de hoja de presupuesto

En los cuadros N°89 y 90, se aprecia las hojas de presupuesto de pavimento Flexible sin y con la adición de pegamento sintético respectivamente. Los cuadros N°91 y 92, se aprecia las hojas de presupuesto de pavimento Rígido sin y con la adición de pegamento sintético respectivamente.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 89 Hoja de presupuesto de Pavimento Flexible sin adición de PS.

Presupuesto	0201002 MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE (CBR) DE LA VIA AGUA BUENA A HUILCARPAY				Costo al	14/10/2019
Cliente	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO					
Lugar	CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	
01	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE CBR PARA PAVIMENTO FLEXIBLE				1,009,936.42	
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				32,098.08	
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	13,776.00	2.33	32,098.08	
01.02	MOVIMIENTO Y EXPLANACIONES DE TIERRAS				72,186.24	
01.02.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	m2	13,776.00	2.71	37,332.96	
01.02.02	PERFILADO DE TERRENO A NIVEL DE SUBRASANTE	m2	13,776.00	2.53	34,853.28	
01.03	MEJORAMIENTO DE TERRENO DE FUNDACION CON MATERIAL DE PRESTAMO				297,145.25	
01.03.01	TRAZO Y REPLANTEO EN LA EJECUCION DE OBRA				37,332.96	
01.03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	m2	13,776.00	2.71	37,332.96	
01.03.02	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA SUELO TIPO I				5,250.84	
01.03.02.01	ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m3	588.00	6.99	4,110.12	
01.03.02.02	RIEGO EN SUBRASANTE	m3	588.00	1.94	1,140.72	
01.03.03	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA SUELO TIPO II				5,400.86	
01.03.03.01	ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m3	604.80	6.99	4,227.55	
01.03.03.02	RIEGO EN SUBRASANTE	m3	604.80	1.94	1,173.31	
01.03.04	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON M. PRESTAMO PARA SUELO TIPO III				222,108.87	
01.03.04.01	CORTE DEL TERRENO A NIVEL DE LA SUBRASANTE	m3	2,620.80	8.20	21,490.56	
01.03.04.02	ELIMINACION DE MATERIAL NATURAL POBRE DE SUBRASANTE	m3	3,276.00	11.87	38,886.12	
01.03.04.03	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL DE PRESTAMO	m3	3,407.04	27.11	92,364.85	
01.03.04.04	CARGUIO Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRESTAMO	m3	3,407.04	13.66	46,540.17	
01.03.04.05	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	2,620.80	6.77	17,742.82	
01.03.04.06	RIEGO EN SUBRASANTE	m3	2,620.80	1.94	5,084.35	
01.03.05	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON M. PRESTAMO PARA SUELO TIPO IV				27,051.72	
01.03.05.01	CORTE DEL TERRENO A NIVEL DE LA SUBRASANTE	m3	319.20	8.20	2,617.44	
01.03.05.02	ELIMINACION DE MATERIAL NATURAL POBRE DE SUBRASANTE	m3	399.00	11.87	4,736.13	
01.03.05.03	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL DE PRESTAMO	m3	414.96	27.11	11,249.57	
01.03.05.04	CARGUIO Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRESTAMO	m3	414.96	13.66	5,668.35	
01.03.05.05	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	319.20	6.77	2,160.98	
01.03.05.06	RIEGO EN SUBRASANTE	m3	319.20	1.94	619.25	
01.04	SUB-BASE GRANULAR				165,367.37	
01.04.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	m2	13,776.00	2.71	37,332.96	
01.04.02	EXTENDIDO Y COMPACTADO EN SUBBASE	m3	2,281.44	54.18	123,608.42	
01.04.03	RIEGO EN SUBBASE	m3	2,281.44	1.94	4,425.99	
01.05	BASE GRANULAR				152,431.44	
01.05.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	m2	13,776.00	2.71	37,332.96	
01.05.02	EXTENDIDO Y COMPACTADO EN BASE	m3	1,377.60	81.61	112,425.94	
01.05.03	RIEGO EN BASE	m3	1,377.60	1.94	2,672.54	
01.06	SUPERFICIE DE RODADURA				290,708.04	
01.06.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	m2	13,776.00	2.71	37,332.96	
01.06.02	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	13,776.00	1.14	15,704.64	
01.06.03	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA	m2	13,776.00	3.76	51,797.76	
01.06.04	RIEGO DE LIGA	m2	13,776.00	0.96	13,224.96	
01.06.05	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE e= 0.05m	m3	688.80	250.65	172,647.72	
Costo Directo					1,009,936.42	
SON : UN MILLON NUEVE MIL NOVECIENTOS TRENTISEIS Y 42/100 NUEVOS SOLES						

Los metrados y análisis de precios unitarios se muestran en el Anexo C.1 y Anexo C.5 respectivamente

Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 90 Hoja de presupuesto de Pavimento Flexible con adición de PS.

Presupuesto	0201002 MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE (CBR) DE LA VIA AGUA BUENA A HUILCARPAY				Costo al	14/10/2019
Cliente	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO					
Lugar	CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN					
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	
01	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE CBR PARA P. FLEXIBLE				893,017.75	
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				32,098.08	
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	13,776.00	2.33	32,098.08	
01.02	MOVIMIENTO Y EXPLANACIONES DE TIERRAS				72,186.24	
01.02.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	m2	13,776.00	2.71	37,332.96	
01.02.02	PERFILADO DE TERRENO A NIVEL DE SUBRASANTE	m2	13,776.00	2.53	34,853.28	
01.03	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON PS				203,394.48	
01.03.01	TRAZO Y REPLANTEO EN LA EJECUCION DE OBRA				37,332.96	
01.03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	m2	13,776.00	2.71	37,332.96	
01.03.02	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON P.S. PARA SUELO TIPO I				3,766.14	
01.03.02.01	ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m3	294.00	6.99	2,055.06	
01.03.02.02	RIEGO DEL ADITIVO DE PS PARA SUELO TIPO I	m3	294.00	5.82	1,711.08	
01.03.03	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON P.S. PARA SUELO TIPO II				4,159.00	
01.03.03.01	ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m3	201.60	6.99	1,409.18	
01.03.03.02	RIEGO DEL ADITIVO DE PS PARA SUELO TIPO II	m3	201.60	13.64	2,749.82	
01.03.04	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON P.S. PARA SUELO TIPO III				147,577.25	
01.03.04.01	ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m3	2,620.80	6.99	18,319.39	
01.03.04.02	RIEGO DEL ADITIVO DE PS PARA SUELO TIPO III	m3	2,620.80	49.32	129,257.86	
01.03.05	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON P.S. PARA SUELO TIPO IV				10559.13	
01.03.05.01	ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m3	159.60	6.99	1,115.60	
01.03.05.02	RIEGO DEL ADITIVO DE PS PARA SUELO TIPO IV	m3	159.60	59.17	9,443.53	
01.04	SUB-BASE GRANULAR				149,732.34	
01.04.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	m2	13,776.00	2.71	37,332.96	
01.04.02	EXTENDIDO Y COMPACTADO EN SUBBASE	m3	2,002.84	54.18	108,513.87	
01.04.03	RIEGO EN SUBBASE	m3	2,002.84	1.94	3,885.51	
01.05	BASE GRANULAR				144,898.57	
01.05.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	m2	13,776.00	2.71	37,332.96	
01.05.02	EXTENDIDO Y COMPACTADO EN BASE	m3	1,287.44	81.61	105,067.98	
01.05.03	RIEGO EN BASE	m3	1,287.44	1.94	2,497.63	
01.06	SUPERFICIE DE RODADURA				290,708.04	
01.06.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	m2	13,776.00	2.71	37,332.96	
01.06.02	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	13,776.00	1.14	15,704.64	
01.06.03	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA	m2	13,776.00	3.76	51,797.76	
01.06.04	RIEGO DE LIGA	m2	13,776.00	0.96	13,224.96	
01.06.05	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE e= 0.05m	m3	688.80	250.65	172,647.72	
	Costo Directo				893,017.75	
SON : OCHOCIENTOS NOVENTITRES MIL DIECISIETE Y 75/100 NUEVOS SOLES						

Los metrados y análisis de precios unitarios se muestran en el Anexo C.2 y Anexo C.5 respectivamente

Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 91 Hoja de presupuesto de Pavimento Rígido sin adición de PS.

Presupuesto	0201002 MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE (CBR) DE LA VIA AGUA BUENA A HUILCARPAY				Costo al	14/10/2019
Cliente	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO					
Lugar	CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN					
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	
01	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE CBR PARA PAVIMENTO RIGIDO				1'559,157.33	
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				32,098.08	
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	13,776.00	2.33	32,098.08	
01.02	MOVIMIENTO Y EXPLANACIONES DE TIERRAS				72,186.24	
01.02.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	m2	13,776.00	2.71	37,332.96	
01.02.02	PERFILADO DE TERRENO A NIVEL DE SUBRASANTE	m2	13,776.00	2.53	34,853.28	
01.03	MEJORAMIENTO DE TERRENO DE FUNDACION CON MATERIAL DE PRESTAMO				297,145.25	
01.03.01	TRAZO Y REPLANTEO EN LA EJECUCION DE OBRA				37,332.96	
01.03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	m2	13,776.00	2.71	37,332.96	
01.03.02	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA SUELO TIPO I				5,250.84	
01.03.02.01	ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m3	588.00	6.99	4,110.12	
01.03.02.02	RIEGO EN SUBRASANTE	m3	588.00	1.94	1,140.72	
01.03.03	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA SUELO TIPO II				5,400.86	
01.03.03.01	ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m3	604.80	6.99	4,227.55	
01.03.03.02	RIEGO EN SUBRASANTE	m3	604.80	1.94	1,173.31	
01.03.04	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON M. PRESTAMO PARA SUELO TIPO III				222,108.87	
01.03.04.01	CORTE DEL TERRENO A NIVEL DE LA SUBRASANTE	m3	2,620.80	8.20	21,490.56	
01.03.04.02	ELIMINACION DE MATERIAL NATURAL POBRE DE SUBRASANTE	m3	3,276.00	11.87	38,886.12	
01.03.04.03	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL DE PRESTAMO	m3	3,407.04	27.11	92,364.85	
01.03.04.04	CARGUIO Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRESTAMO	m3	3,407.04	13.66	46,540.17	
01.03.04.05	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m3	2,620.80	6.77	17,742.82	
01.03.04.06	RIEGO EN SUBRASANTE	m3	2,620.80	1.94	5,084.35	
01.03.05	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON M. PRESTAMO PARA SUELO TIPO IV				27,051.72	
01.03.05.01	CORTE DEL TERRENO A NIVEL DE LA SUBRASANTE	m3	319.20	8.20	2,617.44	
01.03.05.02	ELIMINACION DE MATERIAL NATURAL POBRE DE SUBRASANTE	m3	399.00	11.87	4,736.13	
01.03.05.03	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL DE PRESTAMO	m3	414.96	27.11	11,249.57	
01.03.05.04	CARGUIO Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRESTAMO	m3	414.96	13.66	5,668.35	
01.03.05.05	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m3	319.20	6.77	2,160.98	
01.03.05.06	RIEGO EN SUBRASANTE	m3	319.20	1.94	619.25	
01.04	BASE GRANULAR				209,980.68	
01.04.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	m2	13,776.00	2.71	37,332.96	
01.04.02	EXTENDIDO Y COMPACTADO EN BASE	m3	2,066.40	81.61	168,638.90	
01.04.03	RIEGO EN BASE	m3	2,066.40	1.94	4,008.82	
01.05	SUPERFICIE DE RODADURA				947,747.08	
01.05.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	m2	13,776.00	2.71	37,332.96	
01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PAVIMENTOS	m2	1,426.80	53.36	76,134.05	
01.05.03	CONCRETO LOSAS f'c= 210 kg/cm2	m3	1,653.12	504.67	834,280.07	
	Costo Directo				1'559,157.33	

SON : UN MILLON QUINIENTOS CINCUENTINUEVE MIL CIENTO CINCUENTISIETE Y 33/100 NUEVOS SOLES

Los metrados y análisis de precios unitarios se muestran en el Anexo C.3 y Anexo C.5 respectivamente

Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 92 Hoja de presupuesto de Pavimento Rígido con adición de PS

Presupuesto	0201002 MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE (CBR) DE LA VIA AGUA BUENA A HUILCARPAY			Costo al	14/10/2019
Cliente	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO				
Lugar	CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN				
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE CBR PARA PAVIMENTO RIGIDO				1,435,449.35
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				32098.08
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	13,776.00	2.33	32,098.08
01.02	MOVIMIENTO Y EXPLANACIONES DE TIERRAS				72186.24
01.02.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	m2	13,776.00	2.71	37,332.96
01.02.02	PERFILADO DE TERRENO A NIVEL DE SUBRASANTE	m2	13,776.00	2.53	34,853.28
01.03	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON P.S.				203394.48
01.03.01	TRAZO Y REPLANTEO EN LA EJECUCION DE OBRA				37332.96
01.03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	m2	13,776.00	2.71	37,332.96
01.03.02	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON P.S. PARA SUELO TIPO I				3766.14
01.03.02.01	ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m3	294.00	6.99	2,055.06
01.03.02.02	RIEGO DEL ADITIVO DE PS PARA SUELO TIPO I	m3	294.00	5.82	1,711.08
01.03.03	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON P.S. PARA SUELO TIPO II				4159
01.03.03.01	ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m3	201.60	6.99	1,409.18
01.03.03.02	RIEGO DEL ADITIVO DE PS PARA SUELO TIPO II	m3	201.60	13.64	2,749.82
01.03.04	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON P.S. PARA SUELO TIPO III				147577.25
01.03.04.01	ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m3	2,620.80	6.99	18,319.39
01.03.04.02	RIEGO DEL ADITIVO DE PS PARA SUELO TIPO III	m3	2,620.80	49.32	129,257.86
01.03.05	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON P.S. PARA SUELO TIPO IV				10559.13
01.03.05.01	ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m3	159.60	6.99	1,115.60
01.03.05.02	RIEGO DEL ADITIVO DE PS PARA SUELO TIPO IV	m3	159.60	59.17	9,443.53
01.04	BASE GRANULAR				209980.68
01.04.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	m2	13,776.00	2.71	37,332.96
01.04.02	EXTENDIDO Y COMPACTADO EN BASE	m3	2,066.40	81.61	168,638.90
01.04.03	RIEGO EN BASE	m3	2,066.40	1.94	4,008.82
01.05	SUPERFICIE DE RODADURA				917789.87
01.05.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	m2	13,776.00	2.71	37,332.96
01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PAVIMENTOS	m2	1,426.80	53.36	76,134.05
01.05.03	CONCRETO LOSAS f _c = 210 kg/cm ²	m3	1,593.76	504.67	804,322.86
	Costo Directo				1,435,449.35
SON : UN MILLON CUATROCIENTOS TRENTICINCO MIL CUATROCIENTOS CUARENTINUEVE Y 35/100 NUEVOS SOLES					

Los metrados y análisis de precios unitarios se muestran en el Anexo C.4 y Anexo C.5 respectivamente
Fuente: Elaboración propia

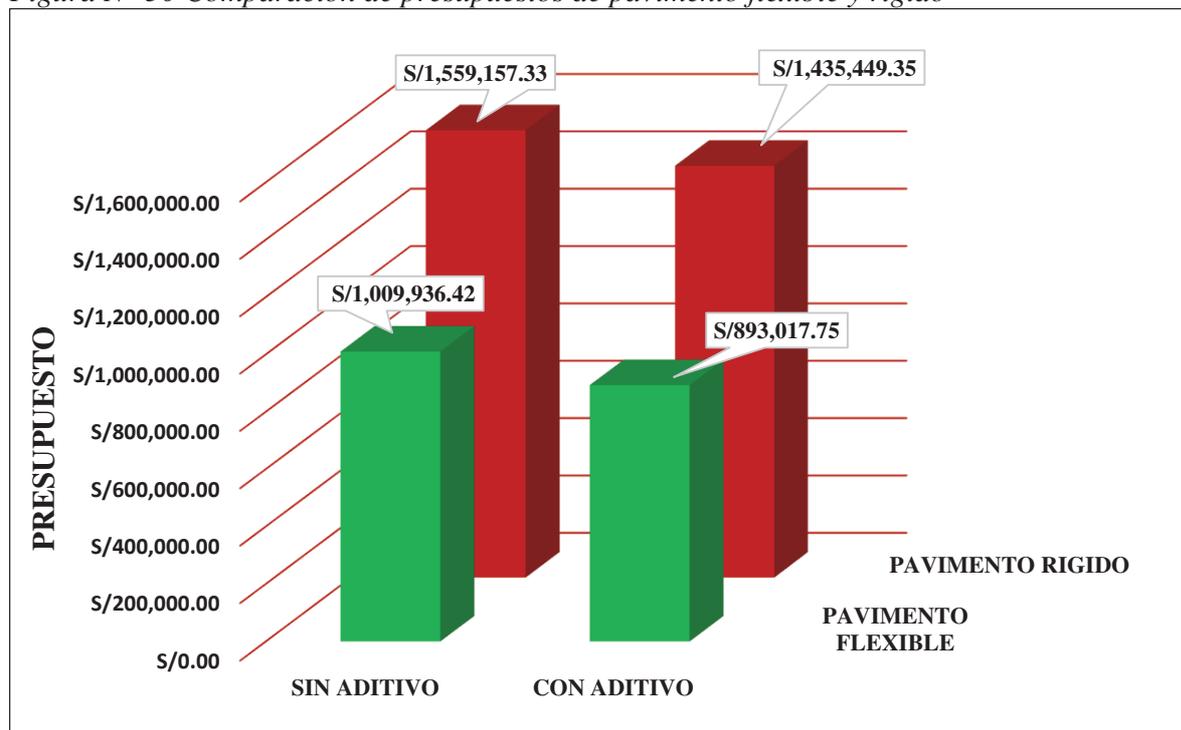
El en cuadro N° 93 se aprecia los presupuestos de pavimento flexible y rígido con y sin adición de PS.

Cuadro N° 93 Resumen de presupuesto de los pavimentos.

	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RIGIDO
SIN ADITIVO (A)	S/1,009,936.42	S/1,559,157.33
CON ADITIVO (B)	S/893,017.75	S/1,435,449.35
AHORRO (A-B)	S/116,918.67	S/123,707.98
% DE AHORRO (A-B)/A	11.58%	7.93%

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 50 Comparación de presupuestos de pavimento flexible y rígido



Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico de la figura N° 50 se aprecia la comparación de presupuestos para pavimento flexible y rígido, en el cual resalta la diferencia de costos que existe con la aplicación de PS, con respecto al suelo natural o suelo mejorado con material granular, entonces la alternativa de diseño más conveniente muestra con el uso del PS, como un aditivo que mejora su capacidad de soporte (CBR), reduciendo los costos directos como muestra el resumen de los presupuestos de pavimentos del cuadro N° 93.

5.3. Ventajas de aplicar pegamento sintético en el proceso constructivo

- El pegamento sintético COLA EXTRA ofrece una gran facilidad de mezclado con el agua.
- Se aplica directamente con el equipo mecánico (Camión Cisterna) durante el riego de subrasante para su posterior compactado, previamente se tendrá que corregir la humedad óptima de compactado con respecto a la humedad natural en la que se encuentre el terreno a estabilizar.
- Conformar una masa homogénea y permite un compactado óptimo.
- En comparación con el método de estabilización mediante reemplazo con un material de préstamo que es usualmente aplicado; se estima un ahorro en el tiempo de ejecución de hasta 70%.

- Mejora la capacidad de soporte CBR en los suelos finos.
- Posibilidad de reutilización de los suelos existentes, disminuyendo la necesidad de préstamos o botaderos.

5.4. Proceso de aplicación de pegamento sintético

- Utilizando equipo mecánico (Motoniveladora), se deberá escarificar la totalidad de espesor que se desea estabilizar.
- A continuación, utilizando equipo mecánico (Cisterna) aplicar pegamento sintético en base a poliacetato de vinilo mezclado con agua, previamente se debe controlar la humedad natural del suelo y en función a ello se deberá corregir la humedad optima de compactación contenido en el camión cisterna.
- Seguidamente utilizando equipo mecánico (Rodillo) se deberá compactar en capas de 10cm en caso sea necesario estabilizar más de 20cm de subrasante.
- Los pasos anteriores deben ser realizados en cadena, es decir ni bien escarifique la motoniveladora, el camión cisterna y rodillo deben estar en funcionamiento en un intervalo de tiempo que permita mantener las condiciones de mezclado y compactado del suelo óptimos.
- Adicionalmente esta forma de estabilización con aditivo líquido en comparación con material de préstamo no considera partidas de apilamiento, carguío, transporte del material de préstamo y eliminación de material excedente.

CAPÍTULOS VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- La adición de pegamento sintético en base a poliacetato de vinilo influye y mejora la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante en todos los tipos de suelo identificados en el tramo de estudio y resalta como suelos de categoría “BUENA” aptos para subrasante de pavimentos.
- Los porcentajes adicionados de pegamento sintético entre 3% a 15%, logra obtener valores de CBR superiores al 10% alcanzando subrasante de categoría BUENA en todos los tipos de suelo estudiados. La cantidad de pegamento sintético adicionado con respecto al peso seco de los suelos tipo I, II, III y IV son respectivamente 0.40%, 0.65%, 1.40% y 1.50%.
- El costo directo de pavimento rígido y flexible es más económico en 7.93 % y 11.58% respectivamente, con respecto al mejoramiento con material granular.
- La adición de pegamento sintético en base a poliacetato de vinilo influye y mejora las propiedades físico-mecánicas de los tipos de suelos identificados en el tramo de estudio al reorganizar y liberar la conexión de partículas limo-arcilla logrando conformar una consistencia, trabajabilidad y masa de suelo homogénea que facilita la compactación, independientemente de la composición estructural de cualquier tipo de suelo en estado natural.
- Los costos unitarios por metro cubico aplicando estabilización con aditivo sintético en los suelos tipo I, II, III y IV son s/. 12.81 soles, s/. 20.63 soles, s/. 56.31 soles y s/. 66.16 soles respectivamente, calculado de acuerdo a los porcentajes óptimos de CBR y valores a 95% de la MDS de los tipos de suelos ensayados.
- Los suelos tipo I y II no necesitan mejoramiento a nivel de subrasante ya que adquieren valores de CBR superiores a 10 % en estado natural, que se resalta la presencia de más de 50% de partículas gruesas en su composición, los diseños de pavimento rígido y flexible se obtienen considerando estos porcentajes de CBR obtenidos en estado natural.
- Se necesitó el mejoramiento o reemplazo de material para los suelos Tipo III y IV al presentar finos en más de 50% de su composición y porcentajes insuficientes de CBR

con 2.61% y 5.92% respectivamente. Los diseños de pavimento rígido y flexible consideran el CBR de un material granular de reemplazo de 10%.

- Los espesores mejorados de pavimento flexible con la aplicación de pegamento sintético como estabilizante en los suelos tipo I, II, III y IV con respecto al mejoramiento con material granular son: 23%, 14%, 6%, 5% respectivamente.
- Los espesores mejorados de pavimento rígido con la aplicación de pegamento sintético como estabilizante en los suelos tipo I, II, III y IV con respecto al mejoramiento con material granular son: 7%, 4%, 0%, 0% respectivamente.

4.2.Recomendaciones

- Se recomienda realizar una investigación diferente para establecer la influencia del pegamento sintético en capas de base y subbase de pavimentos.
- Se recomienda estabilizar con aditivo sintético en porcentajes de 3% para suelos con presencia de arenas y limos, 6% para suelos arenosos con grava y presencia de limos, 9% para arenas con limos sin plasticidad y 10% para todos aquellos suelos con presencia de arenas arcillosas con baja plasticidad.
- Para complementar los resultados obtenidos se recomienda realizar un ensayo de análisis químico que muestre la composición interna de los elementos actuantes de la reacción, las propiedades físico-mecánicas del suelo con adición de pegamento sintético muestran variantes en su comportamiento, sin embargo, interesa conocer cómo y por qué se produce el cambio.
- La prueba de durabilidad muestra y deduce un comportamiento del aditivo estabilizante a largo plazo, sin embargo, se observó que esta no resistirá en condiciones extremas de humedad, recomendamos aislar o evitar en lo posible el contacto de agua en el pavimento, el aditivo estabilizante liquido actúa, dura, influye y se conserva mientras la humedad no altere sus propiedades.
- La cantidad de uso del aditivo sintético en una obra vial deberá corregirse con respecto a la humedad natural del suelo, se recomienda en primera instancia conocer las condiciones de suelo natural antes de pasar la cisterna con el aditivo líquido, tener en cuenta que la aplicación de aditivo estará directamente combinada con la humedad optima de compactación contenidos en la cisterna de regado.

- Se recomienda mostrar y verificar los resultados de la investigación en un tramo de prueba, debido a las variantes con la aplicación de aditivo en laboratorio y en una obra vial, la presente tesis utiliza las condiciones óptimas y favorables de mezclado para demostrar el comportamiento del aditivo en los suelos del tramo de estudio.
- Lo descrito en las normas limita y condiciona la investigación, si lo que se desea es descubrir elementos innovadores para el avance de la ingeniería y para el beneficio de la sociedad, tomar fuentes, ideas y referencias propias.

Referencias bibliográficas

AASHTO, A. A. (1993). *AASHTO, Design of Pavement Structures*. Washington.

Barreto Jara, O. (2016). *Caminos Andinos*. Cusco.

FRANKIE. (6 de Enero de 2013). *Estudios geotecnicos*. Obtenido de <http://www.estudiosgeotecnicos.info/index.php/descriptores-geotecnicos-5-plasticidad-limites-de-atterberg-y-consistencia/>

Leiva Gonzales, R. R. (2016). “*Utilización de bolsas de polietileno para el mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el jr. Arequipa, progresiva 0+000- km 0+100, distrito de Orcotuna, Concepcion, Huancayo*”. .

M. Fonseca , A. (2006). *Ingenieria de pavimentos para carreteras*. Bogota: Agora editores.

M.T.C, M. d. (2016). *Manual de ensayo de materiales*.

M.T.C. (2014). *Manual de Carreteras, Suelos, Geologia, Geotecnia y Pavimentos*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

M.T.C., M. d. (2013). *Glosario de terminos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. Lima.

Manual de Carreteras Suelos, Geologia, Geotecnia y Pavimentos. (2014). Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

MTC. (2008). *Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de transito*. Lima: Lima-Peru.

MTC. (2014). *Manual de Carreteras, Suelos, Geologia, Geotecnia Y Pavimentos*. Lima: Ministerio de Transportes Y Comunicaciones.

MTC, D. G. (2018). *Manual De Carreteras: Diseño Geometrico Dg-2018*. Lima: Lima-Peru.

Perret, H. G. (2015). “*Estabilización de Loess con silicato para uso vial, Córdoba Argentina 2015*”.

Ramos Hinojosa, G. P. (2014). “*Mejoramiento de subrasante de baja capacidad portante mediante el uso depolímeros reciclados en carreteras, paucará Huancavelica*”.

TEKNOQUIMICA, S. (2011). *Hoja Tecnica*. Lima: Tecnocola ultra.

Tirano Martinez, A. D., & Moyano Cobos, C. D. (2016). “*Analsis de resistencia y durabilidad-cemento adicionando material no biodegradable polietileno malla rashel (polisombra) reciclada en diferentes porcentajes en relacion del peso del suelo*” .

Villarroel C, C. G. (2016). *compactacion de suelos*.

Wallace Billmeyer, F. (2012). *Tenologia de Plasticos*. Lima: Lima -Peru.

ANEXOS

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo A: Visita preliminar de campo

Anexo A.1: Ubicación y descripción de calicatas

CALICATA	PROGRESIVA	DESCRIPCION
C-1	0+000	Arena en general con presencia de limos
C-2	0+260	Gravas y arenas en general
C-3	0+460	Arena en general con presencia de limos
C-4	0+680	Arena en general con presencia de limos
C-5	0+920	Suelos muy finos, generalmente arcillas
C-6	1+180	Arena en general con presencia de limos
C-7	1+450	Arena en general con presencia de limos
C-8	1+690	Arena en general con presencia de limos
C-9	1+990	Arena en general con presencia de limos
C-10	2+140	Arena en general con presencia de limos

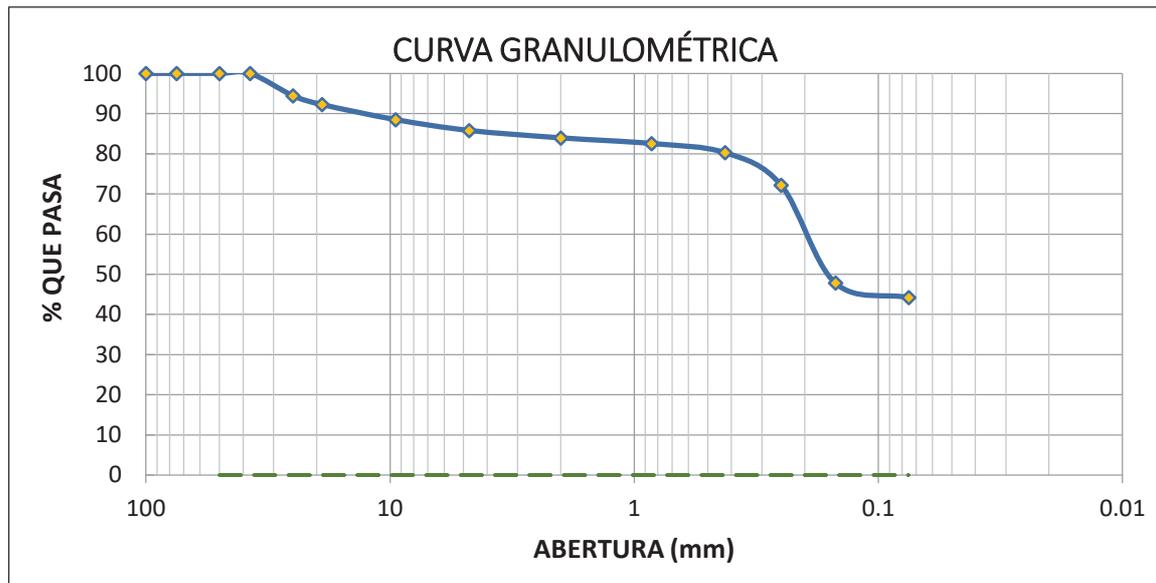
Anexo B: Ensayos de laboratorio

Anexo B.1: Análisis granulométrico y clasificación de suelos por método SUCS

Anexo B.1.1: Análisis granulométrico de la calicata C-1

Antes del lavado			Después del lavado			
Peso de la Muestra Seca =	3650.00 gr	Peso de la Muestra Seca =	2044.00 gr			
			% de Error en Peso =	0.04%	Ok!	
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2"	50	0.00	3650.00	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	203.24	3446.76	5.57%	5.57%	94.43%
3/4"	19	80.16	3366.60	2.20%	7.76%	92.24%
3/8"	9.5	136.68	3229.92	3.74%	11.51%	88.49%
Nº 4	4.75	98.36	3131.56	2.69%	14.20%	85.80%
Nº 10	2	67.46	3064.10	1.85%	16.05%	83.95%
Nº 20	0.850	51.54	3012.56	1.41%	17.46%	82.54%
Nº 40	0.425	82.74	2929.82	2.27%	19.73%	80.27%
Nº 60	0.250	296.44	2633.38	8.12%	27.85%	72.15%
Nº 100	0.150	888.35	1745.03	24.34%	52.19%	47.81%
Nº 200	0.075	132.20	1612.83	3.62%	55.81%	44.19%
Cazuela	-	6.08	-	0.17%	55.98%	-
Lavado	-	1606.000	-	44.02%	100.00%	-
		2043.25		100.00%		

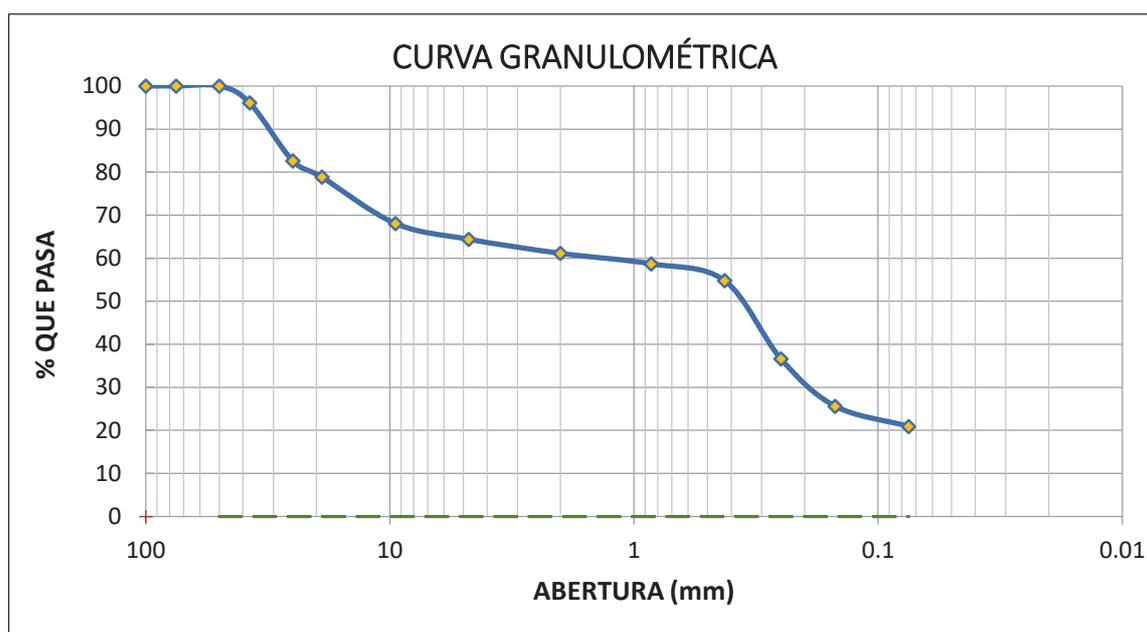
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Anexo B.1.2: Análisis granulométrico de la calicata C-2

Antes del lavado			Después del lavado			
Peso de la Muestra Seca = 6655.00 gr			Peso de la Muestra Seca = 5301.00 gr			
			% de Error en Peso = 0.03%			Ok!
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2"	50	0.00	6655.00	0.00%	0.00%	100.00%
1½"	37.5	261.66	6393.34	3.93%	3.93%	96.07%
1"	25	895.28	5498.06	13.45%	17.38%	82.62%
¾"	19	250.52	5247.54	3.76%	21.15%	78.85%
⅜"	9.5	717.46	4530.08	10.78%	31.93%	68.07%
Nº 4	4.75	245.82	4284.26	3.69%	35.62%	64.38%
Nº 10	2	217.48	4066.78	3.27%	38.89%	61.11%
Nº 20	0.850	162.08	3904.70	2.44%	41.33%	58.67%
Nº 40	0.425	260.58	3644.12	3.92%	45.24%	54.76%
Nº 60	0.250	1207.08	2437.04	18.14%	63.38%	36.62%
Nº 100	0.150	732.82	1704.22	11.01%	74.39%	25.61%
Nº 200	0.075	313.56	1390.66	4.71%	79.10%	20.90%
Cazuela	-	35.32	-	0.53%	79.63%	-
Lavado	-	1354.000	-	20.37%	100.00%	-
		5299.66	100.00%			

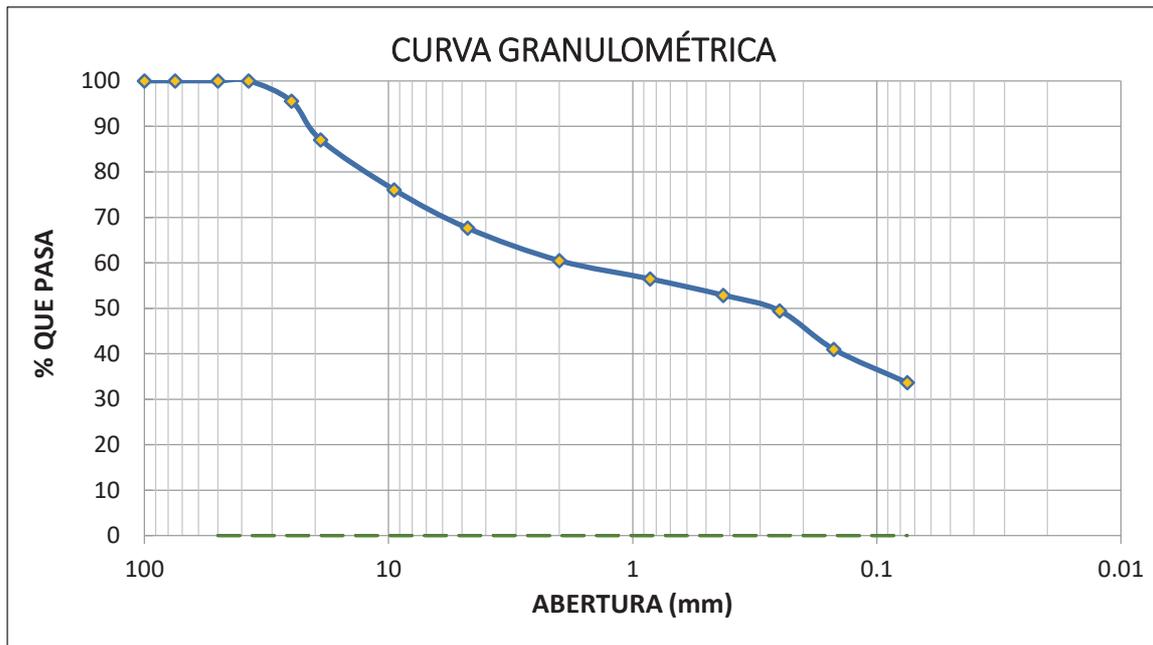
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Anexo B.1.3: Análisis granulométrico de la calicata C-3

Antes del lavado			Después del lavado			
Peso de la Muestra Seca = 2387.00 gr			Peso de la Muestra Seca = 1597.00 gr			
			% de Error en Peso = 0.18%			Ok!
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2"	50	0.00	2387.00	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	106.72	2280.28	4.47%	4.47%	95.53%
3/4"	19	202.70	2077.58	8.49%	12.96%	87.04%
3/8"	9.5	261.82	1815.76	10.97%	23.93%	76.07%
Nº 4	4.75	201.55	1614.21	8.44%	32.37%	67.63%
Nº 10	2	170.30	1443.91	7.13%	39.51%	60.49%
Nº 20	0.850	96.03	1347.88	4.02%	43.53%	56.47%
Nº 40	0.425	85.73	1262.15	3.59%	47.12%	52.88%
Nº 60	0.250	81.60	1180.55	3.42%	50.54%	49.46%
Nº 100	0.150	202.36	978.19	8.48%	59.02%	40.98%
Nº 200	0.075	175.27	802.92	7.34%	66.36%	33.64%
Cazuela	-	10.06	-	0.42%	66.78%	-
Lavado	-	790.000	-	33.22%	100.00%	-
		1594.14		100.00%		

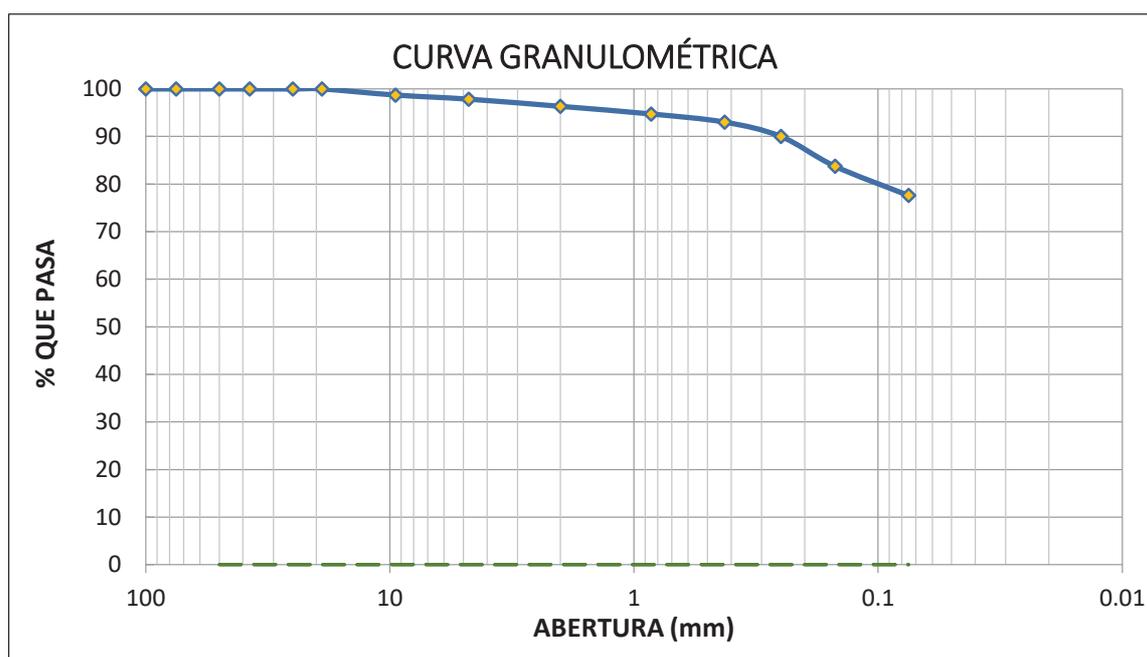
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Anexo B.1.4: Análisis granulométrico de la calicata C-4

Antes del lavado			Después del lavado			
Peso de la Muestra Seca = 1254.00 gr			Peso de la Muestra Seca = 282.00 gr			
			% de Error en Peso = -0.06%		Ok!	
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2"	50	0.00	1254.00	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	0.00	1254.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19	0.00	1254.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.5	15.94	1238.06	1.27%	1.27%	98.73%
Nº 4	4.75	10.97	1227.09	0.87%	2.15%	97.85%
Nº 10	2	18.93	1208.16	1.51%	3.66%	96.34%
Nº 20	0.850	20.12	1188.04	1.60%	5.26%	94.74%
Nº 40	0.425	21.42	1166.62	1.71%	6.97%	93.03%
Nº 60	0.250	37.91	1128.71	3.02%	9.99%	90.01%
Nº 100	0.150	78.58	1050.13	6.27%	16.26%	83.74%
Nº 200	0.075	76.94	973.19	6.14%	22.39%	77.61%
Cazuela	-	1.37	-	0.11%	22.50%	-
Lavado	-	972.000	-	77.50%	100.00%	-
		282.18		100.00%		

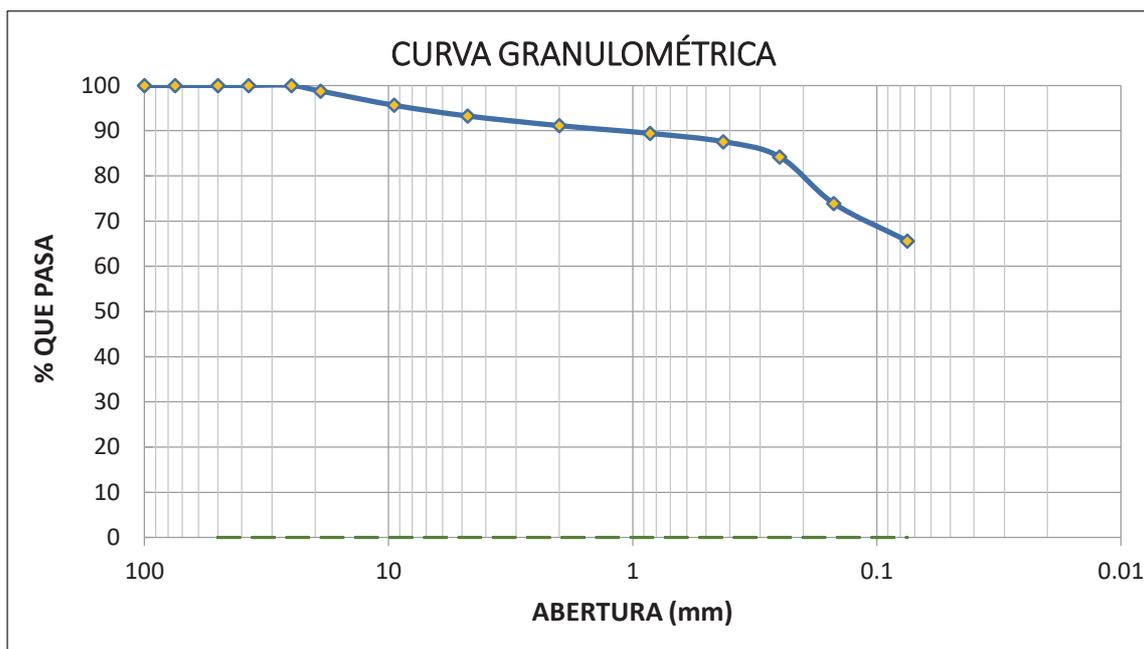
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Anexo B.1.5: Análisis granulométrico de la calicata C-5

Antes del lavado			Después del lavado			
Peso de la Muestra Seca = 1732.00 gr			Peso de la Muestra Seca = 599.00 gr			
			% de Error en Peso = 0.13%			Ok!
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2"	50	0.00	1732.00	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	0.00	1732.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19	21.54	1710.46	1.24%	1.24%	98.76%
3/8"	9.5	54.51	1655.95	3.15%	4.39%	95.61%
Nº 4	4.75	41.07	1614.88	2.37%	6.76%	93.24%
Nº 10	2	36.95	1577.93	2.13%	8.90%	91.10%
Nº 20	0.850	29.73	1548.20	1.72%	10.61%	89.39%
Nº 40	0.425	31.70	1516.50	1.83%	12.44%	87.56%
Nº 60	0.250	58.20	1458.30	3.36%	15.80%	84.20%
Nº 100	0.150	178.81	1279.49	10.32%	26.13%	73.87%
Nº 200	0.075	143.29	1136.20	8.27%	34.40%	65.60%
Cazuela	-	2.42	-	0.14%	34.54%	-
Lavado	-	1133.000	-	65.46%	100.00%	-
		598.22		100.00%		

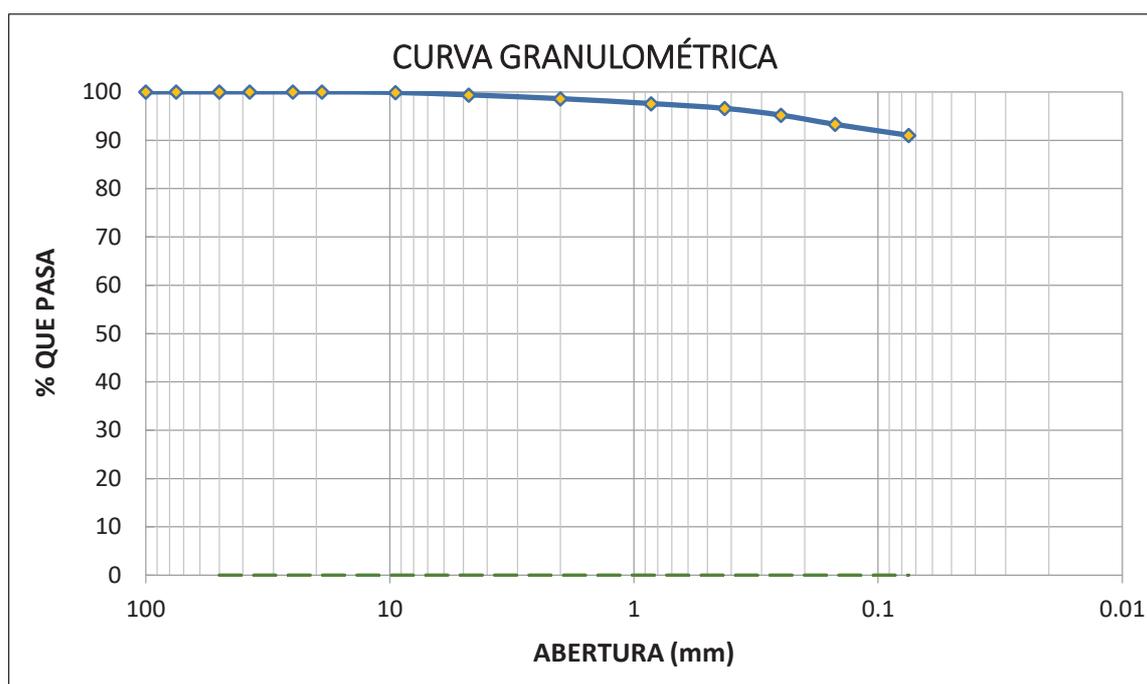
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Anexo B.1.6: Análisis granulométrico de la calicata C-6

Antes del lavado			Después del lavado			
Peso de la Muestra Seca = 1451.00 gr			Peso de la Muestra Seca = 131.00 gr			
			% de Error en Peso = 0.19%			Ok!
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2"	50	0.00	1451.00	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	0.00	1451.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19	0.00	1451.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.5	1.63	1449.37	0.11%	0.11%	99.89%
Nº 4	4.75	7.26	1442.11	0.50%	0.61%	99.39%
Nº 10	2	11.25	1430.86	0.78%	1.39%	98.61%
Nº 20	0.850	14.75	1416.11	1.02%	2.40%	97.60%
Nº 40	0.425	14.44	1401.67	1.00%	3.40%	96.60%
Nº 60	0.250	20.22	1381.45	1.39%	4.79%	95.21%
Nº 100	0.150	27.60	1353.85	1.90%	6.70%	93.30%
Nº 200	0.075	32.90	1320.95	2.27%	8.96%	91.04%
Cazuela	-	0.70	-	0.05%	9.01%	-
Lavado	-	1320.000	-	90.99%	100.00%	-
		130.75		100.00%		

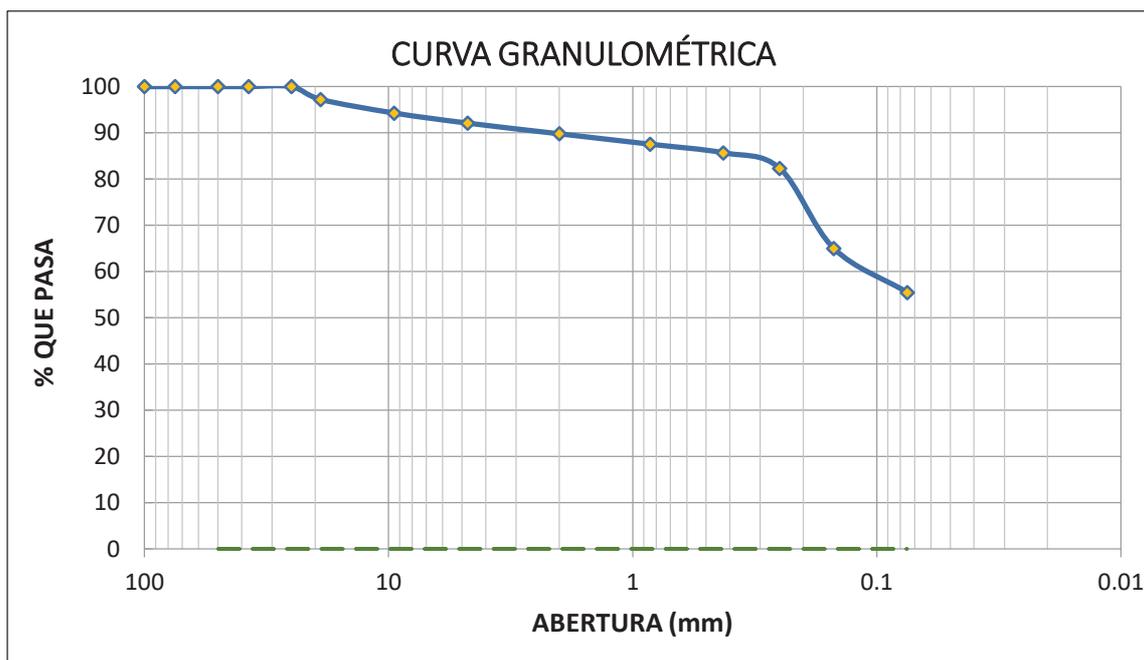
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Anexo B.1.7: Análisis granulométrico de la calicata C-7

Antes del lavado			Después del lavado			
Peso de la Muestra Seca = 1959.00 gr			Peso de la Muestra Seca = 879.00 gr			
			% de Error en Peso = 0.23% Ok!			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2"	50	0.00	1959.00	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	0.00	1959.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19	54.17	1904.83	2.77%	2.77%	97.23%
3/8"	9.5	57.81	1847.02	2.95%	5.72%	94.28%
Nº 4	4.75	42.74	1804.28	2.18%	7.90%	92.10%
Nº 10	2	45.25	1759.03	2.31%	10.21%	89.79%
Nº 20	0.850	43.90	1715.13	2.24%	12.45%	87.55%
Nº 40	0.425	36.58	1678.55	1.87%	14.32%	85.68%
Nº 60	0.250	65.62	1612.93	3.35%	17.67%	82.33%
Nº 100	0.150	339.83	1273.10	17.35%	35.01%	64.99%
Nº 200	0.075	186.21	1086.89	9.51%	44.52%	55.48%
Cazuela	-	4.88	-	0.25%	44.77%	-
Lavado	-	1080.000	-	55.23%	100.00%	-
		876.99		100.00%		

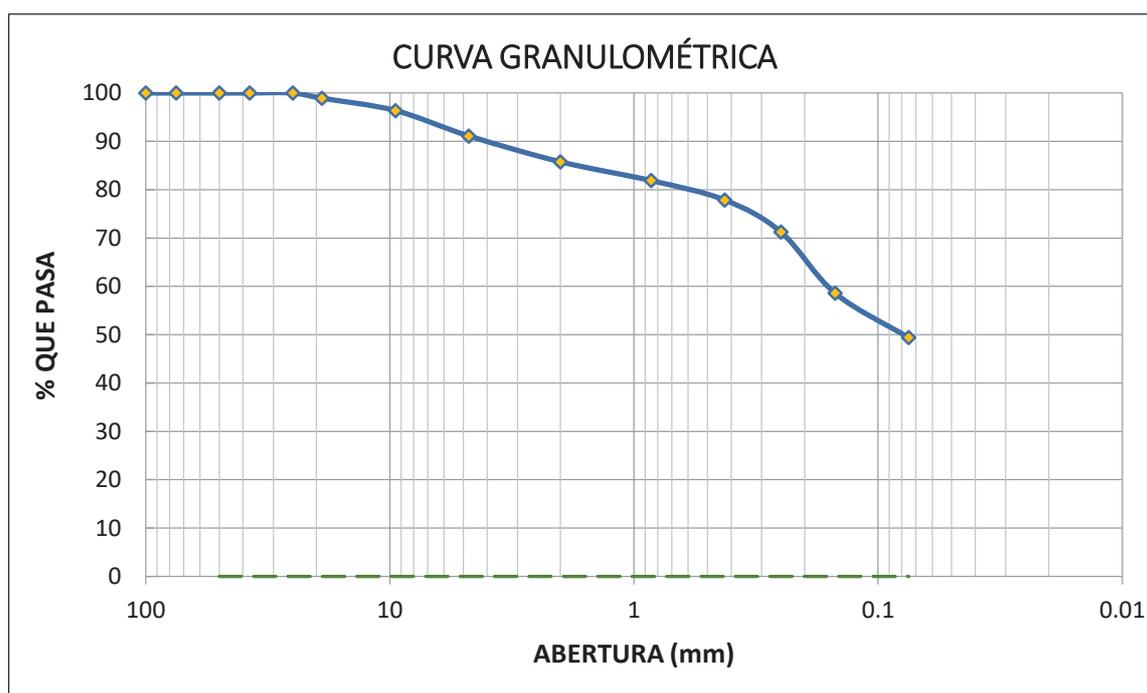
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Anexo B.1.8: Análisis granulométrico de la calicata C-8

Antes del lavado			Después del lavado			
Peso de la Muestra Seca = 1618.00 gr			Peso de la Muestra Seca = 824.00 gr			
			% de Error en Peso = 0.14% Ok!			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO O (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO O	% RETENIDO ACUMULADO O	% QUE PASA
2"	50	0.00	1618.00	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	0.00	1618.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19	17.36	1600.64	1.07%	1.07%	98.93%
3/8"	9.5	41.14	1559.50	2.54%	3.62%	96.38%
N° 4	4.75	84.98	1474.52	5.25%	8.87%	91.13%
N° 10	2	86.59	1387.93	5.35%	14.22%	85.78%
N° 20	0.850	62.87	1325.06	3.89%	18.11%	81.89%
N° 40	0.425	64.84	1260.22	4.01%	22.11%	77.89%
N° 60	0.250	107.08	1153.14	6.62%	28.73%	71.27%
N° 100	0.150	204.46	948.68	12.64%	41.37%	58.63%
N° 200	0.075	148.96	799.72	9.21%	50.57%	49.43%
Cazuela	-	4.59	-	0.28%	50.86%	-
Lavado	-	794.000	-	49.14%	100.00%	-
		822.87		100.00%		

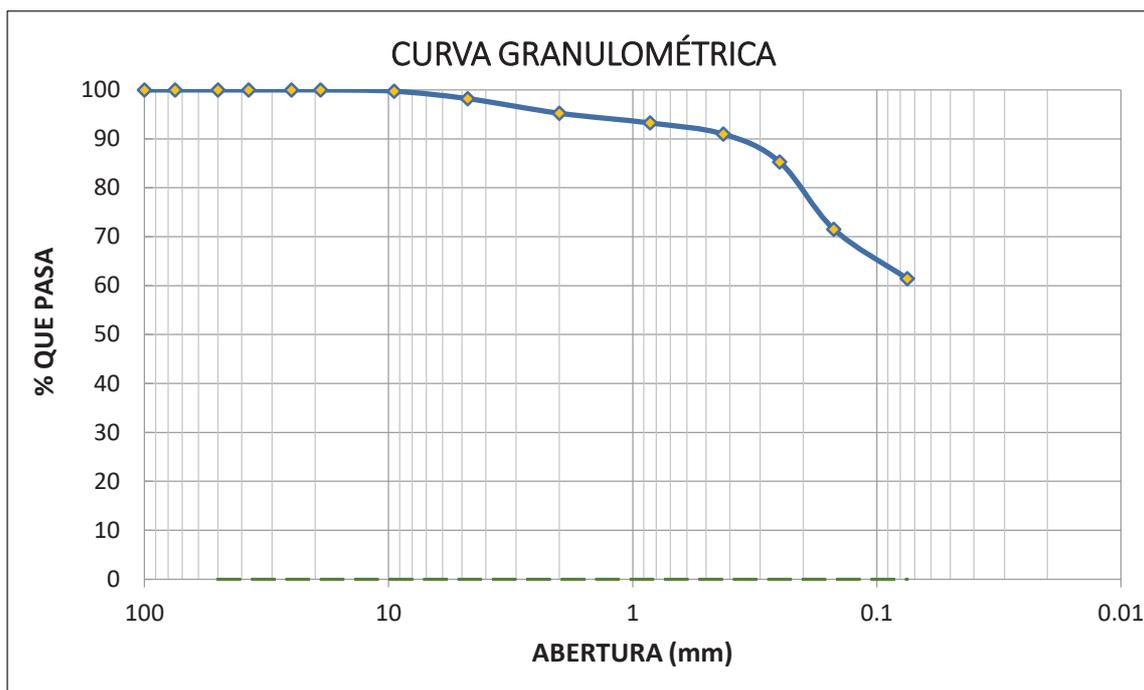
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Anexo B.1.9: Análisis granulométrico de la calicata C-9

Antes del lavado			Después del lavado			
Peso de la Muestra Seca = 1681.00 gr			Peso de la Muestra Seca = 658.00 gr			
			% de Error en Peso = 0.10%			Ok!
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2"	50	0.00	1681.00	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	0.00	1681.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19	0.00	1681.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.5	4.25	1676.75	0.25%	0.25%	99.75%
Nº 4	4.75	25.49	1651.26	1.52%	1.77%	98.23%
Nº 10	2	50.16	1601.10	2.98%	4.75%	95.25%
Nº 20	0.850	33.43	1567.67	1.99%	6.74%	93.26%
Nº 40	0.425	38.24	1529.43	2.27%	9.02%	90.98%
Nº 60	0.250	96.02	1433.41	5.71%	14.73%	85.27%
Nº 100	0.150	230.81	1202.60	13.73%	28.46%	71.54%
Nº 200	0.075	169.96	1032.64	10.11%	38.57%	61.43%
Cazuela	-	8.95	-	0.53%	39.10%	-
Lavado	-	1023.000	-	60.90%	100.00%	-
		657.31		100.00%		

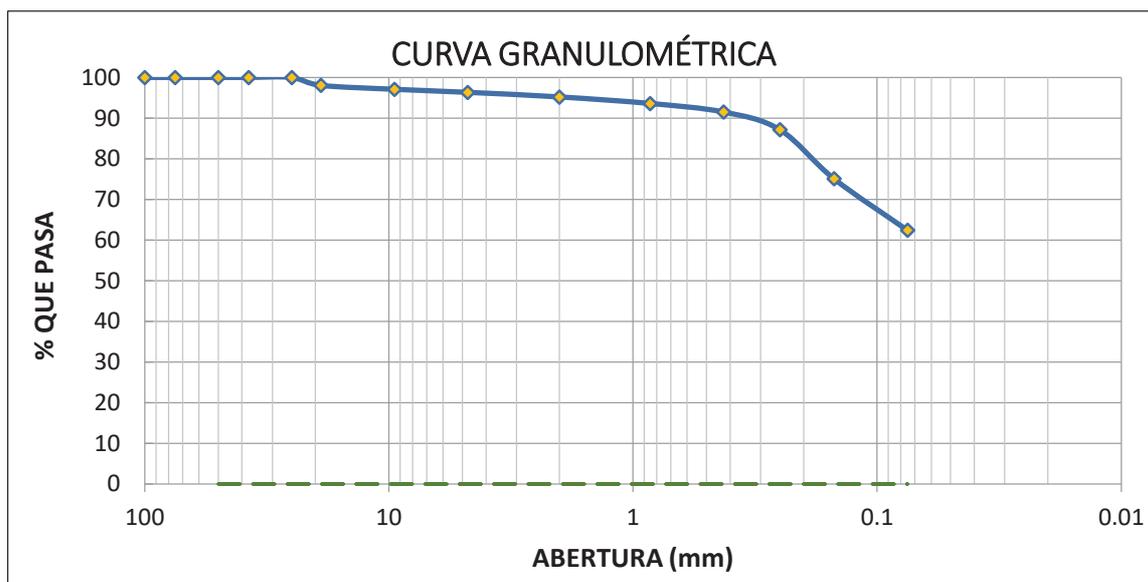
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Anexo B.1.10: Análisis granulométrico de la calicata C-10

Antes del lavado			Después del lavado			
Peso de la Muestra Seca = 1553.00 gr			Peso de la Muestra Seca = 592.00 gr			
			% de Error en Peso = -0.15%			Ok!
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO O (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO O	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2"	50	0.00	1553.00	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	0.00	1553.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19	30.23	1522.77	1.95%	1.95%	98.05%
3/8"	9.5	15.08	1507.69	0.97%	2.92%	97.08%
Nº 4	4.75	11.62	1496.07	0.75%	3.67%	96.33%
Nº 10	2	17.55	1478.52	1.13%	4.80%	95.20%
Nº 20	0.850	24.99	1453.53	1.61%	6.41%	93.59%
Nº 40	0.425	32.58	1420.95	2.10%	8.50%	91.50%
Nº 60	0.250	67.74	1353.21	4.36%	12.86%	87.14%
Nº 100	0.150	187.29	1165.92	12.06%	24.92%	75.08%
Nº 200	0.075	196.81	969.11	12.67%	37.60%	62.40%
Cazuela	-	8.98	-	0.58%	38.18%	-
Lavado	-	961.000	-	61.82%	100.00%	-
		592.87	100.00%			

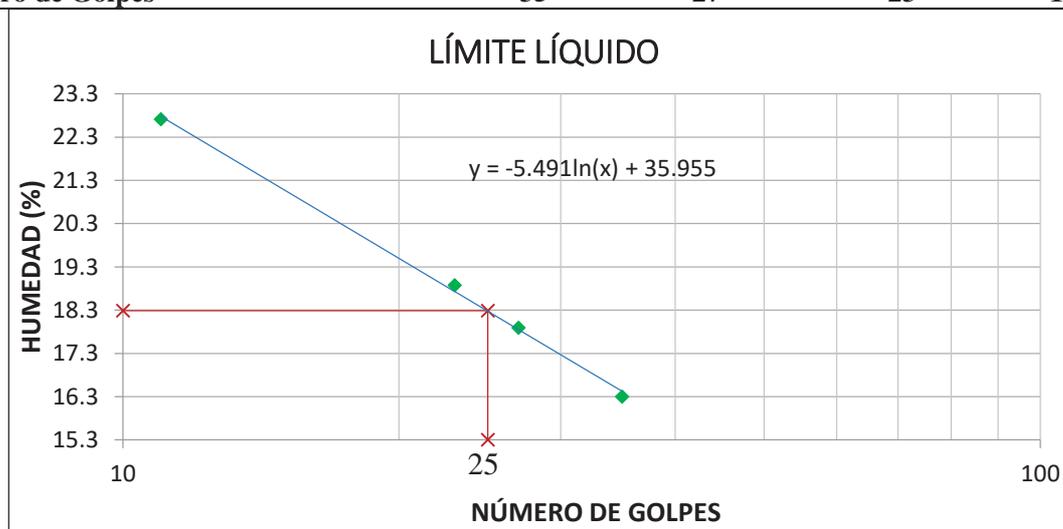
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Anexo B.2: Limite liquido

