

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
CHOTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA
CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR
DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA – SHITACUCHO**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Presentado por: FANY YUDITH RUIZ BURGA

Asesor: Mg. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NÚÑEZ

Chota – Perú

2022

**Evaluación de la incorporación de polvo de piedra chancada
en la subrasante deteriorada por deformación, carretera**

Chota – Shitacucho

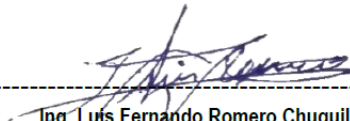
POR:

Fany Yudith Ruiz Burga

**Presentada a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la
Universidad Nacional Autónoma de Chota para optar el título
de**

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR



Ing. Luis Fernando Romero Chuquilín
Preidente Jurado Evaluador

Msc. Ing. Luis Fernando Romero Chuquilín

PRESIDENTE



Ing. Mg. Jefferson Ruiz Cachi
CIP N° 163808

Mg. Ing. Jefferson Ruiz Cachi

SECRETARIO



Mg. Ing. Cristhian Lopez Villanueva

VOCAL

DEDICATORIA

Principalmente a Dios, por estar conmigo siempre, por darme fuerzas para permitir continuar con un proceso más de mi formación profesional.

A mis Padres Melanio Ruiz Tapia y Claudina Burga Martines, Hermana Maritza Ruiz Burga por su amor, apoyo incondicional, por inculcar en mí esfuerzo, perseverancia, valores, consejos día a día mil gracias. A mis familiares, por sus frases de aliento, de ser mejor cada día y así lograr mis sueños y metas.

Finalmente dedico esta tesis a mis amigos que me apoyaron de una y otra manera en los momentos más difíciles.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a Dios ya que él es la fuente inspiradora para lograr este proceso de mi formación profesional, por su voluntad, por darme fuerzas para lograr mis metas y sueños propuestos.

De igual manera mi agradecimiento va dirigido a toda la plana docente de la “Universidad Nacional Autónoma De Chota” que compartieron sus sapiencias con mi persona para crecer profesionalmente.

Agradecer también a mis padres, hermana, familiares por el apoyo que me dieron día para poder lograr mis metas y sueños propuestos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Planteamiento del problema.....	15
1.2. Formulación del problema	18
1.3. Justificación e importancia.....	18
1.4. Delimitación de la investigación.....	19
1.5. Limitaciones	20
1.6. Objetivos.....	21
1.6.1. Objetivo general	21
1.6.2. Objetivos específicos.....	21
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	22
2.1. Antecedentes de la investigación	22
2.1.1. Antecedentes internacionales	22
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	26
2.1.3. Antecedentes regionales	28
2.2. Marco teórico.....	29
2.2.1. Deterioro de vías no pavimentadas	29
2.2.2. Subrasante	33
2.2.3. Estabilización de suelos en carreteras	45
2.2.4. Desecho de roca triturada	49
2.2.5. Características de los desechos de roca triturada	50
2.2.6. Arenisca cuarzosa.....	52
2.2.7. Uso de rocas areniscas en la construcción viaria	58
2.2.8. Incorporación de desechos de roca triturada para estabilizar suelos.....	60
2.3. Definición de términos	60
CAPÍTULO III. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	62

3.1.	Hipótesis	62
3.2.	Variables.....	62
3.2.1.	Independiente	62
3.2.2.	Dependiente.....	62
3.3.	Operacionalización de variables	63
CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO		64
4.1.	Ubicación geográfica del estudio.....	64
4.2.	Unidad de análisis, población y muestra.....	68
4.2.1.	Población	68
4.2.2.	Muestra.....	69
4.3.	Tipo y descripción del diseño de investigación	70
4.3.1.	Tipo de investigación	70
4.3.2.	Diseño de investigación.....	71
4.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	73
4.4.1.	Técnicas.....	73
4.4.2.	Instrumento.....	74
4.5.	Técnicas para el procesamiento y análisis de información.....	75
4.5.1.	Procedimiento de investigación.....	75
4.5.2.	Procesamiento y presentación de los datos	98
4.5.3.	Análisis e interpretación de los datos	98
4.6.	Matriz de consistencia metodológica	98
CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		99
5.1.	Presentación de resultados.	99
5.1.1.	Suelo natural.....	99
5.1.2.	Suelo estabilizado con desecho de roca triturada.....	105
5.1.3.	Comparación técnica y económica del suelo estabilizado	117
5.2.	Análisis, interpretación y discusión de resultados.....	128
5.3.	Contrastación de hipótesis	134
CAPÍTULO VI. PROPUESTA		142

6.1. Formulación de la propuesta para la solución del problema	142
CONCLUSIONES	145
RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS	147
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	148
ANEXOS	158
Anexo A. Matriz metodológica	158
Anexo B. Panel fotográfico	159
Anexo C. Información vial (MTC, 2018).....	170
Anexo D. Cuestionario sobre la carretera Chota – Shitacucho	173
Anexo E. Análisis del deterioro de la carretera	174
Anexo F. Ensayos al desechos de roca triturada	175
Anexo F. Estudio de mecánica de suelos	176
Anexo G. Análisis del costo unitario.....	177
Anexo H. Fichas técnicas	178
Anexo I. Estudio de tránsito vehicular	179
Anexo J. Certificados de INACAL	180
Anexo K. Cotización del flete	181
Anexo L. Planos	182

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Categorías de la subrasante	33
Tabla 2	Categorización del suelo, por tamaño de grano	41
Tabla 3	Clasificación, según IP	43
Tabla 4	Gradación de agregado para concreto	50
Tabla 5	Gradación para afirmado	50
Tabla 6	Escalas de Dureza de Mohs de Minerales o Rocas	53
Tabla 7	Composición Mineralógica de la Arenisca	56
Tabla 8	Operalización de variables	63
Tabla 9	Unidades de análisis para el estudio de la condición	68
Tabla 10	Ubicación de las calicatas	69
Tabla 11	Número de muestras para ensayos por calicata.....	69
Tabla 12	Técnicas e instrumentos	74
Tabla 13	Deterioros o fallas de las carreteras no pavimentadas.....	76
Tabla 14	Clase de extensión.....	76
Tabla 15	Escala de transitabilidad y nivel de intervención en carreteras no pavimentadas	77
Tabla 16	Condición de transitabilidad, carretera Chota – Shitacucho	85
Tabla 17	Características del desechos de roca triturada.....	92
Tabla 18	Cantidad de muestra de suelo por cada calicata.....	93
Tabla 19	Condiciones para ensayo CBR.....	95
Tabla 20	Características físicas del suelo de la subrasante	100
Tabla 21	Características mecánicas del suelo de la subrasante.....	103
Tabla 22	Límites de consistencia, suelo con desechos de roca triturada, C1	105
Tabla 23	Compactación, suelo con desechos de roca triturada, C1	106
Tabla 24	CBR, suelo con desechos de roca triturada, C1	107
Tabla 25	Límites de consistencia, suelo con desechos de roca triturada, C2.....	109
Tabla 26	Compactación, suelo con desechos de roca triturada, C2	110
Tabla 27	CBR, suelo con desechos de roca triturada, C2	111
Tabla 28	Límites de consistencia, suelo con desechos de roca triturada, C3	113
Tabla 29	Compactación, suelo con desechos de roca triturada, C3	114
Tabla 30	CBR, suelo con desechos de roca triturada, C3	115
Tabla 31	Índice de plasticidad, suelo con desechos de roca triturada	119
Tabla 32	Óptimo contenido de humedad, suelo con desechos de roca triturada.....	120
Tabla 33	Máxima densidad seca, suelo con desechos de roca triturada.....	121
Tabla 34	CBR al 95% MDS, suelo con desechos de roca triturada	122

Tabla 35	CBR al 100% MDS, suelo con desechos de roca triturada	123
Tabla 36	Expansión, suelo con desechos de roca triturada	124
Tabla 37	Propiedades del Suelo con Arenisca Roja Tratada con Cemento.....	125
Tabla 38	Costo unitario de la estabilización de la subrasante	127
Tabla 39	Características del suelo natural de la subrasante	129
Tabla 40	Características del suelo mejorado con desechos de roca triturada.....	130
Tabla 41	Características del suelo de la subrasante con 10% de desechos de roca triturada ..	132
Tabla 42	Datos de CBR del suelo, para análisis estadístico.....	135
Tabla 43	Prueba T-Student, suelo natural	135
Tabla 44	Datos de IP del suelo mejorado con DRT, para análisis estadístico	137
Tabla 45	Prueba T-Student, IPP del suelo con DRT	137
Tabla 46	Datos de CBR del suelo mejorado con DRT, para análisis estadístico	139
Tabla 47	Prueba T-Student, CBR del suelo con DRT.....	139
Tabla 48	Prueba T-Student, CBR del suelo con DRT.....	141
Tabla 49	Prueba T-Student, CBR del suelo con Roca caliza y Arenisca Cuarzosa	141
Tabla 50	Características para el diseño de afirmado	143
Tabla 51	Costo de Mejoramiento del Tramo.....	144

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Condiciones de las vías chotanas.....	16
Figura 2	Deformación	30
Figura 3	Erosión.....	30
Figura 4	Baches.....	31
Figura 5	Encalaminado	32
Figura 6	Lodazal y Cruce de Agua	32
Figura 7	Relación LL e IP, Sistema AASHTO	34
Figura 8	Clasificación AASHTO	35
Figura 9	Carta de plasticidad.....	36
Figura 10	Clasificación SUCS	37
Figura 11	Componentes del suelo	38
Figura 12	Densidad de masa	39
Figura 13	Granulometría de suelos susceptibles	40
Figura 14	Límite líquido	41
Figura 15	Estados de consistencia.....	42
Figura 16	Curva Proctor.....	43
Figura 17	Curva CBR	44
Figura 18	Análisis en carreteras para su estabilización.....	47
Figura 19	Parámetros a considerar, para la elección del estabilizador no tradicional.....	48
Figura 20	Desechos de roca triturada.....	49
Figura 21	Roca Arenisca Cuarzosa	54
Figura 22	Ubicación, del distrito de Chota	64
Figura 23	Chancadora Pingobamba El Toril.....	65
Figura 24	Cantera de roca Chororco, Chota.....	66
Figura 25	Carreteras Chota – Shitacucho.....	67
Figura 26	Ubicación de calicatas, Km 6+000 a 1 km 9+000	70
Figura 27	Tipo de investigación.....	71
Figura 28	Diseño descriptivo causal simple.....	72
Figura 29	Levantamiento topográfico	75
Figura 30	Ficha de calificación por daños – cada 500 m	78
Figura 31	Puntaje promedio del deterioro de la carretera	79
Figura 32	Puntaje de condición de deformación, por Km.....	80
Figura 33	Puntaje de condición de erosión, por Km	81
Figura 34	Puntaje de condición de baches, por Km.....	82

Figura 35	Puntaje de condición de encalaminado, por Km.....	82
Figura 36	Puntaje de condición de lodazal y cruce de agua, por Km	83
Figura 37	Nivel de transitabilidad, carretera Chota – Shitacucho.....	84
Figura 38	Tipos de fallas en la carpeta de rodadura de la carretera Chota – Shitacucho	87
Figura 39	Mapa geológico de la cantera Chororco	88
Figura 40	Cantera de roca Chororco	89
Figura 41	Identificación del tipo de roca	89
Figura 42	Desechos de roca triturada.....	90
Figura 43	Curva de gradación residuo de roca triturada	92
Figura 44	Dimensiones de la calicata para la extracción de muestras	93
Figura 45	Ubicación de la estación de conteo vehicular	96
Figura 46	Clasificación de vehículos	96
Figura 47	Variación diaria del tránsito vehicular.....	97
Figura 48	IMDA según tipo de vehículo.....	97
Figura 49	Gradación del suelo de la subrasante.....	100
Figura 50	Curva de fluidez de la subrasante	101
Figura 51	Clasificación AASHTO del suelo de la subrasante	101
Figura 52	Curva de compactación del suelo de la subrasante.....	103
Figura 53	Expansión del suelo	104
Figura 54	CBR del suelo de la subrasante.....	104
Figura 55	Curva de fluidez, suelo con desechos de roca triturada, C1	105
Figura 56	Compactación, suelo con desechos de roca triturada, C1	106
Figura 57	Expansión, suelo con desechos de roca triturada, C1	108
Figura 58	Curva CBR, suelo con desechos de roca triturada, C1	108
Figura 59	Curva de fluidez, suelo con desechos de roca triturada, C2	109
Figura 60	Compactación, suelo con desechos de roca triturada, C2.....	110
Figura 61	Expansión, suelo con desechos de roca triturada, C2.....	112
Figura 62	Curva CBR, suelo con desechos de roca triturada, C2	112
Figura 63	Curva de fluidez, suelo con desechos de roca triturada, C3	113
Figura 64	Compactación, suelo con desechos de roca triturada, C3.....	114
Figura 65	Expansión, suelo con desechos de roca triturada, C3	116
Figura 66	Curva CBR, suelo con desechos de roca triturada, C3	116
Figura 67	IP, Suelo con Desechos de roca triturada	119
Figura 68	Óptimo contenido de humedad, suelo con desechos de roca triturada	120
Figura 69	Máxima densidad seca, suelo con desechos de roca triturada	121
Figura 70	CBR al 95% MDS, suelo con desechos de roca triturada.....	122
Figura 71	CBR al 100% MDS, suelo con desechos de roca triturada.....	123

Figura 72	Expansión, suelo con desechos de roca triturada.....	124
Figura 73	Costo unitario de la estabilización de la subrasante, con DRT.....	127
Figura 74	Estadísticas, para CBR del suelo natural	136
Figura 75	Variación del IP según adición de DRT	137
Figura 76	Estadísticas, del IP para suelo con DRT	138
Figura 77	Variación del CBR, según adición de DRT.....	139
Figura 78	Estadísticas del CBR del suelo con DRT.....	140
Figura 79	Diseño del afirmado.....	143

RESUMEN

Las carreteras muchas veces, tienen rasgos de deterioro, que dificultan la transitabilidad, generados asiduamente por la baja capacidad de soporte de la subrasante (Heidari et al, 2018), sin embargo, el uso de residuos de rocas puede mejorar sus propiedades resistentes, es conocido que, la roca arenisca cuarzosa presenta múltiples beneficios en pavimentos (Velasco y Tocancipa, 2015), pero es pertinente verificar, la influencia de otro tipo de rocas, siendo así, el objetivo fue evaluar el uso de desechos de roca caliza triturada en las propiedades del suelo de la subrasante deteriorada por deformación, en la ruta Chota – Shitacucho. En la carretera Chota – Shitacucho de 9.20 km, se aplicó la metodología del MTC (2018), determinando que, del km 6+000 al km 9+200, había rasgos de deterioro por deformación, por lo que, se excavaron tres (3) calicatas homogéneamente, clasificando al suelo como arcillas plásticas del grupo A-7-6, con CBR menor a 6%, por lo que, según el MTC (2014), requieren estabilización. Se utilizó hasta 10% de desechos de roca caliza sedimentaria triturada verificando que, a mayor cantidad de desechos de roca triturada, se disminuye la plasticidad, la expansión, y el óptimo contenido de humedad, pero el CBR se incrementa, de 4.50%, 5.2%, y 5.8% para las calicatas C1, C2, y C3, a 12.50%, 13.8% y 14.5%, respectivamente, no obstante, la arenisca cuarzosa alcanza CBR's más altos, en la conformación de pavimentos de carreteras (Velasco y Tocancipa, 2015). Se ha concluido, que, la roca arenisca cuarzosa presenta mejores características para su uso en la subrasante.

Palabras clave: Subrasante, calzada, deformación, estabilización, desechos de roca triturada, CBR.

ABSTRACT

Roads many times, have deterioration features, which hinder the trafficability, assiduously generated by the low bearing capacity of the subgrade (Heidari et al, 2018), however, the use of waste rocks can improve their resistant properties, it is known that, quartzose sandstone rock presents multiple benefits in pavements (Velasco y Tocancipa, 2015), but it is pertinent to verify, the influence of other type of rocks, being so, the objective was to evaluate the use of crushed limestone rock waste in the soil properties of the subgrade deteriorated by deformation, in the Chota - Shitacucho road. In the Chota - Shitacucho road of 9.20 km, the methodology of MTC (2018) was applied, determining that, from km 6+000 to km 9+200, there were features of deterioration by deformation, so, three (3) calicatas were homogeneously excavated, classifying the soil as plastic clays of group A-7-6, with CBR less than 6%, so, according to MTC (2014), they require stabilization. Up to 10% crushed sedimentary limestone rock debris was used verifying that, the higher the amount of crushed rock debris, the plasticity, expansion, and optimum moisture content decreases, but the CBR increases, from 4.50%, 5.2%, and 5.8% for calicatas C1, C2, and C3, to 12.50%, 13.8%, and 14.5%, respectively, however, quartzose sandstone achieves higher CBR's, in the conformation of road pavements (Velasco y Tocancipa, 2015). It has been concluded that quartz sandstone rock has better characteristics for use in subgrade.

Key words: subgrade, roadway, deformation, stabilization, crushed rock waste, CBR.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Las carreteras son sistemas de infraestructura clave (Ibrahim et al, 2020); pero, muchas veces presentan rasgos de deterioro, que dificultan la transitabilidad, generados asiduamente por la baja capacidad de soporte de la subrasante (Heidari et al, 2018). La subrasante es el material in situ sobre el que descansa la capa de rodadura (Henderson, 2020), tiene un papel crucial, recibe las cargas del tráfico y contribuye a la estabilidad estructural (Sadiq et al, 2020). En la construcción, el suelo natural sirve como subrasante (Ilori y Anusa, 2020), pero, las características físico – mecánicas de los suelos varían significativamente de un lugar a otro, siendo así, según Tamiru y Ponnurangan (2018), lo deseable sería ubicar la carretera, en suelos fuertes, con buenas características mecánicas, pero, es común la presencia de suelos inadecuados en los sitios de construcción.

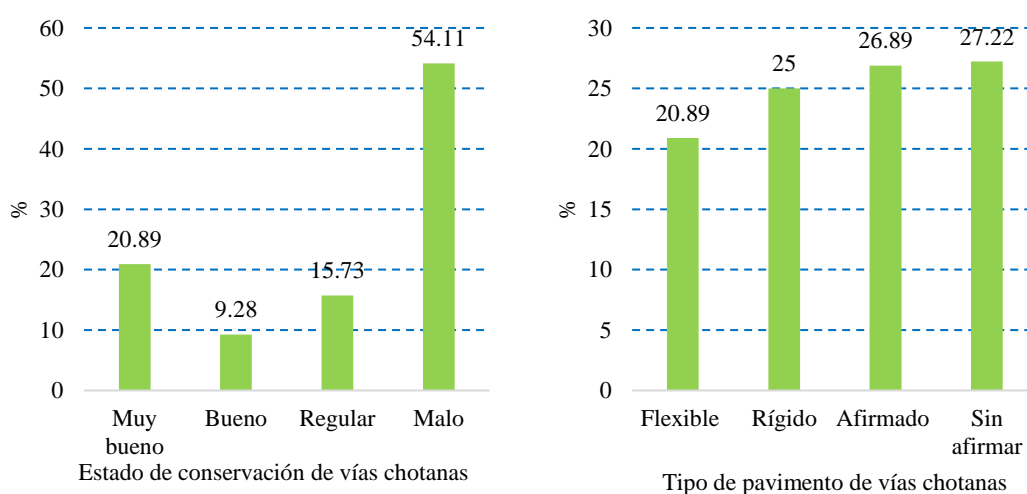
Los suelos débiles de la subrasante crean daños a la capa de rodadura pavimentada o no pavimentada de una carretera (Sadiq et al, 2020). Cuando la carretera se inunda durante un tiempo prolongado, los materiales en cada capa se saturan, y luego, cuando las aguas de la inundación drenan, los suelos de la subrasante comienzan a encogerse y hundirse (Muhd et al, 2020), formando las deformaciones en la superficie de rodamiento de las carreteras, pero frente a ello, se puede estabilizar el suelo para asegurar su resistencia (Ibrahim et al., 2020).

En Perú, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2018a), ha planteado una metodología, que, mide daños en vías sin pavimentar, siendo, el problema más grave la deformación, porque significa, que los suelos de la subrasante presentan baja capacidad de soporte (CBR). Así mismo, el MTC

(2014) específica que suelos con CBR menor a 6%, deberán ser estabilizados, previo a la construcción de carreteras, pero, según argumentan Gómez et al. (2015), Calderón et al. (2017), Guamán (2015), Carbia (2017), entre otros, para producir los aditivos que se utilizan en la estabilización química (cal, cemento, asfalto y otros) se genera contaminación del aire y reducción de materias primas naturales, como la roca caliza. Por tanto, es necesario utilizar otro tipo de aditivos para mejorar el CBR, tal como la roca triturada, material que, al ser un desecho, de la producción de agregados gruesos para concreto, tendría menor costo de adquisición, y su uso generaría un impacto positivo, al evitar su disposición en botaderos a las afueras de las ciudades (Díaz y Rodríguez, 2019).

Figura 1

Condiciones de las vías chotanas



Nota: (MPCH, 2018).

En 2018, Cajamarca tenía una red vial departamental de 886.40 km, y vecinal de 12023.80 km, de las cuales el 6.72% y 8.03%, respectivamente, son carreteras de la provincia de Chota (MTC, 2018b). En el distrito de Chota, muchas de sus carreteras, presentan daños en la superficie de rodadura, condicionando su bajo a regular nivel de transitabilidad (Fernández y Ticlla, 2020), así mismo, la

Municipalidad Provincial de Chota (MPCH, 2018), también expresa su preocupación por el mal estado de las vías Chotanas afirmadas (26.89%) y sin afirmar (27.22%), donde el 54.11% tienen un mal estado de conservación.

La carretera no pavimentada Chota – Shitacucho, de extensión 9.20 km, conecta a la ciudad de Chota, con los centros poblados, Pueblo Nuevo, Cabracancha Alto, Tijeras, Shahuindo Pampa, Iraca Grande, Saca Sacas, Iraca Chica, Barbaran, entre otros, sin embargo, es común, que los transeúntes y transportistas que pasan por la ruta, expresen su descontento por el mal estado de la superficie de rodadura, debido a que, presenta fallas por erosión, deformación, lodazal, baches y surcos, que se incrementan en período de lluvias. Considerando que la MPCH (2018), argumenta que, los suelos chotanos son finos, de alta plasticidad, baja resistencia, mal drenaje, y fácil erosión hídrica, había posibilidades, de que, los daños en la vía no pavimentada Chota – Shitacucho, se debiesen al bajo CBR del suelo de la subrasante, por tanto, era forzoso buscar un material sostenible que, mejorase las características mecánicas del suelo.

En Chota, se ha incrementado la extracción de agregados, como roca triturada y confitillo (Uriarte y Cieza, 2021), no obstante, esto también ha generado el incremento de los residuos del proceso de trituración, mismos que son depositados a las afueras de la ciudad, sin tener en cuenta el impacto al entorno. El dueño de la chancadora de roca “Pingobamba Bajo El Toril” – Chota, argumenta que, del proceso de trituración de la roca, obtiene un residuo que no tiene ningún uso constructivo, debido a que por su gradación (más del 50% del material tiene tamaño menor o igual a 100 μm), se le puede considerar desecho de roca triturada. Según Ibrahim et al. (2020), el uso de desecho de roca triturada, como estabilizante de la subrasante, se ha convertido en un método popular en la

construcción de carreteras, no obstante, la viabilidad de su aplicabilidad debe ser probada con un adecuado estudio geotécnico del suelo subyacente (Ilori y Anusa, 2020), así mismo, Velasco y Tocancipa (2015) resalta el uso de la arenisca cuarzosa para pavimentos articulados, no obstante, considerando que, en la planta procesadora de análisis existe mayormente rocas sedimentarias calizas, era pertinente comparar las mismas, para verificar su aplicabilidad en carreteras . Frente a la problemática, el estudio tuvo por objeto evaluar el uso de desechos de roca caliza triturada en las propiedades del suelo de la subrasante deteriorada por deformación, en la ruta Chota – Shitacucho.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo el uso de desechos de roca triturada puede mejorar las propiedades físico mecánicas (CBR) del suelo de la subrasante deteriorada por deformación, caso de estudio: carretera Chota – Shitacucho?

1.3. Justificación e importancia

Las carreteras no pavimentadas, se deterioran fácilmente, a consecuencia, del aumento del tráfico vehicular, las fuertes precipitaciones pluviales, y la baja capacidad de soporte del suelo, generando daños por deformación, encalaminado, erosión, baches, lodazal y cruce de agua, mismas que se pueden determinar a partir de la metodología de conservación vial del MTC (2018a). El uso de la metodología MTC (2018a), ayuda a identificar tramos críticos y tipo de daños en la capa de rodadura, para orientar las acciones de mantenimiento o reparación.

La Municipalidad Provincial de Chota (MPCH) ha realizado procesos de mantenimiento en las vías chotanas, entre ellas, la carretera Chota – Shitacucho, pero los transportistas siguen reclamando las pésimas condiciones de la carpeta de rodamiento especialmente en lluvias, debido a que es cuando las fallas por

deformación son más notorias. Se ha identificado tal daño, del km 8+000 al km 9+000, lo que hacía suponer que el suelo tenía bajo CBR, por lo que, se ha propuesto caracterizar y estabilizar el suelo de la subrasante.

Para ello, pensando en la sustentabilidad, se ha optado por el uso de un material residual de gran disposición en el distrito de Chota, como es desecho de roca caliza triturada, material desechado, del proceso de trituración de roca y confitillo, que es abandonado en las mismas plantas de procesamiento, o dispuesta en botaderos formales e informales a las afueras de la ciudad, lo que genera contaminación al aire y al entorno paisajístico. A pesar de que, Velasco y Tocancipa (2015) y otros autores, resaltan mayormente las características de rocas como la arenisca cuarzosa para su uso en proyectos viales, se ha considerado prioritario comparar la misma, con la roca sedimentaria caliza, para verificar cuál tipo de roca puede funcionar como estabilizante en carreteras.

La investigación es importante, porque ha determinado los tramos de la carretera Chota – Shitacucho, que presentan rasgos de deterioro por deformación, para incorporar desechos de roca caliza sedimentaria triturada, como capa granular, en porcentajes de 2, 4, 6 y 10% en peso, para determinar su influencia en la estabilización de los suelos con CBR menor a 6%, según los lineamientos del MTC (2014).

1.4. Delimitación de la investigación

En la carretera Chota – Shitacucho, de 9.20 km de extensión, ancho de calzada promedio 5.80 m, inicia en la ciudad de Chota en las coordenadas WGS84 17S 759521, 9273247, a 2300 msnm, y termina en Shitacucho en las coordenadas WGS84 17S 757076, 9269830 a 2975 msnm. De marzo a abril del 2021, época de lluvia según la MPCH (2021), cada 500 m, se aplicó la metodología de

mantenimiento o conservación vial del MTC (2018a), para determinar los tramos con menor nivel de transitabilidad, que presentasen rasgos de deterioro por deformación.

Del km 6+000 al km 9+000, había fallas por deformación, por lo que, se excavaron tres (3) calicatas, a 1.50 m de profundidad, distribuidas uniformemente en el tres (3) km de carretera, de las que se extrajeron muestras según la NTP 339.252, para las pruebas de clasificación y CBR, en el laboratorio GSE de la ciudad de Chota, verificando así que, presentaban un CBR menor a 6%, por lo que según el MTC (2014), el suelo de la subrasante debía ser estabilizado.

Para su estabilización, se utilizó desechos de roca caliza sedimentaria de la formación Cajamarca (cretácico superior), triturada (más del 50% del material, tiene diámetro menor o igual a 100 μ m), al 2, 4, 6 y 10% en peso, de la chancadora de agregados gruesos, Pingobamba Bajo El Toril, ubicada a 2.5 km de la ciudad de Chota en las coordenadas UTM WGS84 17S 757224, 9275315 a 2253 msnm, pero cuyo material es traído de la cantera de roca caliza sedimentaria en Chororco, Chota, con coordenadas 755729, 9275176 a 2340 msnm.

Las características del suelo con roca caliza se compararon con la roca arenisca cuarzosa estudiada por Velasco y Tocancipa (2015) para, verificar que, tipo de roca tiene mayor aplicabilidad en carretas. El estudio, tardo un lapso de 15 meses, de octubre 2020 a diciembre 2021.

1.5. Limitaciones

La evaluación del estado de la carpeta de rodamiento de la ruta Chota – Shitacucho, se realizó solamente en época de lluvias (Según la MPCH (2018) la época de mayor precipitación en la ciudad de Chota, dura de octubre a mayo),

debido a que es donde las carreteras presentan mayor notoriedad en los rasgos de deterioro, más no se tiene una evaluación en época de estiaje.

La toma de datos del estado de la subrasante según la metodología del MTC (2018a) está supeditada al criterio del evaluador, es decir al ser una evaluación visual, la distinción de fallas depende de la observación de las mismas, no obstante, su ponderación involucra procesos de medición, que disminuyen la incertidumbre del proceso.

Se ha comparado los resultados obtenidos con la roca caliza con la roca arenisca cuarzosa sin analizar esta última, debido a que, la idea del estudio era verificar otro tipo de roca con gran disponibilidad en la ciudad, no obstante, en futuros estudios se recomienda el análisis de la roca arenisca cuarzosa como material de estabilización del suelo de la subrasante y de bases granulares.

1.6. Objetivos

1.6.1. *Objetivo general*

Evaluar el uso de desechos de roca caliza triturada en las propiedades del suelo de la subrasante deteriorada por deformación, en la ruta Chota – Shitacucho.

1.6.2. *Objetivos específicos*

- Determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo natural de la subrasante deteriorada por deformación, carretera Chota – Shitacucho.
- Determinar las propiedades físico mecánicas del suelo de la subrasante deteriorada por deformación, adicionando desechos de roca triturada como capa granular al 2, 4, 6 y 10% en peso del suelo seco, en la carretera Chota – Shitacucho.
- Comparar técnica y económicamente la estabilización del suelo con desechos de roca caliza triturada en la carretera Chota – Shitacucho.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Salehi et al. (2022) compararon la capacidad de soporte de los suelos estabilizados con cemento o cal-puzolana mezclados con desechos de roca triturada. Determinaron que la resistencia no confinada del suelo aumentó cuando se adicionaba cal hasta 5%, luego si la cantidad era mayor, la resistencia no confinada, disminuía, así mismo un aumento en el contenido de roca triturada de granito de 0 a 10%, resulto en un aumento de la resistencia no confinada. Concluyeron que, el CBR aumentó con la puzolana, cal o cemento; pero el cemento tiene una influencia más importante en el aumento del CBR que el contenido de cal o puzolana, no obstante, los residuos de roca triturada, también logran un importante incremento en el CBR.

Singh et al. (2021) mejoraron el suelo mediante la adición de polvo de roca y fibra de LDPE. Determinaron que cuando se adiciona 9% de polvo de roca se obtiene el valor óptimo de máxima densidad seca, así mismo, el CBR que alcanza la muestra es 7.1%, 48% más que la muestra en estado natural con CBR de 4.8%, además al combinar 9% de polvo de roca y 2.25% de fibra LDPE se alcanza un CBR de 7.2%. Concluyeron que, la razón del aumento del CBR del suelo es la adición de polvo de roca en comparación con el suelo original.

Amulya et al. (2021), realizaron una revisión sobre la idoneidad del polvo de granito como aditivo sostenible para aplicaciones geotécnicas. Determinaron que el subproducto industrial, considerado residuo, polvo de granito, mejora significativa los límites de Atterberg, y las características de compactación,

además que disminuye la absorción de agua en el suelo, reduciendo su expansión, también aumentan los valores del CBR, debido a la mejora en la densidad seca máxima, por lo que concluyeron, que con una pequeña cantidad de residuo 10%, se logra mejoras sustanciales en los rasgos de ingeniería.

Hubbali, et al. (2021) analizaron suelos arcillosos estabilizados con desechos de roca triturada de la región de Bilasipara, India. Determinaron que, la adición de desechos de roca triturada aumenta el CBR y la densidad máxima seca del suelo arcilloso, así mismo, disminuye, el índice de plasticidad y el OCH requerido para alcanzar la densidad máxima seca. Concluyeron que, el uso de desechos de roca triturada para estabilizar el suelo de la subrasante, logra un aumento del CBR, lo que coadyuva a disminuir el espesor del pavimento flexible.

Castellanos (2021), en su revisión, verificó si el uso residuos pétreos de construcción y demolición, logra estabilizar el suelo areno limoso de las subrasantes en Piedecuesta. Determinando que, se logra mejora el CBR cuando el remplazo esta entre 65 a 85%, con un tamaño de partícula de 4.76 mm a 75 mm.

Etim et al. (2021), analizaron el efecto de las micropartículas de polvo de cantera (de 0 a 10%) en la compactación y resistencia del suelo laterítico (A-7-6 (8) o CL) estabilizado con cemento (de 0 a 8%), en ambos casos con incrementos de 2%, por peso seco del suelo. El CBR del suelo laterítico cementado aumentó significativamente con el aumento del estabilizador de polvo de cantera de tamaño micro. Concluyeron que, el mayor CBR se alcanzó con un 6% de cemento y 8% de polvo de cantera, así mismo, cumple con la resistencia dada en la normativa nigeriana.

Birhane (2020) en su tesis de maestría, estudió la estabilización del suelo expansivo utilizando desechos de roca triturada y ceniza de carbón. Determinó

que, el porcentaje de la mezcla óptima de suelo arcilloso, desechos de roca triturada y ceniza de carbón es 85%, 5% y 10% respectivamente, logrando que el suelo pase de ser altamente expansivo a expansivo medio o marginal, así mismo, el CBR aumenta de 3.54% a 5.31%. Finalmente, realizó la comparación de costes entre el suelo estabilizado y material seleccionado, llegando a la conclusión de que, el suelo expansivo estabilizado con desechos de roca triturada y ceniza de carbón es mejor que la sustitución por material seleccionado.

Dar y Bhalla (2020), estabilizaron el suelo de Srinagar, con fibra de yute al 0, 0.25, 0.50, 0.75 y 1%, con longitud variable de 30, 60 y 90 mm, y desechos de roca triturada al 0, 10, 20, 30, 40 y 50%, independientemente. Determinaron que el mayor CBR, respecto al suelo liso se alcanzaba con un contenido de 1% de fibra de 90 mm de amplitud, y 2 mm de radio, así mismo, el contenido óptimo de desechos de roca triturada es del 50%, ya que más allá de ese contenido, el CBR muestra un incremento muy bajo. Concluyeron que, el reforzamiento con desechos de roca triturada y fibra puede considerarse una buena técnica de mejora del suelo.

Castro (2020), mejoró la subrasante con roca ígnea basalto (al 0, 10, 30 y 50%) de la mina San Pedro, Armero Guayabal, verificando que el CBR para las dosificaciones de 50-50% y 70-30%, cumple con lo admitido por la norma INVIAS, con valores de 30.90% y 30.60%, respectivamente, en cambio la dosificación 90-10%, tiene CBR de 28.9%, además sobrepasa el porcentaje de expansión del 2.0%.

Tamiru y Ponnurangam (2019), estudiaron el efecto del polvo de mármol para la estabilización de suelos expansivos. Determinaron preliminarmente que, el suelo era A-7-5, mismo que fue estabilizado con 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y

30%, verificando que reduce la plasticidad, el hinchamiento, el OCH, y aumenta la máxima densidad seca y el CBR a mayores contenidos de polvo de mármol. El suelo con una combinación de 25-30% de polvo de mármol, presenta la mayor capacidad de soporte, aumenta el CBR de 1.61% (suelo natural) a 4.1% para la muestra 1, y para la muestra 2 de 1.85% a 5.35%. Concluyeron que, el suelo estabilizado de la muestra 1 y 2, con polvo de mármol cumple con los requisitos mínimos del manual de pavimentos ERA, pero, tiene calidad de regular a pobre.

Ponduri y Rao (2018) analizaron el costo beneficio de pavimentos flexibles y rígidos de caminos rurales, utilizando como aditivos ceniza de cascarilla de arroz y desechos de roca triturada, en el suelo de la subrasante, previamente estabilizada con 8% de cal. Determinaron que el suelo con 2, 4, 6, 8, 10 y 12% de desechos de roca triturada alcanza CBR de 4.5, 7.43, 13.9, 15.6, 21.4 y 19%, así mismo, el suelo con ceniza al 2, 4, 6, 8, 10 y 12%, alcanza CBR de 4.5, 7.7, 13.4, 21.1, 18.8 y 17.1%, respectivamente. Concluyeron que, el ahorro de costes obtenido por la variación del espesor en el pavimento de concreto para todas las mezclas es menor que, para el pavimento asfáltico.

Cheng y Huang (2018), utilizaron cal (0-9%), ceniza volcánica (0-25%) y sus combinaciones para estabilizar el suelo en Kenia. Concluyeron que, la combinación de 3% de cal y 15% de ceniza volcánica, logra mayores CBR, en comparación con un solo estabilizador, además cumplen con los requerimientos de los materiales de firme de acuerdo con la JTG D30-2015.

Cabalar et al. (2017), aprovecharon residuos de baldosas cerámicas, al 0, 5, 10, 15, 20 y 30% en peso seco de las muestras, para subrasantes de pavimentos de carreteras. Determinaron que, el CBR del suelo aumenta a mayor adición de baldosas cerámicas, y disminuye la humedad, proporción de vacíos, y plasticidad.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Sialer (2021) utilizó piedra yesera al 10, 20 y 30% para estabilizar la subrasante de las vías urbanas de El Maestro – Chiclayo, determinando que la adición reduce la plasticidad y aumenta la capacidad de soporte. Concluyendo, que con 30% de piedra yesera, la subrasante alcanza un CBR de 9.68%.

Avendaño y Chipana (2021) utilizaron residuos de la piedra Ignimbrita de la cantera Añashuayco, de 20 a 30%, para estabilizar la subrasante areno limosa de la calle los Exploradores de Quequeña. Concluyeron que, al utilizar cal al 5% se logra un incremento en el CBR del 10% (CBR del suelo natural 49%), en cambio al usar residuos de ignimbrita de 20 a 30%, se tiene un aumento del CBR respecto a la muestra base, pero disminuye respecto al CBR del suelo con cal.

Alburquerque y Flores (2021), utilizaron over y concreto de demolición, al 0, 15, 25 y 35%, para estabilizar la subrasante de la calle Amazonas en Mallaritos, determinando que el CBR del suelo con over alcanza un valor de 99.90%, pero al ser remplazado con concreto de demolición al 35%, llegaba a 95.70%. Concluyeron que, es posible mejorar el CBR con over y RCD.

Carhuapoma y Tito (2021) utilizaron polvo de fibra de vidrio para estabilizar la subrasante arcillosa del tramo I de la vía Rodríguez de Mendoza – Amazonas, determinando que el CBR del suelo natural era 3.75%, pero al adicionar 10% de fibra de vidrio, alcanzó CBR de 12.81%, logrando, la reducción de 3 y 5cm de base y subbase para el diseño del pavimento flexible.