Anexo B.2.1: Limite liquido de la calicata C-1

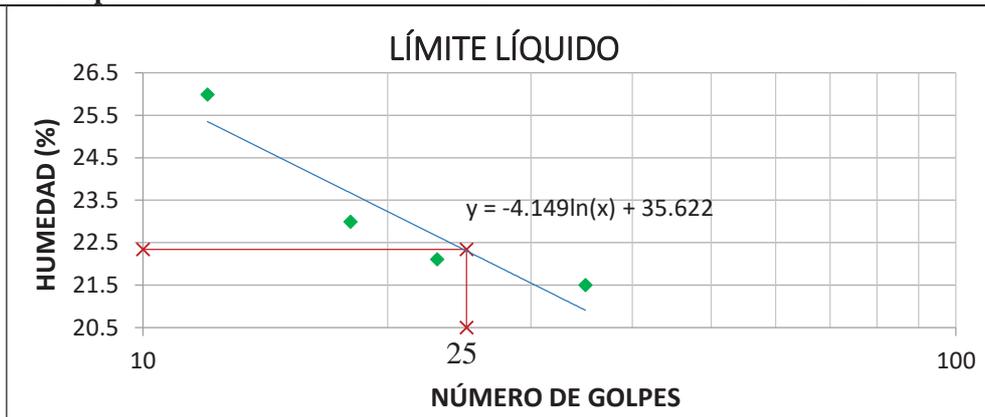
DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	14.58	14.63	14.34	14.72
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	56.30	49.47	44.81	43.61
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	50.45	44.18	39.97	38.26
Peso del Agua (gr)	5.85	5.29	4.84	5.35
Peso de la Muestra Seca (gr)	35.87	29.55	25.63	23.54
Humedad	16.31%	17.90%	18.88%	22.73%
Número de Golpes	35	27	23	11



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

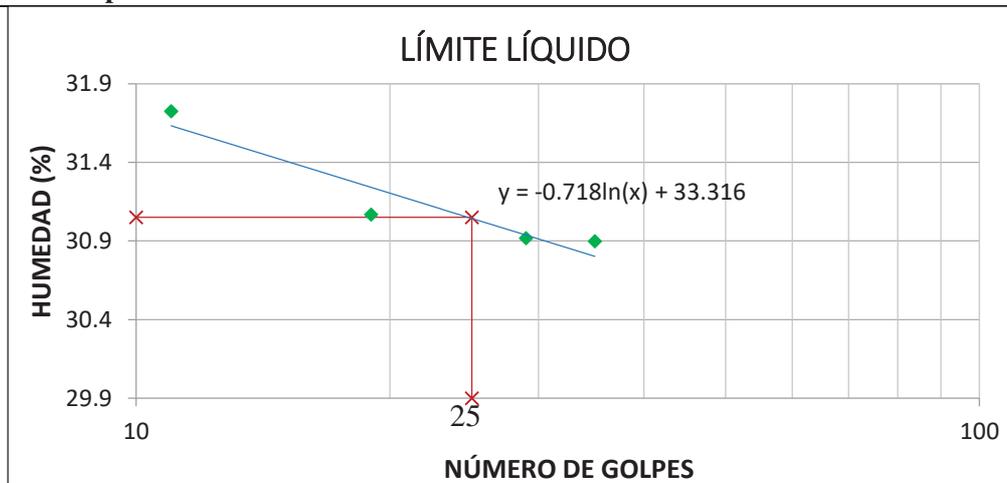
Anexo B.2.2: Limite liquido de la calicata C-3

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	9.05	19.62	8.79	8.82
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	32.20	40.53	31.45	29.11
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	28.11	36.75	27.22	24.93
Peso del Agua (gr)	4.09	3.78	4.23	4.18
Peso de la Muestra Seca (gr)	19.06	17.13	18.43	16.11
Humedad	21.46%	22.07%	22.95%	25.95%
Número de Golpes	35	23	18	12



Anexo B.2.3: Limite liquido C-4

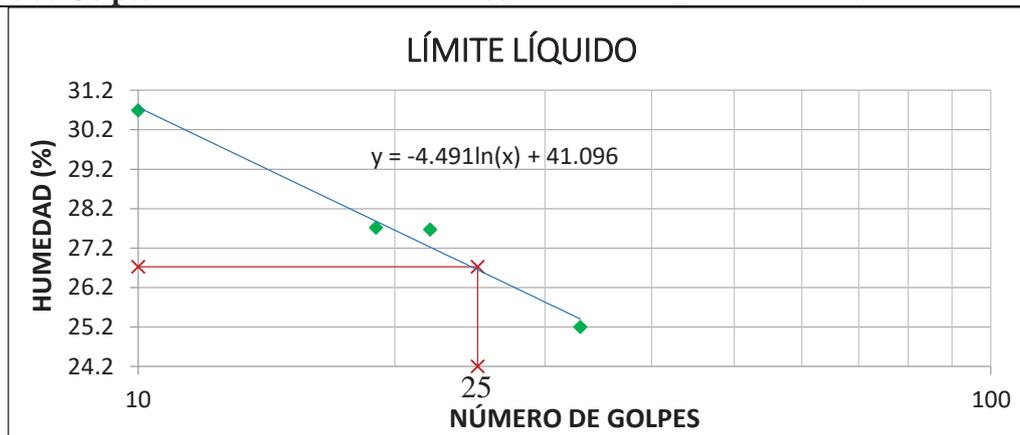
DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	8.75	8.79	14.70	14.64
Peso de Capsula + Muestra Húmeda gr)	31.48	31.72	41.43	39.70
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	26.12	26.31	35.10	33.67
Peso del Agua (gr)	5.36	5.41	6.33	6.03
Peso de la Muestra Seca (gr)	17.37	17.52	20.40	19.03
Humedad	30.86%	30.88%	31.03%	31.69%
Número de Golpes	35	29	19	11



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

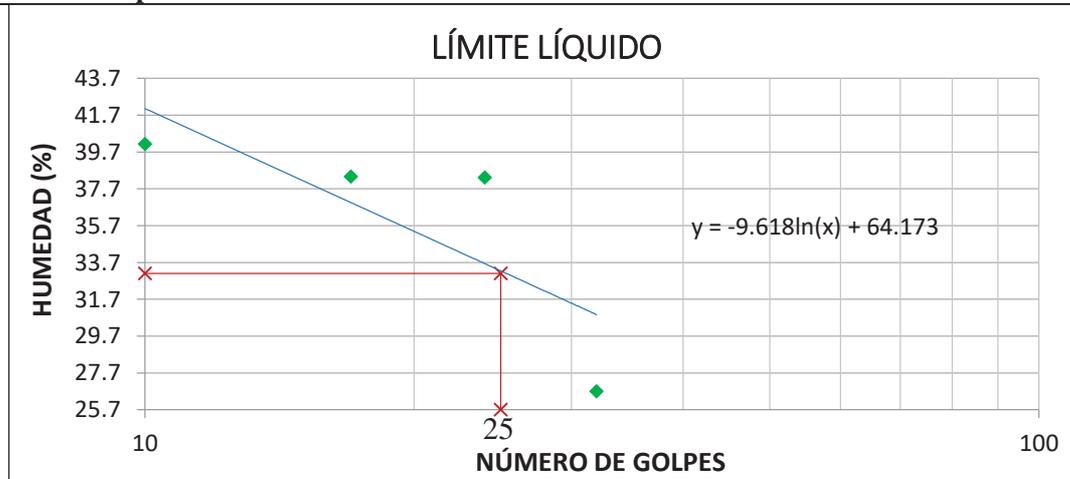
Anexo B.2.4: Limite liquido C-5

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	14.55	14.61	14.66	14.48
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	37.76	36.67	42.27	39.61
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	33.09	31.89	36.28	33.71
Peso del Agua (gr)	4.67	4.78	5.99	5.90
Peso de la Muestra Seca (gr)	18.54	17.28	21.62	19.23
Humedad	25.19%	27.66%	27.71%	30.68%
Número de Golpes	33	22	19	10



Anexo B.2.5: Limite liquido C-6

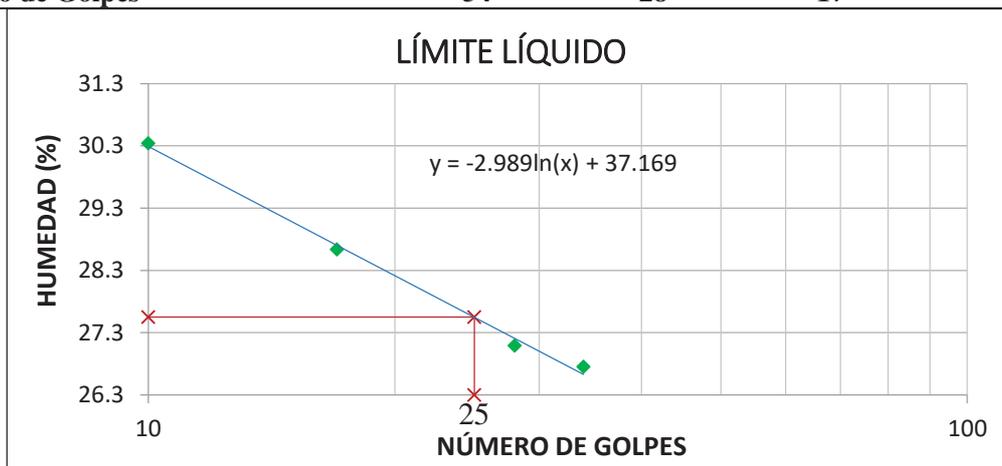
DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	14.37	14.56	14.50	14.75
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	46.14	36.45	39.65	37.04
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	39.45	30.39	32.68	30.66
Peso del Agua (gr)	6.69	6.06	6.97	6.38
Peso de la Muestra Seca (gr)	25.08	15.83	18.18	15.91
Humedad	26.67%	38.28%	38.34%	40.10%
Número de Golpes	32	24	17	10



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

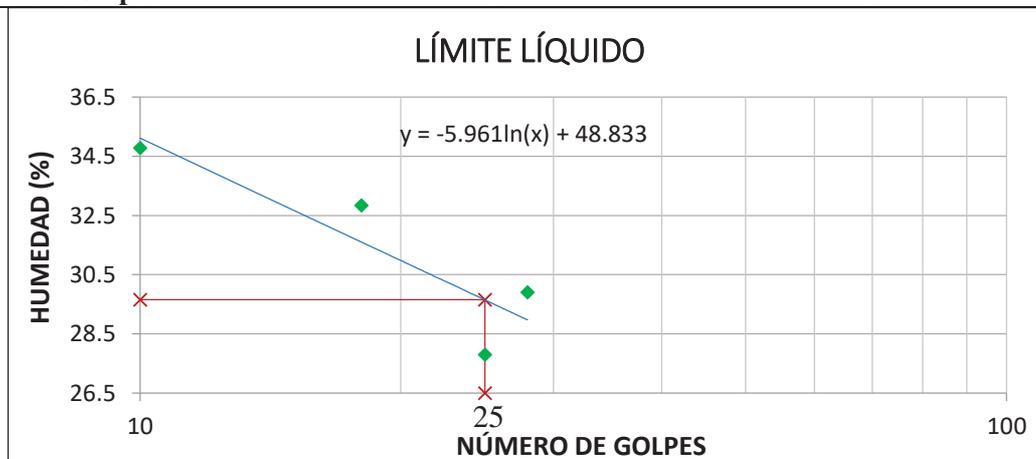
Anexo B.2.6: Limite liquido C-9

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	14.37	14.56	14.50	14.74
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	45.59	48.43	50.39	41.46
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	39.00	41.21	42.40	35.24
Peso del Agua (gr)	6.59	7.22	7.99	6.22
Peso de la Muestra Seca (gr)	24.63	26.65	27.90	20.50
Humedad	26.76%	27.09%	28.64%	30.34%
Número de Golpes	34	28	17	10



Anexo B.2.7: Limite liquido C-10

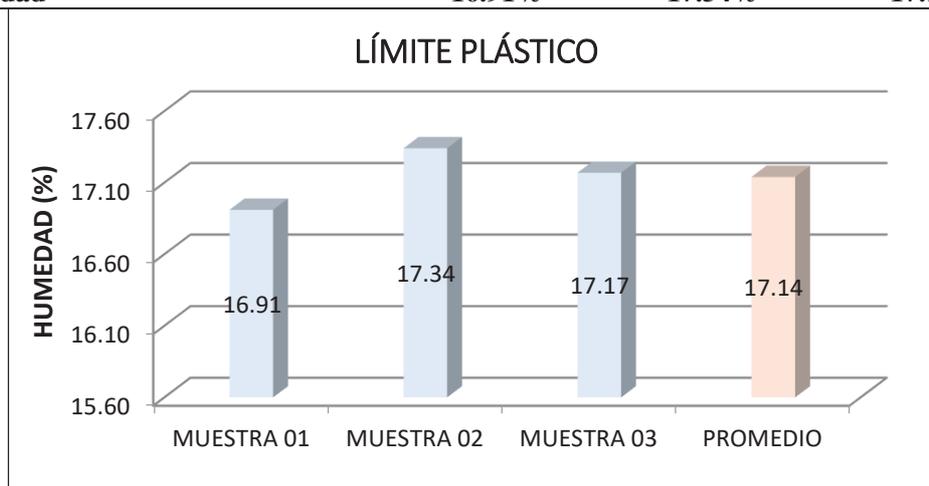
DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	15.01	14.73	14.65	14.78
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	35.25	40.43	32.69	41.48
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	30.59	34.84	28.23	34.59
Peso del Agua (gr)	4.66	5.59	4.46	6.89
Peso de la Muestra Seca (gr)	15.58	20.11	13.58	19.81
Contenido de Humedad	29.91%	27.80%	32.84%	34.78%
Número de Golpes	28	25	18	10



Anexo B.3: Limite plástico

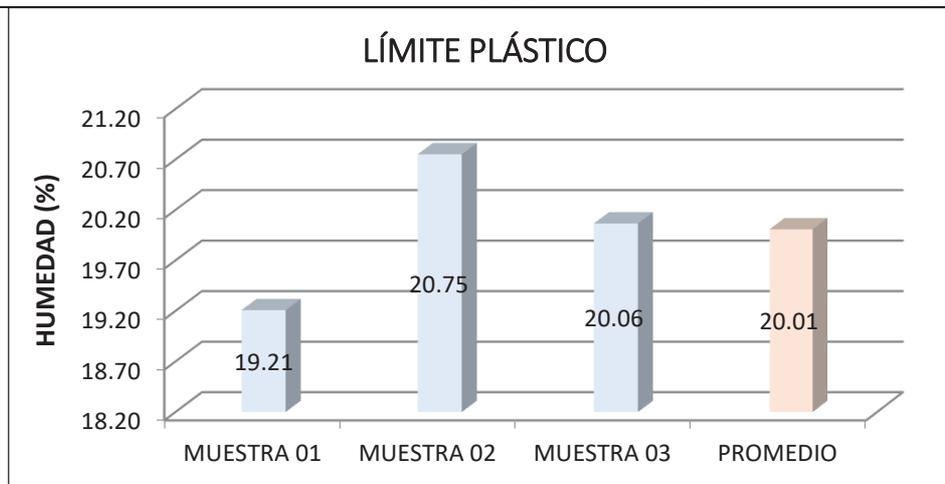
Anexo B.3.1: Limite plástico de la calicata C-1

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	14.41	14.35	14.66
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	24.02	26.26	22.44
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	22.63	24.50	21.30
Peso del Agua (gr)	1.39	1.76	1.14
Peso de la Muestra Seca (gr)	8.22	10.15	6.64
Humedad	16.91%	17.34%	17.17%



Anexo B.3.2: Limite plástico de la calicata C-3

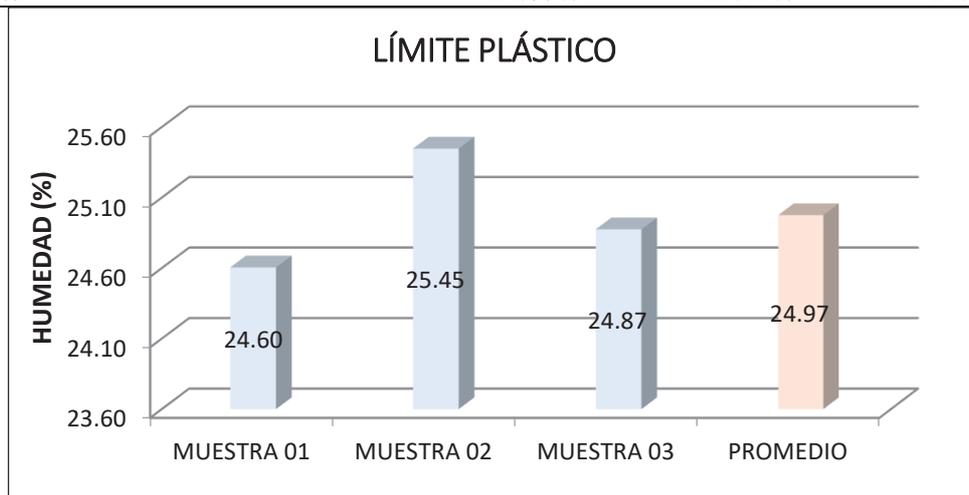
DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	14.86	14.47	14.45
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	20.57	19.30	21.93
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	19.65	18.47	20.68
Peso del Agua (gr)	0.92	0.83	1.25
Peso de la Muestra Seca (gr)	4.79	4.00	6.23
Humedad	19.21%	20.75%	20.06%



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

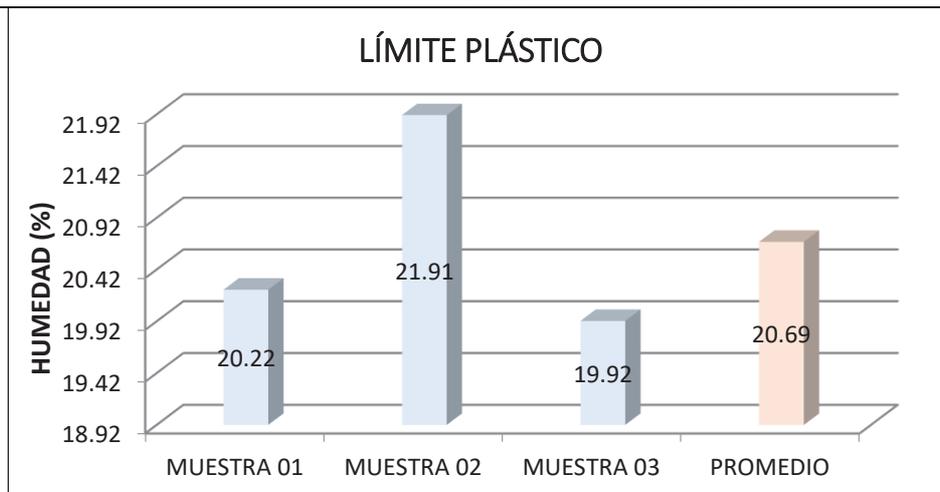
Anexo B.3.3: Limite plástico de la calicata C-4

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	8.56	8.52	9.10
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	17.22	16.95	16.53
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	15.51	15.24	15.05
Peso del Agua (gr)	1.71	1.71	1.48
Peso de la Muestra Seca (gr)	6.95	6.72	5.95
Humedad	24.60%	25.45%	24.87%



Anexo B.3.4: Limite plástico de la calicata C-5

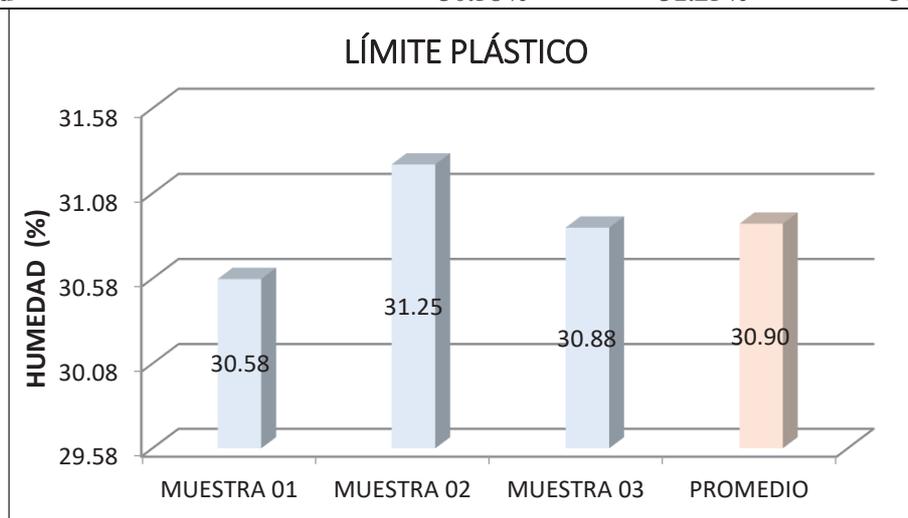
DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	14.75	14.80	14.67
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	21.17	23.98	20.93
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	20.09	22.33	19.89
Peso del Agua (gr)	1.08	1.65	1.04
Peso de la Muestra Seca (gr)	5.34	7.53	5.22
Humedad	20.22%	21.91%	19.92%



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

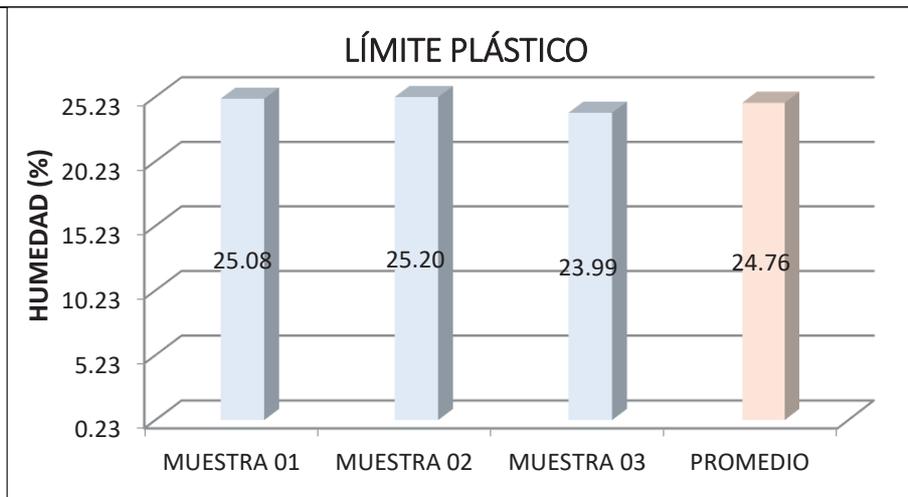
Anexo B.3.5: Limite plástico de la calicata C-6

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	14.41	14.51	14.42
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	22.78	23.75	27.22
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	20.82	21.55	24.20
Peso del Agua (gr)	1.96	2.20	3.02
Peso de la Muestra Seca (gr)	6.41	7.04	9.78
Humedad	30.58%	31.25%	30.88%



Anexo B.3.6: Limite plástico de la calicata C-9

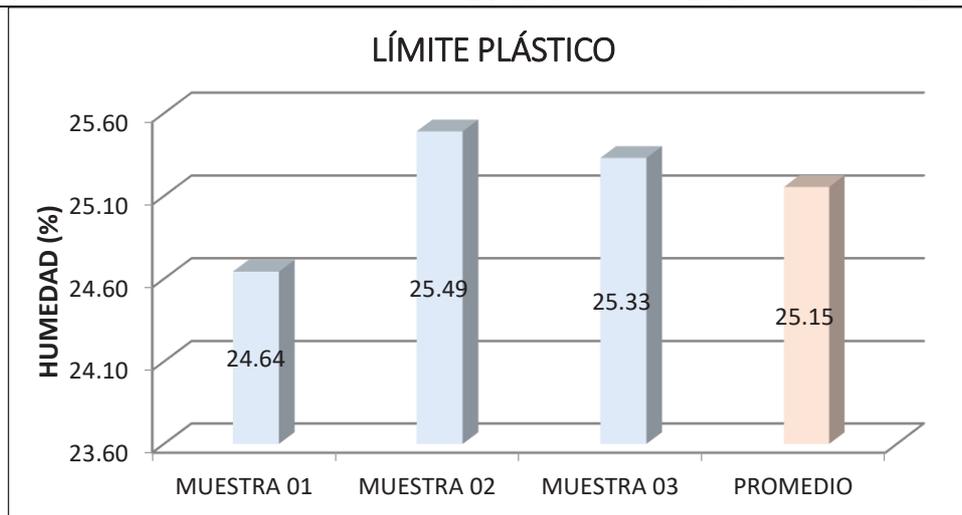
DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	14.40	14.51	14.41
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	26.32	25.29	23.92
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	23.93	23.12	22.08
Peso del Agua (gr)	2.39	2.17	1.84
Peso de la Muestra Seca (gr)	9.53	8.61	7.67
Humedad	25.08%	25.20%	23.99%



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.3.7: Limite plástico de la calicata C-10

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	14.81	8.74	8.77
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	20.93	13.86	13.52
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	19.72	12.82	12.56
Peso del Agua (gr)	1.21	1.04	0.96
Peso de la Muestra Seca (gr)	4.91	4.08	3.79
Humedad	24.64%	25.49%	25.33%

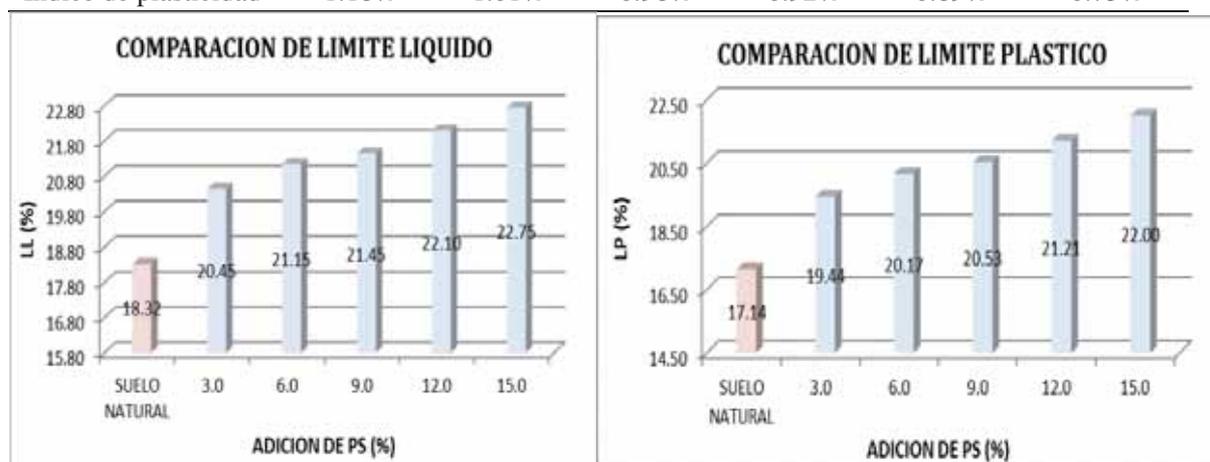


Anexo B.4: Resumen de límite líquido, limite plástico e índice de plasticidad con adición de PS

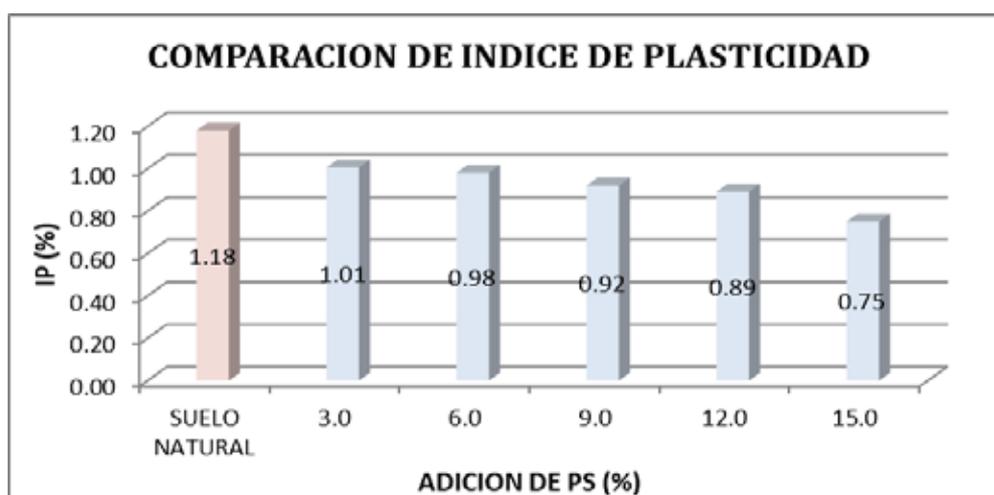
Anexo B.4.1: Resumen de límite líquido, limite plástico e índice de plasticidad de la calicata C-1

RESUMEN DE LL, LP Y IP PARA ADICIONES DE PS

Adición de PS	0%	3%	6%	9%	12%	15%
Límite líquido	18.32%	20.45%	21.15%	21.45%	22.10%	22.75%
Límite plástico	17.14%	19.44%	20.17%	20.53%	21.21%	22.00%
Índice de plasticidad	1.18%	1.01%	0.98%	0.92%	0.89%	0.75%

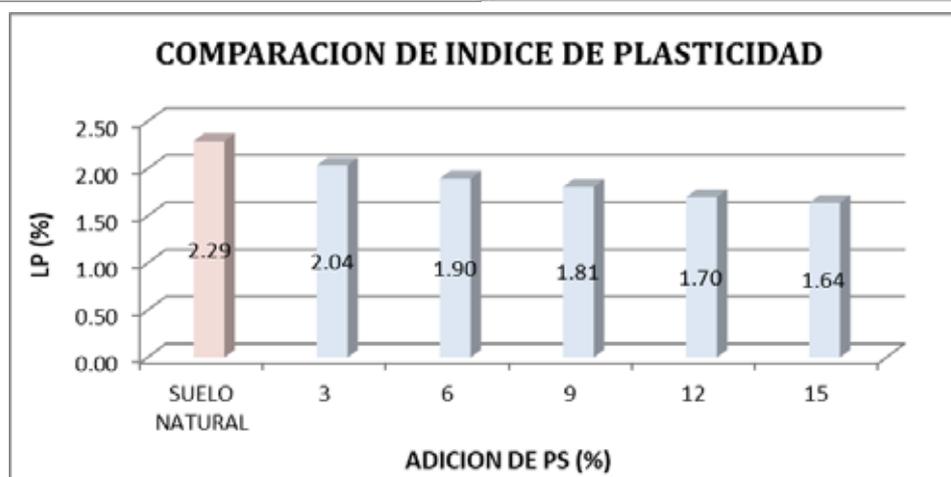
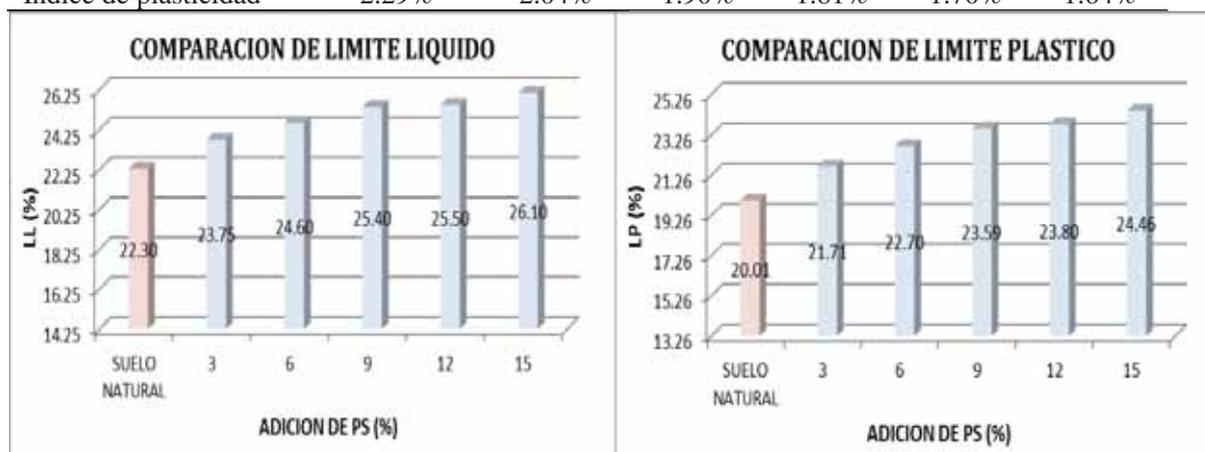


“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



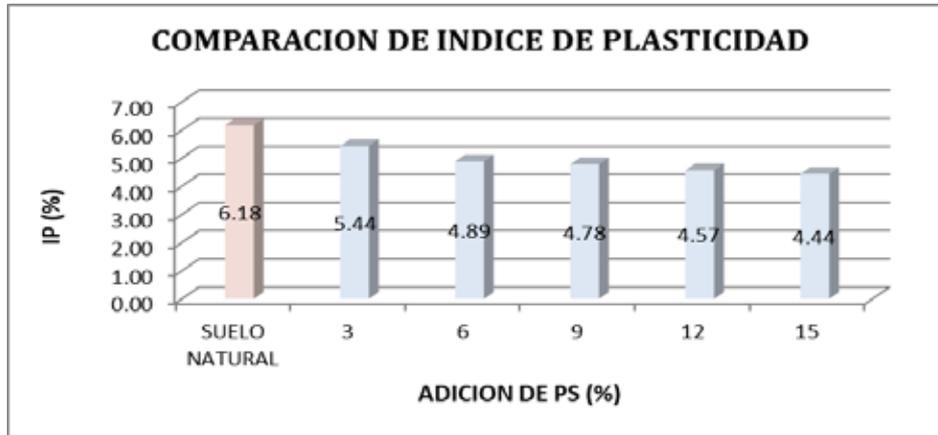
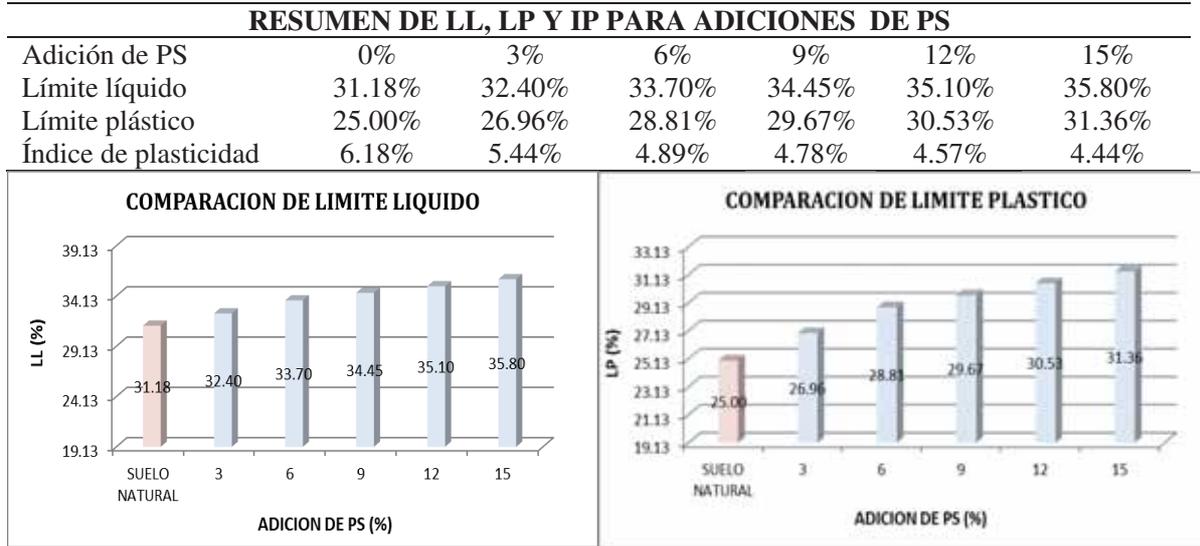
Anexo B.4.2: Resumen de límite líquido, limite plástico e índice de plasticidad de la calicata C-3

RESUMEN DE LL, LP Y IP PARA ADICIONES DE PS						
Adición de PS	0%	3%	6%	9%	12%	15%
Límite líquido	22.30%	23.75%	24.60%	25.40%	25.50%	26.10%
Límite plástico	20.01%	21.71%	22.70%	23.59%	23.80%	24.46%
Índice de plasticidad	2.29%	2.04%	1.90%	1.81%	1.70%	1.64%

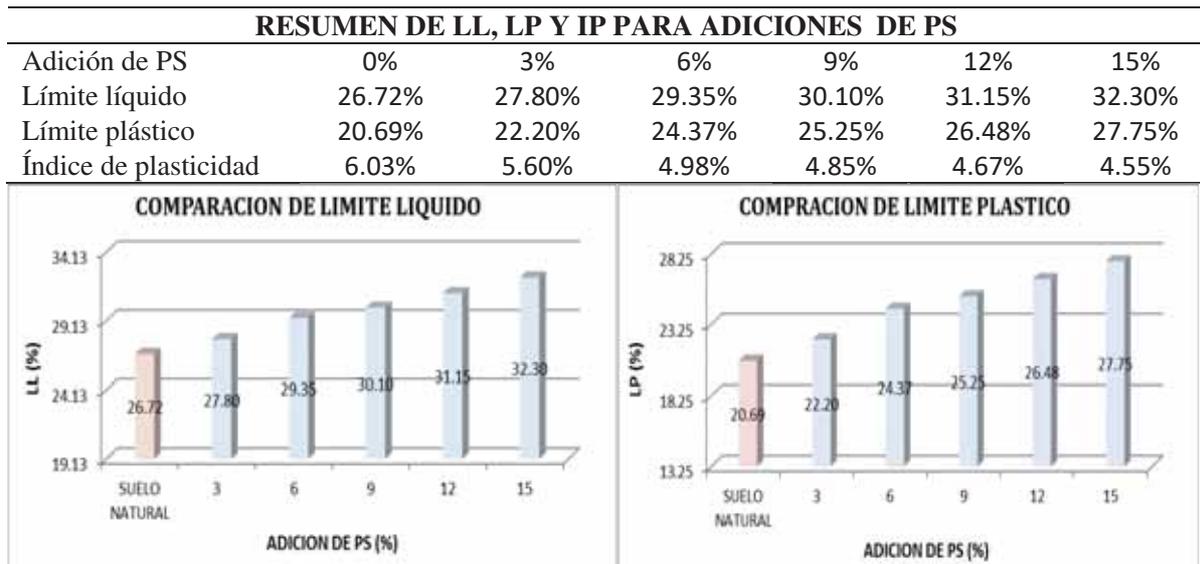


“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

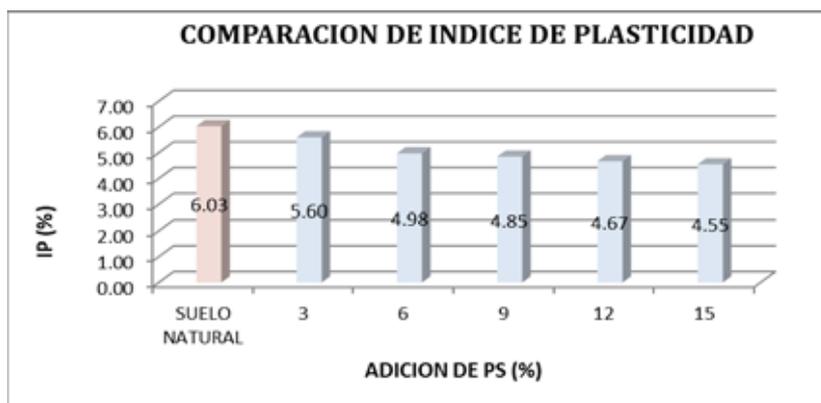
Anexo B.4.3: Resumen de límite líquido, limite plástico e índice de plasticidad de la calicata C-4



Anexo B.4.4: Resumen de límite líquido, limite plástico e índice de plasticidad de la calicata C-5

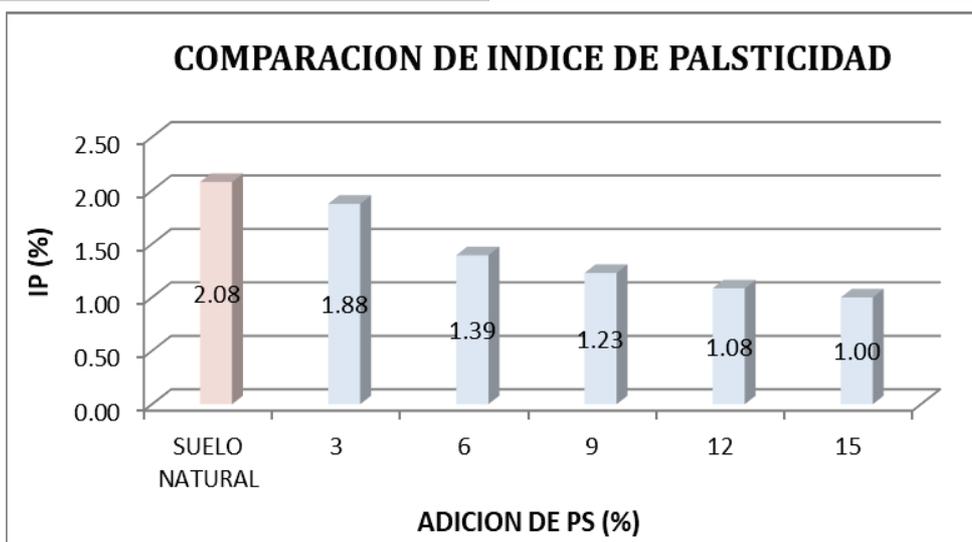
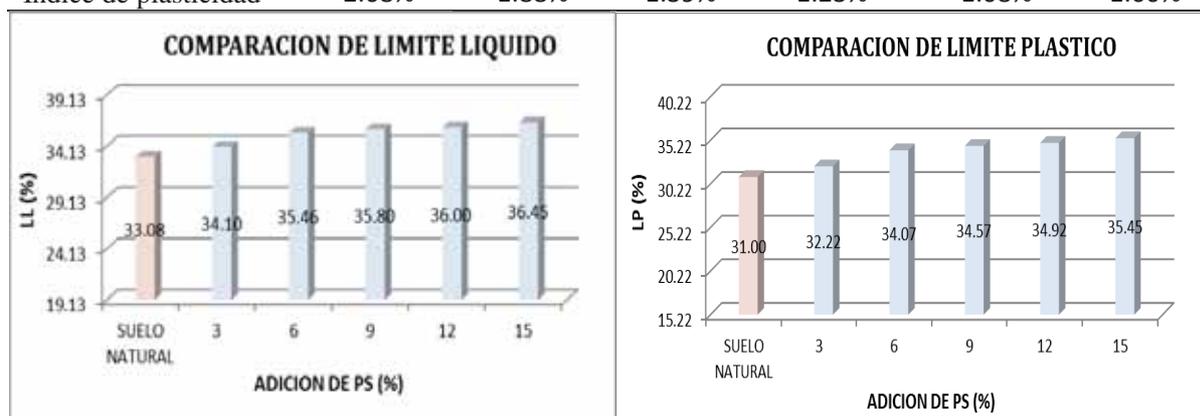


“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Anexo B.4.5: Resumen de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de la calicata C-6

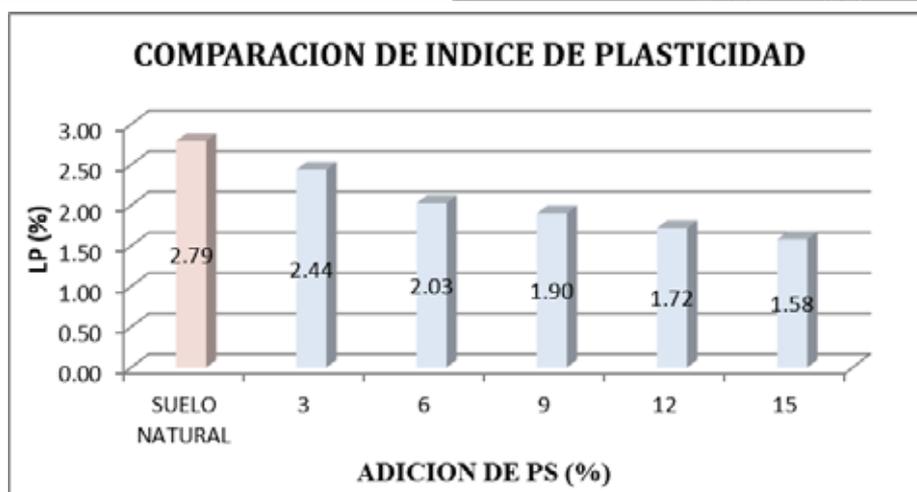
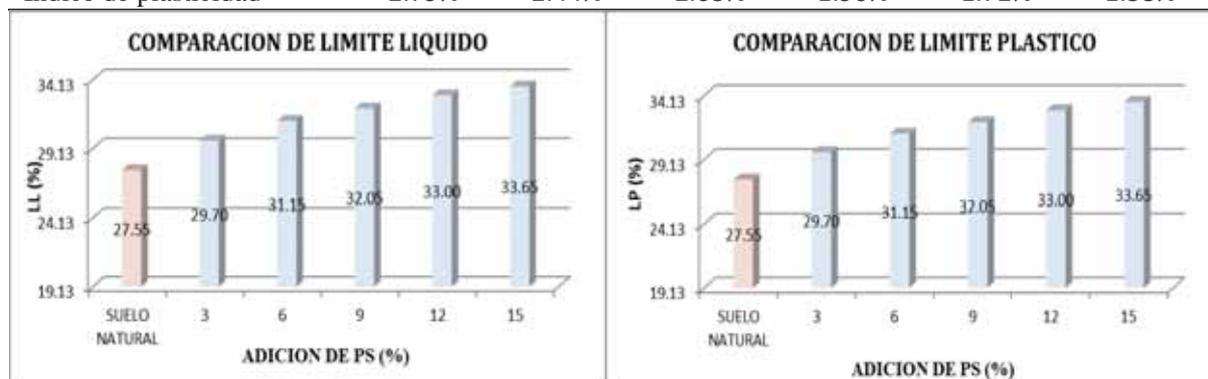
RESUMEN DE LL, LP Y IP PARA ADICIONES DE PS						
Adición de PS	0%	3%	6%	9%	12%	15%
Límite líquido	33.08%	34.10%	35.46%	35.80%	36.00%	36.45%
Límite plástico	31.00%	32.22%	34.07%	34.57%	34.92%	35.45%
Índice de plasticidad	2.08%	1.88%	1.39%	1.23%	1.08%	1.00%



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.4.6: Resumen de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de la calicata C-9

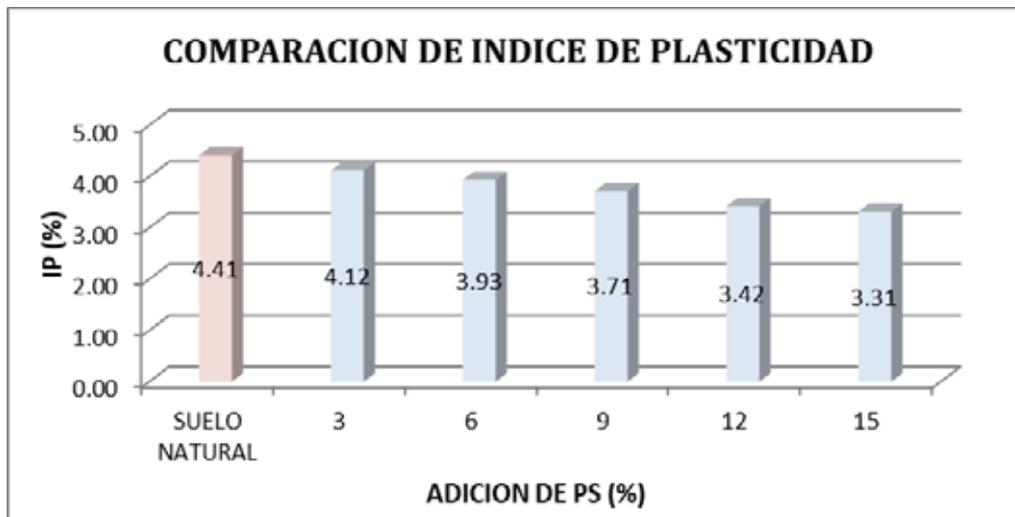
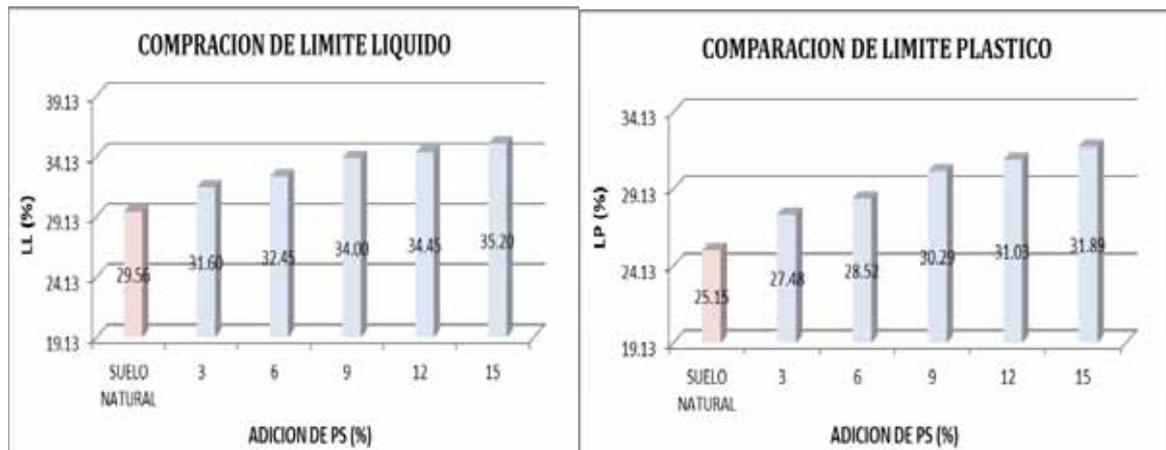
RESUMEN DE LL, LP Y IP PARA ADICIONES DE PS						
Adición de PS	0%	3%	6%	9%	12%	15%
Límite líquido	27.55%	29.70%	31.15%	32.05%	33.00%	33.65%
Límite plástico	24.76%	27.26%	29.12%	30.15%	31.28%	32.07%
Índice de plasticidad	2.79%	2.44%	2.03%	1.90%	1.72%	1.58%



Anexo B.4.7: Resumen de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de la calicata C-10

RESUMEN DE LL, LP Y IP PARA ADICIONES DE PS						
Adición de PS	0%	3%	6%	9%	12%	15%
Límite líquido	29.56%	31.60%	32.45%	34.00%	34.45%	35.20%
Límite plástico	25.15%	27.48%	28.52%	30.29%	31.03%	31.89%
Índice de plasticidad	4.41%	4.12%	3.93%	3.71%	3.42%	3.31%

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

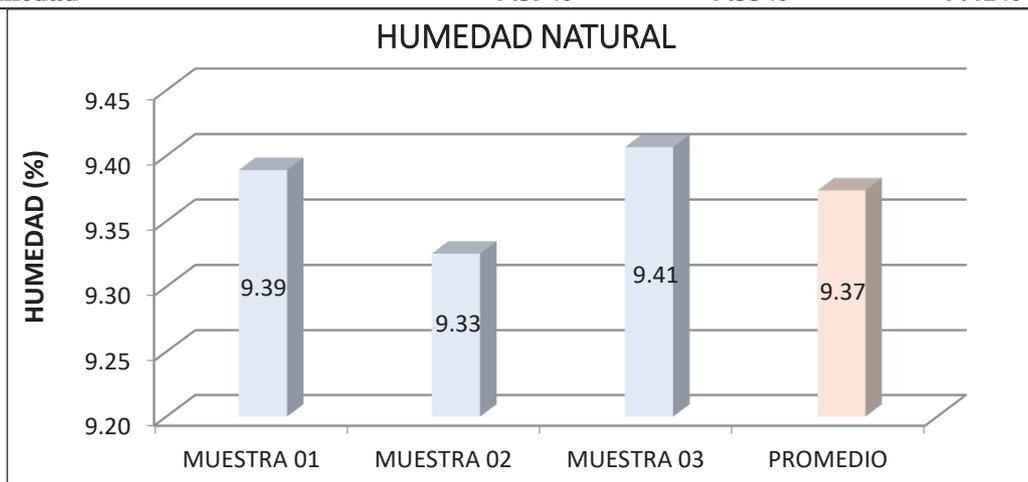


“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.5 Contenido de humedad de los suelos

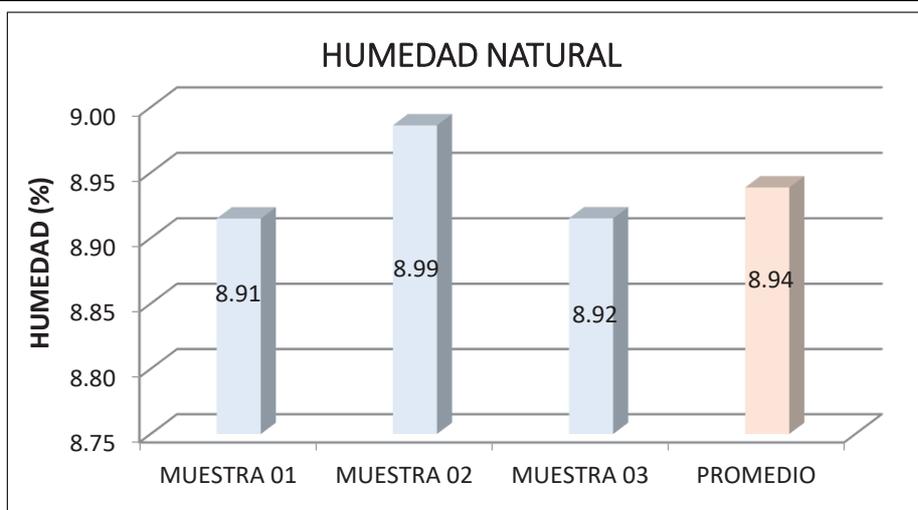
Anexo B.5.1: Contenido de humedad de la calicata C-1

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	32.39	40.67	31.85
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	341.95	363.07	404.39
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	315.38	335.57	372.36
Peso del Agua (gr)	26.57	27.50	32.03
Peso de la Muestra Seca (gr)	282.99	294.90	340.51
Humedad	9.39%	9.33%	9.41%



Anexo B.5.2: Contenido de humedad de la calicata C-2

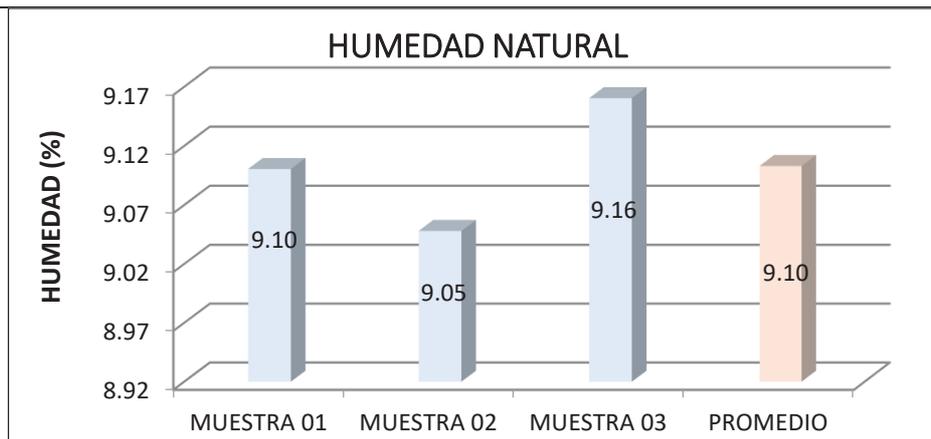
DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	32.49	41.67	33.85
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	341.95	363.07	404.39
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	316.62	336.57	374.06
Peso del Agua (gr)	25.33	26.50	30.33
Peso de la Muestra Seca (gr)	284.13	294.90	340.21
Humedad	8.91%	8.99%	8.92%



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

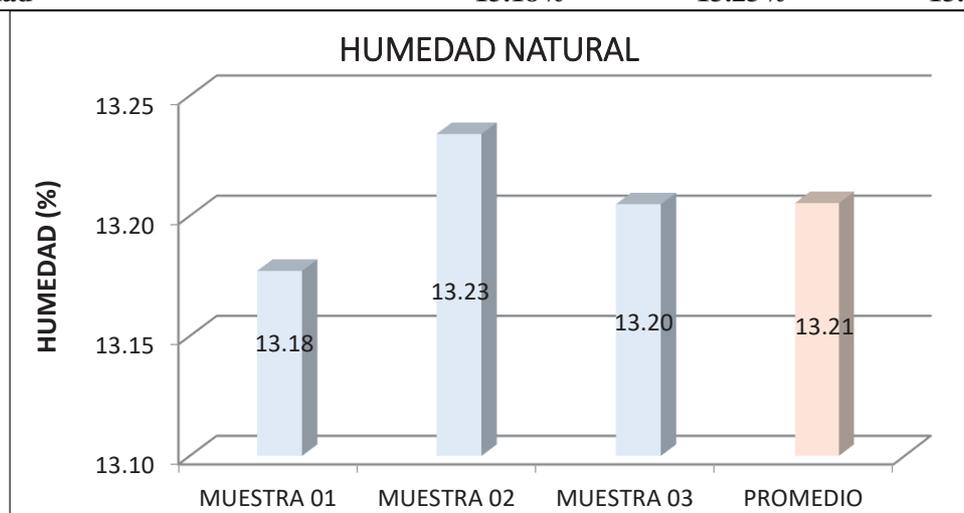
Anexo B.5.3: Contenido de humedad de la calicata C-3

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	32.59	40.07	29.85
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	325.95	363.07	404.39
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	301.48	336.27	372.96
Peso del Agua (gr)	24.47	26.80	31.43
Peso de la Muestra Seca (gr)	268.89	296.20	343.11
Humedad	9.10%	9.05%	9.16%



Anexo B.5.4: Contenido de humedad de la calicata C-4

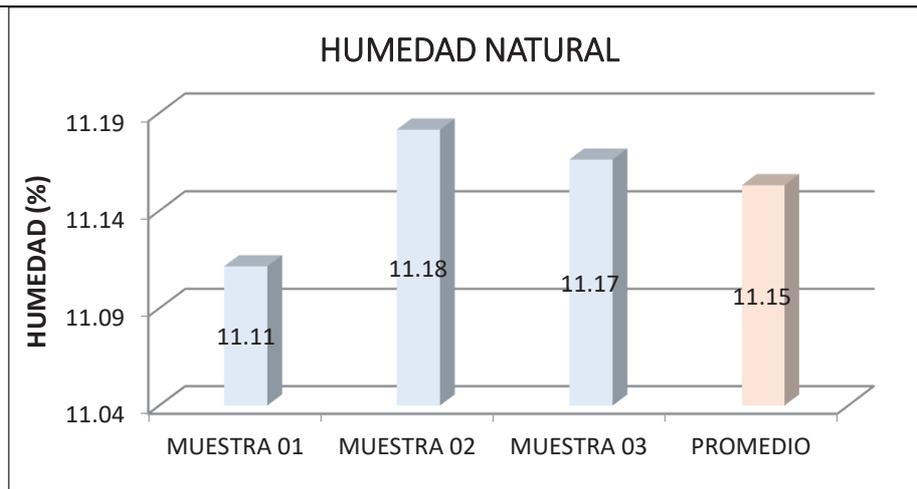
DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	31.59	40.87	31.85
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	341.05	363.87	405.89
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	305.02	326.12	362.26
Peso del Agua (gr)	36.03	37.75	43.63
Peso de la Muestra Seca (gr)	273.43	285.25	330.41
Humedad	13.18%	13.23%	13.20%



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

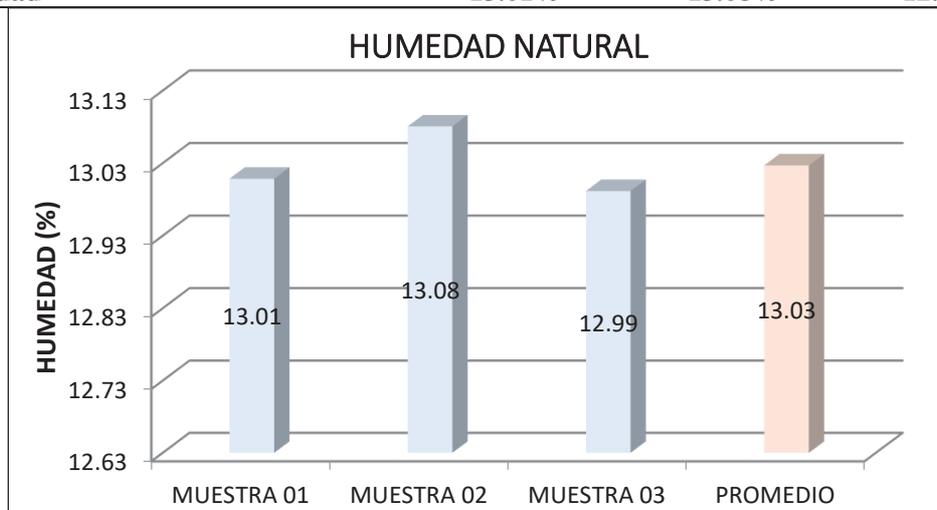
Anexo B.5.5 Contenido de humedad de la calicata C-5

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	32.39	40.65	31.84
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	341.98	363.81	404.38
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	311.02	331.31	366.96
Peso del Agua (gr)	30.96	32.50	37.42
Peso de la Muestra Seca (gr)	278.63	290.66	335.12
Humedad	11.11%	11.18%	11.17%



Anexo B.5.6: Contenido de humedad de la calicata C-6

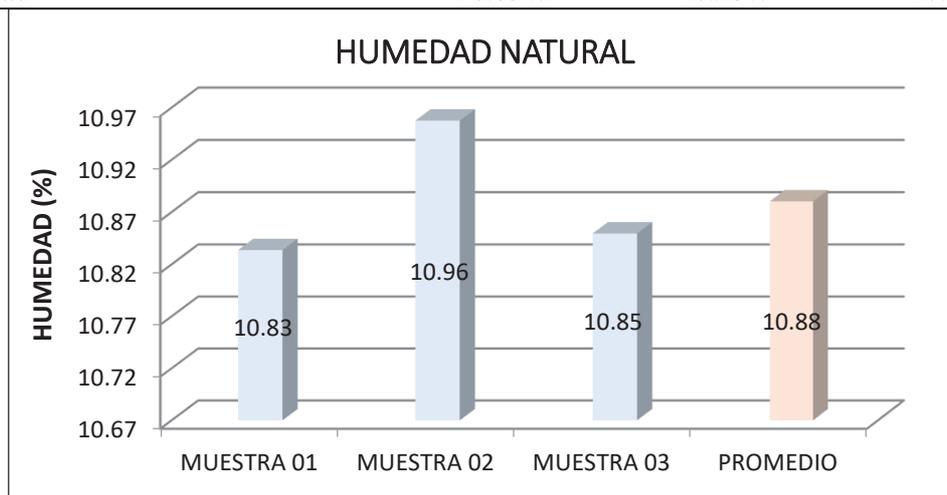
DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	32.38	40.58	31.82
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	341.91	363.21	404.85
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	306.28	325.89	361.96
Peso del Agua (gr)	35.63	37.32	42.89
Peso de la Muestra Seca (gr)	273.90	285.31	330.14
Humedad	13.01%	13.08%	12.99%