Oviedo y Cárdenas (2021) utilizaron 60, 70 y 80% de rajón de concreto reciclado escalado, aplicados, sobre capa de la subrasante, de muestras de suelo, determinando que, con 70% de rajón, se alcanza un CBR de 8%, siendo la mejor

relación beneficio – costo, debido que para mayores porcentajes se genera un costo innecesario, y para menores porcentajes no se aumenta el CBR más de 6%.

Jacinto (2021) utilizó despojos de bivalvos (conchas de abanico) del puerto Sechura, para mejorar la subrasante del Jr. San Pedro, determinando que para mezclas con 0, 40, 55, 60, 70, 75 y 80%, se alcanzan CBRs de 5.40, 26, 28, 32, 31, 24 y 21%. Concluyendo que, con una mezcla de 35% de suelo natural y 65% de bivalvos, se logra mejores características físicas y mecánicas, con CBR de hasta 36%, reduciendo así el espesor del pavimento del jirón.

Quispe (2020) utilizó RCD al 20, 30 y 40%, para estabilizar la subrasante del Jr. Amazonas en Chilca, determinando que el suelo natural tiene un CBR de 5.8%, pero al ser mejorado con, ladrillo, cemento y revestimiento, por separado, al 30%, alcanza CBR de 12.80, 15.85, 22.70%, respectivamente, pero al adicionar la mezcla de los tres RCD al 20%, se alcanza CBR de 40.40%, por lo que, concluyó que, es una gran alternativa para la estabilización sostenible.

Mantilla (2019), utilizó granalla mineral, al 6, 8, y 10%, para mejorar la subrasante arcillosa, con CBR menor a 6%, del km 39+010 de la carretera Tocache – Juanjui, determinando que con 10% de granalla, se reduce la plasticidad, se aumenta la densidad seca, y el CBR asciende a 8.33%.

Delgado y León (2019) utilizaron la mezcla de grava y arcilla para mejorar el CBR del suelo de la subrasante de la calle Los Nogales – Piura. Determinaron que la dosificación adecuada para la zona es 50% de grava y 50% de arcilla, (40 y 10% de piedra de 1” y ½”, respectivamente), logrando un incremento del CBR de 4.70% a 19.40%. Concluyeron que, con el mejoramiento del costo, el pavimento que se construya sobre la subrasante, costará 61.92% menos, además que se reducirá la probabilidad de que presenten rasgos de fallas.

2.1.3. Antecedentes regionales

Idrogo (2022) determinó el estado de transitabilidad de las vías afirmadas al Campamento, por la metodología de conservación vial del MTC, determinando que la ruta 1, 2 y 3 tienen una condición regular, con diferentes tipos de daños, así mismo, la ruta 2, tiene CBR < 6%, por lo que requiere mejoramiento previo a la conformación de la capa de rodadura.

Fustamente (2021) utilizó fibras PET de 2.00 mm, al 5%, 10%, 15% y 25%, para mejorar el CBR del suelo de la subrasante de la calle Camino Real (750 m), determinando que con 15% PET mejora el CBR de 5.43% a 8.40%.

Mendoza (2021) realizó una investigación bibliográfica sobre los tipos de estabilización de suelos, para optimar la subrasante en Cajamarca, concluyó que el uso de aditivos químicos logra aumentar el CBR (6.90%) hasta en 109.8%.

Fernández y Tiella (2020), utilizaron la metodología del MTC, para determinar la condición de la capa rodante de las carreteras Chota a Choctapata, Negropampa, Lajas, Chuyabamba y La Palma, determinando que las carreteras se encontraban en estado de regular a malo, siendo una de las fallas más incidentes deformación.

Llanos (2020), determinó que factores inciden en el deterioro de las vías sin pavimento en Cajamarca, verificando que el bajo CBR de la subrasante y el incumplimiento de los requerimientos técnicos por parte del afirmado, inciden en la presencia de fallas como baches, deformación, erosión, encalaminado y lodazal.

Díaz (2018) utilizó cloruro de sodio del 14 al 18%, para estabilizar el suelo arcilloso, verificando que se incrementa el CBR de 4.05%, a 5.02, 4.45 y 5.85% para 14, 16 y 18% de cloruro de sodio, respectivamente.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Deterioro de vías no pavimentadas

Una carretera no pavimentada, es aquella, con capa de rodamiento formada por suelo natural, material de afirmado, o suelos estabilizados (MTC, 2018c); no obstante, es común que este tipo de carreteras presenten deterioros o fallas en su plataforma (Fernández y Ticlla, 2020). Los deterioros en la calzada, son calificados y cuantificados, para determinar el estado de transitabilidad de una vía, entre ellos, se pueden presentar: deformaciones, erosión, baches, encalaminado, lodazal y cruce de agua (MTC, 2018a).

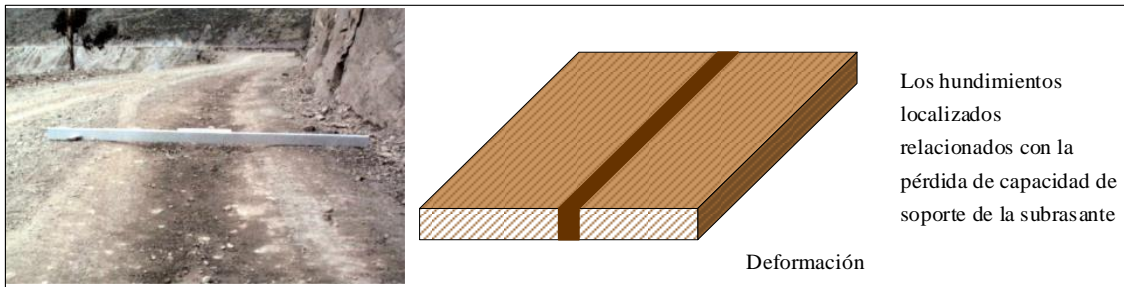
2.2.1.1. Deformación

Es el hundimiento de la capas o subrasante por rastros del tránsito, relacionado con la pérdida de la capacidad de soporte del suelo de la subrasante. Los niveles de gravedad, son (1) hundimientos menores a 5 cm, (2) hundimientos entre 5 a 10 cm, (3) hundimientos mayores a 10 cm. Las casusas, pueden provenir de insuficiencia estructural, es decir baja capacidad de soporte del suelo de la subrasante o del material de afirmado utilizado en la superficie de rodadura, acentuada por el aumento del tránsito vehicular excesivo, la geometría de la carretera (curvas cerradas, que concentran el tránsito vehicular hacia un lado de la carretera, dificultando la distribución homogénea de cargas), las fuertes precipitaciones pluviales o temporadas de estiaje, que generan un hinchamiento del suelo o contracción del mismo, más aún si el suelo de la subrasante es arcilloso, lo que lleva al deterioro paulatino de la ruta, y el mal drenaje o ausencia del mismo en la carretera, debido a que genera acumulación del agua en la superficie, pero también, contribuyen al deterioro por deformación, la infiltración y permeabilidad del suelo, que condicionan su sobresaturación, reduciendo su

capacidad estructural, y haciendo que este sea un material más maleable, no obstante, las medidas correctivas para disminuir su gravedad y extensión son el perfilado, recapeo (regrava), estabilización o reconstrucción (MTC, 2018a).

Figura 2

Deformación



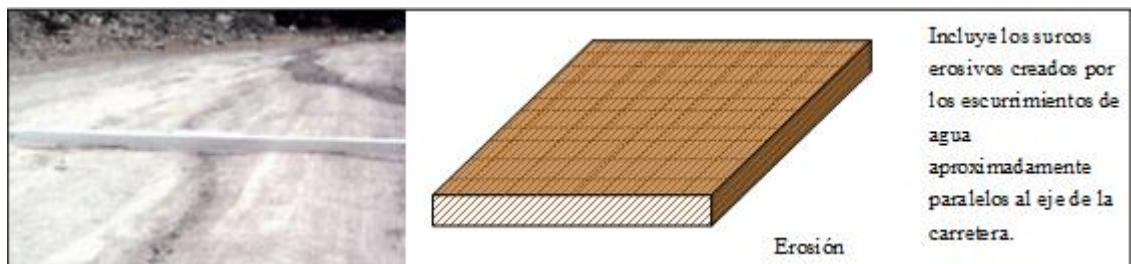
Nota: Adaptado de (MTC, 2018a).

2.2.1.2.Erosión

Son los surcos creados por infiltración de agua. Su severidad deriva de la acentuación de los escurrimientos y del suelo, (1) Profundidad menor a 5 cm, (2) Profundidad entre 5 a 10 cm, (3) Profundidad mayor a 10 cm. Las causas de que se dé la falla, pueden ser la topografía accidentada, las fuertes precipitaciones pluviales, la baja calidad de los materiales utilizados para la conformación de la capa de rodadura y el mal drenaje de la carretera, no obstante, algunas medidas correctivas, pueden ser el perfilado, recapeo y reconstrucción (MTC, 2018a).

Figura 3

Erosión



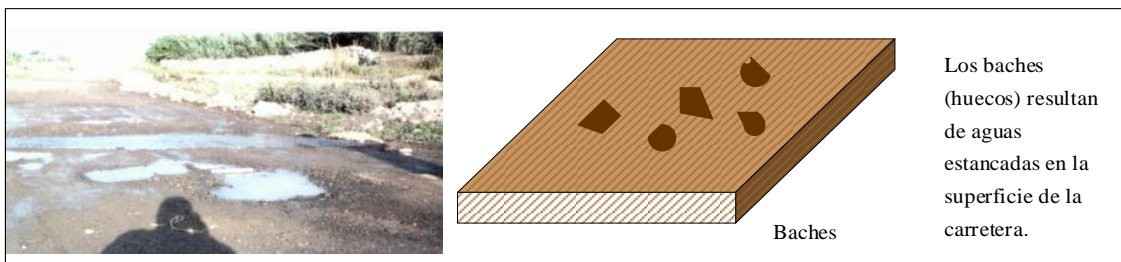
Nota: Adaptado de (MTC, 2018a).

2.2.1.3. Baches (Huecos)

Son huecos en forma redonda, oblonga o esférica, que resultan de aguas estacionarias en la extensión de la vía. El tránsito favorece su ampliación. Habitualmente, estorban a los vehículos cuando tienen 0.20 m. La gravedad de los mismos involucra las condiciones (1) pueden repararse con mantenimiento, (2) necesitan una capa de material y (3) necesita reconstrucción. Esta falla, puede provenir, del mal drenaje de la superficie de rodadura, las inclemencias climatológicas, con fuertes y constantes precipitaciones pluviales, cercanía a una fuente primaria de agua (río), mal drenaje de la carretera, alta permeabilidad e infiltración de los suelos, entre otros (MTC, 2018a).

Figura 4

Baches



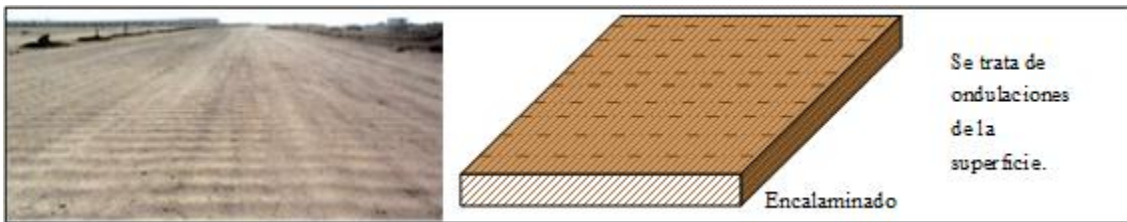
Nota: Adaptado de (MTC, 2018a).

2.2.1.4. Encalaminado

Son ondulaciones de la extensión de la carretera, que resultan de las oscilaciones de los vehículos a las capas granulares; generalmente se producen debido al incremento del tránsito vehicular excesivo (aumento de cargas pesadas que transitan por la ruta), y se puede corregir por medio del perfilado, recapeo o reconstrucción según la severidad del daño, donde, su nivel de gravedad depende de la profundidad del deterioro, (1) menores a 5 cm, (2) de 5 a 10 cm, y (3) mayores a 10 cm (MTC, 2018a).

Figura 5

Encalaminado



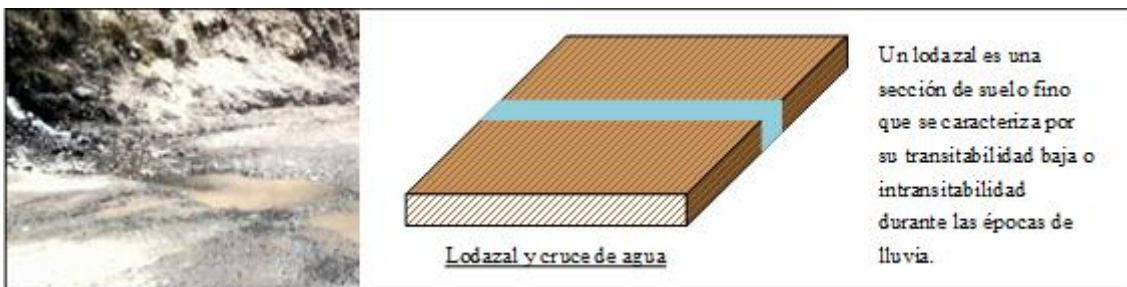
Nota: Adaptado de (MTC, 2018a).

2.2.1.5. Lodazal y cruce de agua

Es una extensión que dificulta la transitabilidad en tiempo de precipitación, y en tiempo seco, si no se realizan las tareas de conservación el material se deforma, produciendo incluso hundimientos severos con profundidad mayor a 10 cm, se generan por el drenaje deficiente, más aún en época donde las precipitaciones pluviales son intensas y frecuentes, sobre todo en la sierra del país. No tienen niveles de severidad, debido a que su sola presencia, representa una falla grave para la transitabilidad vial, las posibles medidas correctivas son el mejoramiento de la geométrica y drenaje de la ruta, no obstante, también se puede considerar medidas de mejoramiento o estabilización de suelos para reducir la infiltración y formación de lodo en el mismo, por su elevada plasticidad (MTC, 2018a).

Figura 6

Lodazal y Cruce de Agua



Nota: Adaptado de (MTC, 2018a).

2.2.2. Subrasante

Capa de la carretera, que es propia del área, y marca el perfil de la carretera, está integrada por el suelo natural del sitio, pero en ocasiones requiere estabilización, debido a que el suelo no es selecto (Toledo, 2014). Cuando el suelo de la subrasante presenta, CBR menor a 6%, tiene que pasar por procesos de estabilización, para ser mejorado, siendo así, es pertinente la excavación de calicatas de 1.50 m, por debajo, del nivel proyectado de la subrasante, a fin de determinar las características del suelo (MTC, 2014).

Tabla 1

Categorías de la subrasante

Categoría de Subrasante	CBR (%)		
	\geq	<	
S 0	Inadecuada	0	3
S 1	Pobre	3	6
S 2	Regular	6	10
S 3	Buena	10	20
S 4	Muy Buena	20	30
S 5	Excelente	30	A más

Nota: Adaptado del (MTC, 2014).

2.2.2.1. Suelo de la subrasante

Fina capa, de material terroso no consolidado, sobre la corteza terrestre, se ha generado a partir de la desintegración y/o alteración, física, química y/o biológica, de las rocas, que al sedimentarse o transportarse, forman este material, que también, se puede ver afectado, debido a las actividades humanas (Toledo, 2014). El suelo según su origen puede ser residual o transportado, y tiene tres fases, que lo integran, la fase sólida, partículas minerales, fase líquida, agua u otros líquidos, y fase gaseosa, aire u otros gases (Duque y Escobar, 2022).

2.2.2.2. Clasificación del suelo

a. Sistema de clasificación AASHTO

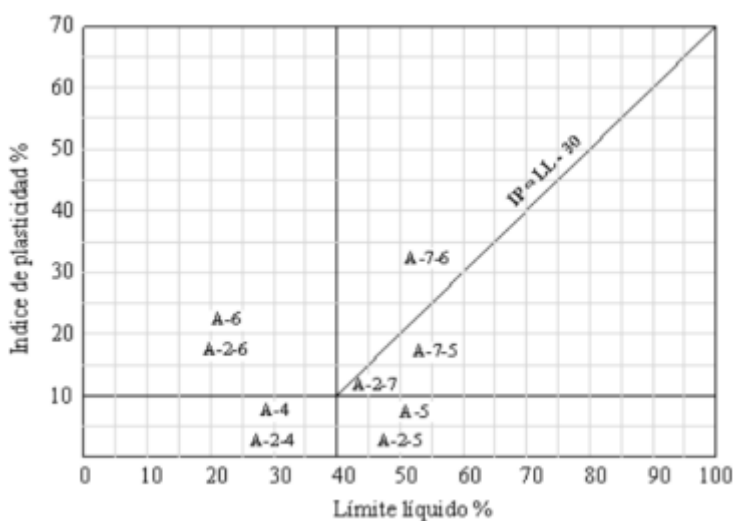
“American Association of State Highway and Transportation Officials”, se utiliza generalmente, para la clasificación de suelos, de vías y caminos. Distingue (a) los suelos granulares, pasa por el tamiz N° 200 (t_{200}), \leq a 35%, del suelo; está integrado por los grupos A-1, A-2 y A-3, mientras que, (b) los suelos finos, cuyo porcentaje que pasa el t_{200} , es $>$ al 35% del suelo, está integrado por los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7. Así mismo, cada grupo, tiene un índice de grupo (I_G), que mientras mayor sea, su valor, indica una menor calidad del suelo (Toledo, 2014).

$$I_G = (t_{200} - 35) \times [0.2 + 0.005 \times (LL - 40)] + 0.01 \times (t_{200} - 15) \times (IP - 10) \quad (1)$$

En la ecuación 1, se estima el índice de grupo (I_G), donde, el % pasante del tamiz N° 200 es t_{200} , el límite líquido es LL, y el índice de plasticidad es IP. Así mismo, si I_G es mayor a 20, el material es muy pobre para su uso en carreteras.

Figura 7

Relación LL e IP, Sistema AASHTO



Nota: (Urdanivia, 2019).

Figura 8

Clasificación AASHTO

Clasificación general	Suelos granulares 35% máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200)							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.075 mm (N° 200)					
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7		
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6	
% que pasa por el tamiz de: 2 mm (N° 10) 0.425 mm (N° 40) F: 0.075 mm (N° 200)	máx. 50												
	máx. 30	máx. 50	mín. 51										
	máx. 15	máx. 25	máx. 10	Máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36
Rasgos de la fracción que pasa del tamiz (N° 40)													
LL (límite líquido)				máx. 40	min. 41	máx. 40	mín. 41	máx. 40	Min. 41	máx. 40	min. 41	min. 41	min. 41
IP (índice de plasticidad)	máx. 6	máx. 6	NP	máx. 10	máx. 10	mín. 11	mín. 11	máx. 10	máx. 10		min. 11 (a)	min. 11	min. 11
Tipo de material	Piedras, gravas y arenas		Arenas Finas	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos			
Estimación general del suelo como sub rasante	Excelente a bueno						Regular a insuficiente						

(a) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-5: es igual o menor que LL-30.

(b) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-6: es mayor que LL-30.

Cuando se requiera relacionar los grupos con el Índice de Grupo (IG), estos deben mostrarse entre paréntesis, ejemplo: A-4(5), A-7-5 (17), etc.

$IG = (F-35) [0.2+0.005 ((1-40))] +0.01 (F-15) (IP-10)$.

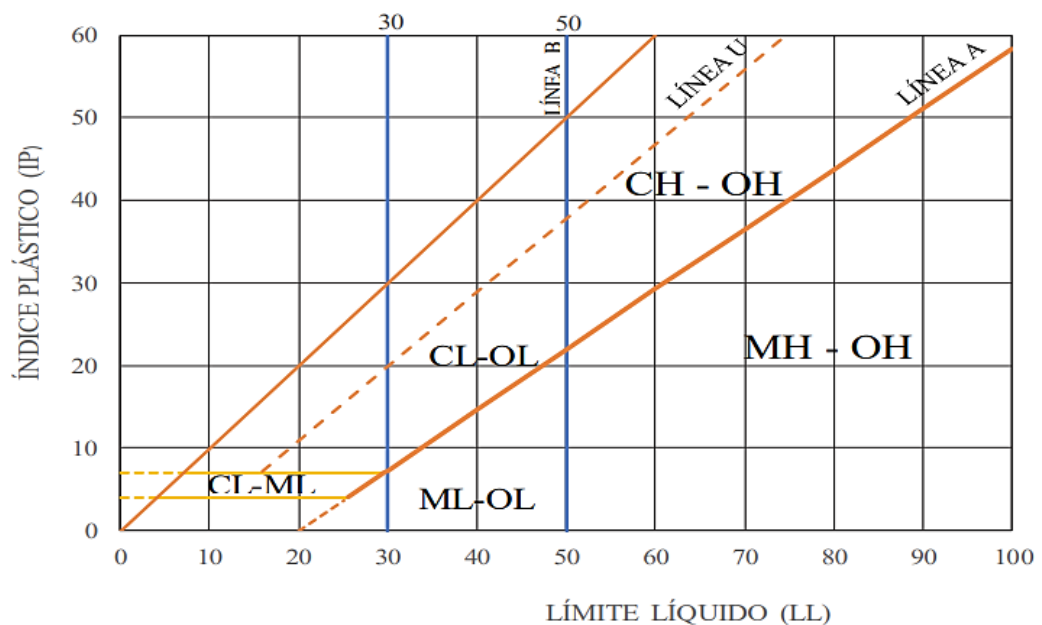
Nota: (MTC, 2014, p. 36)

b. Clasificación SUCS

Permite conocer la plasticidad, y gradación del suelo, este método es más usual para la ingeniería geotécnica (Mejía y Herrera, 2016). Distingue (1) suelos gruesos, cuando más del 50% de partículas quedan retenidas en la malla t_{200} , integrada por arenas (S) y gravas (G), que están bien (W) o mal (P) gradadas, y (2) suelos finos, cuando más del 50% de las partículas del suelo son menores que la malla t_{200} , integrada por limos (M), arcillas (C) y suelo orgánico (O), que pueden tener alta (H) o baja (L) plasticidad. Con el suelo que pasa la malla N° 40, se determina los límites de consistencia, LL e IP, los cuales se relacionan en la carta de plasticidad, para clasificar al suelo (Toledo, 2014).

Figura 9

Carta de plasticidad



Nota: (Reinoso, 2017).

Figura 10

Clasificación SUCS

DIVISIÓN MAYOR		GRUPO SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN DEL LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la Mitad del material es mayor que el tamiz N° 200	MÁS DE LA MITAD DE LA FRACCIÓN GRUESA ES MAYOR QUE EL TAMIZ N° 4	GRAVA LIMPIA (Poco o ningún limo)	GW Grava bien graduada o mezcla de arena y grava. Poco o ningún fino	mayor que 4 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$	No reúne los requisitos de granulometría para GW	
			GP Grava mal graduada o mezcla de arena y grava. Poco o ningún fino	entre 1 y 3 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10} * D_{60})}$		
		GRAVA CON FINOS (Apreciable cantidad de finos)	GM	d Grava con limos, grava mal graduada muy limosa. Mezcla grava, arena y arcilla	Límites de Atterberg bajo la línea "A" o IP menor de 4	Por encima de la línea "A" con IP entre 4 y 7, estaremos en un caso "limite" y usarse los dos símbolos
				u		
		GC Mezcla bien graduada de gran, arena y arcilla. Excelente aglutinante	Límites de Atterberg sobre la línea "A" o IP mayor de 7			
		MÁS DE LA MITAD DE LA FRACCIÓN GRUESA ES MENOR QUE EL TAMIZ N° 4	ARENA LIMPIA (Poco o ningún limo)	SW Arena bien graduada y arena gravillosa, poco o ningún fino	mayor que 6 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$	No reúne los requisitos de granulometría para SW
	SP Arena mal graduada, arena gravillosa, pocos o ningún fino			entre 1 y 3 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10} * D_{60})}$		
	ARENA CON FINOS (Apreciable cantidad de finos)		SM	d Arena con limos, arena muy limosa, mezcla arena y arcilla	Límites de Atterberg bajo la línea "A" o IP menor de 4	Las líneas trazadas en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos limite y deben usarse los dos símbolos
				u		
	SC Mezcla bien graduada arena y arcilla. Excelente aglutinante		Límites de Atterberg sobre la línea "A" o IP mayor de 7			
	Determinar el porcentaje de arena y grava de la curva granulométrica según el porcentaje de finos (fracción menor que el tamiz N° 200), los suelos de grano grueso y de grano fino se clasifican así:					
	Menos del 9% GW, GP, SW, SP Más del 12% GM, GC, SM, SC 5% al 12% Caso limite usar los dos símbolos poco o ningún fin					
SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material es menor que el tamiz N° 200	LIMO Y ARCILLA (Linde liquido es menor de 50)	ML Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina con ligera plasticidad				
		CL Arcilla inorgánica de baja o media plasticidad. Arcilla arenosa, arcilla gravillosa, arcilla limosa, arcilla floja				
		OL Limos orgánicos, limos-arcilla orgánica de baja plasticidad				
	LIMO Y ARCILLA (Linde liquido es mayor de 50)	MH Limos inorgánicos, arena fina micáceos o diatomeoso suelo limoso, suelo elástico				
		CH Arcilla inorgánica de alta plasticidad				
		OH Arcilla orgánica de media a alta plasticidad				
		Pt Turbas y otros suelos altamente orgánicos				

Nota: (Chincay, 2018).

2.2.2.3. Propiedades del suelo

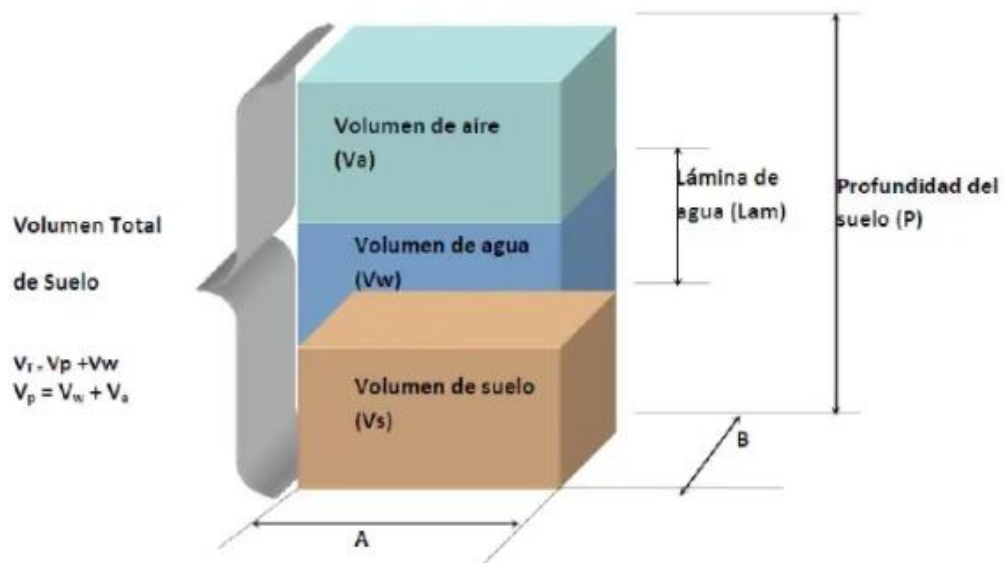
Humedad. Agua que la muestra tiene dentro de su estructura (Llanos, 2020).

$$W\% = \frac{W_h - W_s}{W_s} \times 100 \quad (2)$$

En la ecuación 2, la humedad (W%), es igual al cociente del peso del agua (Wh es el peso húmedo y Ws es el peso seco del suelo) y el peso seco del suelo (Ws).

Figura 11

Componentes del suelo



Densidad. La densidad puede diferenciarse, en absoluta (masa del suelo, contenida en un volumen, sin incluir vacíos), aparente (masa del suelo incluida en un volumen, con sus vacíos), relativa (densidad del suelo, a la densidad del agua) (Crespo, 2004).

$$D_{ab} = \frac{P_s}{V_s} \quad (3)$$

$$D_{ap} = \frac{P_s}{V_t} \quad (4)$$

$$D_r = \frac{D_a}{D_w} \quad (5)$$

En la ecuación 3, 4, y 5, se muestra respectivamente la densidad absoluta, aparente y relativa, donde P_s es el peso sólido del suelo, V_s es el volumen de sólidos, V_t es el volumen total (sólidos + huecos), D_w es la densidad del agua.

$$Dr_{SG} = \frac{P_s}{V \times D_w} \quad (6)$$

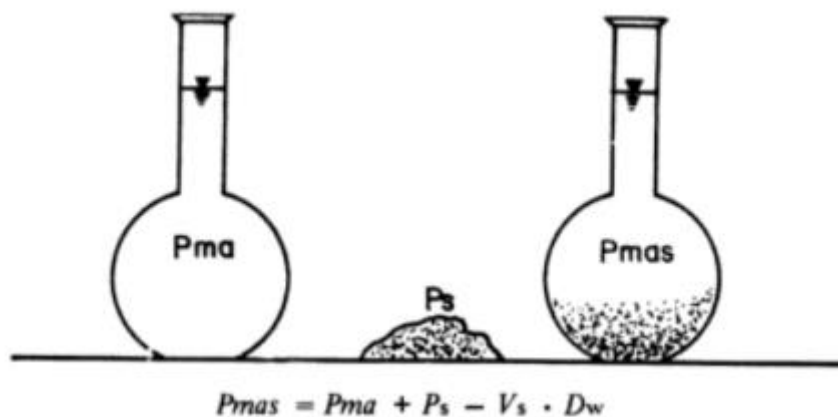
En la ecuación 6, se muestra la densidad relativa aparente para el suelo grueso (Dr_{SG}), donde P_s es el peso de la muestra, y V el volumen de agua desalojada.

$$Dr_{SF} = \frac{P_s}{P_{ma} + P_s - P_{mas}} \quad (7)$$

En la ecuación 6, se muestra la densidad relativa aparente para el suelo fino, arenas y arcillas (Dr_{SF}), donde P_s es el peso de la muestra, P_{ma} es el peso de la masa seca, P_{mas} es el peso de la masa saturada.

Figura 12

Densidad de masa



Nota: (Crespo, 2004).

Absorción. Agua que asimila la muestra, en 24 h de contacto (Crespo, 2004).

$$\%A = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100 \quad (8)$$

En la ecuación 8. la absorción (A), es igual al cociente, de la diferencia del peso húmedo y seco del suelo, entre el peso seco del suelo, en condición saturado superficialmente seco.

Gradación. Tamaño del suelo, se determina por tamizado en grano grueso, y por sedimentación en agua en grano fino (Peche, 2013).

$$\%retenido = \frac{\text{Peso Retenido en el tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100 \quad (9)$$

$$\%Pasa = \frac{\text{Peso total} - \text{peso retenido}}{\text{Peso Total}} \times 100 \quad (10)$$

$$\% Pasa = \%Peso total - \%Retenido acumulado \quad (11)$$

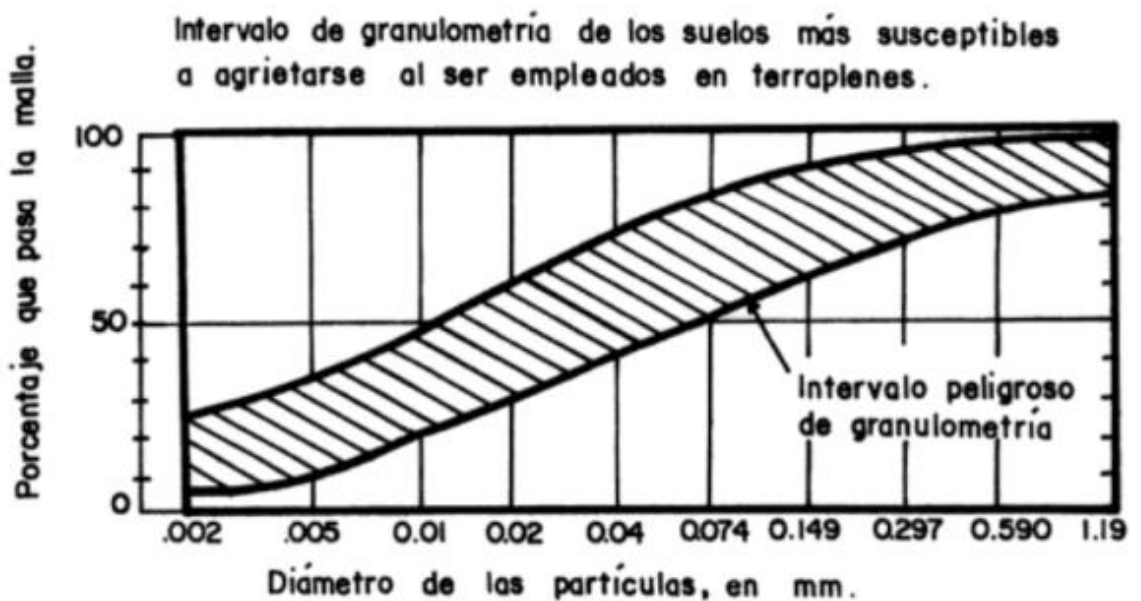
$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (12)$$

$$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}} \quad (13)$$

En la ecuación 12 y 13, se muestra el coeficiente de uniformidad (Cu), igual al cociente del tamaño del tamiz, que sea igual o menor al 60% en peso del suelo (D60), y el diámetro efectivo, tal que el suelo sea igual o mayor al 10%, en peso (D10). Y el coeficiente de curvatura (Cc), donde D30 es igual al diámetro efectivo, tal que el suelo sea igual al 30% en peso.

Figura 13

Granulometría de suelos susceptibles



Nota: (Crespo, 2004).

Tabla 2

Categorización del suelo, por tamaño de grano

Material		Tamaño (mm)	
Grava		4.75	75
Arena	A. Gruesa	2.00	4.75
	A. Media	0.425	2.00
	A. Fina	0.075	0.425
Material fino	Limo	0.005	0.075
	Arcilla	Menor a 0.005	

Nota: (MTC, 2014).

Límite líquido (LL). Es la frontera entre los estados semilíquido y plástico (Peche, 2013). Contenido de agua, para cerrar la ranura a los 25 golpes (Paucar, 2011).

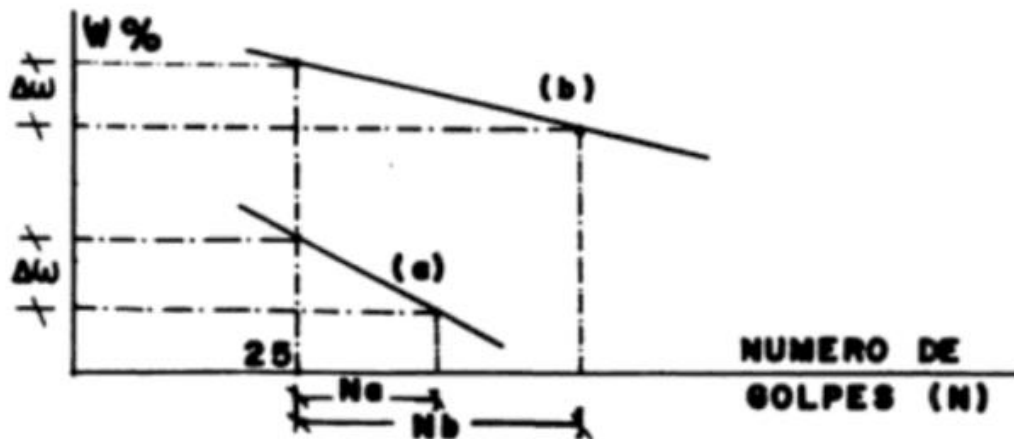
$$LL = W^n \times \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121} \quad (14)$$

$$LL = k \times W^n \quad (15)$$

En la ecuación 8 y 9, se muestra la fórmula para estimar el límite líquido (LL), donde N es el número de golpes, para cerrar la ranura, para la humedad, Wn es la humedad del suelo, y K es el factor, para 25 golpes, el factor es 1 (MTC, 2016).

Figura 14

Límite líquido



Nota: (Crespo, 2004).

Límite plástico (LP). Frontera entre el estado plástico y semisólido (Peche, 2013). Humedad, por la que, el suelo, al ser enrollado en rollitos de 3.2 mm se desmorona (Paucar, 2011).

$$LP = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100 \quad (16)$$

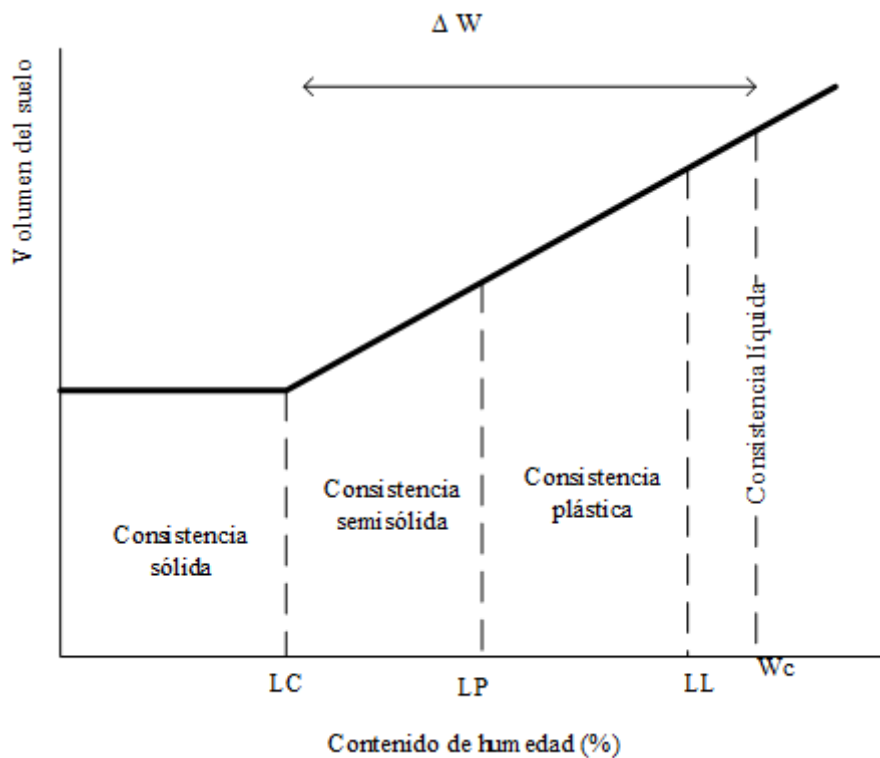
Límite de contracción (LC). Agua en relación al peso seco del suelo, es decir cuando hay mayor agua en el suelo, también aumenta su volumen y peso (Cuipal, 2018).

Índice de plasticidad (IP). Indicador de la plasticidad del suelo, humedad en el que el suelo es plástico, caracteriza la tipología del suelo (MTC, 2014).

$$LL - LP = IP \quad (17)$$

Figura 15

Estados de consistencia



Nota: (García, 2018).

Tabla 3

Clasificación, según IP

IP		Plasticidad	Suelos
>	≤		
	Más de 20.00	Alta	Muy arcillosos
7.00	20.00	Media	Arcillosos
0	7.00	Baja	Poco arcillosos
0	0	No plástico (NP)	Exentos de arcilla

Nota: (MTC, 2014).

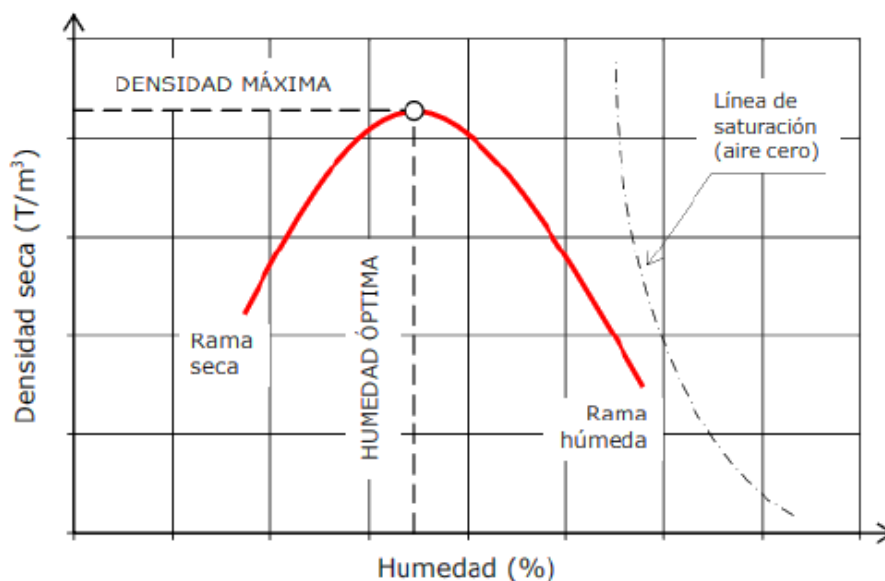
Compactación. Parámetro de compresibilidad del suelo, al aplicar una carga, eliminando sus vacíos, para mejorar la resistencia, compresibilidad y esfuerzo deformación (Gutiérrez, 2020). De la prueba Proctor modificado, se obtienen el óptimo contenido de humedad (OCH) y densidad máxima seca de compactación (Peche, 2013).

$$Ds = \frac{Dh}{(100+w\%)} * 100 \tag{18}$$

En la ecuación 18, Ds densidad seca, Dh densidad húmeda, y W la humedad.

Figura 16

Curva Proctor



Nota: (Bañón y Beví, 2000).

Expansión. Los cambios volumétricos en el suelo, se deben a la humedad o absorción de los mismos (Meza, 2016). En carreteras, la expansión del suelo, se puede medir por medio del ensayo de hinchamiento, como parte de la prueba de corte directo, que consiste en la deformación del suelo, al estar en contacto con el agua por 96 h (Paucar, 2011).

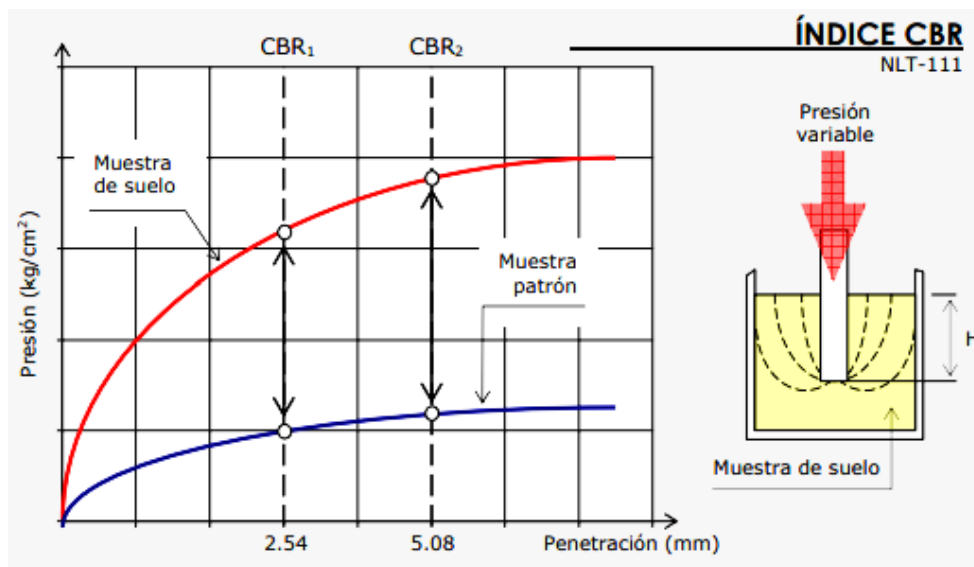
$$\% \text{ Expansión} = \frac{L_2 - L_1}{L_1} \times 100 \quad (19)$$

Capacidad de soporte (CBR). Medida de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, bajo densidad y humedad controlada (Peche, 2013). Es el valor de firmeza frente a cargas de repetición, atribuidas al tránsito (Paucar, 2011). Según el CBR del suelo, se da la categoría de la subrasante (MTC, 2014). Las subrasantes pobres e inadecuadas, para carreteras, tienen CBR menor a 6%.

$$\text{CBR} = \frac{\text{Carga unitaria del ensayo}}{\text{Crga unitaria patron}} \times 100 \quad (20)$$

Figura 17

Curva CBR



Nota: (Bañón y Beavía, 2000).

2.2.3. *Estabilización de suelos en carreteras*

Mejoramiento, de las características físicas y mecánicas del suelo, para que adquiera los requerimientos necesarios para su uso en carreteras (Toledo, 2014), por medio de procedimientos mecánicos, físicos y/o aditivos químicos (MTC, 2014), con la finalidad de aumentar la resistencia mecánica del suelo (Toledo, 2014). Subrasantes con CBR menor a 6% se deben estabilizar (MTC, 2014).

2.2.3.1. **Estabilización mecánica**

Optimiza el suelo sin modificar su estructura, por medio de la compactación, minimizando el volumen de vacíos de la matriz del material (MTC, 2014)

2.2.3.2. **Estabilización física**

Modificación de las características del suelo, para aportarle mayor capacidad estructural, pero sin que produzcan reacciones químicas de importancia, puede ser mediante la estabilización granulométrica o la sustitución de suelos.

Estabilización granulométrica. Se trata de completar al suelo, la proporción de material que le falte para alcanzar un mejor desenvolvimiento, al ser compactado. Los suelos granulares, tienen alta fricción y resistencia, pero les hace falta cohesión, y los suelos finos como limos o arcillas, poseen alta cohesión, pero frente a humedad pierden estabilidad, por ello, una mezcla proporcional de ambos, es lo ideal, para garantizar el buen comportamiento mecánicos de la subrasante (Argandoña y Palomino, 2020).

Estabilización por sustitución de suelos. Puede sustituirse total o parcialmente el material de la subrasante que se considere de baja calidad, es decir se puede colocar este nuevo material sobre el suelo natural, o se puede excavar el mismo, para remplazarlo, con el nuevo material de adición (MTC, 2014).

$$\Delta SN = SNe - SNm \quad (21)$$

En la ecuación 21, se calcula el número estructural SN del pavimento para 20 años, donde el SNm se usará el mayor CBR de diseño, del material de remplazo, y SNe es el CBR de la subrasante existente.

$$E = \frac{\Delta SN}{a_i \times m_i} \quad (22)$$

En la ecuación 22, E es el espesor de remplazo en cm, a_i es el coeficiente estructural del material a colocar en cm, y m_i es el coeficiente de drenaje del material a colocar. Así mismo, el MTC (2014), sugiere los espesores de remplazo con material CBR>10%, con $m_i=1$ y $a_i=0.021$, para diferentes volúmenes de tráfico vehicular.

2.2.3.3. Estabilización química

Alteración del suelo para que alcance mejores características físicas y mecánicas, por medio de la adición de aditivos químicos, industriales, naturales, y/o de residuos de construcción y demolición; entre los que destacan el uso de cal, sales, cemento, u otros (Fernández, 2017)

Estabilización con sales. Se utiliza para expandir el proceso el proceso de compactación, haciendo más lenta la velocidad de evaporación de la humedad de la mezcla durante la compactación.

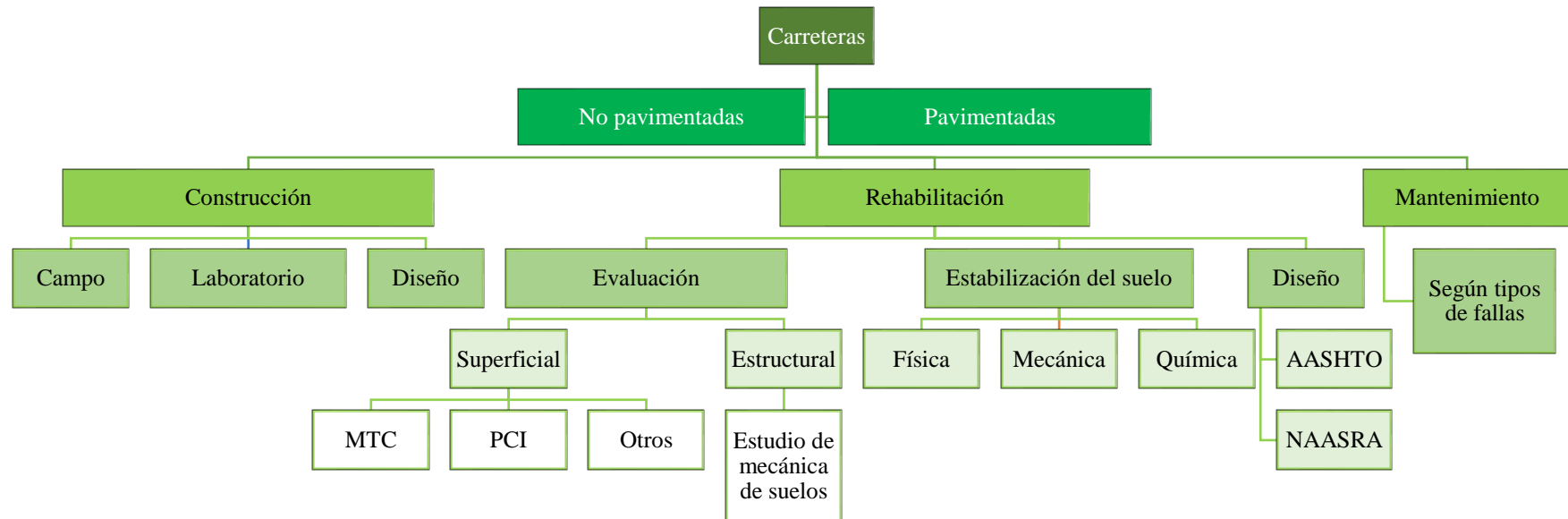
Estabilización con Cal. Se utiliza para para disminuir la plasticidad de los suelos y darle un aumento en la resistencia.

Estabilización Suelo Cemento. Actúa como conglomerante de las gravas, arenas y limos desempeñando el mismo papel que en el hormigón.

Estabilizador TerraZyme. Es un producto basado en la fermentación de enzimas biológicas y se usa para aumentar y mantener la estabilidad de los suelos.

Figura 18

Análisis en carreteras para su estabilización



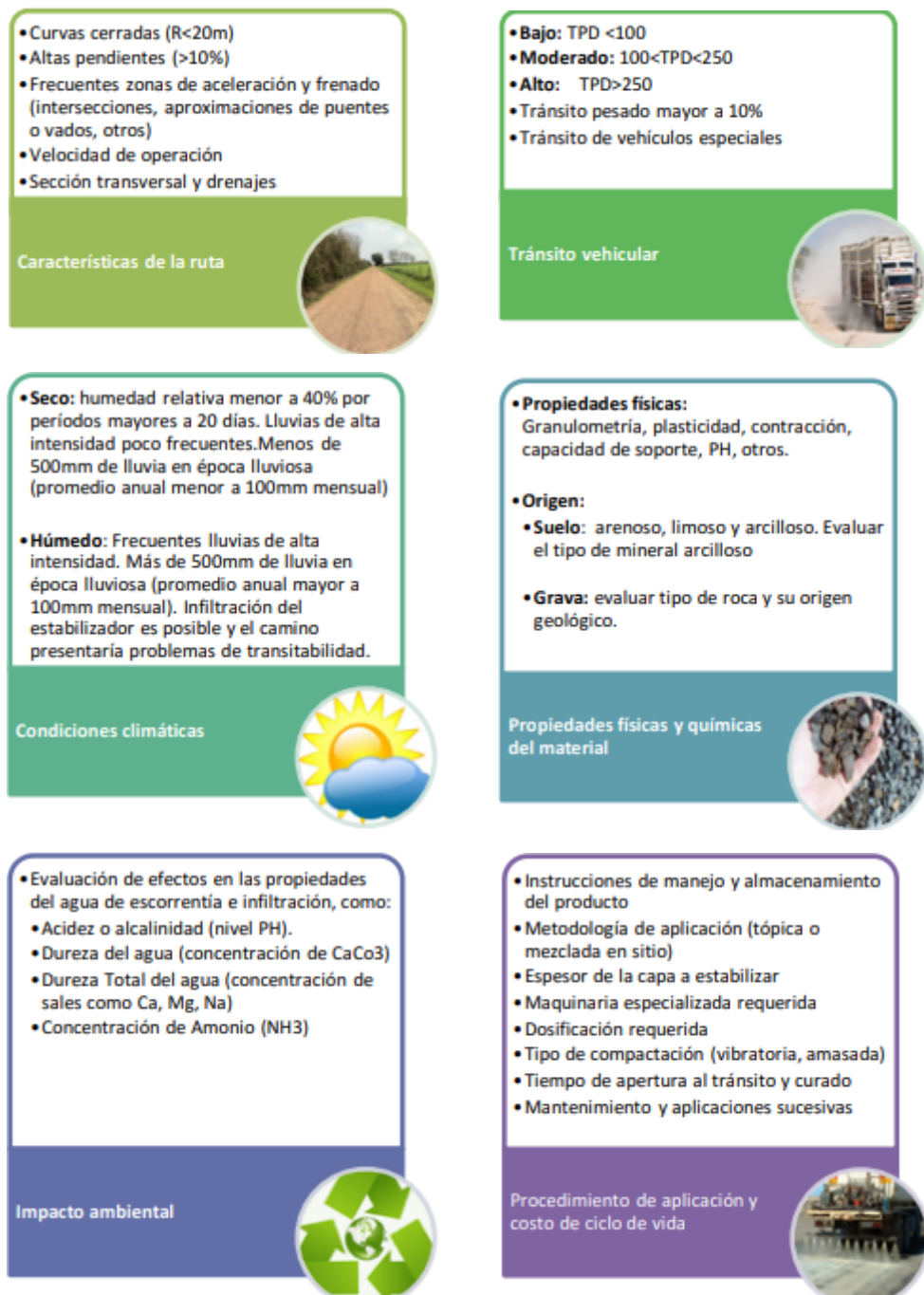
Nota: (Gutiérrez, 2021).

2.2.3.4. Estabilización con métodos no tradicionales

Parafraseando a Ulate-Castillo (2017), se pueden utilizar materiales no tradicionales, como residuos, para estabilizar la subrasante de carreteras, pero se deben tener en cuenta ciertos criterios para la elección del agente estabilizador.

Figura 19

Parámetros a considerar, para la elección del estabilizador no tradicional



Nota: (Ulate-Castillo, 2017).

2.2.4. Desecho de roca triturada

La roca triturada es el agregado grueso obtenido por trituración artificial de rocas o gravas (Córdor y Patriona, 2019). Como agregado grueso se puede usar cualquier clase de piedra partida siempre que sea limpia, dura y resistente (Montoro, 2012). El desecho de roca triturada, se entiende como el material residual del proceso de trituración de la piedra, este es perjudicial para el concreto, por lo que se considera residuo (Morales, 2017). Está compuesto, químicamente, con SiO_2 ; Fe_2O_3 , CaO , CaCO_3 y otros minerales (Álvarez, 2005). Los minerales químicos, como el carbonato de calcio, o sílice, hacen que la resistencia del suelo aumente, por lo que podría tener un buen uso en la geotecnia, como estabilizante de suelos (Salehi et al., 2022).

Figura 20

Desechos de roca triturada



Nota: (Aceros Arequipa, 2020).

2.2.5. Características de los desechos de roca triturada

Gradación. Determina el tamaño de las partículas, se puede realizar por tamizado o sedimentación (Villanueva, 2020). En concreto la NTP 400.037 estandariza el huso granulométrico de la piedra triturada, por tanto, el agregado grueso que no está dentro de dicha gradación se considera residuo (INACAL, 2021).

Tabla 4

Gradación de agregado para concreto

Huso mm (N°)	9 ^A Piedra chancada	Confitillo (E.070)	Árido (NTP 400.037)	Árido (E.070)
12.5 (1/2")	100	100	100	100
9.75 (3/8")	100	85-100	100	100
4.75 (N° 4)	85-100	10-30	90-100	100
2.36 (N° 8)	10-40	0-10	80-100	95-100
1.18 (N° 16)	0-10	0-5	50-85	70-100
300 um (N° 50)	0-5	0	5-30	10-35
150 um (N° 100)	0	0	0-10	2-15

Nota: Adaptado NTP 400.037 (INACAL, 2021), E.070 (MVCS, 2021). El material que no cumpla con el uso granulométrico del confitillo o piedra chancada, es considerado residuo, y ha sido utilizado en el presente estudio.

Tabla 5

Gradación para afirmado

Tamiz mm(N°)	Gradación							
	C		D		E		F	
25 (1")	100	100	100	100	100	100	100	100
9.5 (3/8")	50	85	60	100	100	-	-	-
4.75 (4)	35	65	50	85	55	100	70	100
2.0 (10)	25	50	40	70	40	100	55	100
0.425 (40)	15	30	25	45	20	50	30	70
0.075 (200)	5	10	5	20	6	20	8	25

Nota: El material residual, desechos de roca triturada, generalmente no cumple con el uso granulométrico de la piedra chancada, confitillo y árido de concreto, pero podría llegar a cumplir con el huso de gradación dado para material de afirmado, según el (MTC, 2014).

$$\%retenido = \frac{\text{Peso Retenido en el tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100 \quad (23)$$

En la ecuación 23, se muestra el cálculo del porcentaje retenido en cada tamiz i .

$$\%retenido \text{ acumulado} = \sum R \text{ tamiz } (i) + R \text{ tamiz } (i + 1) \quad (24)$$

En la ecuación 24, el porcentaje retenido acumulado es la sumatoria de los % retenidos en los tamices anteriores al tamiz de cálculo, representado el tamiz superior por $i+1$.

$$\% \text{ pasa} = 100 - \% \text{ retenido acumulado} \quad (25)$$

En la ecuación 25, se muestra el cálculo del porcentaje que pasa.

$$\%Pasa = \frac{\text{Peso total} - \text{peso retenido}}{\text{Peso Total}} \times 100 \quad (26)$$

$$\% \text{ Pasa} = \% \text{ Peso total} - \% \text{ Retenido acumulado} \quad (27)$$

En la ecuación 26 y 27, se observan otras fórmulas, que pueden ser utilizadas para determinar el porcentaje que pasa.

Material que pasa tamiz N° 200. Material más fino que la última malla, del proceso de tamizado (NTP 400.018, INACAL, 2020). En concreto no debe superar el 1%, caso contrario ese material será residuo (INACAL, 2021).

$$A = \frac{B-C}{B} \times 100 \quad (28)$$

En la ecuación 28, A es el % de fino que pasa 75 μm (N° 200) por lavado, B el peso seco de la muestra original, C el peso seco de la muestra después de lavado.

Humedad. Agua en la muestra solida (Villanueva, 2020).

$$W\% = \frac{W_w}{W_h} \times 100 \quad (29)$$

$$W_w = W_h - W_s \quad (30)$$

En la ecuación 29 y 30, W% es la humedad, Ww es el peso del agua incluida en la muestra (gr.), Wh es el peso de la muestra húmeda (gr.), Ws es el peso de la muestra seca (gr.)

Peso específico. Relación entre el peso del volumen de un árido, a cierta temperatura (MTC, 2016).

$$P_{em} = \frac{W}{V-V_a} \times 100 \quad (31)$$

En la ecuación 31, P_{em} = Peso específico de masa, W = Peso en el aire de la muestra secada en el horno, V = Volumen del frasco, V_a = Peso o volumen de agua.

$$P_{eSSS} = \frac{500}{V-V_a} \times 100 \quad (32)$$

En la ecuación 32, se muestra la fórmula del peso específico de masa saturada con superficie seca (P_{eSSS}).

$$P_{ea} = \frac{W}{(V-V_a)-(500-W)} \times 100 \quad (33)$$

En la ecuación 33, se muestra la fórmula del peso específico aparente (P_{ea}).

Absorción. Agua que asimila el árido, en su condición saturado superficialmente seco (MTC, 2016).

$$Ab = \frac{500-W}{W} \times 100 \quad (34)$$

En la ecuación 34, se muestra la fórmula de la absorción (Ab)

Desgaste del agregado. Medida de degradación del agregado de gradaciones menores a 37.5 mm (NTP 400.019, INACAL, 2020), y mayores a 37.5 mm (NTP 400.020, INACAL, 2020).

$$\% \text{ Desgaste} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100 \quad (35)$$

En la ecuación 35, el desgaste, es igual al cociente, de la resta, del peso inicial y el peso final, entre el peso inicial.

2.2.6. Arenisca cuarzosa

La arenisca es una roca sedimentaria detrítica que, está conformada por minerales de cuarzo, feldespatos, hierro y fragmentos de otras rocas. La importancia de la arenisca radica en su dureza y baja reactividad sobre todo cuando tiene alto

porcentaje de cuarzo. Su dureza es variable y va a depender de la composición mineralógica y litológica que tenga, a pesar de ello es fácil de procesar y su ventaja suele ser en que se presentan en varios colores. La gravedad específica de la piedra arenisca se encuentra entre 2.65 y 2.95. Su resistencia a la compresión es de unos 65 MPa y con una densidad de 20 a 22 KN/m³. Se utiliza como relleno para carreteras, material para cubiertas, como aditivo para pavimento y es una roca ornamental con la que se hace monumentos. (Maldonado, 2021)

Tabla 6

Escalas de Dureza de Mohs de Minerales o Rocas

Mineral o roca	Índice de dureza
Diamante	10
Cuarzo	7
Basalto	7
Sílex	6.5
Feldespato	6.2
Gneis	5.2
Esquisto	5.0
Dolomita	3.7
Caliza	3.3
Esquisto-pizarra	3.1
Calcita	3.0
Antracita	3.0
Mármol	3.0
Carbón bituminoso	2.5
Mica	2.3
Yeso	2.0
Talco	1.0

Nota: (Maldonado, 2021).

Roca sedimentaria formada por pequeños granos de arena compactados, cuya dureza depende del tamaño de los granos que la componen Las areniscas están compuestas principalmente por: fragmentos de roca, granos de cuarzo, granos de feldespato, matriz y cemento. La matriz consiste de minerales de arcilla y limo, y

en la mayoría de los casos estos materiales de grano fino se depositan junto con los granos de arena (Tucker, 2003, citado por Mina, 2021). “Al ser una de las rocas más comunes y abundantes de la tierra, es normal que debamos saber de ella. Compone el 20% de todas las rocas sedimentarias que existen en el planeta” (Portillo, 2022).

Figura 21

Roca Arenisca Cuarzosa



Nota: Esta arenisca es mineralógicamente sencilla, contiene el 90 por ciento o más, de granos de arena de cuarzo detrítico. Texturalmente, las areniscas son de grano uniforme a causa de su perfecta clasificación, son arenas bien lavadas prácticamente libres de material arcilloso. Muchas de ellas son el resultados de dos o más ciclos de sedimentación, de modo que los granos de arena tienden a ser subredondeados o bien redondeados, los ambientes depositacionales ideales para este tipo de roca se encuentra en las plataformas marinas de aguas someras; típicamente son blancas, gris, rosa claro o rojas depende su color del material cementador (Graterol y Vásquez, 2013).

“Las areniscas son rocas sedimentarias detríticas con textura clástica y de grano normalmente fino formadas en ambientes marinos, fluviales o de origen eólico” (Brudas, 2012). La arenisca tiene un tamaño de grano medio y se derivan colores como morado, amarillo y blanco; posee propiedades aislantes y de durabilidad, esta roca natural también es resistente a la erosión, desgaste y corrosión (Velasco y Tocancipa, 2015). “La composición química de esta roca es la misma que la de la arena; así, la roca está compuesta esencialmente de cuarzo y se podrían encontrar pequeñas cantidades de minerales de feldespatos u otros como la calcita o la magnetita” (Graterol y Vásquez, 2013).

La arenisca es un tipo de roca clástica con un granulado variable. Nos la encontramos con grano fino (0,2mm), grano medio (0,63 cm) y grano grueso (2 mm). Se le conoce como arenisca porque comparte muchas de sus características con la arena (Portillo, 2022).

La roca arenisca es el material de construcción noble por excelencia, y su demanda no cesa de aumentar. Desde el punto de vista de la bioconstrucción, la piedra reúne varias ventajas: Larga vida, con poco mantenimiento y reparaciones sin mucha frecuencia (Castro, 2014).

2.2.6.1. Composición de la arenisca

La composición de la arenisca inicialmente es determinada por los fenómenos atmosféricos que se presenten en el medio natural donde se encuentre, porque “El ambiente donde los componentes de la arenisca se depositan, determina la naturaleza de la misma. El tamaño de los granos de rocas o minerales, [...] y la estructura de los sedimentos formados son algunos de los factores ambientales determinantes” citado por Velasco y Tocancipa (2015). Esta roca posee un color que varía del material que ha actuado como cementador. Podemos encontrarnos

areniscas con el color rojo, rojiza café, etc. Estas son las que acumulan óxidos de hierro en su formación. Por otro lado, podemos encontrarnos areniscas de color blanca, amarilla o gris que han sido compactadas por sílice o carbonato (Portillo, 2022). Teniendo en cuenta la composición mineralógica, se distinguen porcentajes de cuarzo, feldespatos más abundantes que fragmentos de roca como las subarcosas y arcosas, según la composición de la arenisca. Generalmente este tipo de roca se compone por 80% de cuarzo, 10% de arcosas y 10% de subarcosas (Velasco y Tocancipa, 2015).

Tabla 7

Composición Mineralógica de la Arenisca

Cuarzoarenitas	Más del 95% de cuarzo
Subarcosas sublitoarenitas	Entre 75%-95% de cuarzo Feldespatos más abundantes que fragmentos de roca Fragmentos de roca más abundantes que, feldespatos
Arcosas litoarenitas	Menos del 75% de cuarzo Feldespatos más abundantes que, fragmentos de roca Fragmentos de roca más abundantes que, feldespatos

Nota: (Universidad Politécnica de Madrid, 2012, citado por Velasco y Tocancipa, 2015).

2.2.6.2. Clasificación de la arenisca

Para clasificar la arenisca se deben tener en cuenta dos aspectos muy importantes el tamaño de grano y el color, el cual se presenta según los elementos y los minerales que posea la roca, además ofrece una excelente visibilidad cuando es usada en la construcción (Velasco y Tocancipa, 201).

Arenisca Silíceo o Cuarzosa: Por lo general se encuentra en color gris o blanco, es dura y resistente a los agentes atmosféricos se puede emplear en toda clase de obras. También llamada “La piedra muñeca”, que es la más resistente en este grupo.

Arenisca Caliza: Generalmente de color mantecoso o verde pálido, produce efervescencia con los ácidos; le atacan los agentes atmosféricos en las ciudades industriales, se calcina al fuego y no es muy resistente.

Arenisca Arcillosa: Se puede encontrar en color amarillo y beige. Es densa, de buena resistencia y recomendable para la construcción. Porosa, absorbente y resistente al calor por lo que es ideal para pisos, paredes, chimeneas y adoquines. Dado el carácter arcilloso del cemento, parece que el tamaño del grano es más fino.

Arenisca Ferruginosa: Contiene óxido de hierro que le tiñe de un color pardorrojizo. Dura y muy estimada. **Arenisca Pizarrosa:** Se encuentra de color negro azulada y estructura laminar. Utilizada en la construcción para techar.

Según Portillo (2022) las areniscas se clasifican en cinco grandes grupos según la cantidad y concentración de las rocas y minerales que las componen, tales como: **Cuarzoarenitas.** Están formadas por cuarzo como componente principal de la roca. A partir del cuarzo, el resto de minerales y rocas han sido anexados.

Calcarenitas. Predomina el carbonado de calcio en ellas. Es el componente principal.

Arcosas. El feldespato es el elemento más abundante en este caso.

Litoarenitas. Es la que, en su mayoría, está compuesta por fragmentos de rocas. De las litoarenitas podemos ver otras denominaciones según el origen de la roca que la está formando y en la cantidad en la que se encuentre. Sedarenitas (rocas sedimentarias), Volcarenitas (volcánicas) y Filarenitas (metamórficas).

Grauvacas. Esta clasificación se llama así por el porcentaje que hay de volumen en matriz. Suele estar entre el 5% y el 15%.

2.2.6.3. Yacimientos de arenisca

Según Portillo (2022) estos yacimientos no son muy difíciles de encontrar. Siendo la arenisca una de las rocas sedimentarias con más presencia en todo el mundo, la podemos encontrar en infinidad de lugares. Se pueden desarrollar en cordilleras jóvenes como producto de una erosión más rápida e incluso en terrenos en los que tardan años para poder formarse. En la dinámica de esta roca nos encontramos con que tiene la posibilidad de elevarse a tierra y descomponerse en arena. Más tarde, deposita en lechos y vuelve a hacerse arenisca. Es ciclo de creación destrucción se repite durante millones de años. Es común ver grandes cantidades de arenisca en la superficie de los mares, lagos y ríos. Con el arrastre de sedimentos y diferentes partículas, más la presión que ejerce el agua, se puede dar lugar a la formación de esta roca. Aunque en la arenisca no esté directamente asociada con el petróleo y gas natural, hay gente que la asocia. Esto es porque, a pesar de que estos hidrocarburos no se forman en ellas, son capaces de colarse por los granos saturados de agua para salir a flote.

2.2.7. *Uso de rocas areniscas en la construcción viaria*

La construcción con piedra se usa generalmente en zonas rurales para caminos y piscinas, actualmente se está empezando a implementar en zonas urbanas como acabados de fachadas por los colores y formas que se le pueden dar. Se distinguen cuatro tipos de piedra para usar en construcción que son: granito, arenisca, pizarra y mármol. La arenisca ha sido un material muy usado a lo largo de la historia, por esta razón se han elaborado varios manuales para su extracción e instalación. Hoy en día las areniscas están disponibles en acabados como serrado natural, flameado, pulido, [...] arenado. Su textura depende del acabado de sus perfiles, que pueden ser cortados a máquina, serrados, cincelado manual, texturado natural. Además,

ya han elaborado ensayos experimentales con este tipo de roca donde se puede observar cuales son los rangos más comunes de resistencias máximas a compresión y flexión (Velasco y Tocancipa, 2015).

La arenisca cuarzosa por su resistencia a la compresión es de unos 65 MPa y con una densidad de 20 a 22 KN/m³, se usa como relleno para carreteras, material para cubiertas, aditivo para pavimento y como ornamento (Maldonado, 2021).

Las areniscas se utilizan principalmente para pavimentar suelos gracias a su dureza y a la gran disponibilidad de modelos y colores que van del café al rosáceo pasando por el tono crema o el rojizo. Además, gracias a sus propiedades aislantes y de durabilidad, esa piedra natural es excelente para la creación de muros o el revestimiento de fachadas. (Piedra Natural, 2014)

La construcción de carreteras con este tipo de roca es fácil porque que se puede instalar sobre una base compactada o sobre concreto, para realizar el proceso constructivo y usarla comúnmente se puede analizar la roca cómo un pavimento articulado, ya que usando la roca en bloques con dimensiones específicas, su comportamiento para transmitir las fuerzas producidas por el transito es igual al de los adoquines en este tipo de pavimento, es decir, que se puede realizar el mismo proceso constructivo para las bases granulares en la ejecución de pavimento articulado (Velasco y Tocancipa, 2015).

Aunque la arenisca en teoría es un material muy resistente y duradero, se puede prolongar su vida con pequeños cuidados. Se recomienda limpiar de manera efectiva y segura simplemente con agua y sin ningún producto abrasivo (Velasco y Tocancipa, 2015).

2.2.8. *Incorporación de desechos de roca triturada para estabilizar suelos*

La construcción y mantenimiento de carreteras requiere la utilización de agregados de calidad que cumplan con una serie de especificaciones técnicas, los cuales son cada vez más difíciles de encontrar y generalmente resultan costosos. Esta situación afecta principalmente a los caminos no pavimentados (grava o tierra), frecuentemente presentan problemas de transitabilidad en época lluviosa y generación de polvo en época seca. Ante esta problemática, la utilización de productos o aditivos estabilizadores se presenta como una alternativa para hacer uso de los materiales o suelos existentes en sitio y mejorar la transitabilidad de los caminos no pavimentados en condiciones húmedas y reducir la generación de polvo en condiciones secas (Ulate-Castillo, 2017). Siendo así autores, como, Salehi et al. (2022), Singh et al. (2021), Amulya et al. (2021), Hubballi, et al. (2021), Etim et al. (2021), Birhane (2020), Dar y Bhalla (2020), Tamiru y Ponnurangam (2019), Sialer (2021), Avendaño y Chipana (2021), y otros, recomiendan el uso de residuos de construcción, como la roca triturada desechada o descartada como material en la elaboración de concreto, pero que puede ser utilizado en la estabilización de la subrasante de carreteras, previa validación de su uso, y verificación de las características físico-mecánicas.

2.3. Definición de términos

Arenisca cuarzosa. Roca sedimentaria formada por pequeños granos de arena compactados, cuya dureza depende del tamaño de los granos que la componen. Las areniscas están compuestas principalmente por: fragmentos de roca, granos de cuarzo, granos de feldespato, matriz y cemento. La matriz consiste de minerales de arcilla y limo, y en la mayoría de los casos estos materiales de grano fino se depositan junto con los granos de arena (Tucker, 2003, citado por Mina, 2021).

Calzada. Superficie de rodadura, que soporta directamente las cargas vehiculares (MTC, 2018c).

Capacidad de soporte (CBR). Índice de capacidad mecánica de los suelos, frente a esfuerzo, para condiciones de densidad y humedad específicas (Paucar, 2011).

Carretera. Vía de dominio público, construida para facilitar el tránsito vehicular y la conexión entre localidades (Gutiérrez, 2010).

Carretera no pavimentada. Aquella que tiene superficie de rodadura formada por gravas, afirmados, suelos estabilizados o terreno natural (Sanchez, 2018).

Deformación. Hundimiento de la capa de rodadura de la carretera, de forma pasajera frente al incremento de las precipitaciones pluviales, o de forma permanente a causa de las cargas que soporta (MTC, 2018a).

Deterioro. Fallas en la carpeta de rodadura, consecuencia de procesos que pueden modificar y afectar negativamente a la carretera (MTC, 2018a).

Estabilización. Técnica usada para hacer más estable un suelo y así mejorar el comportamiento de deformación de los suelos (Gutiérrez, 2010).

Roca Triturada. Agregado grueso, usado como conglomerado en la manufactura de concreto, pero que, debe cumplir con la NTP 400.037 (INACAL, 2021).

Desecho de roca triturada. Residuo del proceso de trituración de la roca, piedra o confitillo, que no cumple con los requerimientos para ser utilizado en concreto, y, por tanto, es un residuo de la construcción.

Subrasante. Capa del terreno, a nivel de perfil, que puede ser utilizada como carpeta de rodadura, o puede afirmarse o pavimentarse. Puede estar constituida por el suelo natural, o estabilizado, si su CBR es menor a 6% (Jara, 2014).

Suelo. Sustrato físico sobre el que se realizan las obras civiles, arquitectónicas, viales, entre otras (Gutiérrez, 2010).

CAPÍTULO III.

PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

H1: El uso de roca triturada influye en las propiedades físico mecánicas del suelo de la subrasante deteriorada por deformación en la carretera Chota – Shitacucho.

3.2. Variables

3.2.1. Independiente

El “Residuo de roca triturada”, es el agente estabilizador, que se ha optado a utilizar en la presente investigación, está formada por los residuos de la trituración de roca, piedra y confitillo, descartado por no cumplir con los requerimientos de la NTP 400.037 (pasa el mayor porcentaje en la malla N° 100). El indicador, es la dosis de adición en relación al peso, 2, 4, 6, y 10%.

3.2.2. Dependiente

La “Subrasante deteriora por deformación”, es aquella parte de la calzada de la carretera no pavimentada, que ha sufrido hundimiento de más de 5 cm, que genera dificultad para la transitabilidad vehicular, y que se ha determinado por medio de la inspección física y visual, según la metodología del MTC (2018a), pero que, luego ha sido estudiada estructuralmente, mediante la verificación de las características físico-mecánicas del suelo natural, para luego plantear su estabilización, con el uso de desechos de roca triturada.

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 8

Operalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional					
				Indicadores	Ítem				
VI Desechos de roca triturada	Residuo de la trituración del agregado grueso.	Proporción	Cantidad de material que se adicionará respecto al peso.	Dosis	%				
				Aplicación de la metodología del MTC (2018a), para identificar fallas en la calzada.	Deformación	m2			
				Deterioro en la superficie de rodadura	Erosión	m2			
					Baches	N°			
					Encalaminado	m2			
					Lodazal	m2			
					Cruce de agua	m2			
				VD Subrasante deteriora por deformación	Parte de la calzada de la carretera no pavimentada, que ha sufrido hundimiento de más de 5 cm, que genera dificultad para la transitabilidad vehicular, y que se ha determinado por medio de la inspección física y visual, según la metodología del MTC (2018a).	Suelo natural	Características físico-mecánicas del suelo natural.	Humedad	%
								Gradación	%
								LL	%
LP	%								
IP	%								
OCH	%								
Densidad máxima seca	g/cm3								
Expansión	%								
CBR	%								
Suelo estabilizado con desechos de roca triturada	Características físico-mecánicas del suelo con adición del agente estabilizador, en este caso, desechos de roca triturada.	Suelo estabilizado con desechos de roca triturada	Características físico-mecánicas del suelo con adición del agente estabilizador, en este caso, desechos de roca triturada.					LL	%
				LP	%				
				IP	%				
				OCH	%				
				Densidad máxima seca	g/cm3				
				Expansión	%				
				CBR	%				

CAPÍTULO IV.