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

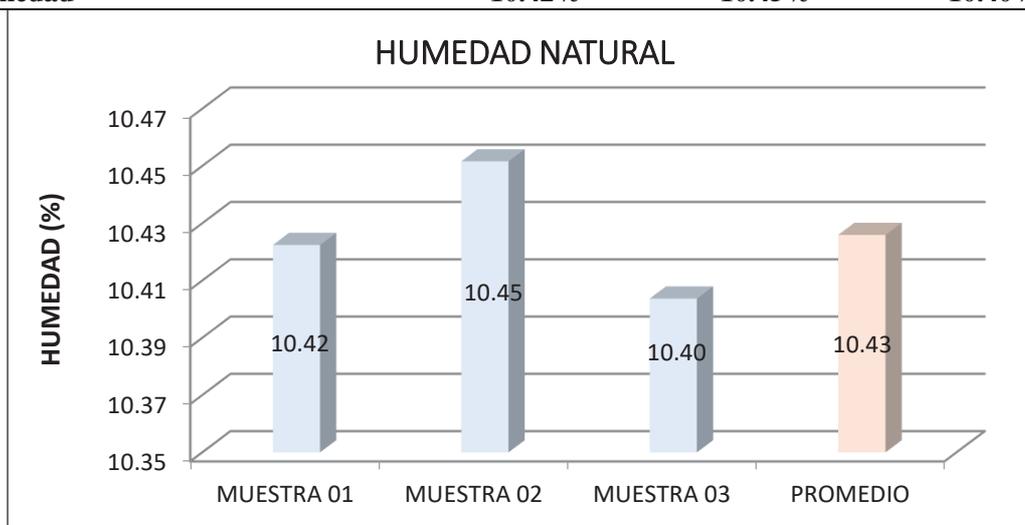
Anexo B.5.7: Contenido de humedad de la calicata C-7

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	32.38	42.64	34.75
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	342.98	373.16	405.22
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	312.62	340.52	368.96
Peso del Agua (gr)	30.36	32.64	36.26
Peso de la Muestra Seca (gr)	280.24	297.88	334.21
Humedad	10.83%	10.96%	10.85%



Anexo B.5.8 Contenido de humedad de la calicata C-8

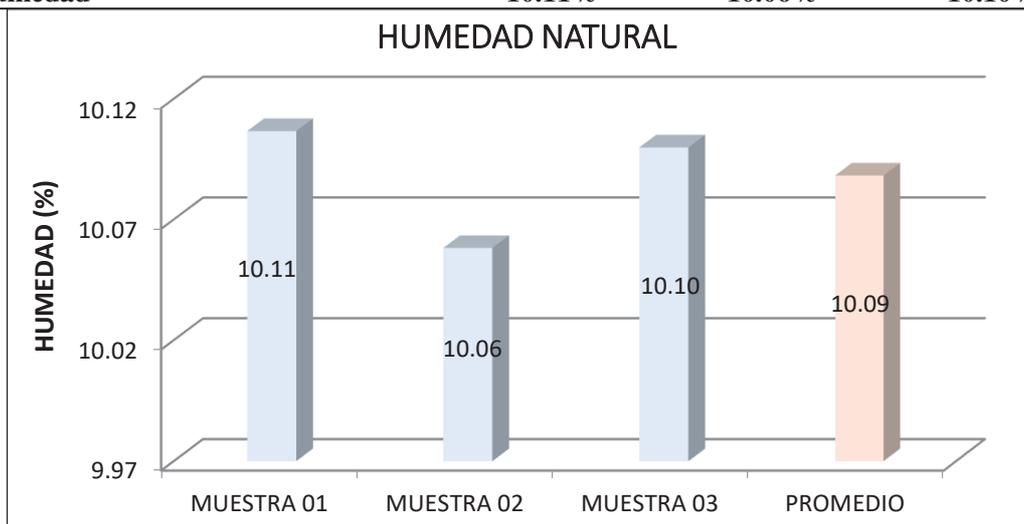
DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	32.39	40.67	31.86
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	350.02	363.52	410.39
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	320.04	332.97	374.72
Peso del Agua (gr)	29.98	30.55	35.67
Peso de la Muestra Seca (gr)	287.65	292.30	342.86
Humedad	10.42%	10.45%	10.40%



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

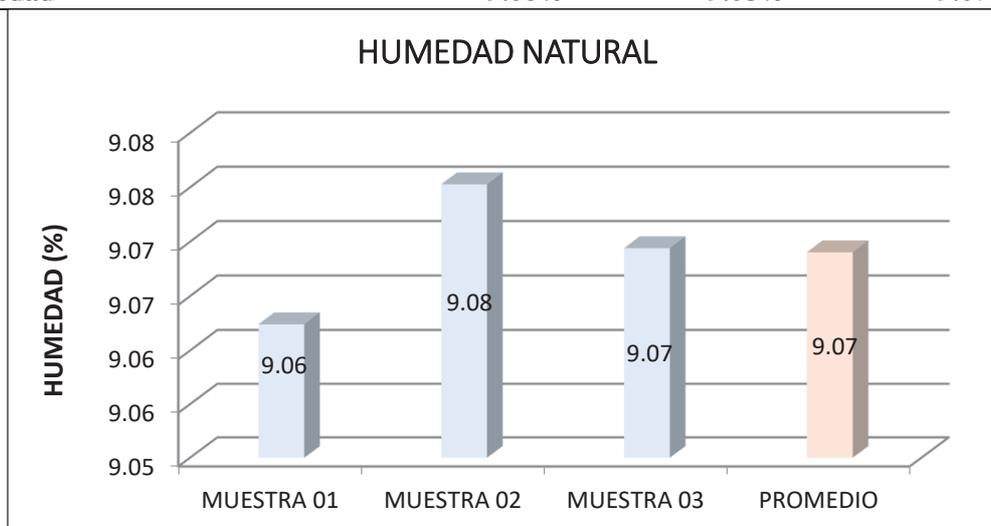
Anexo B.5.9: Contenido de humedad de la calicata C-9

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	33.25	41.62	32.88
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	346.25	365.07	410.06
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	317.52	335.51	375.46
Peso del Agua (gr)	28.73	29.56	34.60
Peso de la Muestra Seca (gr)	284.27	293.89	342.58
Humedad	10.11%	10.06%	10.10%



Anexo B.5.10: Contenido de humedad de la calicata C-10

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	32.30	40.62	31.86
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	341.95	364.17	405.39
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	316.22	337.25	374.33
Peso del Agua (gr)	25.73	26.92	31.06
Peso de la Muestra Seca (gr)	283.92	296.63	342.47
Humedad	9.06%	9.08%	9.07%



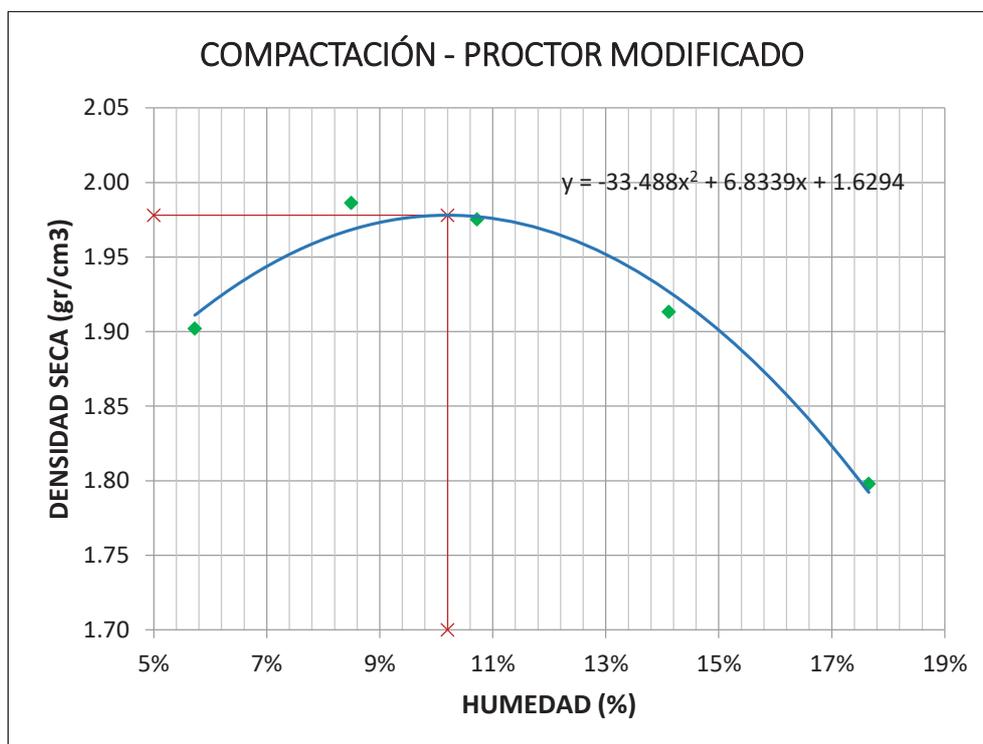
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.6: Compactación proctor modificado

Anexo B.6.1: Compactación proctor modificado suelo Tipo II (C-2 y C-3)

Anexo B.6.1.1-SPS: Compactación con energía modificada suelo Tipo II (C-2 y C-3)

DATOS GENERALES										
METODO =	C		Altura de Caída del Martillo=		45.60 cm					
Número de Capas =	5		Peso del Martillo =		4.54 Kg					
Golpes por Capa =	56		Adición de pegamento sintético =		0 %					
DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05					
Diámetro del Molde (cm)	15.23	15.25	15.24	15.23	15.24					
Altura del molde (cm)	11.63	11.64	11.65	11.65	11.64					
Volumen del Molde (cm ³)	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31					
Peso del Molde (gr)	6510.00	6110.00	6080.00	6510.00	6510.00					
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	10780.00	10686.00	10724.00	11146.00	11002.00					
Peso de la Muestra Compactada (gr)	4270.00	4576.00	4644.00	4636.00	4492.00					
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.01	2.16	2.19	2.18	2.12					
Densidad Seca (gr/cm³)	1.90	1.99	1.98	1.91	1.80					
HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (gr)	14.32	14.66	14.36	14.54	14.50	14.74	14.40	14.52	14.42	14.60
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	36.23	40.83	42.13	39.77	41.65	43.75	48.74	56.25	57.85	52.13
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	35.07	39.38	39.96	37.79	39.06	40.90	44.53	51.04	51.24	46.58
Peso del Agua (gr)	1.16	1.45	2.17	1.98	2.59	2.85	4.21	5.21	6.61	5.55
Peso de la Muestra Seca (gr)	20.75	24.72	25.60	23.25	24.56	26.16	30.13	36.52	36.82	31.98
Humedad (%)	5.59%	5.87%	8.48%	8.52%	10.55%	10.89%	13.97%	14.27%	17.95%	17.35%
Humedad Promedio	5.73%		8.50%		10.72%		14.12%		17.65%	

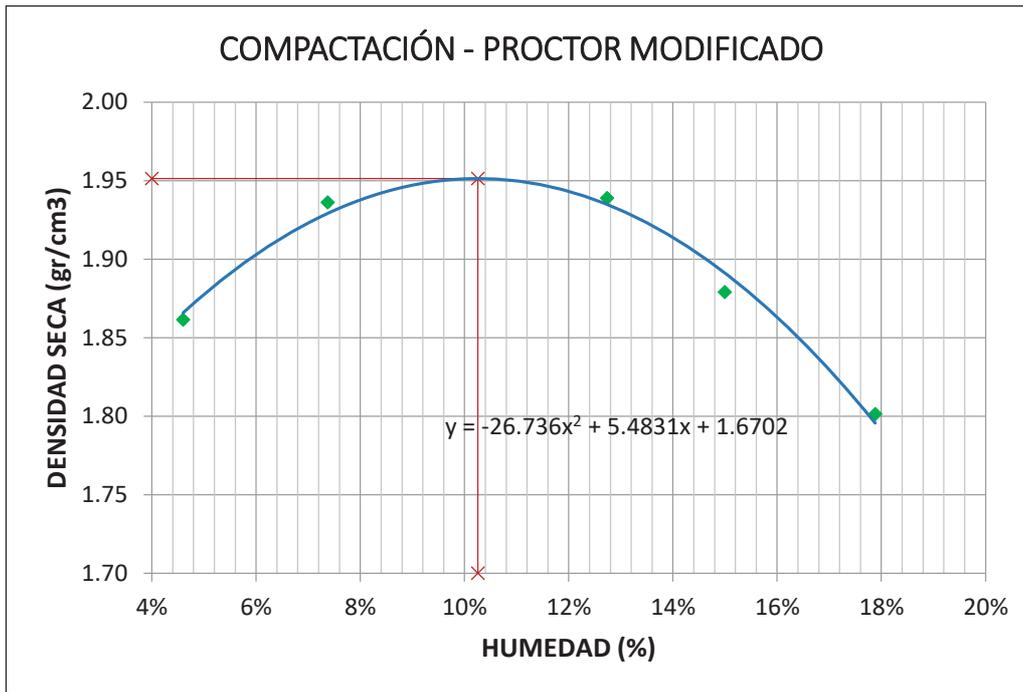


MAXIMA DENSIDAD SECA	=	1.98 gr/cm³
HUMEDAD ÓPTIMA	=	10.20%

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.6.1.2-PS-3%: Compactación con energía modificada suelo Tipo II (C-2 y C-3)

DATOS GENERALES										
METODO =	C		Altura de Caída del Martillo=		45.60 cm					
Número de Capas =	5		Peso del Martillo =		4.54 Kg					
Golpes por Capa =	56		Adición de pegamento sintético =		3 %					
DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05					
Diámetro del Molde (cm)	15.24	15.24	15.24	15.24	15.24					
Altura del molde (cm)	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64					
Volumen del Molde (cm ³)	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31					
Peso del Molde (gr)	6510.00	6110.00	6080.00	6110.00	6510.00					
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	10644.00	10524.00	10721.00	10698.00	11019.00					
Peso de la Muestra Compactada (gr)	4134.00	4414.00	4641.00	4588.00	4509.00					
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.95	2.08	2.19	2.16	2.12					
Densidad Seca (gr/cm³)	1.86	1.94	1.94	1.88	1.80					
HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (gr)	14.29	14.63	14.34	14.49	14.46	14.68	14.32	14.46	14.56	14.28
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	35.35	44.75	32.95	42.88	41.38	45.68	43.65	49.01	48.53	54.26
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	34.68	43.07	31.95	40.52	38.32	42.20	39.83	44.50	43.44	48.12
Peso del Agua (gr)	0.67	1.68	1.00	2.36	3.06	3.48	3.82	4.51	5.09	6.14
Peso de la Muestra Seca (gr)	20.39	28.44	17.61	26.03	23.86	27.52	25.51	30.04	28.88	33.84
Humedad (%)	3.29%	5.91%	5.68%	9.07%	12.82%	12.65%	14.97%	15.01%	17.62%	18.14%
Humedad Promedio	4.60%		7.37%		12.74%		14.99%		17.88%	

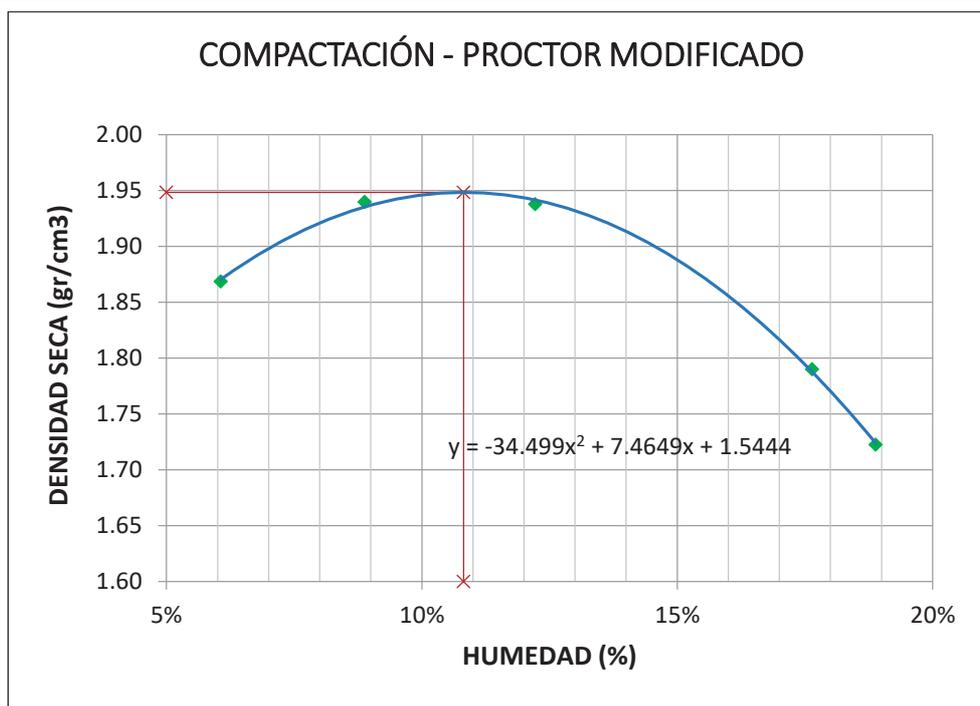


DENSIDAD SECA MÁXIMA =	1.95 gr/cm³
HUMEDAD ÓPTIMA =	10.25 %

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.6.1.3-PS-6%: Compactación con energía modificada suelo Tipo II (C-2 y C-3)

DATOS GENERALES										
METODO =	C		Altura de Caída del Martillo=		45.60 cm					
Número de Capas =	5		Peso del Martillo =		4.54 Kg					
Golpes por Capa =	56		Adición de pegamento sintético =		6 %					
DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05					
Diámetro del Molde (cm)	15.24	15.24	15.24	15.24	15.24					
Altura del molde (cm)	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64					
Volumen del Molde (cm ³)	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31					
Peso del Molde (gr)	6510.00	6110.00	6080.00	6510.00	6110.00					
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	10718.00	10594.00	10697.00	10981.00	10458.00					
Peso de la Muestra Compactada (gr)	4208.00	4484.00	4617.00	4471.00	4348.00					
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.98	2.11	2.17	2.11	2.05					
Densidad Seca (gr/cm³)	1.87	1.94	1.94	1.79	1.72					
HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (gr)	14.35	14.54	14.22	14.48	14.64	14.06	14.63	14.21	14.53	14.65
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	39.90	43.35	39.94	39.76	40.84	43.59	46.36	44.72	41.53	52.26
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	38.46	41.68	37.83	37.71	37.93	40.44	41.67	40.08	37.28	46.23
Peso del Agua (gr)	1.44	1.67	2.11	2.05	2.91	3.15	4.69	4.64	4.25	6.03
Peso de la Muestra Seca (gr)	24.11	27.14	23.61	23.23	23.29	26.38	27.04	25.87	22.75	31.58
Humedad (%)	5.97%	6.15%	8.94%	8.82%	12.49%	11.94%	17.34%	17.94%	18.68%	19.09%
Humedad Promedio	6.06%		8.88%		12.22%		17.64%		18.89%	

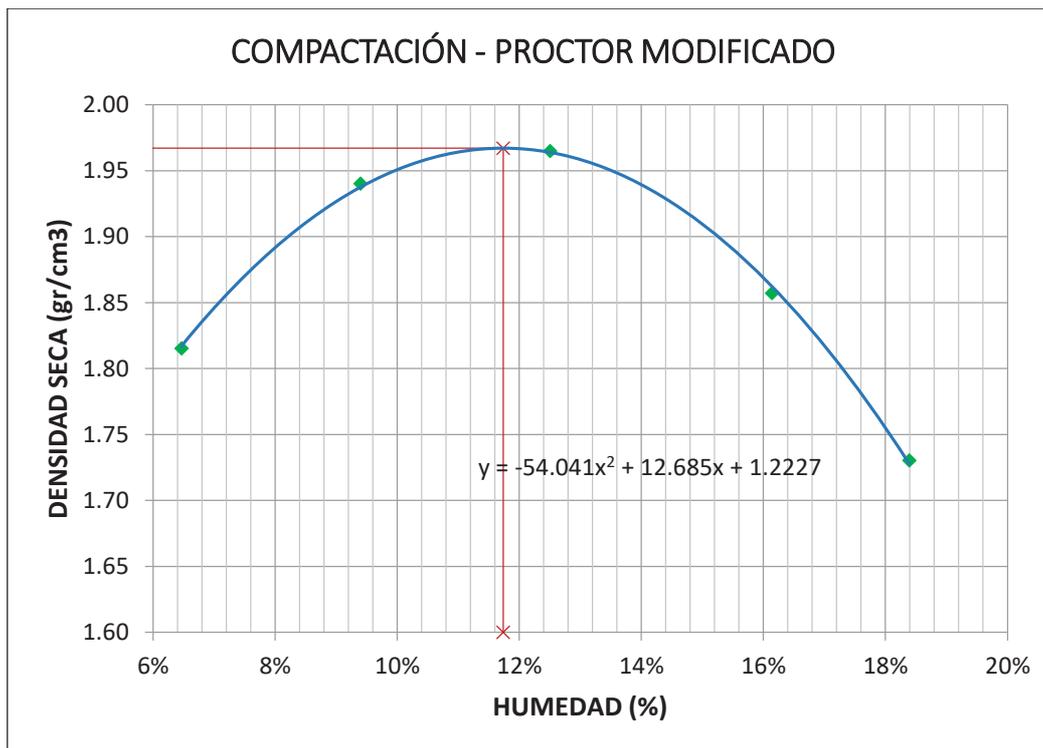


MÁXIMA DENSIDAD SECA =	1.95 gr/cm³
HUMEDAD ÓPTIMA =	10.82 %

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.6.1.4-PS-9%: Compactación con energía modificada suelo Tipo II (C-2 y C-3)

DATOS GENERALES										
METODO =	C			Altura de Caída del Martillo=			45.60 cm			
Número de Capas =	5			Peso del Martillo =			4.54 Kg			
Golpes por Capa =	56			Adición de pegamento sintético =			9 %			
DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05					
Número de Proctor Utilizado	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2					
Diámetro del Molde (cm)	15.24	15.24	15.24	15.24	15.24					
Altura del molde (cm)	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64					
Volumen del Molde (cm3)	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31					
Peso del Molde (gr)	6099.00	6545.00	6134.00	6098.00	6545.00					
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	10203.00	11052.00	10828.00	10678.00	10895.00					
Peso de la Muestra Compactada (gr)	4104.00	4507.00	4694.00	4580.00	4350.00					
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.93	2.12	2.21	2.16	2.05					
Densidad Seca (gr/cm3)	1.82	1.94	1.96	1.86	1.73					
HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (gr)	14.40	14.53	14.42	14.60	14.72	14.10	14.26	14.60	14.68	14.26
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	41.18	41.42	37.90	38.86	44.12	40.24	35.52	39.84	52.62	61.18
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	39.57	39.77	35.85	36.81	40.88	37.31	32.50	36.41	46.98	53.58
Peso del Agua (gr)	1.61	1.65	2.05	2.05	3.24	2.93	3.02	3.43	5.64	7.60
Peso de la Muestra Seca (gr)	25.17	25.24	21.43	22.21	26.16	23.21	18.24	21.81	32.30	39.32
Humedad (%)	6.40%	6.54%	9.57%	9.23%	12.39%	12.62%	16.56%	15.73%	17.46%	19.33%
Humedad Promedio	6.47%		9.40%		12.50%		16.14%		18.39%	

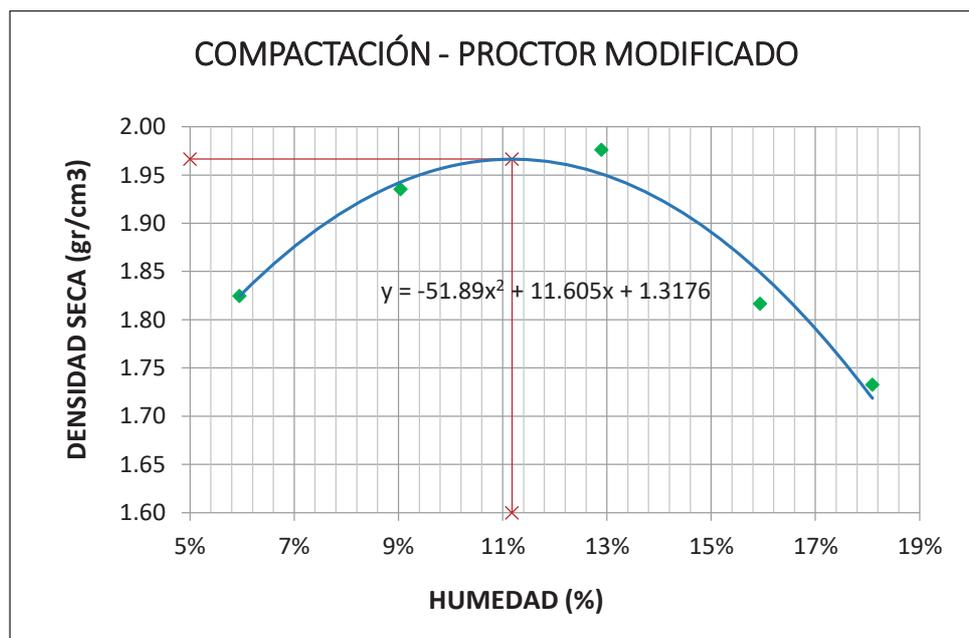


MÁXIMA DENSIDAD SECA	=	1.97 gr/cm3
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO	=	11.74 %

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.6.1.5-PS-12%: Compactación con energía modificada suelo Tipo II (C-2 y C-3)

DATOS GENERALES										
METODO =	C		Altura de Caída del Martillo=		45.60 cm					
Número de Capas =	5		Peso del Martillo =		4.54 Kg					
Golpes por Capa =	56		Adición de pegamento sintético =		12 %					
DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05					
Número de Proctor Utilizado	P-2		P-2		P-2		P-2		P-2	
Diámetro del Molde (cm)	15.24		15.24		15.24		15.24		15.24	
Altura del molde (cm)	11.64		11.64		11.64		11.64		11.64	
Volumen del Molde (cm ³)	2123.31		2123.31		2123.31		2123.31		2123.31	
Peso del Molde (gr)	6099.00		6545.00		6164.00		6545.00		6545.00	
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	10204.00		11026.00		10901.00		11017.00		10890.00	
Peso de la Muestra Compactada (gr)	4105.00		4481.00		4737.00		4472.00		4345.00	
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.93		2.11		2.23		2.11		2.05	
Densidad Seca (gr/cm³)	1.82		1.94		1.98		1.82		1.73	
HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (gr)	14.68	14.26	14.47	14.59	14.54	14.64	14.39	14.35	14.68	14.26
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	42.85	43.10	41.37	40.52	39.33	42.59	40.02	47.32	52.62	61.18
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	41.24	41.51	39.15	38.36	36.54	39.35	36.41	42.90	46.98	53.78
Peso del Agua (gr)	1.61	1.59	2.22	2.16	2.79	3.24	3.61	4.42	5.64	7.40
Peso de la Muestra Seca (gr)	26.56	27.25	24.68	23.77	22.00	24.71	22.02	28.55	32.30	39.52
Humedad (%)	6.06%	5.83%	9.00%	9.09%	12.68%	13.11%	16.39%	15.48%	17.46%	18.72%
Humedad Promedio	5.95%		9.04%		12.90%		15.94%		18.09%	

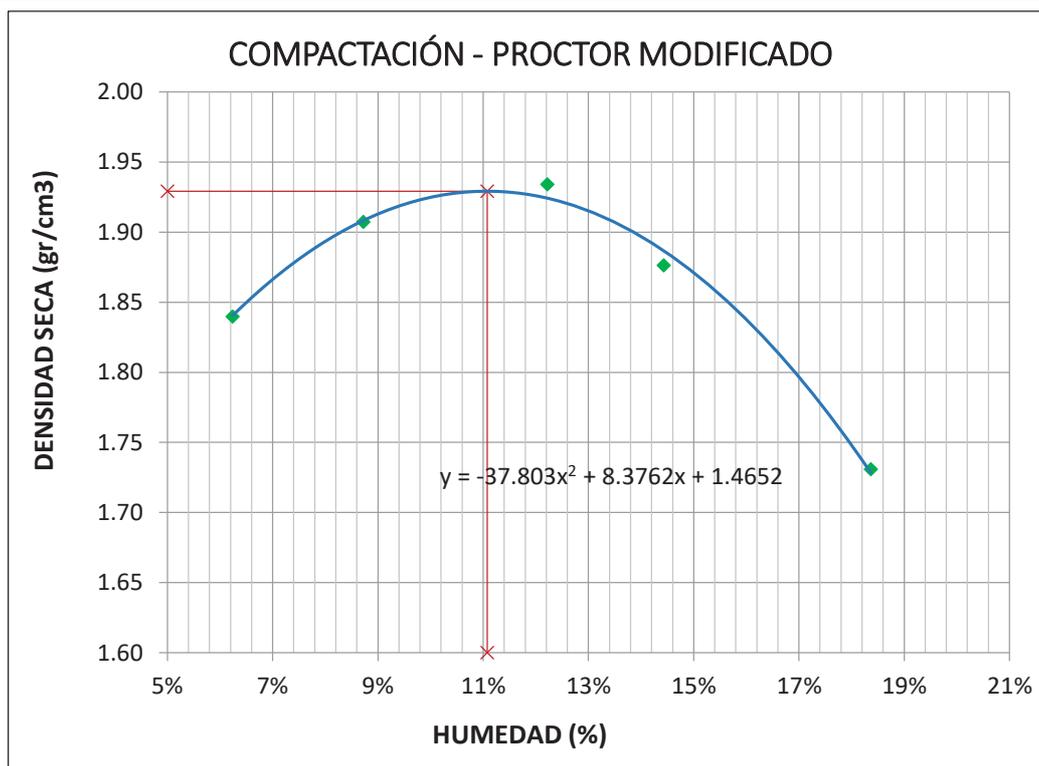


MÁXIMA DENSIDAD SECA	=	1.97 gr/cm³
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO	=	11.18 %

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.6.1.6-PS-15%: Compactación con energía modificada suelo Tipo II (C-2 y C-3)

DATOS GENERALES											
METODO =	C			Altura de Caída del Martillo=				45.60 cm			
Número de Capas =	5			Peso del Martillo =				4.54 Kg			
Golpes por Capa =	56			Adición de pegamento sintético =				15 %			
DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		MUESTRA 04		MUESTRA 05		
Número de Proctor Utilizado	P-2		P-2		P-2		P-2		P-2		
Diámetro del Molde (cm)	15.24		15.24		15.24		15.24		15.24		
Altura del molde (cm)	11.64		11.64		11.64		11.64		11.64		
Volumen del Molde (cm ³)	2123.31		2123.31		2123.31		2123.31		2123.31		
Peso del Molde (gr)	6099.00		6545.00		6134.00		6099.00		6545.00		
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	10249.00		10948.00		10742.00		10658.00		10895.00		
Peso de la Muestra Compactada (gr)	4150.00		4403.00		4608.00		4559.00		4350.00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.95		2.07		2.17		2.15		2.05		
Densidad Seca (gr/cm³)	1.84		1.91		1.93		1.88		1.73		
HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso de Capsula (gr)	14.40	14.51	14.42	14.60	14.25	14.59	14.73	14.49	14.58	14.16	
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	42.06	43.58	42.62	42.62	44.00	42.44	46.78	40.64	51.42	60.18	
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	40.42	41.89	40.35	40.38	40.78	39.39	42.79	37.30	46.08	52.58	
Peso del Agua (gr)	1.64	1.69	2.27	2.24	3.22	3.05	3.99	3.34	5.34	7.60	
Peso de la Muestra Seca (gr)	26.02	27.38	25.93	25.78	26.53	24.80	28.06	22.81	31.50	38.42	
Humedad (%)	6.30%	6.17%	8.75%	8.69%	12.14%	12.30%	14.22%	14.64%	16.95%	19.78%	
Humedad Promedio	6.24%		8.72%		12.22%		14.43%		18.37%		



MÁXIMA DENSIDAD SECA	=	1.93 gr/cm³
HUMEDAD ÓPTIMA	=	11.08 %

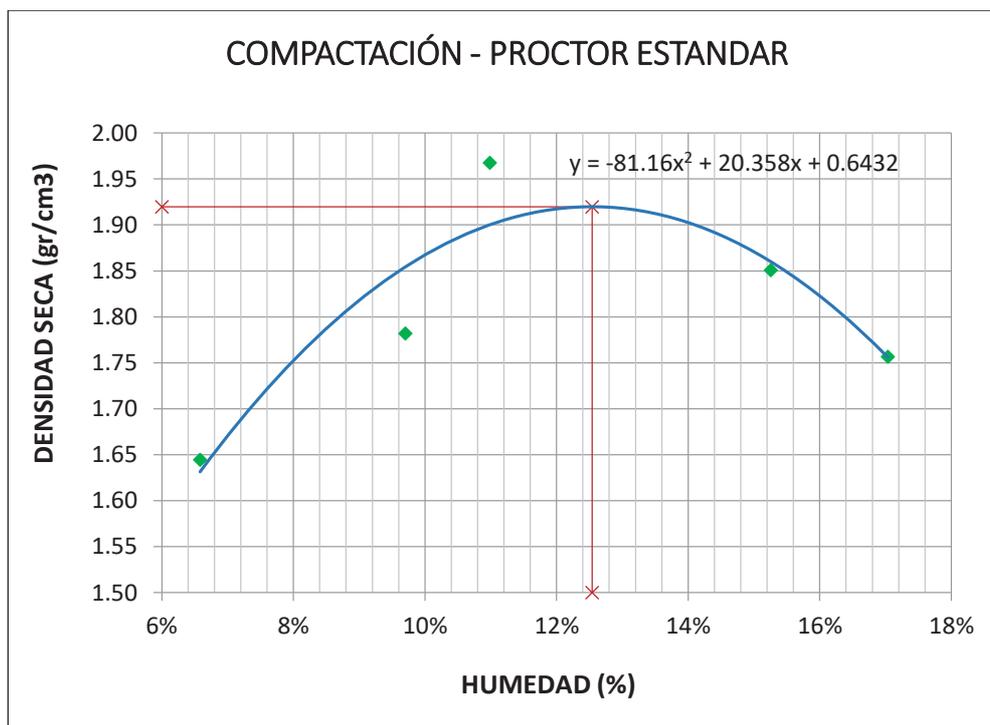
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7: Compactación proctor estándar

Anexo B.7.1: Compactación proctor estándar suelo Tipo I (C-1 y C-8)

Anexo B.7.1.1-SPS: Compactación con energía estándar suelo Tipo I (C-1 y C-8)

DATOS GENERALES										
METODO =	A		Altura de Caída del Martillo=		30.50 cm					
Número de Capas =	3		Peso del Martillo =		2.50 Kg					
Golpes por Capa =	25		Adición de pegamento sintético =		0 %					
DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		MUESTRA 04		MUESTRA 05	
Diámetro del Molde (cm)	10.30		10.30		10.30		10.30		10.30	
Altura del molde (cm)	11.64		11.64		11.64		11.64		11.64	
Volumen del Molde (cm ³)	969.88		969.88		969.88		969.88		969.88	
Peso del Molde (gr)	3836.00		3848.00		3843.00		3829.00		3830.00	
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	5536.00		5744.00		5961.00		5898.00		5824.00	
Peso de la Muestra Compactada (gr)	1700.00		1896.00		2118.00		2069.00		1994.00	
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.75		1.95		2.18		2.13		2.06	
Densidad Seca (gr/cm³)	1.64		1.78		1.97		1.85		1.76	
HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (gr)	38.52	37.60	39.02	39.40	37.26	38.22	23.74	23.86	23.74	23.96
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	102.92	110.92	101.58	107.38	104.36	110.42	131.58	99.90	107.90	94.16
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	99.00	106.33	96.21	101.19	98.11	102.86	118.28	89.16	95.99	83.66
Peso del Agua (gr)	3.92	4.59	5.37	6.19	6.25	7.56	13.30	10.74	11.91	10.50
Peso de la Muestra Seca (gr)	60.48	68.73	57.19	61.79	60.85	64.64	94.54	65.30	72.25	59.70
Humedad (%)	6.48%	6.68%	9.39%	10.02%	10.27%	11.70%	14.07%	16.45%	16.48%	17.59%
Humedad Promedio	6.58%		9.70%		10.98%		15.26%		17.04%	

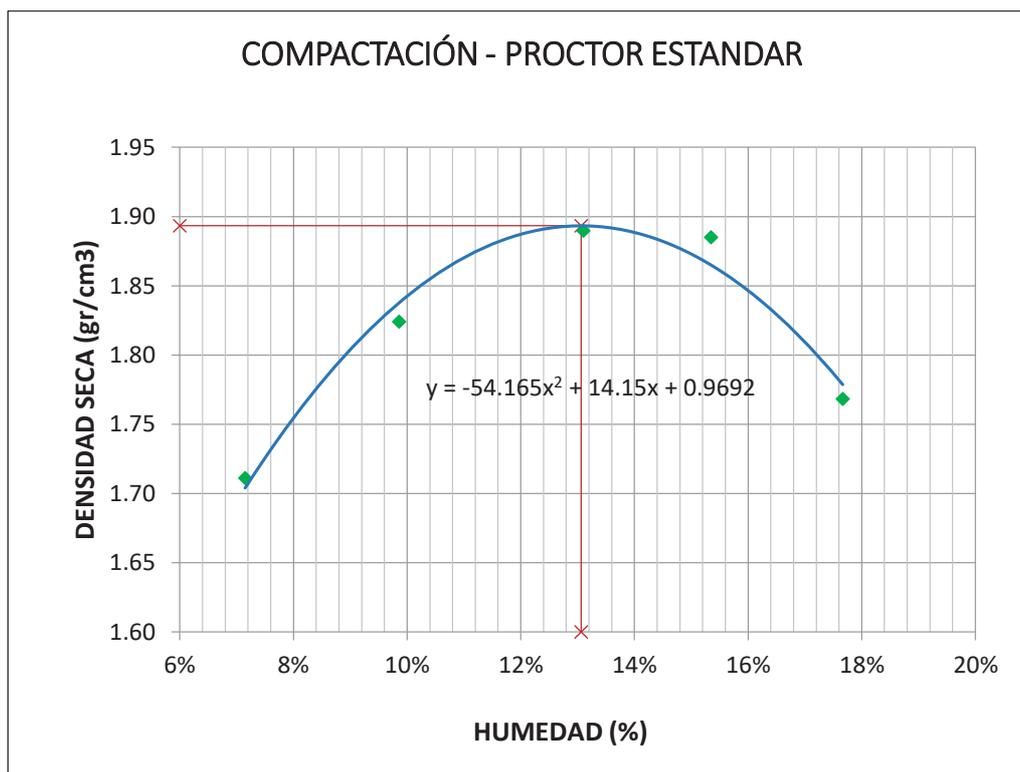


MÁXIMA DENSIDAD SECA	=	1.92 gr/cm³
HUMEDAD ÓPTIMA	=	12.54 %

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.1.2-PS-3%: Compactación con energía estándar suelo Tipo I (C-1 y C-8)

DATOS GENERALES											
METODO =	A			Altura de Caída del Martillo=			30.50 cm				
Número de Capas =	3			Peso del Martillo =			2.50 Kg				
Golpes por Capa =	25			Adición de pegamento sintético =			3 %				
DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05						
Diámetro del Molde (cm)	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13						
Altura del molde (cm)	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64						
Volumen del Molde (cm3)	938.13	938.13	938.13	938.13	938.13						
Peso del Molde (gr)	3825.00	3810.00	3820.00	3830.00	3820.00						
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	5545.00	5690.00	5825.00	5870.00	5772.00						
Peso de la Muestra Compactada (gr)	1720.00	1880.00	2005.00	2040.00	1952.00						
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.83	2.00	2.14	2.17	2.08						
Densidad Seca (gr/cm3)	1.71	1.82	1.89	1.89	1.77						
HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso de Capsula (gr)	39.02	39.40	38.54	37.60	38.22	37.26	38.60	38.74	23.74	23.84	
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	99.16	95.84	91.52	80.74	87.02	92.80	91.40	103.20	76.84	96.84	
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	95.28	91.95	86.95	76.72	81.41	86.32	84.50	94.47	69.77	84.69	
Peso del Agua (gr)	3.88	3.89	4.57	4.02	5.61	6.48	6.90	8.73	7.07	12.15	
Peso de la Muestra Seca (gr)	56.26	52.55	48.41	39.12	43.19	49.06	45.90	55.73	46.03	60.85	
Humedad (%)	6.90%	7.40%	9.44%	10.28%	12.99%	13.21%	15.03%	15.66%	15.36%	19.97%	
Humedad Promedio	7.15%	9.86%	13.10%	15.35%	17.66%						

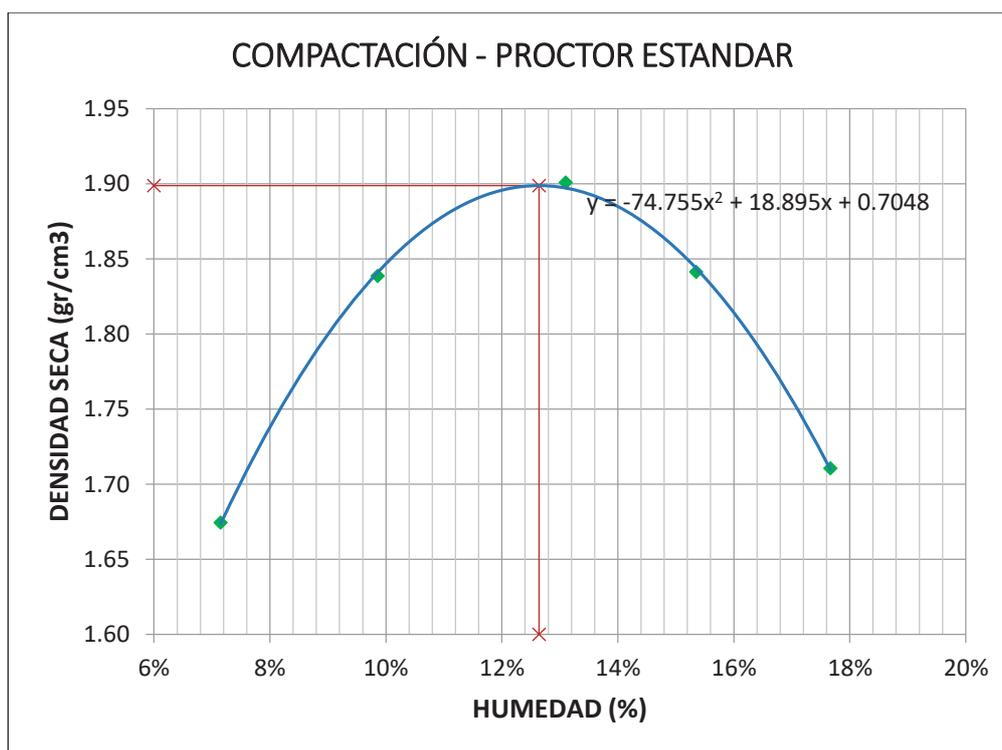


MÁXIMA DENSIDAD SECA	=	1.89 gr/cm3
HUMEDAD ÓPTIMA	=	13.06 %

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.1.3-PS-6%: Compactación con energía estándar suelo Tipo I (C-1 y C-8)

DATOS GENERALES										
METODO =	A			Altura de Caída del Martillo=			30.50 cm			
Número de Capas =	3			Peso del Martillo =			2.50 Kg			
Golpes por Capa =	25			Adición de pegamento sintético =			6 %			
DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05					
Diámetro del Molde (cm)	10.30	10.30	10.30	10.30	10.30					
Altura del molde (cm)	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64					
Volumen del Molde (cm ³)	969.88	969.88	969.88	969.88	969.88					
Peso del Molde (gr)	3825.00	3810.00	3820.00	3830.00	3820.00					
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	5565.00	5769.00	5905.00	5890.00	5772.00					
Peso de la Muestra Compactada (gr)	1740.00	1959.00	2085.00	2060.00	1952.00					
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.79	2.02	2.15	2.12	2.01					
Densidad Seca (gr/cm³)	1.67	1.84	1.90	1.84	1.71					
HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (gr)	39.02	39.40	38.54	37.60	38.22	37.26	38.60	38.74	23.74	23.84
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	99.16	95.84	91.52	80.74	87.02	92.80	91.40	103.20	76.84	96.84
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	95.28	91.95	86.95	76.72	81.41	86.32	84.50	94.47	69.77	84.69
Peso del Agua (gr)	3.88	3.89	4.57	4.02	5.61	6.48	6.90	8.73	7.07	12.15
Peso de la Muestra Seca (gr)	56.26	52.55	48.41	39.12	43.19	49.06	45.90	55.73	46.03	60.85
Humedad (%)	6.90%	7.40%	9.44%	10.28%	12.99%	13.21%	15.03%	15.66%	15.36%	19.97%
Humedad Promedio	7.15%		9.86%		13.10%		15.35%		17.66%	

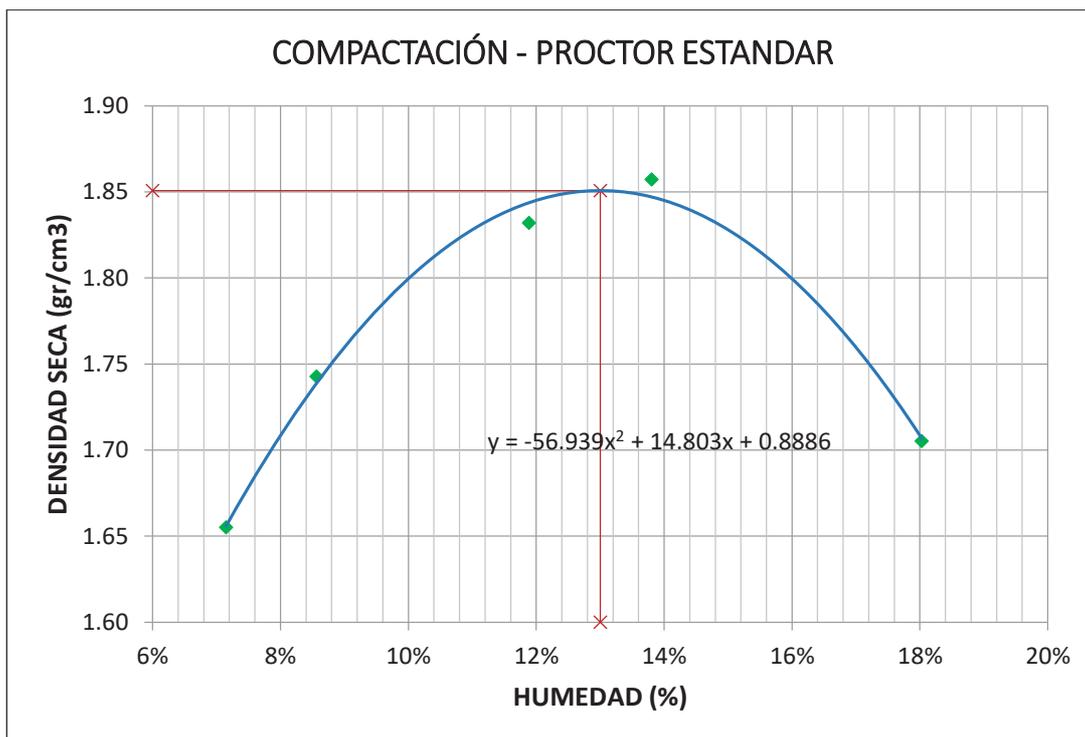


MÁXIMA DENSIDAD SECA	=	1.90 gr/cm³
HUMEDAD ÓPTIMA	=	12.64 %

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.1.4-PS-9%: Compactación con energía estándar suelo Tipo I (C-1 y C-8)

DATOS GENERALES											
METODO =	A			Altura de Caída del Martillo=				30.50 cm			
Número de Capas =	3			Peso del Martillo =				2.50 Kg			
Golpes por Capa =	25			Adición de pegamento sintético =				9 %			
DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		MUESTRA 04		MUESTRA 05		
Diámetro del Molde (cm)	10.30		10.30		10.30		10.30		10.30		
Altura del molde (cm)	11.64		11.64		11.64		11.64		11.64		
Volumen del Molde (cm3)	969.88		969.88		969.88		969.88		969.88		
Peso del Molde (gr)	3825.00		3845.00		3810.00		3820.00		3830.00		
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	5545.00		5680.00		5798.00		5870.00		5782.00		
Peso de la Muestra Compactada (gr)	1720.00		1835.00		1988.00		2050.00		1952.00		
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.77		1.89		2.05		2.11		2.01		
Densidad Seca (gr/cm3)	1.66		1.74		1.83		1.86		1.71		
HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso de Capsula (gr)	39.02	39.40	11.20	11.30	11.00	11.30	11.38	11.52	11.32	11.64	
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	99.16	95.84	41.44	45.68	47.98	48.04	58.88	52.24	52.62	61.18	
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	95.28	91.95	39.08	42.94	44.08	44.11	53.50	46.98	46.34	53.58	
Peso del Agua (gr)	3.88	3.89	2.36	2.74	3.90	3.93	5.38	5.26	6.28	7.60	
Peso de la Muestra Seca (gr)	56.26	52.55	27.88	31.64	33.08	32.81	42.12	35.46	35.02	41.94	
Humedad (%)	6.90%	7.40%	8.46%	8.66%	11.79%	11.98%	12.77%	14.83%	17.93%	18.12%	
Humedad Promedio	7.15%		8.56%		11.88%		13.80%		18.03%		

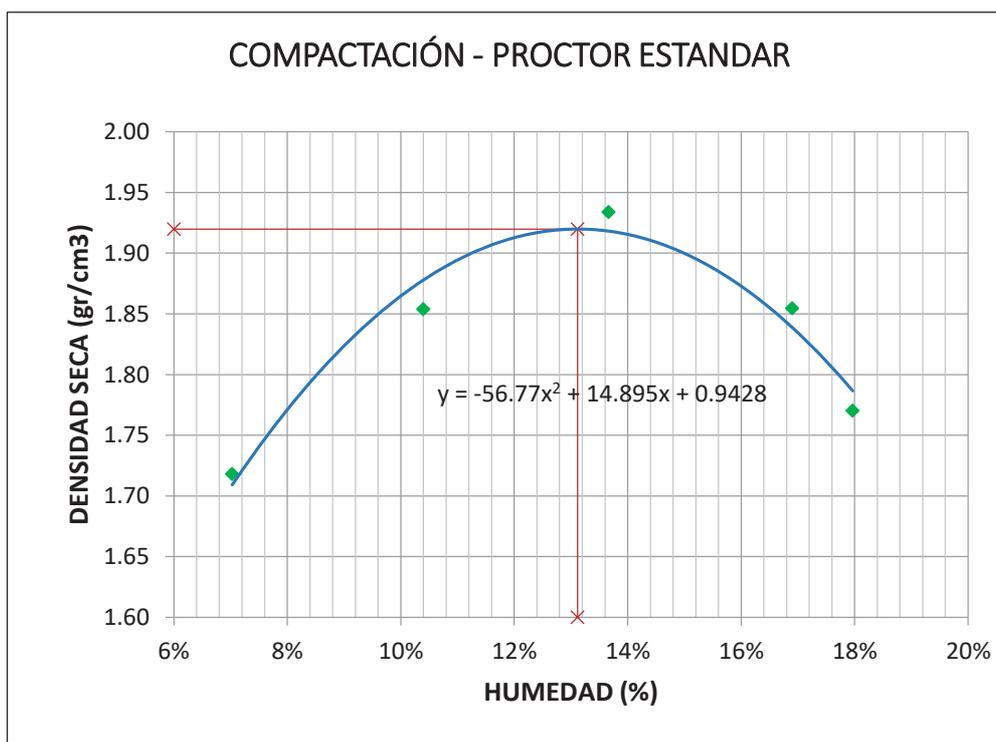


MÁXIMA DENSIDAD SECA	=	1.85 gr/cm3
HUMEDAD ÓPTIMA	=	13.00 %

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.1.5-PS-12%: Compactación con energía estándar suelo Tipo I (C-1 y C-8)

DATOS GENERALES										
METODO =	A		Altura de Caída del Martillo=		30.50 cm					
Número de Capas =	3		Peso del Martillo =		2.50 Kg					
Golpes por Capa =	25		Adición de pegamento sintético =		12 %					
DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05					
Diámetro del Molde (cm)	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13					
Altura del molde (cm)	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64					
Volumen del Molde (cm ³)	938.13	938.13	938.13	938.13	938.13					
Peso del Molde (gr)	3825.00	3842.00	3828.00	3836.00	3824.00					
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	5550.00	5762.00	5890.00	5870.00	5783.00					
Peso de la Muestra Compactada (gr)	1725.00	1920.00	2062.00	2034.00	1959.00					
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.84	2.05	2.20	2.17	2.09					
Densidad Seca (gr/cm³)	1.72	1.85	1.93	1.85	1.77					
HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (gr)	38.98	39.20	10.74	11.20	11.18	11.44	11.30	11.00	11.30	11.56
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	98.32	94.84	39.68	35.62	44.82	46.26	41.54	56.10	52.65	61.18
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	94.68	90.95	36.99	33.29	40.82	42.03	37.31	49.37	46.39	53.58
Peso del Agua (gr)	3.64	3.89	2.69	2.33	4.00	4.23	4.23	6.73	6.26	7.60
Peso de la Muestra Seca (gr)	55.70	51.75	26.25	22.09	29.64	30.59	26.01	38.37	35.09	42.02
Humedad (%)	6.54%	7.52%	10.25%	10.55%	13.50%	13.83%	16.26%	17.54%	17.84%	18.09%
Humedad Promedio	7.03%		10.40%		13.66%		16.90%		17.96%	

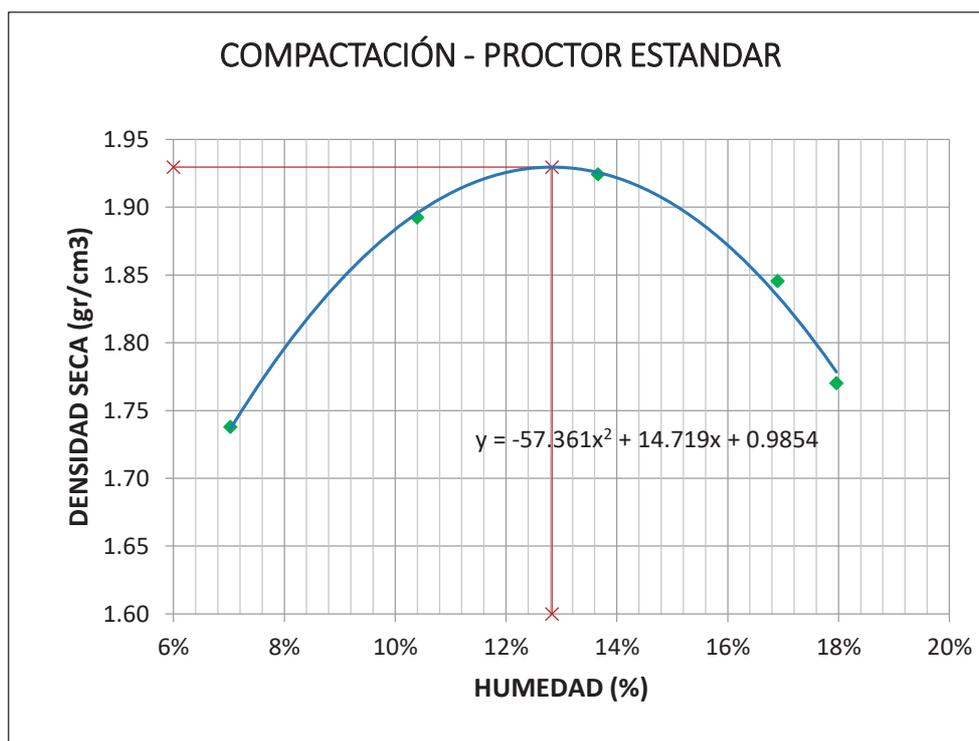


MÁXIMA DENSIDAD SECA	=	1.92 gr/cm³
HUMEDAD ÓPTIMA	=	13.12 %

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.1.6-PS-15%: Compactación con energía estándar suelo Tipo I (C-1 y C-8)

DATOS GENERALES											
METODO =	A			Altura de Caída del Martillo=				30.50 cm			
Número de Capas =	3			Peso del Martillo =				2.50 Kg			
Golpes por Capa =	25			Adición de pegamento sintético =				15 %			
DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		MUESTRA 04		MUESTRA 05		
Diámetro del Molde (cm)	10.13		10.13		10.13		10.13		10.13		
Altura del molde (cm)	11.64		11.64		11.64		11.64		11.64		
Volumen del Molde (cm3)	938.13		938.13		938.13		938.13		938.13		
Peso del Molde (gr)	3815.00		3832.00		3818.00		3836.00		3824.00		
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	5560.00		5792.00		5870.00		5860.00		5783.00		
Peso de la Muestra Compactada (gr)	1745.00		1960.00		2052.00		2024.00		1959.00		
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.86		2.09		2.19		2.16		2.09		
Densidad Seca (gr/cm3)	1.74		1.89		1.92		1.85		1.77		
HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso de Capsula (gr)	38.98	39.20	10.74	11.20	11.18	11.44	11.30	11.00	11.30	11.56	
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	98.32	94.84	39.68	35.62	44.82	46.26	41.54	56.10	52.65	61.18	
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	94.68	90.95	36.99	33.29	40.82	42.03	37.31	49.37	46.39	53.58	
Peso del Agua (gr)	3.64	3.89	2.69	2.33	4.00	4.23	4.23	6.73	6.26	7.60	
Peso de la Muestra Seca (gr)	55.70	51.75	26.25	22.09	29.64	30.59	26.01	38.37	35.09	42.02	
Humedad (%)	6.54%	7.52%	10.25%	10.55%	13.50%	13.83%	16.26%	17.54%	17.84%	18.09%	
Humedad Promedio	7.03%		10.40%		13.66%		16.90%		17.96%		



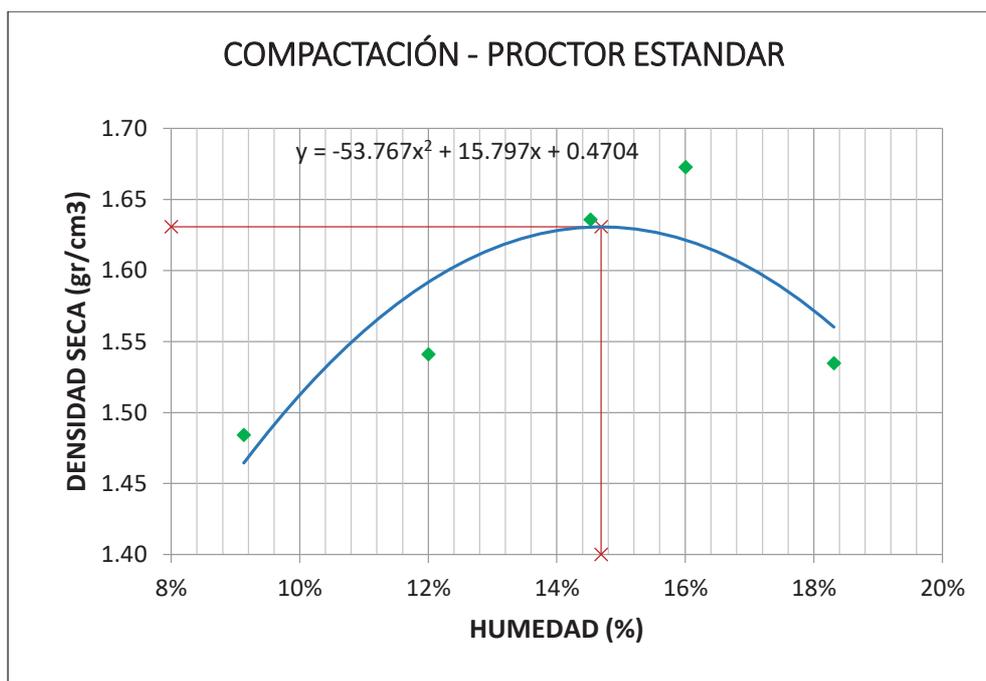
MÁXIMA DENSIDAD SECA	=	1.93 gr/cm3
HUMEDAD ÓPTIMA	=	12.83 %

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.2: Compactación proctor estándar suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

Anexo B.7.2.1-SPS: Compactación con energía estándar suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9, C-10)

DATOS GENERALES										
METODO =	A		Altura de Caída del Martillo=				30.50 cm			
Número de Capas =	3		Peso del Martillo =				2.50 Kg			
Golpes por Capa =	25		Adición de pegamento sintético =				0 %			
DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05					
Diámetro del Molde (cm)	10.30	10.30	10.30	10.30	10.30					
Altura del molde (cm)	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64					
Volumen del Molde (cm ³)	969.88	969.88	969.88	969.88	969.88					
Peso del Molde (gr)	3831.00	3815.00	3823.00	3834.00	3833.00					
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	5402.00	5489.00	5640.00	5716.00	5594.00					
Peso de la Muestra Compactada (gr)	1571.00	1674.00	1817.00	1882.00	1761.00					
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.62	1.73	1.87	1.94	1.82					
Densidad Seca (gr/cm³)	1.48	1.54	1.64	1.67	1.53					
HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (gr)	8.65	19.10	14.78	19.54	15.23	19.52	15.16	19.45	19.42	19.60
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	26.52	38.60	29.90	38.92	31.25	37.70	34.47	44.33	57.85	52.13
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	25.07	36.92	28.29	36.83	29.17	35.45	31.82	40.88	52.04	46.98
Peso del Agua (gr)	1.45	1.68	1.61	2.09	2.08	2.25	2.65	3.45	5.81	5.15
Peso de la Muestra Seca (gr)	16.42	17.82	13.51	17.29	13.94	15.93	16.66	21.43	32.62	27.38
Humedad (%)	8.83%	9.43%	11.92%	12.09%	14.92%	14.12%	15.91%	16.10%	17.81%	18.81%
Humedad Promedio	9.13%		12.00%		14.52%		16.00%		18.31%	

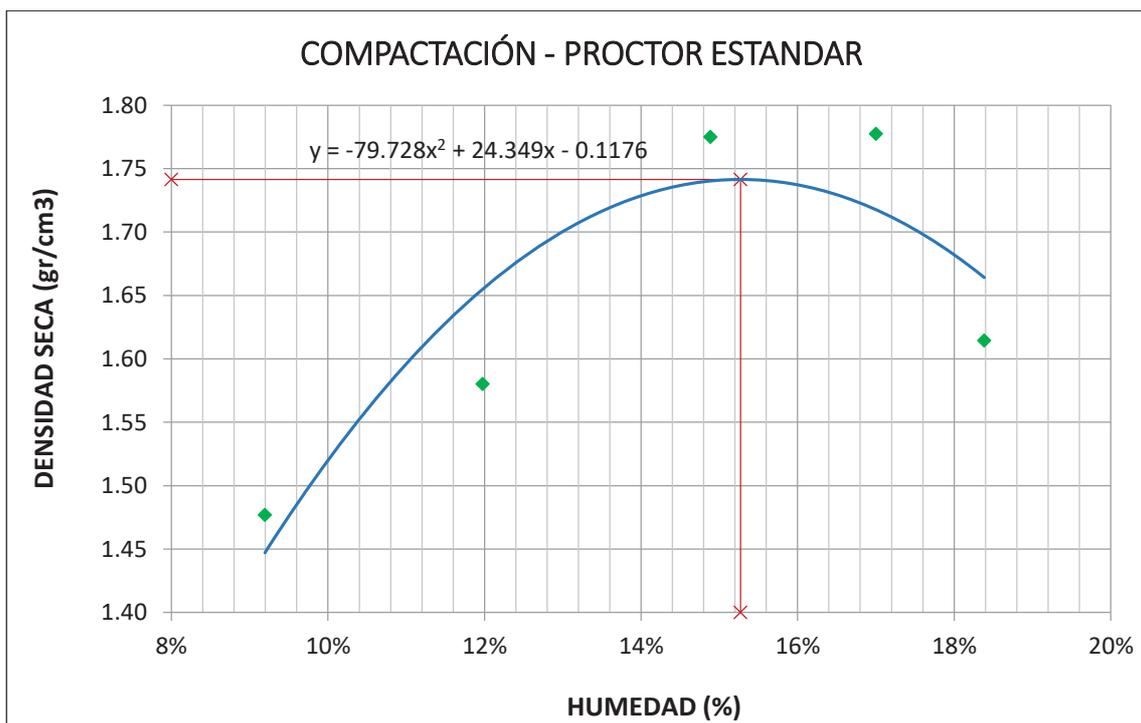


MÁXIMA DENSIDAD SECA	=	1.63 gr/cm³
HUMEDAD ÓPTIMA	=	14.69 %

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.2.2-PS-3%: Compactación con energía estándar suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

DATOS GENERALES											
METODO =	A			Altura de Caída del Martillo=				30.50 cm			
Número de Capas =	3			Peso del Martillo =				2.50 Kg			
Golpes por Capa =	25			Adición de pegamento sintético =				3 %			
DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		MUESTRA 04		MUESTRA 05		
Diámetro del Molde (cm)	10.13		10.13		10.13		10.13		10.13		
Altura del molde (cm)	11.64		11.64		11.64		11.64		11.64		
Volumen del Molde (cm3)	938.13		938.13		938.13		938.13		938.13		
Peso del Molde (gr)	3831.00		3823.00		3815.00		3834.00		3833.00		
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	5344.00		5483.00		5728.00		5785.00		5626.00		
Peso de la Muestra Compactada (gr)	1513.00		1660.00		1913.00		1951.00		1793.00		
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.61		1.77		2.04		2.08		1.91		
Densidad Seca (gr/cm3)	1.48		1.58		1.77		1.78		1.61		
HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso de Capsula (gr)	18.72	17.89	14.40	18.41	19.22	15.04	22.48	18.44	14.56	14.28	
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	37.56	40.38	33.08	42.47	40.47	36.92	52.30	45.26	48.53	54.48	
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	36.03	38.42	31.11	39.86	37.76	34.04	48.07	41.27	43.44	48.02	
Peso del Agua (gr)	1.53	1.96	1.97	2.61	2.71	2.88	4.23	3.99	5.09	6.46	
Peso de la Muestra Seca (gr)	17.31	20.53	16.71	21.45	18.54	19.00	25.59	22.83	28.88	33.74	
Humedad (%)	8.84%	9.55%	11.79%	12.17%	14.62%	15.16%	16.53%	17.48%	17.62%	19.15%	
Humedad Promedio	9.19%		11.98%		14.89%		17.00%		18.39%		

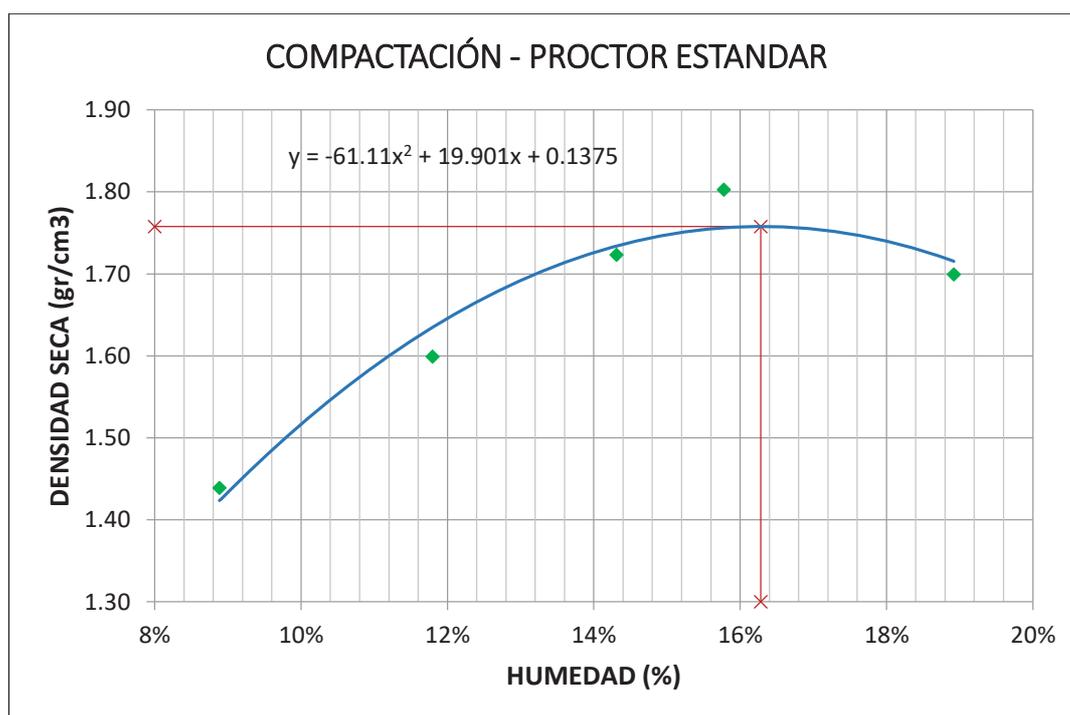


MÁXIMA DENSIDAD SECA	=	1.74 gr/cm3
HUMEDAD ÓPTIMA	=	15.27 %

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.2.3-PS-6%: Compactación con energía estándar suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

DATOS GENERALES												
METODO =	A				Altura de Caída del Martillo=				30.50 cm			
Número de Capas =	3				Peso del Martillo =				2.50 Kg			
Golpes por Capa =	25				Adición de pegamento sintético =				6 %			
DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05							
Diámetro del Molde (cm)	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13							
Altura del molde (cm)	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64							
Volumen del Molde (cm3)	938.13	938.13	938.13	938.13	938.13							
Peso del Molde (gr)	3839.00	3825.00	3832.00	3844.00	3831.00							
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	5309.00	5502.00	5680.00	5802.00	5727.00							
Peso de la Muestra Compactada (gr)	1470.00	1677.00	1848.00	1958.00	1896.00							
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.57	1.79	1.97	2.09	2.02							
Densidad Seca (gr/cm3)	1.44	1.60	1.72	1.80	1.70							
HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo		
Peso de Capsula (gr)	14.40	14.52	14.41	14.59	14.12	14.72	14.27	14.46	14.84	14.73		
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	39.53	40.24	40.30	36.32	34.98	35.26	43.60	47.77	47.21	45.36		
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	37.49	38.13	37.53	34.06	32.47	32.59	39.37	43.50	42.25	40.31		
Peso del Agua (gr)	2.04	2.11	2.77	2.26	2.51	2.67	4.23	4.27	4.96	5.05		
Peso de la Muestra Seca (gr)	23.09	23.61	23.12	19.47	18.35	17.87	25.10	29.04	27.41	25.58		
Humedad (%)	8.83%	8.94%	11.98%	11.61%	13.68%	14.94%	16.85%	14.70%	18.10%	19.74%		
Humedad Promedio	8.89%	11.79%	14.31%	15.78%	18.92%							

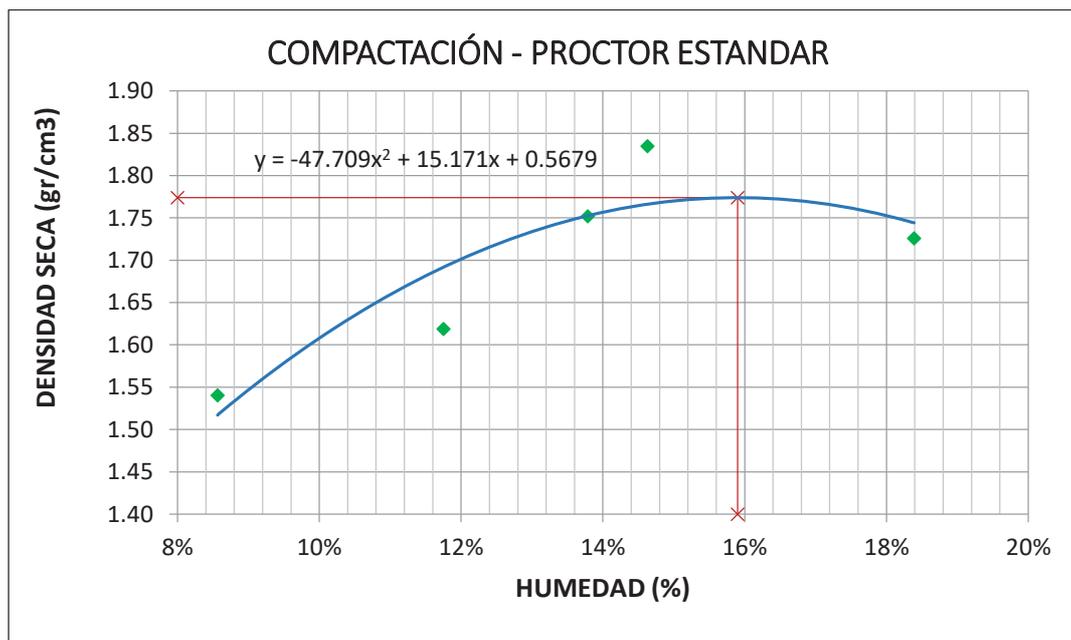


MÁXIMA DENSIDAD SECA	=	1.76 gr/cm3
HUMEDAD ÓPTIMA	=	16.28 %

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.2.4-PS-9%: Compactación con energía estándar suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

DATOS GENERALES											
METODO =	A					Altura de Caída del Martillo=			30.50 cm		
Número de Capas =	3					Peso del Martillo =			2.50 Kg		
Golpes por Capa =	25					Adición de pegamento sintético =			9 %		
DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05						
Diámetro del Molde (cm)	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13						
Altura del molde (cm)	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64						
Volumen del Molde (cm ³)	938.13	938.13	938.13	938.13	938.13						
Peso del Molde (gr)	3840.00	3827.00	3835.00	3846.00	3833.00						
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	5409.00	5524.00	5705.00	5819.00	5750.00						
Peso de la Muestra Compactada (gr)	1569.00	1697.00	1870.00	1973.00	1917.00						
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.67	1.81	1.99	2.10	2.04						
Densidad Seca (gr/cm³)	1.54	1.62	1.75	1.83	1.73						
HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso de Capsula (gr)	9.26	19.49	19.58	18.51	14.22	8.77	14.54	14.68	14.59	14.53	
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	27.55	38.23	40.99	40.00	39.23	30.91	38.21	45.98	46.58	45.55	
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	26.08	36.78	38.88	37.60	36.30	28.14	35.41	41.70	41.50	40.84	
Peso del Agua (gr)	1.47	1.45	2.11	2.40	2.93	2.77	2.80	4.28	5.08	4.71	
Peso de la Muestra Seca (gr)	16.82	17.29	19.30	19.09	22.08	19.37	20.87	27.02	26.91	26.31	
Humedad (%)	8.74%	8.39%	10.93%	12.57%	13.27%	14.30%	13.42%	15.84%	18.88%	17.90%	
Humedad Promedio	8.56%		11.75%		13.79%		14.63%		18.39%		

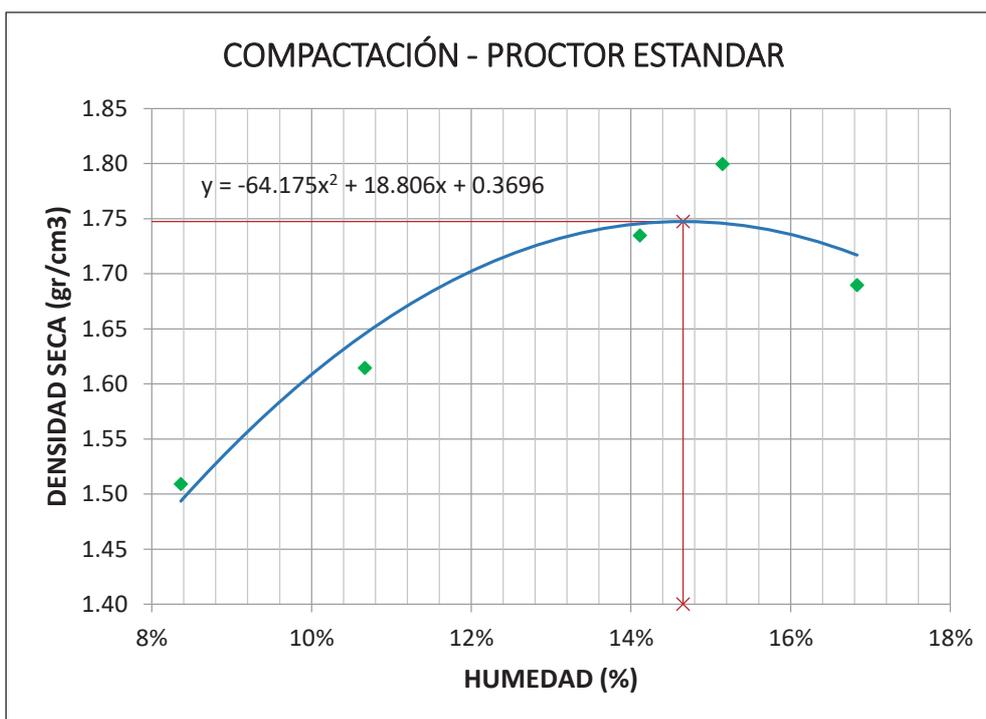


MÁXIMA DENSIDAD SECA	=	1.77 gr/cm³
HUMEDAD ÓPTIMA	=	15.90%

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.2.5-PS-12%: Compactación con energía estándar suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

DATOS GENERALES										
METODO =	A		Altura de Caída del Martillo=				30.50 cm			
Número de Capas =	3		Peso del Martillo =				2.50 Kg			
Golpes por Capa =	25		Adición de pegamento sintético =				12 %			
DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05					
Diámetro del Molde (cm)	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13					
Altura del molde (cm)	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64					
Volumen del Molde (cm3)	938.13	938.13	938.13	938.13	938.13					
Peso del Molde (gr)	3841.00	3827.00	3835.00	3846.00	3833.00					
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	5375.00	5503.00	5692.00	5790.00	5685.00					
Peso de la Muestra Compactada (gr)	1534.00	1676.00	1857.00	1944.00	1852.00					
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.64	1.79	1.98	2.07	1.97					
Densidad Seca (gr/cm3)	1.51	1.61	1.73	1.80	1.69					
HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (gr)	14.27	8.57	19.03	14.70	19.46	15.14	19.42	15.81	14.68	18.97
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	43.34	31.26	39.58	34.62	38.78	36.32	43.86	42.72	44.02	44.94
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	41.16	29.46	37.64	32.66	36.40	33.69	41.07	38.73	39.86	41.14
Peso del Agua (gr)	2.18	1.80	1.94	1.96	2.38	2.63	2.79	3.99	4.16	3.80
Peso de la Muestra Seca (gr)	26.89	20.89	18.61	17.96	16.94	18.55	21.65	22.92	25.18	22.17
Humedad (%)	8.11%	8.62%	10.42%	10.91%	14.05%	14.18%	12.89%	17.41%	16.52%	17.14%
Humedad Promedio	8.36%		10.67%		14.11%		15.15%		16.83%	

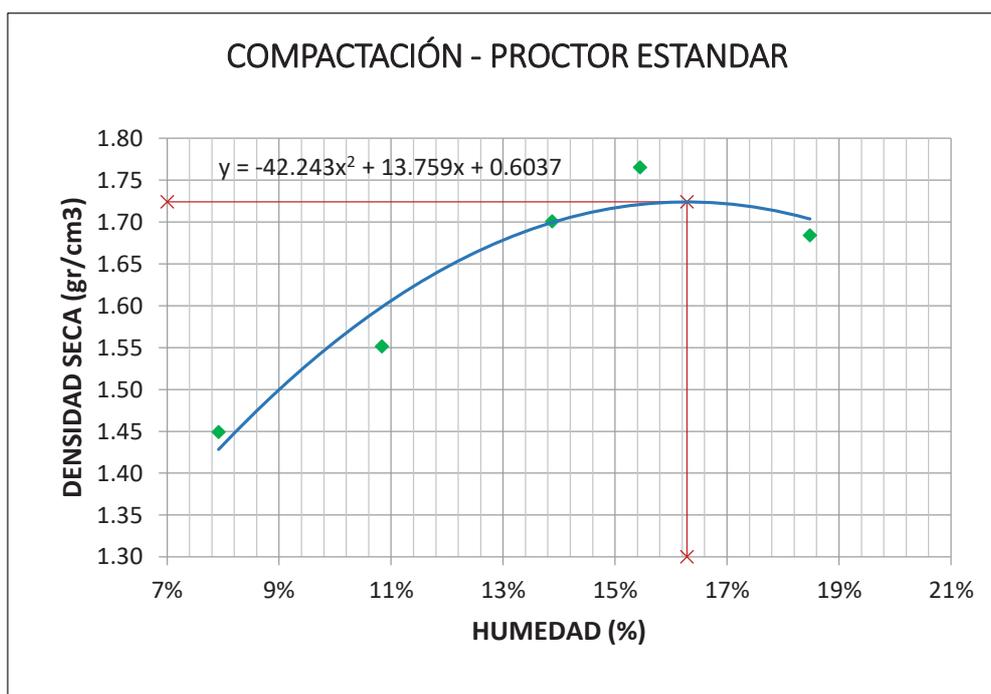


MÁXIMA DENSIDAD SECA	=	1.75 gr/cm3
HUMEDAD ÓPTIMA	=	14.65 %

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.2.6-PS-15%: Compactación con energía estándar suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

DATOS GENERALES												
METODO =	A		Altura de Caída del Martillo=		30.50 cm							
Número de Capas =	3		Peso del Martillo =		2.50 Kg							
Golpes por Capa =	25		Adición de pegamento sintético =		15 %							
DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		MUESTRA 04		MUESTRA 05			
Diámetro del Molde (cm)	10.13		10.13		10.13		10.13		10.13			
Altura del molde (cm)	11.64		11.64		11.64		11.64		11.64			
Volumen del Molde (cm ³)	938.13		938.13		938.13		938.13		938.13			
Peso del Molde (gr)	3841.00		3828.00		3836.00		3848.00		3833.00			
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	5308.00		5441.00		5653.00		5760.00		5705.00			
Peso de la Muestra Compactada (gr)	1467.00		1613.00		1817.00		1912.00		1872.00			
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.56		1.72		1.94		2.04		2.00			
Densidad Seca (gr/cm³)	1.45		1.55		1.70		1.77		1.68			
HUMEDAD	Arriba		Abajo		Arriba		Abajo		Arriba		Abajo	
Peso de Capsula (gr)	18.77	18.89	18.85	18.68	9.25	19.50	8.84	15.49	9.14	14.66		
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	38.64	43.44	40.84	38.28	25.88	40.22	29.52	34.48	29.46	37.62		
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	37.23	41.58	38.74	36.32	23.85	37.70	26.84	31.86	26.37	33.95		
Peso del Agua (gr)	1.41	1.86	2.10	1.96	2.03	2.52	2.68	2.62	3.09	3.67		
Peso de la Muestra Seca (gr)	18.46	22.69	19.89	17.64	14.60	18.20	18.00	16.37	17.23	19.29		
Humedad (%)	7.64%	8.20%	10.56%	11.11%	13.90%	13.85%	14.89%	16.00%	17.93%	19.03%		
Humedad Promedio	7.92%		10.83%		13.88%		15.45%		18.48%			



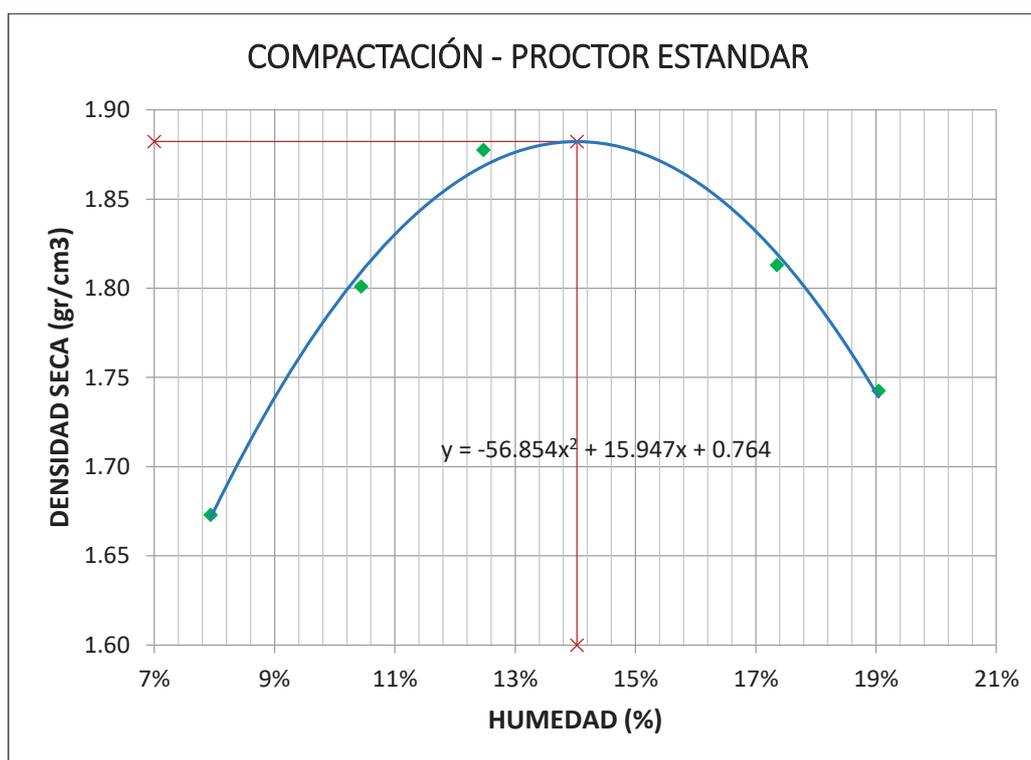
MÁXIMA DENSIDAD SECA	=	1.72 gr/cm³
HUMEDAD ÓPTIMA	=	16.29 %

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.3: Compactación proctor estándar suelo Tipo IV (C-5)

Anexo B.7.3.1-SPS: Compactación con energía estándar suelo Tipo IV (C-5)

DATOS GENERALES											
METODO =	A			Altura de Caída del Martillo=			30.50 cm				
Número de Capas =	3			Peso del Martillo =			2.50 Kg				
Golpes por Capa =	25			Adición de pegamento sintético =			0 %				
DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05						
Diámetro del Molde (cm)	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13						
Altura del molde (cm)	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64						
Volumen del Molde (cm3)	938.13	938.13	938.13	938.13	938.13						
Peso del Molde (gr)	3838.00	3824.00	3832.00	3843.00	3830.00						
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	5532.00	5690.00	5813.00	5839.00	5776.00						
Peso de la Muestra Compactada (gr)	1694.00	1866.00	1981.00	1996.00	1946.00						
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.81	1.99	2.11	2.13	2.07						
Densidad Seca (gr/cm3)	1.67	1.80	1.88	1.81	1.74						
HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso de Capsula (gr)	14.46	14.60	14.54	14.64	14.72	14.78	14.66	14.46	14.44	14.40	
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	40.08	40.41	35.71	40.12	46.93	39.99	46.21	41.71	38.89	38.90	
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	38.31	38.40	33.72	37.70	43.56	37.04	41.33	37.87	34.93	35.03	
Peso del Agua (gr)	1.77	2.01	1.99	2.42	3.37	2.95	4.88	3.84	3.96	3.87	
Peso de la Muestra Seca (gr)	23.85	23.80	19.18	23.06	28.84	22.26	26.67	23.41	20.49	20.63	
Humedad (%)	7.42%	8.45%	10.38%	10.49%	11.69%	13.25%	18.30%	16.40%	19.33%	18.76%	
Humedad Promedio	7.93%	10.43%	12.47%	17.35%	19.04%						

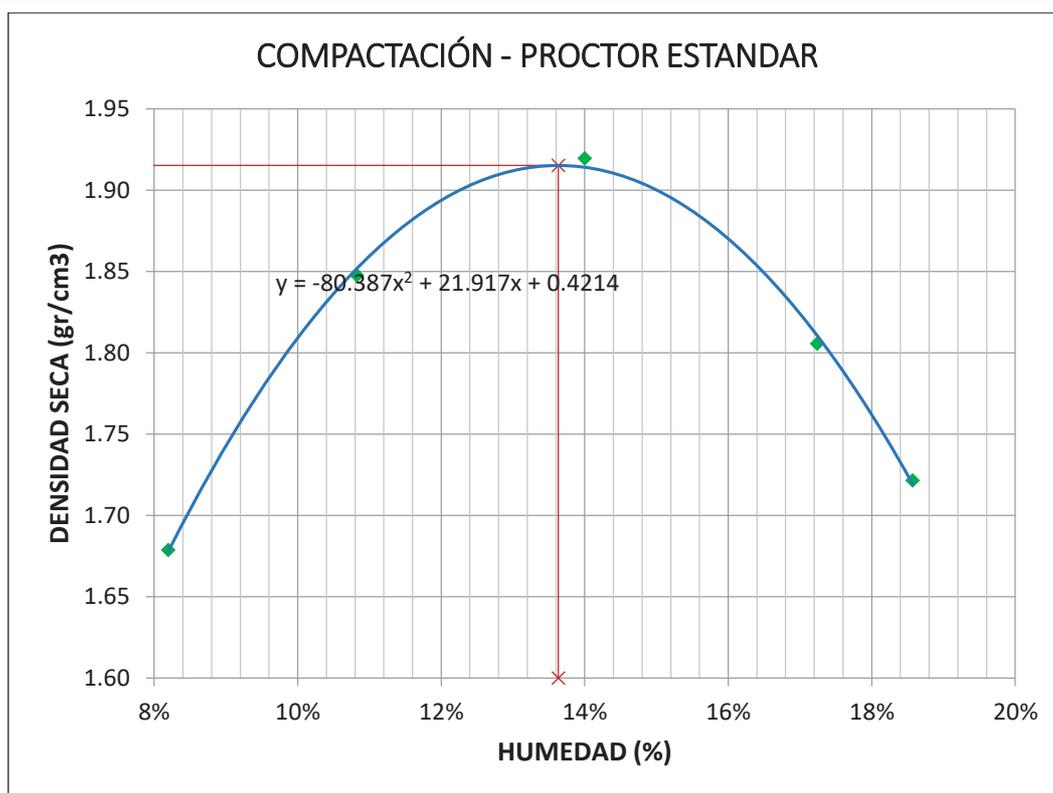


MÁXIMA DENSIDAD SECA	=	1.88 gr/cm3
HUMEDAD ÓPTIMA	=	14.02 %

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.3.2-PS-5%: Compactación con energía estándar suelo Tipo IV (C-5)

DATOS GENERALES											
METODO =	A			Altura de Caída del Martillo=				30.50 cm			
Número de Capas =	3			Peso del Martillo =				2.50 Kg			
Golpes por Capa =	25			Adición de pegamento sintético =				5 %			
DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05						
Diámetro del Molde (cm)	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13						
Altura del molde (cm)	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64						
Volumen del Molde (cm ³)	938.13	938.13	938.13	938.13	938.13						
Peso del Molde (gr)	3837.00	3814.00	3821.00	3843.00	3831.00						
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	5541.00	5735.00	5874.00	5829.00	5746.00						
Peso de la Muestra Compactada (gr)	1704.00	1921.00	2053.00	1986.00	1915.00						
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.82	2.05	2.19	2.12	2.04						
Densidad Seca (gr/cm³)	1.68	1.85	1.92	1.81	1.72						
CONTENIDO DE HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso de Capsula (gr)	14.32	14.64	9.02	8.50	8.82	8.66	18.88	18.78	18.46	8.88	
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	37.96	38.29	26.37	25.86	31.22	29.66	45.40	46.63	43.69	35.66	
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	36.29	36.38	24.73	24.11	28.45	27.10	41.68	42.35	39.82	31.38	
Peso del Agua (gr)	1.67	1.91	1.64	1.75	2.77	2.56	3.72	4.28	3.87	4.28	
Peso de la Muestra Seca (gr)	21.97	21.74	15.71	15.61	19.63	18.44	22.80	23.57	21.36	22.50	
Humedad (%)	7.60%	8.79%	10.44%	11.21%	14.11%	13.88%	16.32%	18.16%	18.12%	19.02%	
Humedad Promedio	8.19%	10.82%	14.00%	17.24%	18.57%						

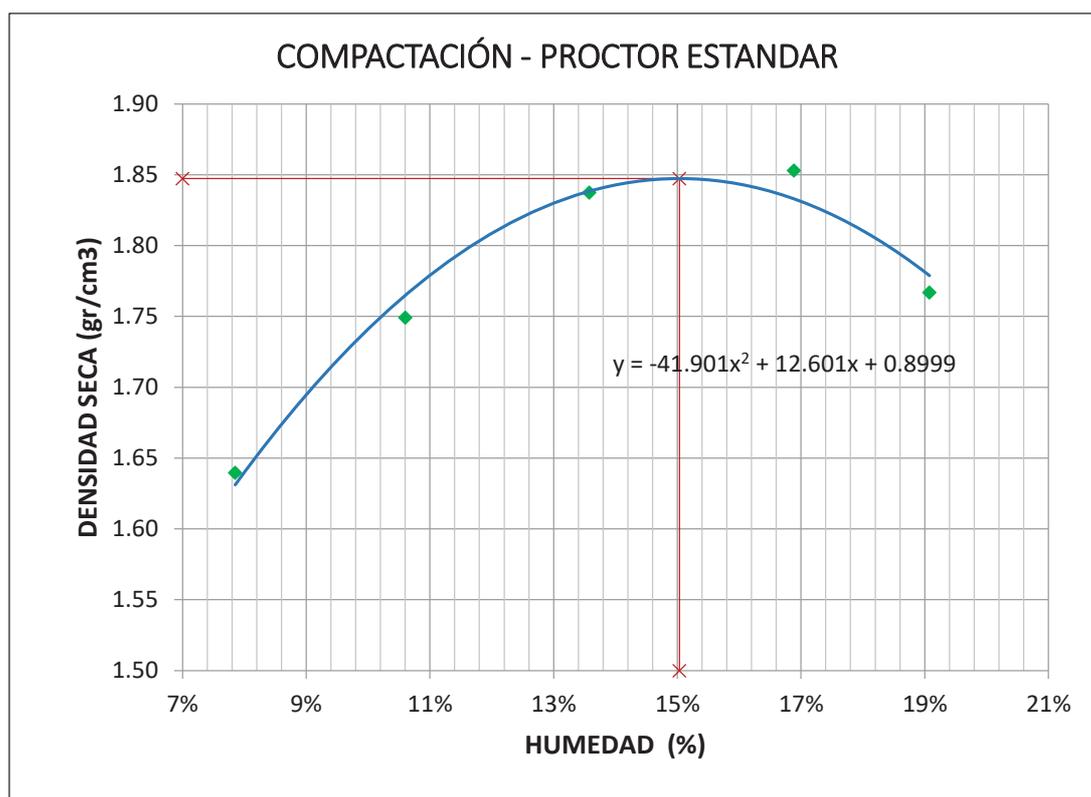


MÁXIMA DENSIDAD SECA	=	1.92 gr/cm³
HUMEDAD ÓPTIMA	=	13.63 %

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.3.3-PS-10%: Compactación con energía estándar suelo Tipo IV (C-5)

DATOS GENERALES											
METODO =	A		Altura de Caída del Martillo=		30.50 cm						
Número de Capas =	3		Peso del Martillo =		2.50 Kg						
Golpes por Capa =	25		Adición de pegamento sintético =		10 %						
DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		MUESTRA 04		MUESTRA 05		
Diámetro del Molde (cm)	10.13		10.13		10.13		10.13		10.13		
Altura del molde (cm)	11.64		11.64		11.64		11.64		11.64		
Volumen del Molde (cm3)	938.13		938.13		938.13		938.13		938.13		
Peso del Molde (gr)	3840.00		3828.00		3836.00		3846.00		3833.00		
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	5499.00		5643.00		5794.00		5878.00		5807.00		
Peso de la Muestra Compactada (gr)	1659.00		1815.00		1958.00		2032.00		1974.00		
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.77		1.93		2.09		2.17		2.10		
Densidad Seca (gr/cm3)	1.64		1.75		1.84		1.85		1.77		
HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso de Capsula (gr)	18.68	18.71	18.54	18.01	18.32	14.35	19.60	18.83	18.52	19.08	
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	38.15	42.26	38.39	39.72	37.46	33.52	39.31	39.83	33.48	48.65	
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	36.72	40.56	36.54	37.58	35.22	31.18	36.44	36.82	31.12	43.84	
Peso del Agua (gr)	1.43	1.70	1.85	2.14	2.24	2.34	2.87	3.01	2.36	4.81	
Peso de la Muestra Seca (gr)	18.04	21.85	18.00	19.57	16.90	16.83	16.84	17.99	12.60	24.76	
Humedad (%)	7.93%	7.78%	10.28%	10.94%	13.25%	13.90%	17.04%	16.73%	18.73%	19.43%	
Humedad Promedio	7.85%		10.61%		13.58%		16.89%		19.08%		

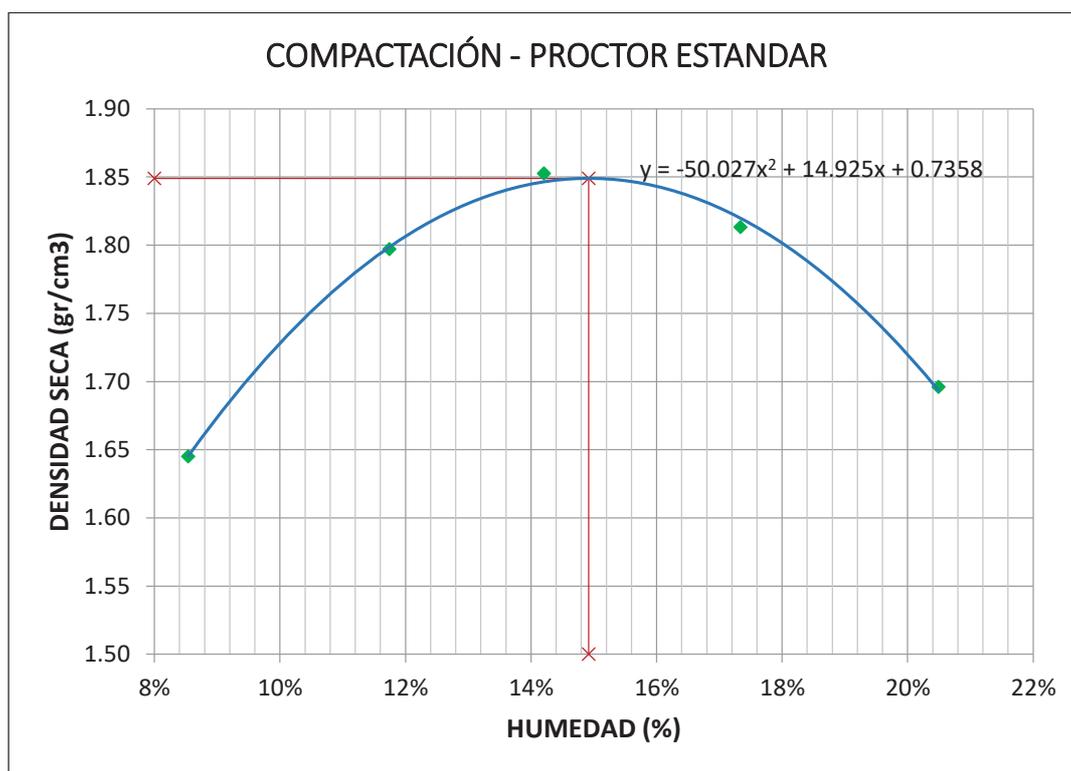


MÁXIMA DENSIDAD SECA	=	1.85 gr/cm3
HUMEDAD ÓPTIMA	=	15.04 %

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.3.4-PS-15%: compactación con energía estándar suelo Tipo IV (C-5)

DATOS GENERALES											
METODO =	A		Altura de Caída del Martillo=				30.50 cm				
Número de Capas =	3		Peso del Martillo =				2.50 Kg				
Golpes por Capa =	25		Adición de pegamento sintético =				15 %				
DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05						
Diámetro del Molde (cm)	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13						
Altura del molde (cm)	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64						
Volumen del Molde (cm3)	938.13	938.13	938.13	938.13	938.13						
Peso del Molde (gr)	3841.00	3828.00	3835.00	3847.00	3833.00						
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	5516.00	5712.00	5820.00	5843.00	5750.00						
Peso de la Muestra Compactada (gr)	1675.00	1884.00	1985.00	1996.00	1917.00						
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.79	2.01	2.12	2.13	2.04						
Densidad Seca (gr/cm3)	1.65	1.80	1.85	1.81	1.70						
HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso de Capsula (gr)	18.73	17.90	14.42	18.43	19.23	15.05	18.31	11.39	19.65	18.04	
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	40.24	39.12	35.76	41.96	43.20	36.30	42.70	36.54	42.24	37.24	
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	38.62	37.38	33.56	39.44	40.26	33.62	39.12	32.80	38.44	33.94	
Peso del Agua (gr)	1.62	1.74	2.20	2.52	2.94	2.68	3.58	3.74	3.80	3.30	
Peso de la Muestra Seca (gr)	19.89	19.48	19.14	21.01	21.03	18.57	20.81	21.41	18.79	15.90	
Humedad (%)	8.14%	8.93%	11.49%	11.99%	13.98%	14.43%	17.20%	17.47%	20.22%	20.75%	
Humedad Promedio	8.54%		11.74%		14.21%		17.34%		20.49%		



MÁXIMA DENSIDAD SECA	=	1.85 gr/cm3
HUMEDAD ÓPTIMA	=	14.92 %

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.8: Capacidad de soporte CBR

Anexo B.8.1: Capacidad de soporte CBR suelo Tipo I (C-1 y C-8)

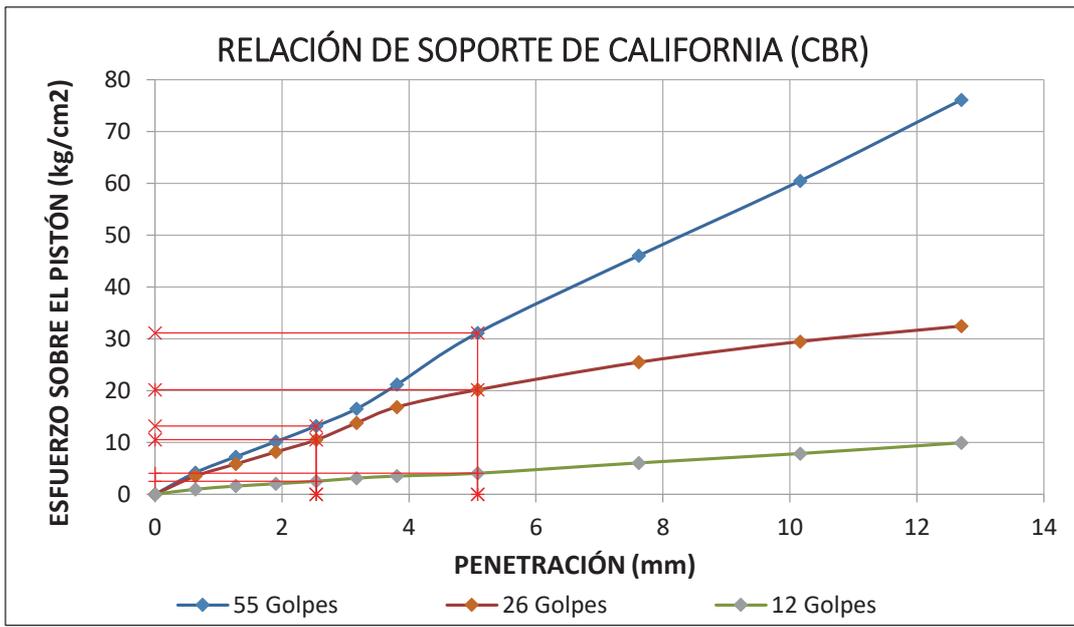
Anexo B.8.1.1-SPS: CBR suelo Tipo I (C-1 y C-8)

DATOS GENERALES				DIMENSIONES DEL MOLDE								
Densidad Seca Máxima =	1.92 cm ³	Peso del Martillo =	4.54 Kg	Diámetro =		15.24 cm						
Humedad Óptimo =	12.54%	Altura de Caída del Martillo =	45.72 cm	Altura =		17.78 cm						
Adición de pegamento =	0 %	Número de Capas =	5	Altura de la Muestra =		11.64 cm						
Área del Pistón =	20.27 cm ²	Altura del Disco Espaciador =	6.14 cm	Volumen =		2123.85 cm ³						
DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN				MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03				
Peso del Molde (gr)			7061.00		7776.00				6988.00			
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)			11798.00		12315.00				11240.00			
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)			11867.00		12487.00				11498.00			
Peso del Agua Absorbida (gr)			69.00		172.00				258.00			
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)			4737.00		4539.00				4252.00			
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)			4806.00		4711.00				4510.00			
Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr)			4209.09		4033.16				3778.14			
Porcentaje de Absorción			1.64%		4.26%				6.83%			
Densidad Seca (gr/cm ³)			1.98		1.90				1.78			
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN				Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Capsula (gr)			14.70	8.78	8.74	14.32	14.66	14.64	14.46	14.44	14.40	14.40
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)			54.14	35.58	31.64	60.98	50.70	52.88	52.86	49.70	48.36	48.36
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)			48.00	31.92	29.10	54.26	46.04	47.14	46.52	44.66	42.82	42.82
Peso del Agua (gr)			6.14	3.66	2.54	6.72	4.66	5.74	6.34	5.04	5.54	5.54
Peso de la Muestra Seca (gr)			33.30	23.14	20.36	39.94	31.38	32.50	32.06	30.22	28.42	28.42
Humedad (%)			18.44%	15.82%	12.48%	16.83%	14.85%	17.66%	19.78%	16.68%	19.49%	19.49%
Humedad Promedio				15.58%			16.45%			18.65%		18.65%
Porcentaje de Absorción				3.03%			3.90%			1.25%		1.25%

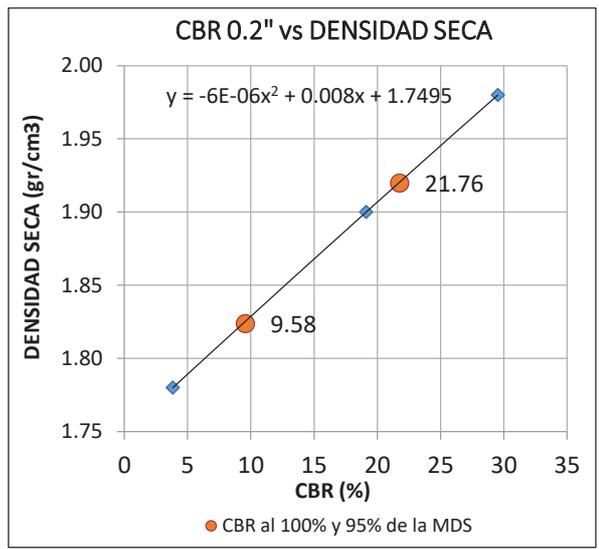
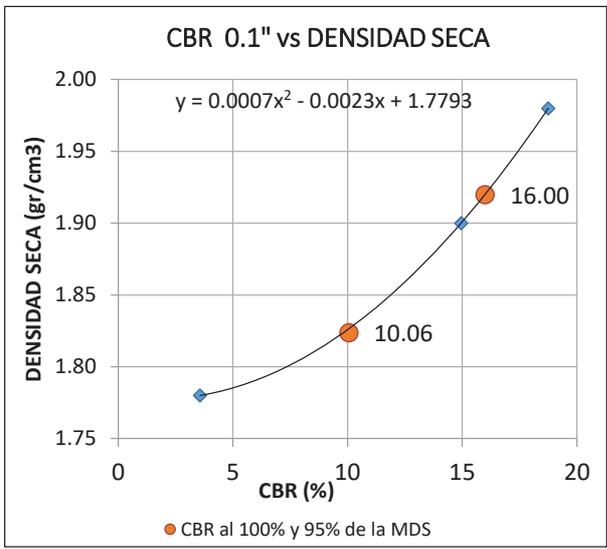
Tiempo Transcurrido	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03			
	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	
	Días	Horas	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.
Día 0	0	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
Día 1	24	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	1	0.025	0.02%
Día 2	48	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	1.9	0.048	0.04%
Día 3	72	0	0.000	0.00%	2	0.051	0.04%	3.5	0.089	0.08%
Día 4	96	0	0.000	0.00%	4.6	0.117	0.10%	4.2	0.107	0.09%

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial *0.001"	Penetración mm	MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
			Fuerza	Esfuerzo	CBR	Fuerza	Esfuerzo	CBR	Fuerza	Esfuerzo	CBR			
			Dial	kg	kg/cm ²	%	Dial	kg	kg/cm ²	%	Dial	kg	kg/cm ²	%
	0	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00			
	25	0.635	60	84.58	4.17	50	71.04	3.51	12	19.60	0.97			
	50	1.270	106	146.81	7.24	85	118.41	5.84	21	31.78	1.57			
	75	1.905	150	206.31	10.18	120	165.75	8.18	28	41.26	2.04			
70.31	100	2.540	195	267.13	13.18	18.75%	155	213.07	10.51	14.95%	35	50.74	2.50	3.56%
	125	3.175	245	334.67	16.51		204	279.29	13.78		44	62.92	3.10	
	150	3.810	315	429.16	21.17		250	341.42	16.85		50	71.04	3.51	
105.46	200	5.080	465	631.37	31.15	29.54%	300	408.92	20.18	19.13%	58	81.87	4.04	3.83%
	300	7.620	690	934.01	46.08		380	516.83	25.50		88	122.46	6.04	
	400	10.160	908	1226.47	60.51		440	597.69	29.49		115	158.99	7.84	
	500	12.700	1145	1543.55	76.16		485	658.30	32.48		146	200.91	9.91	

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Número de Golpes	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad Seca	Expansión	Absorción
55	18.75%	29.54%	1.98 gr/cm3	0.00%	3.03%
26	14.95%	19.13%	1.90 gr/cm3	0.10%	3.90%
12	3.56%	3.83%	1.78 gr/cm3	0.09%	1.25%



Penetración	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la MDS	16.00%	21.76%
CBR al 95% de la MDS	10.06%	9.58%

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

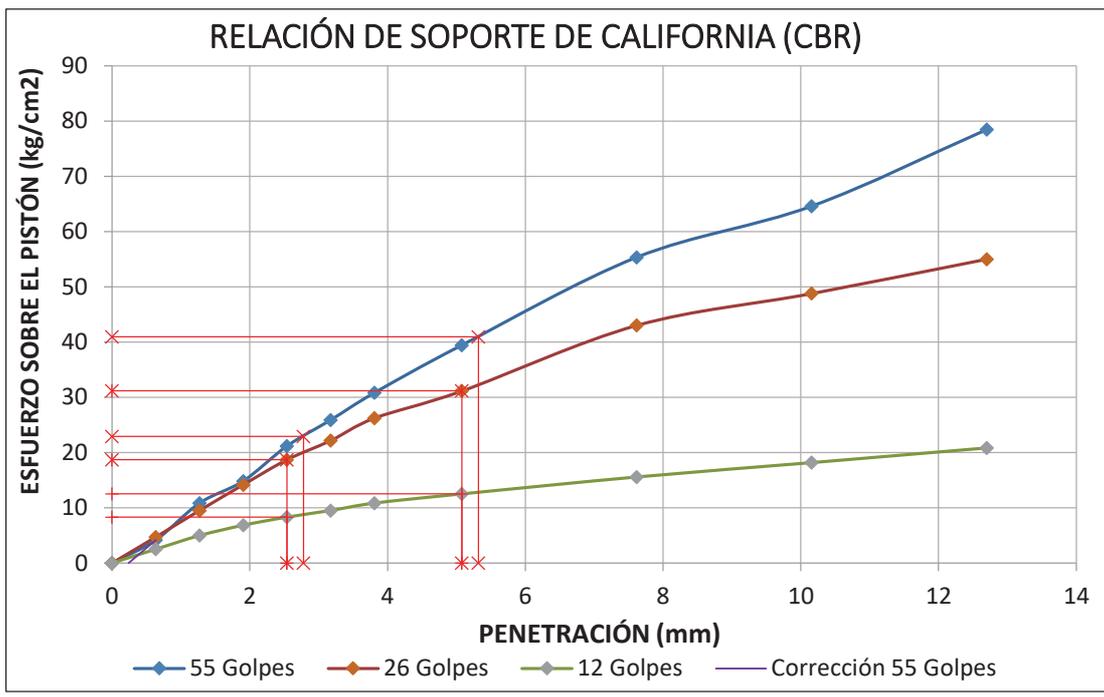
Anexo B.8.1.2-PS-3%: CBR suelo Tipo I (C-1 y C-8)

DATOS GENERALES				DIMENSIONES DEL MOLDE					
Densidad Seca Máxima = 1.89 cm ³	Peso del Martillo = 4.54 Kg			Diámetro = 15.24 cm			Altura = 17.78 cm		
Humedad Óptimo = 13.06%	Altura de Caída del Martillo = 45.72 cm			Altura de la Muestra = 11.64 cm			Volumen = 2123.85 cm ³		
Adición de pegamento = 3 %	Número de Capas = 5								
Área del Pistón = 20.27 cm ²	Altura del Disco Espaciador = 6.14 cm								
DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN				MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03	
Peso del Molde (gr)	6277.00		7677.00		7638.00				
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)	11001.00		11989.00		11594.00				
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)	11022.00		12097.00		11805.00				
Peso del Agua Absorbida (gr)	21.00		108.00		211.00				
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)	4724.00		4312.00		3956.00				
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)	4745.00		4420.00		4167.00				
Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr)	4178.23		3813.83		3498.96				
Porcentaje de Absorción	0.50%		2.83%		6.03%				
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.97		1.80		1.65				
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN				Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Capsula (gr)	14.40	14.52	14.42	14.54	14.50	14.74	14.32	14.66	14.36
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	48.58	45.86	52.16	51.14	44.00	49.96	52.44	52.08	49.36
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	43.80	41.82	46.64	46.38	40.04	44.58	46.28	46.50	43.40
Peso del Agua (gr)	4.78	4.04	5.52	4.76	3.96	5.38	6.16	5.58	5.96
Peso de la Muestra Seca (gr)	29.40	27.30	32.22	31.84	25.54	29.84	31.96	31.84	29.04
Humedad (%)	16.26%	14.80%	17.13%	14.95%	15.51%	18.03%	19.27%	17.53%	20.52%
Humedad Promedio	16.06%			16.16%			19.11%		
Porcentaje de Absorción	3.00%			3.10%			1.25%		

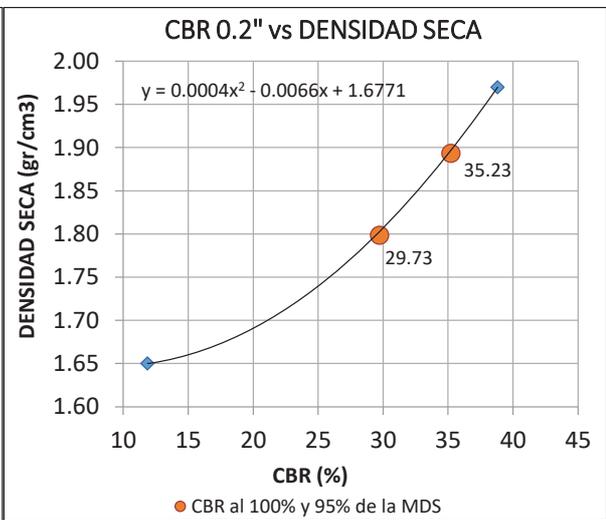
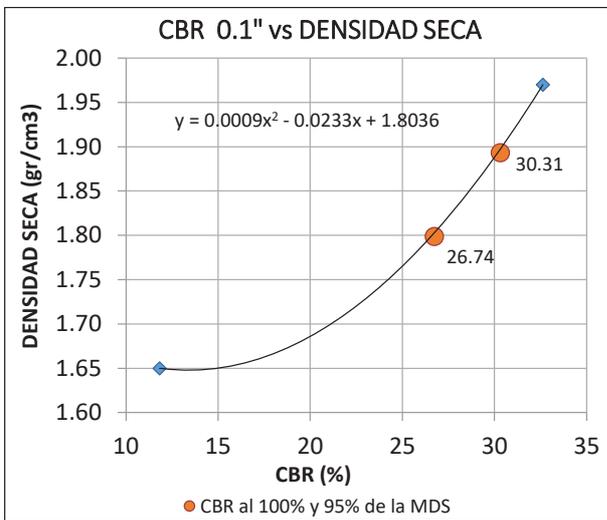
Tiempo Transcurrido	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03			
	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	
	Días	Horas	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.
Día 0	0	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
Día 1	24	0	0.000	0.00%	0.2	0.005	0.00%	1	0.025	0.02%
Día 2	48	0	0.000	0.00%	0.5	0.013	0.01%	1	0.025	0.02%
Día 3	72	0	0.000	0.00%	1.5	0.038	0.03%	1.5	0.038	0.03%
Día 4	96	0	0.000	0.00%	3.95	0.100	0.09%	0.1	0.003	0.00%

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial *0.001"	Penetración mm	MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
			Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %
			0	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00%	0	0.00	0.00	0.00%
25	0.635	60	84.58	4.17	68	95.40	4.71	35	50.74	2.50				
50	1.270	160	219.83	10.85	140	192.79	9.51	72	100.82	4.97				
75	1.905	220	300.91	14.85	210	287.40	14.18	100	138.70	6.84				
70.31	100	2.540	315	429.16	21.17	30.12%	278	379.23	18.71	26.61%	122	168.45	8.31	11.82%
125	3.175	386	524.92	25.90	330	449.40	22.17	140	192.79	9.51				
150	3.810	460	624.64	30.82	391	531.66	26.23	160	219.83	10.85				
105.46	200	5.080	590	799.60	39.45	37.41%	465	631.37	31.15	29.54%	185	253.62	12.51	11.87%
300	7.620	830	1121.92	55.35	644	872.20	43.03	231	315.76	15.58				
400	10.160	970	1309.50	64.61	731	989.07	48.80	270	368.43	18.18				
500	12.700	1180	1590.30	78.46	825	1115.21	55.02	310	422.41	20.84				

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Número de Golpes	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad Seca	Expansión	Absorción
55	32.63%	38.82%	1.97 gr/cm3	0.00%	3.00%
26	26.61%	29.54%	1.80 gr/cm3	0.09%	3.10%
12	11.82%	11.87%	1.65 gr/cm3	0.00%	1.25%



Penetración	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la MDS	30.31%	35.23%
CBR al 95% de la MDS	26.74%	29.73%

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

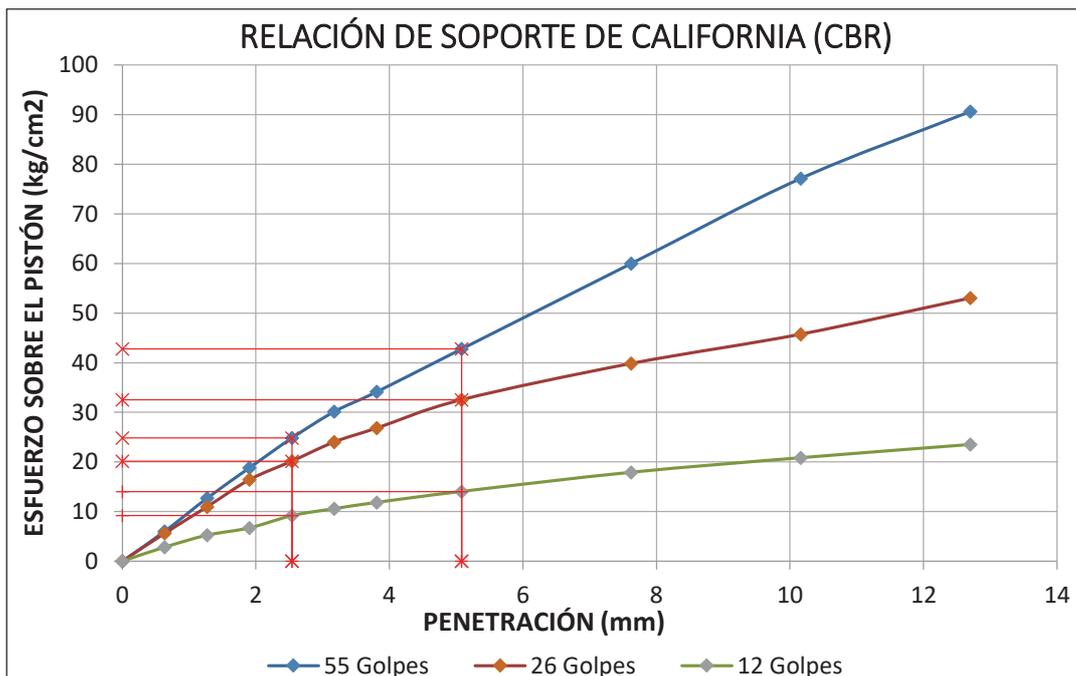
Anexo B.8.1.3-PS-6%: CBR suelo Tipo I (C-1 y C-8)

DATOS GENERALES				DIMENSIONES DEL MOLDE						
Densidad Seca Máxima =	1.90 cm ³	Peso del Martillo =	4.54 Kg	Diámetro =		15.24 cm				
Humedad Óptimo =	12.64%	Altura de Caída del Martillo =	45.72 cm	Altura =		17.78 cm				
Adición de pegamento =	6%	Número de Capas =	5	Altura de la Muestra =		11.64 cm				
Área del Pistón =	20.27 cm ²	Altura del Disco Espaciador =	6.14 cm	Volumen =		2123.85 cm ³				
DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN				MUESTRA 04		MUESTRA 05		MUESTRA 06		
Peso del Molde (gr)		6991.00		6683.00		6596.00				
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)		11768.00		11154.00		10727.00				
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)		11775.00		11278.00		10946.00				
Peso del Agua Absorbida (gr)		7.00		124.00		219.00				
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)		4777.00		4471.00		4131.00				
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)		4784.00		4595.00		4350.00				
Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr)		4241.02		3969.35		3667.50				
Porcentaje de Absorción		0.17%		3.12%		5.97%				
Densidad Seca (gr/cm ³)		2.00		1.87		1.73				
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSION										
		Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Capsula (gr)		14.74	14.34	14.64	14.78	14.66	14.84	14.52	14.64	14.74
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)		52.92	45.74	54.54	55.54	44.76	55.48	53.86	49.66	54.12
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)		47.22	42.22	48.52	49.92	40.60	49.28	48.00	44.32	47.48
Peso del Agua (gr)		5.70	3.52	6.02	5.62	4.16	6.20	5.86	5.34	6.64
Peso de la Muestra Seca (gr)		32.48	27.88	33.88	35.14	25.94	34.44	33.48	29.68	32.74
Humedad (%)		17.55%	12.63%	17.77%	15.99%	16.04%	18.00%	17.50%	17.99%	20.28%
Humedad Promedio (%)						16.68%			18.59%	
Porcentaje de Absorción				3.34%		4.04%			1.25%	

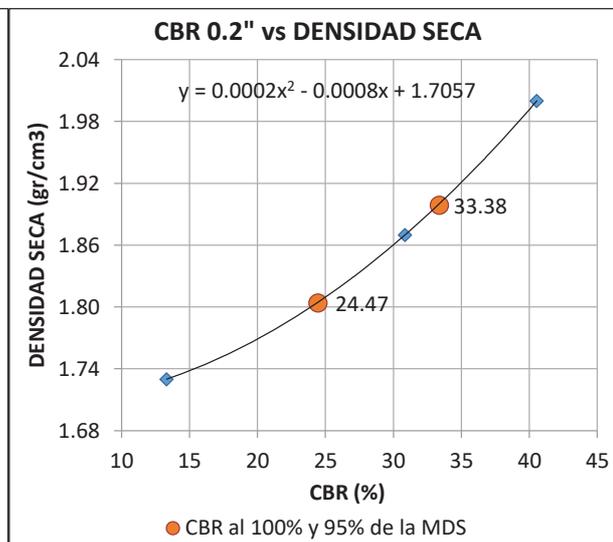
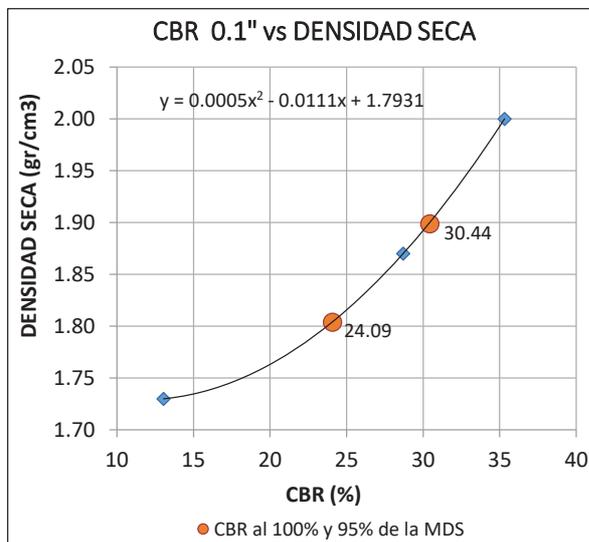
Tiempo Transcurrido	MUESTRA 04				MUESTRA 05			MUESTRA 06		
	Dial	Deform	% de		Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de
	Días	Horas	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.
Día 0	0	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
Día 1	24	2	0.051	0.04%	0.2	0.005	0.00%	0	0.000	0.00%
Día 2	48	1.9	0.048	0.04%	0	0.000	0.00%	0.1	0.003	0.00%
Día 3	72	3.4	0.086	0.07%	1	0.025	0.02%	1	0.025	0.02%
Día 4	96	3.5	0.089	0.08%	1.5	0.038	0.03%	3.4	0.086	0.07%

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial *0.001"	Penetración mm	MUESTRA 04				MUESTRA 05				MUESTRA 06			
			Fuerza	Esfuerzo	CBR		Fuerza	Esfuerzo	CBR		Fuerza	Esfuerzo	CBR	
			Dial	kg	kg/cm ²	%	Dial	kg	kg/cm ²	%	Dial	kg	kg/cm ²	%
	0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
	25	0.635	88	122.46	6.04		82	114.35	5.64		40	57.51	2.84	
	50	1.270	188	257.67	12.71		162	222.53	10.98		76	106.23	5.24	
	75	1.905	280	381.93	18.84		244	336.02	16.58		98	135.99	6.71	
	70.31	100	2.540	370	503.35	24.83	35.32%	300	408.92	20.18	28.70%	135	186.03	9.18
	125	3.175	450	611.17	30.15		358	487.16	24.04		156	214.42	10.58	
	150	3.810	510	691.96	34.14		400	543.79	26.83		175	240.11	11.85	
	105.46	200	5.080	640	866.83	42.77	40.55%	486	659.65	32.55	30.86%	208	284.70	14.05
	300	7.620	900	1215.75	59.98		596	807.67	39.85		266	363.03	17.91	
	400	10.160	1160	1563.59	77.14		685	927.30	45.75		310	422.41	20.84	
	500	12.700	1365	1837.09	90.64		795	1074.97	53.04		350	476.37	23.50	

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Número de Golpes	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad Seca	Expansión	Absorción
55	35.32%	40.55%	2.00 gr/cm ³	0.08%	3.34%
26	28.70%	30.86%	1.87 gr/cm ³	0.03%	4.04%
12	13.05%	13.32%	1.73 gr/cm ³	0.07%	1.25%



Penetración	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la MDS	30.44%	33.38%
CBR al 95% de la MDS	24.09%	24.47%

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

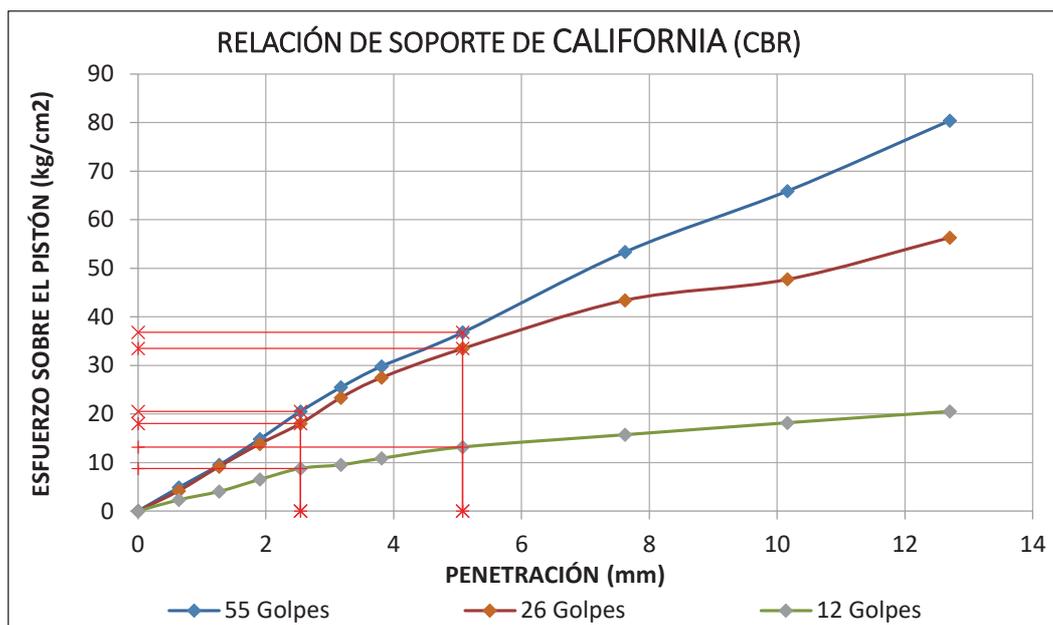
Anexo B.8.1.4-PS-9%: CBR suelo Tipo I (C-1 y C-8)