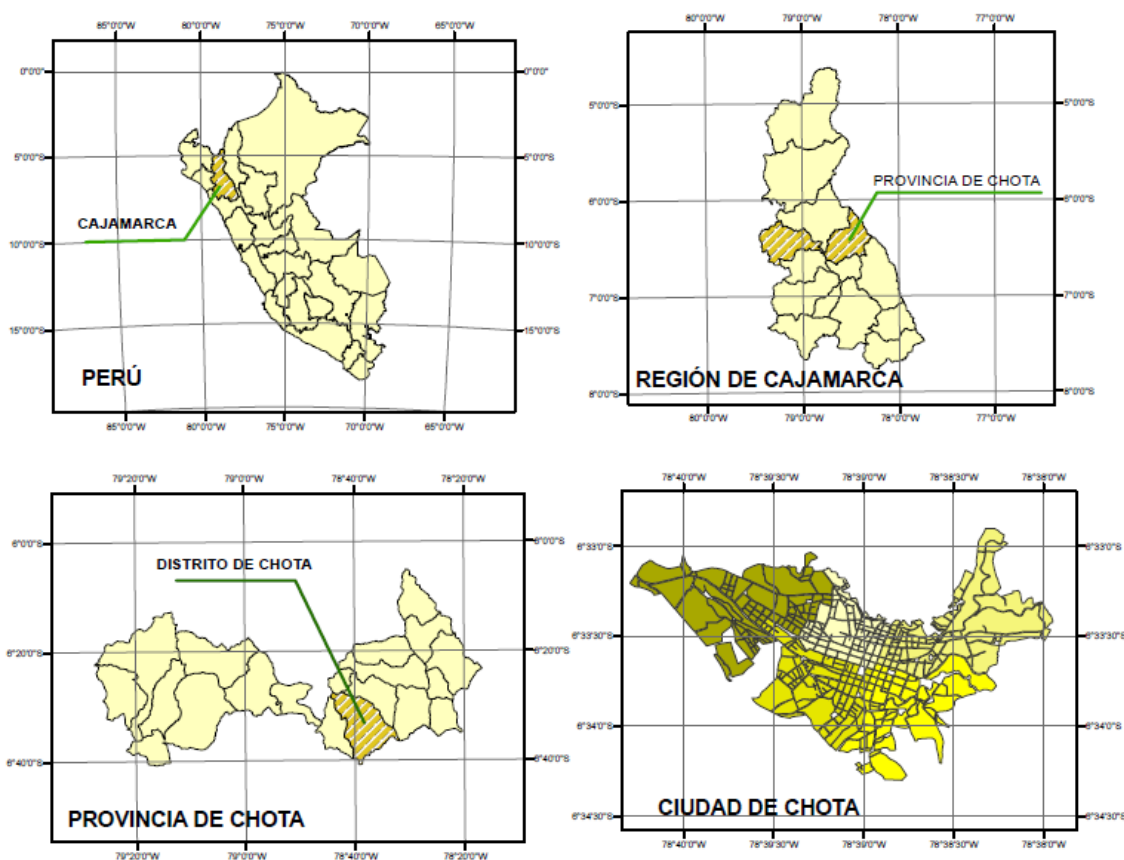
MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación geográfica del estudio

En el distrito de Chota, provincia de Chota, región Cajamarca, con las coordenadas UTM WGS84 17S 759842.10 m E, 9274104.74 m S, a 2388 msnm. La ciudad de Chota, con un área de 261.75 km², se extiende a través de sus ejes viales, que conectan a centros poblados como Cabracancha, Colpatuapampa, Chaupelanche, Chuyabamba, Shitacucho, entre otros, generalmente por medio de trochas carrozables y caminos de herradura (carreteras no pavimentadas), que generalmente presentan un mal estado superficial (MPCH, 2018).

Figura 22

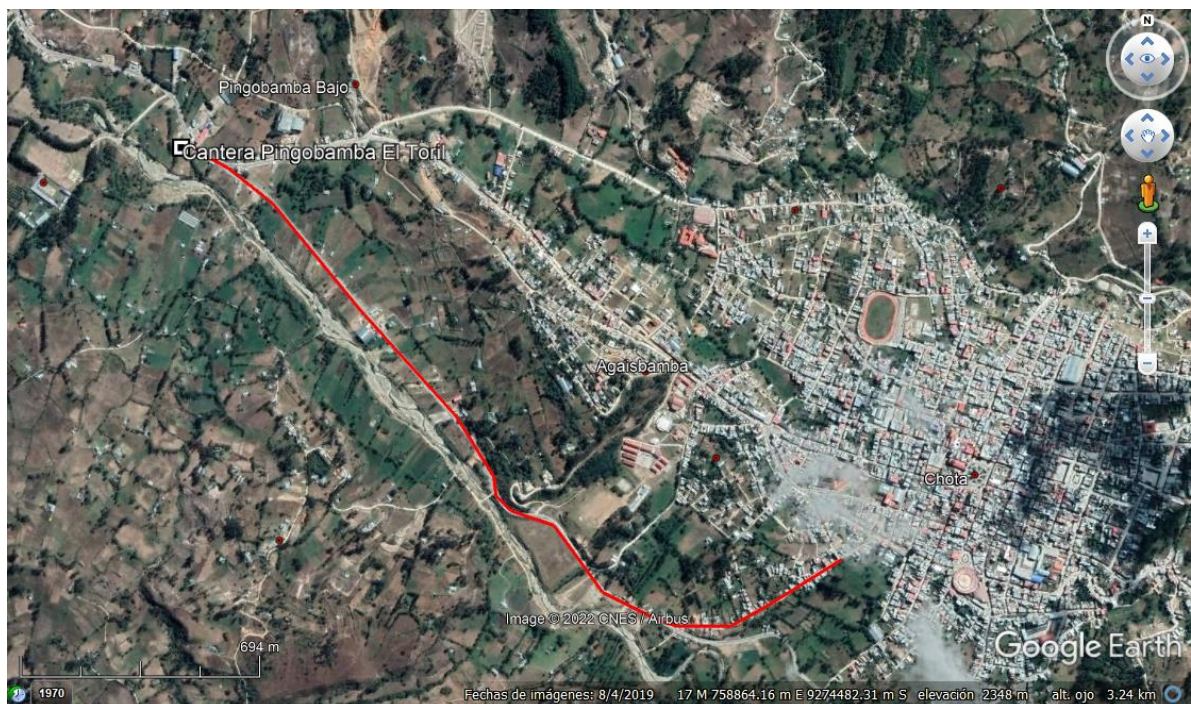
Ubicación, del distrito de Chota



La chancadora de piedra Pingobamba Bajo El Toril, está ubicada a 2.5 km, de la ciudad de Chota, en la carretera 3N, en las coordenadas UTM WGS84 17S 757224, 9275315 a 2253 msnm, pero cuya roca caliza sedimentaria de la formación Cajamarca (Cretácico superior) es traída de la cantera Chororco, Chota, en las coordenadas UTM WGS84 17S 755729, 9275176 a 2340 msnm. Es una de las principales entidades que, abastece de agregado grueso y confitillo, lo que ha generado que, tenga gran cantidad de residuos acumulados, que en ocasiones son depositados en botaderos, debido a que, por su gradación, dejan de ser un producto comercial para la producción de concreto.

Figura 23

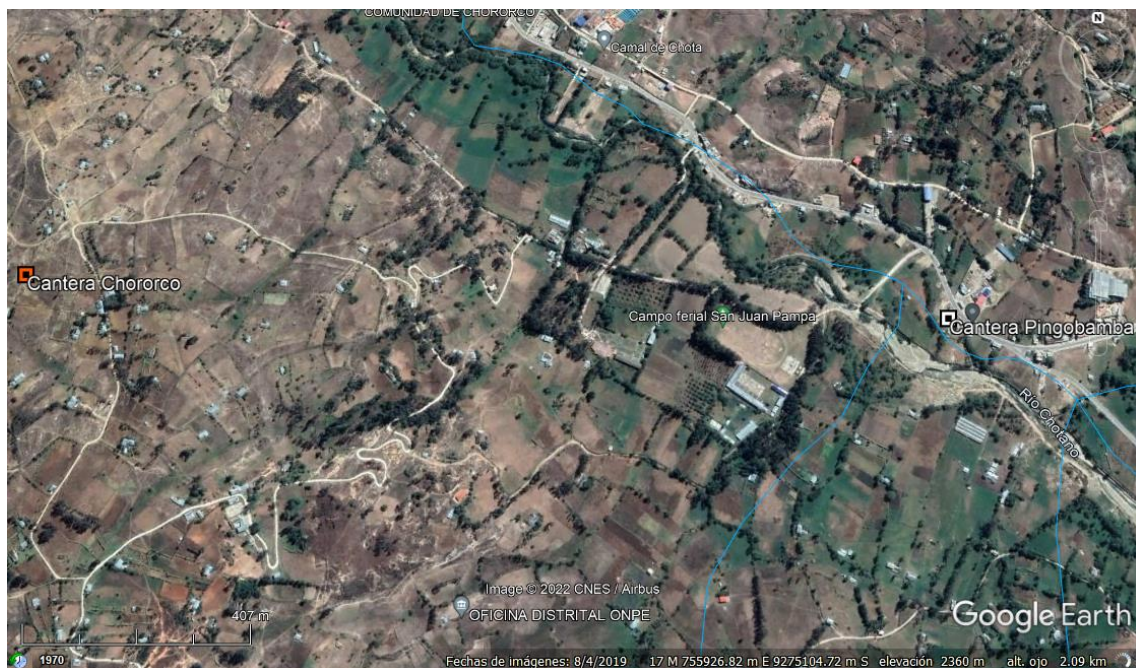
Chancadora Pingobamba El Toril



Nota: Google earth, 2022.

Figura 24

Cantera de roca Chororco, Chota

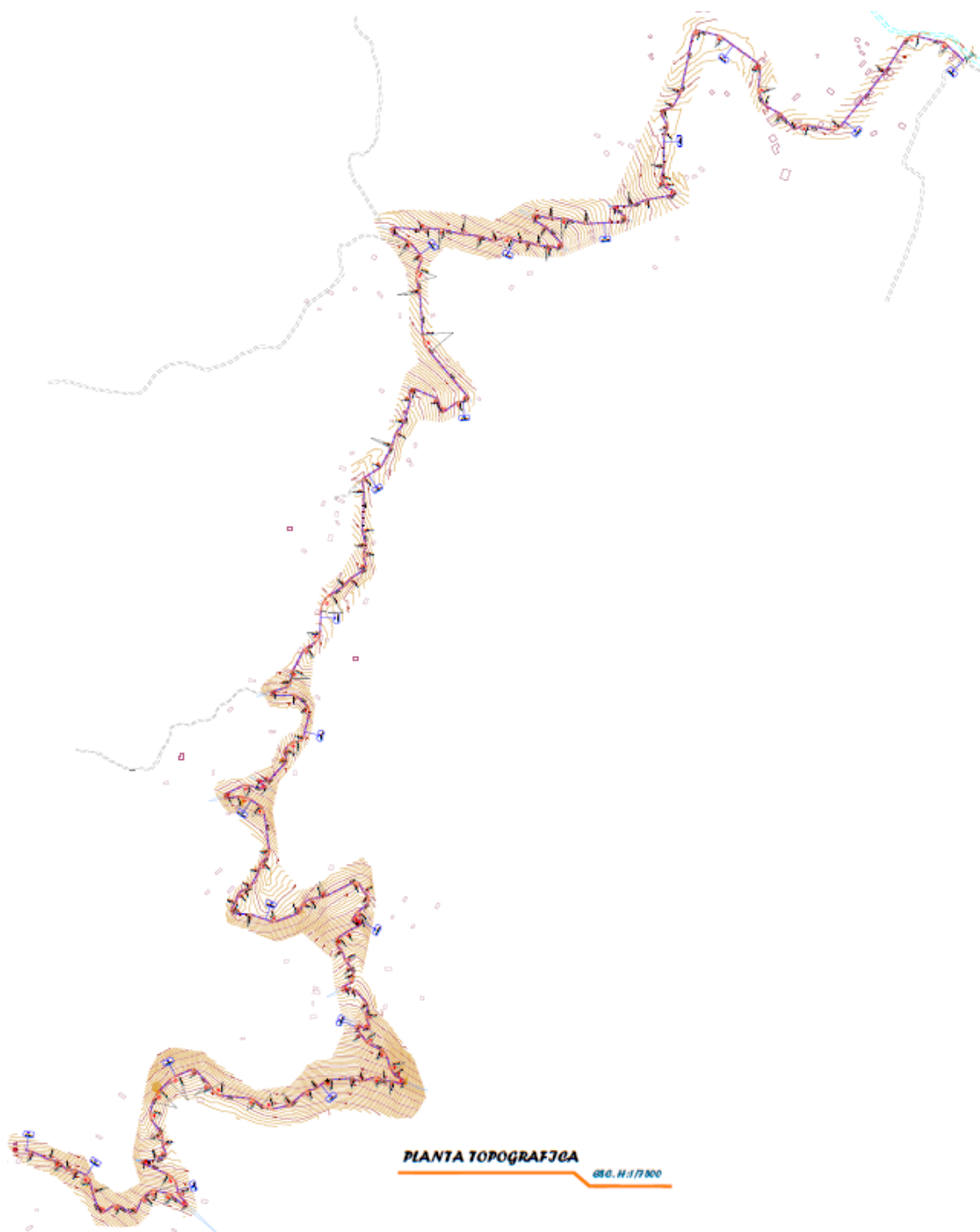


Nota: Google earth, 2022.

La carretera no pavimentada Chota – Shitacucho, tiene 9.20 km de extensión, ancho de calzada promedio 5.80 m, inicia en la ciudad de Chota en las coordenadas WGS84 17S 759521, 9273247, a 2300 msnm, y termina en Shitacucho en las coordenadas WGS84 17S 757076, 9269830 a 2975 msnm. Conecta principalmente a la ciudad de Chota con el centro poblado Shitacucho, pero en su paso, también logra la conexión de la ciudad con centros poblados, como, Pueblo Nuevo, Cabracancha Alto, Tijeras, Shahuindo Pampa, Iraca Grande, Saca Sacas, Iraca Chica, Barbaran, entre otros, sin embargo, tiene carpeta de rodadura deteriorada, con fallas visibles.

Figura 25

Carreteras Chota – Shitacucho



Nota: (Ver anexo, planos).

4.2. Unidad de análisis, población y muestra

4.2.1. Población

La subrasante de la carretera no pavimentada Chota – Shitacucho, con una extensión de 9.20 km, 5.80 m de ancho de calzada promedio, que inicia en la ciudad de Chota en las coordenadas WGS84 17S 759521, 9273247, a 2300 msnm, y termina en Shitacucho en las coordenadas WGS84 17S 757076, 9269830 a 2975 msnm. En esta carretera, se ha aplicado la metodología del MTC (2018a), para determinar las secciones que presenten daño por deformación, cada sección tuvo una extensión de 500 m, a excepción de la última sección que tuvo 700 m.

Tabla 9

Unidades de análisis para el estudio de la condición

Sección	Progresiva (km)	Ancho de calzada (m)	Coordenadas UTM WGS84		
			Norte (m)	Este (m)	Altitud (msnm)
S1	0 a 0.50	7.00	9273247	759521	2300
S2	0.50 a 1.0	6.50	9273057	759167	2338
S3	1.0 a 1.5	6.50	9272890	758723	2331
S4	1.5 a 2.0	6.60	9272774	758471	2392
S5	2.0 a 2.5	6.60	9272763	758275	2418
S6	2.5 a 3.0	6.70	9272721	757825	2440
S7	3.0 a 3.5	6.60	9272439	757922	2498
S8	3.5 a 4.0	6.60	9272238	757878	2541
S9	4.0 a 4.5	5.00	9271796	757743	2558
S10	4.5 a 5.0	5.00	9271401	757522	2595
S11	5.0 a 5.5	5.10	9271102	757458	2663
S12	5.5 a 6.0	5.10	9270861	757444	2720
S13	6.0 a 6.5	5.10	9270752	757587	2737
S14	6.5 a 7.0	5.00	9270537	757729	2802
S15	7.0 a 7.5	5.00	9270204	757851	2870
S16	7.5 a 8.0	5.10	9270151	757421	2912
S17	8.0 a 8.5	5.10	9270033	757141	2916
S18	8.5 a 9.2	5.10	9269830	757076	2975

4.2.2. Muestra

Del análisis de la condición de la subrasante con el MTC (2018a), se determinó que del Km 6+000 al Km 9+000 de la carretera Chota – Shitacucho, había falla por deformación, siendo así, este tramo, se convirtió en la muestra, para el estudio de mecánica de suelos. El MTC (2014) establece que, para trochas carrozables (IMDA menor a 200 veh/día), puede realizarse una (1) calicata cada tres (3) km, no obstante, para tener mayor exactitud, se han realizado tres (3) calicatas, ubicadas homogéneamente en el tramo de la carretera, de las cuales se ha extraído muestras de suelo natural, que fueron modificadas con la adición de 0, 2, 4, 6 y 10% de desechos de roca triturada (se retiene en el tamiz N° 100), según ensayo.

Tabla 10

Ubicación de las calicatas

Calicata	Progresiva (km)	Profundidad (m)	Coordenadas		
			Norte (m)	Este (m)	Altitud (msnm)
C1	6.5	1.50	9270677	757723	2782
C2	7.5	1.50	9270210	757633	2894
C3	8.5	1.50	9269965	757103	2937

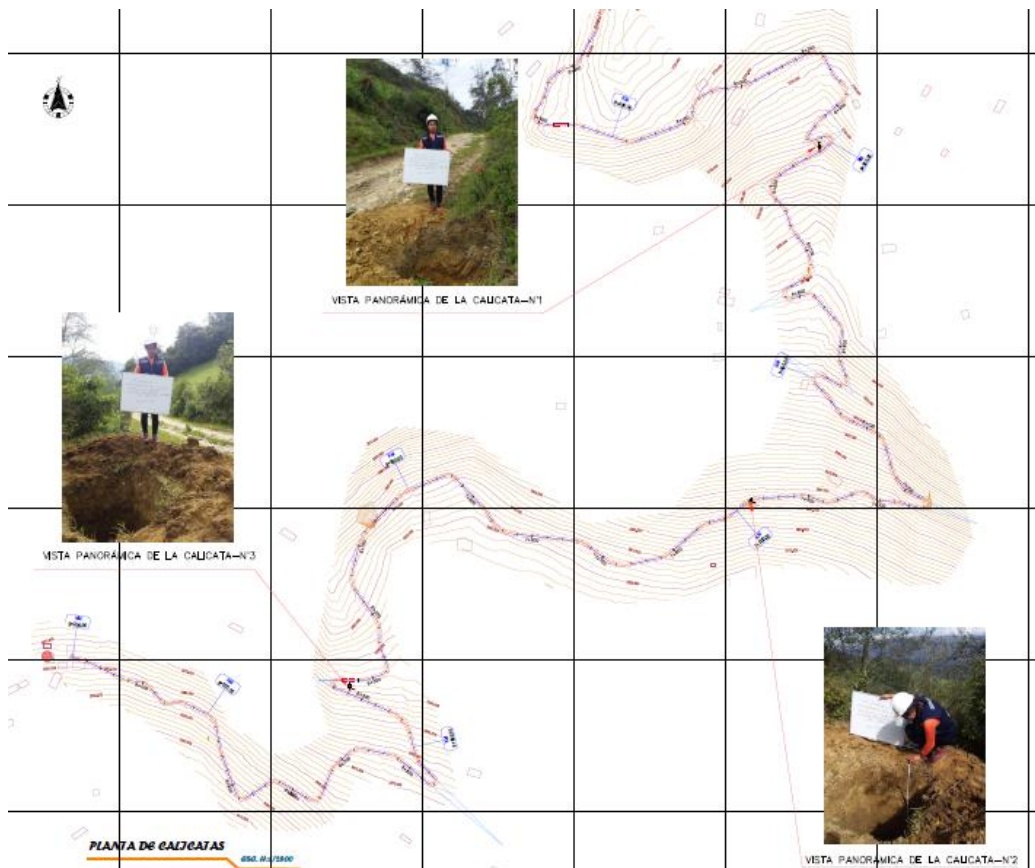
Tabla 11

Número de muestras para ensayos por calicata

Ensayos a realizar por cada calicata	N° de muestras para ensayos, según % de desechos de roca triturada					
	0	2	4	6	10	Total
Gradación	1	0	0	0	0	1
Humedad	1	0	0	0	0	1
Límite líquido	3	3	3	3	3	15
Límite Plástico	2	2	2	2	2	10
Proctor modificado	4	4	4	4	4	20
CBR de laboratorio	3	3	3	3	3	15
Total	14	12	12	12	12	62

Figura 26

Ubicación de calicatas, Km 6+000 a 1 km 9+000



Nota: (Ver anexo, planos).

4.3. Tipo y descripción del diseño de investigación

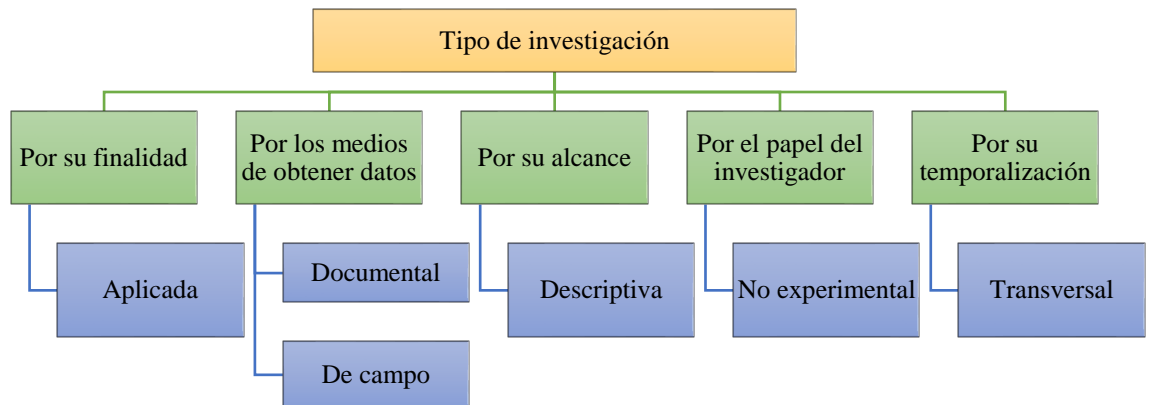
4.3.1. Tipo de investigación

Enfoque mixto, se cuantifica y califica el estado de deterioro de la ruta Chota – Shitacucho, para identificar los tramos con presencia de fallas por deformación, en los cuales, se excavan calicatas, para poder determinar las características del suelo en su estado natural y con adición de desechos de roca triturada, por tanto, el nivel del estudio es aplicado, porque se utilizan conocimientos existentes, para generar nueva información sobre una nueva alternativa de estabilización de suelos, así mismo, el diseño de investigación es no experimental, de corte transversal, el hecho que se modifique la muestra de suelo con adición de desechos

de roca triturada, no involucra un proceso de experimentación, sino de aplicación, de un nuevo componente estabilizador, para ver su efecto en las características del suelo, así mismo todo el proceso se realiza en un lapso de tiempo específico, no amerita un proceso continuo en secuencia, del tiempo, pero se ha tomado en cuenta que la extracción de muestras se ha realizado en la época de lluvia en la ciudad de Chota, por ser la época más crítica, para las carreteras chotanas.

Figura 27

Tipo de investigación



4.3.2. *Diseño de investigación*

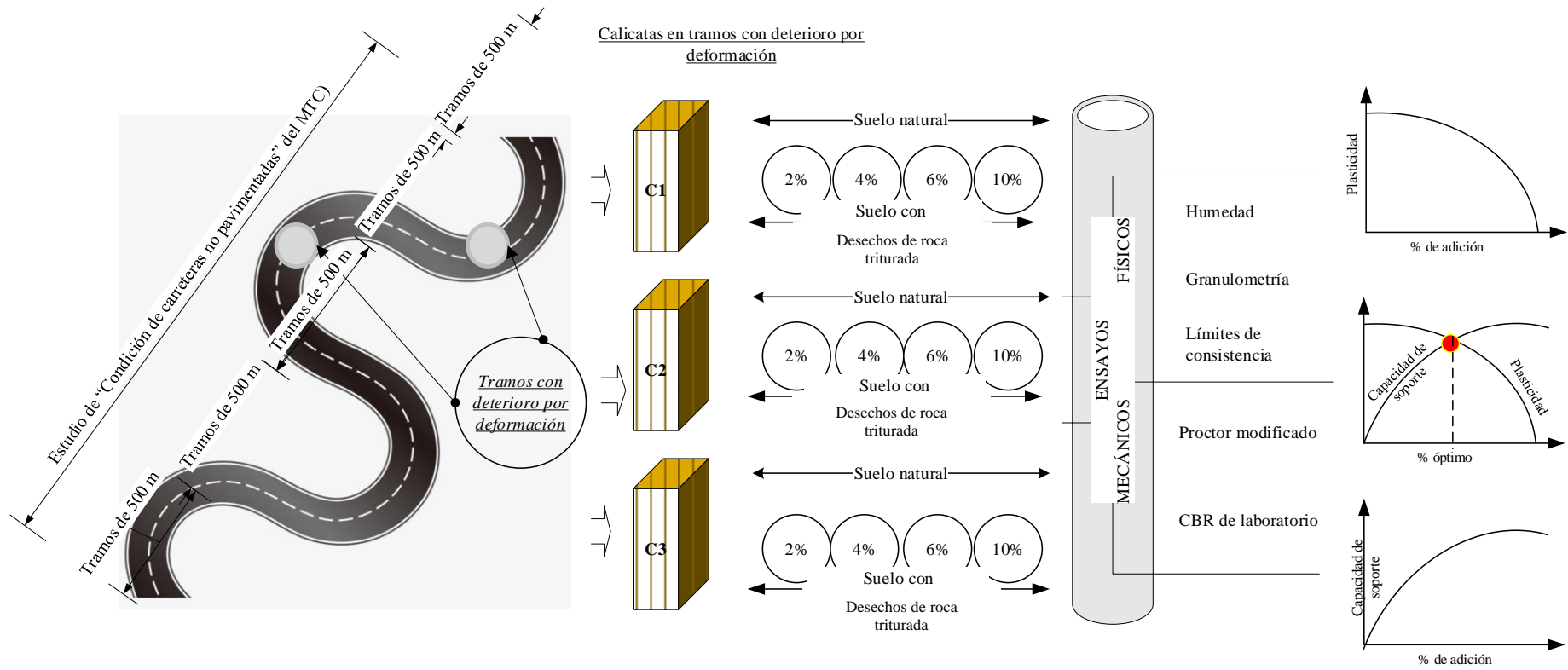
El diseño es no experimental, descriptivo causal, porque al adicionar desechos de roca triturada al suelo natural, se está incidiendo en sus características físico-mecánicas, siendo así, se tiene un planteamiento de causa – efecto, donde la causa es el estabilizador, y la consecuencia es la estabilización.

$$M \leftarrow XY \tag{36}$$

En la ecuación 36, la muestra M, es el suelo natural de la subrasante que presenta deterioro por deformación, X el tratamiento, desechos de roca triturada, Y la causa que genera, incidencia en las características físico-mecánicas del suelo natural.

Figura 28

Diseño descriptivo causal simple



4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1. Técnicas

Observación. Seguimiento de todos los procesos, pero sobre todo está técnica está aplicada en el análisis del estado de deterioro de la carretera Chota – Shitacucho. Esta técnica involucra procesos de identificación, determinación, medición y registro de cada uno de las fallas presentes por cada sección de estudio (500 m), según el MTC (2018a).

Levantamiento topográfico. Delimitación de la geometría de la vía, y las secciones cada 500 m, haciendo uso de equipos topográficos, como GPS, y estación total, para generar el plano en planta de la carretera.

Ensayos en el agregado. Se han determinado algunas características, del desechos de roca triturada, obtenido de la chancadora Pingobamba Bajo El Toril, por medio de ensayos de mecánica de materiales, como, gradación, peso específico, absorción y resistencia al desgaste.

Ensayos en el suelo. Se han determinado las propiedades del suelo natural, y el suelo modificado con la adición de 2, 4, 6 y 10% de desechos de roca triturada, para verificar la gradación, plasticidad, compactación y CBR, según los requerimientos del MTC (2014).

Comparación. Se han comparado los diferentes porcentajes utilizados de desechos de roca triturada en el suelo de la subrasante, así mismo, se ha comparado este material con la arenisca cuarzosa de forma descriptiva.

- Comparación técnica, se determinó la incidencia del desechos de roca triturada en el CBR del suelo.
- Comparación económica, se determinó el costo de incorporar desechos de roca triturada a la subrasante, en comparación con otros métodos.

4.4.2. Instrumento

Formatos del MTC (2018a). Es el medio de registro de las mediciones de las fallas identificadas en la carretera Chota – Shitacucho. Abarca, los formatos: inventario vial, registro de fallas y cálculo del deterioro.

Cuaderno de campo. Medio de registro del proceso de campo seguido para la geometría de la ruta Chota – Shitacucho.

Formatos de ensayos del agregado. Son el medio de presentación de los resultados de las pruebas de mecánica de materiales, para verificar los rasgos del desechos de roca triturada.

Formatos de ensayos del suelo. Son el medio de presentación del EMS, para verificar las propiedades del suelo estabilizado.

Matriz de comparación. Es el cuadro resumen de las propiedades del suelo con 0, 2, 4, 6 y 10% de desechos de roca triturada, a fin de definir la dosificación más adecuada para la estabilización de la subrasante.

Técnica, muestra el resumen de los ensayos al suelo mejorado.

Económica, muestra el costo unitario de utilizar desechos de roca triturada, como estabilizante de la subrasante.

Tabla 12

Técnicas e instrumentos

Variable	Técnicas	Instrumentos
VI Desechos de roca triturada	Pruebas	Informe de laboratorio
VD Subrasante deteriorada por deformación	Observación Ensayos Comparación	Formatos del MTC (2018a) Informe de mecánica de suelos Matriz de comparación

4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de información

4.5.1. Procedimiento de investigación

4.5.1.1. Levantamiento topográfico

Para el levantamiento topográfico de la carretera Chota – Shitacucho, se ha utilizado GPS German Etrex, para tomar el punto de inicio, punto donde se ubicó la estación total Leica, para iniciar con el proceso de toma de puntos a lo largo de la vía, realizando los cambios de estación que fueran necesarios. Así mismo, se monumentaron BMS, y se dejaron puntos fijos, sobre postes de luz eléctrica, veredas de viviendas, puntos de kilometraje del tramo de la carretera de estudio, utilizando esmalte de color rojo. No obstante, no se ha realizado una topografía detallada, sino se ha realizado de forma rápida, para determinar las coordenadas geográficas cada 500 metros, el ancho de calzada, y la extensión de la vía en km, para representar su geometría en un plano en planta, utilizando CIVIL 3D 2019.

Figura 29

Levantamiento topográfico



4.5.1.2. Determinación de los rasgos de deterioro en la carretera

Para el trabajo de campo se utilizaron métodos de observación, exploración física y medición. Para la cualificación y cuantificación del deterioro se utilizó la metodología del MTC (2018a). Se dividió la carretera, en secciones o tramos de 500 m, utilizando el GPS German ETrex, para la toma de coordenadas geográficas. Se determinó la presencia del tipo de deterioro por simple inspección, luego se midió la profundidad de la falla para calificar el nivel de gravedad (Tabla 11 y 12), registrando esta información en una ficha de inventario de campo (Fig. 28).

Tabla 13

Deterioros o fallas de las carreteras no pavimentadas

Código	Fallas	Severidad por profundidad
1	Deformación	1: < 5 cm
2	Erosión	2: 5 a 10 cm
3	Baches (huecos)	3: > 10 cm
4	Encalaminado	
5 y 6	Lodazal y cruce de agua	1: Transitabilidad baja en lluvia.

Nota: (MTC, 2018a).

Tabla 14

Clase de extensión

Clase	Descripción	Criterio (% del área de la sección evaluada)
1	Leve	Menor a 10 %
2	Moderado	Entre 10 y 30 %
3	Severo	Mayor a 30 %

Nota: (MTC, 2018a).

$$PC_{1,2,4} = \left| \frac{79 \times (x - 10)}{20} + 20 \right| \quad (37)$$

En la ecuación 37, se muestra, el puntaje de condición (PC) de las fallas deformación (1), erosión (2), y encalaminado (4). Donde X es la extensión promedio de la falla. La calificación es de 0 a 100.

$$PC_{5,6} = \left| \frac{39 \times (x-10)}{20} + 10 \right| \quad (38)$$

En la ecuación 38, se muestra, el puntaje de condición (PC) de las fallas lodazal y cruce de agua (5 y 6). Donde X es la extensión media del deterioro. La calificación es de 0 a 50.

$$PC_3 = \left| \frac{79 \times (x-10)}{10} + 20 \right| \quad (39)$$

En la ecuación 39, se muestra, el puntaje de condición (PC) de la falla por baches (3). Donde X es la extensión media del deterioro. La calificación es de 0 a 100.

Para definir el puntaje de condición por cada tramo y la calificación del estado, de la carretera, se utilizó la ecuación 1. Esta última, representa la condición de transitabilidad, lo que indica el nivel de intervención (Tabla 13).

$$CC = \sum_1^n (500 - PC)_n \quad (40)$$

En la ecuación 40, CC calificación de condición, PC suma de puntaje de condición, n número de secciones de 500 m.

Tabla 15

Escala de transitabilidad y nivel de intervención en carreteras no pavimentadas

Malo			Regular				Bueno		
≤150			>150 a ≤400				>400		
Reconstrucción- Rehabilitación			Conservación periódica				Conservación rutinaria		
50	100	150	200	250	300	350	400	450	500

Nota: (MTC, 2018a).

Figura 30

Ficha de calificación por daños—cada 500m

Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas		Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m ²)	% de extensión del deterioro/ Falla $EF_{ij} = (A_{ij}/A_s) \times 100$	Extensión Promedio Ponderado	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de deterioro o falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla		
			Área de Deterioro A_{ij} (m ²)	Número de Deterioro (N _{ij})						Longitud del deterioro (L _{ij})	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. EPp = Menor a 10%	2. Moderado. EPp = entre 10% y 30%		3. Severo. EPp = mayor a 30%	
Del km 0+000 a 0+600																
1	Defomación	1. Huellas/hundimientos sensibles al usuario pero < 5 cms	Área(A ₁₁): Daño 1 Gravedad 1 $A_{11} = \text{Longitud} \times \text{Ancho}$ (del deterioro)	Ancho	500	ancho x 500	EF_{11}									
		2. Huellas/hundimientos entre 5 y 10 cms	Área(A ₁₂): Daño 1 Gravedad 2 $A_{12} = \text{Longitud} \times \text{Ancho}$ (del deterioro)	Ancho	500	ancho x 500	EF_{12}	$EPp = [(EF_{11} \times A_{11} + EF_{12} \times A_{12} + EF_{13} \times A_{13}) / (A_{11} + A_{12} + A_{13})]$	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100				
		3. Huellas/hundimientos >= 10 cms	Área(A ₁₃): Daño 1 Gravedad 3 $A_{13} = \text{Longitud} \times \text{Ancho}$ (del deterioro)	Ancho	500	ancho x 500	EF_{13}									
2	Erosión	1. Sensible al usuario pero profundidad < 5 cms	Área(A ₂₁): Daño 2 Gravedad 1 $A_{21} = \text{Longitud} \times \text{Ancho}$ (del deterioro)	Ancho	500	ancho x 500	EF_{21}									
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	Área(A ₂₂): Daño 2 Gravedad 2 $A_{22} = \text{Longitud} \times \text{Ancho}$ (del deterioro)	Ancho	500	ancho x 500	EF_{22}	$EPp = [(EF_{21} \times A_{21} + EF_{22} \times A_{22} + EF_{23} \times A_{23}) / (A_{21} + A_{22} + A_{23})]$	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100				
		3. Profundidad >= 10 cms	Área(A ₂₃): Daño 2 Gravedad 3 $A_{23} = \text{Longitud} \times \text{Ancho}$ (del deterioro)	Ancho	500	ancho x 500	EF_{23}									
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	Número (N ₃₁): Daño 3 Gravedad								0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. EPp = Menor a 10 baches	2. Moderado. EPp = entre 10 y 20 baches	3. Severo. EPp = mayor a 20 baches		
		2. Se necesita una capa de material adicional	Número (N ₃₂): Daño 3 Gravedad						$EPp = N_{31} + N_{32} + N_{33}$	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100			
		3. Se necesita una reconstrucción	Número (N ₃₃): Daño 3 Gravedad													
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario pero profundidad < 5 cms	Área(A ₄₁): Daño 4 Gravedad 1 $A_{41} = \text{Longitud} \times \text{Ancho}$ (del deterioro)	Ancho	500	ancho x 500	EF_{41}									
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	Área(A ₄₂): Daño 4 Gravedad 2 $A_{42} = \text{Longitud} \times \text{Ancho}$ (del deterioro)	Ancho	500	ancho x 500	EF_{42}	$EPp = [(EF_{41} \times A_{41} + EF_{42} \times A_{42} + EF_{43} \times A_{43}) / (A_{41} + A_{42} + A_{43})]$	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100				
		3. Profundidad >= 10 cms	Área(A ₄₃): Daño 4 Gravedad 3 $A_{43} = \text{Longitud} \times \text{Ancho}$ (del deterioro)	Ancho	500	ancho x 500	EF_{43}									
5	Lodazal	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	Área(A ₅₁): Daño 5 Gravedad 1 $A_{51} = \text{Longitud} \times \text{Ancho}$ (del deterioro)	Ancho	500	ancho x 500	EF_{51}	$EPp = [(EF_{51} \times A_{51}) / (A_{51})]$	0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50				
6	Cruce de agua	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	Área(A ₆₁): Daño 6 Gravedad 1 $A_{61} = \text{Longitud} \times \text{Ancho}$ (del deterioro)	Ancho	500	ancho x 500	EF_{61}	$EPp = [(EF_{61} \times A_{61}) / (A_{61})]$	0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50				
										SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN						

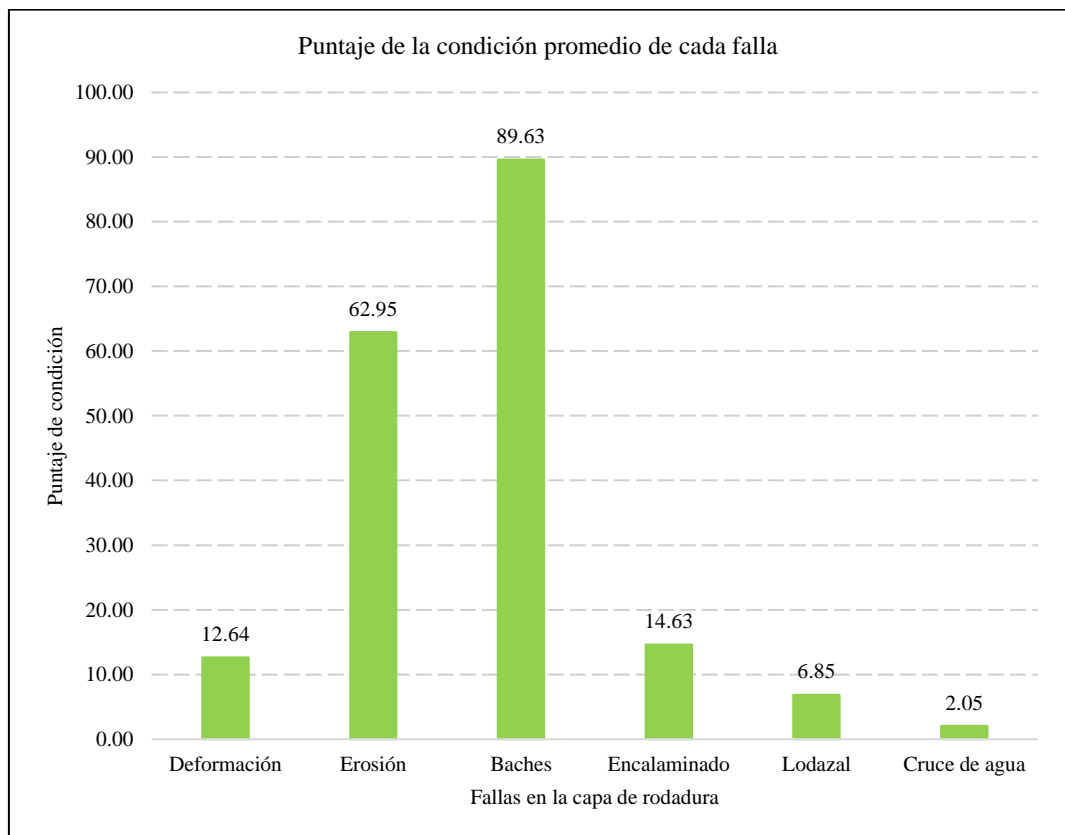
Nota: (MITC, 2018a).