DATOS GENERALES				DIMENSIONES DEL MOLDE								
Densidad Seca Máxima =	1.85 cm ³	Peso del Martillo =	4.54 Kg	Diámetro =		15.24 cm						
Humedad Óptimo =	13.00%	Altura de Caída del Martillo =	45.72 cm	Altura =		17.78 cm						
Adición de pegamento =	9%	Número de Capas =	5	Altura de la Muestra =		11.64 cm						
Área del Pistón =	20.27 cm ²	Altura del Disco Espaciador =	6.14 cm	Volumen =		2123.85 cm ³						
DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN				MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03				
Peso del Molde (gr)				6497.00	6490.00	6622.00						
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)				11137.00	11002.00	10799.00						
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)				11165.00	11107.00	11025.00						
Peso del Agua Absorbida (gr)				28.00	105.00	226.00						
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)				4640.00	4512.00	4177.00						
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)				4668.00	4617.00	4403.00						
Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr)				4106.22	3992.94	3696.48						
Porcentaje de Absorción				0.68%	2.63%	6.11%						
Densidad Seca (gr/cm ³)				1.93	1.88	1.74						
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN				Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Capsula (gr)				8.88	8.44	20.04	14.58	14.84	8.56	14.60	14.26	14.60
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)				31.08	32.82	46.96	48.40	47.18	37.64	52.64	46.34	52.34
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)				28.00	29.74	42.80	43.24	42.68	32.50	45.96	41.16	45.00
Peso del Agua (gr)				3.08	3.08	4.16	5.16	4.50	5.14	6.68	5.18	7.34
Peso de la Muestra Seca (gr)				19.12	21.30	22.76	28.66	27.84	23.94	31.36	26.90	30.40
Humedad (%)				16.11%	14.46%	18.28%	18.00%	16.16%	21.47%	21.30%	19.26%	24.14%
Humedad Promedio (%)					16.28%			18.55%			21.57%	
Porcentaje de Absorción					3.28%			5.55%			1.25%	

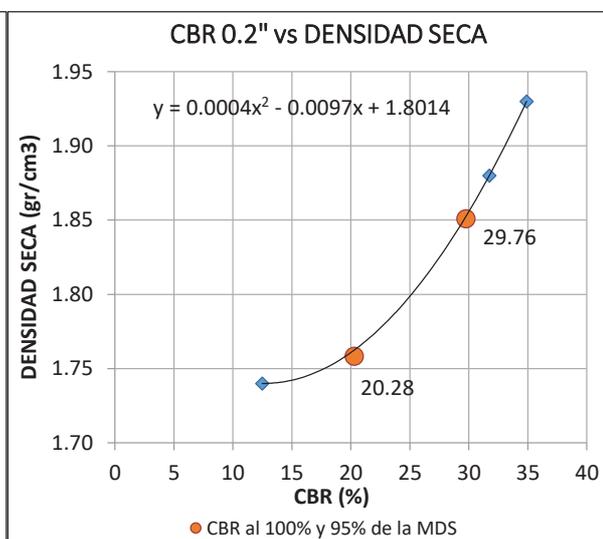
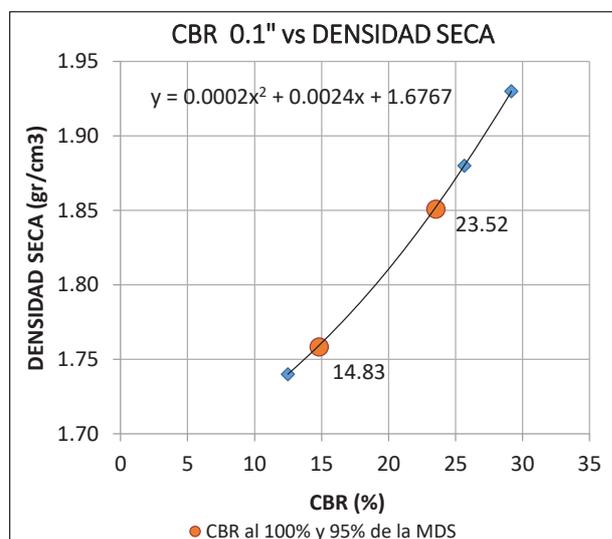
Tiempo	MUESTRA 01				MUESTRA 02			MUESTRA 03		
	Transcurrido	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de
Día 0	0	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
Día 1	24	0	0.000	0.00%	1	0.025	0.02%	3.1	0.079	0.07%
Día 2	48	0	0.000	0.00%	1.5	0.038	0.03%	4.5	0.114	0.10%
Día 3	72	0	0.000	0.00%	5	0.127	0.11%	5.5	0.140	0.12%
Día 4	96	0.5	0.013	0.01%	3.5	0.089	0.08%	7.9	0.201	0.17%

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial	Penetración	MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
			Dial	Fuerza	Esfuerzo	CBR	Dial	Fuerza	Esfuerzo	CBR	Dial	Fuerza	Esfuerzo	CBR
0	0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
25	0.635	70	98.11	4.84		60	84.58	4.17		32	46.68	2.30		
50	1.270	140	192.79	9.51		135	186.03	9.18		58	81.87	4.04		
75	1.905	220	300.91	14.85		205	280.64	13.85		95	131.93	6.51		
70.31	100	2.540	305	415.67	20.51	29.17%	268	365.73	18.04	25.66%	129	177.92	8.78	12.49%
125	3.175	380	516.83	25.50		348	473.68	23.37		140	192.79	9.51		
150	3.810	445	604.43	29.82		410	557.27	27.49		160	219.83	10.85		
105.46	200	5.080	550	745.80	36.80	34.89%	500	678.50	33.48	31.74%	195	267.13	13.18	12.50%
300	7.620	800	1081.68	53.37		650	880.27	43.43		233	318.47	15.71		
400	10.160	990	1336.28	65.93		715	967.59	47.74		270	368.43	18.18		
500	12.700	1210	1630.36	80.44		845	1142.03	56.35		305	415.67	20.51		

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Número de Golpes	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad Seca	Expansión	Absorción
55	29.17%	34.89%	1.93 gr/cm ³	0.01%	3.28%
26	25.66%	31.74%	1.88 gr/cm ³	0.08%	5.55%
12	12.49%	12.50%	1.74 gr/cm ³	0.17%	1.25%



Penetración	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la MDS	23.52%	29.76%
CBR al 95% de la MDS	14.83%	20.28%

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

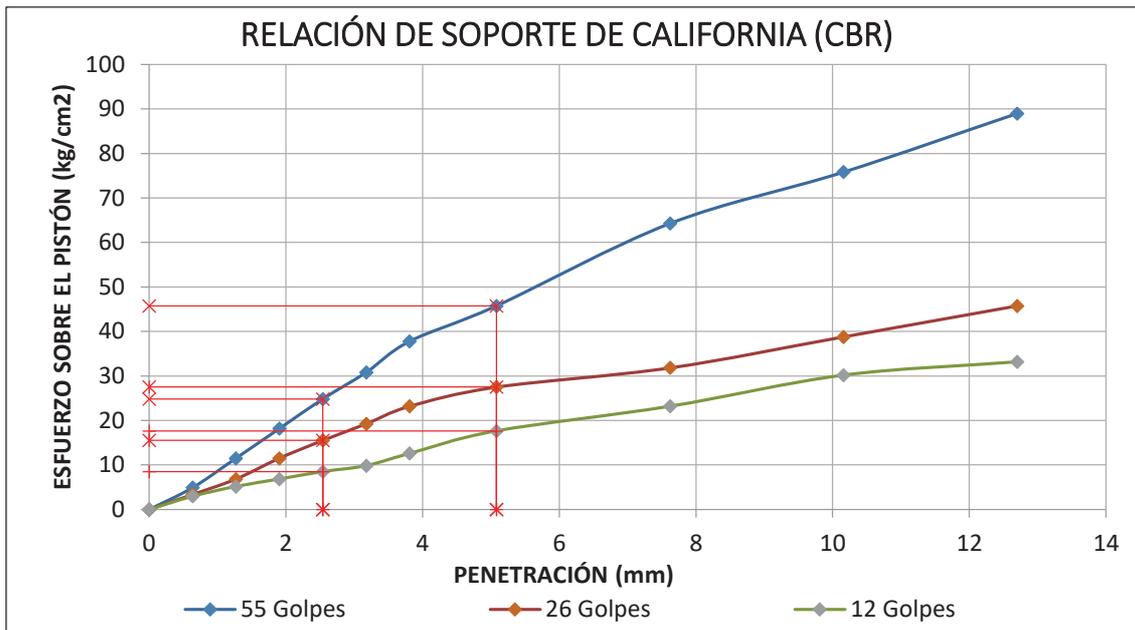
Anexo B.8.1.5-PS-12%: CBR suelo Tipo I (C-1 y C-8)

DATOS GENERALES				DIMENSIONES DEL MOLDE								
Densidad Seca Máxima =	1.92 cm ³	Peso del Martillo =	4.54 Kg	Diámetro =		15.24 cm						
Humedad Óptimo =	13.12 %	Altura de Caída del Martillo =	45.72 cm	Altura =		17.78 cm						
Adición de pegamento =	12 %	Número de Capas =	5	Altura de la Muestra =		11.64 cm						
Área del Pistón =	20.27 cm ²	Altura del Disco Espaciador =	6.14 cm	Volumen =		2123.85 cm ³						
DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN				MUESTRA 04		MUESTRA 05		MUESTRA 06				
Peso del Molde (gr)		6489.00		6484.00		6615.00						
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)		11111.00		10865.00		10828.00						
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)		11203.00		11049.00		11075.00						
Peso del Agua Absorbida (gr)		92.00		184.00		247.00						
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)		4622.00		4381.00		4213.00						
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)		4714.00		4565.00		4460.00						
Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr)		4085.96		3872.91		3724.39						
Porcentaje de Absorción		2.25%		4.75%		6.63%						
Densidad Seca (gr/cm ³)		1.92		1.82		1.75						
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN				Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Capsula (gr)		14.44	14.38	14.32	14.58	14.84	14.46	14.72	14.34	14.62		
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)		50.06	51.80	44.70	60.80	51.34	48.42	58.54	47.68	55.90		
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)		44.74	45.62	40.40	53.38	45.00	43.40	50.92	42.42	48.30		
Peso del Agua (gr)		5.32	6.18	4.30	7.42	6.34	5.02	7.62	5.26	7.60		
Peso de la Muestra Seca (gr)		30.30	31.24	26.08	38.80	30.16	28.94	36.20	28.08	33.68		
Humedad (%)		17.56%	19.78%	16.49%	19.12%	21.02%	17.35%	21.05%	18.73%	22.57%		
Humedad Promedio (%)			17.94%			19.16%			20.78%			
Porcentaje de Absorción			4.82%			6.04%			1.25%			

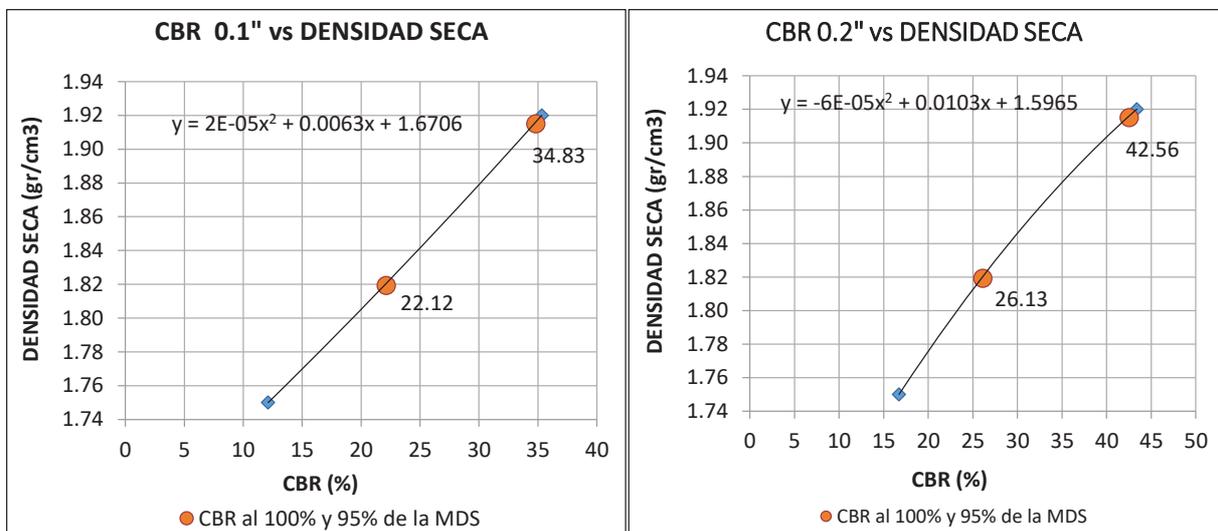
Tiempo Transcurrido	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06			
	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	
Días	Horas	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.
Día 0	0	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
Día 1	24	0	0.000	0.00%	0.4	0.010	0.01%	0.5	0.013	0.01%
Día 2	48	0	0.000	0.00%	1.6	0.041	0.03%	0.4	0.010	0.01%
Día 3	72	0	0.000	0.00%	2	0.051	0.04%	1	0.025	0.02%
Día 4	96	1	0.025	0.02%	4.8	0.122	0.10%	2.2	0.056	0.05%

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial	Penetración	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06					
			Fuerza	Esfuerzo	CBR	Fuerza	Esfuerzo	CBR	Fuerza	Esfuerzo	CBR			
	*0.001"	mm	Dial	kg	kg/cm ²	%	Dial	kg	kg/cm ²	%	Dial	kg	kg/cm ²	%
	0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
	25	0.635	71	99.46	4.91		48	68.34	3.37		42	60.21	2.97	
	50	1.270	170	233.35	11.51		100	138.70	6.84		75	104.88	5.17	
	75	1.905	270	368.43	18.18		170	233.35	11.51		100	138.70	6.84	
70.31	100	2.540	370	503.35	24.83	35.32%	230	314.41	15.51	22.06%	125	172.51	8.51	12.11%
	125	3.175	460	624.64	30.82		286	390.02	19.24		145	199.55	9.85	
	150	3.810	565	765.98	37.79		345	469.63	23.17		186	254.97	12.58	
105.46	200	5.080	685	927.30	45.75	43.38%	410	557.27	27.49	26.07%	262	357.63	17.64	16.73%
	300	7.620	965	1302.81	64.28		475	644.84	31.82		345	469.63	23.17	
	400	10.160	1140	1536.87	75.83		580	786.16	38.79		450	611.17	30.15	
	500	12.700	1340	1803.77	88.99		685	927.30	45.75		495	671.77	33.14	

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Número de Golpes	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad Seca	Expansión	Absorción
55	35.32%	43.38%	1.92 gr/cm ³	0.02%	4.82%
26	22.06%	26.07%	1.82 gr/cm ³	0.10%	6.04%
12	12.11%	16.73%	1.75 gr/cm ³	0.05%	1.25%



Penetración	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la MDS	34.83%	42.56%
CBR al 95% de la MDS	22.12%	26.13%

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

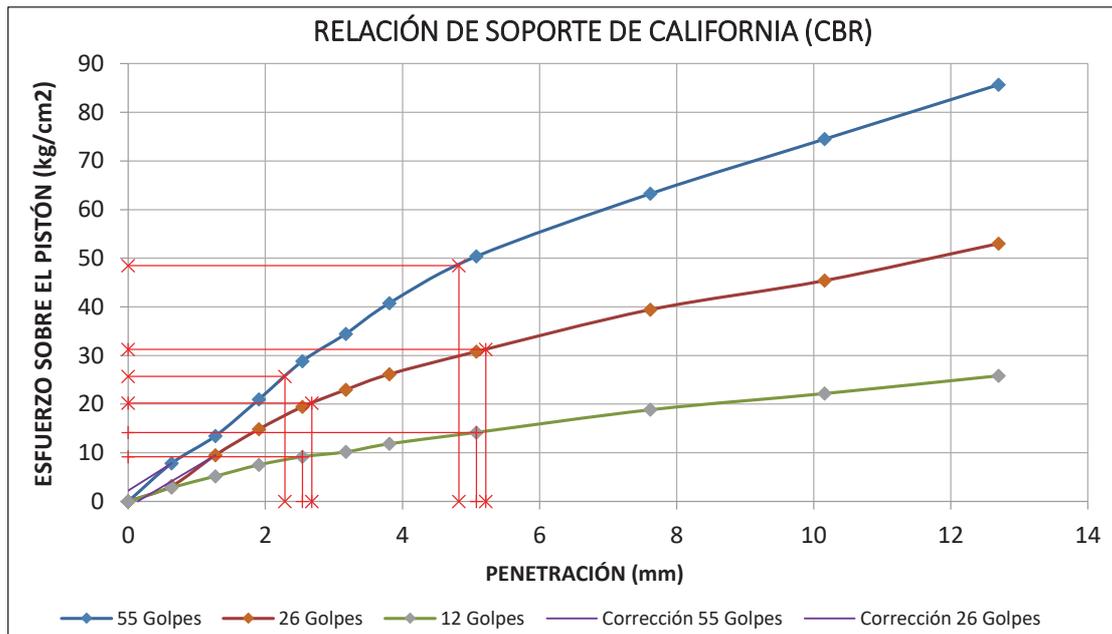
Anexo B.8.1.6-PS-15%: CBR suelo Tipo I (C-1 y C-8)

DATOS GENERALES				DIMENSIONES DEL MOLDE								
Densidad Seca Máxima =	1.93 cm ³	Peso del Martillo =	4.54 Kg	Diámetro =	15.24 cm							
Humedad Óptimo =	12.83 %	Altura de Caída del Martillo =	45.72 cm	Altura =	17.78 cm							
Adición de pegamento =	15%	Número de Capas =	5	Altura de la Muestra =	11.64 cm							
Área del Pistón =	20.27 cm ²	Altura del Disco Espaciador =	6.14 cm	Volumen =	2123.85 cm ³							
DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN				MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03				
Peso del Molde (gr)				7057.00		7772.00		6982.00				
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)				11734.00		12315.00		11176.00				
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)				11794.00		12466.00		11441.00				
Peso del Agua Absorbida (gr)				60.00		151.00		265.00				
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)				4677.00		4543.00		4194.00				
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)				4737.00		4694.00		4459.00				
Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr)				4145.17		4026.41		3717.10				
Porcentaje de Absorción				1.45%		3.75%		7.13%				
Densidad Seca (gr/cm ³)				1.95		1.90		1.75				
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN				Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Capsula (gr)				8.54	9.12	8.78	8.78	8.74	8.56	14.64	14.64	14.68
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)				47.52	45.96	32.18	41.92	34.48	47.46	59.42	48.56	54.10
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)				42.52	40.64	29.20	36.66	30.88	41.40	51.92	43.04	46.50
Peso del Agua (gr)				5.00	5.32	2.98	5.26	3.60	6.06	7.50	5.52	7.60
Peso de la Muestra Seca (gr)				33.98	31.52	20.42	27.88	22.14	32.84	37.28	28.40	31.82
Humedad (%)				14.71%	16.88%	14.59%	18.87%	16.26%	18.45%	20.12%	19.44%	23.88%
Humedad Promedio (%)				15.40%			17.86%			21.15%		
Porcentaje de Absorción				2.57%			5.03%			1.25%		

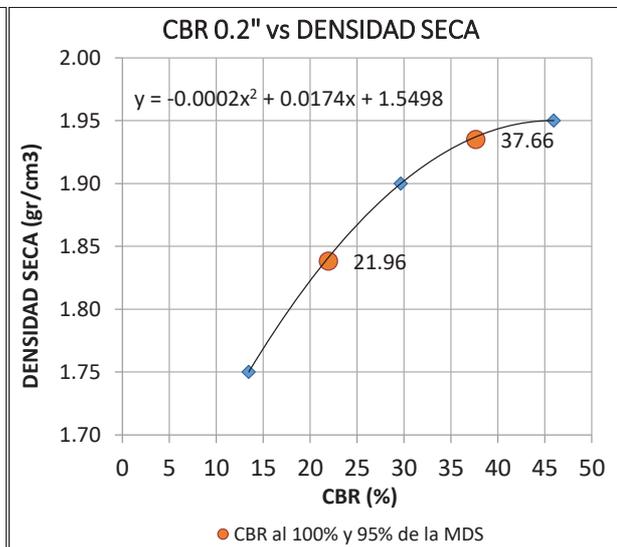
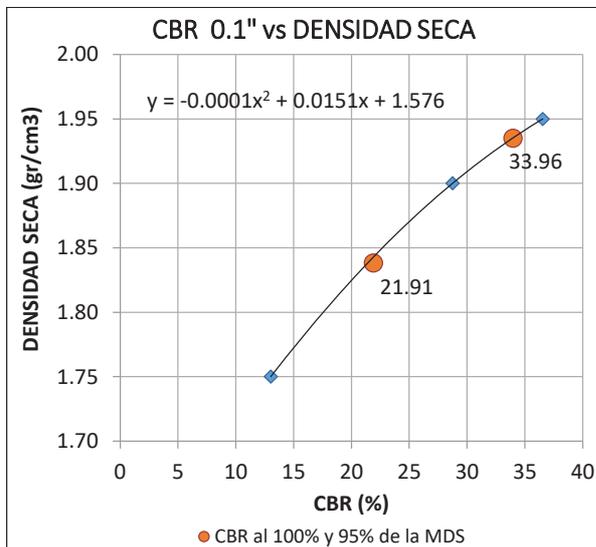
Tiempo Transcurrido Días	Horas	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
		Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de
		*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.
Día 0	0	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
Día 1	24	2.1	0.053	0.05%	0	0.000	0.00%	0.1	0.003	0.00%
Día 2	48	3.1	0.079	0.07%	0	0.000	0.00%	1	0.025	0.02%
Día 3	72	4.1	0.104	0.09%	0	0.000	0.00%	1.8	0.046	0.04%
Día 4	96	5	0.127	0.11%	0	0.000	0.00%	2.5	0.064	0.05%

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial	Penetración	MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
			Fuerza	Esfuerzo	CBR	Dial	Fuerza	Esfuerzo	CBR	Dial	Fuerza	Esfuerzo	CBR	
			*0.001"	mm	kg	kg/cm ²	%	kg	kg/cm ²	%	kg	kg/cm ²	%	
	0	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	25	0.635	115	158.99	7.84	45	64.28	3.17	40	57.51	2.84			
	50	1.270	199	272.54	13.45	140	192.79	9.51	75	104.88	5.17			
	75	1.905	312	425.11	20.97	220	300.91	14.85	110	152.22	7.51			
70.31	100	2.540	430	584.22	28.82	41.00%	289	394.07	19.44	27.65%	135	186.03	9.18	13.05%
	125	3.175	515	698.69	34.47		342	465.58	22.97		150	206.31	10.18	
	150	3.810	610	826.50	40.78		390	530.31	26.16		175	240.11	11.85	
105.46	200	5.080	755	1021.29	50.39	47.78%	460	624.64	30.82	29.22%	210	287.40	14.18	13.45%
	300	7.620	950	1282.73	63.29		590	799.60	39.45		280	381.93	18.84	
	400	10.160	1120	1510.15	74.51		680	920.58	45.42		330	449.40	22.17	
	500	12.700	1290	1737.11	85.71		795	1074.97	53.04		385	523.57	25.83	

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Número de Golpes	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad Seca	Expansión	Absorción
55	36.53%	45.96%	1.95 gr/cm ³	0.11%	2.57%
26	28.74%	29.67%	1.90 gr/cm ³	0.2%	5.03%
12	13.05%	13.45%	1.75 gr/cm ³	0.05%	1.25%



Penetración	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la MDS	33.96%	37.66%
CBR al 95% de la MDS	21.91%	21.96%

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.8.2: Capacidad de soporte CBR suelo Tipo II (C-2 y C-3)

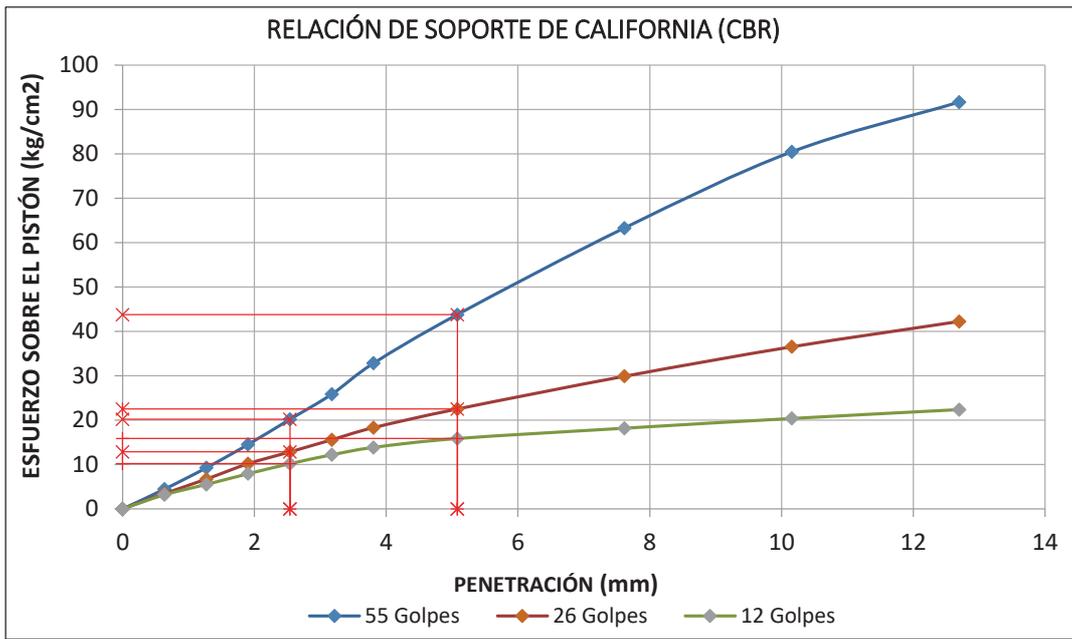
Anexo B.8.2.1-SPS: CBR suelo Tipo II (C-2 y C-3)

DATOS GENERALES				DIMENSIONES DEL MOLDE							
Densidad Seca Máxima =	1.98 cm ³	Peso del Martillo =	4.54 Kg	Diámetro =		15.24 cm					
Humedad Óptimo =	10.20 %	Altura de Caída del Martillo =	45.72 cm	Altura =		17.78 cm					
Adición de pegamento =	0 %	Número de Capas =	5	Altura de la Muestra =		11.64 cm					
Área del Pistón =	20.27 cm ²	Altura del Disco Espaciador =	6.14 cm	Volumen =		2123.85 cm ³					
DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN				MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03			
Peso del Molde (gr)			6699.00		6794.00		6846.00				
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)			11612.00		11393.00		11251.00				
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)			11662.00		11484.00		11435.00				
Peso del Agua Absorbida (gr)			50.00		91.00		184.00				
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)			4913.00		4599.00		4405.00				
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)			4963.00		4690.00		4589.00				
Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr)			4458.12		4173.20		3997.16				
Porcentaje de Absorción			1.12%		2.18%		4.60%				
Densidad Seca (gr/cm ³)			2.10		1.96		1.88				
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN											
			Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Capsula (gr)			15.60	8.66	19.10	14.67	9.15	14.67	8.85	15.50	15.50
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)			45.06	46.56	54.32	44.92	47.92	46.22	40.20	40.22	42.92
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)			43.26	42.28	50.56	42.25	42.86	43.24	36.88	36.84	39.88
Peso del Agua (gr)			1.80	4.28	3.76	2.67	5.06	2.98	3.32	3.38	3.04
Peso de la Muestra Seca (gr)			27.66	33.62	31.46	27.58	33.71	28.57	28.03	21.34	24.38
Humedad (%)			6.51%	12.73%	11.95%	9.68%	15.01%	10.43%	11.84%	15.84%	12.47%
Humedad Promedio (%)				10.40%			11.71%			13.38%	
Porcentaje de Absorción				0.19%			1.50%			1.25%	

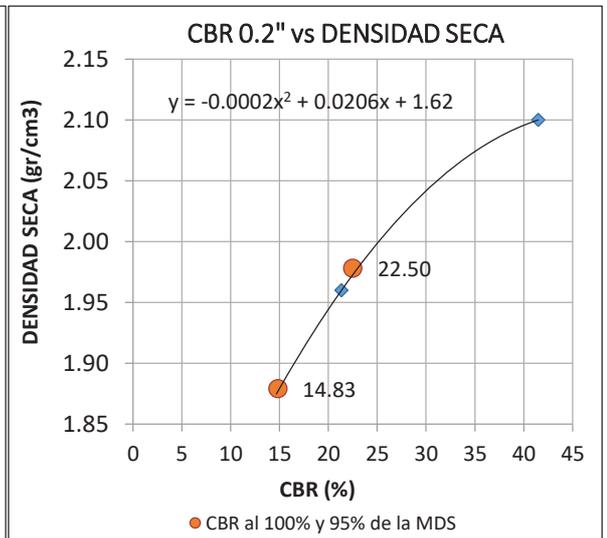
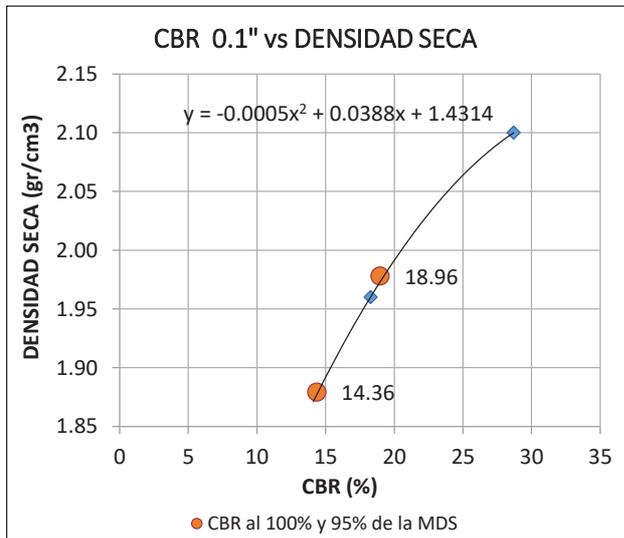
Tiempo	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06			
	Transcurrido	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de
Días	Horas	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.
Día 0	0	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
Día 1	24	12.5	0.318	0.27%	1.5	0.038	0.03%	12	0.305	0.26%
Día 2	48	21	0.533	0.46%	4	0.102	0.09%	15	0.381	0.33%
Día 3	72	17.2	0.437	0.38%	1	0.025	0.02%	14	0.356	0.31%
Día 4	96	12.5	0.318	0.27%	2.1	0.053	0.05%	14	0.356	0.31%

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial *0.001"	Penetración mm	MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
			Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %
			0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00
	25	0.635	64	89.99	4.44		49	69.69	3.44		45	64.28	3.17	
	50	1.270	136	187.38	9.25		98	135.99	6.71		80	111.64	5.51	
	75	1.905	215	294.15	14.51		150	206.31	10.18		116	160.34	7.91	
70.31	100	2.540	300	408.92	20.18	28.70%	190	260.38	12.85	18.27%	150	206.31	10.18	14.48%
	125	3.175	385	523.57	25.83		231	315.76	15.58		180	246.86	12.18	
	150	3.810	490	665.04	32.81		272	371.13	18.31		205	280.64	13.85	
105.46	200	5.080	655	886.99	43.76	41.50%	335	456.14	22.51	21.34%	235	321.17	15.85	15.03%
	300	7.620	950	1282.73	63.29		446	605.78	29.89		270	368.43	18.18	
	400	10.160	1210	1630.36	80.44		546	740.41	36.53		303	412.97	20.38	
	500	12.700	1380	1857.07	91.62		632	856.08	42.24		333	453.44	22.37	

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Número de Golpes	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad Seca	Expansión	Absorción
55	28.70%	41.50%	2.10 gr/cm ³	0.27%	0.19%
26	18.27%	21.34%	1.96 gr/cm ³	0.05%	1.50%
12	14.48%	15.03%	1.88 gr/cm ³	0.31%	1.25%



Penetración	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la MDS	18.96%	22.50%
CBR al 95% de la MDS	14.36%	14.83%

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

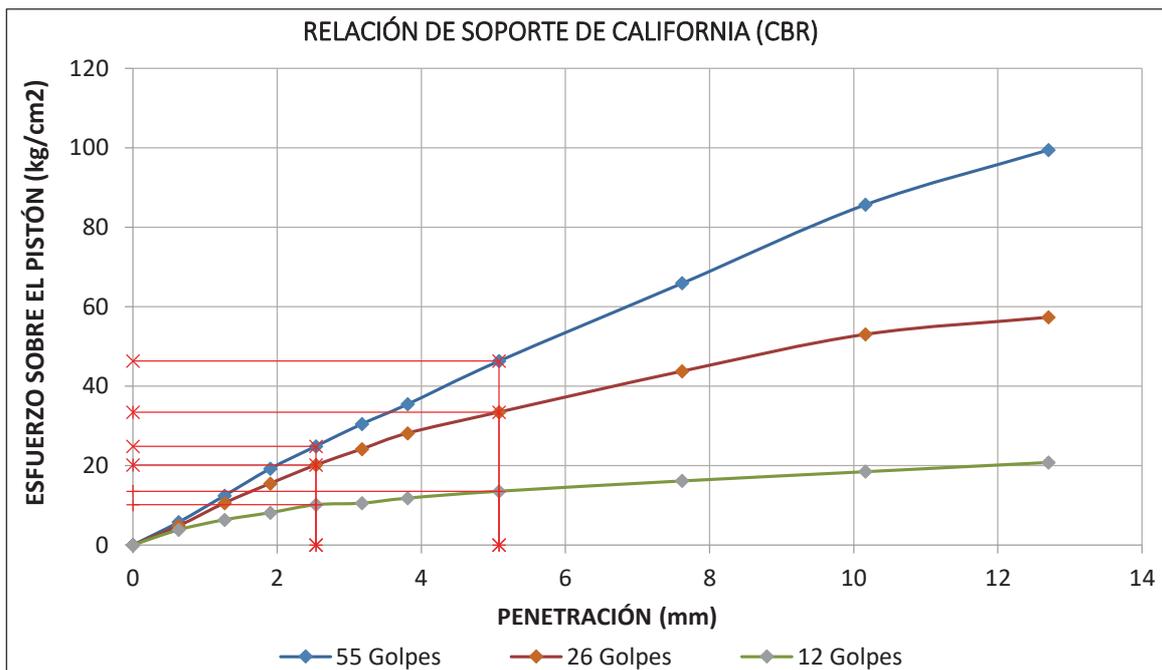
Anexo B.8.2.2-PS-3%: CBR suelo Tipo II (C-2 y C-3)

DATOS GENERALES				DIMENSIONES DEL MOLDE						
Densidad Seca Máxima =	1.95 cm ³	Peso del Martillo =	4.54 Kg	Diámetro =		15.24 cm				
Contenido Humedad Óptimo =	10.25 %	Altura de Caída del Martillo =	45.72 cm	Altura =		17.78 cm				
Adición de pegamento =	3 %	Número de Cupas =	5	Altura de la Muestra =		11.64 cm				
Área del Pistón =	20.27 cm ²	Altura del Disco Espaciador =	6.14 cm	Volumen =		2123.85 cm ³				
DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN				MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		
Peso del Molde (gr)			7366.00		8111.00		7135.00			
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)			12123.00		12670.00		11478.00			
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)			12178.00		12765.00		11652.00			
Peso del Agua Absorbida (gr)			55.00		95.00		174.00			
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)			4757.00		4459.00		4343.00			
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)			4812.00		4654.00		4517.00			
Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr)			4314.57		4134.99		3939.08			
Porcentaje de Absorción			1.27%		2.30%		4.42%			
Densidad Seca (gr/cm ³)			2.03		1.95		1.85			
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN				Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	
Peso de Capsula (gr)			15.15	19.13	19.46	15.24	16.52	19.53	14.78	11.84
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)			54.58	48.56	51.30	53.58	52.86	49.02	42.42	105.95
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)			51.54	46.25	47.84	49.26	49.22	45.88	39.04	97.12
Peso del Agua (gr)			3.04	2.31	3.46	4.32	3.64	3.14	3.38	8.83
Peso de la Muestra Seca (gr)			36.39	27.12	28.38	34.02	32.70	26.35	24.26	85.28
Humedad (%)			8.35%	8.52%	12.19%	12.70%	11.13%	11.92%	13.93%	10.35%
Humedad Promedio (%)				9.69%			11.92%			12.82%
Porcentaje de Absorción				-0.57%			1.66%			1.25%

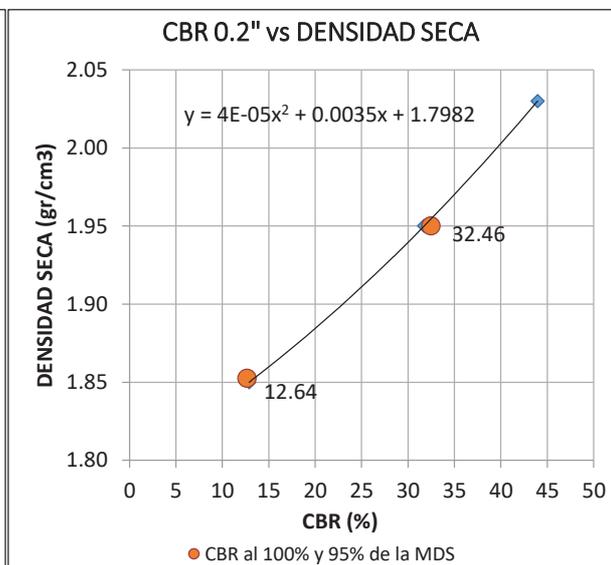
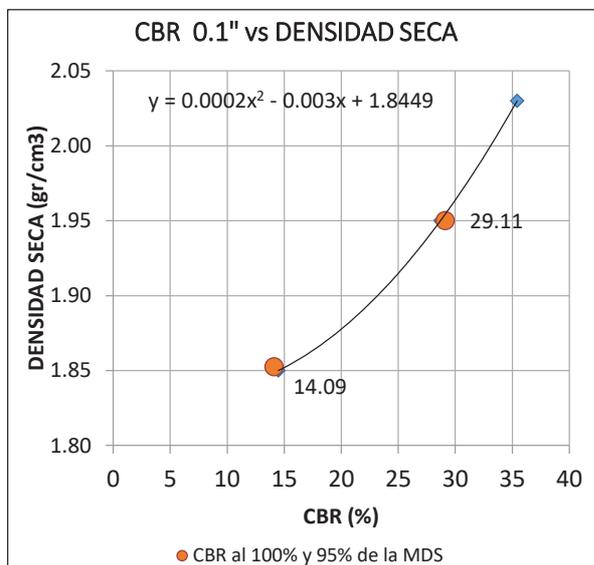
Tiempo Transcurrido Días	Horas	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
		Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de
		*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.
Día 0	0	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
Día 1	24	1	0.025	0.02%	2	0.051	0.04%	2.5	0.064	0.05%
Día 2	48	2.7	0.069	0.06%	2.5	0.064	0.05%	2.5	0.064	0.05%
Día 3	72	3	0.076	0.07%	3.5	0.089	0.08%	2.5	0.064	0.05%
Día 4	96	3	0.076	0.07%	3.5	0.089	0.08%	3	0.076	0.07%

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial	Penetración	MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
			Dial	Fuerza	Esfuerzo	CBR	Dial	Fuerza	Esfuerzo	CBR	Dial	Fuerza	Esfuerzo	CBR
	*0.001"	mm		kg	kg/cm ²	%		kg	kg/cm ²	%		kg	kg/cm ²	%
	0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
	25	0.635	84	117.05	5.78		70	98.11	4.84		55	77.81	3.84	
	50	1.270	184	252.27	12.45		156	214.42	10.58		93	129.23	6.38	
	75	1.905	286	390.02	19.24		230	314.41	15.51		120	165.75	8.18	
70.31	100	2.540	371	504.69	24.90	35.42%	300	408.92	20.18	28.70%	150	206.31	10.18	14.48%
	125	3.175	455	617.90	30.49		360	489.86	24.17		156	214.42	10.58	
	150	3.810	530	718.88	35.47		420	570.75	28.16		175	240.11	11.85	
105.46	200	5.080	694	939.39	46.35	43.95%	500	678.50	33.48	31.74%	201	275.24	13.58	12.88%
	300	7.620	990	1336.28	65.93		655	886.99	43.76		240	327.92	16.18	
	400	10.160	1290	1737.11	85.71		795	1074.97	53.04		275	375.18	18.51	
	500	12.700	1500	2016.83	99.51		860	1162.14	57.34		310	422.41	20.84	

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Número de Golpes	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad Seca	Expansión	Absorción
55	35.42%	43.95%	2.03 gr/cm3	0.07%	-0.57%
26	28.70%	31.74%	1.95 gr/cm3	0.08%	1.66%
12	14.48%	12.88%	1.85 gr/cm3	0.07%	1.25%



Penetración	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la MDS	29.11 %	32.46%
CBR al 95% de la MDS	14.09%	12.64 %

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

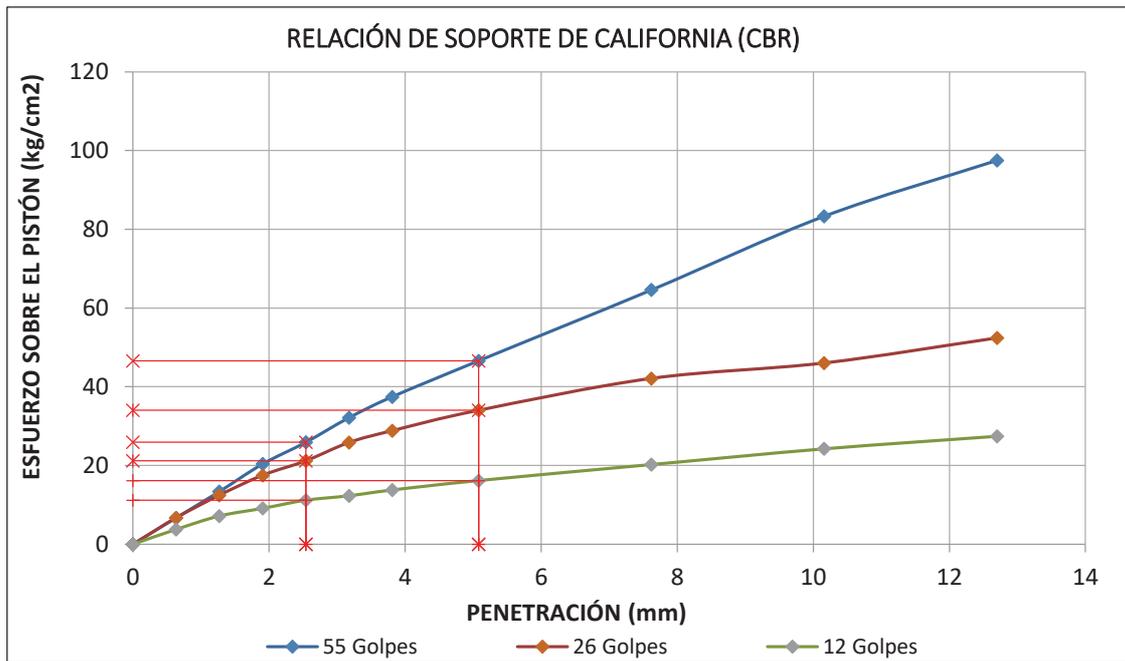
Anexo B.8.2.3-PS-6%: CBR suelo Tipo II (C-2 y C-3)

DATOS GENERALES				DIMENSIONES DEL MOLDE						
Densidad Seca Máxima =	1.95 cm ³	Peso del Martillo =	4.54 Kg	Diámetro =		15.24 cm				
Humedad Optimo =	10.82%	Altura de Caída del Martillo =	45.72 cm	Altura =		17.78 cm				
Adición de pegamento =	6%	Número de Capas =	5	Altura de la Muestra =		11.64 cm				
Área del Pistón =	20.27 cm ²	Altura del Disco Espaciador =	6.14 cm	Volumen =		2123.85 cm ³				
DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN				MUESTRA 04		MUESTRA 05		MUESTRA 06		
Peso del Molde (gr)		6282.00		7602.00		7592.00				
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)		11321.00		12184.00		11856.00				
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)		11364.00		12246.00		11992.00				
Peso del Agua Absorbida (gr)		43.00		62.00		136.00				
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)		5039.00		4582.00		4264.00				
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)		5082.00		4544.00		4400.00				
Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr)		4547.05		4134.67		3847.71				
Porcentaje de Absorción		0.95%		1.50%		3.53%				
Densidad Seca (gr/cm ³)		2.14		1.95		1.81				
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN										
		Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Capsula (gr)		18.56	14.90	19.30	18.80	15.22	11.56	14.90	19.34	15.20
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)		49.26	36.16	48.98	46.40	44.06	39.02	47.64	47.66	43.00
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)		46.14	34.10	46.06	43.82	41.16	36.06	44.18	45.02	39.80
Peso del Agua (gr)		3.12	2.06	2.92	2.58	2.90	2.96	3.46	2.64	3.20
Peso de la Muestra Seca (gr)		27.58	19.20	26.76	25.02	25.94	24.50	29.28	25.68	24.60
Humedad (%)		11.31%	10.73%	10.91%	10.31%	11.18%	12.08%	11.82%	10.28%	13.01%
Humedad Promedio (%)		10.98%			11.19%			11.70%		
Porcentaje de Absorción		0.17%			0.37%			1.25%		

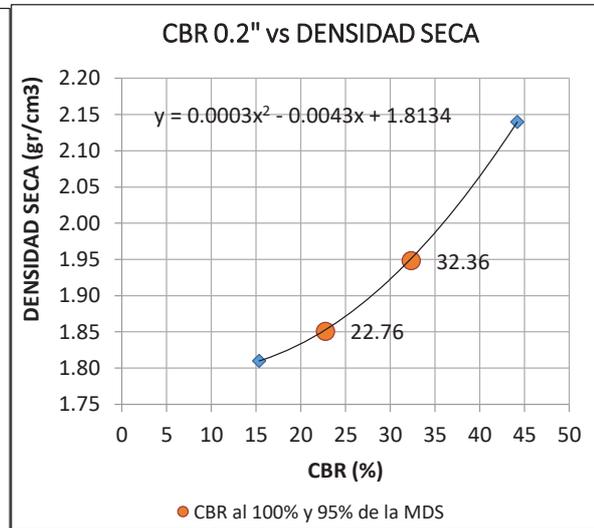
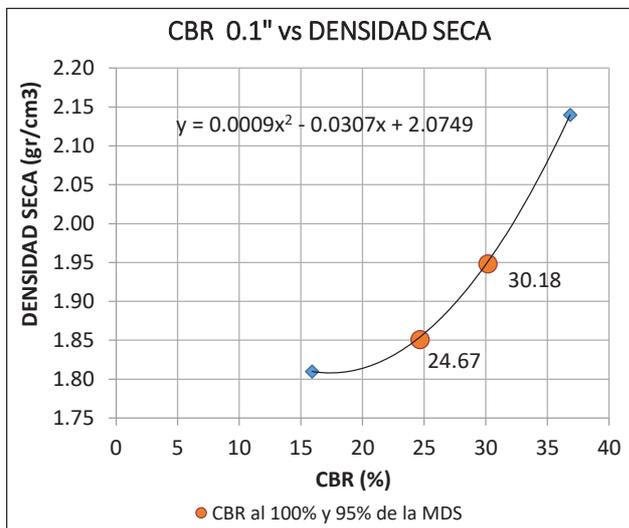
Tiempo Transcurrido Días	Horas	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
		Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de
		*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.
Día 0	0	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
Día 1	24	1	0.025	0.02%	2	0.051	0.04%	2.5	0.064	0.05%
Día 2	48	2.7	0.069	0.06%	2.5	0.064	0.05%	2.5	0.064	0.05%
Día 3	72	3	0.076	0.07%	3.5	0.089	0.08%	2.5	0.064	0.05%
Día 4	96	3	0.076	0.07%	3.5	0.089	0.08%	3	0.076	0.07%

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial	Penetración mm	MUESTRA 04				MUESTRA 05				MUESTRA 06			
			Fuerza	Esfuerzo	CBR	Fuerza	Esfuerzo	CBR	Fuerza	Esfuerzo	CBR			
			Dial	kg	kg/cm ²	%	Dial	kg	kg/cm ²	%	Dial	kg	kg/cm ²	%
	0	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		
	25	0.635	98	135.99	6.71	98	135.99	6.71		54	76.46	3.77		
	50	1.270	198	271.19	13.38	184	252.27	12.45		105	145.46	7.18		
	75	1.905	303	412.97	20.38	260	354.93	17.51		134	184.68	9.11		
70.31	100	2.540	386	524.92	25.90	315	429.16	21.17	30.12%	165	226.59	11.18	15.90%	
	125	3.175	480	651.57	32.15	385	523.57	25.83		182	249.57	12.31		
	150	3.810	560	759.25	37.46	430	584.22	28.82		204	279.29	13.78		
105.46	200	5.080	698	944.76	46.61	508	689.27	34.01	32.25%	240	327.92	16.18	15.34%	
	300	7.620	970	1309.50	64.61	630	853.39	42.10		301	410.27	20.24		
	400	10.160	1254	1689.08	83.34	689	932.67	46.02		361	491.21	24.24		
	500	12.700	1470	1976.91	97.54	785	1061.55	52.37		409	555.92	27.43		

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Número de Golpes	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad Seca	Expansión	Absorción
55	36.84%	44.20%	2.14 gr/cm ³	0.07%	0.17%
26	30.12%	32.25%	1.95 gr/cm ³	0.08%	0.37%
12	15.90%	15.34%	1.81 gr/cm ³	0.07%	1.25%



Penetración	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la MDS	30.18%	32.36%
CBR al 95% de la MDS	24.67%	22.76%

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

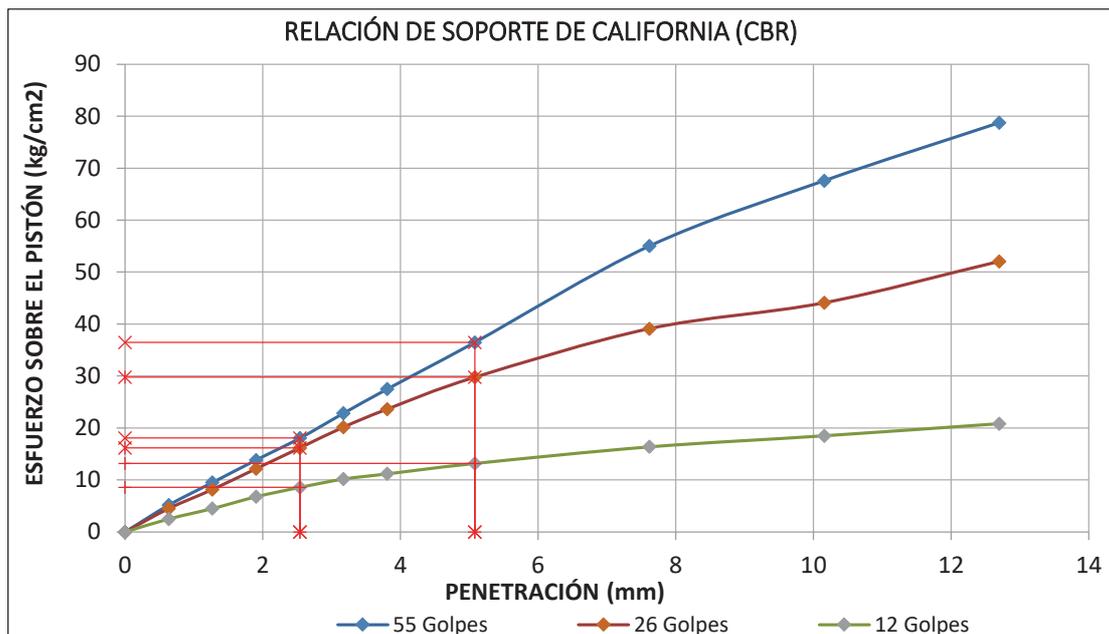
Anexo B.8.2.4-PS-9%: CBR suelo Tipo II (C-2 y C-3)

DATOS GENERALES				DIMENSIONES DEL MOLDE								
Densidad Seca Maxima =	1.97 cm ³	Peso del Martillo =	4.54 Kg	Diametro =		15.24 cm						
Humedad Óptimo =	11.74 %	Altura de Caída del Martillo =	45.72 cm	Altura =		17.78 cm						
Adición de pegamento =	9%	Número de Capas =	5	Altura de la Muestra =		11.64 cm						
Área del Pistón =	20.27 cm ²	Altura del Disco Espaciador =	6.14 cm	Volumen =		2123.85 cm ³						
DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN				MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03				
Peso del Molde (gr)			7228.00		6683.00		6497.00					
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)			11996.00		11323.00		10905.00					
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)			12046.00		11542.00		11103.00					
Peso del Agua Absorbida (gr)			50.00		219.00		198.00					
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)			4768.00		4640.00		4408.00					
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)			4818.00		4859.00		4606.00					
Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr)			4267.18		4152.63		3945.00					
Porcentaje de Absorción			1.17%		5.27%		5.02%					
Densidad Seca (gr/cm ³)			2.01		1.96		1.86					
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN				Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Capsula (gr)			18.78	18.92	18.86	18.32	14.78	19.06	18.06	19.66	11.42	
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)			44.90	49.84	42.46	48.14	38.70	46.80	44.22	50.20	37.18	
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)			41.98	46.78	39.88	44.76	36.06	43.52	40.74	45.90	33.58	
Peso del Agua (gr)			2.92	3.06	2.58	3.38	2.64	3.28	3.48	4.30	3.60	
Peso de la Muestra Seca (gr)			23.20	27.86	21.02	26.44	21.28	24.46	22.68	26.24	22.16	
Humedad (%)			12.59%	10.98%	12.27%	12.78%	12.41%	13.41%	15.34%	16.39%	16.25%	
Humedad Promedio (%)				11.95%			12.87%			15.99%		
Porcentaje de Absorción				0.21%			1.13%			1.25%		

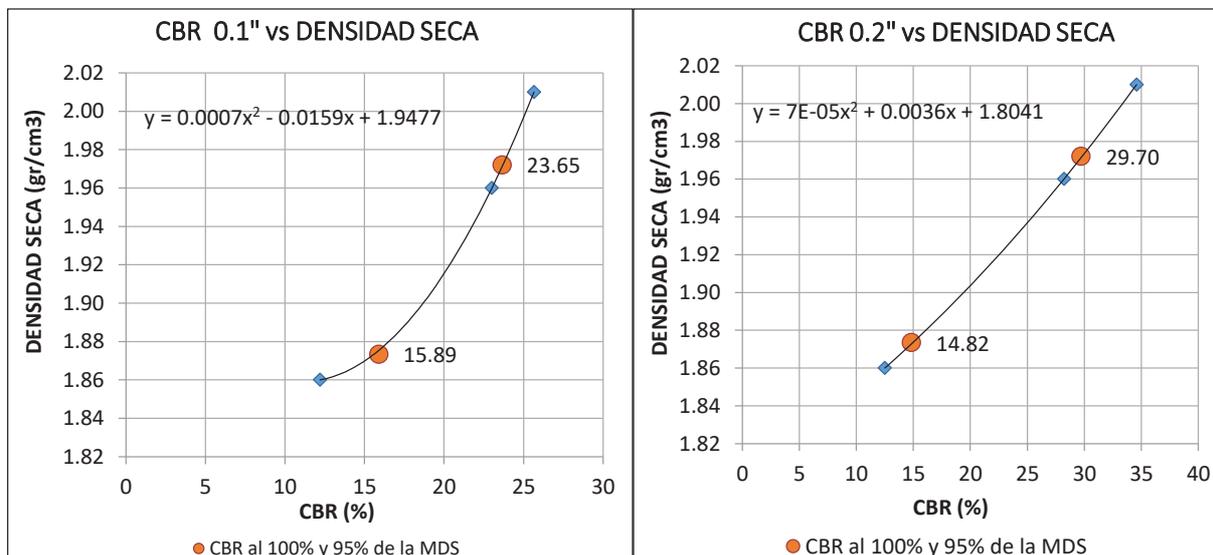
Tiempo Transcurrido	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06			
	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	
Días	Horas	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.
Día 0	0	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
Día 1	24	1	0.025	0.02%	2	0.051	0.04%	2.5	0.064	0.05%
Día 2	48	2.7	0.069	0.06%	2.5	0.064	0.05%	2.5	0.064	0.05%
Día 3	72	3	0.076	0.07%	3.5	0.089	0.08%	2.5	0.064	0.05%
Día 4	96	3	0.076	0.07%	3.5	0.089	0.08%	3	0.076	0.07%

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial	Penetración	MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
			Fuerza	Esfuerzo	CBR	Dial	Fuerza	Esfuerzo	CBR	Dial	Fuerza	Esfuerzo	CBR	
	*0.001"	mm	Dial	kg	kg/cm ²	%	Dial	kg	kg/cm ²	%	Dial	kg	kg/cm ²	%
	0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
	25	0.635	75	104.88	5.17		65	91.34	4.51		35	50.74	2.50	
	50	1.270	140	192.79	9.51		120	165.75	8.18		65	91.34	4.51	
	75	1.905	205	280.64	13.85		180	246.86	12.18		99	137.35	6.78	
70.31	100	2.540	268	365.73	18.04	25.66%	240	327.92	16.18	23.01%	126	173.86	8.58	12.20%
	125	3.175	340	462.89	22.84		300	408.92	20.18		150	206.31	10.18	
	150	3.810	410	557.27	27.49		352	479.07	23.64		165	226.59	11.18	
105.46	200	5.080	545	739.07	36.46	34.58%	444	603.08	29.75	28.21%	195	267.13	13.18	12.50%
	300	7.620	825	1115.21	55.02		585	792.88	39.12		243	331.97	16.38	
	400	10.160	1015	1369.73	67.58		660	893.71	44.09		275	375.18	18.51	
	500	12.700	1184	1595.64	78.73		780	1054.84	52.04		310	422.41	20.84	

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Número de Golpes	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad Seca	Expansión	Absorción
55	25.66%	34.58%	2.01 gr/cm ³	0.07%	0.21%
26	23.01%	28.21%	1.96 gr/cm ³	0.08%	1.13%
12	12.20%	12.50%	1.86 gr/cm ³	0.07%	1.25%



Penetración	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la MDS	23.65%	29.70%
CBR al 95% de la MDS	15.89%	14.82%

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

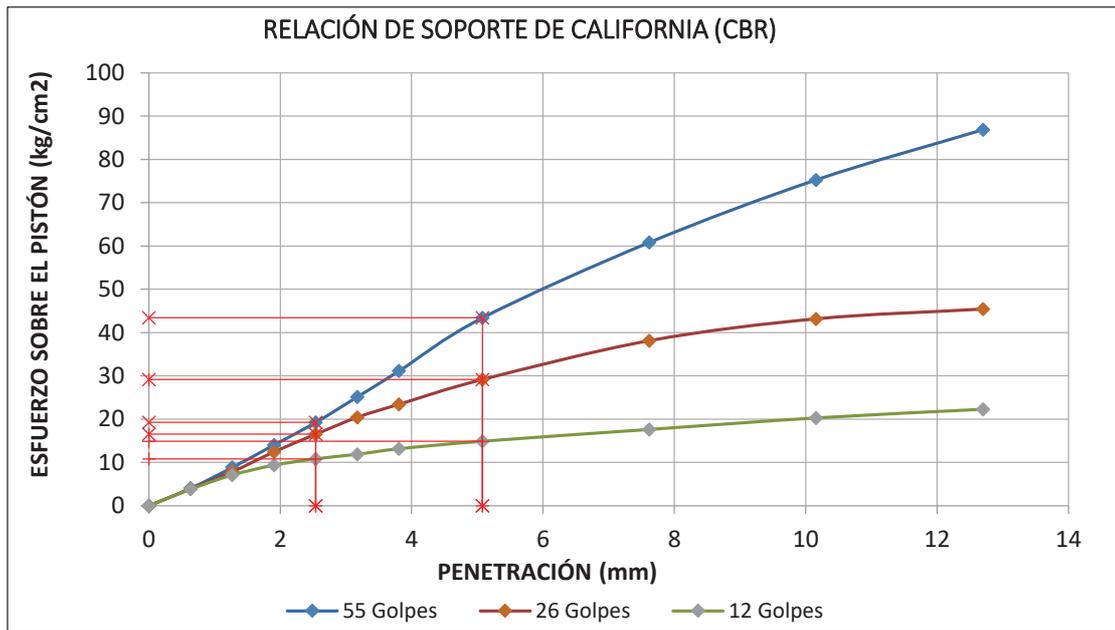
Anexo B.8.2.5-PS-12%: CBR suelo Tipo II (C-2 y C-3)

DATOS GENERALES				DIMENSIONES DEL MOLDE								
Densidad Seca Máxima =	1.97 cm ³	Peso del Martillo =	4.54 Kg	Diámetro =		15.24 cm						
Humedad Óptimo =	11.18 %	Altura de Caída del Martillo =	45.72 cm	Altura =		17.78 cm						
Adición de pegamento =	12 %	Número de Capas =	5	Altura de la Muestra =		11.64 cm						
Área del Pistón =	20.27 cm ²	Altura del Disco Espaciador =	6.14 cm	Volumen =		2123.85 cm ³						
DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN				MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03				
Peso del Molde (gr)				7070.00	7784.00			7096.00				
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)				12106.00	12631.00			11478.00				
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)				12128.00	12737.00			11675.00				
Peso del Agua Absorbida (gr)				22.00	106.00			197.00				
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)				5036.00	4847.00			4382.00				
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)				5058.00	4953.00			4579.00				
Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr)				4529.51	4359.52			3941.29				
Porcentaje de Absorción				0.49%	2.43%			5.00%				
Densidad Seca (gr/cm ³)				2.13	2.05			1.86				
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN				Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Capsula (gr)				14.40	18.40	19.21	19.06	18.70	17.88	19.59	18.82	18.51
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)				49.30	45.04	49.50	52.74	42.60	42.10	48.54	43.42	46.14
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)				45.56	42.18	45.99	48.68	39.84	38.72	44.52	40.36	41.92
Peso del Agua (gr)				3.74	2.86	3.51	4.06	2.76	3.38	4.02	3.06	4.22
Peso de la Muestra Seca (gr)				31.16	23.78	26.78	29.62	21.14	20.84	24.93	21.54	23.41
Humedad (%)				12.00%	12.03%	13.11%	13.71%	13.06%	16.22%	16.13%	14.21%	18.03%
Humedad Promedio (%)					12.38%			14.33%			16.12%	
Porcentaje de Absorción					1.20%			3.15%			1.25%	

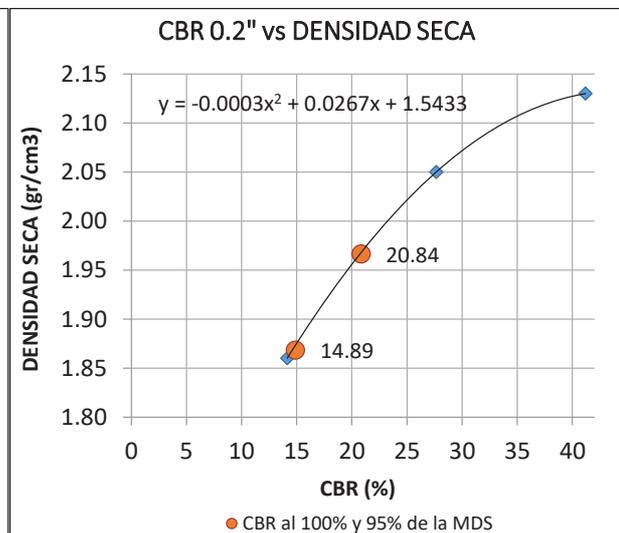
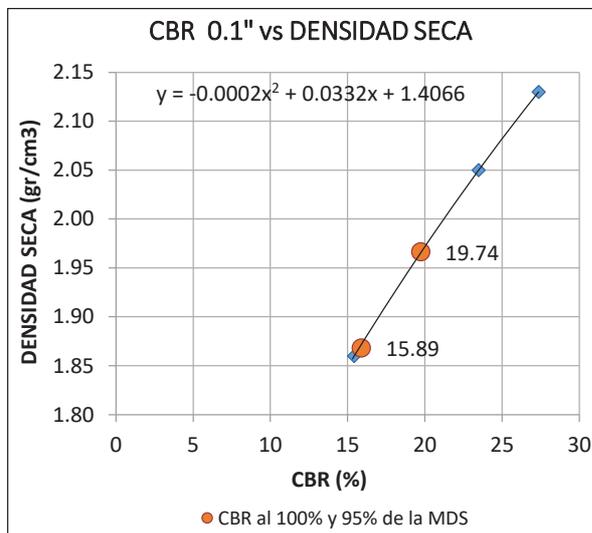
Tiempo	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06			
	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	
Transcurrido	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.	
Días	Horas									
Día 0	0	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
Día 1	24	1	0.025	0.02%	2	0.051	0.04%	2.5	0.064	0.05%
Día 2	48	2.7	0.069	0.06%	2.5	0.064	0.05%	2.5	0.064	0.05%
Día 3	72	3	0.076	0.07%	3.5	0.089	0.08%	2.5	0.064	0.05%
Día 4	96	3	0.076	0.07%	3.5	0.089	0.08%	3	0.076	0.07%