4.5.1.3. Análisis del deterioro de la calzada

Se ha realizado el análisis de transitabilidad, usando la metodología del MTC (2018), determinando la presencia de fallas en la capa de rodadura. La carretera Chota – Shitacucho presenta fallas por deformación, erosión, baches, encalaminado, lodazal y cruce de agua. En promedio la falla con mayor incidencia en toda la vía son los baches con un puntaje de condición de 89.63, sin embargo, la deformación, también tiene un puntaje medio, con 12.64, lo que indica que hay tramos donde esta es la falla incidente, por lo que se deben identificar estos tramos, considerando que la deformación, es una falla peligrosa, por el hundimiento de la subrasante, a causa de su baja capacidad de soporte.

Figura 31

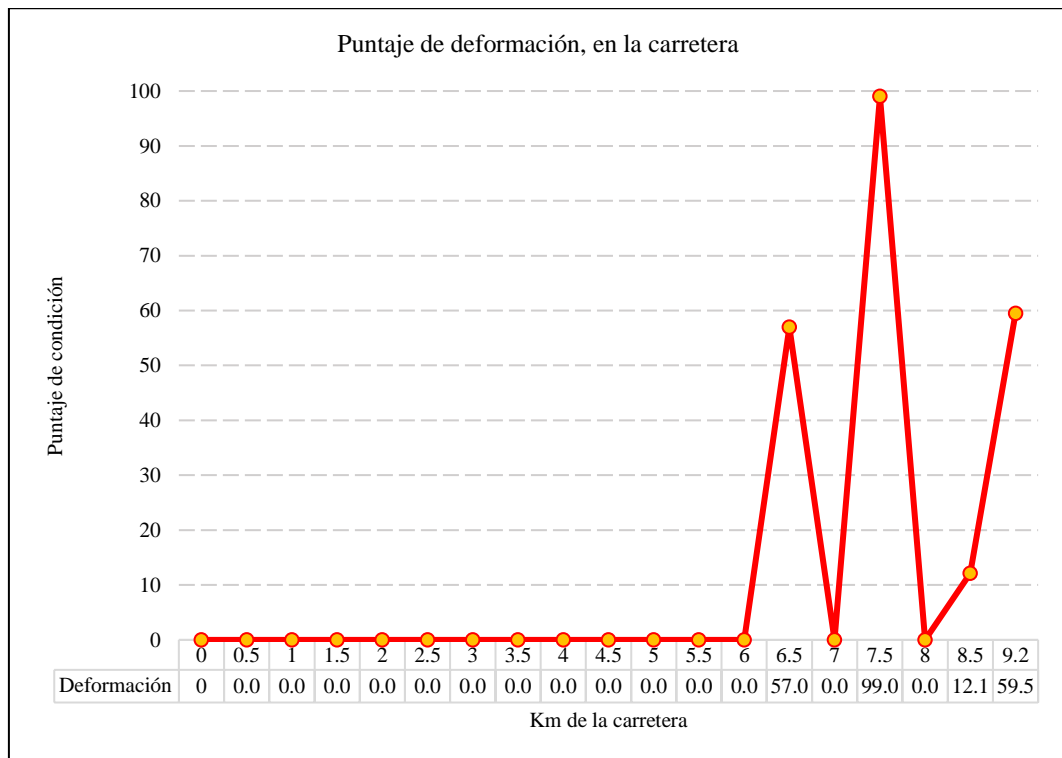
Puntaje promedio del deterioro de la carretera



La falla por deformación se califica de 0 a 100, y esta presenten del km 6 a 6.5, del km 7 a 7.5 y del km 8 a 9.2, con severidad alta, por lo que se ha considerado como tramo de estabilización de la subrasante, del km 6+000 al km 9+200, considerando que, el deterioro por deformación, es una de las fallas más peligrosas, debido a que, representa el hundimiento de la carpeta de rodadura (en este caso subrasante) en toda la extensión del tramo, a causa de las malas características de la subrasante (tales como, bajo CBR, la alta plasticidad e hinchamiento del suelo, frente al contacto con el agua, por las lluvias), y al incremento del tránsito vehicular en la ruta (que genera un incremento en las cargas que debe soportar la subrasante); no obstante, también, se determinó la presencia de otras fallas en la carretera Chota – Shitacucho.

Figura 32

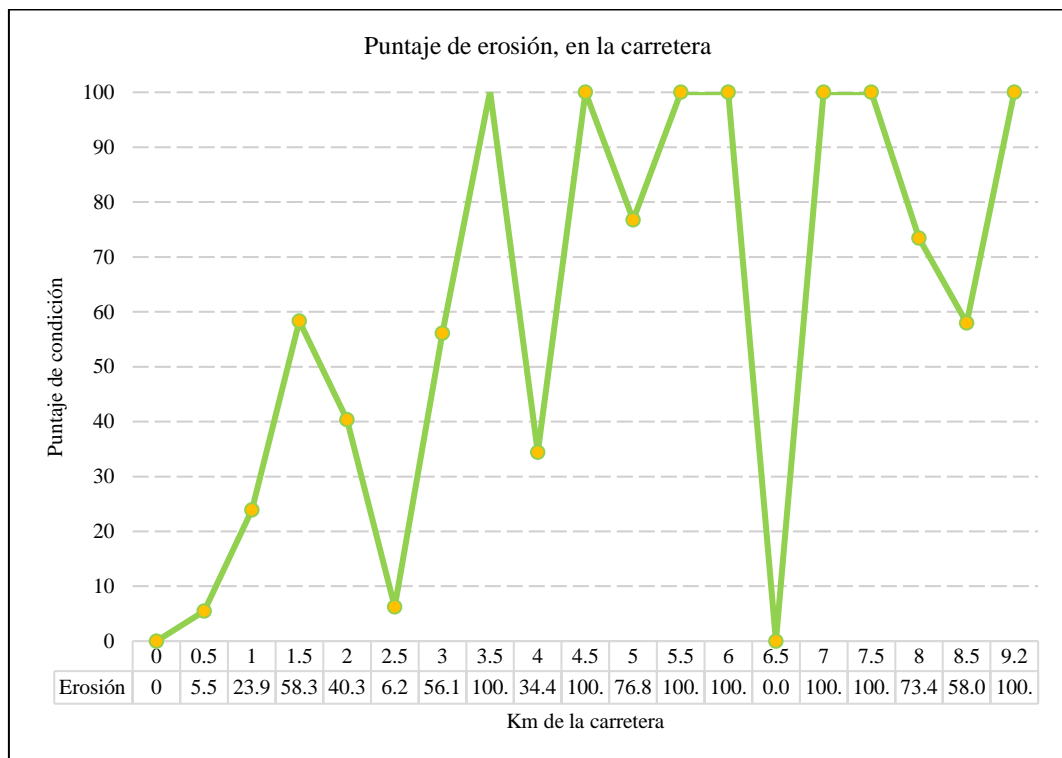
Puntaje de condición de deformación, por Km



El deterioro por erosión, se califica con puntaje de condición de 0 a 100, está presente en todos los tramos a excepción del Km 6+000 al Km 6+500, pero su severidad va de baja a media, esta falla se presenta por la remoción del material granular de la carretera, a causa de las inclemencias climatológicas, el aumento del tránsito vehicular, y la baja resistencia del material.

Figura 33

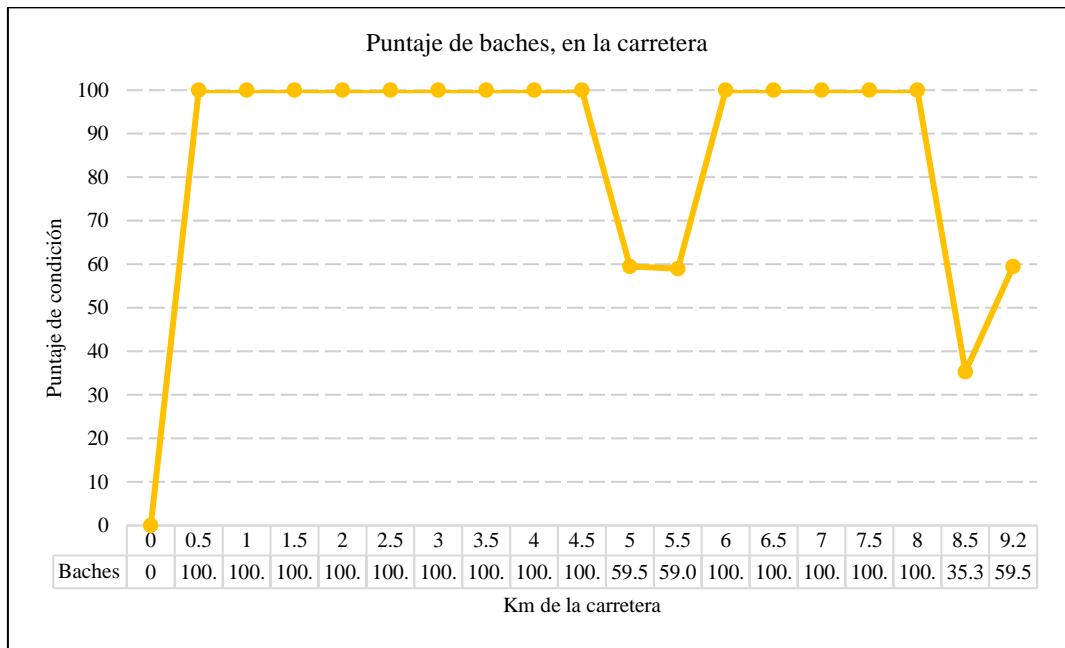
Puntaje de condición de erosión, por Km



El deterioro por baches, tiene un puntaje de condición de 100 dentro de todo el tramo de la vía, solo los km 4+000 al km 5+500 y 8+000 a 9+200, tienen un puntaje menor (59.50), esto significa que los demás tramos presentan baches en la totalidad de su extensión, mientras que los km 4+000 al 5+500, y 8+000 al 9+2000, solo presentan baches parcialmente. Los baches se forman por el bajo CBR del suelo, la falta de drenaje de los suelos, considerando que el agua se acumula en los baches, y el tránsito vehicular pesado.

Figura 34

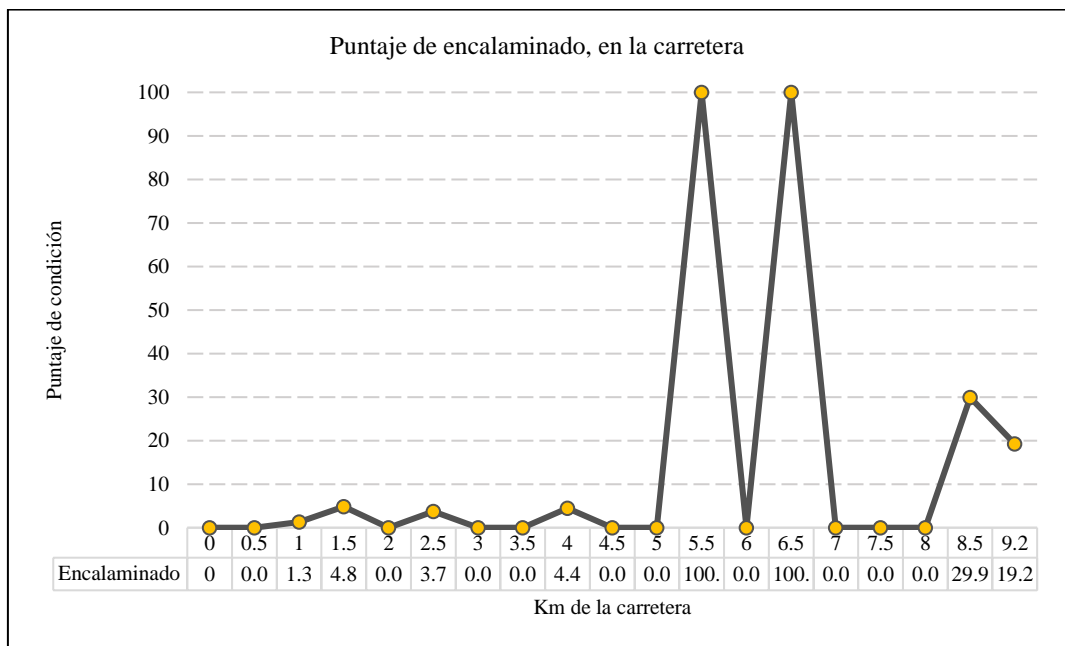
Puntaje de condición de baches, por Km



El encalaminado, es la formación de ondas perpendiculares en la vía, a causa del tránsito vehicular pesado, esta falla está presente con bajos puntajes de condición, siendo los km 5+000 - 6+500, los que evidencia mayores rasgos de encalaminado,

Figura 35

Puntaje de condición de encalaminado, por Km



El cruce de agua, y lodazal, por separado, solo reciben un puntaje de condición máximo de 50, debido a que la suma de ambos significa, el puntaje usual de 100, que se le da a otras fallas. El km 7+000 a 7+500, y 8+500 a 9+200, presenta en toda su extensión lodazal, con un puntaje de condición de 50, no obstante, el cruce de agua, solo representa una calificación de 9.10, es decir en este tramo, se debe mejorar las condiciones de drenaje, con el desbloqueo de acequias, no obstante, no es la falla principal, a pesar que si genera incidencia en la formación de lodo, dentro de la ruta. Los demás tramos, también presentan rasgos de lodazal, pero en menores, puntajes de condición, es decir se forma lodo en toda, la ruta, más aún frente a las inclemencias climatológicas, pero los km 7+000 a 7+500, y 8+500 a 9+200, son más afectados. Así mismo, solo los tramos 2+500 a 3+500, 5+500 a 6+000, y 7+000 a 7+500, tienen deterioro por cruce de agua, dentro de la carretera Chota – Shitacucho, por lo que, en estos tramos, debe mejorarse el sistema de drenaje transversal y lateral de la vía, con la colocación de alcantarillas y cunetas.

Figura 36

Puntaje de condición de lodazal y cruce de agua, por Km

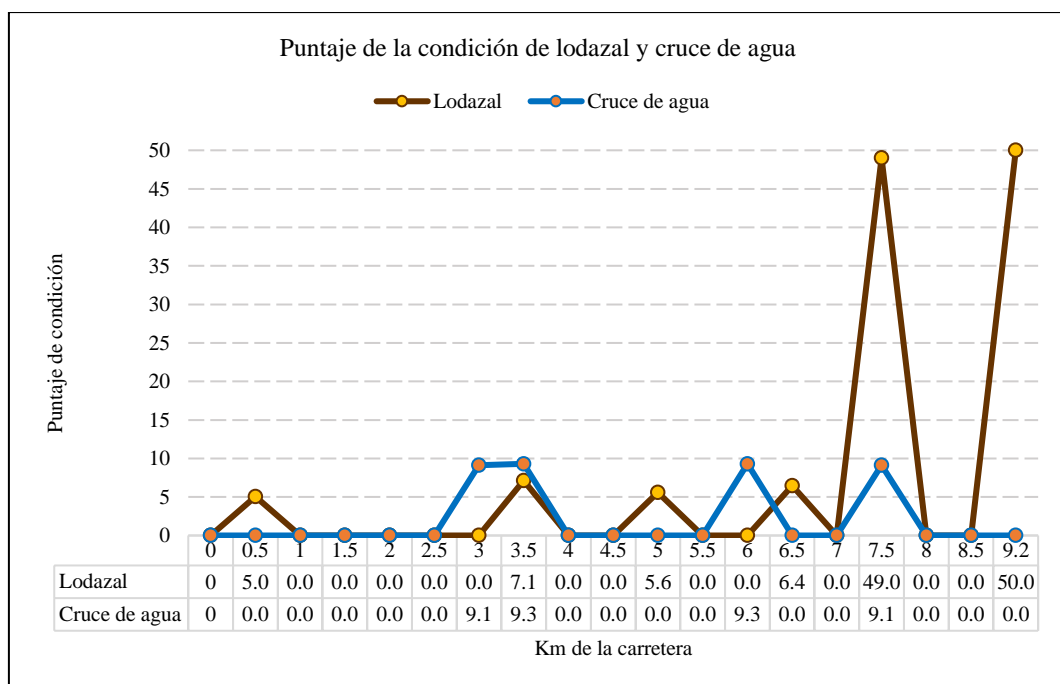
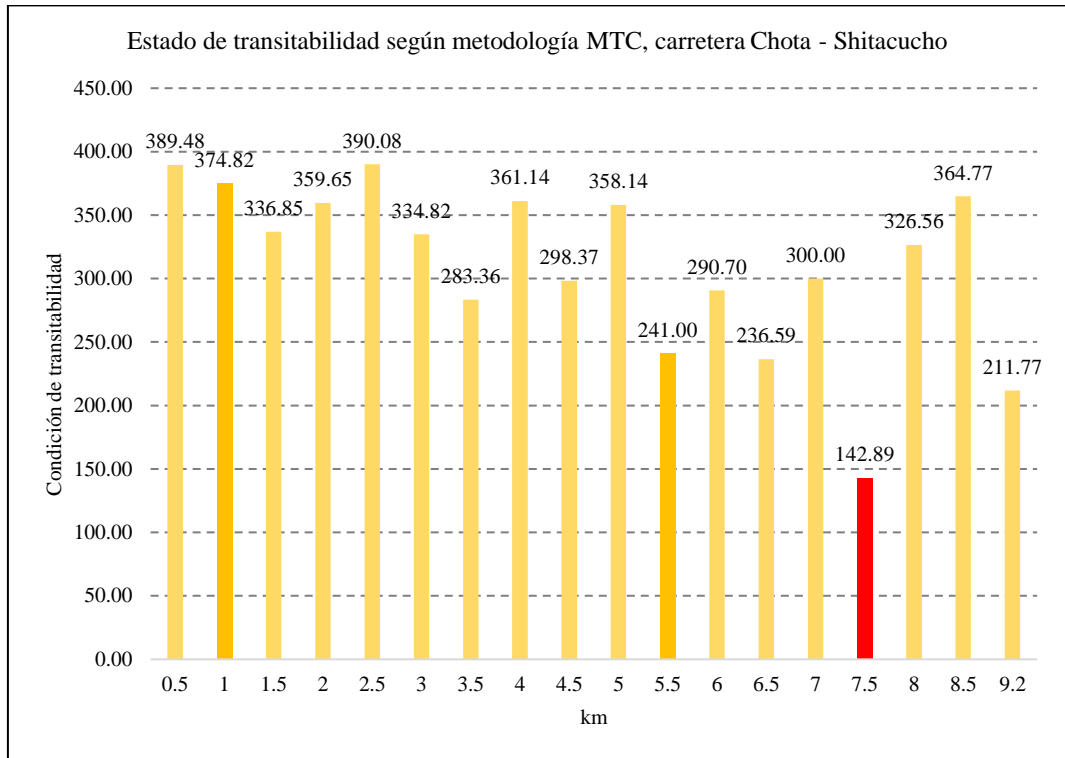


Figura 37

Nivel de transitabilidad, carretera Chota – Shitacucho



Determinada el tipo de falla, su densidad, y puntaje de condición, se suma el puntaje total por kilómetro, para determinar el estado de transitabilidad, este último, se estima al restar 500 menos el puntaje de condición, siendo así, el estado de transitabilidad de la carretera Chota – Shitacucho es regular, con promedio de 334.87. El tramo, en peor condición se encuentra entre el Km 7.000 al Km 7+500, con una calificación de 142.89, y un estado de transitabilidad de malo, siendo el tramo más crítico, según la metodología MTC (2018); los demás tramos se encuentran en condición regular, siendo los tramos, con menor calificación de condición de transitabilidad del km 6+000 al 6+500, con un valor de 236.59, y del Km 8+500 a 9+200, con una calificación de 211.77. En base a la calificación y puntaje de la condición de transitabilidad, se ha determinado que la carretera Chota – Shitacucho, requiere de conservación periódica, pero del Km 6+000 al

Km 9+200, en promedio, se requiere la reconstrucción o rehabilitación del tramo vial, por lo que se ha propuesta la estabilización de la subrasante.

Tabla 16

Condición de transitabilidad, carretera Chota – Shitacucho

Tramo	Km		Ancho (m)	Longitud (m)	Puntaje de condición	Condición de transitabilidad	Calificación
1	0	0.5	7.00	500	110.52	389.48	.
2	0.5	1.0	6.50	500	125.18	374.82	.
3	1.0	1.5	6.50	500	163.15	336.85	.
4	1.5	2.0	6.60	500	140.35	359.65	.
5	2.0	2.5	6.60	500	109.92	390.08	.
6	2.5	3.0	6.70	500	165.18	334.82	.
7	3.0	3.5	6.60	500	216.64	283.36	.
8	3.5	4.0	6.60	500	138.86	361.14	Regular
9	4.0	4.5	5.00	500	201.63	298.37	.
10	4.5	5.0	5.00	500	141.86	358.14	.
11	5.0	5.5	5.10	500	259.00	241.00	.
12	5.5	6.0	5.10	500	209.31	290.70	.
13	6.0	6.5	5.10	500	263.41	236.59	.
14	6.5	7.0	5.00	500	200.00	300.00	.
15	7.0	7.5	5.00	500	357.11	142.89	Malo
16	7.5	8.0	5.10	500	173.44	326.56	.
17	8.0	8.5	5.10	500	135.23	364.77	Regular
18	8.5	9.2	5.10	500	288.23	211.77	.
Media			6.11	500.00	165.13	334.87	Regular
Desv. Estándar			0.793	0.000	46.929	46.929	
CV			12.97%	0.00%	28.42%	14.01%	

Nivel de intervención: Conservación periódica

Tramo crítico, que requiere rehabilitación: Km 6+000 al Km 9+200

Leyenda:

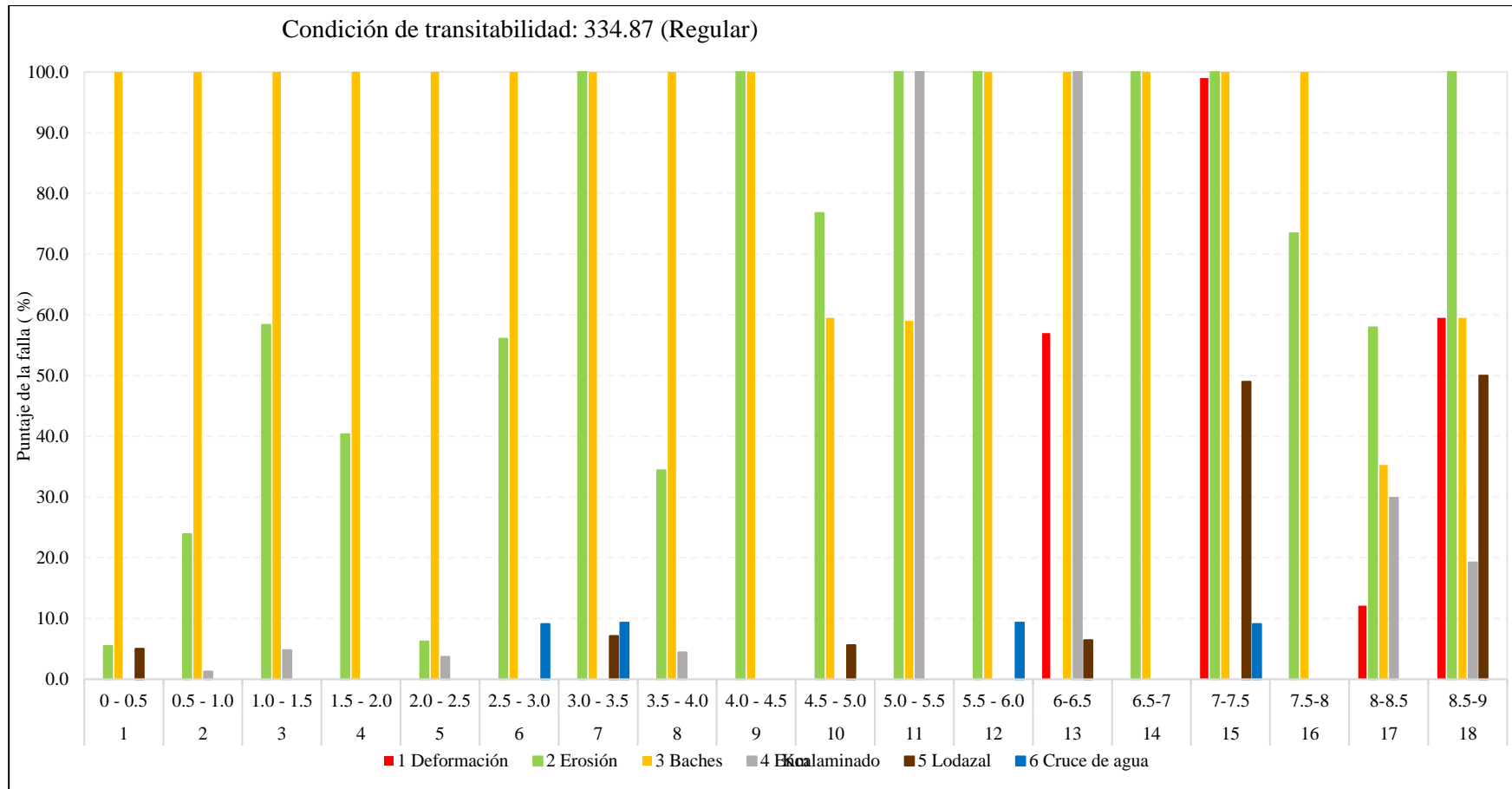
Nivel de intervención, según la calificación del estado de transitabilidad

Reconstrucción- Rehabilitación			Conservación periódica					Conservación rutinaria	
MALO			REGULAR					BUENO	
50	100	150	200	250	300	350	400	450	500

La carretera Chota – Shitacucho, tiene condición de transitabilidad regular (valor de 334.87), donde el tramo, en peor condición se encuentra entre el Km 7.000 al Km 7+500, con una calificación de 142.89, y un estado de transitabilidad de malo, donde se identifican fallas por deformación, erosión, baches, encalaminado, lodazal y cruce de agua, según la metodología MTC (2018); Idrogo (2022) y Fernández y Ticlla (2020), también, determinaron que la condición de algunas de las carreteras del distrito de Chota, era regular, con tramos en mala, condición, donde habían fallas por deformación, siendo así, en la carretera hay deterioro de la carpeta de rodadura por deformación del Km 6+000 al Km 9+200, esta es la falla más peligrosa, debido a que significa el hundimiento de la subrasante, por causas que involucran el aumento del tránsito automotor, las fuertes precipitaciones pluviales, el mal drenaje de la vía, y la baja capacidad de soporte del suelo, tal como, Llanos (2020) e Idrogo (2022), quién determinó que, en las vías no pavimentadas con condición mala a regular, el suelo tenía capacidad de soporte, menor a 6%, por lo que requería estabilización previa de la subrasante para la conformación de la capa de rodadura, tal como, en el presente estudio. En la carretera Chota – Shitacucho, la falla que tiene mayor presencia son los baches, debido a que su puntaje de condición es 100, en catorce (14) de los dieciocho (18) tramos de la vía; así mismo, la erosión tiene un puntaje de condición de 100, en siete (7) de los dieciocho (18) tramos de 500 metros, las fallas por erosión, encalaminado, lodazal y cruce de agua, tienen similar puntaje de condición en promedio, por lo que, se concluye que, la ruta requiere acciones de mantenimiento en toda la extensión de la carretera, y rehabilitación en el tramo 6.0 a 9.2 km.

Figura 38

Tipos de fallas en la carpeta de rodadura de la carretera Chota – Shitacucho

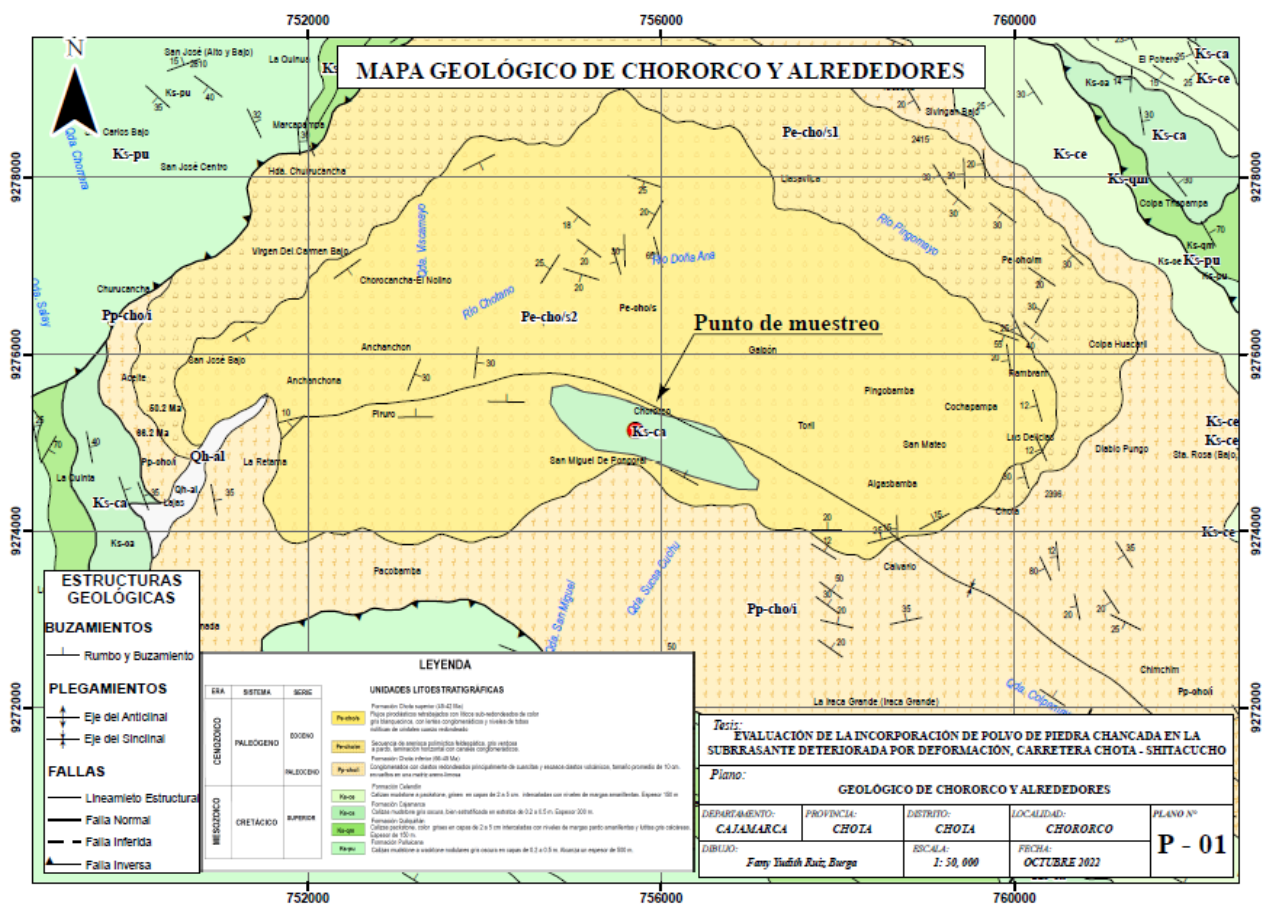


4.5.1.4. Descripción de los desechos de roca triturada

Los desechos de roca triturada se han obtenido de la chancadora de piedra Pingobamba Bajo El Toril en las coordenadas UTM WGS84 17S 757224, 9275315 a 2253 msnm, pero la roca es traída de la cantera Chororco, Chota, en las coordenadas UTM WGS84 17S 755729, 9275176 a 2340 msnm, este material, corresponde a una roca caliza (azulada) sedimentaria de la formación Cajamarca (Cretácico superior); “la formación Cajamarca, consiste en calizas grises oscuras y azuladas, con delgados lechos de lutitas y margas, en bancos gruesos con escasos fósiles” (Crisólogo, 2009).

Figura 39

Mapa geológico de la cantera Chororco



Nota: (ver anexos, planos).

Figura 40

Cantera de roca Chororco



Figura 41

Identificación del tipo de roca



4.5.1.5. Obtención de desechos de roca triturada

En la chancadora de piedra Pingobamba Bajo El Toril, se recolectaron aquellos materiales considerados residuos, depositados en un costado del lugar de procesamiento, y que, de no ser recolectados, serían llevados a un botadero a las

afueras de la ciudad de Chota. Este material es el residuo de la trituración de roca, piedra y confitillo (Material que en más del 50% se retiene en el tamiz N° 100 (100 μ m), pero que ha pasado en gran porcentaje los demás tamices, siendo así, generalmente su TMN es 1 mm). Para ello, utilizando sacos y palanas, se recolectó el material residual, mismo que, fue trasladado al laboratorio GSE de la ciudad de Chota, para determinar sus principales características físicas.

Figura 42

Desechos de roca triturada



4.5.1.6. Ensayos en desechos de roca triturada

NTP 400.012 Granulometría (INACAL, 2021)

- La muestra se pesó, y pasó por un juego de tamices.
- Se pesó el porcentaje retenido por tamiz.

NTP 400.022 Peso específico y absorción (INACAL, 2021)

- Se pesó el árido, seco.
- Se sumergió en agua por 24 h.
- Se verificó el SSS, con el molde cónico.
- Se coloca el árido en la fiola, y se coloca agua, en partes, se coloca a baño maría, y se deja reposar por 24 h, para luego pesar.
- Se retira el material de la fiola, se deja reposar, y se lleva a la estufa por 24 h, y luego se pesa.

NTP 400.018 % que pasa el tamiz N° 200 (INACAL, 2020)

- Se seca la muestra en estufa.
- Se usa el material que pasa el tamiz más pequeño del TMN. Se pesa.
- Se cubre la muestra con agua, se agita, se coloca la muestra sobre el tamiz. Se repite hasta que el agua este clara.
- Secar y pesar el agregado.

NTP 400.019 Abrasión (INACAL, 2020)

- Lavar y secar la muestra en el horno, para luego pesar.
- Colocar la muestra en la máquina de los ángeles.
- Pesar la muestra.

4.5.1.7. Características del desechos de roca triturada

El mayor porcentaje del material, se retiene en el tamiz N° 100, por lo que se considera a estos, como residuos de roca triturada (diámetro de 100 μm), no obstante, el pequeño porcentaje de material grueso, que tiene la mezcla, tiene desgaste menor a 50%. El desechos de roca triturada tiene peso específico de masa 2.634 gr/cm^3 , y baja humedad natural, 3.16%, debido a que se trata de un material residual acumulado, que se ha secado, con el paso de los días. Así mismo, este

material no cumple con la gradación de la piedra o confitillo, más cumple parcialmente la gradación de la arena de concreto y/o mortero, y coincidentemente, cumple con la gradación E de un material de afirmado.

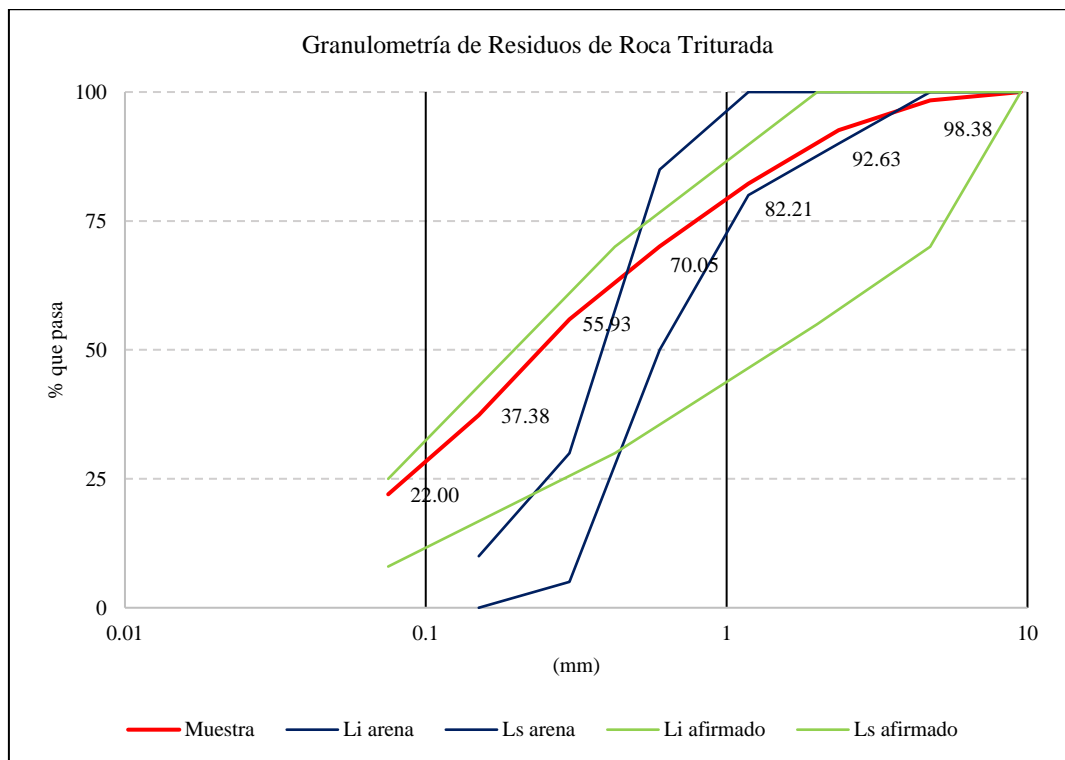
Tabla 17

Características del desechos de roca triturada

% material retenido en tamiz			Humedad (%)	Peso específico de masa (g/cm ³)	Absorción (%)	Abrasión (%)
N° 4	N° 16	N° 100				
1.62	17.76	62.62	3.16	2.634	1.90	26.7

Figura 43

Curva de gradación residuo de roca triturada



4.5.1.8. Muestreo de suelos

Se excavaron tres (3) calicatas, que fueron muestreadas según la NTP 339.252 (INACAL, 2019), se excavaron por procesos manuales, con pala y pico, en la parte lateral de la carretera, con un ancho y largo de 1x1 m, y una profundidad de

1.50 m, extrayendo de cada calicata, 10 kg para los ensayos de clasificación (granulometría y límite líquido en estado natural y con desechos de roca triturada), mientras que para los ensayos mecánicos del suelo se utilizaron 40 kg de suelos por cada dosificación 0, 2, 4, 6 y 8%, siendo un total de 200 kg de suelo.

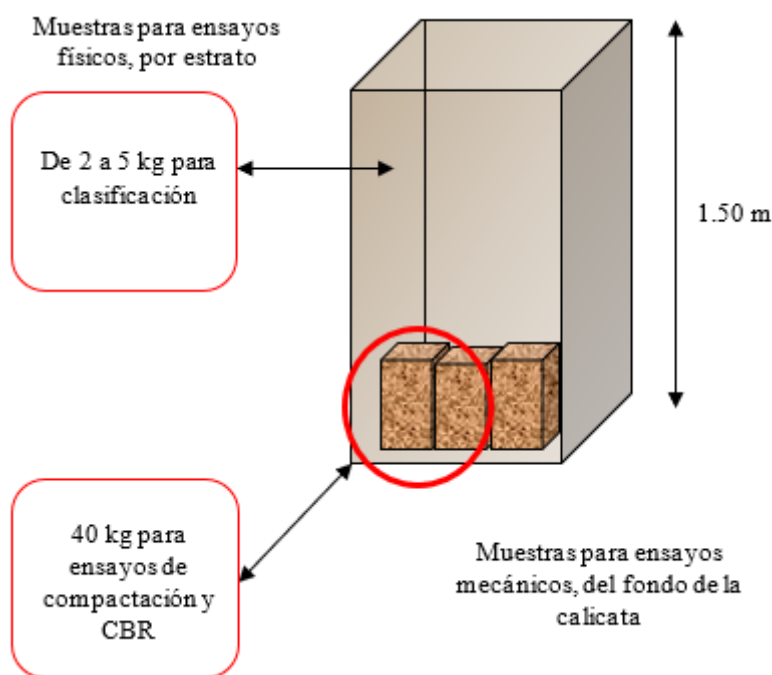
Tabla 18

Cantidad de muestra de suelo por cada calicata

Dosis de desechos de roca triturada	0	2	4	6	10	Total (kg)
Material para clasificación (kg)	2	2	2	2	2	10
Material para CBR (kg)	40	40	40	40	40	200
Total (kg)	42	42	42	42	42	210

Figura 44

Dimensiones de la calicata para la extracción de muestras



4.5.1.9. Ensayos al suelo con y sin desechos de roca triturada

NTP 339.127 Contenido de humedad (INACAL, 2019)

- Se peso, la muestra antes y después de salir del horno.

NTP 339.128 Análisis granulométrico (INACAL, 2019)

- Se pesa el suelo, se pasa por un juego de tamices, y se vuelve a pesar.

NTP 339.129 Límite líquido (INCAL, 2019)

- Se satura una muestra que pasa tamiz N° 40, por 1 día.
- Se coloca la pasta en la copa Casagrande, se hace una abertura, y se dan golpes hasta unir la muestra.
- Se pesa, antes y después, de salir del horno.
- Se repite el ensayo tres veces.

NTP 339.129 Límite Plástico (INCAL, 2019)

- Se usa muestra del LL.
- Se formaron rollitos, hasta que presenten quiebre en 3mm.
- Se pesaron antes y después de ser llevados al horno.
- Se repitió el ensayo dos veces.

NTP 339.141 Proctor modificado (INACAL, 2019)

- Se cuarteo la muestra.
- Se agrego agua en diferentes porcentajes.
- Se compactaron en cinco capas, con 25 golpes, por el método A, para suelo que pasa malla N° 4.
- Se pesan antes y después del horno.

NTP 339.145 California Bearing Ratio CBR (INACAL, 2019)

- Se utilizó el óptimo contenido de humedad determinado en la prueba de Proctor, para compactar las muestras.
- Se colocaron en agua por 96 h, para el ensayo de expansión, registrando el hinchamiento o deformación de la muestra.
- Se sacó el espécimen del agua, y se llevó a la máquina de resistencia a penetración, para determinar el CBR.

Tabla 19*Condiciones para ensayo CBR*

Penetración (mm)	Carga unitaria (kg/cm²)
2.54	70.31
5.08	105.46
7.62	133.58
10.16	161.71
12.70	182.80

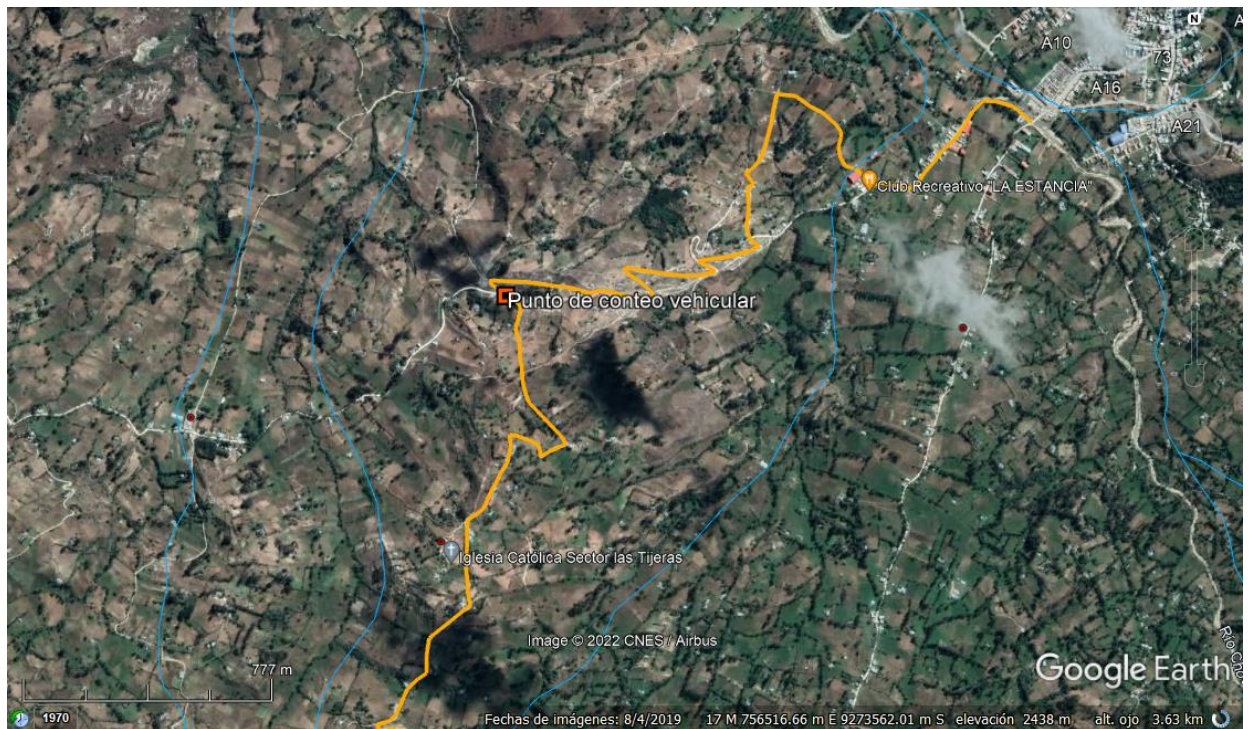
Nota: (Peche, 2013).

4.5.1.10. Estudio de tránsito vehicular

Se ha realizado el conteo vehicular conforme a las recomendaciones dadas por el MTC, y utilizando sus formatos de registro. El punto de aforo fue dentro de la carretera Chota – Shitacucho, en el cruce hacia Iraca Grande, en las coordenadas UTM WGS84 17S 757870.00 m E, 9272710.00 m S a 2470 msnm, se realizó el conteo de vehículos de pasajeros y de carga por 7 días desde el domingo 9 de octubre del 2022 al sábado 15 de octubre del 2022. Determinando que, el tránsito vehicular ligero y pesado asciende al 94.5% y 5.5%, respectivamente; así mismo, el día con mayor tránsito vehicular es el día domingo con 231 vehículos, seguido del día jueves con 197 vehículos, y del día lunes con 192 vehículos, mientras que, los días con menor tránsito vehicular son martes, miércoles y sábado con 158, 149 y 138 vehículos, respectivamente. Con lo que, se determinó el IMDA (índice medio diario anual) que, equivale a 174 vehículos, dando un valor ESSAL de 143,951.79 N° de repeticiones EE, clasificándose como tráfico tipo T5 según el MTC (2014). Para mayor detalle del estudio de tránsito ver anexos.

Figura 45

Ubicación de la estación de conteo vehicular



Nota: (Google earth, 2022).

Figura 46

Clasificación de vehículos

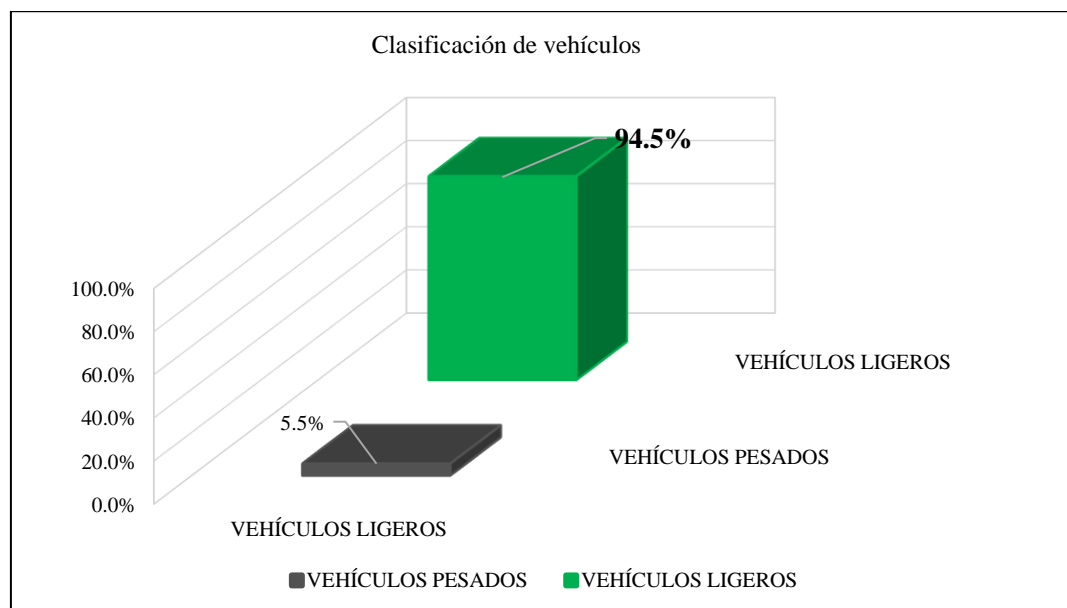


Figura 47

Variación diaria del tránsito vehicular

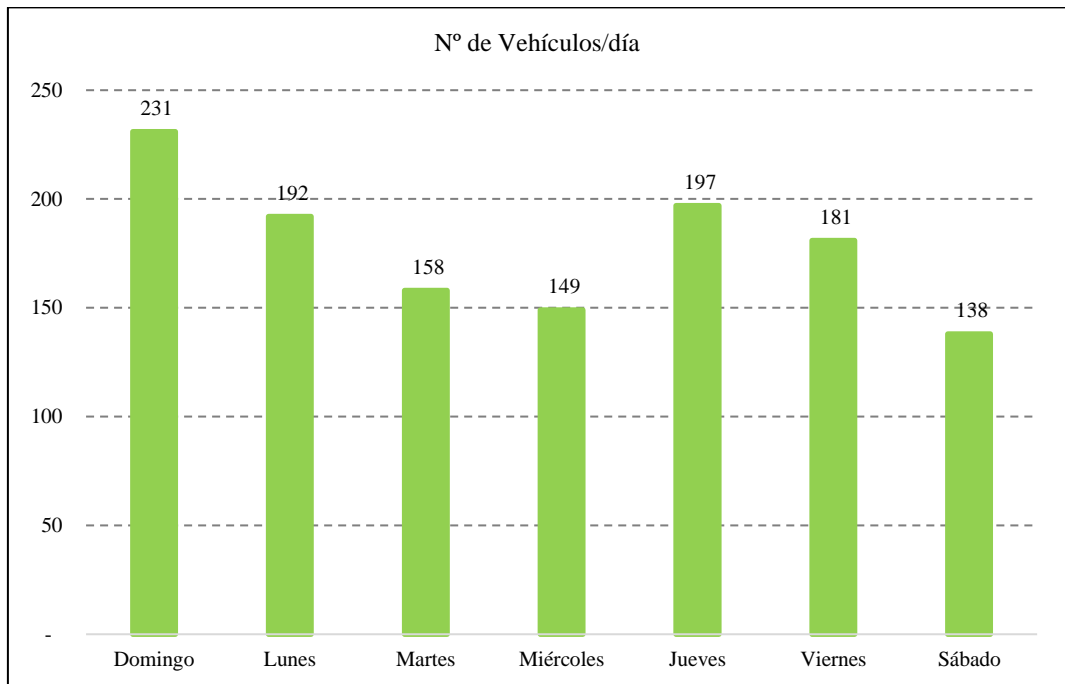
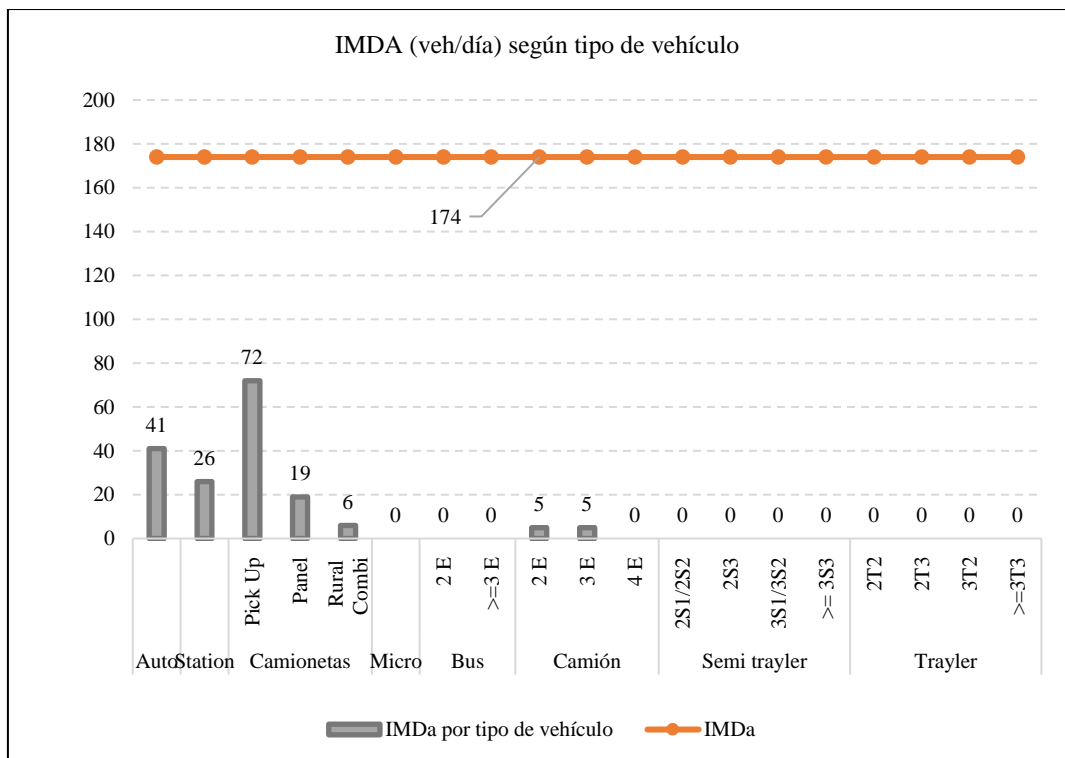


Figura 48

IMDA según tipo de vehículo



4.5.1.11. Secciones de capas de afirmado

Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado (MTC, 2014, p. 119) se trabaja con el método NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities)

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} CBR) + 58 \times (\log_{10} CBR)^2] \times \log_{10} \left(\frac{N_{rep}}{120} \right)$$

Donde, e es el espesor de la capa de afirmado en mm, CBR es el valor del CBR de la sub rasante, Nrep es el número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

4.5.2. *Procesamiento y presentación de los datos*

Se utilizaron, los siguientes programas:

ArcGIS. Para elaborar los mapas de ubicación.

Civil 3D. Para procesar el levantamiento topográfico.

AutoCAD. Para elaborar los mapas topográficos y de calicatas.

Microsoft Excel. Para procesar los datos, de la inspección visual y física de la carretera, los ensayos al desechos de roca triturada y al suelo de la subrasante natural y modificada con adición de 0, 2, 4, 6 y 10% de desechos de roca triturada.

Diseño de pavimentos. Del Ing. Gonzalo Ruiz Vergara, programa de uso libre para determinar el espesor el afirmado.

4.5.3. *Análisis e interpretación de los datos*

Se ha interpretado según el manual del MTC (2018a), y del MTC (2014). Así mismo, se ha usado el programa Minitab 19, para efectuar el análisis estadístico.

4.6. **Matriz de consistencia metodológica**

Anexo A.

CAPÍTULO V.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Presentación de resultados.

5.1.1. *Suelo natural*

En carretera Chota – Shitacucho, del km 6+000 al km 9+200, subrasante deteriorada por deformación, se excavaron tres calicatas (C1, C2 y C3), ubicadas uniformemente dentro del tramo, para determinar las características físico-mecánicas del suelo, verificando que la calicata con mayor contenido de humedad, es C1, con 72.20%, y la que tiene menor humedad es C3 con 36.5%, siendo similar al suelo de C2, que tiene humedad de 40.38%, los altos contenidos de humedad, se deben a que las muestras se recolectaron en épocas de lluvia, cuando generalmente el suelo se encuentra en estado saturado. El suelo de la subrasante tiene una gradación de media a fina, integrada por mezclas de arena y suelos finos (arcilla y limos) en porcentajes de 78%, 80.50% y 76.9%, para C1, C2 y C3, respectivamente. El material, que pasa la malla N° 40, de la calicata C1, C2, y C3, tiene límite líquido (LL), de 55.10%, 56.40% y 54.30%, límite plástico (LP) de 28.30%, 29.50%, y 29.20%, dando como índice de plasticidad (IP) a 26.80%, 26.90% y 25.10%, por tanto, el suelo de la subrasante es de alta plasticidad, según el MTC (2014). Al clasificar al suelo de las tres calicatas, según AASHTO, se encuentran dentro del grupo A-7-6, con la variación de que la calicata 1 y 2, tienen como índice de grupo (18), mientras que la calicata 3, tiene como índice de grupo (17), a menor índice de grupo mejor calidad, pero en este caso, el grupo A-7, representa un material insuficiente para su uso en carreteras, según el MTC (2014), así mismo, según la clasificación SUCS el suelo, de las tres calicatas, es arcilloso de alta plasticidad (CH), lo que representa suelos altamente expansivos,

con potencial de hinchamiento, y deformación, al contacto con el agua, lo que valida la presencia de deformación en este tramo de la carretera.

Tabla 20

Características físicas del suelo de la subrasante

Características	Calicatas		
	C1	C2	C3
Humedad (%)	72.2	40.38	36.5
Piedra %	0	0	0
Árido%	22	19.5	23.1
Finos %	78	80.5	76.9
L. Líquido (%)	55.1	56.4	54.3
L. Plástico (%)	28.3	29.5	29.2
I. Plasticidad (%)	26.8	26.9	25.1
SUCS	CH	CH	CH
AASHTO	A-7-6 (18)	A-7-6 (18)	A-7-6 (17)

Figura 49

Gradación del suelo de la subrasante

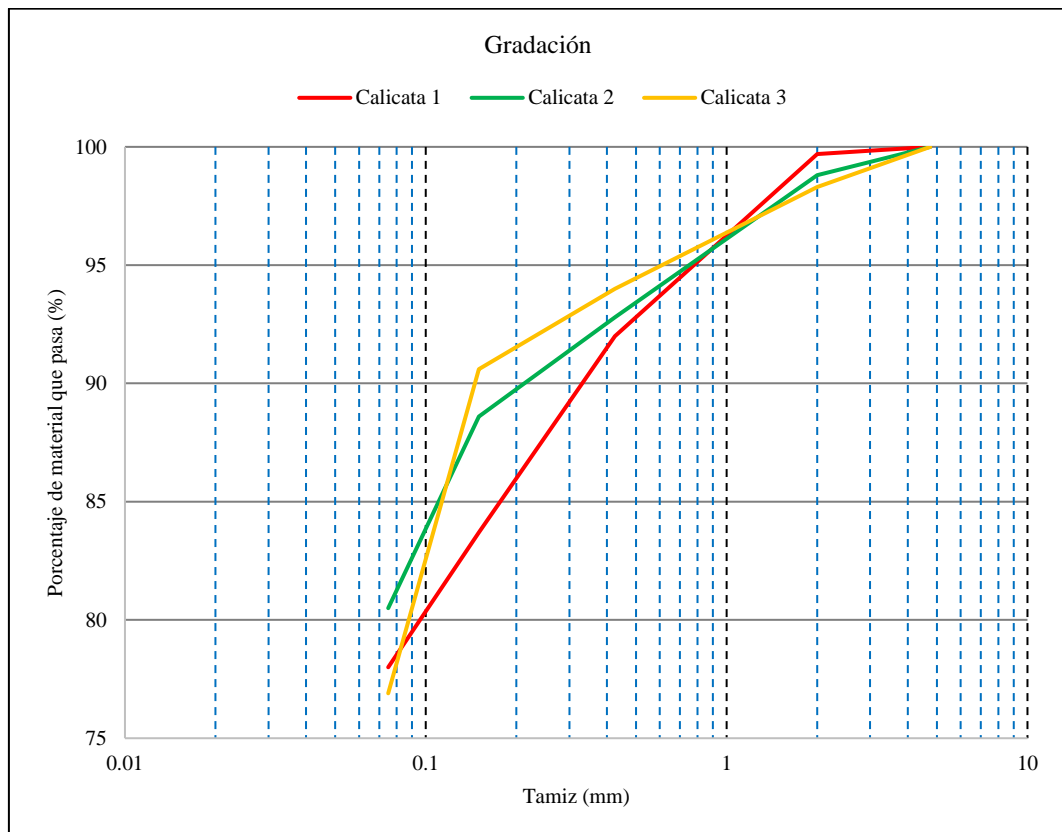


Figura 50

Curva de fluidez de la subrasante

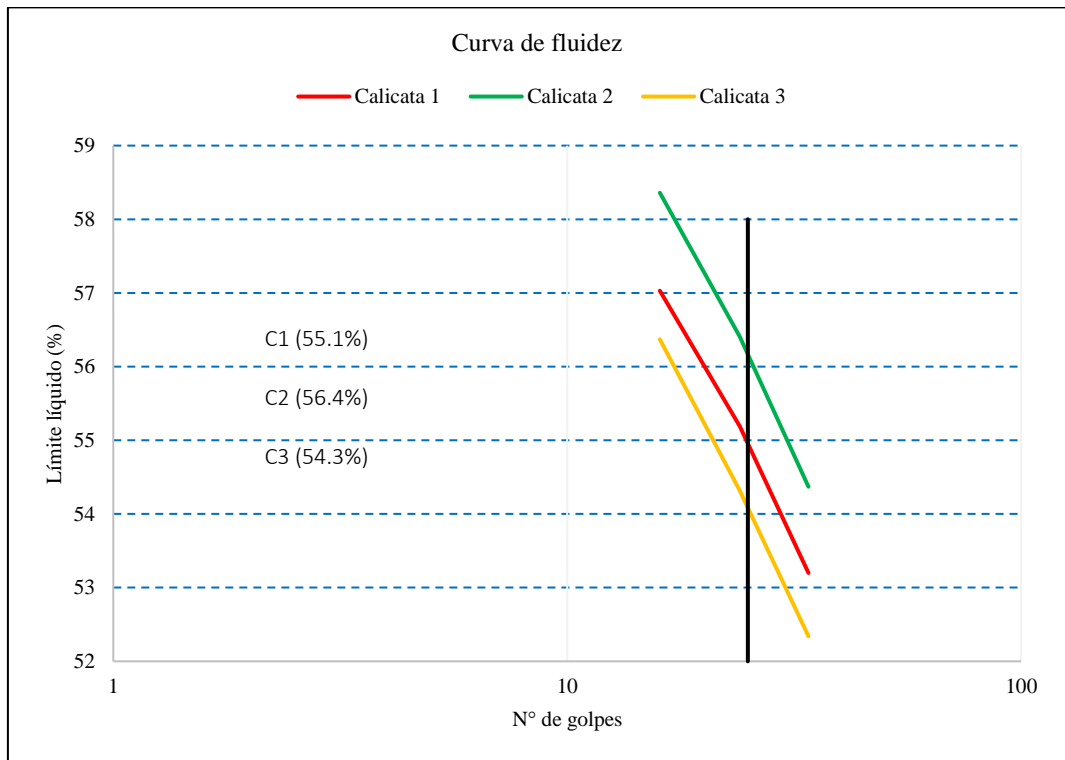
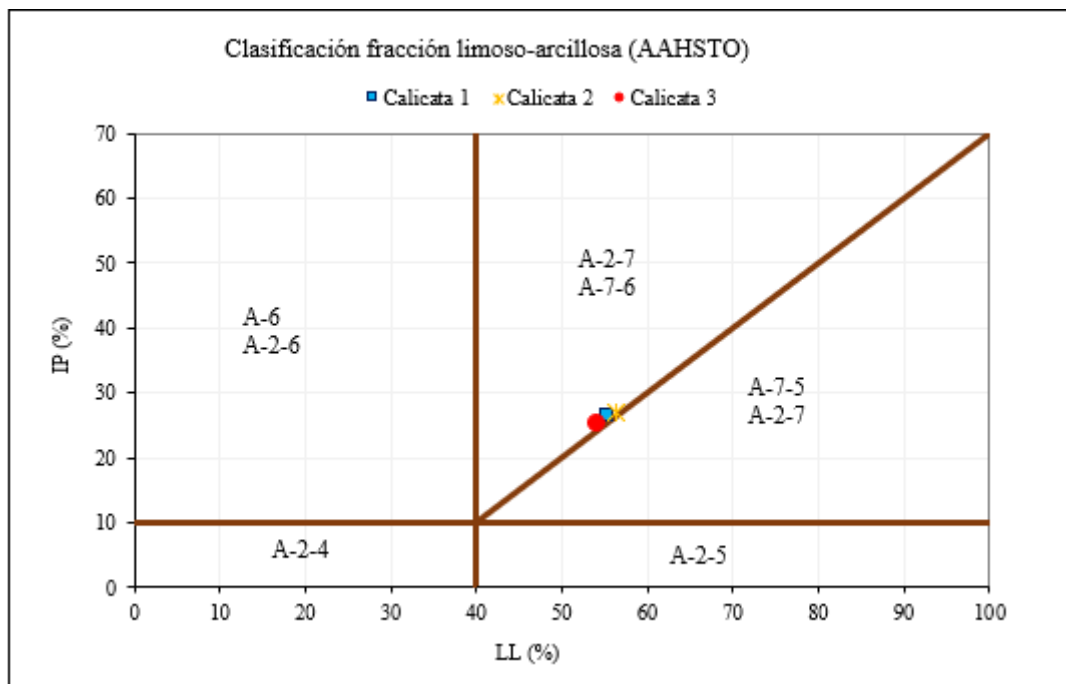


Figura 51

Clasificación AASHTO del suelo de la subrasante



El suelo de la ruta Chota – Shitacucho, km 6 a 9.2, subrasante deteriora por deformación, tiene altos porcentajes de expansión o hinchamiento, con valores que van de 9% a 9.56%, después de haber pasado por proceso de compactación, al estar en contacto con el agua por cuatro días, esta condición de expansión del suelo se debe a la alta plasticidad y contenido de humedad de los mismos, lo que genera el hundimiento de la carpeta de rodadura. La compactación del suelo arcilloso de alta plasticidad, A-7-6, de las calicatas C1, C2, y C3, se alcanza con 15.04%, 21.95% y 19.5% de humedad óptima, esto representa el agua que necesita el suelo de la subrasante para alcanzar su máxima densidad seca, por tanto, la calicata 2, necesitará mayor volumen de agua, en comparación con el suelo de las otras calicatas, y el suelo de la calicata 1, requerirá menor volumen de agua. Al compactar se consigue que el suelo alcance densidad máxima seca, siendo esta 1.194, 1.283, y 1.315 g/cm³, para C1, C2 y C3, respectivamente, valores bastante cercanos, considerando que presentan la misma clasificación SUCS y AASHTO. El suelo natural, con menor densidad seca, y, por ende, menor capacidad de soporte, pertenece a la calicata 1, que, alcanza índices CBR al 95% y 100% de la MDS, de 4.20% y 4.50%, respectivamente; así mismo, la calicata con mayor CBR es C3 (calicata 3), con valores de 5.20% y 5.80%, al 95% y 100% de la MDS, respectivamente; finalmente, la calicata 2, presenta CBR al 95% y 100% de la MDS, de 4.90 y 5.20%, por lo que, según el MTC (2014), la subrasante de la carretera Chota – Shitacucho, km 6+000 al km 9+200, es pobre (CBR entre 3% a 6%), y al tener en promedio CBR menor a 6%, requiere procesos de estabilización previo a su uso como capa de rodadura.

Tabla 21*Características mecánicas del suelo de la subrasante*

Características	Calicatas		
	C1	C2	C3
Densidad máxima (gr/cm ³)	1.194	1.283	1.315
Humedad óptima (%)	15.04	21.95	19.5
CBR al 100% MDS	4.5	5.2	5.8
CBR al 95% MDS	4.2	4.9	5.2
Expansión (%)	9.17	10.09	9.56

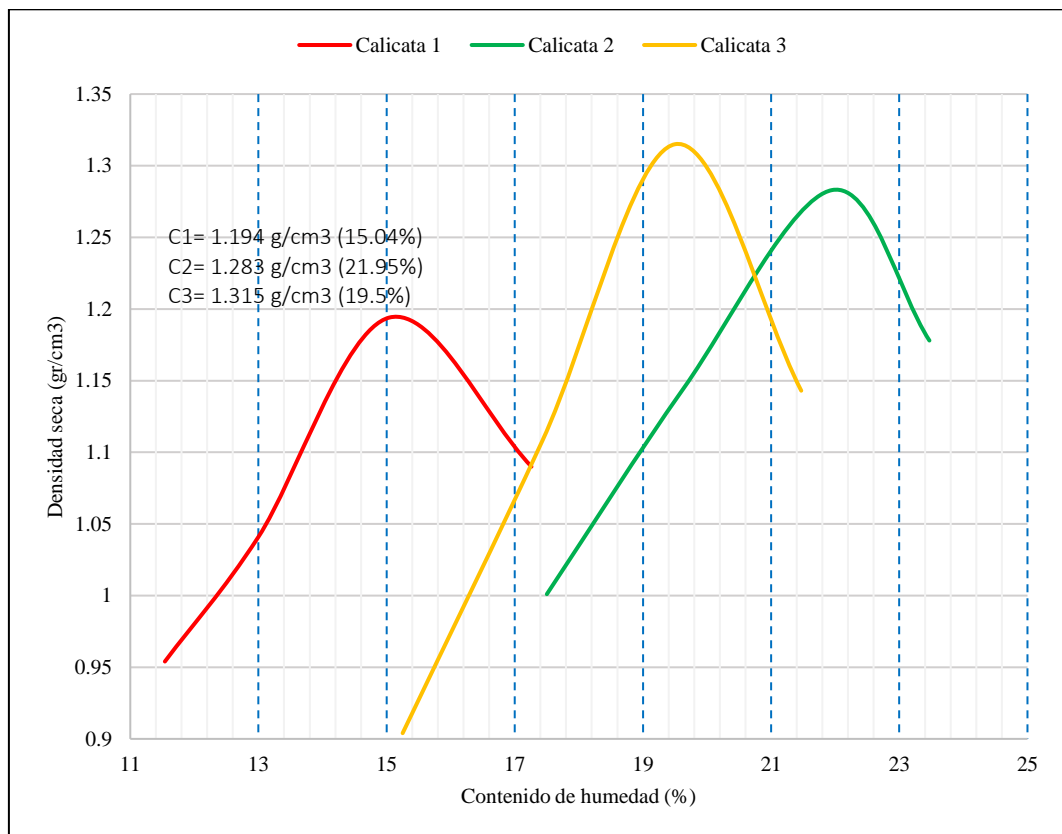
Figura 52*Curva de compactación del suelo de la subrasante*

Figura 53

Expansión del suelo

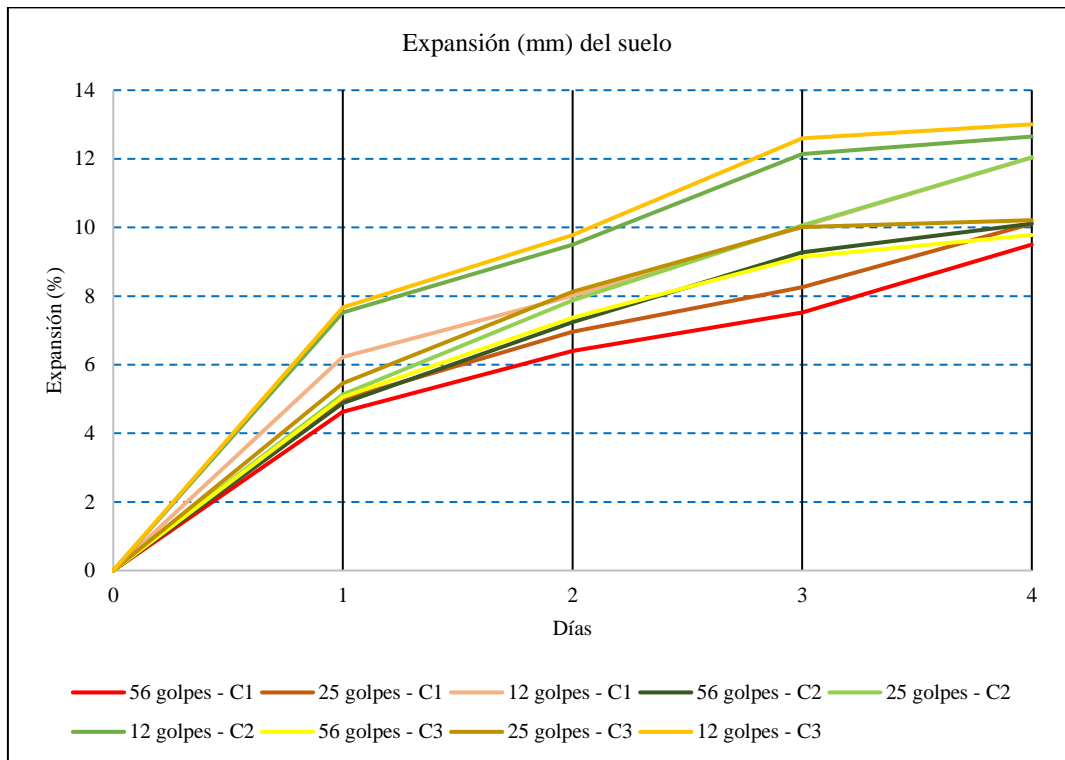
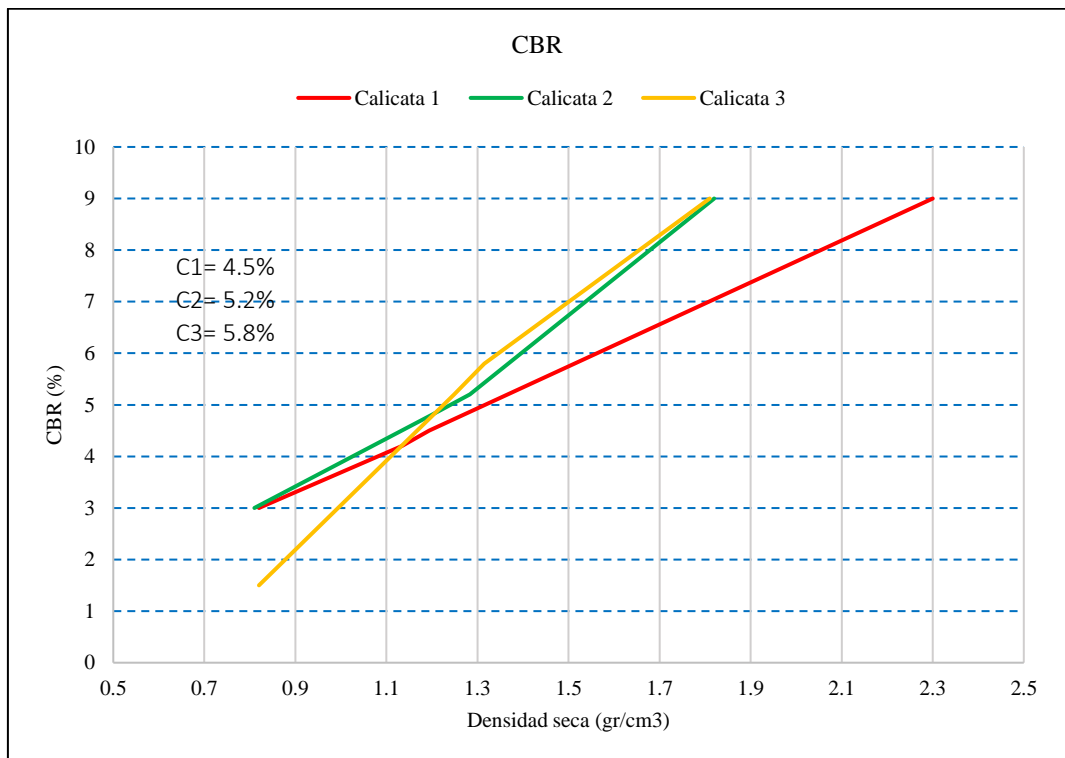


Figura 54

CBR del suelo de la subrasante



5.1.2. Suelo estabilizado con desecho de roca triturada

5.1.2.1. Calicata 1

Al adicionar desechos de roca triturada (DRT), al 0, 2, 4, 6, y 10%, al suelo de la calicata 1, de la carretera Chota – Shitacucho, disminuye el índice de plasticidad (IP), alcanzando valores de 26.8, 24.7, 20.01, 14.1 y 9.20%, respectivamente, lo cual es positivo, porque, el MTC (2014), argumenta que un suelo para afirmado, no debe tener IP mayor a 9%, siendo así, el suelo de la calicata 1, con 10% de PPP, logra acercarse a las características de plasticidad de un material de afirmado.