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial *0.001"	Penetración mm	MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
			Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %
	0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
	25	0.635	58	81.87	4.04		56	79.16	3.91		55	77.81	3.84	
	50	1.270	130	179.27	8.84		115	158.99	7.84		104	144.11	7.11	
	75	1.905	208	284.70	14.05		184	252.27	12.45		138	190.09	9.38	
70.31	100	2.540	286	390.02	19.24	27.37%	245	334.67	16.51	23.49%	160	219.83	10.85	15.43%
	125	3.175	375	510.09	25.17		304	414.32	20.44		176	241.46	11.91	
	150	3.810	465	631.37	31.15		349	475.03	23.44		195	267.13	13.18	
105.46	200	5.080	650	880.27	43.43	41.18%	435	590.96	29.16	27.65%	221	302.26	14.91	14.14%
	300	7.620	913	1233.17	60.84		570	772.70	38.12		262	357.63	17.64	
	400	10.160	1132	1526.18	75.30		646	874.89	43.17		302	411.62	20.31	
	500	12.700	1308	1761.11	86.89		680	920.58	45.42		332	452.10	22.31	

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Número de Golpes	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad Seca	Expansión	Absorción
55	27.37%	41.18%	2.13 gr/cm ³	0.07%	1.20%
26	23.49%	27.65%	2.05 gr/cm ³	0.08%	3.15%
12	15.43%	14.14%	1.86 gr/cm ³	0.07%	1.25%



Penetración	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la MDS	19.74%	20.84%
CBR al 95% de la MDS	15.89%	14.89%

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

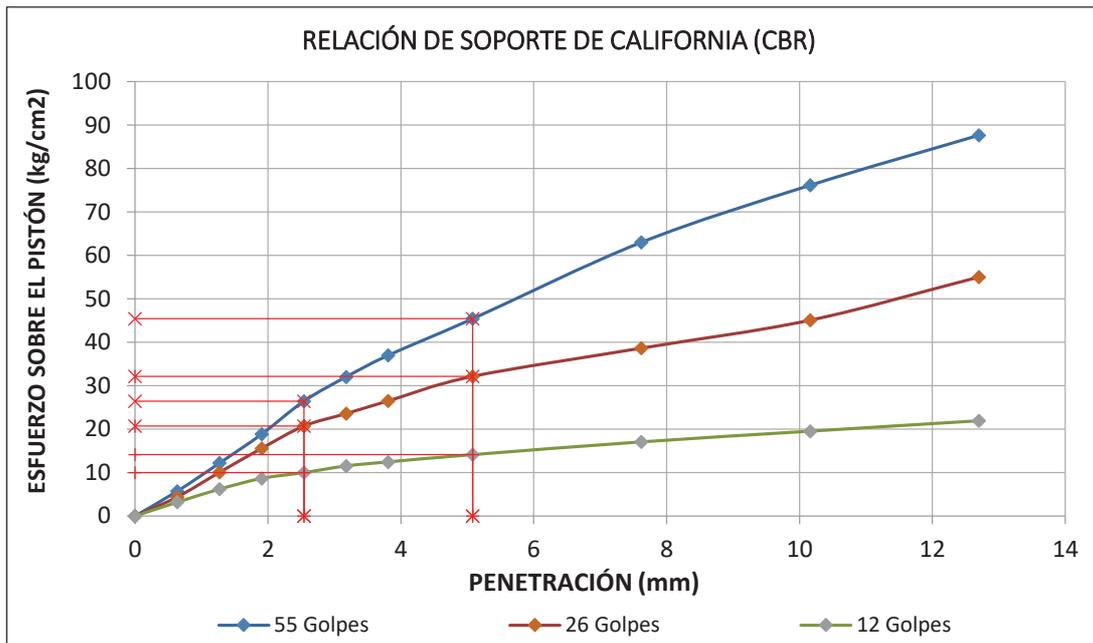
Anexo B.8.2.6-PS-15%: CBR suelo Tipo II (C-2 y C-3)

DATOS GENERALES				DIMENSIONES DEL MOLDE						
Densidad Seca Máxima =	1.93 cm ³	Peso del Martillo =	4.54 Kg	Diámetro =		15.24 cm				
Humedad Óptimo =	11.08 %	Altura de Caída del Martillo =	45.72 cm	Altura =		17.78 cm				
Adición de pegamento =	15%	Número de Capas =	5	Altura de la Muestra =		11.64 cm				
Área del Pistón =	20.27 cm ²	Altura del Disco Espaciador =	6.14 cm	Volumen =		2123.85 cm ³				
DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN				MUESTRA 04		MUESTRA 05		MUESTRA 06		
Peso del Molde (gr)		6285.00		7685.00		7645.00				
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)		11299.00		12196.00		11845.00				
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)		11329.00		12291.00		12027.00				
Peso del Agua Absorbida (gr)		30.00		95.00		182.00				
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)		5014.00		4511.00		4200.00				
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)		5044.00		4606.00		4382.00				
Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr)		4513.91		4061.08		3781.10				
Porcentaje de Absorción		0.66%		2.34%		4.81%				
Densidad Seca (gr/cm ³)		2.13		1.91		1.78				
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN										
		Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Capsula (gr)		14.66	14.58	14.86	14.84	14.74	14.34	14.74	14.78	14.66
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)		50.08	39.84	49.32	51.52	39.86	43.06	46.18	45.88	47.26
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)		46.50	37.38	45.40	47.38	37.18	39.50	42.02	41.90	42.12
Peso del Agua (gr)		3.58	2.46	3.92	4.14	2.68	3.56	4.16	3.98	5.14
Peso de la Muestra Seca (gr)		31.84	22.80	30.54	32.54	22.44	25.16	27.28	27.12	27.46
Humedad (%)		11.24%	10.79%	12.84%	12.72%	11.94%	14.15%	15.25%	14.68%	18.72%
Humedad Promedio (%)			11.62%			12.94%			16.21%	
Porcentaje de Absorción			0.54%			1.86%			1.25%	

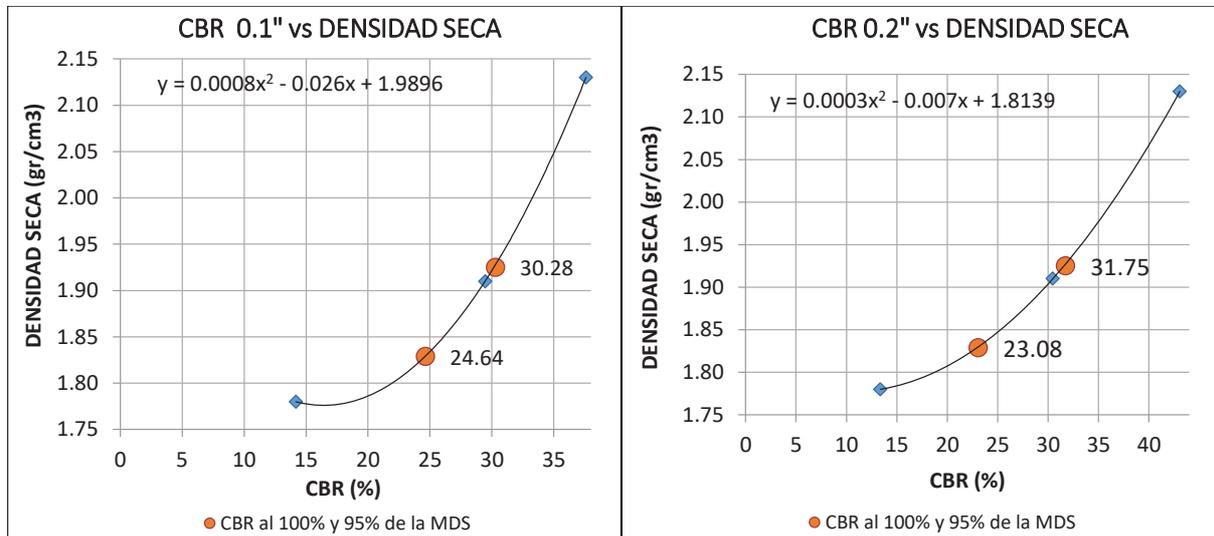
Tiempo Transcurrido	Días	Horas	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
			Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de
			*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.
Día 0	0	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	
Día 1	24	1	0.025	0.02%	2	0.051	0.04%	2.5	0.064	0.05%	
Día 2	48	2.7	0.069	0.06%	2.5	0.064	0.05%	2.5	0.064	0.05%	
Día 3	72	3	0.076	0.07%	3.5	0.089	0.08%	2.5	0.064	0.05%	
Día 4	96	3	0.076	0.07%	3.5	0.089	0.08%	3	0.076	0.07%	

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial	Penetración	MUESTRA 04				MUESTRA 05				MUESTRA 06			
			Fuerza	Esfuerzo	CBR	Fuerza	Esfuerzo	CBR	Fuerza	Esfuerzo	CBR			
			*0.001"	mm	Dial	kg	kg/cm ²	%	Dial	kg	kg/cm ²	%	Dial	kg	kg/cm^{2}	%
	0	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	25	0.635	83	115.70	5.71	63	88.64	4.37	45	64.28	3.17			
	50	1.270	180	246.86	12.18	148	203.61	10.05	90	125.17	6.18			
	75	1.905	280	381.93	18.84	231	315.76	15.58	127	175.22	8.64			
70.31	100	2.540	394	535.70	26.43	37.59%	308	419.71	20.71	29.45%	147	202.26	9.98	14.19%
	125	3.175	478	648.88	32.01	351	477.72	23.57	170	233.35	11.51			
	150	3.810	553	749.83	37.00	395	537.05	26.50	184	252.27	12.45			
105.46	200	5.080	680	920.58	45.42	43.07%	480	651.57	32.15	30.48%	209	286.05	14.11	13.38%
	300	7.620	946	1277.37	63.02	578	783.47	38.65	253	345.47	17.05			
	400	10.160	1145	1543.55	76.16	675	913.86	45.09	290	395.42	19.51			
	500	12.700	1320	1777.11	87.68	825	1115.21	55.02	326	444.00	21.91			

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Número de Golpes	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad Seca	Expansión	Absorción
55	37.59%	43.07%	2.13 gr/cm ³	0.07%	0.54%
26	29.45%	30.48%	1.91 gr/cm ³	0.08%	1.86%
12	14.19%	13.38%	1.78 gr/cm ³	0.07%	1.25%



Penetración	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la MDS	30.28%	31.75%
CBR al 95% de la MDS	24.64%	23.08%

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.8.3: Capacidad de soporte CBR suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

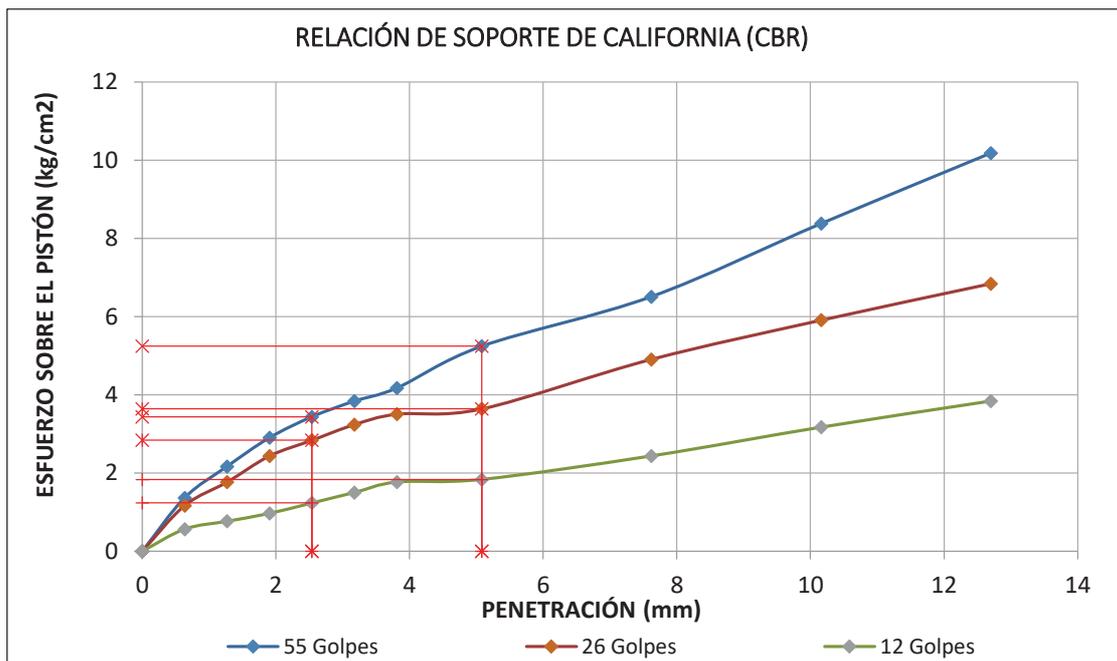
Anexo B.8.3.1-SPS: CBR suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

DATOS GENERALES				DIMENSIONES DEL MOLDE						
Densidad Seca Máxima =	1.63 cm ³	Peso del Martillo =	4.54 Kg	Diámetro =		15.24 cm				
Humedad Óptimo =	14.69 %	Altura de Caída del Martillo =	45.72 cm	Altura =		17.78 cm				
Adición de pegamento =	0 %	Número de Capas =	5	Altura de la Muestra =		11.64 cm				
Área del Pistón =	20.27 cm ²	Altura del Disco Espaciador =	6.14 cm	Volumen =		2123.85 cm ³				
DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN				MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		
Peso del Molde (gr)			7345.00		7266.00		7178.00			
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)			11741.00		11366.00		10856.00			
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)			11913.00		11635.00		11261.00			
Peso del Agua Absorbida (gr)			172.00		269.00		405.00			
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)			4396.00		4100.00		3678.00			
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)			4568.00		4369.00		4083.00			
Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr)			3832.92		3574.84		3206.89			
Porcentaje de Absorción			4.49%		7.52%		12.63%			
Densidad Seca (gr/cm ³)			1.80		1.68		1.51			
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN										
		Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Capsula (gr)		14.74	14.34	14.64	14.78	14.64	14.84	14.52	14.64	14.72
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)		55.17	49.14	53.90	62.34	52.43	53.15	58.10	52.54	56.70
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)		46.72	45.58	43.56	52.52	45.40	45.36	48.76	44.62	47.78
Peso del Agua (gr)		8.45	3.56	10.34	9.82	7.03	7.79	9.34	7.92	8.92
Peso de la Muestra Seca (gr)		31.98	31.24	28.92	37.74	30.76	30.52	34.24	29.98	33.06
Humedad (%)		26.42%	11.40%	35.75%	26.02%	22.85%	25.52%	27.28%	26.42%	26.98%
Humedad Promedio (%)			24.52%			24.80%			26.89%	
Porcentaje de Absorción			9.83%			10.11%			12.20%	

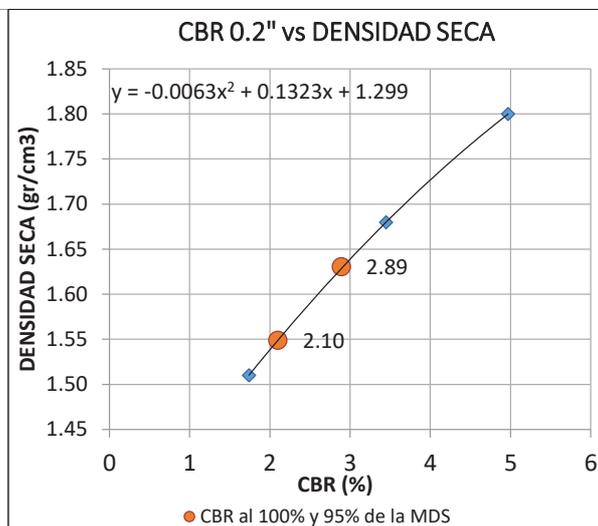
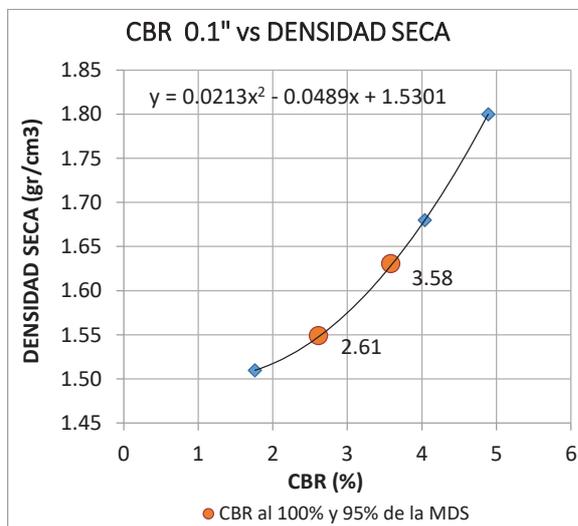
Tiempo Transcurrido Días	Horas	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03		
		Dial *0.001"	Deform mm	% de Expans.	Dial *0.001"	Deform mm	% de Expans.	Dial *0.001"	Deform mm	% de Expans.
Día 0	0	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
Día 1	24	61	1.549	1.33%	42.5	1.080	0.93%	20	0.508	0.44%
Día 2	48	67	1.702	1.46%	60	1.524	1.31%	29	0.737	0.63%
Día 3	72	71	1.803	1.55%	57	1.448	1.24%	46	1.168	1.00%
Día 4	96	73.2	1.859	1.60%	58.1	1.476	1.27%	50	1.270	1.09%

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial *0.001"	Penetración mm	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03						
			Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %	
	0	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
	25	0.635	18	27.72	1.37	15	23.66	1.17	6	11.47	0.57				
	50	1.270	30	43.97	2.17	24	35.85	1.77	9	15.54	0.77				
	75	1.905	41	58.86	2.90	34	49.38	2.44	12	19.60	0.97				
70.31	100	2.540	49	69.69	3.44	40	57.51	2.84	4.04%	16	25.01	1.23	1.76%		
	125	3.175	55	77.81	3.84	46	65.63	3.24	20	30.43	1.50				
	150	3.810	60	84.58	4.17	50	71.04	3.51	24	35.85	1.77				
105.46	200	5.080	76	106.23	5.24	52	73.75	3.64	3.45%	25	37.20	1.84	1.74%		
	300	7.620	95	131.93	6.51	71	99.46	4.91	34	49.38	2.44				
	400	10.160	123	169.81	8.38	86	119.76	5.91	45	64.28	3.17				
	500	12.700	150	206.31	10.18	100	138.70	6.84	55	77.81	3.84				

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Número de Golpes	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad Seca	Expansión	Absorción
55	4.89%	4.97%	1.80 gr/cm ³	1.60%	9.83%
26	4.04%	3.45%	1.68 gr/cm ³	1.27%	10.11%
12	1.76%	1.74%	1.51 gr/cm ³	1.09%	12.20%



penetración	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la MDS	3.58%	2.89%
CBR al 95% de la MDS	2.61%	2.10%

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

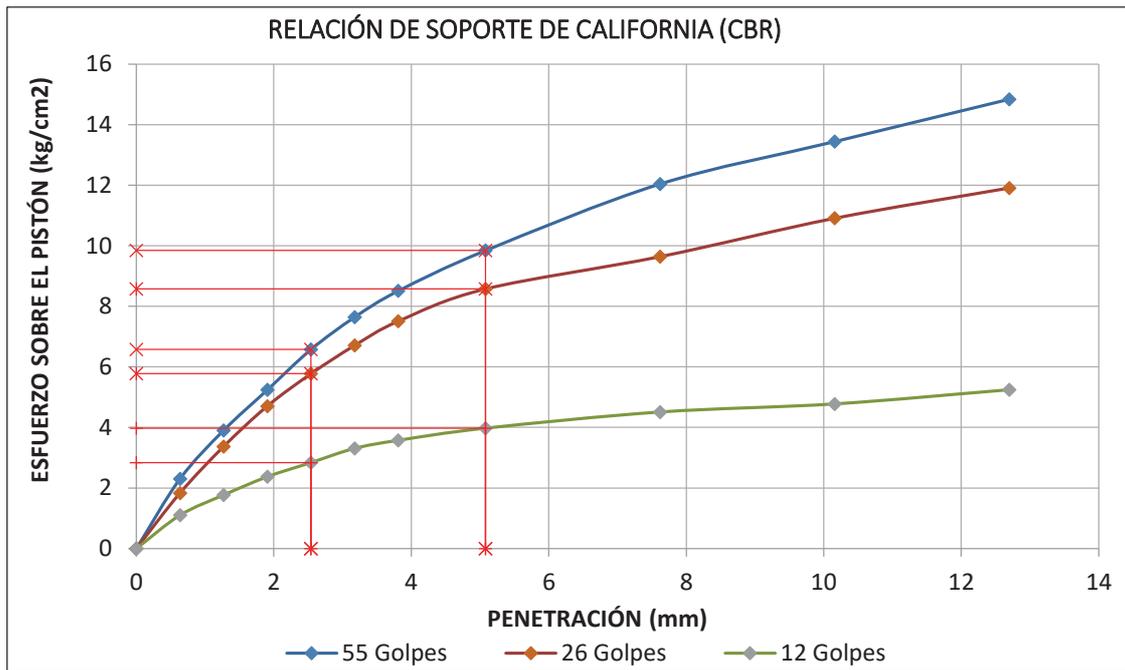
Anexo B.8.3.2-PS-3%: CBR suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

DATOS GENERALES				DIMENSIONES DEL MOLDE						
Densidad Seca Máxima =	1.74 cm ³	Peso del Martillo =	4.54 Kg	Diámetro =		15.24 cm				
Humedad Óptimo =	15.27 %	Altura de Caída del Martillo =	45.72 cm	Altura =		17.78 cm				
Adición de pegamento =	3 %	Número de Capas =	5	Altura de la Muestra =		11.64 cm				
Área del Pistón =	20.27 cm ²	Altura del Disco Espaciador =	6.14 cm	Volumen =		2123.85 cm ³				
DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN				MUESTRA 04		MUESTRA 05		MUESTRA 06		
Peso del Molde (gr)				7305.00		7364.00		7480.00		
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)				11753.00		11589.00		11004.00		
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)				11854.00		11771.00		11433.00		
Peso del Agua Absorbida (gr)				101.00		182.00		499.00		
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)				4448.00		4225.00		3524.00		
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)				4549.00		4407.00		3953.00		
Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr)				3858.76		3665.30		3057.16		
Porcentaje de Absorción				2.62%		4.97%		14.03%		
Densidad Seca (gr/cm ³)				1.86		1.73		1.44		
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN										
		Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Capsula (gr)		14.90	14.52	14.42	14.54	14.50	14.74	14.32	14.66	14.36
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)		52.56	54.90	52.08	53.67	54.23	55.53	55.79	52.82	50.41
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)		45.50	48.74	45.81	45.84	47.44	47.34	46.99	45.19	43.13
Peso del Agua (gr)		7.06	6.16	6.27	7.83	6.79	8.19	8.80	7.63	7.28
Peso de la Muestra Seca (gr)		30.60	34.22	31.39	31.30	32.94	32.60	32.67	30.53	28.77
Humedad (%)		23.07%	18.00%	19.97%	25.02%	20.61%	25.12%	26.94%	24.99%	25.30%
Humedad Promedio (%)			20.35%			23.58%			25.74%	
Porcentaje de Absorción			5.08%			8.31%			10.47%	

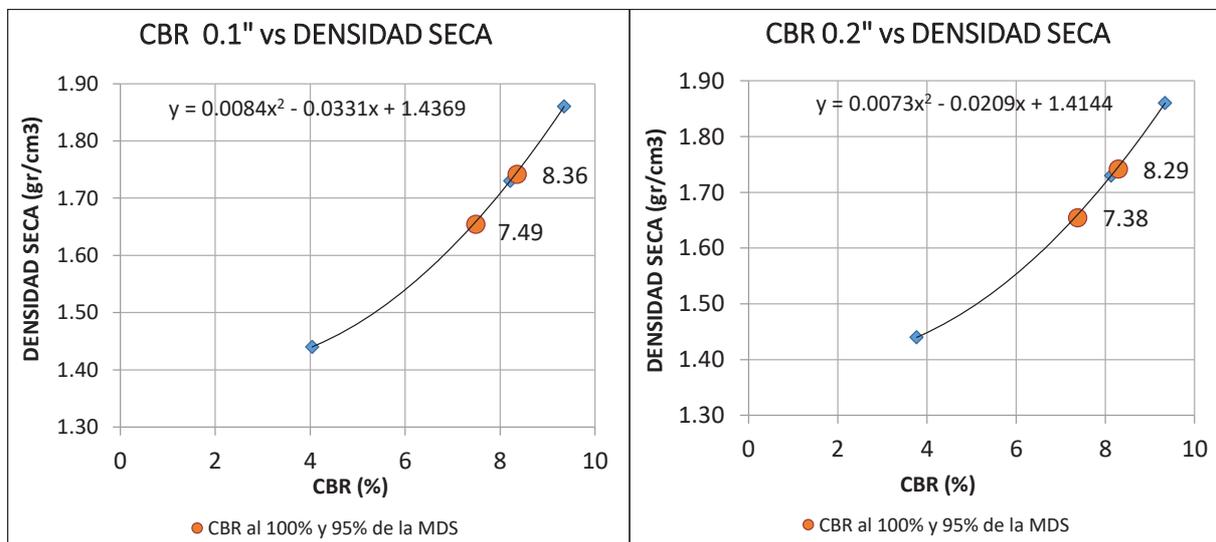
Tiempo Transcurrido Días Horas	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
	Dial *0.001"	Deform mm	% de Expans.	Dial *0.001"	Deform mm	% de Expans.	Dial *0.001"	Deform mm	% de Expans.
Día 0	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
Día 1	24	61	1.549	72	1.829	1.57%	43	1.092	0.94%
Día 2	48	64	1.626	92	2.337	2.01%	77	1.956	1.68%
Día 3	72	69.2	1.758	99	2.515	2.16%	102	2.591	2.23%
Día 4	96	68.5	1.740	100.2	2.545	2.19%	112	2.845	2.44%

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial *0.001"	Penetración mm	MUESTRA 04				MUESTRA 05				MUESTRA 06			
			Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %
0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		
25	0.635	32	46.68	2.30		25	37.20	1.84		14	22.31	1.10		
50	1.270	56	79.16	3.91		48	68.34	3.37		24	35.85	1.77		
75	1.905	76	106.23	5.24		68	95.40	4.71		33	48.03	2.37		
70.31	100	2.540	96	133.29	6.58	9.35%	84	117.05	5.78	8.21%	40	57.51	2.84	4.04%
125	3.175	112	154.93	7.64		98	135.99	6.71		47	66.98	3.30		
150	3.810	125	172.51	8.51		110	152.22	7.51		51	72.40	3.57		
105.46	200	5.080	145	199.55	9.85	9.34%	126	173.86	8.58	8.13%	57	80.52	3.97	3.77%
300	7.620	178	244.16	12.05		142	195.50	9.65		65	91.34	4.51		
400	10.160	199	272.54	13.45		161	221.18	10.91		69	96.76	4.77		
500	12.700	220	300.91	14.85		176	241.46	11.91		76	106.23	5.24		

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Número de Golpes	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad Seca	Expansión	Absorción
55	9.35%	9.34%	1.86 gr/cm3	1.49%	5.08%
26	8.21%	8.13%	1.73 gr/cm3	2.19%	8.31%
12	4.04%	3.77%	1.44 gr/cm3	2.44%	10.47%



penetración	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la MDS	8.36%	8.29%
CBR al 95% de la MDS	7.49%	7.38%

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

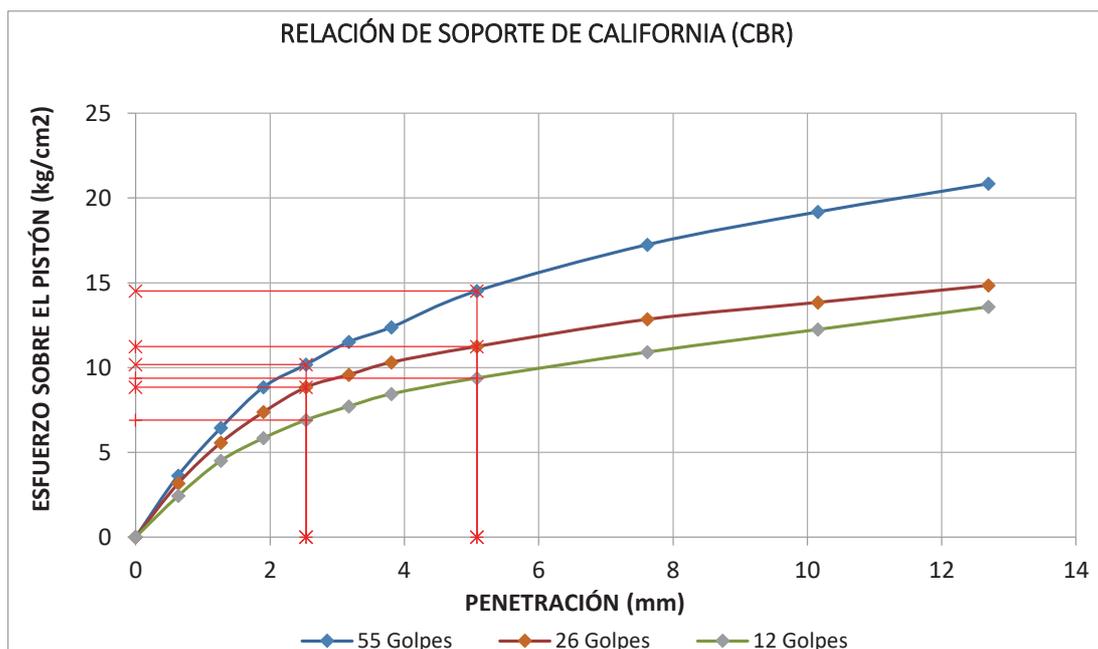
Anexo B.8.3.3-PS-6%: CBR suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

DATOS GENERALES				DIMENSIONES DEL MOLDE								
Densidad Seca Máxima =	1.76 cm ³	Peso del Martillo =	4.54 Kg	Diámetro =			15.24 cm					
Humedad Óptimo =	16.28 %	Altura de Cuida del Martillo =	45.72 cm	Altura =			17.78 cm					
Adición de pegamento =	6%	Número de Capas =	5	Altura de la Muestra =			11.64 cm					
Área del Pistón =	20.27 cm ²	Altura del Disco Espaciador =	6.14 cm	Volumen =			2123.85 cm ³					
DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN				MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03				
Peso del Molde (gr)				7877.00		7347.00		7304.00				
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)				12315.00		11612.00		11382.00				
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)				12341.00		11702.00		11545.00				
Peso del Agua Absorbida (gr)				26.00		90.00		163.00				
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)				4438.00		4265.00		4078.00				
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)				4464.00		4355.00		4241.00				
Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr)				3816.55		3667.77		3506.96				
Porcentaje de Absorción				0.68%		2.45%		4.65%				
Densidad Seca (gr/cm ³)				1.80		1.73		1.65				
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN				Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Capsula (gr)				11.52	11.64	11.32	10.98	11.36	18.30	18.56	18.40	14.44
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)				62.30	61.11	63.86	65.17	64.75	75.86	73.51	70.31	65.45
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)				54.36	53.75	55.82	57.12	55.14	66.08	65.40	62.54	57.52
Peso del Agua (gr)				7.94	7.36	8.04	8.05	9.61	9.78	8.11	7.77	7.93
Peso de la Muestra Seca (gr)				42.84	42.11	44.50	46.14	43.78	47.78	46.84	44.14	43.08
Humedad (%)				18.53%	17.48%	18.07%	17.45%	21.95%	20.47%	17.31%	17.60%	18.41%
Humedad Promedio (%)				18.03%			19.96%			17.77%		
Porcentaje de Absorción				1.74%			3.67%			1.49%		

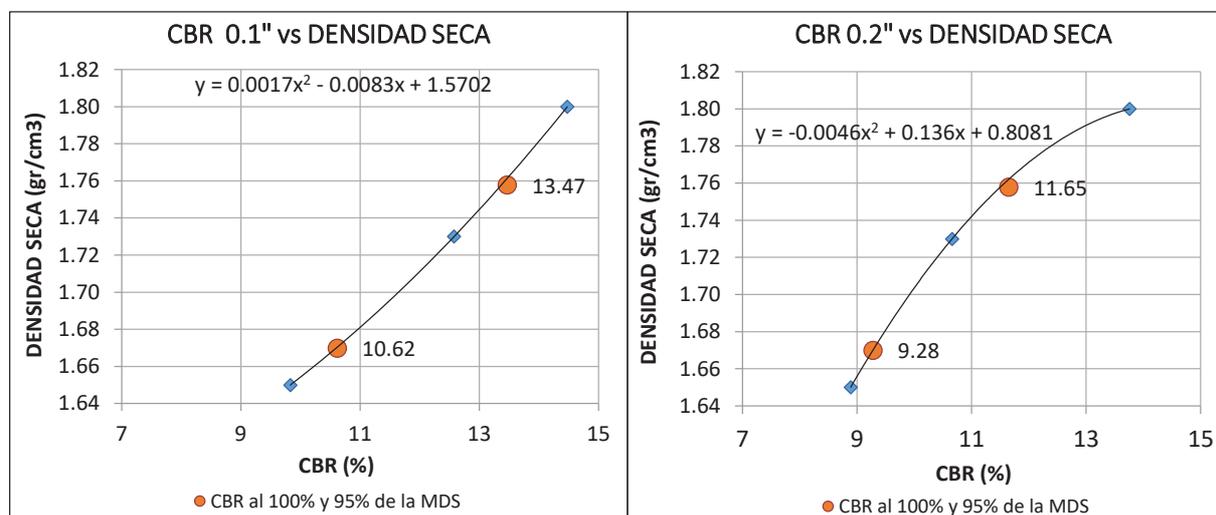
Tiempo	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de
Transcurrido	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.
Días	Horas								
Día 0	0	0	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
Día 1	24	1.53	0.03%	1.25	0.032	0.03%	1.14	0.029	0.02%
Día 2	48	1.6	0.03%	1.41	0.036	0.03%	1.27	0.032	0.03%
Día 3	72	1.64	0.04%	1.492	0.038	0.03%	1.35	0.034	0.03%
Día 4	96	1.686	0.04%	1.53	0.039	0.03%	1.38	0.035	0.03%

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial *0.001"	Penetración mm	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03					
			Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %
	0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
	25	0.635	52	73.75	3.64		45	64.28	3.17		34	49.38	2.44	
	50	1.270	94	130.58	6.44		81	112.99	5.57		65	91.34	4.51	
	75	1.905	130	179.27	8.84		108	149.52	7.38		85	118.41	5.84	
70.31	100	2.540	150	206.31	10.18	14.48%	130	179.27	8.84	12.58%	101	140.05	6.91	9.83%
	125	3.175	170	233.35	11.51		141	194.15	9.58		113	156.28	7.71	
	150	3.810	183	250.92	12.38		152	209.02	10.31		124	171.16	8.44	
105.46	200	5.080	215	294.15	14.51	13.76%	166	227.94	11.25	10.66%	138	190.09	9.38	8.89%
	300	7.620	256	349.53	17.24		190	260.38	12.85		161	221.18	10.91	
	400	10.160	285	388.67	19.18		205	280.64	13.85		181	248.21	12.25	
	500	12.700	310	422.41	20.84		220	300.91	14.85		201	275.24	13.58	

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Número de Golpes	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad Seca	Expansión	Absorción
55	14.48%	13.76%	1.80 gr/cm ³	0.04%	1.74%
26	12.58%	10.66%	1.73 gr/cm ³	0.03%	3.67%
12	9.83%	8.89%	1.65 gr/cm ³	0.03%	1.49%



penetración	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la MDS	13.47%	11.65%
CBR al 95% de la MDS	10.62%	9.28%

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

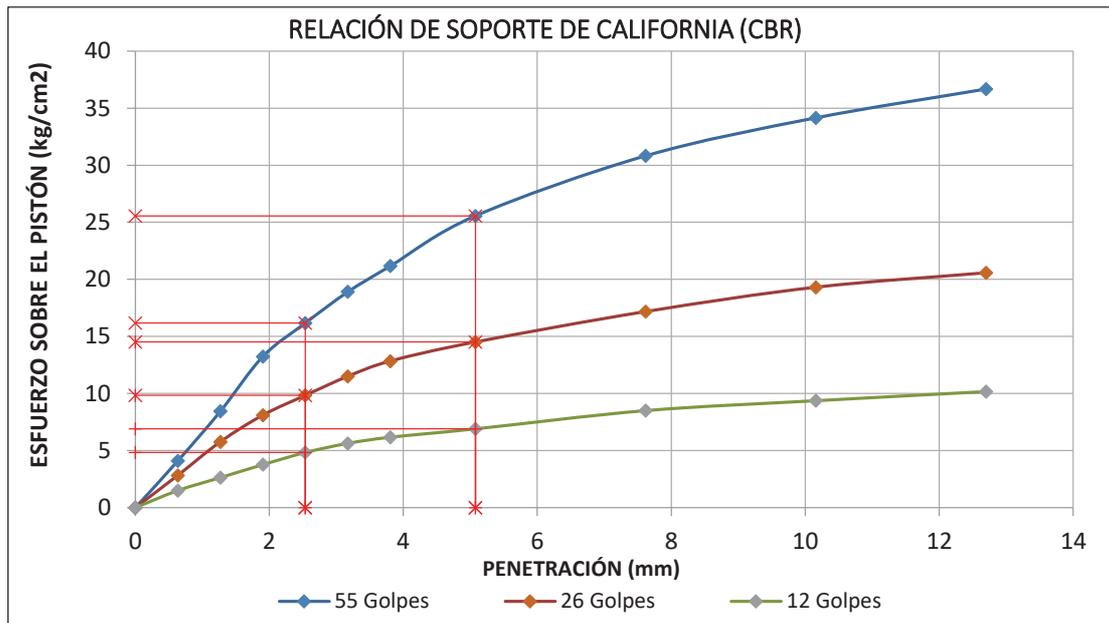
Anexo B.8.3.4-PS-9%: CBR suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

DATOS GENERALES				DIMENSIONES DEL MOLDE								
Densidad Seca Máxima =	1.77 cm ³	Peso del Martillo =	4.54 Kg	Diámetro =		15.24 cm						
Humedad Óptimo =	15.90 %	Altura de Caída del Martillo =	45.72 cm	Altura =		17.78 cm						
Adición de pegamento =	9%	Número de Capas =	5	Altura de la Muestra =		11.64 cm						
Área del Pistón =	20.27 cm ²	Altura del Disco Espaciador =	6.14 cm	Volumen =		2123.85 cm ³						
DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN				MUESTRA 04		MUESTRA 05		MUESTRA 06				
Peso del Molde (gr)			6903.00		7266.00		7209.00					
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)			11377.00		11522.00		11082.00					
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)			11438.00		11647.00		11347.00					
Peso del Agua Absorbida (gr)			61.00		125.00		265.00					
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)			4474.00		4256.00		3873.00					
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)			4535.00		4381.00		4138.00					
Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr)			3860.26		3672.16		3341.70					
Porcentaje de Absorción			1.58%		3.40%		7.93%					
Densidad Seca (gr/cm ³)			1.82		1.73		1.57					
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN				Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Capsula (gr)			11.40	10.56	11.74	10.74	11.20	11.44	11.28	11.34	11.44	
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)			61.92	66.62	52.60	60.74	50.75	60.04	58.40	55.16	61.12	
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)			55.01	60.19	45.73	52.71	45.45	50.95	50.44	49.07	51.72	
Peso del Agua (gr)			6.91	6.43	6.87	8.03	5.30	9.09	7.96	6.09	9.40	
Peso de la Muestra Seca (gr)			43.61	49.63	33.99	41.97	34.25	39.51	39.16	37.73	40.28	
Humedad (%)			15.84%	12.96%	20.21%	19.13%	15.47%	23.01%	20.33%	16.14%	23.34%	
Humedad Promedio (%)			16.34%				19.20%			19.93%		
Porcentaje de Absorción				0.44%			3.31%			4.04%		

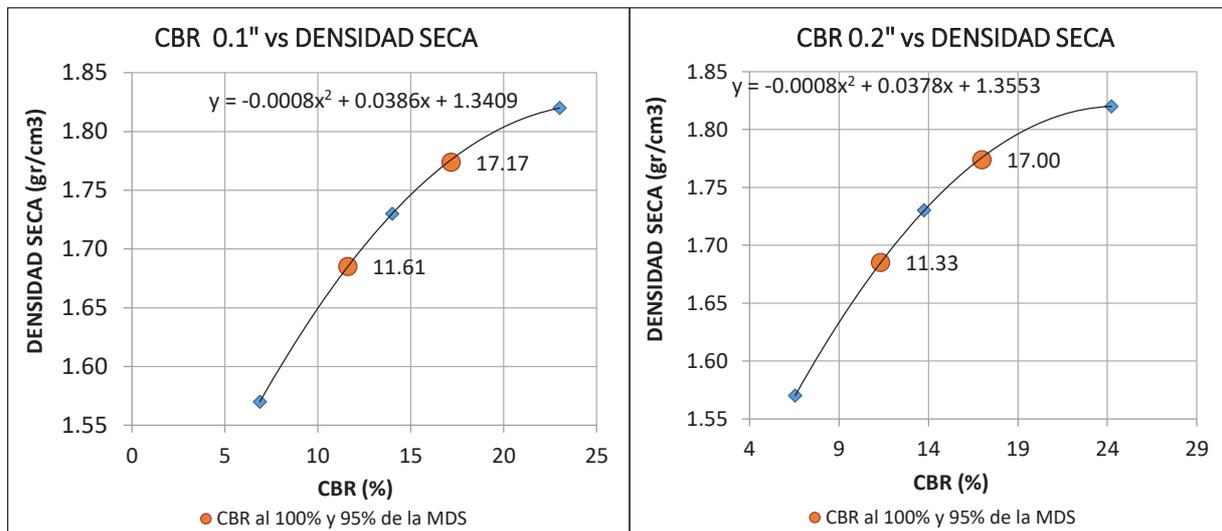
Tiempo		MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
Transcurrido	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	
Días	Horas	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.
Día 0	0	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
Día 1	24	64	1.626	1.40%	50	1.270	1.09%	16	0.406	0.35%
Día 2	48	68	1.727	1.48%	55	1.397	1.20%	25	0.635	0.55%
Día 3	72	74.5	1.892	1.63%	60.5	1.537	1.32%	31	0.787	0.68%
Día 4	96	75.8	1.925	1.65%	65	1.651	1.42%	33.1	0.841	0.72%

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial *0.001"	Penetración mm	MUESTRA 04				MUESTRA 05				MUESTRA 06			
			Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %
	0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
	25	0.635	59	83.22	4.11		40	57.51	2.84		20	30.43	1.50	
	50	1.270	124	171.16	8.44		84	117.05	5.78		37	53.45	2.64	
	75	1.905	196	268.48	13.25		119	164.40	8.11		54	76.46	3.77	
70.31	100	2.540	240	327.92	16.18	23.01%	145	199.55	9.85	14.00%	70	98.11	4.84	6.88%
	125	3.175	281	383.28	18.91		170	233.35	11.51		82	114.35	5.64	
	150	3.810	315	429.16	21.17		190	260.38	12.85		90	125.17	6.18	
105.46	200	5.080	381	518.18	25.57	24.24%	215	294.15	14.51	13.76%	101	140.05	6.91	6.55%
	300	7.620	460	624.64	30.82		255	348.18	17.18		125	172.51	8.51	
	400	10.160	510	691.96	34.14		287	391.37	19.31		138	190.09	9.38	
	500	12.700	548	743.11	36.66		306	417.02	20.57		150	206.31	10.18	

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Número de Golpes	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad Seca	Expansión	Absorción
55	23.01%	24.24%	1.82 gr/cm ³	1.65%	0.44%
26	14.00%	13.76%	1.73 gr/cm ³	1.42%	3.31%
12	6.88%	6.55%	1.57 gr/cm ³	0.72%	4.04%



penetración	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la MDS	17.17%	17.00%
CBR al 95% de la MDS	11.61%	11.33%

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

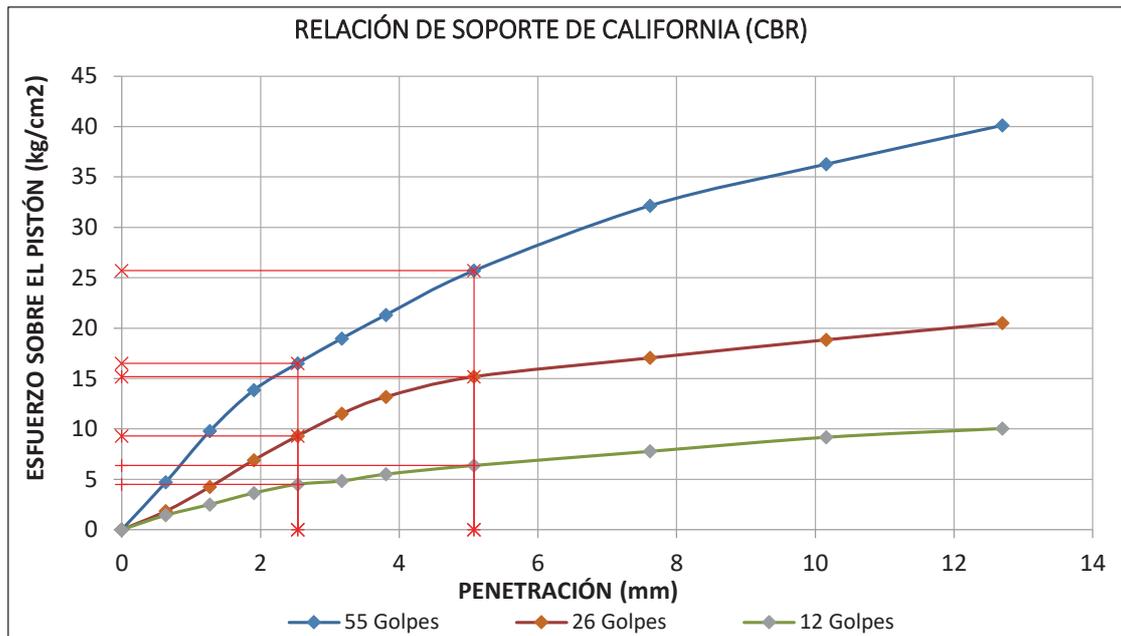
Anexo B.8.3.5-PS-12%: CBR suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

DATOS GENERALES				DIMENSIONES DEL MOLDE								
Densidad Seca Máxima =	1.75 cm ³	Peso del Martillo =	4.54 Kg	Diámetro =			15.24 cm					
Humedad Óptimo =	14.65 %	Altura de Caída del Martillo =	45.72 cm	Altura =			17.78 cm					
Adición de pegamento =	12 %	Número de Capas =	5	Altura de la Muestra =			11.64 cm					
Área del Pistón =	20.27 cm ²	Altura del Disco Espaciador =	6.14 cm	Volumen =			2123.85 cm ³					
DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN				MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03				
Peso del Molde (gr)		7423.00		7371.00		7451.00						
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)		11778.00		11521.00		11265.00						
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)		11867.00		11703.00		11558.00						
Peso del Agua Absorbida (gr)		89.00		182.00		293.00						
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)		4355.00		4150.00		3814.00						
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)		4444.00		4332.00		4107.00						
Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr)		3798.44		3619.64		3326.58						
Porcentaje de Absorción		2.34%		5.03%		8.81%						
Densidad Seca (gr/cm ³)		1.79		1.70		1.57						
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN				Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Capsula (gr)		18.76	18.44	8.88	8.78	8.74	8.56	14.66	14.64	14.68		
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)		58.16	46.90	46.00	39.42	41.18	35.98	54.90	54.92	53.84		
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)		50.18	42.30	38.64	33.24	35.02	30.52	48.38	46.48	43.94		
Peso del Agua (gr)		7.98	4.60	7.36	6.18	6.16	5.46	6.52	8.44	9.90		
Peso de la Muestra Seca (gr)		31.42	23.86	29.76	24.46	26.28	21.96	33.72	31.84	29.26		
Humedad (%)		25.40%	19.28%	24.73%	25.27%	23.44%	24.86%	19.34%	26.51%	33.83%		
Humedad Promedio (%)			23.14%			24.52%			26.56%			
Porcentaje de Absorción			8.48%			9.87%			11.91%			

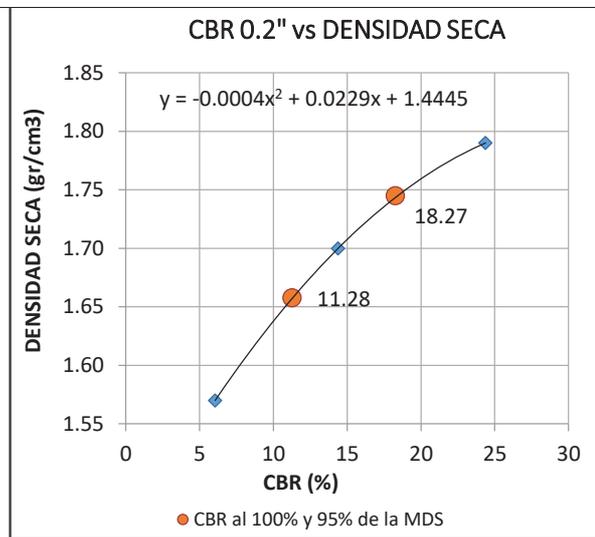
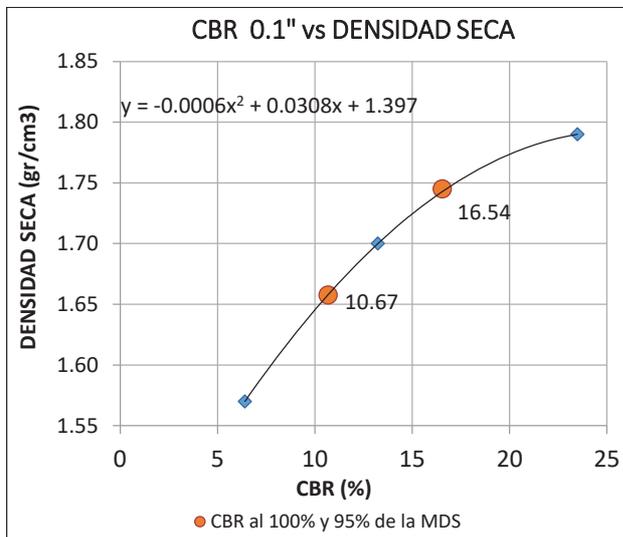
Tiempo Transcurrido	Dial Horas	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
		Dial *0.001"	Deform mm	% de Expans.	Dial *0.001"	Deform mm	% de Expans.	Dial *0.001"	Deform mm	% de Expans.
Día 0	0	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
Día 1	24	58	1.473	1.27%	55	1.397	1.20%	39	0.991	0.85%
Día 2	48	59	1.499	1.29%	58	1.473	1.27%	40.5	1.029	0.88%
Día 3	72	66.5	1.689	1.45%	63.5	1.613	1.39%	44	1.118	0.96%
Día 4	96	68	1.727	1.48%	66	1.676	1.44%	46.7	1.186	1.02%

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial *0.001"	Penetración mm	MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
			Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %
	0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
	25	0.635	68	95.40	4.71		25	37.20	1.84		19	29.08	1.43	
	50	1.270	144	198.20	9.78		61	85.93	4.24		35	50.74	2.50	
	75	1.905	220	300.91	14.85		101	140.05	6.91		52	73.75	3.64	
70.31	100	2.540	245	334.67	16.51	23.49%	137	188.74	9.31	13.24%	65	91.34	4.51	6.41%
	125	3.175	282	384.63	18.98		170	233.35	11.51		70	98.11	4.84	
	150	3.810	317	431.86	21.31		195	267.13	13.18		80	111.64	5.51	
105.46	200	5.080	383	520.87	25.70	24.37%	225	307.66	15.18	14.39%	93	129.23	6.38	6.05%
	300	7.620	480	651.57	32.15		253	345.47	17.05		114	157.63	7.78	
	400	10.160	542	735.03	36.27		280	381.93	18.84		135	186.03	9.18	
	500	12.700	600	813.05	40.11		305	415.67	20.51		148	203.61	10.05	

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Número de Golpes	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad Seca	Expansión	Absorción
55	23.49%	24.37%	1.79 gr/cm ³	1.48%	8.48%
26	13.24%	14.39%	1.70 gr/cm ³	1.44%	9.87%
12	6.41%	6.05%	1.57 gr/cm ³	1.02%	11.91%



penetración	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la MDS	16.54%	18.27%
CBR al 95% de la MDS	10.67%	11.28%

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

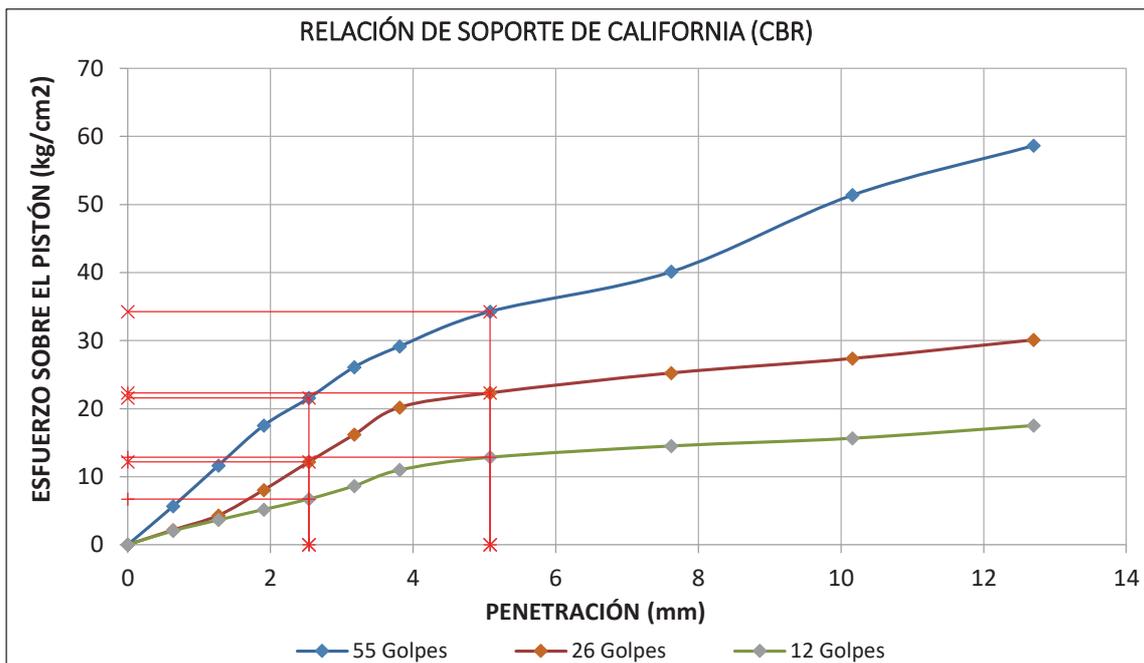
Anexo B.8.3.6-PS-15%: CBR suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

DATOS GENERALES				DIMENSIONES DEL MOLDE							
Densidad Seca Máxima =	1.72 cm ³	Peso del Martillo =	4.54 Kg	Diámetro =		15.24 cm					
Humedad Óptimo =	16.29 %	Altura de Caída del Martillo =	45.72 cm	Altura =		17.78 cm					
Adición de pegamento =	15%	Número de Capas =	5	Altura de la Muestra =		11.64 cm					
Área del Pistón =	20.27 cm ²	Altura del Disco Espaciador =	6.14 cm	Volumen =		2123.85 cm ³					
DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN				MUESTRA 04		MUESTRA 05		MUESTRA 06			
Peso del Molde (gr)			7488.00		7315.00		7295.00				
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)			11932.00		11539.00		11290.00				
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)			11996.00		11671.00		11508.00				
Peso del Agua Absorbida (gr)			64.00		132.00		218.00				
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)			4444.00		4224.00		3995.00				
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)			4508.00		4356.00		4213.00				
Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr)			3821.64		3632.45		3435.52				
Porcentaje de Absorción			1.67%		3.63%		6.35%				
Densidad Seca (gr/cm ³)			1.80		1.71		1.62				
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN											
			Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Capsula (gr)			14.44	14.40	14.32	14.58	14.86	14.46	14.58	14.26	14.60
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)			48.28	50.56	49.90	55.26	48.24	52.24	49.59	58.12	49.46
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)			42.94	45.26	44.24	48.12	42.76	45.50	43.16	50.20	42.72
Peso del Agua (gr)			5.34	5.30	5.66	7.14	5.48	6.74	6.43	7.92	6.74
Peso de la Muestra Seca (gr)			28.50	30.86	29.92	33.54	27.90	31.04	28.58	35.94	28.12
Humedad (%)			18.74%	17.17%	18.92%	21.29%	19.64%	21.71%	22.50%	22.04%	23.97%
Humedad Promedio (%)				18.28%			20.88%			22.83%	
Porcentaje de Absorción				1.99%			4.60%			6.55%	

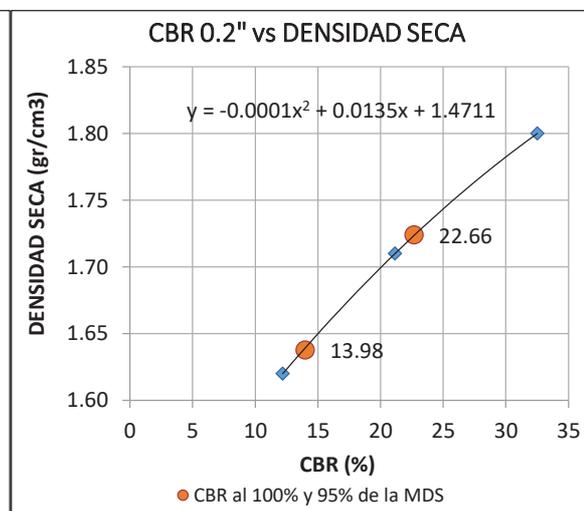
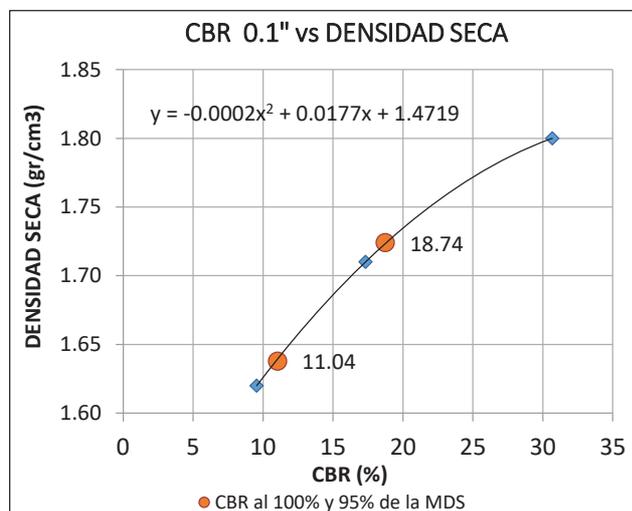
Tiempo Transcurrido	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06			
	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	
	Días	Horas	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.
Día 0	0	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
Día 1	24	49	1.245	1.07%	38.5	0.978	0.84%	14.8	0.376	0.32%
Día 2	48	54.5	1.384	1.19%	43.2	1.097	0.94%	20	0.508	0.44%
Día 3	72	56	1.422	1.22%	48.2	1.224	1.05%	23	0.584	0.50%
Día 4	96	59.3	1.506	1.29%	51	1.295	1.11%	26	0.660	0.57%

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial	Penetración	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06					
			Dial	Fuerza	Esfuerzo	CBR	Dial	Fuerza	Esfuerzo	CBR	Dial	Fuerza	Esfuerzo	CBR
	*0.001"	mm		kg	kg/cm ²	%		kg	kg/cm ²	%		kg	kg/cm ²	%
	0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
	25	0.635	82	114.35	5.64		30	43.97	2.17		28	41.26	2.04	
	50	1.270	172	236.05	11.65		62	87.28	4.31		52	73.75	3.64	
	75	1.905	260	354.93	17.51		118	163.04	8.04		75	104.88	5.17	
70.31	100	2.540	321	437.26	21.57	30.68%	180	246.86	12.18	17.32%	98	235.99	6.71	9.54%
	125	3.175	389	528.96	26.10		250	341.42	16.85		127	175.22	8.64	
	150	3.810	435	590.96	29.16		310	422.41	20.84		162	222.53	10.98	
105.46	200	5.080	512	694.66	34.27	32.50%	332	452.10	22.31	21.15%	190	260.38	12.85	12.18%
	300	7.620	600	813.05	40.11		376	511.44	25.23		215	294.15	14.51	
	400	10.160	770	1041.42	51.38		408	554.57	27.36		232	317.12	15.65	
	500	12.700	880	1188.95	58.66		449	609.82	30.09		260	354.93	17.51	

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Número de Golpes	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad Seca	Expansión	Absorción
55	30.68%	32.50%	1.80 gr/cm ³	1.29%	1.99%
26	17.32%	21.15%	1.71 gr/cm ³	1.11%	4.60%
12	9.54%	12.18%	1.62 gr/cm ³	0.57%	6.55%



penetración	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la MDS	18.74%	22.66%
CBR al 95% de la MDS	11.04%	13.98%

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.8.4: Capacidad de soporte CBR suelo Tipo IV (C-5)

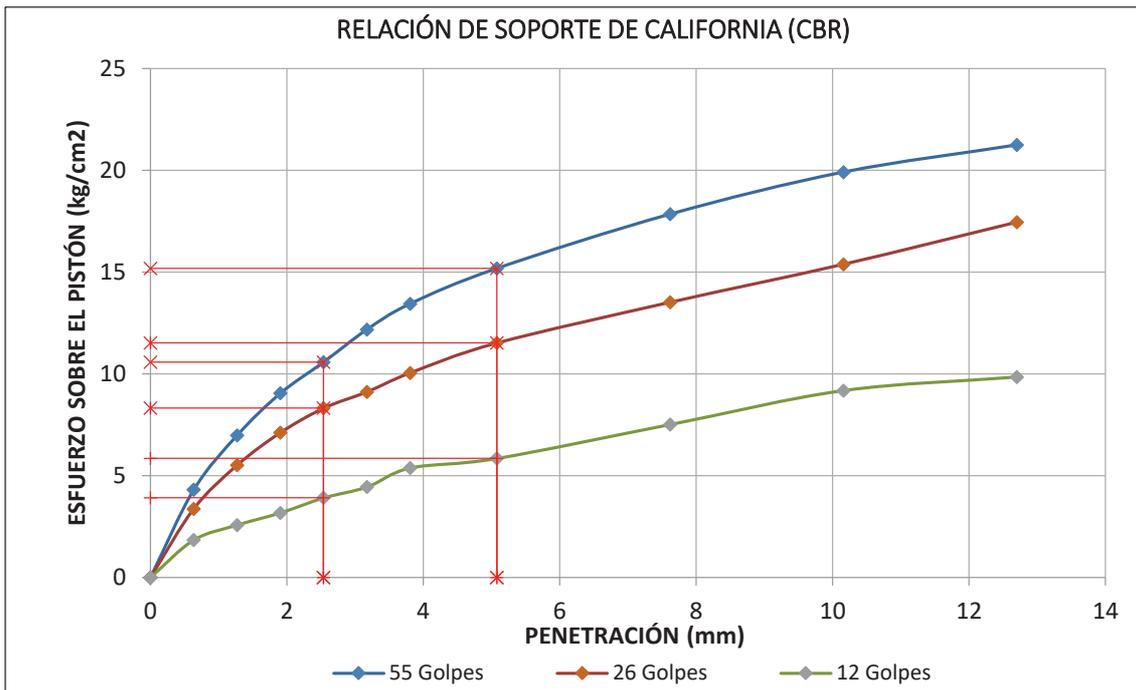
Anexo B.8.4.1-SPS: CBR suelo Tipo IV (C-5)

DATOS GENERALES				DIMENSIONES DEL MOLDE								
Densidad Seca Máxima =	1.88 cm ³	Peso del Martillo =	4.54 Kg	Diámetro =		15.24 cm						
Humedad Óptimo =	14.02 %	Altura de Caída del Martillo =	45.72 cm	Altura =		17.78 cm						
Adición de pegamento =	0 %	Número de Capas =	5	Altura de la Muestra =		11.64 cm						
Área del Pistón =	20.27 cm ²	Altura del Disco Espaciador =	6.14 cm	Volumen =		2123.85 cm ³						
DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN				MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03				
Peso del Molde (gr)				6496.00	6498.00	6626.00						
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)				11315.00	11231.00	10921.00						
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)				11422.00	11351.00	11198.00						
Peso del Agua Absorbida (gr)				107.00	120.00	277.00						
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)				4819.00	4733.00	4295.00						
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)				4926.00	4853.00	4572.00						
Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr)				4226.27	4150.85	3766.73						
Porcentaje de Absorción				2.53%	2.89%	7.35%						
Densidad Seca (gr/cm ³)				1.99	1.95	1.77						
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN				Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Capsula (gr)				14.54	14.66	14.74	14.60	14.26	14.60	14.32	14.66	14.36
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)				49.64	54.08	61.52	59.10	49.96	51.60	50.54	50.02	54.66
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)				45.40	49.48	55.04	53.14	45.60	46.70	44.82	44.76	51.34
Peso del Agua (gr)				4.24	4.60	6.48	5.96	4.36	4.90	5.72	5.26	3.32
Peso de la Muestra Seca (gr)				30.86	34.82	40.30	38.54	31.34	32.10	30.50	30.10	36.98
Humedad (%)				13.74%	13.21%	16.08%	15.46%	13.91%	15.26%	18.75%	17.48%	8.98%
Humedad Promedio (%)					14.34%			14.88%			15.07%	
Porcentaje de Absorción					0.32%			0.86%			1.04%	

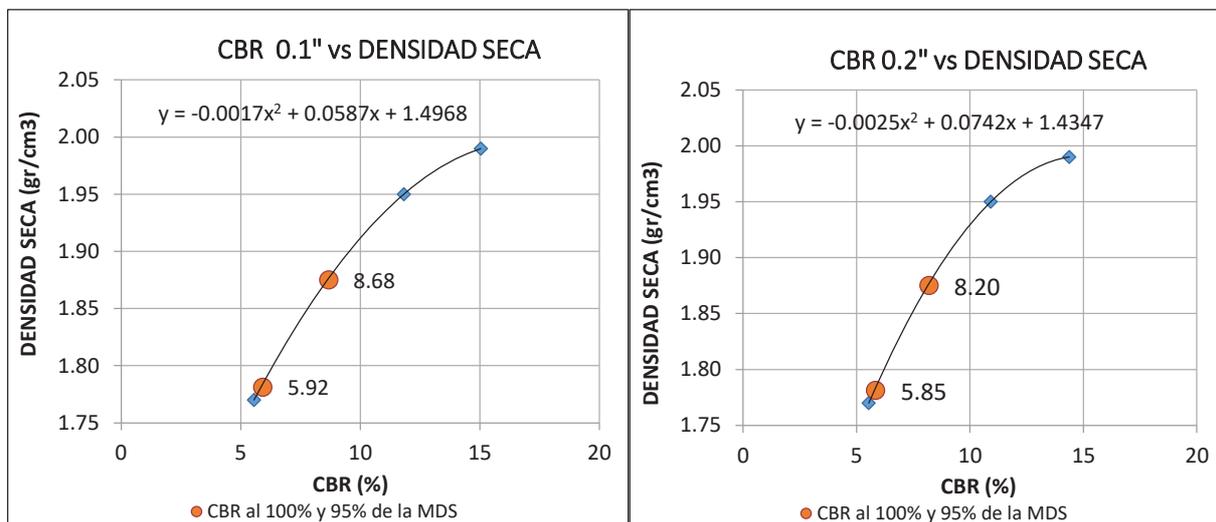
Tiempo Transcurrido	Días	Horas	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
			Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de
			*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.
Día 0	0	0	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
Día 1	24	50	50	1.270	1.09%	43.5	1.105	0.95%	34.5	0.876	0.75%
Día 2	48	52	52	1.321	1.13%	48	1.219	1.05%	45	1.143	0.98%
Día 3	72	55.5	55.5	1.410	1.21%	53	1.346	1.16%	51.8	1.316	1.13%
Día 4	96	54	54	1.372	1.18%	54.5	1.384	1.19%	55	1.397	1.20%

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial	Penetración	MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
			Fuerza	Esfuerzo	CBR	Fuerza	Esfuerzo	CBR	Fuerza	Esfuerzo	CBR			
			Dial	kg	kg/cm ²	%	Dial	kg	kg/cm ²	%	Dial	kg	kg/cm ²	%
	0	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	25	0.635	62	87.28	4.31	48	68.34	3.37	25	37.20	1.84			
	50	1.270	102	141.40	6.98	80	111.64	5.51	36	52.09	2.57			
	75	1.905	133	183.33	9.05	104	144.11	7.11	45	64.28	3.17			
70.31	100	2.540	156	214.42	10.58	122	168.45	8.31	11.82%	56	79.16	3.91	5.56%	
	125	3.175	180	246.86	12.18	134	184.68	9.11	64	89.99	4.44			
	150	3.810	199	272.54	13.45	148	203.61	10.05	78	108.93	5.37			
105.46	200	5.080	225	307.66	15.18	170	233.35	11.51	10.92%	85	118.41	5.84	5.54%	
	300	7.620	265	361.68	17.84	200	273.89	13.51	110	152.22	7.51			
	400	10.160	296	403.52	19.91	228	311.71	15.38	135	186.03	9.18			
	500	12.700	316	430.51	21.24	259	353.58	17.44	145	199.55	9.85			

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Número de Golpes	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad Seca	Expansión	Absorción
55	15.05%	14.39%	1.99 gr/cm ³	1.18%	0.32%
26	11.82%	10.92%	1.95 gr/cm ³	1.19%	0.86%
12	5.56%	5.54%	1.77 gr/cm ³	1.20%	1.04%



penetración	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la MDS	8.68%	8.20%
CBR al 95% de la MDS	5.92%	5.85%

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

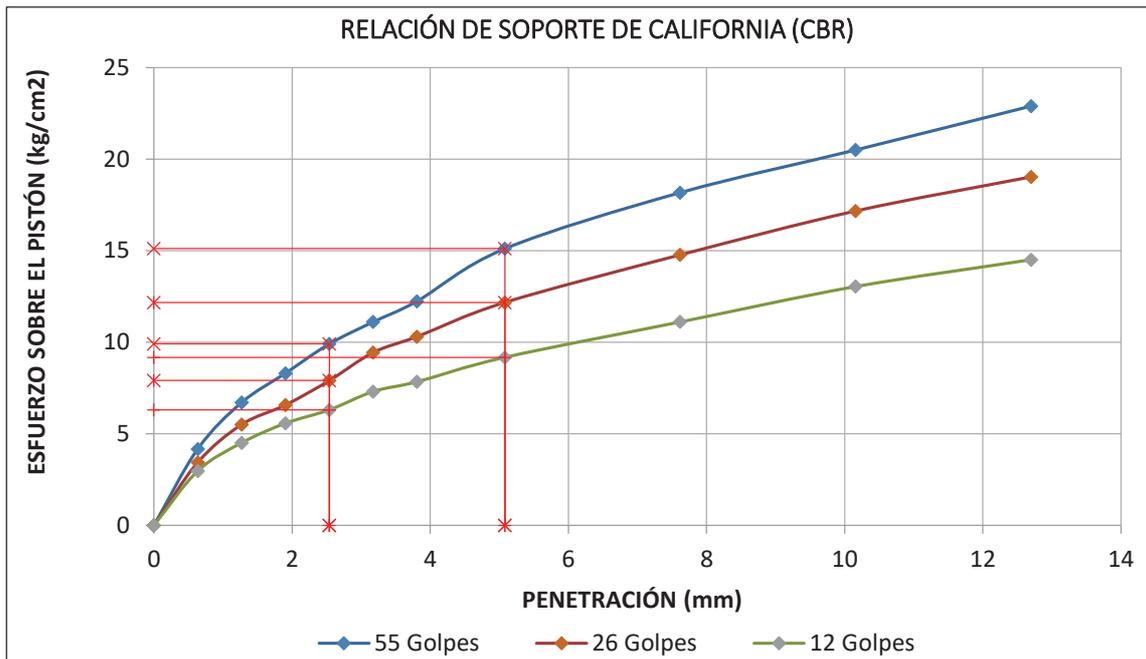
Anexo B.8.4.2-PS-5%: CBR suelo Tipo IV (C-5)

DATOS GENERALES				DIMENSIONES DEL MOLDE						
Densidad Seca Máxima =	1.92 cm ³	Peso del Martillo =	4.54 Kg	Diámetro =		15.24 cm				
Humedad Óptimo =	13.63 %	Altura de Caída del Martillo =	45.72 cm	Altura =		17.78 cm				
Adición de pegamento =	5 %	Número de Capas =	5	Altura de la Muestra =		11.64 cm				
Área del Pistón =	20.27 cm ²	Altura del Disco Espaciador =	6.14 cm	Volumen =		2123.85 cm ³				
DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN				MUESTRA 04	MUESTRA 05	MUESTRA 06				
Peso del Molde (gr)				7066.00	7823.00	7029.00				
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)				11951.00	12542.00	11385.00				
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)				11975.00	12662.00	11541.00				
Peso del Agua Absorbida (gr)				24.00	120.00	156.00				
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)				4885.00	4719.00	4356.00				
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)				4909.00	4839.00	4512.00				
Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr)				4298.96	4152.88	3833.42				
Porcentaje de Absorción				0.56%	2.89%	4.07%				
Densidad Seca (gr/cm ³)				2.02	1.96	1.80				
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN				Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	
Peso de Capsula (gr)				14.66	14.64	14.70	14.44	14.40	14.34	14.58
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)				51.82	56.22	64.30	60.58	54.92	53.82	54.70
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)				46.32	50.76	57.14	53.62	49.18	47.40	48.22
Peso del Agua (gr)				5.50	5.46	7.16	6.96	5.74	6.42	6.48
Peso de la Muestra Seca (gr)				31.66	36.12	42.44	39.18	34.78	33.06	33.64
Humedad (%)				17.37%	15.12%	16.87%	17.76%	16.50%	19.42%	19.26%
Humedad Promedio (%)					16.45%			17.90%		19.82%
Porcentaje de Absorción					2.82%			4.26%		6.19%

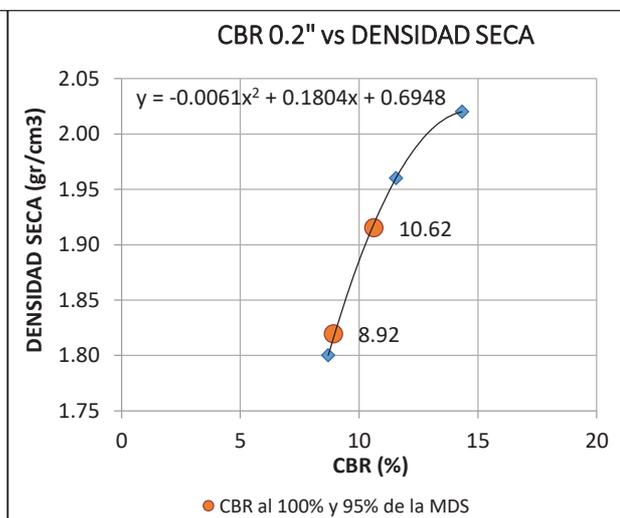
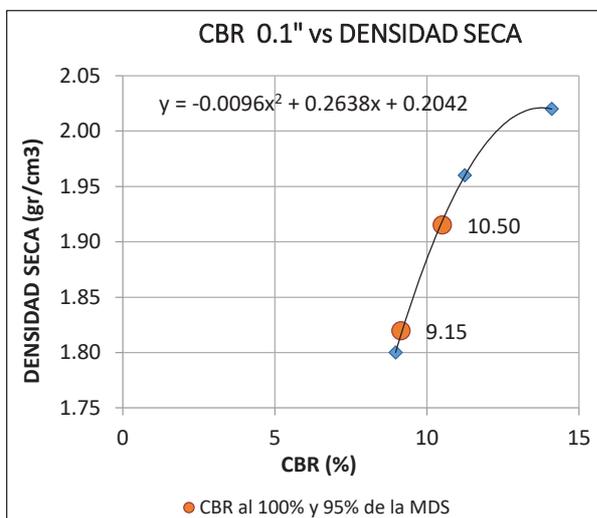
Tiempo Transcurrido	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06			
	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	
	Días	Horas	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.
Día 0	0	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
Día 1	24	24	0.610	0.52%	5	0.127	0.11%	0	0.000	0.00%
Día 2	48	28	0.711	0.61%	10	0.254	0.22%	0	0.000	0.00%
Día 3	72	29.9	0.759	0.65%	15	0.381	0.33%	0	0.000	0.00%
Día 4	96	31.5	0.800	0.69%	16.5	0.419	0.36%	0	0.000	0.00%

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial *0.001"	Penetración mm	MUESTRA 04				MUESTRA 05				MUESTRA 06			
			Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %
			0	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
25	0.635	60	84.58	4.17	49	69.69	3.44	42	60.21	2.97				
50	1.270	98	135.99	6.71	80	111.64	5.51	65	91.34	4.51				
75	1.905	122	168.45	8.31	96	133.29	6.58	81	112.99	5.57				
70.31	100	2.540	146	200.91	9.91	14.10%	116	160.34	7.91	11.25%	92	127.88	6.31	8.97%
125	3.175	164	225.24	11.11	139	191.44	9.45	107	148.17	7.31				
150	3.810	181	248.21	12.25	152	209.02	10.31	115	158.99	7.84				
105.46	200	5.080	224	306.31	15.11	14.33%	180	246.86	12.18	11.55%	135	186.03	9.18	8.70%
300	7.620	270	368.43	18.18	219	299.56	14.78	164	225.24	11.11				
400	10.160	305	415.67	20.51	255	348.18	17.18	193	264.43	13.05				
500	12.700	341	464.24	22.90	283	385.98	19.04	215	294.15	14.51				

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Número de Golpes	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad Seca	Expansión	Absorción
55	14.10%	14.33%	2.02 gr/cm ³	0.69%	2.82%
26	11.25%	11.55%	1.96 gr/cm ³	0.36%	4.26%
12	8.97%	8.70%	1.80 gr/cm ³	0.00%	6.19%



penetración	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la MDS	10.50%	10.62%
CBR al 95% de la MDS	9.15%	8.92%

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

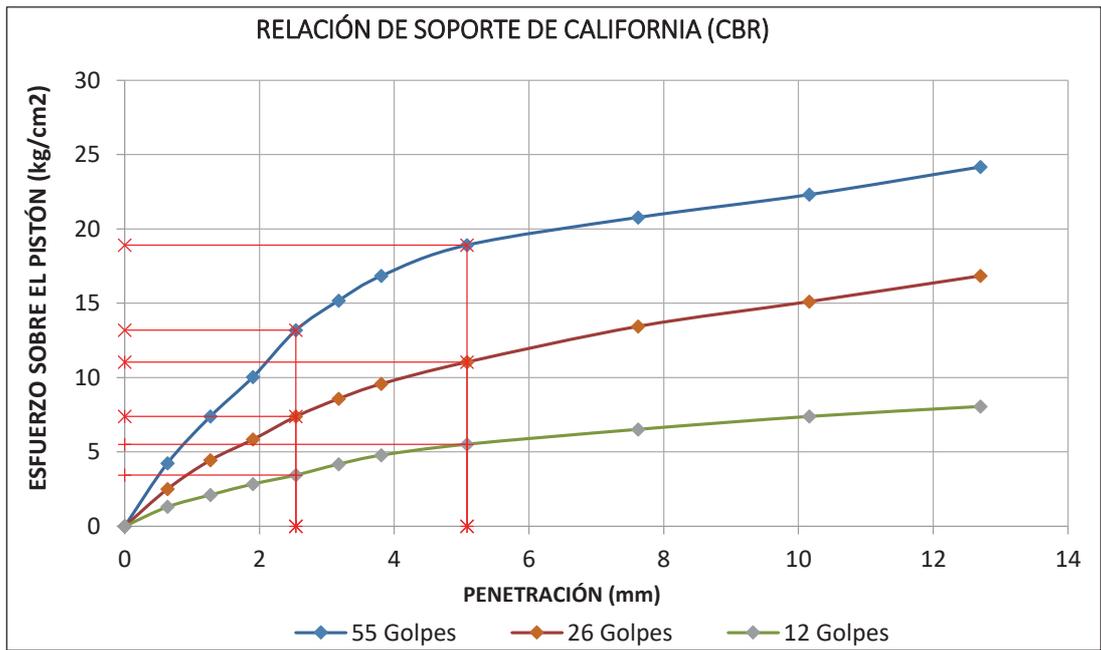
Anexo B.8.4.3-PS-10%: CBR suelo Tipo IV (C-5)

DATOS GENERALES				DIMENSIONES DEL MOLDE						
Densidad Seca Máxima =	1.85 cm ³	Peso del Martillo =	4.54 Kg	Diámetro =	15.24 cm					
Humedad Óptimo =	15.04 %	Altura de Caída del Martillo =	45.72 cm	Altura =	17.78 cm					
Adición de pegamento =	10 %	Número de Cupas =	5	Altura de la Muestra =	11.64 cm					
Área del Pistón =	20.27 cm ²	Altura del Disco Espaciador =	6.14 cm	Volumen =	2123.85 cm ³					
DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN				MUESTRA 04	MUESTRA 05	MUESTRA 06				
Peso del Molde (gr)			6281.00	7681.00	7641.00					
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)			11060.00	11922.00	11606.00					
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)			11220.00	12143.00	11895.00					
Peso del Agua Absorbida (gr)			160.00	221.00	289.00					
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)			4779.00	4241.00	3965.00					
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)			4939.00	4462.00	4254.00					
Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr)			4154.32	3686.65	3446.72					
Porcentaje de Absorción			3.85%	5.99%	8.38%					
Densidad Seca (gr/cm ³)			1.96	1.74	1.62					
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN										
		Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Capsula (gr)		8.82	8.66	18.88	8.82	9.02	8.50	8.78	8.74	8.56
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)		52.28	41.38	54.22	42.98	48.40	47.56	42.94	44.96	43.24
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)		46.54	37.28	49.12	37.38	42.72	41.82	36.82	39.52	37.42
Peso del Agua (gr)		5.74	4.10	5.10	5.60	5.68	5.74	6.12	5.44	5.82
Peso de la Muestra Seca (gr)		37.72	28.62	30.24	28.56	33.70	33.32	28.04	30.78	28.86
Humedad (%)		15.22%	14.33%	16.87%	19.61%	16.85%	17.23%	21.83%	17.67%	20.17%
Humedad Promedio (%)						15.47%			17.90%	19.89%
Porcentaje de Absorción						0.43%			2.86%	4.85%

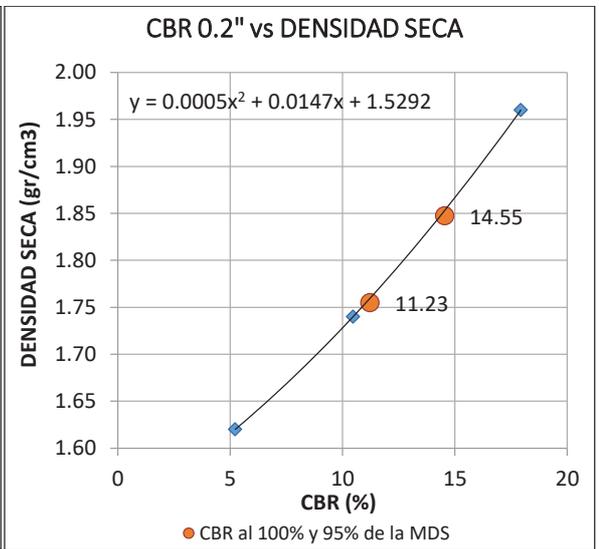
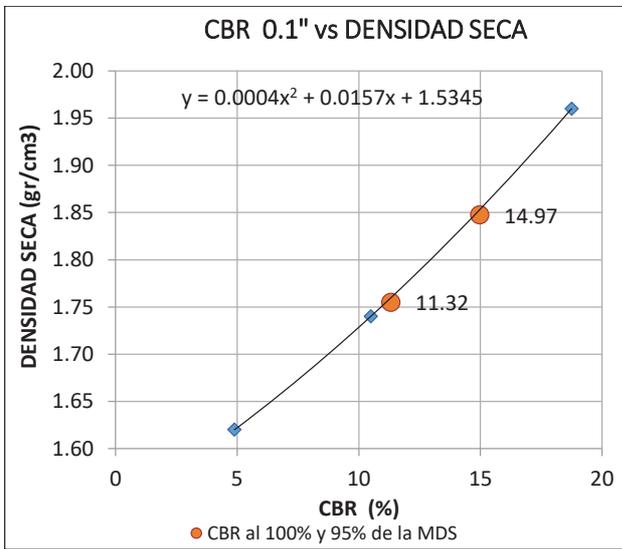
Tiempo Transcurrido	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06			
	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	
	Días	Horas	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.
Día 0	0	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
Día 1	24	55.8	1.417	1.22%	64.5	1.638	1.41%	49.8	1.265	1.09%
Día 2	48	61.9	1.572	1.35%	67.5	1.715	1.47%	56.5	1.435	1.23%
Día 3	72	65	1.651	1.42%	71	1.803	1.55%	61.1	1.552	1.33%
Día 4	96	63.2	1.605	1.38%	72.8	1.849	1.59%	61	1.549	1.33%

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial *0.001"	Penetración mm	MUESTRA 04				MUESTRA 05				MUESTRA 06			
			Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuerzo kg/cm ²	CBR %
			0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00
25	0.635	61	85.93	4.24		35	50.74	2.50		17	26.37	1.30		
50	1.270	108	149.52	7.38		64	89.99	4.44		29	42.62	2.10		
75	1.905	148	203.61	10.05		85	118.41	5.84		40	57.51	2.84		
70.31	100	2.540	195	267.13	13.18	18.75%	108	149.52	7.38	10.49%	49	69.69	3.44	4.89%
125	3.175	225	307.66	15.18		126	173.86	8.58		60	84.58	4.17		
150	3.810	250	341.42	16.85		141	194.15	9.58		69	96.76	4.77		
105.46	200	5.080	281	383.28	18.91	17.93%	163	223.89	11.05	10.47%	80	111.64	5.51	5.22%
300	7.620	309	421.06	20.77		199	272.54	13.45		95	131.93	6.51		
400	10.160	332	452.10	22.31		224	306.31	15.11		108	149.52	7.38		
500	12.700	360	489.86	24.17		250	341.42	16.85		118	163.04	8.04		

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Número de Golpes	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad Seca	Expansión	Absorción
55	18.75%	17.93%	1.96 gr/cm ³	1.38%	0.43%
26	10.49%	10.47%	1.74 gr/cm ³	1.59%	2.86%
12	4.89%	5.22%	1.62 gr/cm ³	1.33%	4.85%



penetración	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la MDS	14.97%	14.55%
CBR al 95% de la MDS	11.32%	11.23%

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

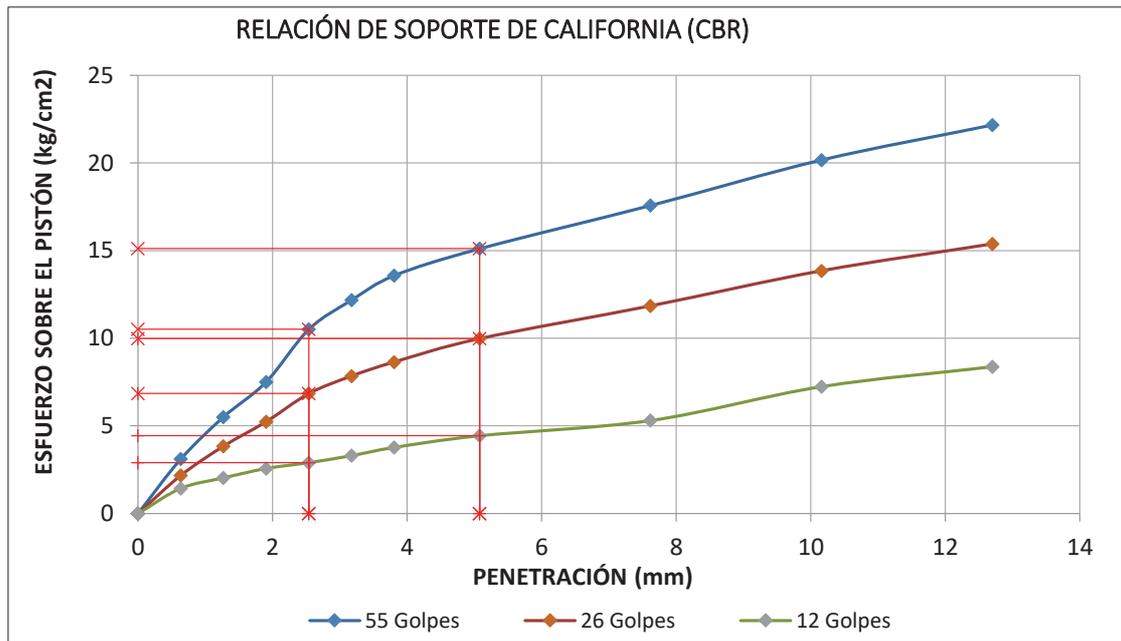
Anexo B.8.4.4-PS-15%: CBR suelo Tipo IV (C-5)

DATOS GENERALES				DIMENSIONES DEL MOLDE					
Densidad Seca Máxima =	1.85 cm ³	Peso del Martillo =	4.54 Kg	Diámetro =		15.24 cm			
Humedad Óptimo =	14.92 %	Altura de Caída del Martillo =	45.72 cm	Altura =		17.78 cm			
Adición de pegamento =	15%	Número de Capas =	5	Altura de la Muestra =		11.64 cm			
Área del Pistón =	20.27 cm ²	Altura del Disco Espaciador =	6.14 cm	Volumen =		2123.85 cm ³			
DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN				MUESTRA 04	MUESTRA 05	MUESTRA 06			
Peso del Molde (gr)				6991.00	6686.00	6495.00			
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)				11635.00	11189.00	10552.00			
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)				11837.00	11423.00	10931.00			
Peso del Agua Absorbida (gr)				202.00	234.00	379.00			
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)				4644.00	4503.00	4057.00			
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)				4846.00	4737.00	4436.00			
Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr)				4041.17	3918.47	3530.37			
Porcentaje de Absorción				5.00%	5.97%	10.74%			
Densidad Seca (gr/cm ³)				1.90	1.84	1.66			
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN									
	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Capsula (gr)	11.52	11.34	11.66	11.42	10.98	11.38	18.28	18.56	18.40
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	63.30	55.66	74.11	68.22	62.26	75.16	70.38	71.30	76.76
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	56.80	50.48	67.23	60.50	55.72	66.72	61.20	62.88	66.72
Peso del Agua (gr)	6.50	5.18	6.88	7.72	6.54	8.44	9.18	8.42	10.04
Peso de la Muestra Seca (gr)	45.28	39.14	55.57	49.08	44.74	55.34	42.92	44.32	48.32
Humedad (%)	14.36%	13.23%	12.38%	15.73%	14.62%	15.25%	21.39%	19.00%	20.78%
Humedad Promedio (%)				13.32%	15.20%		20.39%		
Porcentaje de Absorción				-1.59%	0.28%		5.47%		

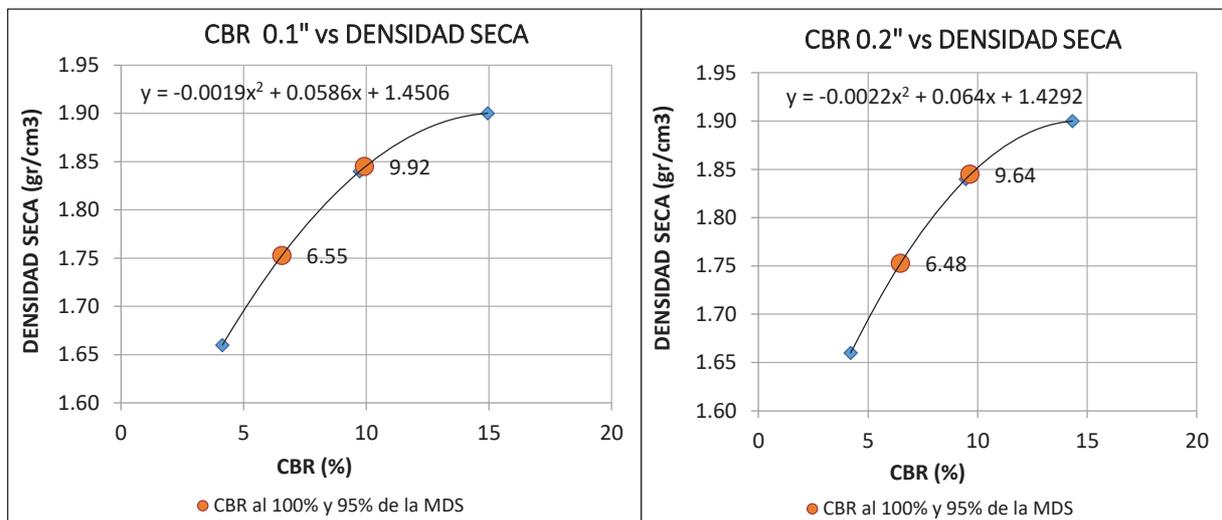
Tiempo Transcurrido	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06			
	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	
Días	Horas	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.	*0.001"	mm	Expans.
Día 0	0	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
Día 1	24	46.5	1.181	1.01%	76.8	1.951	1.68%	74	1.880	1.61%
Día 2	48	61	1.549	1.33%	83	2.108	1.81%	80	2.032	1.75%
Día 3	72	64.5	1.638	1.41%	84.5	2.146	1.84%	85	2.159	1.85%
Día 4	96	65	1.651	1.42%	83	2.108	1.81%	85	2.159	1.85%

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial	Penetración	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06					
			Dial	Fuerza	Esfuerzo	CBR	Dial	Fuerza	Esfuerzo	CBR	Dial	Fuerza	Esfuerzo	CBR
	*0.001"	mm		kg	kg/cm ²	%		kg	kg/cm ²	%		kg	kg/cm ²	%
	0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
	25	0.635	44	62.92	3.10		30	43.97	2.17		19	29.08	1.43	
	50	1.270	80	111.64	5.51		55	77.81	3.84		28	41.26	2.04	
	75	1.905	110	152.22	7.51		76	106.23	5.24		36	52.09	2.57	
70.31	100	2.540	155	213.07	10.51	14.95%	100	138.70	6.84	9.73%	41	58.86	2.90	4.13%
	125	3.175	180	246.86	12.18		115	158.99	7.84		47	66.98	3.30	
	150	3.810	201	275.24	13.58		127	175.22	8.64		54	76.46	3.77	
105.46	200	5.080	224	306.31	15.11	14.33%	147	202.26	9.98	9.46%	64	89.99	4.44	4.21%
	300	7.620	261	356.28	17.58		175	240.11	11.85		77	107.58	5.31	
	400	10.160	300	408.92	20.18		205	280.64	13.85		106	146.81	7.24	
	500	12.700	330	449.40	22.17		228	311.71	15.38		123	169.81	8.38	

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Número de Golpes	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad Seca	Expansión	Absorción
55	14.95%	14.33%	1.90 gr/cm ³	1.42%	-1.59%
26	9.73%	9.46%	1.84 gr/cm ³	1.81%	0.28%
12	4.13%	4.21%	1.66 gr/cm ³	1.85%	5.47%



penetración	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la MDS	9.92%	9.64%
CBR al 95% de la MDS	6.55%	6.48%

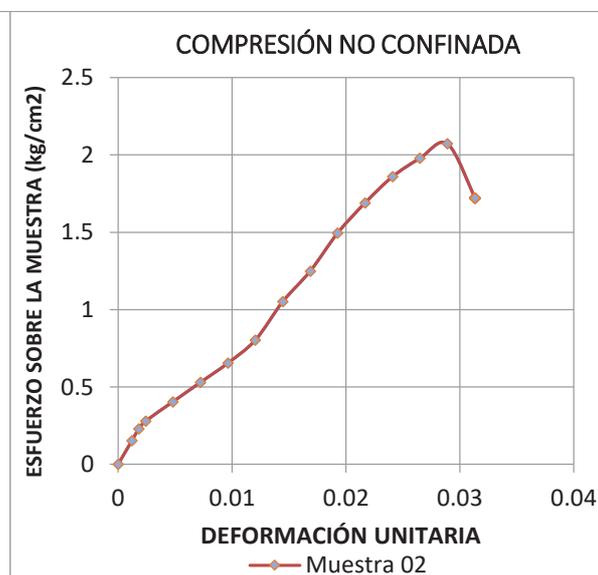
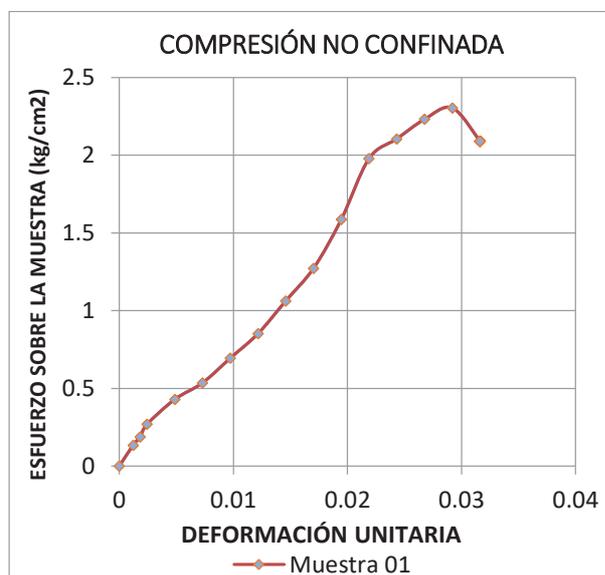
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.9: Compresión NO confinada

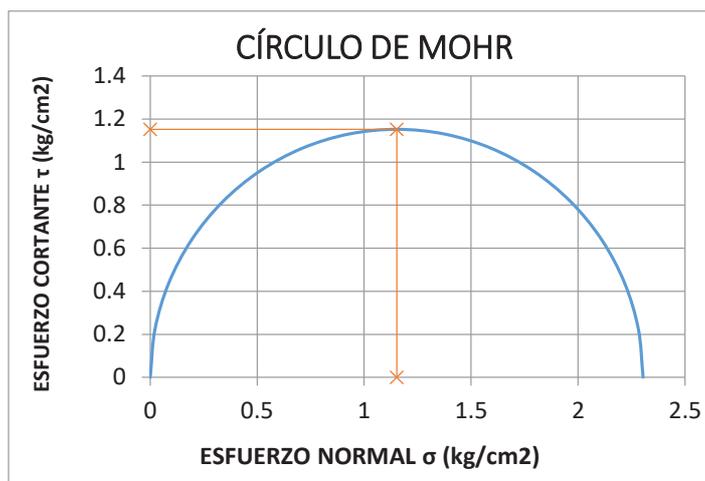
Anexo B.9.1-SPS: Compresión NO confinada para el suelo Tipo III

DIMENSIONES DE LA MUESTRA		M1		M2	DENSIDAD DE MUESTRAS		M1		M2		
Diámetro =		44.5 mm		45.80 mm	Peso =		124.38 gr		201.40 gr		
Altura L ₀ =		82.2 mm		83.0 mm	Peso Unitario húmedo =		0.98 gr/cm ³		1.47 gr/cm ³		
Área =		15.52 cm ²		16.47 cm ²	Humedad =		14.69 %		14.69 %		
Volumen =		127.56 cm ³		136.74 cm ³	Peso Unitario seco =		0.85 gr/cm ³		1.28 gr/cm ³		
DEFORMÍMETRO DE LONGITUD	DEFORMÍMETRO DE CARGA		CARGA TOTAL SOBRE LA MUESTRA		DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA ΔL	DEFORMACIÓN UNITARIA ΔL/L ₀	FACTOR DE CORRECCIÓN DE ÁREA 1 - ΔL/L ₀	ÁREA CORREGIDA A'		ESFUERZO SOBRE LA MUESTRA	
	M-01	M-02	M-01	M-02				M-01	M-02	M-01	M-02
* 0.01 mm	*0.419 kg	*0.419 kg	kg		mm			cm ²		kg/cm ²	

10	5	6	2.09	2.51	0.10	0.001	0.999	15.54	16.49	0.13	0.15
15	7	9	2.93	3.77	0.15	0.002	0.998	15.55	16.50	0.19	0.23
20	10	11	4.19	4.60	0.20	0.002	0.998	15.56	16.51	0.27	0.28
40	16	16	6.70	6.70	0.40	0.005	0.995	15.59	16.55	0.43	0.40
60	20	21	8.37	8.79	0.60	0.007	0.993	15.63	16.59	0.54	0.53
80	26	26	10.88	10.88	0.80	0.010	0.990	15.67	16.64	0.69	0.65
100	32	32	13.39	13.39	1.00	0.012	0.988	15.71	16.68	0.85	0.80
120	40	42	16.74	17.58	1.20	0.015	0.985	15.75	16.72	1.06	1.05
140	48	50	20.09	20.93	1.40	0.017	0.983	15.79	16.76	1.27	1.25
160	60	60	25.11	25.11	1.60	0.019	0.981	15.83	16.80	1.59	1.50
180	75	68	31.39	28.46	1.80	0.022	0.978	15.87	16.84	1.98	1.69
200	80	75	33.49	31.39	2.00	0.024	0.976	15.90	16.88	2.11	1.86
220	85	80	35.58	33.49	2.20	0.027	0.973	15.94	16.92	2.23	1.98
240	88	84	36.83	35.16	2.40	0.029	0.971	15.98	16.97	2.30	2.07
260	80	70	33.49	29.30	2.60	0.032	0.968	16.02	17.01	2.09	1.72



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

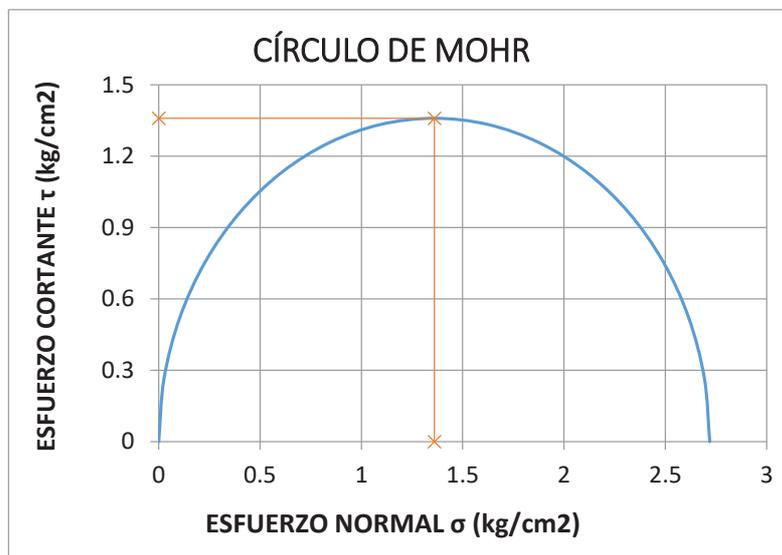
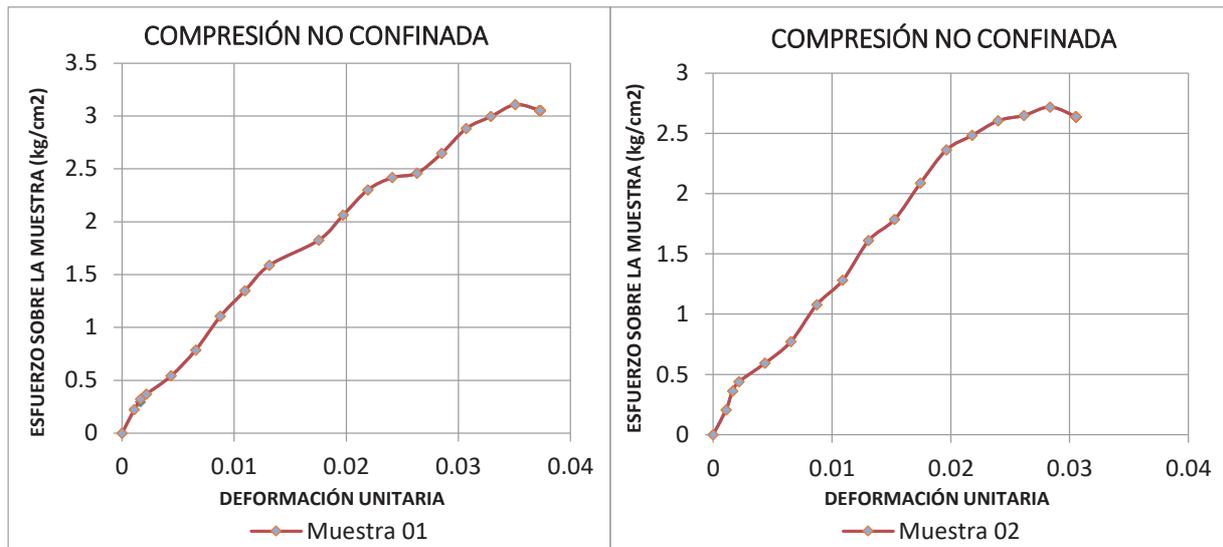


MUESTRAS	M-01	M-02	PROMEDIO
q_u (kg/cm ²)	2.30	2.07	2.19
c (kg/cm ²)	1.15	1.04	1.09

Anexo B.9.2-PS-9%: Compresión NO confinada para el suelo Tipo III

DIMENSIONES DE LA MUESTRA		M1		M2		DENSIDAD DE MUESTRAS		M1		M2	
		Diámetro = 46.3 mm		45.40 mm		Peso = 326.05 gr		300.40 gr			
		Altura L_0 = 91.2 mm		91.70		Peso Unitario húmedo = 2.12 gr/cm ³		2.03 gr/cm ³			
		Área = 16.84 cm ²		16.15 cm ²		Humedad = 15.90%		15.90 %			
		Volumen = 153.55 cm ³		148.12 cm ³		Peso Unitario seco = 1.83 gr/cm ³		1.75 gr/cm ³			
DEFORMÍMETRO DE LONGITUD	DEFORMÍMETRO DE CARGA		CARGA TOTAL SOBRE LA MUESTRA		DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA ΔL	DEFORMACIÓN UNITARIA $\Delta L/L_0$	FACTOR DE CORRECCIÓN DE ÁREA $1 - \Delta L/L_0$	ÁREA CORREGIDA A'		ESFUERZO SOBRE LA MUESTRA	
	M-01	M-02	M-01	M-02				M-01	M-02	M-01	M-02
* 0.01 mm	*0.417 kg	*0.417 kg	kg		mm			cm ²		kg/cm ²	
10	9	8	3.76	3.35	0.10	0.001	0.999	16.85	16.17	0.22	0.21
15	12	14	5.01	5.86	0.15	0.002	0.998	16.86	16.18	0.30	0.36
20	15	17	6.26	7.12	0.20	0.002	0.998	16.87	16.19	0.37	0.44
40	22	23	9.18	9.63	0.40	0.004	0.996	16.91	16.22	0.54	0.59
60	32	30	13.35	12.56	0.60	0.007	0.993	16.95	16.26	0.79	0.77
80	45	42	18.78	17.58	0.80	0.009	0.991	16.99	16.29	1.11	1.08
100	55	50	22.95	20.93	1.00	0.011	0.989	17.02	16.33	1.35	1.28
120	65	63	27.12	26.37	1.20	0.013	0.987	17.06	16.37	1.59	1.61
160	75	70	31.30	29.30	1.60	0.018	0.982	17.14	16.40	1.83	1.79
180	85	82	35.47	34.32	1.80	0.020	0.980	17.18	16.44	2.07	2.09
200	95	93	39.64	38.93	2.00	0.022	0.978	17.21	16.48	2.30	2.36
220	100	98	41.73	41.02	2.20	0.024	0.976	17.25	16.51	2.42	2.48
240	102	103	42.56	43.11	2.40	0.026	0.974	17.29	16.55	2.46	2.61
260	110	105	45.90	43.95	2.60	0.029	0.971	17.33	16.59	2.65	2.65
280	120	108	50.08	45.21	2.80	0.031	0.969	17.37	16.62	2.88	2.72
300	125	101	52.16	42.28	3.00	0.033	0.967	17.41	16.66	3.00	2.54
320	130		54.25		3.20	0.035	0.965	17.45		3.11	
340	115		47.99		3.40	0.037	0.963	17.49		2.74	

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

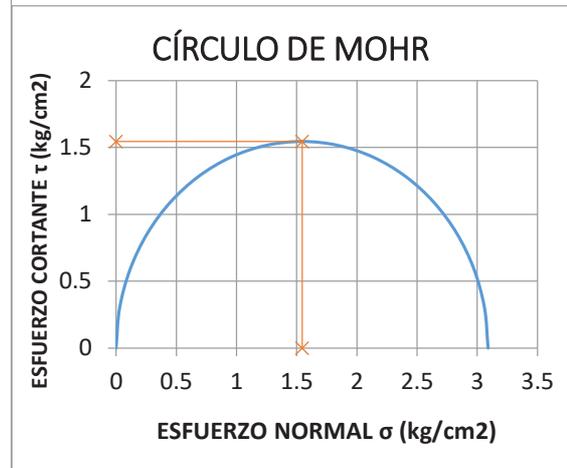
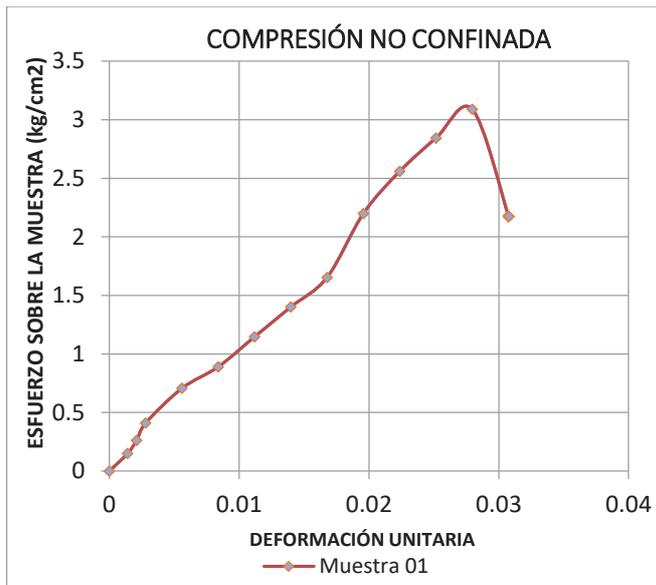


MUESTRAS	M-01	M-02	PROMEDIO
q_u (kg/cm ²)	3.11	2.72	2.91
c (kg/cm ²)	1.55	1.36	1.45

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.9.3-SPS: Compresión NO confinada para el suelo Tipo IV

DIMENSIONES DE LA MUESTRA			M1	DENSIDAD DE MUESTRAS			M1
Diámetro =		37.80 mm		Peso =		123.33 gr	
Altura L ₀ =		71.50 mm		Peso Unitario húmedo =		1.54 gr/cm ³	
Área =		11.19 cm ²		Humedad =		14.02%	
Volumen =		80.03 cm ³		Peso Unitario seco =		1.35 gr/cm ³	
DEFORMÍMETRO DE LONGITUD	DEFORMÍMETRO DE CARGA	CARGA TOTAL SOBRE LA MUESTRA M-01	DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA ΔL	DEFORMACIÓN UNITARIA ΔL/L ₀	FACTOR DE CORRECCIÓN DE ÁREA 1 - ΔL/L ₀	ÁREA CORREGIDA A' M-01	ESFUERZO SOBRE LA MUESTRA M-01
* 0.01 mm	*0.419 kg	kg	mm			cm ²	kg/cm ²
10	4	1.67	0.10	0.001	0.999	11.21	0.15
15	7	2.93	0.15	0.002	0.998	11.22	0.26
20	11	4.60	0.20	0.003	0.997	11.22	0.41
40	19	7.95	0.40	0.006	0.994	11.26	0.71
60	24	10.05	0.60	0.008	0.992	11.29	0.89
80	31	12.98	0.80	0.011	0.989	11.32	1.15
100	38	15.91	1.00	0.014	0.986	11.35	1.40
120	45	18.84	1.20	0.017	0.983	11.38	1.65
140	60	25.11	1.40	0.020	0.980	11.42	2.20
160	70	29.30	1.60	0.022	0.978	11.45	2.56
180	78	32.65	1.80	0.025	0.975	11.48	2.84
200	85	35.58	2.00	0.028	0.972	11.51	3.09
220	60	25.11	2.20	0.031	0.969	11.55	2.17

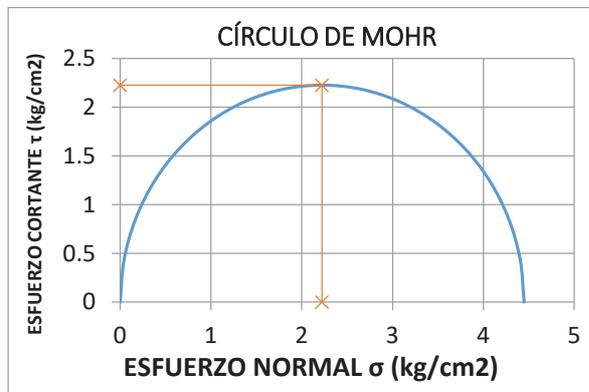
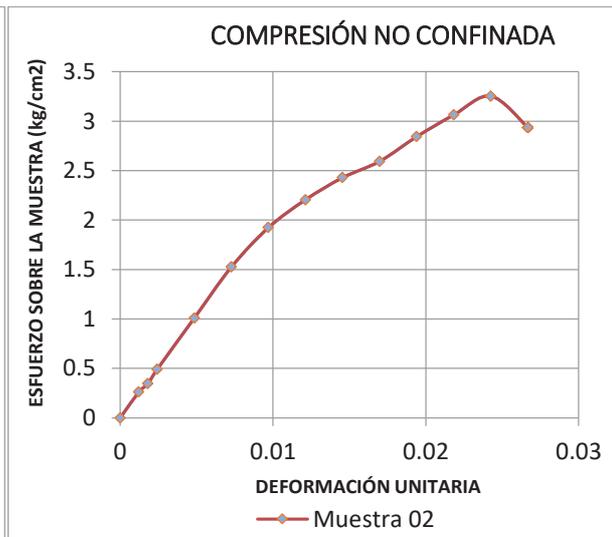
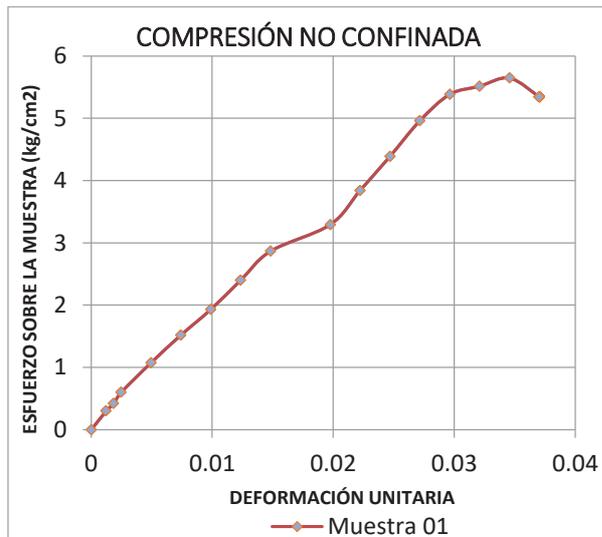


MUESTRAS	M-01
q _u (kg/cm ²)	3.09
c (kg/cm ²)	1.54

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.9.4-PS-10%: Compresión NO confinada para el suelo Tipo IV

DIMENSIONES DE LA MUESTRA			M1		M2		DENSIDAD DE MUESTRAS				M1		M2	
Diámetro =			42.10 mm		42.80 mm		Peso =				225.83 gr		247.50 gr	
Altura L ₀ =			81.00 mm		82.50 mm		Peso Unitario húmedo =				2.01 gr/cm ³		2.09 gr/cm ³	
Área =			13.89 cm ²		14.39 cm ²		Humedad =				15.04 %		15.04 %	
Volumen =			112.49 cm ³		118.69 cm ³		Peso Unitario seco =				1.75 gr/cm ³		1.81 gr/cm ³	
DEFORMÍMETRO DE LONGITUD	DEFORMÍMETRO DE CARGA		CARGA TOTAL SOBRE LA MUESTRA		DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA ΔL	DEFORMACIÓN UNITARIA ΔL/L ₀	FACTOR DE CORRECCIÓN DE ÁREA 1 - ΔL/L ₀	ÁREA CORREGIDA A'		ESFUERZO SOBRE LA MUESTRA				
	M-01	M-02	M-01	M-02				M-01	M-02	M-01	M-02	M-01	M-02	
* 0.01 mm	*0.419 kg	*0.419 kg	kg		mm			cm ²		kg/cm ²				
10	10	9	4.17	3.76	0.10	0.001	0.999	13.90	14.40	0.30	0.26			
15	14	12	5.83	5.01	0.15	0.002	0.998	13.91	14.41	0.42	0.35			
20	20	17	8.33	7.09	0.20	0.002	0.998	13.92	14.42	0.60	0.49			
40	36	35	15.00	14.61	0.40	0.005	0.995	13.96	14.46	1.07	1.01			
60	51	53	21.25	22.12	0.60	0.007	0.993	13.99	14.49	1.52	1.53			
80	65	67	27.08	27.96	0.80	0.010	0.990	14.03	14.53	1.93	1.92			
100	81	77	33.75	32.13	1.00	0.012	0.988	14.06	14.56	2.40	2.21			
120	97	85	40.42	35.47	1.20	0.015	0.985	14.10	14.60	2.87	2.43			
140	112	91	46.67	37.97	1.60	0.020	0.983	14.17	14.64	3.29	2.59			
160	131	100	54.58	41.73	1.80	0.022	0.981	14.20	14.67	3.84	2.84			
180	150	108	62.50	45.07	2.00	0.025	0.978	14.24	14.71	4.39	3.06			
200	170	115	70.83	47.99	2.20	0.027	0.976	14.28	14.74	4.96	3.25			
220	185	104	77.08	43.40	2.40	0.030	0.973	14.31	14.78	5.39	2.94			
240	190		79.17		2.60	0.032	0.968	14.35		5.52				
260	195		81.25		2.80	0.035	0.965	14.38		5.65				
	185		77.08		3.00	0.037	0.963	14.42		5.35				



MUESTRAS	M-01	M-02	PROMEDIO
q _u (kg/cm ²)	3.25	5.65	4.45
c (kg/cm ²)	1.63	2.82	2.22

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo C: Metrados y Análisis de precios unitarios

Anexo C.1: Metrados para pavimento flexible sin adición de pegamento sintético

PLANILLA DE METRADOS								
ITEM	DESCRIPCION	UND	N° VECES	MEDIDAS			PARCIA L	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
1.00	MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR PARA PAVIMENTO FLEXIBLE							
1.10	TRABAJOS PRELIMINARES							
1.1.1	Trazo y replanteo preliminar	m2						13776.00
1.1.1.1	Para Suelo Tipo I		1	350	5.6		1960	
1.1.1.2	Para Suelo Tipo II		1	360	5.6		2016	
1.1.1.3	Para Suelo Tipo III		1	1560	5.6		8736	
1.1.1.4	Para Suelo Tipo IV		1	190	5.6		1064	
1.20	MOVIMIENTO Y EXPLANACIONES DE TIERRAS							
1.2.1	Trazo y replanteo durante la ejecución de obra	m2						13776.00
1.2.1.1	Para Suelos Tipo I, II, III y IV		1	2460	5.6		13776	
1.2.2	Perfilado de Terreno a nivel de subrasante	m3						13776.00
1.2.2.1	Para Suelo Tipo I		1	350	5.6		1960	
1.2.2.2	Para Suelo Tipo II		1	360	5.6		2016	
1.2.2.3	Para Suelo Tipo III		1	1560	5.6		8736	
1.2.2.4	Para Suelo Tipo IV		1	190	5.6		1064	
1.30	MEJORAMIENTO DE TERRENO D FUNDACION CON M. PRESTAMO							
1.3.1	Trazo y replanteo durante la ejecución de obra	m2						13776.00
1.3.1.1	Para Suelos Tipo I, II, III y IV		1	2460	5.6		13776	
1.3.2	Mejoramiento de subrasante para el suelo TIPO I							
1.3.2.1	Escarificado y compactado	m3	1	350	5.6	0.30	588	588.00
1.3.2.2	Riego en subrasante para suelo tipo I	m3	1	350	5.6	0.30	588	588.00
1.3.3	Mejoramiento de subrasante para el suelo TIPO II							
1.3.3.1	Escarificado y compactado	m3	1	360	5.6	0.30	604.8	604.80
1.3.3.2	Riego en subrasante para suelo tipo II	m3	1	360	5.6	0.30	604.8	604.80
1.3.4	Mejoramiento de subrasante con M. de préstamo para suelo TIPO III							
1.3.4.1	Corte de terreno a nivel de subrasante	m3	1	1560	5.6	0.30	2620.8	2620.80
1.3.4.2	Eliminación de material natural pobre de subrasante	m3	1	2620.8		Factor 1.25	3276	3276.00
1.3.4.3	Extracción y apilamiento de material de préstamo	m3	1	2620.8		1.30	3407.04	3407.04
1.3.4.4	Carguío y transporte de material de préstamo	m3	1	2620.8		1.30	3407.04	3407.04
1.3.4.5	Extendido y compactado	m3	1	1560	5.6	0.30	2620.8	2620.80
1.3.4.6	Riego con aditivo de PS de suelo Tipo III	m3	1	1560	5.6	0.30	2620.8	2620.80
1.3.5	Mejoramiento de subrasante con M. de préstamo para suelo TIPO IV							
1.3.5.1	Corte de terreno a nivel de subrasante	m3	1	190	5.6	0.30	319.2	319.20
1.3.5.2	Eliminación de material natural pobre de subrasante	m3	1	319.2		Factor 1.25	399	399.00
1.3.5.3	Extracción y apilamiento de material de préstamo	m3	1	319.2		1.30	414.96	414.96

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

1.3.5.4	Carguío y transporte de material de préstamo	m3	1	319.2		1.30	414.96	414.96
1.3.5.5	Extendido y compactado	m3	1	190	5.6	0.30	319.2	319.20
1.3.5.6	Riego con aditivo de PS de suelo Tipo IV	m3	1	190	5.6	0.30	319.2	319.20
1.40	SUBBASE GRANULAR							
1.4.1	Trazo y replanteo durante la ejecución de obra	m2						13776.00
1.4.1.1	Para Suelos Tipo I, II, III y IV		1	2460	5.6		13776	
1.4.2	Extendido y compactado de subbase	m3						2281.44
1.4.2.1	Suelo Tipo I e = 0.17 m		1	350	5.6	0.17	333.2	
1.4.2.2	Suelo Tipo II e = 0.14 m		1	360	5.6	0.14	282.24	
1.4.2.3	Suelo Tipo III e = 0.17 m		1	1560	5.6	0.17	1485.12	
1.4.2.4	Suelo Tipo IV e = 0.17 m		1	190	5.6	0.17	180.88	
1.4.3	Riego en subbase	m3						2281.44
1.4.3.1	Suelo Tipo I e = 0.17 m		1	350	5.6	0.17	333.2	
1.4.3.2	Suelo Tipo II e = 0.14 m		1	360	5.6	0.14	282.24	
1.4.3.3	Suelo Tipo III e = 0.17 m		1	1560	5.6	0.17	1485.12	
1.4.3.4	Suelo Tipo IV e = 0.17 m		1	190	5.6	0.17	180.88	
1.50	BASE GRANULAR							
1.5.1	Trazo y replanteo durante la ejecución de obra	m2						13776.00
1.5.1.1	Para Suelos Tipo I, II, III y IV		1	2460	5.6		13776	
1.5.2	Extendido y compactado de base	m3						1377.60
1.5.2.1	Suelo Tipo I e = 0.10 m		1	350	5.6	0.10	196	
1.5.2.2	Suelo Tipo II e = 0.10 m		1	360	5.6	0.10	201.6	
1.5.2.3	Suelo Tipo III e = 0.10 m		1	1560	5.6	0.10	873.6	
1.5.2.4	Suelo Tipo IV e = 0.10 m		1	190	5.6	0.10	106.4	
1.5.3	Riego en base	m3						1377.60
1.5.3.1	Suelo Tipo I e = 0.10 m		1	350	5.6	0.10	196	
1.5.3.2	Suelo Tipo II e = 0.10 m		1	360	5.6	0.10	201.6	
1.5.3.3	Suelo Tipo III e = 0.10 m		1	1560	5.6	0.10	873.6	
1.5.3.4	Suelo Tipo IV e = 0.10 m		1	190	5.6	0.10	106.4	
1.60	SUPERFICIE DE RODADURA							
1.6.1	Trazo y replanteo durante la ejecución de obra	m2						13776.00
1.6.1.1	Para los Suelo Tipo I, II, III y IV		1	2460	5.6		13776.00	
1.6.2	Imprimación Asfáltica	m2						13776.00
1.6.2.1	Suelo Tipo I, II, II y IV		1	2460	5.6		13776.00	
1.6.3	Tratamiento superficial bicapa	m2						13776.00
1.6.3.1	Suelo Tipo I, II, II y IV		1	2460	5.6		13776.00	
1.6.4	Riego de Liga	m2						13776.00
1.7.4.1	Suelo Tipo I, II, II y IV		1	2460	5.6		13776.00	
1.6.5	Pavimento de concreto asfáltica caliente	m3						688.80
1.6.5.1	Suelo Tipo I e = 0.05 cm		1	350	5.6	0.05	98.00	
1.6.5.2	Suelo Tipo II e = 0.05 cm		1	360	5.6	0.05	100.80	
1.6.5.3	Suelo Tipo III e = 0.05 cm		1	1560	5.6	0.05	436.80	
1.6.5.4	Suelo Tipo IV e = 0.05 cm		1	190	5.6	0.05	53.20	

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo C.2: Metrados para pavimento flexible con adición de pegamento sintético

PLANILLA DE METRADOS								
ITEM	DESCRIPCION	UND	N° VECES	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
1.00	MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR PARA PAVIMENTO FLEXIBLE							
1.10	TRABAJOS PRELIMINARES							
1.1.1	Trazo y replanteo preliminar	m2						13776.00
1.1.1.1	Para Suelo Tipo I		1	350	5.6		1960.00	
1.1.1.2	Para Suelo Tipo II		1	360	5.6		2016.00	
1.1.1.3	Para Suelo Tipo III		1	1560	5.6		8736.00	
1.1.1.4	Para Suelo Tipo IV		1	190	5.6		1064.00	
1.20	MOVIMIENTO Y EXPLANACIONES DE TIERRAS							
1.2.1	Trazo y replanteo durante la ejecución de la obra	m2						13776.00
1.2.1.1	Para Suelos Tipo I, II, III y IV		1	2460	5.6		13776	
1.2.2	Perfilado de Terreno a nivel de subrasante	m2						13776.00
1.2.2.1	Para Suelo Tipo I		1	350	5.6		1960	
1.2.2.2	Para Suelo Tipo II		1	360	5.6		2016	
1.2.2.3	Para Suelo Tipo III		1	1560	5.6		8736	
1.2.2.4	Para Suelo Tipo IV		1	190	5.6		1064	
1.30	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON PS							
1.3.1	Trazo y replanteo durante la ejecución de obra	m2						13776.00
1.3.1.1	Para los Suelo Tipo I, II, III y IV		1	2460	5.6		13776.00	
1.3.1	Mejoramiento de subrasante con PS de suelo TIPO I							
1.3.1.1	Escarificado y compactado	m3	1	350	5.6	0.15	294.00	294.00
1.3.1.2	Riego con aditivo de PS de suelo Tipo I	m3	1	350	5.6	0.15	294.00	294.00
1.3.2	Mejoramiento de subrasante con PS de suelo TIPO II							
1.3.2.1	Escarificado y compactado	m3	1	360	5.6	0.10	201.60	201.60
1.3.2.2	Riego con aditivo de PS de suelo Tipo II	m3	1	360	5.6	0.10	201.60	201.60
1.3.3	Mejoramiento de subrasante con PS de suelo TIPO III							
1.3.3.1	Escarificado y compactado	m3	1	1560	5.6	0.30	2620.80	2620.80
1.3.3.2	Riego con aditivo de PS de suelo Tipo III	m3	1	1560	5.6	0.30	2620.80	2620.80
1.3.4	Mejoramiento de subrasante con PS de suelo TIPO IV							
1.3.4.1	Escarificado y compactado	m3	1	190	5.6	0.15	159.60	159.60
1.3.4.2	Riego con aditivo de PS de suelo Tipo IV	m3	1	190	5.6	0.15	159.60	159.60
1.40	SUBBASE GRANULAR							
1.4.1	Trazo y replanteo durante la ejecución de obra	m2						13776.00
1.4.1.1	Para los Suelo Tipo I, II, III y IV		1	2460	5.6		13776.00	
1.4.2	Extendido y compactado de subbase	m3						2002.84
1.4.2.1	Suelo Tipo I e = 0.125 m		1	350	5.6	0.13	254.80	
1.4.2.2	Suelo Tipo II e = 0.13 m		1	360	5.6	0.13	262.08	