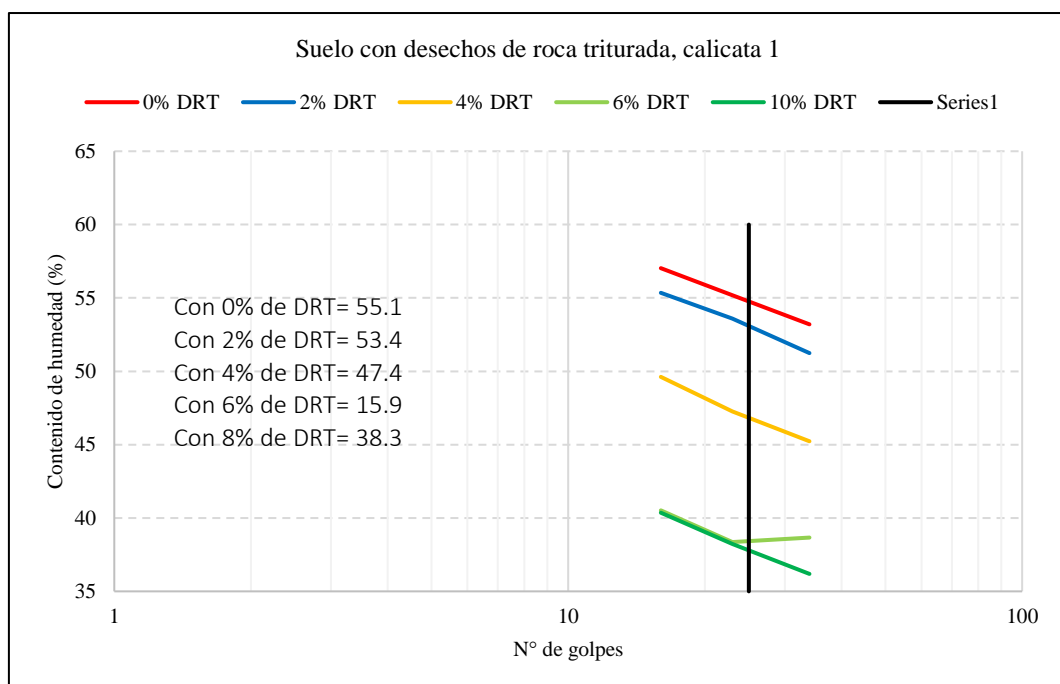
Tabla 22

Límites de consistencia, suelo con desechos de roca triturada, C1

	Porcentaje de desechos de roca triturada (%)				
	0	2	4	6	10
LL (%)	55.1	53.4	47.4	38.5	38.3
LP (%)	28.3	28.7	27.3	24.4	29.1
IP (%)	26.8	24.7	20.1	14.1	9.2

Figura 55

Curva de fluidez, suelo con desechos de roca triturada, C1



Al compactar el suelo de la calicata 1, con 0, 2, 4, 6 y 10% de desechos de roca triturada, se aumenta la densidad máxima seca, a 1.194, 1.274, 1.282, 1.439 y 1.936 gr/cm³, respectivamente, lo que genera un mejor acomodo de las partículas, y reducción de vacíos, así mismo, la humedad óptima disminuye con valores de 15.04, 14.0, 13.1, 12.5 y 8.52%, lo que, significa, que se necesita menor cantidad de agua para lograr su compactación. El incremento de la densidad máxima, y disminución de la humedad óptima, es positivo, debido a que ayudan a acrecentar el CBR del suelo.

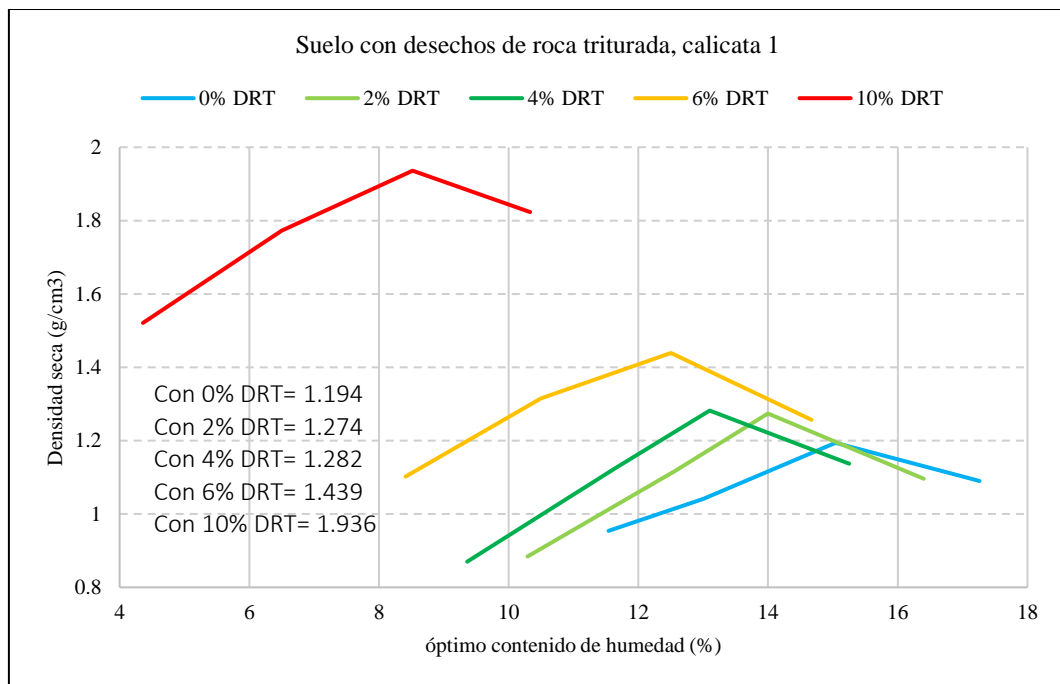
Tabla 23

Compactación, suelo con desechos de roca triturada, C1

	Porcentaje de desechos de roca triturada (%)				
	0	2	4	6	10
Densidad máxima (gr/cm ³)	1.194	1.274	1.282	1.439	1.936
Humedad óptima (%)	15.04	14.0	13.1	12.5	8.52

Figura 56

Compactación, suelo con desechos de roca triturada, C1



Al adicionar, 0, 2, 4, 6 y 10% de desechos de roca triturada (DRT), al suelo de la subrasante, de la carretera Chota – Shitacucho, se logra un acrecentamiento en el CBR del suelo, tanto al 95% y al 100% de la máxima densidad seca (MDS), siendo así, el suelo mejorado, alcanza CBR al 95% MDS, de 4.20, 4.90, 6.10, 7.70 y 11.50%, respectivamente, y al 100% MDS, alcanza CBR de 4.5, 5.5, 6.7, 8.7 y 12.50%, respectivamente. La subrasante del suelo natural se califica como pobre, según el MTC (2014), debido a que su CBR es menor a 6%, tal como el suelo con 2% DRT, pero el suelo con 4% y 6% de DRT se califica como subrasante regular debido a que su CBR está entre 6 a 10%, así mismo, el suelo con 10% de DRT, se califica como subrasante buena, debido a que tiene CBR entre 10 a 20%, por tanto, se ha mejorado notablemente las características mecánicas del suelo. Respecto a la expansión, el suelo de la calicata 1, en contacto con agua, tiende a hincharse, en 9.17%, sin embargo, al adicionar 2, 4, 6 y 10% de DRT, la expansión disminuye, alcanzado porcentajes de 8.28, 7.7, 6.65 y 4.95%, siendo así la expansión, del suelo estabilizado con desechos de roca triturada, representa el 53.98% de la expansión del suelo natural, siendo esto, favorable para controlar las fallas por deformación, que se dan en la carretera Chota – Shitacucho.

Tabla 24

CBR, suelo con desechos de roca triturada, C1

	Porcentaje de desechos de roca triturada (%)				
	0	2	4	6	10
CBR al 100% de MDS	4.5	5.5	6.7	8.7	12.5
CBR al 95% de MDS	4.2	4.9	6.1	7.7	11.5
Expansión (%)	9.17	8.28	7.7	6.65	4.95

Figura 57

Expansión, suelo con desechos de roca triturada, C1

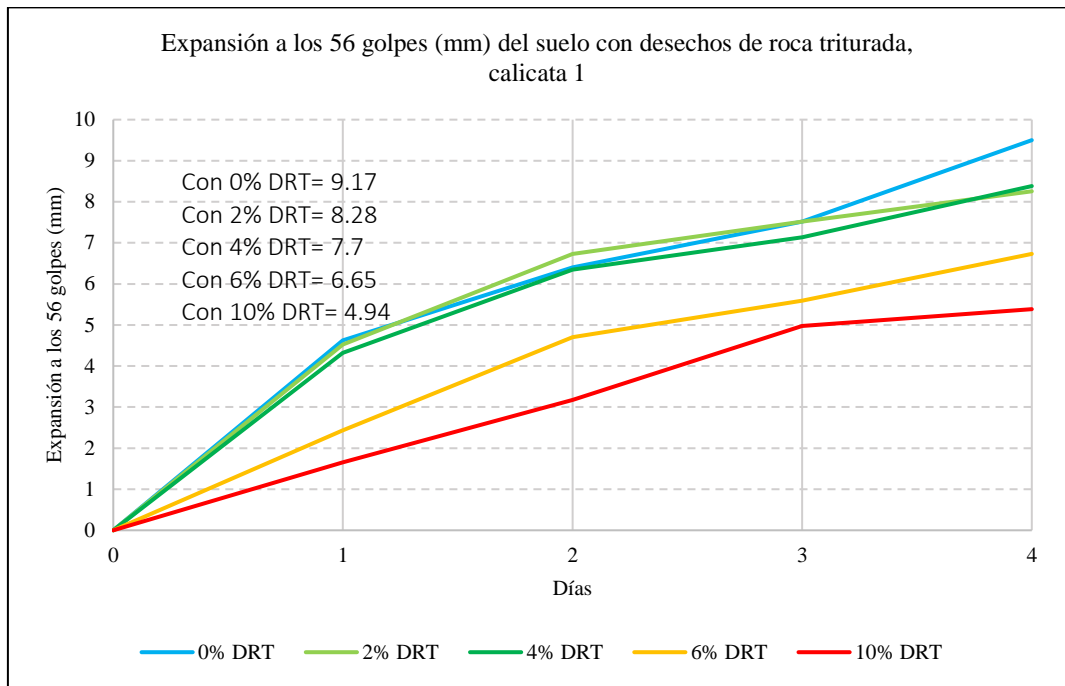
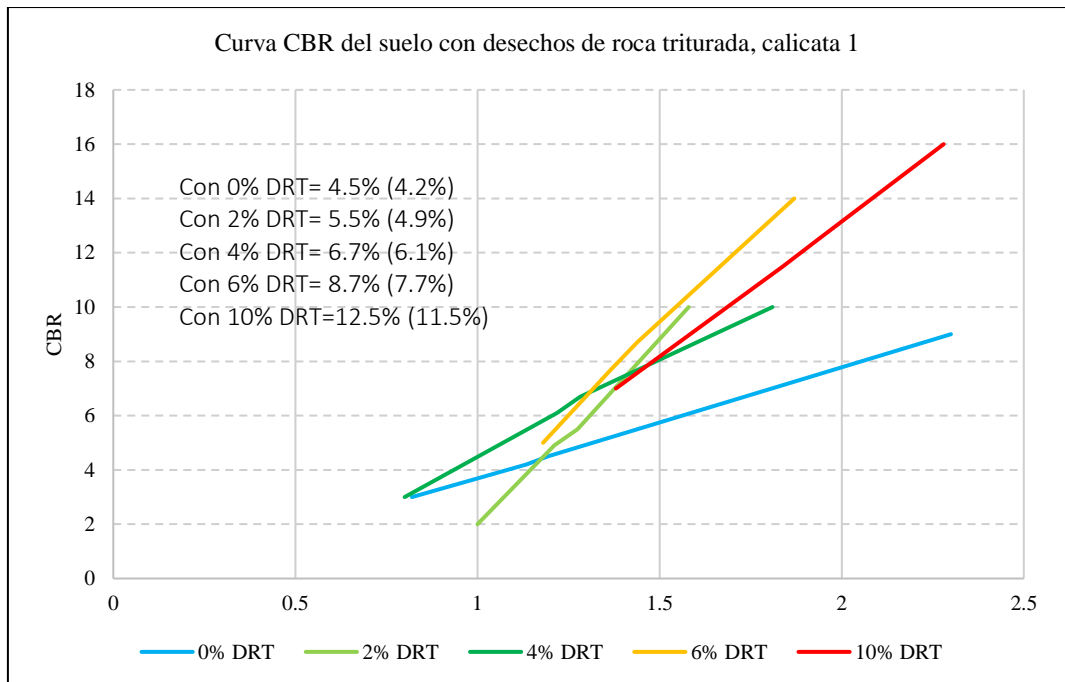


Figura 58

Curva CBR, suelo con desechos de roca triturada, C1



5.1.2.2. Calicata 2

Al adicionar desechos de roca triturada (DRT), al 0, 2, 4, 6, y 10%, al suelo de la calicata 2, de la carretera Chota – Shitacucho, disminuye el índice de plasticidad (IP), alcanzando valores de 26.9, 23.3, 20.2, 19.1, 9.3%, respectivamente, lo cual es positivo, porque, el MTC (2014), argumenta que un suelo para afirmado, no debe tener IP mayor a 9%, siendo así, el suelo de la calicata 2, con 10% de PPP, logra acercarse a las características de plasticidad de un material de afirmado.

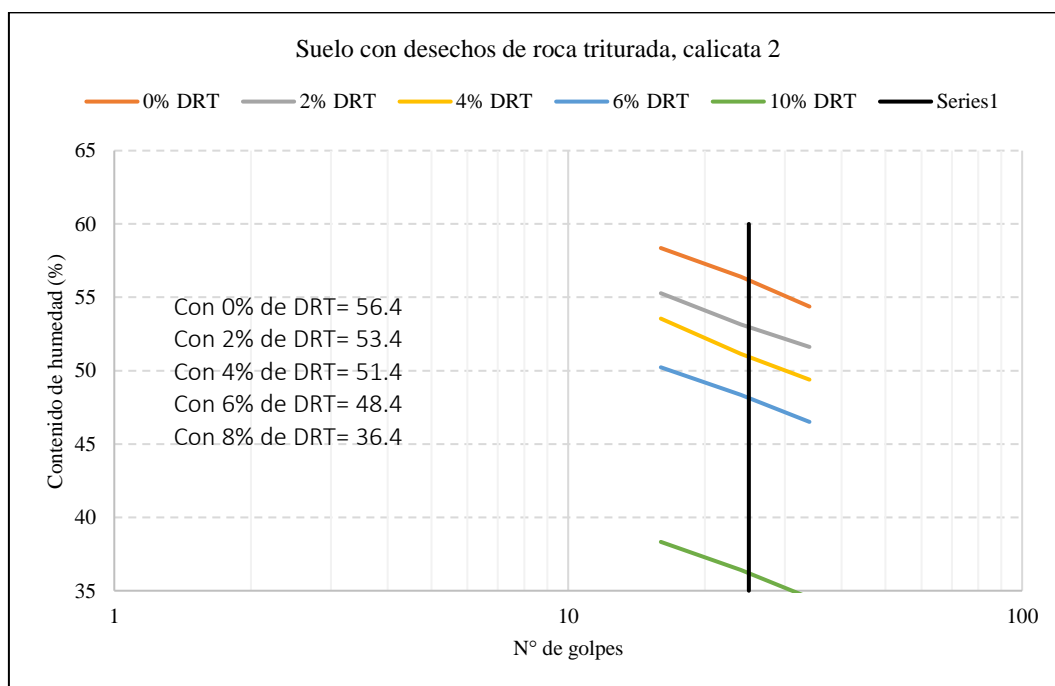
Tabla 25

Límites de consistencia, suelo con desechos de roca triturada, C2

	Porcentaje de desechos de roca triturada (%)				
	0	2	4	6	10
LL (%)	56.4	53.4	51.4	48.4	36.4
LP (%)	29.5	30.1	31.2	29.3	27.1
IP (%)	26.9	23.3	20.2	19.1	9.3

Figura 59

Curva de fluidez, suelo con desechos de roca triturada, C2



Al compactar el suelo de la calicata 1, con 0, 2, 4, 6 y 10% de desechos de roca triturada, se aumenta la densidad máxima seca, a 1.283, 1.342, 1.452, 1.600, 1.994 gr/cm³, respectivamente, lo que genera un mejor acomodo de las partículas, y reducción de vacíos, así mismo, la humedad óptima disminuye con valores de 21.95, 19.13, 16.25, 12.50, 7.50%, lo que, significa, que se necesita menor cantidad de agua para lograr su compactación. El incremento de la densidad máxima, y disminución de la humedad óptima, es positivo, debido a que ayudan a acrecentar el CBR del suelo.

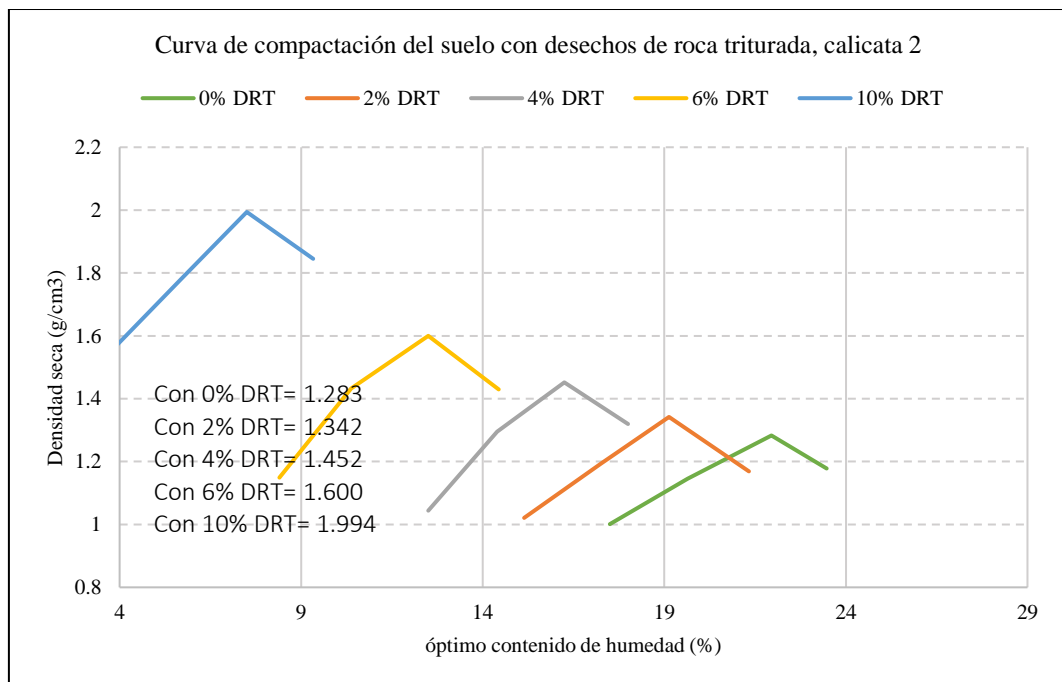
Tabla 26

Compactación, suelo con desechos de roca triturada, C2

	Porcentaje de desechos de roca triturada (%)				
	0	2	4	6	10
Densidad máxima (gr/cm ³)	1.283	1.342	1.452	1.6	1.994
Humedad óptima (%)	21.95	19.13	16.25	12.5	7.5

Figura 60

Compactación, suelo con desechos de roca triturada, C2



Al adicionar, 0, 2, 4, 6 y 10% de desechos de roca triturada (DRT), al suelo de la subrasante, de la carretera Chota – Shitacucho, se logra un acrecentamiento en el CBR del suelo, tanto al 95% y al 100% de la máxima densidad seca (MDS), siendo así, el suelo mejorado, alcanza CBR al 95% MDS, de 4.9, 5.3, 7.5, 8.7, 12.8%, respectivamente, y al 100% MDS, alcanza CBR de 5.2, 5.8, 8.0, 9.7, 13.8%, respectivamente. La subrasante del suelo natural se califica como pobre, según el MTC (2014), debido a que su CBR es menor a 6%, tal como el suelo con 2% DRT, pero el suelo con 4% y 6% DRT se califica como subrasante regular debido a que su CBR está entre 6 a 10%, así mismo, el suelo con 10% de DRT, se califica como subrasante buena, debido a que tiene CBR entre 10 a 20%, por tanto, se ha mejorado notablemente las características mecánicas del suelo. Respecto a la expansión, el suelo de la calicata 2, en contacto con agua, tiende a hincharse, en 10.09%, sin embargo, al adicionar 2, 4, 6 y 10% de DRT, la expansión disminuye, alcanzado porcentajes de 9.01, 7.94, 6.93 y 4.87%, siendo así la expansión, del suelo estabilizado con desechos de roca triturada, representa el 48.27% de la expansión del suelo natural, siendo esto, favorable para controlar las fallas por deformación, que se dan en la carretera Chota – Shitacucho.

Tabla 27

CBR, suelo con desechos de roca triturada, C2

	Porcentaje de desechos de roca triturada (%)				
	0	2	4	6	10
CBR al 100% de MDS	5.2	5.8	8	9.7	13.8
CBR al 95% de MDS	4.9	5.3	7.5	8.7	12.8
Expansión (%)	10.09	9.01	7.94	6.93	4.87

Figura 61

Expansión, suelo con desechos de roca triturada, C2

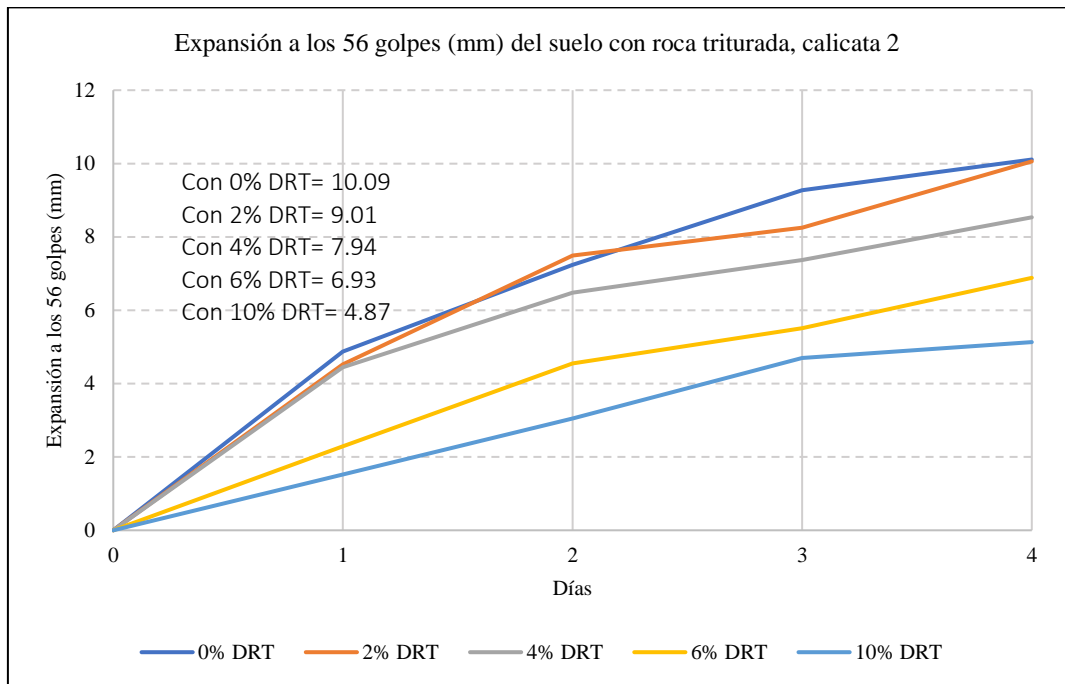
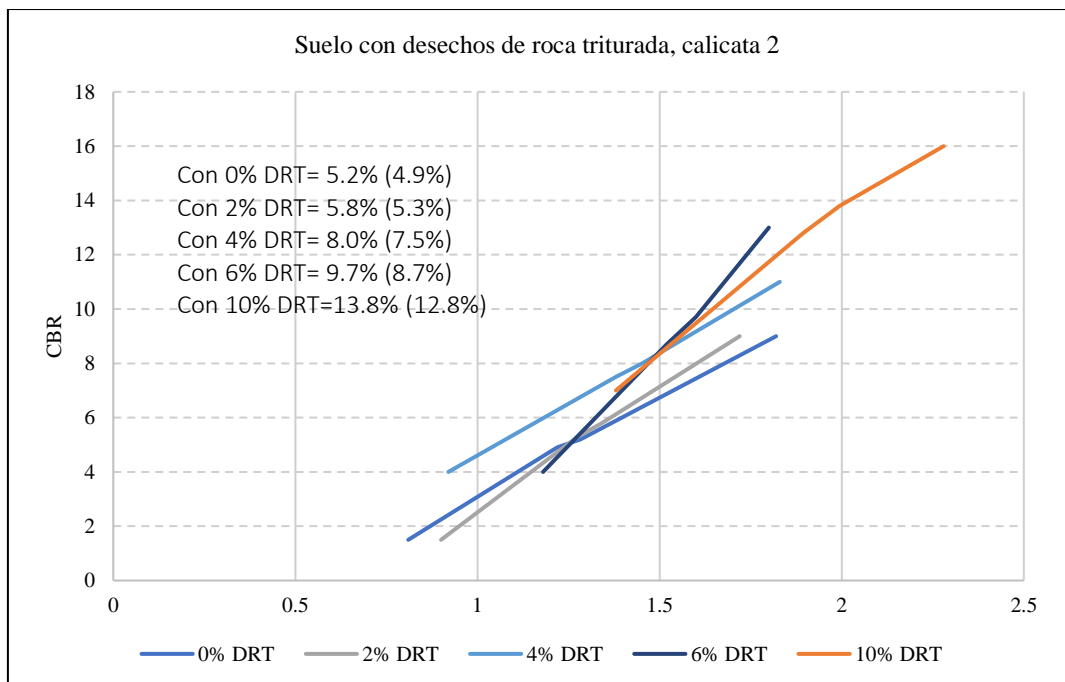


Figura 62

Curva CBR, suelo con desechos de roca triturada, C2



5.1.2.3.Calicata 3

Al adicionar desechos de roca triturada (DRT), al 0, 2, 4, 6, y 10%, al suelo de la calicata 3, de la carretera Chota – Shitacucho, disminuye el índice de plasticidad (IP), alcanzando valores de 25.1, 24.1, 20.2, 16.7, 7.1%, respectivamente, lo cual es positivo, porque, el MTC (2014), argumenta que un suelo para afirmado, no debe tener IP mayor a 9%, siendo así, el suelo de la calicata 3, con 10% de PPP, cumple con las características de plasticidad de un material de afirmado.

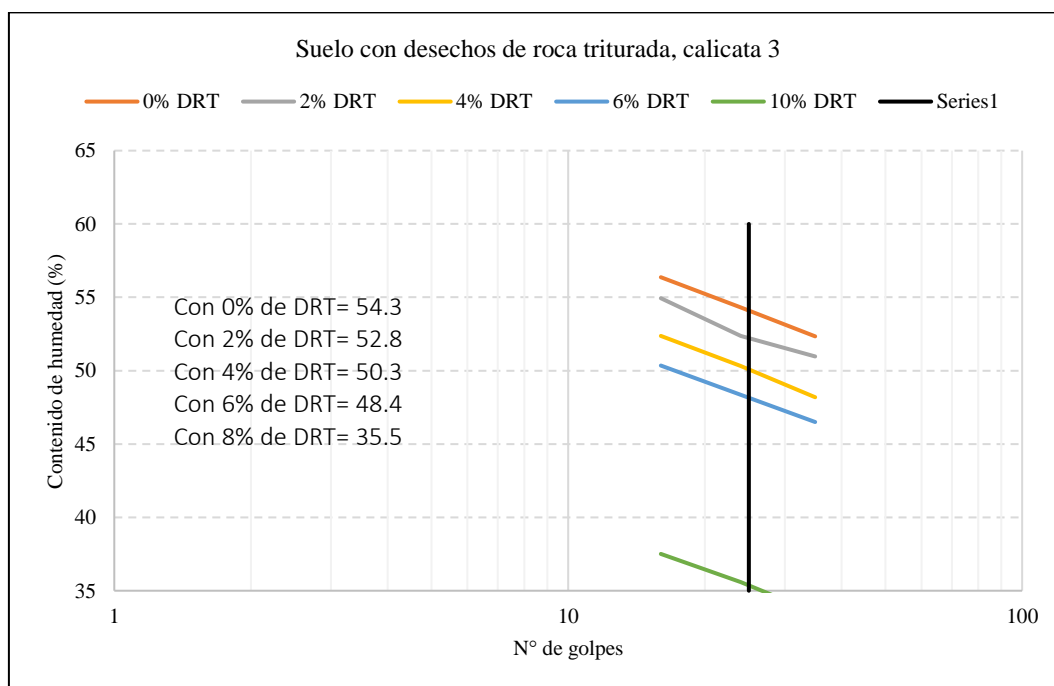
Tabla 28

Límites de consistencia, suelo con desechos de roca triturada, C3

	Porcentaje de desechos de roca triturada (%)				
	0	2	4	6	10
LL (%)	54.3	52.8	50.3	48.4	35.5
LP (%)	29.2	28.7	30.1	31.7	28.4
IP (%)	25.1	24.1	20.2	16.7	7.1

Figura 63

Curva de fluidez, suelo con desechos de roca triturada, C3



Al compactar el suelo de la calicata 3, con 0, 2, 4, 6 y 10% de desechos de roca triturada, se aumenta la densidad máxima seca, a 1.315, 1.364, 1.457, 1.622 y 1.994 gr/cm³, respectivamente, lo que genera un mejor acomodo de las partículas, y reducción de vacíos, así mismo, la humedad óptima disminuye con valores de 19.5, 18.75, 15.85, 11.5 y 6.57%, lo que, significa, que se necesita menor cantidad de agua para lograr su compactación. El incremento de la densidad máxima, y disminución de la humedad óptima, es positivo, debido a que ayudan a acrecentar el CBR del suelo.

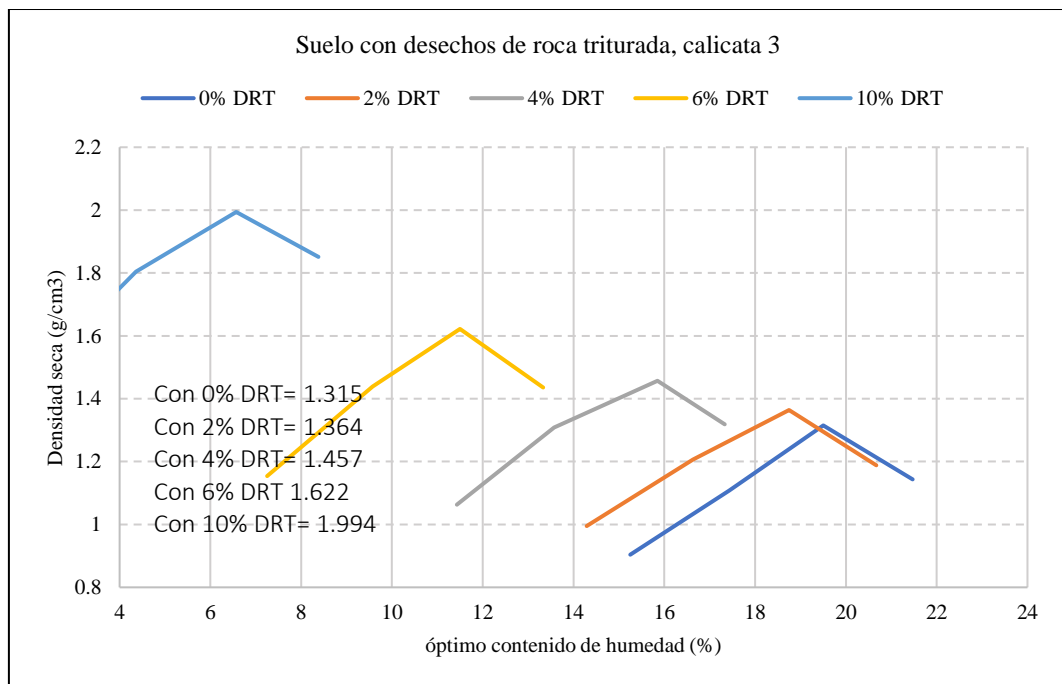
Tabla 29

Compactación, suelo con desechos de roca triturada, C3

	Porcentaje de desechos de roca triturada (%)				
	0	2	4	6	10
Densidad máxima (gr/cm ³)	1.315	1.364	1.457	1.622	1.994
Humedad óptima (%)	19.5	18.75	15.85	11.5	6.57

Figura 64

Compactación, suelo con desechos de roca triturada, C3



Al adicionar, 0, 2, 4, 6 y 10% de desechos de roca triturada (DRT), al suelo de la subrasante, de la carretera Chota – Shitacucho, se logra un acrecentamiento en el CBR del suelo, tanto al 95% y al 100% de la máxima densidad seca (MDS), siendo así, el suelo mejorado, alcanza CBR al 95% MDS, de 5.2, 5.0, 7.2, 8.8, y 12.8%, respectivamente, y al 100% MDS, alcanza CBR de 5.8, 5.5, 7.8, 9.9 y 14.5%, respectivamente. La subrasante del suelo natural se califica como pobre, según el MTC (2014), al igual que el suelo con 2% de DRT, que, en vez de aumentar, decae, debido a que su CBR es menor a 6%, pero el suelo con 4% y 6% de DRT se califica como subrasante regular debido a que su CBR está entre 6 a 10%, así mismo, el suelo con 10% de DRT, se califica como subrasante buena, debido a que tiene CBR entre 10 a 20%, por tanto, se ha mejorado notablemente las características mecánicas del suelo. Respecto a la expansión, el suelo de la calicata 3, en contacto con agua, tiende a hincharse, en 9.56%, sin embargo, al adicionar 2, 4, 6 y 10% de DRT, la expansión disminuye, alcanzado porcentajes de 9.17, 8.08, 6.94 y 4.01%, siendo así la expansión, del suelo estabilizado con desechos de roca triturada, representa el 41.95% de la expansión del suelo natural, siendo esto, favorable para controlar las fallas por deformación, que se dan en la carretera Chota – Shitacucho.

Tabla 30

CBR, suelo con desechos de roca triturada, C3

	Porcentaje de desechos de roca triturada (%)				
	0	2	4	6	10
CBR al 100%	5.8	5.5	7.8	9.9	14.5
CBR al 95%	5.2	5	7.2	8.8	12.8
Expansión (%)	9.56	9.17	8.08	6.94	4.01

Figura 65

Expansión, suelo con desechos de roca triturada, C3

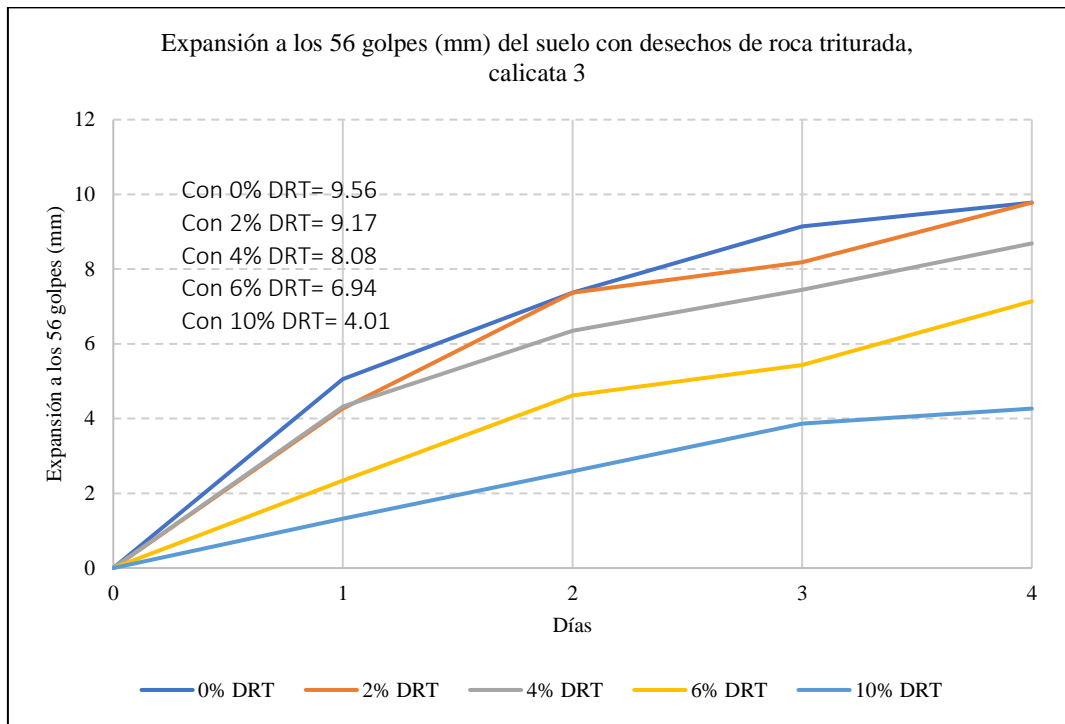
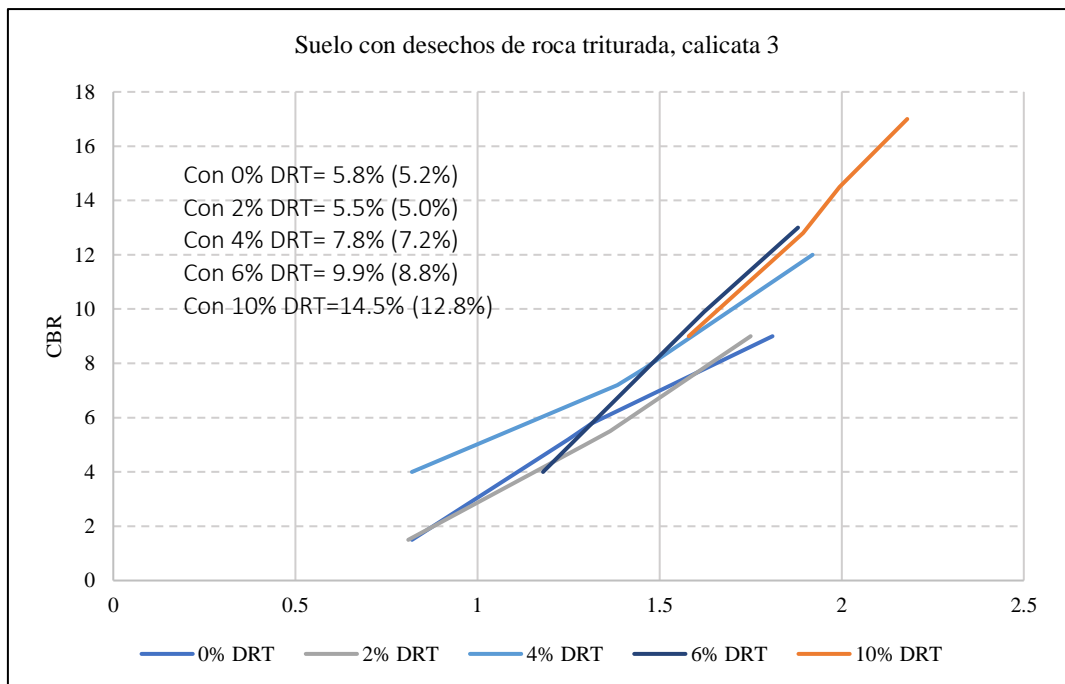


Figura 66

Curva CBR, suelo con desechos de roca triturada, C3



5.1.3. Comparación técnica y económica del suelo estabilizado

5.1.3.1. Comparación técnica entre dosificaciones

Para comparar la incorporación de desechos de roca triturada (DRT) en la subrasante deteriorada por deformación de la carretera Chota – Shitacucho, se ha tomado en cuenta los principales parámetros, como índice de plasticidad (IP), óptimo contenido de humedad (OCH), máxima densidad seca (MDS), capacidad de soporte (CBR), y expansión del suelo. El IP disminuye, conforme se aumenta, el porcentaje de adición de DRT, donde tiene una mayor disminución, para la calicata 3, debido a que es el suelo que, inicialmente presenta menor IP; al adicionar al suelo 10% de DRT, se logra disminuir el IP del suelo natural de la calicata C1, C2 y C3, respectivamente, en 65.67%, 65.43% y 71.71%. El OCH, también disminuye conforme se incrementa el porcentaje de DRT, siendo favorable, debido a que se necesita menor cantidad de agua para el proceso de compactación, lo que ayuda a la sustentabilidad de la construcción (por el menor uso del recurso hídrico) y disminuye el costo de estabilización, por el ahorro en el traslado y riego de agua para la compactación vial; la calicata con menor OCH es C3, con 6.57%, no obstante, la calicata con menor OCH en estado natural es C1, con 15.04%, así que, en este parámetro ha influido más el material adicionante, que las características iniciales del suelo; al adicionar al suelo con 10% de DRT, se logra disminuir el OCH, del suelo natural, de la calicata C1, C2 y C3, en 43.35%, 65.83% y 66.31%, respectivamente. La MDS del suelo aumenta conforme se aumenta el porcentaje de DRT, logra un incremento similar para las tres calicatas, C1, C2 y C3, respectivamente, con valores de 1.936 g/cm³, 1.994 g/cm³, 1.994 g/cm³, no obstante, la calicata con mayor MDS en estado natural es C3, con 1.315 g/cm³. El incremento de la MDS es favorable debido a que, según

Amulya et al. (2021), a mayor densidad, mayor CBR del suelo, y eso se demuestra en la investigación, debido a que, el CBR del suelo al 95% de MDS y al 100% de MDS, se incrementa con el aumento del DRT. El CBR al 95% de MDS, del suelo con 10% de DRT, alcanza valores de 11.50%, 12.80%, y 12.80% para C1, C2, y C3, respectivamente, lo que representa un incremento de 173.81%, 161.22% y 146.15% respecto al CBR del suelo natural. El CBR al 100% de MDS, del suelo con 10% de DRT, alcanza valores de 12.50%, 13.80% y 14.50% para C1, C2, y C3, respectivamente, lo que representa un incremento de 177.78%, 165.38% y 150% respecto al CBR del suelo natural, el mayor incremento lo obtiene la calicata 1, debido a que el CBR del suelo natural de la misma es el menor de las tres calicatas, con 4.5%, y la calicata que logra un CBR más alto es C3, con 14.50%, pero esto se debe a que, presenta mayor CRB en estado natural, con 5.8%. Siendo así, el uso de DRT mejora las características mecánicas del suelo arcilloso. Además, la expansión, del suelo disminuye, al aumentar el porcentaje de DRT, el suelo natural tiene expansión de C1, C2 y C3 de 9.17%, 10.09% y 9.56%, pero al adicionar 10% de DRT, disminuye a 4.95%, 4.37% y 4.01%, respectivamente, lo que representa una disminución de 46.02%, 51.73% y 58.05%, respecto al suelo natural, siendo así la calicata 3, logra la mayor disminución de la expansión del suelo, al utilizar el DRT, pero el suelo de las tres calicatas logra un notable, mejoramiento en sus características físico – mecánicas, hasta un límite de 10% DRT, no obstante, si se compara el mejoramiento con otro tipo de rocas, como la arenisca cuarzosa la diferencia en el acrecentamiento es notable, es decir otras rocas logran mayores CBR, resistencias al corte, y resistencia en pavimentos.