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

1.4.2.3	Suelo Tipo III e = 0.15 m		1	1560	5.6	0.15	1310.40	
1.4.2.4	Suelo Tipo IV e = 0.165m		1	190	5.6	0.17	175.56	
1.4.3	Riego en subbase	m3						2002.84
1.4.3.1	Suelo Tipo I e = 0.13 m		1	350	5.6	0.13	254.80	
1.4.3.2	Suelo Tipo II e = 0.13 m		1	360	5.6	0.13	262.08	
1.4.3.3	Suelo Tipo III e = 0.15 m		1	1560	5.6	0.15	1310.40	
1.4.3.4	Suelo Tipo IV e = 0.165m		1	190	5.6	0.17	175.56	
1.50	BASE GRANULAR							
1.5.1	Trazo y replanteo durante la ejecución de obra	m2						13776.00
1.5.1.1	Para los Suelo Tipo I, II, III y IV		1	2460	5.6		13776.00	
1.5.2	Extendido y compactado de base	m3						1287.44
1.5.2.1	Suelo Tipo I e = 0.08		1	350	5.6	0.08	156.80	
1.5.2.2	Suelo Tipo II e = 0.08 m		1	360	5.6	0.08	161.28	
1.5.2.3	Suelo Tipo III e = 0.1 m		1	1560	5.6	0.10	873.60	
1.5.2.4	Suelo Tipo IV e = 0.09 m		1	190	5.6	0.09	95.76	
1.5.3	Riego en base	m3						1287.44
1.5.3.1	Suelo Tipo I e = 0.08		1	350	5.6	0.08	156.80	
1.5.3.2	Suelo Tipo II e = 0.08 m		1	360	5.6	0.08	161.28	
1.5.3.3	Suelo Tipo III e = 0.10 m		1	1560	5.6	0.10	873.60	
1.5.3.4	Suelo Tipo IV e = 0.09 m		1	190	5.6	0.09	95.76	
1.60	SUPERFICIE DE RODADURA							
1.6.1	Trazo y replanteo durante la ejecución de obra	m2						13776.00
1.6.1.1	Para los Suelo Tipo I, II, III y IV		1	2460	5.6		13776.00	
1.6.2	Imprimación Asfáltica	m2						13776.00
1.6.2.1	Suelo Tipo I, II, II y IV		1	2460	5.6		13776.00	
1.6.3	Tratamiento superficial bicapa	m2						13776.00
1.6.3.1	Suelo Tipo I, II, II y IV		1	2460	5.6		13776.00	
1.6.4	Riego de Liga	m2						13776.00
1.6.4.1	Suelo Tipo I, II, II y IV		1	2460	5.6		13776.00	
1.6.5	Pavimento de concreto asfáltica caliente	m3						649.04
1.6.5.1	Suelo Tipo I e = 0.04 cm		1	350	5.6	0.04	78.40	
1.6.5.2	Suelo Tipo II e = 0.04 cm		1	360	5.6	0.04	80.64	
1.6.5.3	Suelo Tipo III e = 0.05 cm		1	1560	5.6	0.05	436.80	
1.6.5.4	Suelo Tipo IV e = 0.05 cm		1	190	5.6	0.05	53.20	

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo C.3: Metrados para pavimento rígido sin adición de pegamento sintético

PLANILLA DE METRADOS								
ITEM	DESCRIPCION	UND	N° VECES	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
1.00	MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR PARA PAVIMENTO RIGIDO							
1.10	TRABAJOS PRELIMINARES							
1.1.1	Trazo y replanteo preliminar	m2						13776.00
1.1.1.1	Para Suelo Tipo I		1	350	5.6		1960	
1.1.1.2	Para Suelo Tipo II		1	360	5.6		2016	
1.1.1.3	Para Suelo Tipo III		1	1560	5.6		8736	
1.1.1.4	Para Suelo Tipo IV		1	190	5.6		1064	
1.20	MOVIMIENTO Y EXPLANACIONES DE TIERRAS							
1.2.1	Trazo y replanteo durante la ejecución de obra	m2						13776.00
1.2.1.1	Para Suelos Tipo I, II, III y IV		1	2460	5.6		13776	
1.2.2	Perfilado de Terreno a nivel de subrasante	m3						13776.00
1.2.2.1	Para Suelo Tipo I		1	350	5.6		1960	
1.2.2.2	Para Suelo Tipo II		1	360	5.6		2016	
1.2.2.3	Para Suelo Tipo III		1	1560	5.6		8736	
1.2.2.4	Para Suelo Tipo IV		1	190	5.6		1064	
1.30	MEJORAMIENTO DE TERRENO D FUNDACION CON M. PRESTAMO							
1.3.1	Trazo y replanteo durante la ejecución de obra	m2						13776.00
1.3.1.1	Para Suelos Tipo I, II, III y IV		1	2460	5.6		13776	
1.3.2	Mejoramiento de subrasante para el suelo TIPO I							
1.3.2.1	Escarificado y compactado	m3	1	350	5.6	0.30	588	588.00
1.3.2.2	Riego en subrasante para suelo tipo I	m3	1	350	5.6	0.30	588	588.00
1.3.3	Mejoramiento de subrasante para el suelo TIPO II							
1.3.3.1	Escarificado y compactado	m3	1	360	5.6	0.30	604.8	604.80
1.3.3.2	Riego en subrasante para suelo tipo II	m3	1	360	5.6	0.30	604.8	604.80
1.3.4	Mejoramiento de subrasante con M. de préstamo para suelo TIPO III							
1.3.4.1	Corte de terreno a nivel de subrasante	m3	1	1560	5.6	0.30	2620.8	2620.80
						Factor		
1.3.4.2	Eliminación de material natural pobre de subrasante	m3	1	2620.8		1.25	3276	3276.00
1.3.4.3	Extracción y apilamiento de material de préstamo	m3	1	2620.8		1.30	3407.04	3407.04
1.3.4.4	Carguío y transporte de material de préstamo	m3	1	2620.8		1.30	3407.04	3407.04
1.3.4.5	Extendido y compactado	m3	1	1560	5.6	0.30	2620.8	2620.80
1.3.4.6	Riego con aditivo de PS de suelo Tipo III	m3	1	1560	5.6	0.30	2620.8	2620.80
1.3.5	Mejoramiento de subrasante con M. de préstamo para suelo TIPO IV							
1.3.5.1	Corte de terreno a nivel de subrasante	m3	1	190	5.6	0.30	319.2	319.20
						Factor		
1.3.5.2	Eliminación de material natural pobre de subrasante	m3	1	319.2		1.25	399	399.00

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

1.3.5.3	Extracción y apilamiento de material de préstamo	m3	1	319.2		1.30	414.96	414.96
1.3.5.4	Carguío y transporte de material de préstamo	m3	1	319.2		1.30	414.96	414.96
1.3.5.5	Extendido y compactado	m3	1	190	5.6	0.30	319.2	319.20
1.3.5.6	Riego con aditivo de PS de suelo Tipo IV	m3	1	190	5.6	0.30	319.2	319.20
1.40	BASE GRANULAR							
1.4.1	Trazo y replanteo durante la ejecución de obra	m2						13776.00
1.4.1.1	Para Suelos Tipo I, II, III y IV		1	2460	5.6		13776	
1.4.2	Extendido y compactado de base	m3						2066.40
1.4.2.1	Suelo Tipo I		1	350	5.6	0.15	294	
1.4.2.2	Suelo Tipo II		1	360	5.6	0.15	302.4	
1.4.2.3	Suelo Tipo III		1	1560	5.6	0.15	1310.4	
1.4.2.4	Suelo Tipo IV		1	190	5.6	0.15	159.6	
1.4.3	Riego en base	m2						2066.40
1.4.3.1	Suelo Tipo I e = 0.15 m		1	350	5.6	0.15	294	
1.4.3.2	Suelo Tipo II e = 0.15 m		1	360	5.6	0.15	302.4	
1.4.3.3	Suelo Tipo III e = 0.15 m		1	1560	5.6	0.15	1310.4	
1.4.3.4	Suelo Tipo IV e = 0.15 m		1	190	5.6	0.15	159.6	
1.50	SUPERFICIE DE RODADURA							
1.5.1	Trazo y replanteo durante la ejecución de obra	m2						13776.00
1.5.1.1	Para Suelos Tipo I, II, III y IV		1	2460	5.6		13776	
1.5.2	Encofrado y desencofrado en pavimento	m2				caras		1426.80
1.5.2.1	Longitudinal para los Suelo Tipo I, II, III y IV		1	2460	0.15	2.00	738	
1.5.2.2	Transversal para los Suelo Tipo I, II, III y IV		820	5.6	0.15		688.8	
1.5.3	Concreto para losa f'c = 210 kg/cm2	m3						1653.12
1.5.3.1	Suelo Tipo I e = 0.12 cm		1	350	5.6	0.12	235.2	
1.5.3.2	Suelo Tipo II e = 0.12 cm		1	360	5.6	0.12	241.92	
1.5.3.3	Suelo Tipo III e = 0.12 cm		1	1560	5.6	0.12	1048.32	
1.5.3.4	Suelo Tipo IV e = 0.12 cm		1	190	5.6	0.12	127.68	

Anexo C.4: Metrados para pavimento rígido con adición de pegamento sintético

PLANILLA DE METRADOS								
ITEM	DESCRIPCION	UND	N° VECES	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
1.00	MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR PARA PAVIMENTO RIGIDO							
1.10	TRABAJOS PRELIMINARES							
1.1.1	Trazo y replanteo preliminar	m2						13776.00
1.1.1.1	Para Suelo Tipo I		1	350	5.6		1960	
1.1.1.2	Para Suelo Tipo II		1	360	5.6		2016	
1.1.1.3	Para Suelo Tipo III		1	1560	5.6		8736	
1.1.1.4	Para Suelo Tipo IV		1	190	5.6		1064	

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

1.20	MOVIMIENTO Y EXPLANACIONES DE TIERRAS							
1.2.1	Trazo y replanteo durante la ejecución de obra	m2					13776.00	
1.2.1.1	Para Suelos Tipo I, II, III y IV		1	2460	5.6		13776	
1.2.2	Perfilado de Terreno a nivel de subrasante	m3					13776.00	
1.2.2.1	Para Suelo Tipo I		1	350	5.6		1960	
1.2.2.2	Para Suelo Tipo II		1	360	5.6		2016	
1.2.2.3	Para Suelo Tipo III		1	1560	5.6		8736	
1.2.2.4	Para Suelo Tipo IV		1	190	5.6		1064	
1.30	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON PS							
1.3.1	Trazo y replanteo durante la ejecución de obra	m3					13776.00	
1.3.1.1	Para los Suelo Tipo I, II, III y IV		1	2460	5.6		13776.00	
1.3.1	Mejoramamiento de subrasante con PS de suelo TIPO I							
1.3.1.1	Extendido y compactado	m3	1	350	5.6	0.15	294.00	
1.3.1.2	Riego con aditivo de PS de suelo Tipo I	m3	1	350	5.6	0.15	294.00	
1.3.2	Mejoramamiento de subrasante con PS de suelo TIPO II							
1.3.2.1	Extendido y compactado	m3	1	360	5.6	0.10	201.60	
1.3.2.2	Riego con aditivo de PS de suelo Tipo II	m3	1	360	5.6	0.10	201.60	
1.3.3	Mejoramamiento de subrasante con PS de suelo TIPO III							
1.3.3.1	Extendido y compactado	m3	1	1560	5.6	0.30	2620.80	
1.3.3.2	Riego con aditivo de PS de suelo Tipo III	m3	1	1560	5.6	0.30	2620.80	
1.3.4	Mejoramamiento de subrasante con PS de suelo TIPO IV							
1.3.4.1	Extendido y compactado	m3	1	190	5.6	0.15	159.60	
1.3.4.2	Riego con aditivo de PS de suelo Tipo IV	m3	1	190	5.6	0.15	159.60	
1.40	BASE GRANULAR							
1.4.1	Trazo y replanteo durante la ejecución de obra	m3					13776.00	
1.4.1.1	Para los Suelo Tipo I, II, III y IV		1	2460	5.6		13776.00	
1.4.2	Extendido y compactado de base	m3					2066.40	
1.4.2.1	Suelo Tipo I e = 0.15 m		1	350	5.6	0.15	294	
1.4.2.2	Suelo Tipo II e = 0.15 m		1	360	5.6	0.15	302.4	
1.4.2.3	Suelo Tipo III e = 0.15 m		1	1560	5.6	0.15	1310.4	
1.4.2.4	Suelo Tipo IV e = 0.15 m		1	190	5.6	0.15	159.6	
1.4.3	Riego en base	m3					2066.40	
1.4.3.1	Suelo Tipo I e = 0.15 m		1	350	5.6	0.15	294	
1.4.3.2	Suelo Tipo II e = 0.15 m		1	360	5.6	0.15	302.4	
1.4.3.3	Suelo Tipo III e = 0.15 m		1	1560	5.6	0.15	1310.4	
1.4.3.4	Suelo Tipo IV e = 0.15 m		1	190	5.6	0.15	159.6	
1.50	SUPERFICIE DE RODADURA							
1.5.1	Trazo y replanteo durante la ejecución de obra	m2					13776.00	
1.5.1.1	Para los Suelo Tipo I, II, III y IV		1	2460	5.6		13776.00	
1.5.2	Encofrado y desencofrado en pavimento	m2				caras	1426.80	
1.5.2.1	Longitudinal para los Suelo Tipo I, II, III y IV		1	2460	0.15	2.00	738	
1.5.2.2	Transversal para los Suelo Tipo I, II, III y IV		820	5.6	0.15		688.8	

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

1.5.3	Concreto para losa f'c = 210 kg/cm2	m3						1593.76
1.5.3.1	Suelo Tipo I e = 0.10 cm		1	350	5.6	0.10	196	
1.5.3.2	Suelo Tipo II e = 0.11 cm		1	360	5.6	0.11	221.76	
1.5.3.3	Suelo Tipo III e = 0.12 cm		1	1560	5.6	0.12	1048.32	
1.5.3.4	Suelo Tipo IV e = 0.12 cm		1	190	5.6	0.12	127.68	

Anexo C.5: Análisis de precios unitarios para pavimento flexible y rígido sin PS.

Anexo C.5.1: PU para trabajos preliminares de SUELOS TIPO I y II, III y IV

Partida	01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR				
Rendimiento	m2/DIA 500.00⁽¹⁾					Costo unitario directo por : m2 2.33
Descripción Recurso		Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						1.36
OFICIAL		hh	1.0000	0.0160	17.86 ⁽²⁾	0.27
PEON		hh	3.0000	0.0480	16.09 ⁽²⁾	0.74
OPERARIO TOPOGRAFO		hh	1.0000	0.0160	19.15 ⁽²⁾	0.35
Materiales						0.40
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.0020	4.24	0.01
YESO BOLSA 28 kg		bol		0.0200	10.17	0.20
ESTACAS DE MADERA		p2		0.0056	2.37	0.01
PINTURA ESMALTE		gal		0.0050	35.60	0.18
Equipos						0.57
NIVEL TOPOGRAFICO		hm	1.0000	0.0160	6.90	0.11
ESTACION TOTAL		hm	1.0000	0.0160	15.00	0.24
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.37	0.04
WINCHAS		und		0.0020	36.45 ⁽³⁾	0.07
CORDEL		rll		0.0150	7.63	0.11

Anexo C.5.2: PU para movimiento y explanaciones de tierras de SUELOS TIPO I y II, III y IV

Partida	01.02.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA				
Rendimiento	m2/DIA 450.00⁽¹⁾					Costo unitario directo por : m2 2.71
Descripción Recurso		Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						1.51
OFICIAL		hh	1.0000	0.0178	17.86 ⁽²⁾	0.30
PEON		hh	3.0000	0.0533	16.09 ⁽²⁾	0.82
OPERARIO TOPOGRAFO		hh	1.0000	0.0178	19.15 ⁽²⁾	0.39
Materiales						0.58
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.0020	4.24	0.01
YESO BOLSA 28 kg		bol		0.0200	10.17	0.20
ESTACAS DE MADERA		p2		0.0056	2.37	0.01
PINTURA ESMALTE		gal		0.0100	35.60	0.36
Equipos						0.62
NIVEL TOPOGRAFICO		hm	1.0000	0.0178	6.90	0.12
ESTACION TOTAL		hm	1.0000	0.0178	15.00	0.27
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.52	0.05
WINCHAS		und		0.0020	36.45 ⁽³⁾	0.07
CORDEL		rll		0.0150	7.63	0.11

⁽¹⁾ Obtenida del expediente técnico “Mejoramiento de la transitabilidad peatonal y vehicular de la Urb. Coricancha de la provincia de Calca 2016 y Estudio para el mejoramiento de carretera TAUCA-PALLASCA octubre 2018, Provias Perú” ⁽²⁾ Obtenido de costo hora hombre – cusco, vigente del 01 de junio del 2019 al 31 de mayo del 2020 determinado por Ing. J. Ronald Aguilar H. ⁽³⁾ Obtenida de cotización (Transportes Elmer).

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Partida	01.02.02	PERFILADO DE TERRENO A NIVEL DE SUBRASANTE				
Rendimiento	m2/DIA 1,080.00⁽¹⁾			Costo unitario directo por : m2	2.53	
Descripción Recurso		Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						0.75
OPERARIO		hh	1.0000	0.0074	22.29 ⁽²⁾	0.16
OFICIAL		hh	1.0000	0.0074	17.86 ⁽²⁾	0.13
PEON		hh	4.0000	0.0296	16.09 ⁽²⁾	0.46
Equipos						1.78
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.77	0.02
MOTONIVELADORA 130 - 135 HP		hm	1.0000	0.0074	237.29 ⁽³⁾	1.76

Anexo C.5.3: PU para mejoramiento de la subrasante en SUELOS TIPO I y II.

Partida	01.03.02.01	ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE				
Rendimiento	m3/DIA 600.00⁽¹⁾			Costo unitario directo por : m3	6.99	
Descripción Recurso		Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						1.20
OPERARIO		hh	2.0000	0.0267	22.29 ⁽²⁾	0.58
PEON		hh	3.0000	0.0400	16.09 ⁽²⁾	0.62
Equipos						5.79
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.24	0.04
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton		hm	1.0000	0.0133	191.53 ⁽³⁾	2.59
MOTONIVELADORA 130 - 135 HP		hm	1.0000	0.0133	237.29 ⁽³⁾	3.16

Partida	01.03.03.02	RIEGO EN SUBRASANTE				
Rendimiento	m3/DIA 1,000.00⁽¹⁾			Costo unitario directo por : m3	1.94	
Descripción Recurso		Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						0.60
OPERARIO		hh	2.0000	0.0160	22.29	0.35
PEON		hh	2.0000	0.0160	16.09	0.25
Materiales						0.10
TRANSPORTE DE AGUA HASTA 2 km		m3		0.0200	5.00	0.10
Equipos						1.24
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.62	0.02
MOTOBOMBA 3" (7 HP)		hm	1.0000	0.0080	76.26 ⁽³⁾	0.10
CAMION CISTERNA DE 4x2 (AGUA) 122 HP 2000 GLN		hm	1.0000	0.0080	211.86 ⁽³⁾	1.12

Anexo C.5.4: PU de mejoramiento de la subrasante con material de préstamo para SUELOS TIPO III y IV.

Partida	01.03.04.01	CORTE DEL TERRENO A NIVEL DE LA SUBRASANTE				
Rendimiento	m3/DIA 300.00⁽¹⁾			Costo unitario directo por : m3	8.20	
Descripción Recurso		Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						1.81
OPERARIO		hh	1.0000	0.0267	22.29 ⁽²⁾	0.58
PEON		hh	3.0000	0.0800	16.09 ⁽²⁾	1.23
Equipos						6.39
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.89	0.05
MOTONIVELADORA 130 - 135 HP		hm	1.0000	0.0267	237.29 ⁽³⁾	6.34

⁽¹⁾ Obtenida del expediente técnico “Mejoramiento de la transitabilidad peatonal y vehicular de la Urb.

Coricancha de la provincia de Calca 2016 y Estudio para el mejoramiento de carretera TAUCA-PALLASCA octubre 2018, Provias Perú” ⁽²⁾ Obtenido de costo hora hombre – cusco, vigente del 01 de junio del 2019 al 31

de mayo del 2020 determinado por Ing. J. Ronald Aguilar H. ⁽³⁾ Obtenida de cotización (Transportes Elmer).

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Partida	01.03.04.02	ELIMINACION DE MATERIAL NATURAL POBRE DE SUBRASANTE			
Rendimiento	m3/DIA 7500.00⁽¹⁾			Costo unitario directo por : m3	11.87
Descripción Recurso		Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
Mano de Obra					1.33
OPERARIO		hh	5.0000	0.0533	22.29 ⁽²⁾ 1.15
OFICIAL		hh	1.0000	0.0107	17.86 ⁽²⁾ 0.18
Equipos					10.54
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.33 0.04
CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3		hm	1.0000	0.0107	237.37 ⁽³⁾ 2.54
CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	4.0000	0.0427	186.44 ⁽³⁾ 7.96

Partida	01.03.04.03	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL DE PRESTAMO			
Rendimiento	m3/DIA 250.00⁽¹⁾			Costo unitario directo por : m3	27.11
Descripción Recurso		Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
Mano de Obra					2.17
OPERARIO		hh	1.0000	0.0320	22.29 ⁽²⁾ 0.69
PEON		hh	3.0000	0.0960	16.09 ⁽²⁾ 1.48
Materiales					11.09
MATERIAL GRANULAR		m3		1.3300	8.34 11.09
Equipos					13.85
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	2.25 0.07
CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 H		hm	1.0000	0.0320	237.37 ⁽³⁾ 7.60
ZARANDEO ESTATICO		m3		1.3300	4.65 6.18

Partida	01.03.04.04	ARGUIO Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRESTAMO			
Rendimiento	m3/DIA 650.00⁽¹⁾			Costo unitario directo por : m3	13.66
Descripción Recurso		Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
Mano de Obra					1.52
OPERARIO		hh	5.0000	0.0615	22.29 ⁽²⁾ 1.33
PEON		hh	1.0000	0.0123	16.09 ⁽²⁾ 0.19
Equipos					10.27
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.52 0.05
CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3		hm	1.0000	0.0123	237.37 ⁽³⁾ 2.92
CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	4.0000	0.0492	186.44 ⁽³⁾ 9.17

Partida	01.03.04.05	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE DE MATERIAL DE PRESTAMO			
Rendimiento	m3/DIA 600.00⁽¹⁾			Costo unitario directo por : m3	6.77
Descripción Recurso		Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
Mano de Obra					0.99
OPERARIO		hh	2.0000	0.0267	22.29 ⁽²⁾ 0.58
PEON		hh	2.0000	0.0267	16.09 ⁽²⁾ 0.41
Equipos					5.78
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.03 0.03
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton		hm	1.0000	0.0133	191.53 ⁽³⁾ 2.59
MOTONIVELADORA 130 - 135 HP		hm	1.0000	0.0133	237.29 ⁽³⁾ 3.16

⁽¹⁾ Obtenida del expediente técnico “Mejoramiento de la transitabilidad peatonal y vehicular de la Urb. Coricancha de la provincia de Calca 2016 y Estudio para el mejoramiento de carretera TAUCA-PALLASCA octubre 2018, Provias Perú” ⁽²⁾ Obtenido de costo hora hombre – cusco, vigente del 01 de junio del 2019 al 31 de mayo del 2020 determinado por Ing. J. Ronald Aguilar H. ⁽³⁾ Obtenida de cotización (Transportes Elmer).

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Partida	RIEGO EN SUBRASANTE					
Rendimiento	m3/DIA	1,000.00⁽¹⁾	Costo unitario directo por : m3			1.94
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra					0.60	
OPERARIO	hh	2.0000	0.0160	22.29 ⁽²⁾	0.35	
PEON	hh	2.0000	0.0160	16.09 ⁽²⁾	0.25	
Materiales					0.10	
TRANSPORTE DE AGUA HASTA 2 km	m3		0.0200	5.00	0.10	
Equipos					1.24	
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.62	0.02	
MOTOBOMBA 3" (7 HP)	hm	1.0000	0.0080	76.26 ⁽³⁾	0.10	
CAMION CISTERNA DE 4x2 (AGUA) 122 HP 2000 GLN	hm	1.0000	0.0080	211.86 ⁽³⁾	1.12	

Anexo C.5.5: PU para subbase granular en SUELOS TIPO I, II, III y IV.

Partida	EXTENDIDO Y COMPACTADO EN SUBBASE					
Rendimiento	m3/DIA	533.00⁽¹⁾	Costo unitario directo por : m3			54.18
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra					1.24	
OPERARIO	hh	1.0000	0.0150	22.29 ⁽²⁾	0.32	
PEON	hh	4.0000	0.0600	16.09 ⁽²⁾	0.92	
Materiales					46.42	
MATERIAL GRANULAR PARA SUB-BASE	m3		1.2000	38.68	46.42	
Equipos					6.52	
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.30	0.04	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	1.0000	0.0150	191.53 ⁽³⁾	2.92	
MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0150	237.29 ⁽³⁾	3.56	

Partida	RIEGO EN SUBBASE					
Rendimiento	m3/DIA	1,000.00⁽¹⁾	Costo unitario directo por : m3			1.94
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra					0.60	
OPERARIO	hh	2.0000	0.0160	22.29 ⁽²⁾	0.35	
PEON	hh	2.0000	0.0160	16.09 ⁽²⁾	0.25	
Materiales					0.10	
TRANSPORTE DE AGUA HASTA 2 km	m3		0.0200	5.00	0.10	
Equipos					1.24	
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.62	0.02	
MOTOBOMBA 3" (7 HP)	hm	1.0000	0.0080	76.26 ⁽³⁾	0.10	
CAMION CISTERNA DE 4x2 (AGUA) 12	hm	1.0000	0.0080	211.86 ⁽³⁾	1.12	

Anexo C.5.6: PU para base granular en SUELOS TIPO I, II, III y IV.

Partida	EXTENDIDO Y COMPACTADO EN BASE					
Rendimiento	m3/DIA	440.00⁽¹⁾	Costo unitario directo por : m3			81.61
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra					1.51	
OPERARIO	hh	1.0000	0.0182	22.29 ⁽²⁾	0.39	
PEON	hh	4.0000	0.0727	16.09 ⁽²⁾	1.12	
Materiales					72.18	
MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3		1.2000	60.15	72.18	
Equipos					7.92	
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.58	0.05	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	1.0000	0.0182	191.53 ⁽³⁾	3.55	
MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0182	237.29 ⁽³⁾	4.32	

⁽¹⁾ Obtenida del expediente técnico “Mejoramiento de la transitabilidad peatonal y vehicular de la Urb.

Coricancha de la provincia de Calca 2016 y Estudio para el mejoramiento de carretera TAUCA-PALLASCA

octubre 2018, Provias Perú” ⁽²⁾ Obtenido de costo hora hombre – cusco, vigente del 01 de junio del 2019 al 31

de mayo del 2020 determinado por Ing. J. Ronald Aguilar H. ⁽³⁾ Obtenida de cotización (Transportes Elmer).

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Partida	01.05.03	RIEGO EN BASE				
Rendimiento	m3/DIA 1,000.00⁽¹⁾			Costo unitario directo por : m3		1.94
Descripción Recurso		Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						0.60
OPERARIO		hh	2.0000	0.0160	22.29 ⁽²⁾	0.35
PEON		hh	2.0000	0.0160	16.09 ⁽²⁾	0.25
Materiales						0.10
TRANSPORTE DE AGUA HASTA 2 km		m3		0.0200	5.00	0.10
Equipos						1.24
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.62	0.02
MOTOBOMBA 3" (7 HP)		hm	1.0000	0.0080	76.26 ⁽³⁾	0.10
CAMION CISTERNA DE 4x2 (AGUA) 12		hm	1.0000	0.0080	211.86 ⁽³⁾	1.12

Anexo C.5.7: PU para superficie de rodadura en SUELOS TIPO I, II, III y IV.

Anexo C.5.7.1: PU para pavimento flexible

Partida	01.06.02	IMPRIMACION ASFALTICA				
Rendimiento	m2/DIA 4,500.00⁽¹⁾			Costo unitario directo por : m2		1.14
Descripción Recurso		Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						0.20
OPERARIO		hh	1.0000	0.0018	22.29 ⁽²⁾	0.04
PEON		hh	6.0000	0.0107	16.09 ⁽²⁾	0.16
Materiales						0.33
ARENA ZARANDEADA		m3		0.0050	66.24	0.33
Equipos						0.61
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.21	0.01
COMPRESORA NEUMATICA 125-175 PCM, 76 HP		hm	1.0000	0.0018	77.49 ⁽³⁾	0.14
MINI CARGADOR DE 72.8 HP		hm	1.0000	0.0018	87.79 ⁽³⁾	0.16
CAMION IMPRIMADOR DE 1800 gl		hm	1.0000	0.0018	165.53 ⁽³⁾	0.30

Partida	01.06.03	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA				
Rendimiento	m2/DIA 1.00⁽¹⁾			Costo unitario directo por : m2		3.76
Descripción Recurso		Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Equipos						3.76
TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA - 1ERA CAPA		m2		1.0000	2.15	2.15
TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA - 2DA CAPA		m2		1.0000	1.61	1.61

Partida	01.06.04	RIEGO DE LIGA				
Rendimiento	m2/DIA 3,500.00⁽¹⁾			Costo unitario directo por : m2		0.97
Descripción Recurso		Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						0.19
OPERARIO		hh	1.0000	0.0023	22.29 ⁽²⁾	0.05
PEON		hh	4.0000	0.0091	16.09 ⁽²⁾	0.14
Equipos						0.77
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.20	0.01
COMPRESORA NEUMATICA 125-175 PCM, 76 HP		hm	1.0000	0.0023	77.49 ⁽³⁾	0.18
MINI CARGADOR DE 72.8 HP		hm	1.0000	0.0023	87.79 ⁽³⁾	0.20
CAMION IMPRIMADOR DE 1800 gl		hm	1.0000	0.0023	165.53 ⁽³⁾	0.38

⁽¹⁾ Obtenida del expediente técnico “Mejoramiento de la transitabilidad peatonal y vehicular de la Urb. Coricancha de la provincia de Calca 2016 y Estudio para el mejoramiento de carretera TAUCA-PALLASCA octubre 2018, Provias Perú” ⁽²⁾ Obtenido de costo hora hombre – cusco, vigente del 01 de junio del 2019 al 31 de mayo del 2020 determinado por Ing. J. Ronald Aguilar H. ⁽³⁾ Obtenida de cotización (Transportes Elmer).

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Partida	01.06.05	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE e= 0.05m			
Rendimiento	m3/DIA 274.00 ⁽¹⁾			Costo unitario directo por : m3	250.65
Descripción Recurso		Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
Mano de Obra					5.36
OPERARIO		hh	2.0000	0.0584	22.29 ⁽²⁾ 1.26
OFICIAL		hh	1.0000	0.0292	17.86 ⁽²⁾ 0.50
PEON		hh	8.0000	0.2336	16.09 ⁽²⁾ 3.60
Materiales					231.08
PREPARACION DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE		m3		1.3000	177.75 231.08
Equipos					14.21
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	5.58 0.16
RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 135 HP 9 ton		hm	1.0000	0.0292	139.22 ⁽³⁾ 4.07
RODILLO TANDEM VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 130 HP		hm	1.0000	0.0292	203.70 ⁽³⁾ 5.95
PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP		hm	1.0000	0.0292	138.10 ⁽³⁾ 4.03

Anexo C.5.7.2: PU para pavimento rigido

Partida	01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PAVIMENTOS			
Rendimiento	m2/DIA 12.00 ⁽¹⁾			Costo unitario directo por : m2	53.36
Descripción Recurso		Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
Mano de Obra					30.94
OPERARIO		hh	1.0000	0.6667	22.29 ⁽²⁾ 14.43
OFICIAL		hh	1.0000	0.6667	17.86 ⁽²⁾ 11.38
PEON		hh	0.5000	0.3333	16.09 ⁽²⁾ 5.13
Materiales					21.49
PETROLEO DIODISEL B-5		gal		0.0200	12.12 0.24
ALAMBRE GALVANIZADO N° 8		kg		0.1000	4.24 0.42
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.2000	4.24 0.85
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"		kg		0.1800	4.24 0.76
MADERA CORRIENTE		p2		4.0000	4.20 16.80
ROLLIZO DE EUCALIPTO 3'x3 M		pza		0.3000	8.06 2.42
Equipos					0.93
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	32.13 0.93

Partida	01.05.03	CONCRETO LOSAS f'c= 210 kg/cm2			
Rendimiento	m3/DIA 18.00 ⁽¹⁾			Costo unitario directo por : m2	504.67
Descripción Recurso		Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
Mano de Obra					86.53
CAPATAZ		hh	0.5000	0.2222	28.07 ⁽²⁾ 6.24
OPERARIO		hh	1.0000	0.4444	22.29 ⁽²⁾ 9.62
OFICIAL		hh	3.0000	1.3333	17.86 ⁽²⁾ 22.76
PEON		hh	7.0000	3.1111	16.09 ⁽²⁾ 47.91
Materiales					348.88
GASOLINA 84		gal		0.2800	10.35 2.90
PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.7500	115.04 86.28
ARENA GRUESA		m3		0.5600	66.24 37.09
AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.1800	10.00 1.80
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		9.0000	23.50 211.50
ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE		kg		0.4500	13.59 6.12
ADITIVO CURADOR		gal		0.1760	18.13 3.19
Equipos					69.26
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	90.02 2.60
VIBRADOR A GASOLINA		hm	1.0000	0.4444	30.00 ⁽³⁾ 13.33
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)		hm	1.0000	0.4444	120.00 ⁽³⁾ 53.33

⁽¹⁾ Obtenida del expediente técnico “Mejoramiento de la transitabilidad peatonal y vehicular de la Urb. Coricancha de la provincia de Calca 2016 y Estudio para el mejoramiento de carretera TAUCA-PALLASCA octubre 2018, Provias Perú” ⁽²⁾ Obtenido de costo hora hombre – cusco, vigente del 01 de junio del 2019 al 31 de mayo del 2020 determinado por Ing. J. Ronald Aguilar H. ⁽³⁾ Obtenida de cotización (Transportes Elmer).

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo C.6: Análisis de precios unitarios para pavimento flexible y rígido con PS.

Anexo C.6.1: PU para movimiento y explanaciones - SUELO TIPO I, II, III y IV

Partida	01.03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA				
Rendimiento	m2/DIA 450.00⁽¹⁾	Costo unitario directo por : m2				2.71
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra					1.51	
OFICIAL	hh	1.0000	0.0178	17.86 ⁽²⁾	0.30	
PEON	hh	3.0000	0.0533	16.09 ⁽²⁾	0.82	
OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0178	19.15 ⁽²⁾	0.39	
Materiales					0.58	
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0020	4.24	0.01	
YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0200	10.17	0.20	
ESTACAS DE MADERA	p2		0.0056	2.37	0.01	
PINTURA ESMALTE	gal		0.0100	35.60	0.36	
Equipos					0.62	
NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.0000	0.0178	6.90	0.12	
ESTACION TOTAL	hm	1.0000	0.0178	15.00	0.27	
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.52	0.05	
WINCHAS	und		0.0020	36.45 ⁽³⁾	0.07	
CORDEL	rll		0.0150	7.63	0.11	

Partida	01.02.02	PERFILADO DE TERRENO A NIVEL DE SUBRASANTE				
Rendimiento	m2/DIA 1,080.00⁽¹⁾	Costo unitario directo por : m2				2.53
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra					0.75	
OPERARIO	hh	1.0000	0.0074	22.29 ⁽²⁾	0.16	
OFICIAL	hh	1.0000	0.0074	17.86 ⁽²⁾	0.13	
PEON	hh	4.0000	0.0296	16.09	0.46	
Equipos					1.78	
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.77	0.02	
MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0074	237.29 ⁽³⁾	1.76	

Anexo C.6.2: PU para mejoramiento de subrasante con PS-SUELO TIPO I, II, III y IV

Partida	01.03.02.01	ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE				
Rendimiento	m3/DIA 600.00⁽¹⁾	Costo unitario directo por : m3				6.99
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra					1.20	
OPERARIO	hh	2.0000	0.0267	22.29 ⁽²⁾	0.58	
PEON	hh	3.0000	0.0400	16.09 ⁽²⁾	0.62	
Equipos					5.79	
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.24	0.04	
RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	1.0000	0.0133	191.53 ⁽³⁾	2.59	
AUTOPROPULSADO 7- 9 ton						
MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0133	237.29 ⁽³⁾	3.16	

⁽¹⁾ Obtenida del expediente técnico “Mejoramiento de la transitabilidad peatonal y vehicular de la Urb. Coricancha de la provincia de Calca 2016 y Estudio para el mejoramiento de carretera TAUCA-PALLASCA octubre 2018, Provias Perú” ⁽²⁾ Obtenido de costo hora hombre – cusco, vigente del 01 de junio del 2019 al 31 de mayo del 2020 determinado por Ing. J. Ronald Aguilar H. ⁽³⁾ Obtenida de cotización (Transportes Elmer).

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo C.6.3: PU con PS-SUELO TIPO I-Partidas: Riego del aditivo PS para SUELO TIPO I

Partida	01.03.02.02	RIEGO DEL ADITIVO DE PS PARA SUELO TIPO I				
Rendimiento	m3/DIA	1,000.00 ⁽¹⁾			Costo unitario directo por : m3	5.82
Descripción Recurso		Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						0.42
OPERARIO		hh	1.0000	0.0080	22.29 ⁽²⁾	0.17
PEON		hh	2.0000	0.0160	16.09 ⁽²⁾	0.25
Materiales						4.17
TRANSPORTE DE AGUA HASTA 2 km		m3		0.0200	5.00	0.10
PEGAMENTO SINTETICO A BASE DE POLIACETATO DE VINILO TIPO I		m3		0.7410	5.49	4.07
Equipos						1.23
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.44	0.01
MOTOBOMBA 3" (7 HP)		hm	1.0000	0.0080	76.26 ⁽³⁾	0.10
CAMION CISTERNA DE 4x2 (AGUA) 122 HP 2000 GLN		hm	1.0000	0.0080	211.86 ⁽³⁾	1.12

Anexo C.6.4: PU con PS-SUELO TIPO II-Partidas: Riego del aditivo PS para SUELO TIPO II

Partida	01.03.03.02	RIEGO DEL ADITIVO DE PS PARA SUELO TIPO II				
Rendimiento	m3/DIA	1,000.00 ⁽¹⁾			Costo unitario directo por : m3	13.64
Descripción Recurso		Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						0.42
OPERARIO		hh	1.0000	0.0080	22.29 ⁽²⁾	0.17
PEON		hh	2.0000	0.0160	16.09 ⁽²⁾	0.25
Materiales						11.99
TRANSPORTE DE AGUA HASTA 2 km		m3		0.0200	5.00	0.10
PEGAMENTO SINTETICO A BASE DE POLIACETATO DE VINILO TIPO II		m3		1.2660	9.39	11.89
Equipos						1.23
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.44	0.01
MOTOBOMBA 3" (7 HP)		hm	1.0000	0.0080	76.26 ⁽³⁾	0.10
CAMION CISTERNA DE 4x2 (AGUA) 122 HP 2000 GLN		hm	1.0000	0.0080	211.86 ⁽³⁾	1.12

Anexo C.6.5: PU con PS-SUELO TIPO III-Partidas: Riego del aditivo PS para SUELO TIPO III

Partida	01.03.04.02	RIEGO DEL ADITIVO DE PS PARA SUELO TIPO III				
Rendimiento	m3/DIA	1,000.00 ⁽¹⁾			Costo unitario directo por : m3	49.32
Descripción Recurso		Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						0.42
OPERARIO		hh	1.0000	0.0080	22.29 ⁽²⁾	0.17
PEON		hh	2.0000	0.0160	16.09 ⁽²⁾	0.25
Materiales						47.67
TRANSPORTE DE AGUA HASTA 2 km		m3		0.0200	5.00	0.10
PEGAMENTO SINTETICO A BASE DE POLIACETATO DE VINILO TIPO III		m3		2.5330	18.78	47.57
Equipos						1.23
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.44	0.01
MOTOBOMBA 3" (7 HP)		hm	1.0000	0.0080	76.26 ⁽³⁾	0.10
CAMION CISTERNA DE 4x2 (AGUA) 122 HP 2000 GLN		hm	1.0000	0.0080	211.86 ⁽³⁾	1.12

⁽¹⁾ Obtenida del expediente técnico “Mejoramiento de la transitabilidad peatonal y vehicular de la Urb. Coricancha de la provincia de Calca 2016 y Estudio para el mejoramiento de carretera TAUCA-PALLASCA octubre 2018, Provias Perú” ⁽²⁾ Obtenido de costo hora hombre – cusco, vigente del 01 de junio del 2019 al 31 de mayo del 2020 determinado por Ing. J. Ronald Aguilar H. ⁽³⁾ Obtenida de cotización (transportes Elmer).

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo C.6.6: PU con PS-SUELO TIPO IV-Partidas: Riego del aditivo PS para SUELO TIPO IV

Partida	RIEGO DEL ADITIVO DE PS PARA SUELO TIPO IV				
Rendimiento m3/DIA	1,000.00⁽¹⁾			Costo unitario directo por : m3	59.17
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					0.42
OPERARIO	hh	1.0000	0.0080	22.29 ⁽²⁾	0.17
PEON	hh	2.0000	0.0160	16.09 ⁽²⁾	0.25
Materiales					57.52
TRANSPORTE DE AGUA HASTA 2 km	m3		0.0200	5.00	0.10
PEGAMENTO SINTETICO A BASE DE POLIACETATO DE VINILO TIPO IV	m3		2.7820	20.64	57.42
Equipos					2.31
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.44	0.01
MOTOBOMBA 3" (7 HP)	hm	1.0000	0.0080	76.26 ⁽³⁾	0.10
CAMION CISTERNA DE 4x2 (AGUA) 122 HP 2000 GLN	hm	1.0000	0.0080	211.86 ⁽³⁾	1.12

⁽¹⁾ Obtenida del expediente técnico “Mejoramiento de la transitabilidad peatonal y vehicular de la Urb. Coricancha de la provincia de Calca 2016 y Estudio para el mejoramiento de carretera TAUCA-PALLASCA octubre 2018, Provias Perú” ⁽²⁾ Obtenido de costo hora hombre – cusco, vigente del 01 de junio del 2019 al 31 de mayo del 2020 determinado por Ing. J. Ronald Aguilar H. ⁽³⁾ Obtenida de cotización (transportes Elmer).

Anexo C.8: Deducción del costo por metro cubico de PS-Suelo Tipo I, II, III y IV

CALCULO DE CANTIDAD DE PS EN MUESTRA TOTAL ENSAYADA				
TIPO DE SUELO	TIPO I	TIPO II	TIPO III	TIPO IV
Muestra total ensayada (Kg)	15	15	15	16
% Optimo de humedad (Agua+PS)	13.06	10.82	15.9	15.04
% de PS	3	6	9	10
Humedad optima (Agua+PS)(Kg)	0.131	1.623	2.385	2.406
Total de PS en muestra total ensayada (Kg)	0.006	0.01	0.021	0.024
CALCULO DE LA CANTIDAD DE PS EN 1Kg DE MUESTRA				
Muestra total ensayada (Kg)	15	15	15	16
Total de PS en muestra total ensayada (Kg)	0.006	0.01	0.021	0.024
PS para 1Kg de muestra (Kg)	0.0004	0.001	0.001	0.002
CALCULO DEL COSTO PARA PS TOTAL EN 1Kg DE MUESTRA				
Aditivo (Agua+PS) comercial (Kg)	4	4	4	4
Costo de aditivo (soles)	35	35	35	35
PS para 1Kg de muestra (Kg)	0.0004	0.001	0.001	0.002
Costo de PS en 1Kg de muestra (soles)	0.003	0.006	0.013	0.013
Cantidad de PS por m3	0.741	1.266	2.533	2.782
CALCULO DEL COSTO DE PS EN 1 METRO CUBICO DE MUESTRA				
Densidad del suelo en (Kg/m3)	1890	1950	1770	1850
Costo de PS en 1Kg de muestra (soles)	0.003	0.006	0.013	0.013
Costo de PS en 1m3 de muestra (soles)	6.48	11.08	22.16	24.35

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

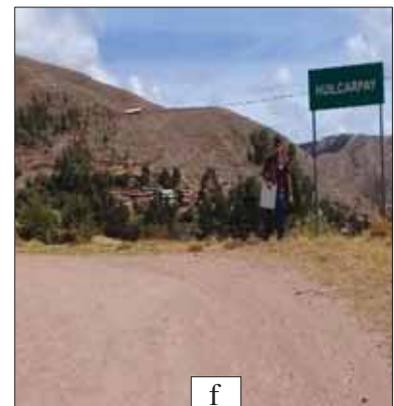
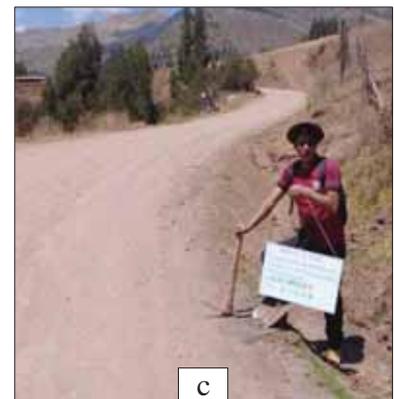
Anexo D: Panel fotográfico

Anexo D.1: Visita preliminar de campo

Fotografía N°1: Ubicación de las Calitas C-3, de acuerdo a sus características y estrato del suelo.



Fotografías complementarias



Las fotografías a, b, c, d, e y f muestran las ubicaciones las calicatas 4, 5, 6, 7, 8 y 10 respectivamente.

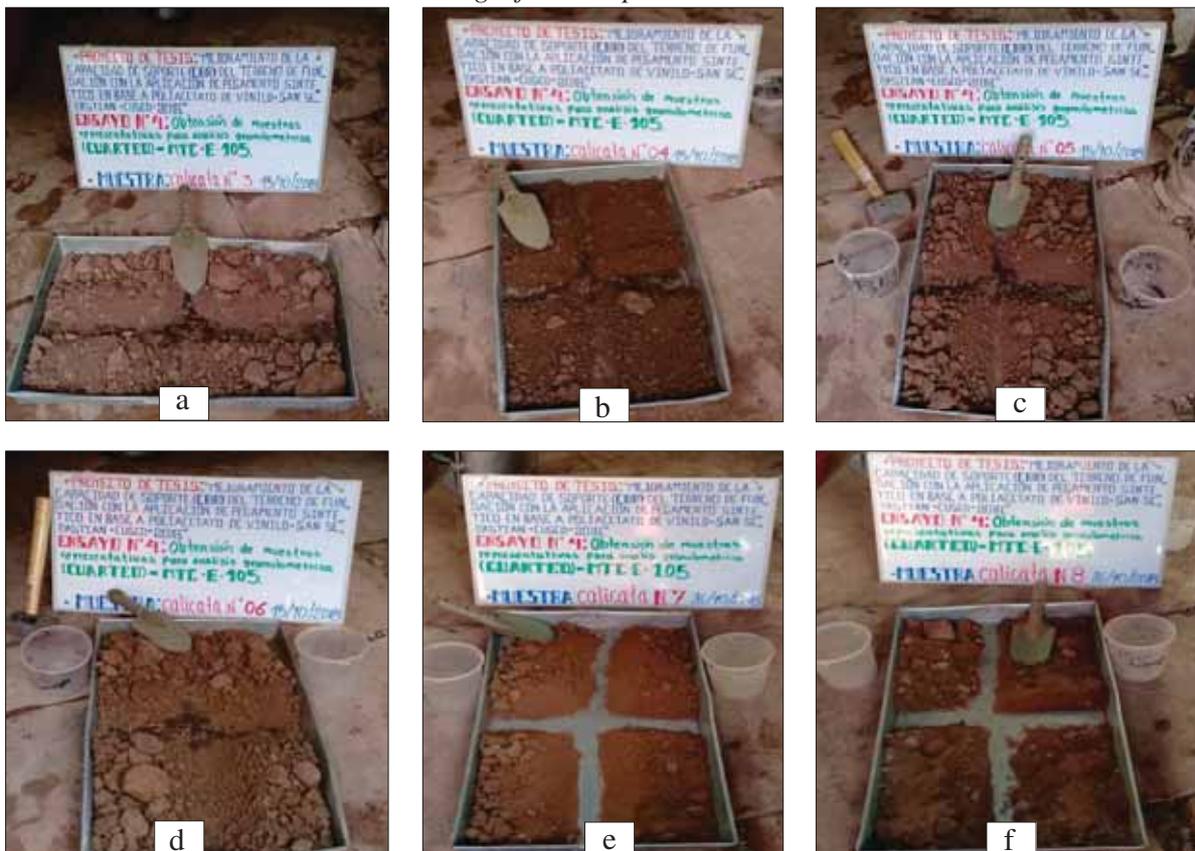
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo D.2: Análisis granulométrico

Fotografías N°2 y N°3: Cuarteo de muestras de las calicatas C-1 y C-2, para el ensayo de Granulometría por tamizado.



Fotografías complementarias



Las fotografías a, b, c, d, e y f muestran los cuarteos de las calicatas 3, 4, 5, 6, 7 y 8 respectivamente.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Fotografías N°4 y 5: Tamizado mecánico para todas las calicatas (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9 Y C10)



Fotografías complementarias

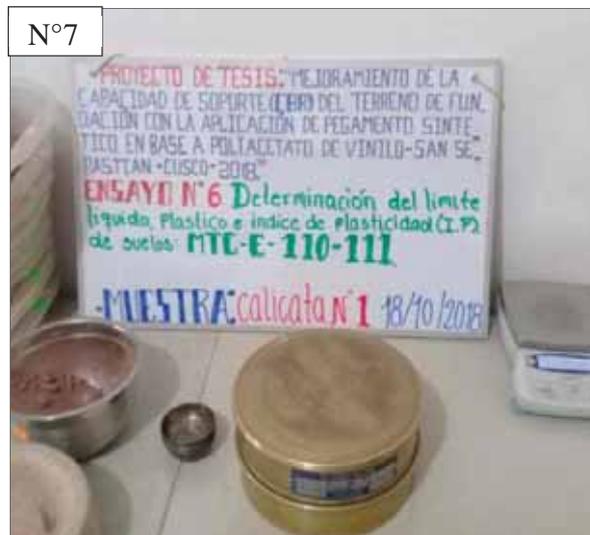
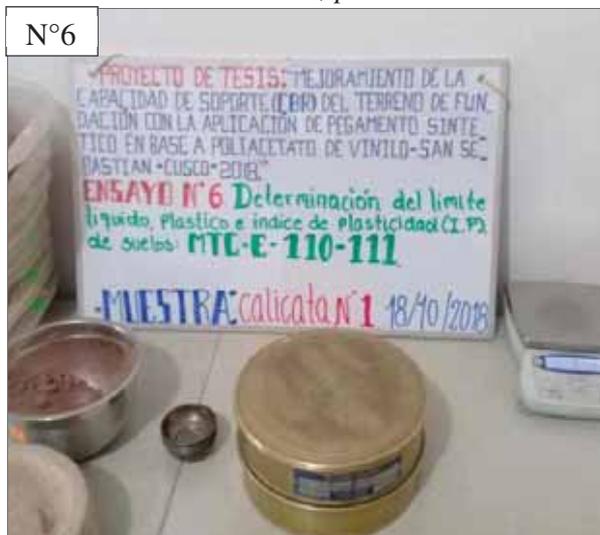


Las fotografías a, b, c, d, e y f muestra el proceso de tamizado mecánico para todas las calicatas.

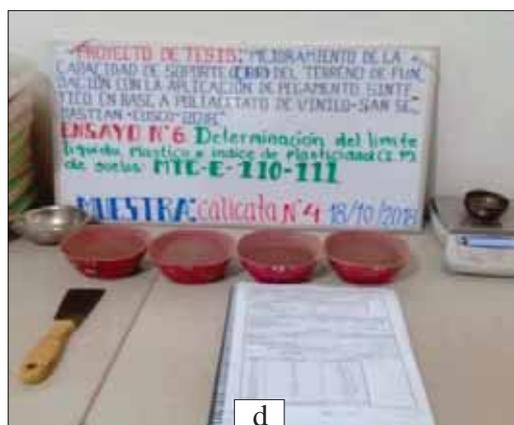
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACION DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo D.3: Limite liquido

Fotografías N°6 y 7: Desmenuzando de las partículas gruesas y su respectivo tamizado de la muestra en la malla # 40, para las calicatas C-1 y C-2.



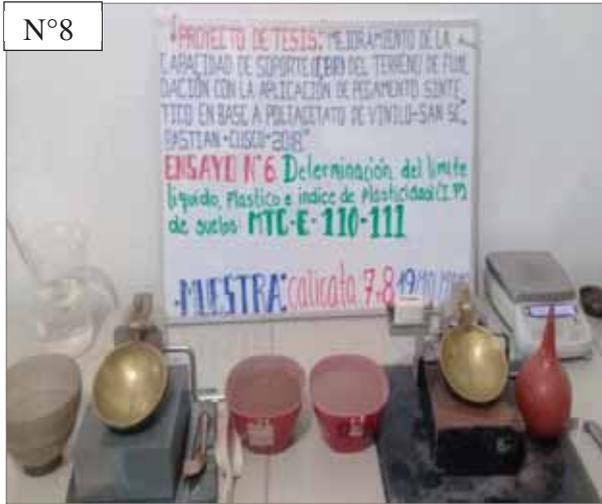
Fotografías complementarias



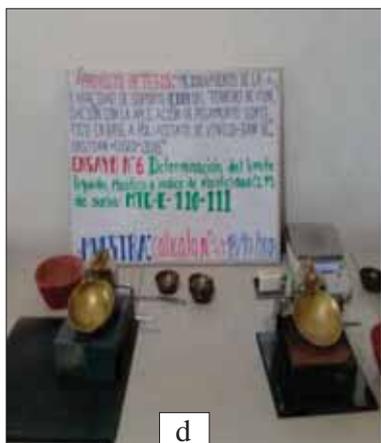
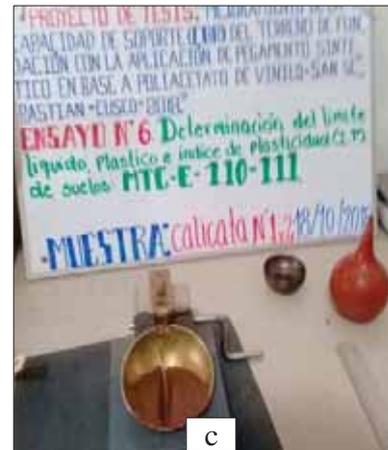
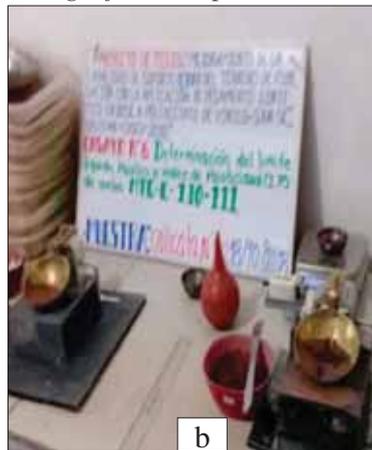
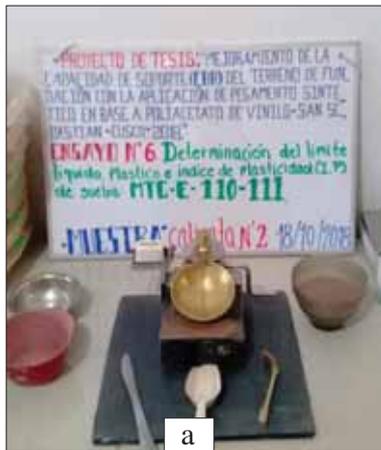
Las fotografías a, b, c y d muestra desmenuzando de las partículas gruesas y tamizado con malla # 40 para realizar los ensayos de LL Y LP para todas las calicatas.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Fotografías N° 8 y 9 Materiales, equipos y el proceso del ensayo de ranuración en la cuchara de casa grande de Atterberg de la calicata C-1.



Fotografías complementarias



Las fotografías a, b, c, d, e y f muestra el proceso del ensayo de Casa Grande de Atterberg de LL para todas las calicatas.

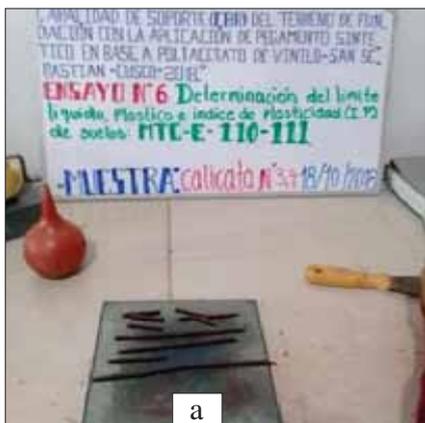
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACION DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo D.4: Limite plástico

Fotografías N°10 y N°11: Elaboración de cilindros de una longitud de 5 cm y un diámetro que varía de 3 mm 3.2 mm, para las calicatas C-1 y C-2.



Fotografías complementarias



Las fotografías a, b, c, d, e y f muestra el proceso de elaboración de ensayo de LP para todas las calicatas.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACION DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo D.5: Compactación proctor estándar

Fotografía N°12: Tamizado en las mallas # 3/4, # 3/8 y # 4 para determinar el método de compactación



Fotografías complementarias



Las fotografías a, b, c, d, e y f muestra materiales y proceso de mezcla del aditivo con los suelos para el ensayo de compactación para suelos de tipo I, II, II Y IV.

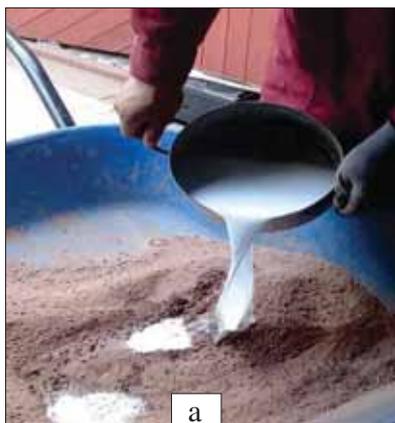
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo D.6: Capacidad de soporte CBR

Fotografías N°13 y 14: Tamizado (malla # 4) y preparación de los materiales para el ensayo de compactación CBR para todos los tipos de suelo



Fotografías complementarias



Las fotografías a, b, c, d, e y f muestra materiales, preparación, proceso de mezcla del aditivo y compactación de los moldes del ensayo CBR para todo tipo de suelos.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Fotografía N° 15 y 16: Saturación durante 96 horas, para determinar le expansión de la muestra para todos los tipos de suelo

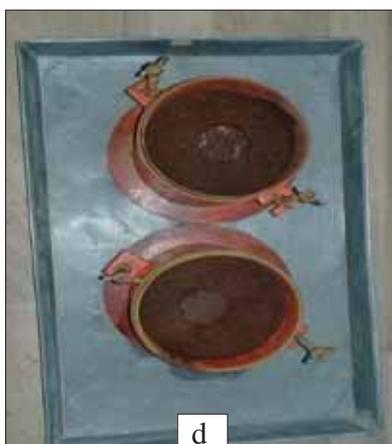


Fotografía N° 17, 18 y 19: Ensayo de penetración después de 96 horas sumergidas, para todas las calicatas



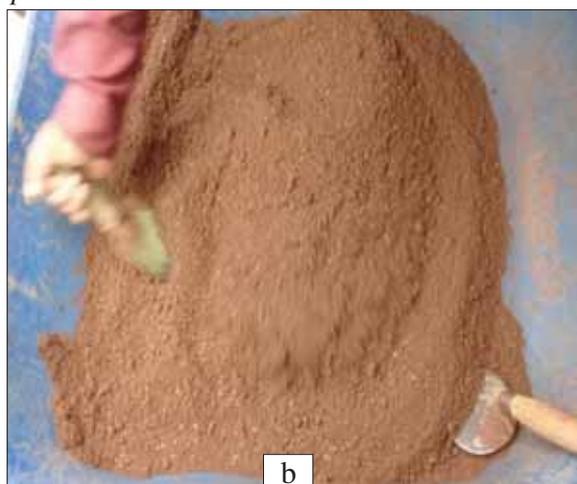
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Fotografías complementarias



Las fotografías a, b, c, d, e y f muestra el ensayo de penetración y extracción de muestras para contenido de humedad para todo tipo de suelos.

Fotografías complementarias



Las fotografías a y b muestran el mezclado de suelo con adición de pegamento y sin adición de pegamento respectivamente.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo D.7: Durabilidad de los suelos por humedecimiento y secado

Fotografías N° 20 y 21: Preparación de moldes de PVC de 9cm de diámetro y 18 cm de altura, para la elaboración de especímenes.



Fotografías complementarias



Las fotografías a, b, c y d muestran elaboración de especímenes para el ensayo de durabilidad, compresión simple y sumergido los primeros 20 minutos.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACION DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Fotografías complementarias



Las fotografías a y b muestran ensayo de durabilidad de los especímenes con y sin sedición de pegamento sintético.

Fotografías complementarias

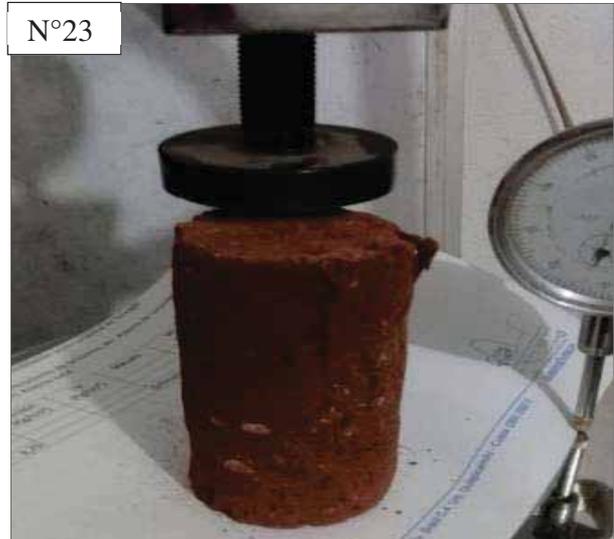


Las fotografías a, b y c muestran el sacado al horno, en un promedio de 30 minutos y luego volver a sumergirlo por segunda vez en el mismo lapso de tiempo.

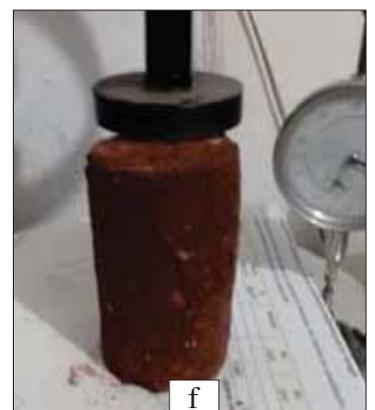
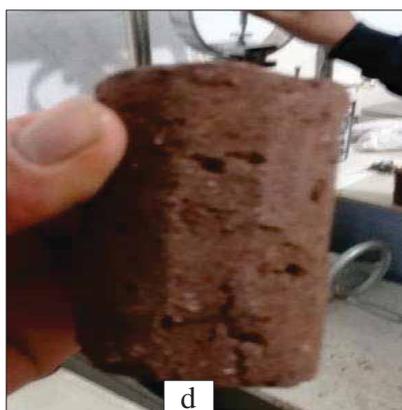
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo D.8: Compresión simple NO confinada

Fotografías N° 22 y 23: Ensayo de compresión simple y sección de falla de especímenes sumergidas.



Fotografías complementarias



Las fotografías a, b, c, d, e y f muestra el ensayo de los especímenes que soportaron el ensayo de durabilidad.