Tabla 31*Índice de plasticidad, suelo con desechos de roca triturada*

IP (%)	Porcentaje de desechos de roca triturada (%)				
	0	2	4	6	10
C1	26.8	24.7	20.1	14.1	9.2
C2	26.9	23.3	20.2	19.1	9.3
C3	25.1	24.1	20.2	16.7	7.1
Media	26.267	24.033	20.167	16.633	8.533
Desv. Estándar	1.012	0.702	0.058	2.501	1.242
CV (%)	3.851	2.923	0.286	15.034	14.558

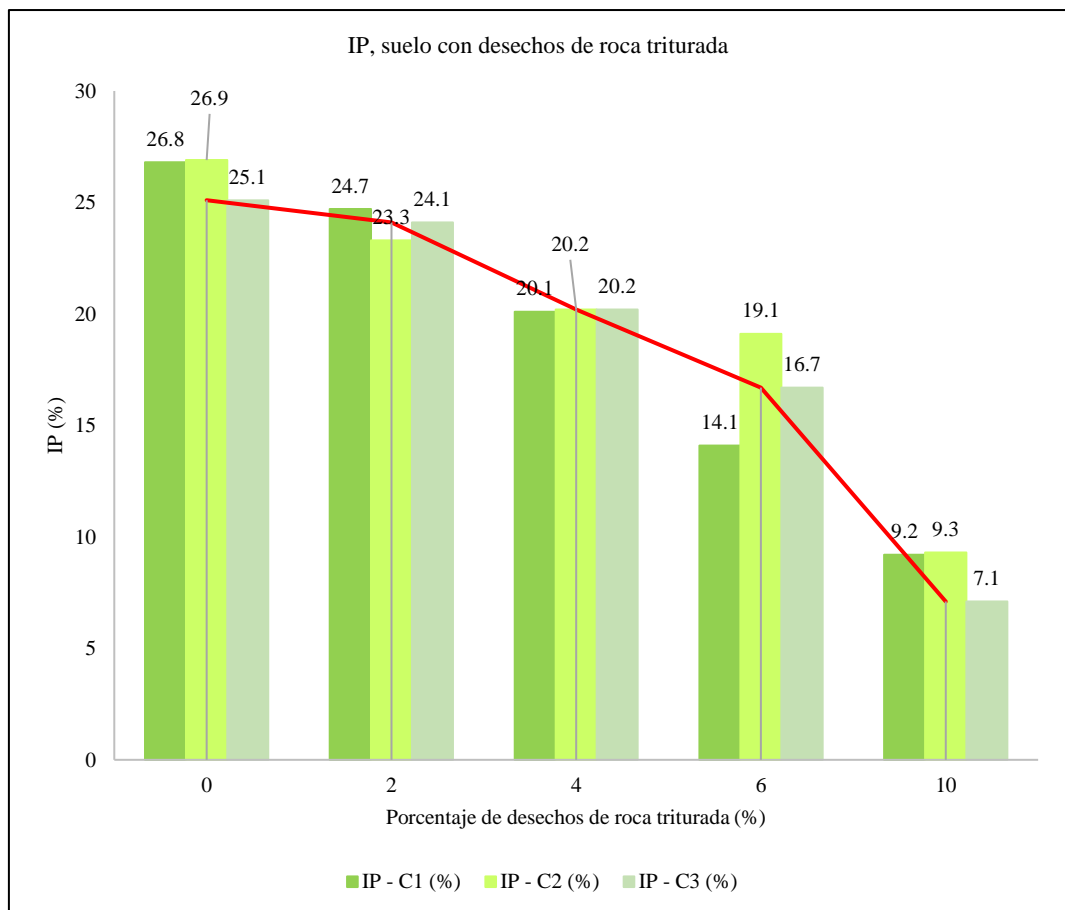
Figura 67*IP, Suelo con Desechos de roca triturada*

Tabla 32

Óptimo contenido de humedad, suelo con desechos de roca triturada

OCH (%)	Porcentaje de desechos de roca triturada (%)				
	0	2	4	6	10
C1	15.04	14.00	13.1	12.5	8.52
C2	21.95	19.13	16.25	12.5	7.5
C3	19.5	18.75	15.85	11.5	6.57
Media	18.830	17.293	15.067	12.167	7.530
Desv. Estándar	3.503	2.858	1.715	0.577	0.975
CV (%)	18.605	16.529	11.382	4.745	12.953

Figura 68

Óptimo contenido de humedad, suelo con desechos de roca triturada

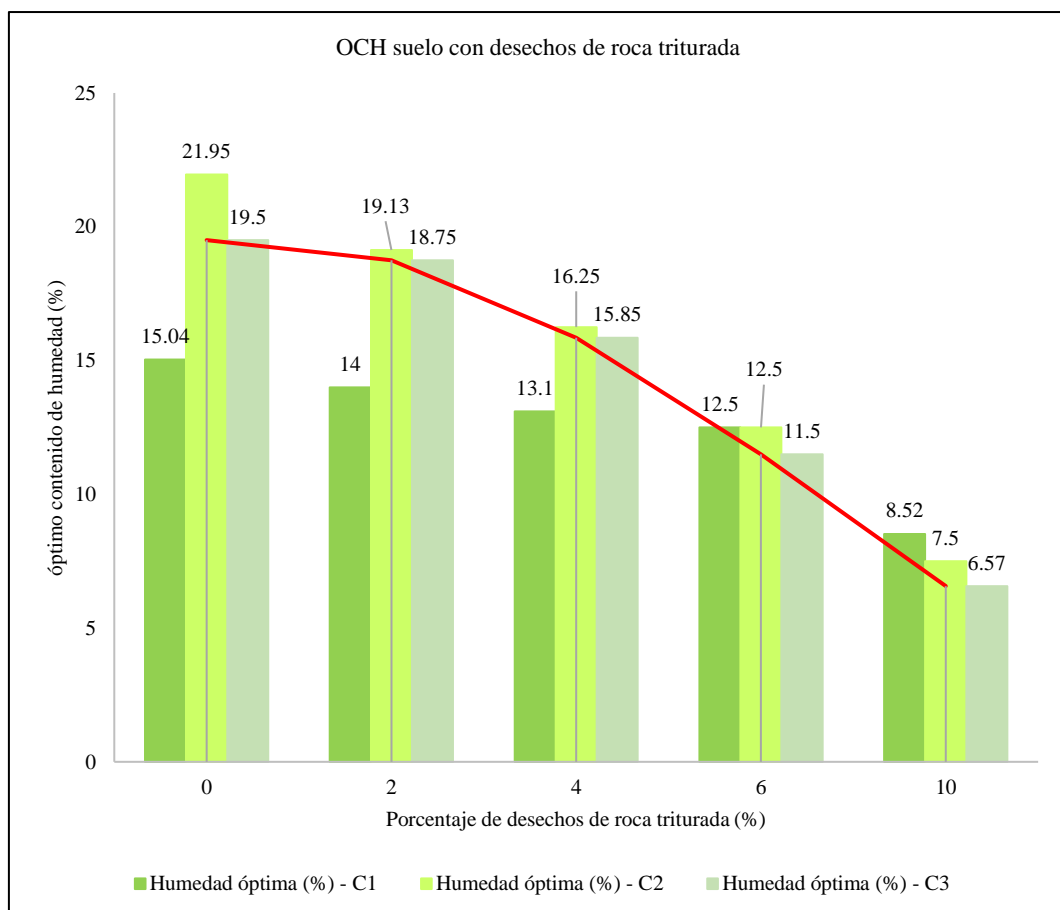


Tabla 33*Máxima densidad seca, suelo con desechos de roca triturada*

MDS (g/cm ³)	Porcentaje de desechos de roca triturada (%)				
	0	2	4	6	10
C1	1.194	1.274	1.282	1.439	1.936
C2	1.283	1.342	1.452	1.6	1.994
C3	1.315	1.364	1.457	1.622	1.994
Media	1.264	1.327	1.397	1.554	1.975
Desv. Estándar	0.063	0.047	0.100	0.100	0.033
CV (%)	4.960	3.537	7.131	6.431	1.696

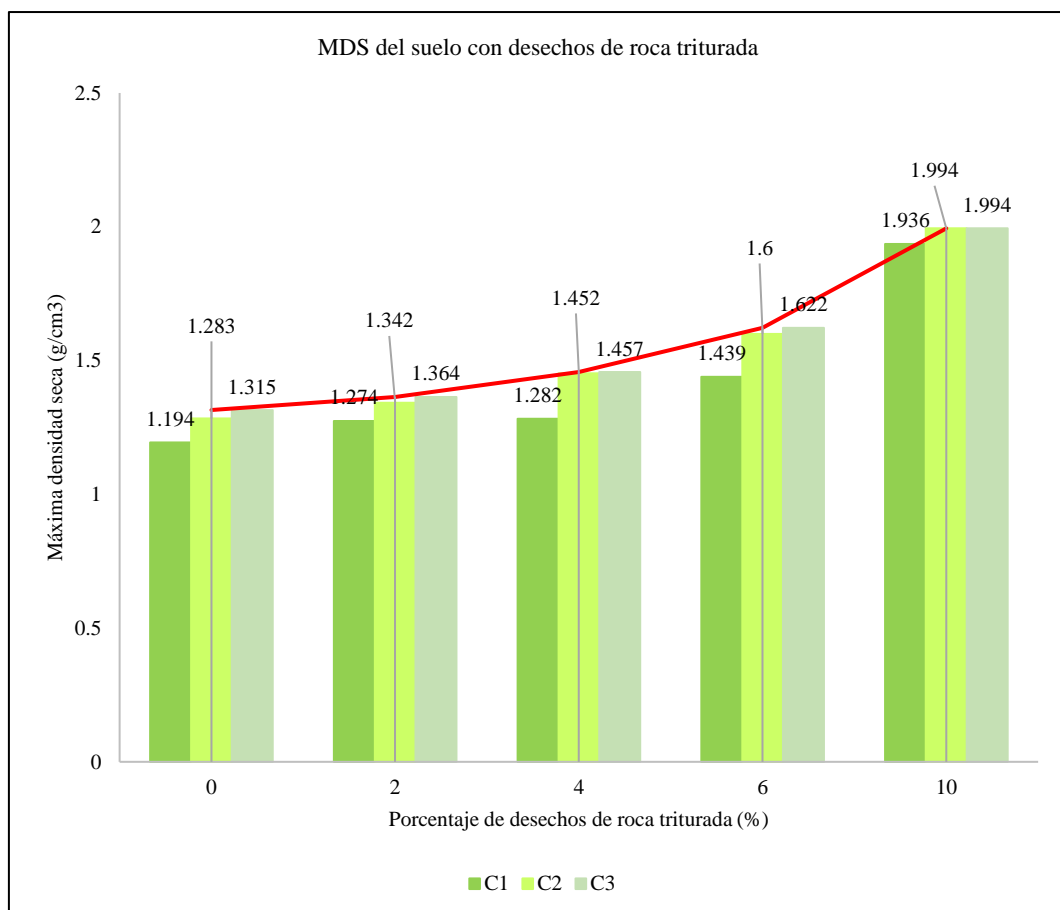
Figura 69*Máxima densidad seca, suelo con desechos de roca triturada*

Tabla 34

CBR al 95% MDS, suelo con desechos de roca triturada

CBR al 95% de MDS	Porcentaje de desechos de roca triturada (%)				
	0	2	4	6	10
C1	4.2	4.9	6.1	7.7	11.5
C2	4.9	5.3	7.5	8.7	12.8
C3	5.2	5	7.2	8.8	12.8
Media	4.767	5.067	6.933	8.400	12.367
Desv. Estándar	0.513	0.208	0.737	0.608	0.751
CV (%)	10.766	4.109	10.631	7.241	6.069

Figura 70

CBR al 95% MDS, suelo con desechos de roca triturada

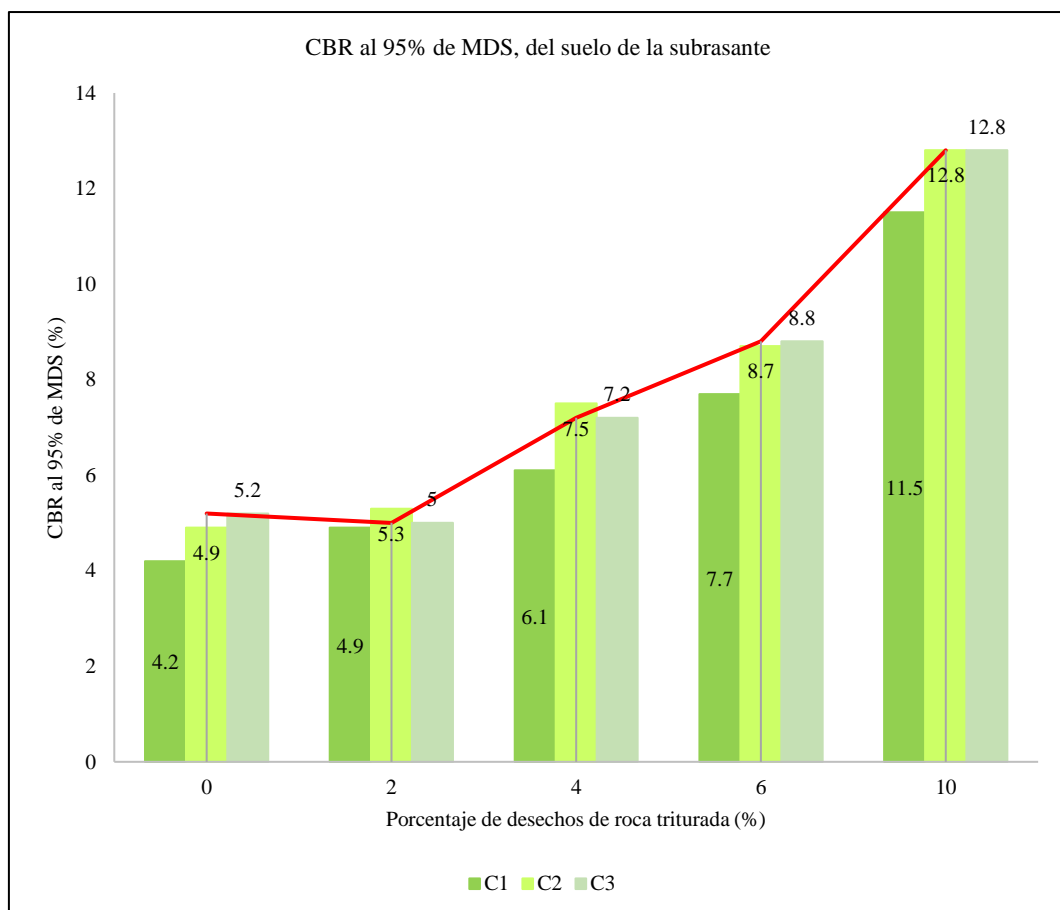


Tabla 35

CBR al 100% MDS, suelo con desechos de roca triturada

CBR al 100% de MDS	Porcentaje de desechos de roca triturada (%)				
	0	2	4	6	10
C1	4.5	5.5	6.7	8.7	12.5
C2	5.2	5.8	8	9.7	13.8
C3	5.8	5.5	7.8	9.9	14.5
Media	5.167	5.600	7.500	9.433	13.600
Desv. Estándar	0.651	0.173	0.700	0.643	1.015
CV (%)	12.593	3.093	9.333	6.815	7.462

Figura 71

CBR al 100% MDS, suelo con desechos de roca triturada

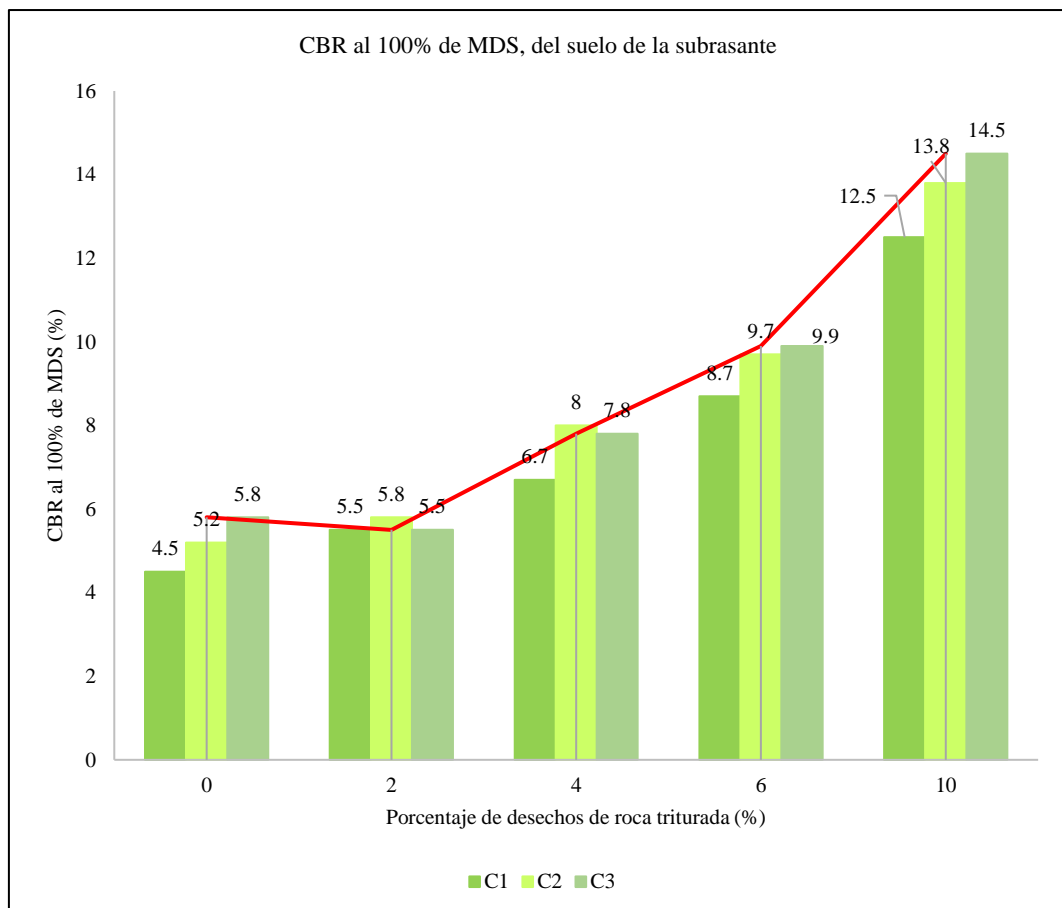


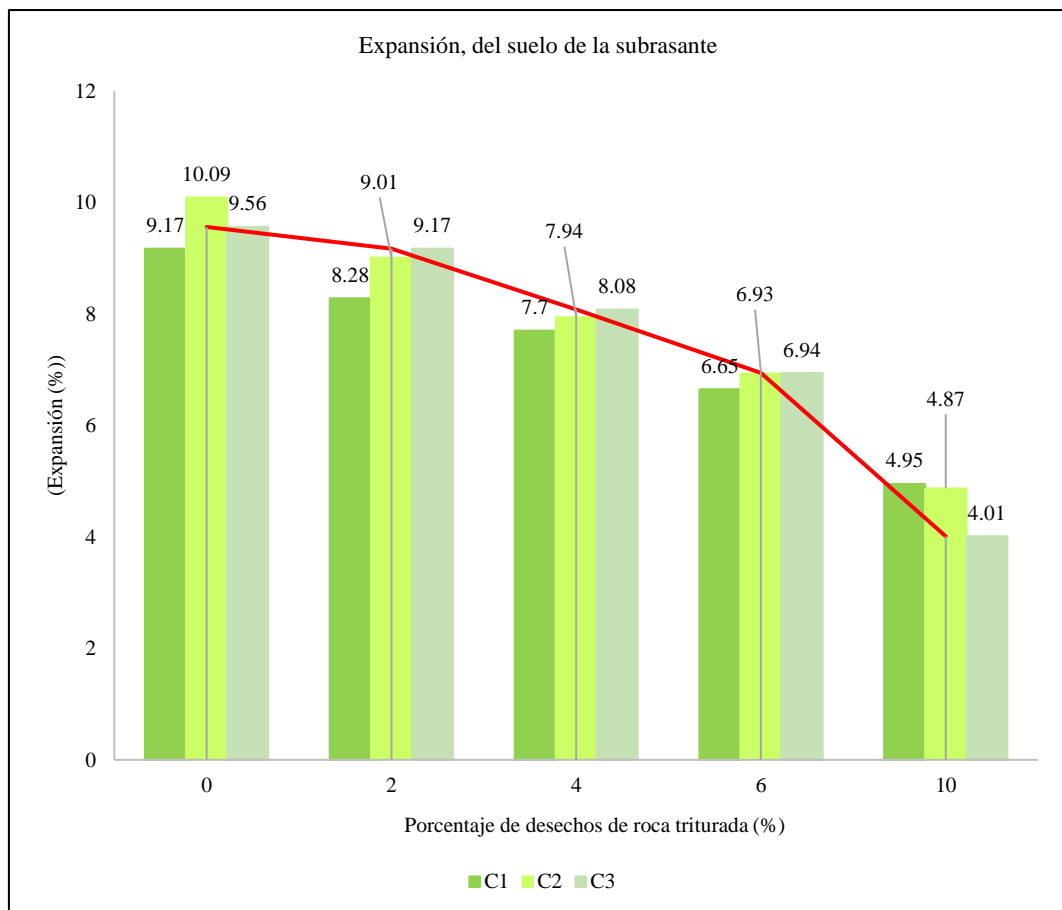
Tabla 36

Expansión, suelo con desechos de roca triturada

Expansión (%)	Porcentaje de desechos de roca triturada (%)				
	0	2	4	6	10
C1	9.17	8.28	7.7	6.65	4.95
C2	10.09	9.01	7.94	6.93	4.87
C3	9.56	9.17	8.08	6.94	4.01
Media	9.607	8.820	7.907	6.840	4.610
Desv. Estándar	0.462	0.474	0.192	0.165	0.521
CV (%)	4.807	5.379	2.431	2.407	11.305

Figura 72

Expansión, suelo con desechos de roca triturada



5.1.3.2. Comparación técnica con la arenisca cuarzosa

Con el 10% de residuos de roca triturada caliza se logra CBR's de 12.5%, 13.8%, 14.5% para las calicatas C1, C2 y C3, no obstante, según Li et al. (2022) el uso de arenisca cuarzosa en la estabilización de subrasantes de carreteras trae mayores beneficios que, el uso de rocas simplemente calizas. Siendo así las muestras con 0%, 3%, 5% y 7% de areniscas y cemento, alcanzan CBR's de 8.50%, 19.80%, 25.40% y 28.10%, respectivamente en estado húmedo, y en estado seco alcanzan, 39.60%, 41.50% y 43.40% al 3%, 5% y 7%, respectivamente, por tanto, es más favorable el uso de roca arenisca cuarzosa que, el uso de la roca estudiada, no obstante, se destaca la incidencia positiva, no obstante técnicamente no logra gran beneficio como otras técnicas de estabilización, en cambio, Hicham y Abdel-Ali (2022) destacan a la arenisca cuarzosa como una solución prometedora y viable que, permite su reutilización en rellenos y subrasantes viales, además Velasco y Tocancipa (2015) también, destacaron el uso de la roca arenisca cuarzosa en obras de pavimentación. Finalmente, se concluye que, la roca arenisca cuarzosa tiene mayores aplicaciones en la industria de la construcción viaria.

Tabla 37

Propiedades del Suelo con Arenisca Roja Tratada con Cemento

Arenisca-cemento %	0	3	5	7
OCH %	8.50	9.80	10.0	10.3
DMS g/cm ³	1.99	2.03	2.06	2.08
CBR (seco) %	6.3	39.60	41.5	43.4
CBR (húmedo) %	9.20	19.80	25.4	28.10

Nota: (Li et al., 2022).

5.1.3.3.Comparación económica

Al utilizar desechos de roca triturada (DRT), para estabilizar el suelo de la subrasante, de la carretera Chota – Shitacucho se logra un menor costo unitario de estabilización por m³ que, otros métodos de estabilización (ver anexo G, para detalle del análisis de costo unitario), esto se logra debido al bajo costo de adquisición del desechos de roca triturada, debido a que, considerando que, es un material de desecho, su costo, se basa en la recolección, y traslado de este material a obra, siendo así, presenta menor costo a comparación de otros aditivos normados por el MTC (2014), como la cal o el cemento. El costo de estabilizar el suelo con 10% de DRT por m³ es 47.537 soles, mientras que el costo de estabilización con cal al 5%, tiene un costo de 71 soles, uno y medio (1.5) veces el costo de estabilización con DRT, y la estabilización con cemento al 10%, tiene un costo de 98.41 soles, dos (2) veces el costo de estabilización con DRT (para el cálculo de costos, se ha mantenido el mismo rendimiento, y costos de mano de obra y equipos, solo se ha variado el costo de los materiales, necesarios para la estabilización, y se ha sumado el flete del traslado de los residuos de roca triturada al lugar del proyecto. El costo de mejoramiento de la subrasante con 0%, 2%, 4%, 6% y 10% DRT, compactando, es S/. 14.82, S/. 48.085, S/. 48.039, S/. 48.042 y S/. 47.437, esto representa un incremento del costo de 224.50%, 224.18%, 224.21%, y 220.80%, respecto al costo de estabilización con compactación sin adición de residuos de roca, no obstante, es más económico que, estabilizar el suelo con cemento o cal, aunque, cabe recalcar que, estos aditivos son más eficientes técnicamente, porque según los antecedentes alcanzan mayores CBR's, siendo así, se concluye que, mientras se utilice mayor cantidad de DRT para

estabilizar el suelo el costo de estabilización es mayor, siendo el uso de 10% de desechos de roca triturada, el que, logran costos menores.

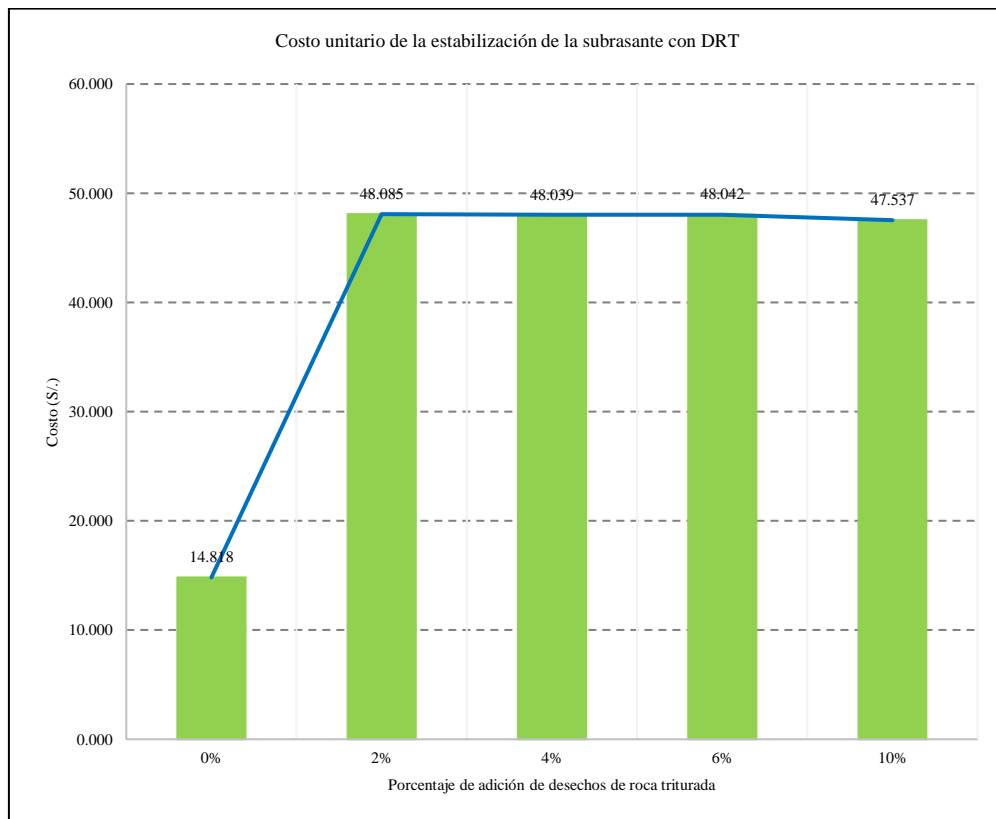
Tabla 38

Costo unitario de la estabilización de la subrasante

Porcentaje de adición	Aditivo	Costo S/. por m3
0%	DRT	14.818
2%	DRT	48.085
4%	DRT	48.039
6%	DRT	48.042
10%	DRT	47.537
5%	Cal	71.006
10%	Cemento	98.407

Figura 73

Costo unitario de la estabilización de la subrasante, con DRT



5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

El suelo de las (3) calicatas, excavadas en la carretera Chota – Shitacucho, del Km 6+000 al Km 9+200, tiene alto porcentaje de humedad, con valores de 72.2%, 40.38% y 36.5%, no tienen partículas de grava, bajos porcentajes de arena, 22%, 19.50% y 23.10%, y altos porcentajes de partículas finas (pasan tamiz N° 200), 78%, 80.5% y 76.9%, con límite líquido de 55.1%, 56.4% y 54.3%, e índice de plasticidad de 26.8%, 26.90% y 25.1%, para las calicatas C1, C2 y C3, respectivamente, clasificándose según SUCS como arcillas altamente plásticas, y según AASHTO dentro del grupo A-7-6. El suelo de la subrasante, tiene CBR al 95%, y al 100% de MDS, menor a 6%, rango mínimo para considerar a una subrasante como pobre e ineficiente, según el MTC (2014), por lo que, requiere estabilización previa a su uso como capa de rodadura; las calicatas C1, C2 y C3 alcanzan índices CBR al 95% de 4.20%, 4.90% y 5.20%, y al 100% MDS de 4.50%, 5.20% y 5.80%, respectivamente, con porcentajes de expansión, que varían de 9% a 10%. Siendo así, el suelo es altamente plástico y expansivo, tal como el suelo estudiado por Fustamente (2021), Idrogo (2022), Delgado y León (2019), entre otros. El CBR del suelo natural tiene valores similares a Díaz (2018), Fustamante (2021), Idrogo (2022), Delgado y León (2019), Quispe (2020), Jacinto (2021), Ponduri y Rao (2018), y Singh et al. (2021), e inferiores a Mendoza (2021) y Alvedaño y Chipana (2021), pero mayores a Carhuapoma y Tito (2021), Birhane (2020) y Tamiru y Ponnurangam (2019), cuyo suelo tenía CBR de 3.75%, 3.54%, y 1.61%, respectivamente. El valor del CBR inicial, incide en los rasgos resistentes del suelo estabilizado de una carretera.

Tabla 39*Características del suelo natural de la subrasante*

Características	Calicatas		
	C1	C2	C3
Humedad (%)	72.2	40.38	36.5
Piedra %	0	0	0
Árido %	22	19.5	23.1
Finos %	78	80.5	76.9
L. Líquido (%)	55.1	56.4	54.3
L. Plástico (%)	28.3	29.5	29.2
I. Plasticidad (%)	26.8	26.9	25.1
SUCS	CH	CH	CH
AASHTO	A-7-6 (18)	A-7-6 (18)	A-7-6 (17)
DMS (gr/cm ³)	1.194	1.283	1.315
OCH (%)	15.04	21.95	19.5
CBR al 100% MDS	4.5	5.2	5.8
CBR al 95% MDS	4.2	4.9	5.2
Expansión (%)	9.17	10.09	9.56

Al usar desechos de roca triturada (DRT) en el suelo, se reduce la plasticidad (IP) y el óptimo contenido de humedad (OCH), además de aumentar la máxima densidad seca (MDS) y la capacidad de soporte del suelo (CBR), tal como, Salehi et al. (2022), que, determinaron un importante incremento en el CBR, al usar desechos de roca triturada de granito de 0 a 10%; Singh et al. (2021), quienes, utilizaron desechos de roca triturada logrando mejorar, notablemente el CBR del suelo, en comparación con el suelo original; Amulya et al. (2021) quienes argumentaron que, al usar residuos de granito, como aditivo sostenible, has en 10%, se logra un aumento sustancial en los rasgos de ingeniería del suelo; Hubbali et al. (2021), quienes, determinaron que al usar desechos de roca triturada, se puede estabilizar el suelo de la subrasante, aumentando el CBR, lo que ayuda a disminuir el espesor del pavimento flexible, pero también, se disminuye el óptimo

contenido de humedad, logrando un ahorro económico, en el proceso de compactación; Castellanos (2021), a pesar de haber utilizado este material residual, para mejorar suelos arenos limosos, y no arcillosos, como en el presente estudio, determinó un incremento en el CBR del suelo, cuando remplazaba el suelo por los residuos pétreos, así mismo, utilizó el material adicionante en gradación de 4.76 mm a 75 um, tal como, en el presente estudio; Etim et al. (2021), al igual que, otras investigaciones, determinaron que al usar residuos de roca de cantera de 0 a 10%, se logra la estabilización de la subrasante, incrementando el CBR; Dar y Bhalla (2020), determinaron que el uso de desechos de roca triturada puede considerarse una buena técnica de mejora del suelo.

Tabla 40

Características del suelo mejorado con desechos de roca triturada

Característica	Calicata	Porcentaje de desechos de roca triturada (%)				
		0	2	4	6	10
IP (%)	C1	26.8	24.7	20.1	14.1	9.2
	C2	26.9	23.3	20.2	19.1	9.3
	C3	25.1	24.1	20.2	16.7	7.1
OCH (%)	C1	15.04	14	13.1	12.5	8.52
	C2	21.95	19.13	16.25	12.5	7.5
	C3	19.5	18.75	15.85	11.5	6.57
MDS (g/cm ³)	C1	1.194	1.274	1.282	1.439	1.936
	C2	1.283	1.342	1.452	1.6	1.994
	C3	1.315	1.364	1.457	1.622	1.994
CBR 95% MDS (%)	C1	4.2	4.9	6.1	7.7	11.5
	C2	4.9	5.3	7.5	8.7	12.8
	C3	5.2	5	7.2	8.8	12.8
CBR 100% MDS (%)	C1	4.5	5.5	6.7	8.7	12.5
	C2	5.2	5.8	8	9.7	13.8
	C3	5.8	5.5	7.8	9.9	14.5
Expansión (%)	C1	9.17	8.28	7.7	6.65	4.95
	C2	10.09	9.01	7.94	6.93	4.87
	C3	9.56	9.17	8.08	6.94	4.01
Costo (S/.)		14.818	17.378	19.857	22.291	26.381

La plasticidad del suelo de la calicata 1, 2 y 3, disminuye en 65.67%, 65.43%, y 71.71% respecto al suelo natural, para el suelo con 10% de desechos de roca triturada, el óptimo contenido de humedad disminuye en 43.35%, 65.83% y 66.31%, respecto al suelo natural, para C1, C2, y C3, tal como, lo demostraron Sialer (2021) y Cabalar et al. (2017); la máxima densidad seca se incrementa en 62.14%, 55.42% y 51.63%, respecto al suelo natural de C1, C2 y C3, tal como argumenta Mantilla (2019), así mismo, el CBR del suelo al 95% y al 100% presenta un incremento, para la calicata 1, incrementa en 173.81% y 177.78% del suelo natural, para la calicata 2, incrementa en 161.22% y 165.38% del suelo natural, y para la calicata 3, alcanza un incremento de 146.15% y 150% del suelo natural, respectivamente, al adicionar 10% de desechos de roca triturada, siendo este incremento similar al de investigaciones como, Etim et al. (2021), Dar y Bhalla (2020), entre otros, pero menor a Delgado y León (2019), quienes utilizaron grava triturada, y no desechos de roca triturada, logrando un incremento de CBR de 4.70% a 19.40%, y Panduri y Rao (2021), quienes logran que el suelo con 10% de desechos de roca triturada tenga un CBR de 21.4%, no obstante lo combinan también, con cascarilla de arroz. La expansión del suelo de la subrasante, disminuye en 46.02%, 51.73% y 58.05% para las calicatas C1, C2 y C3.

Además, Birhane (2020), realizó la comparación de costes entre el suelo estabilizado y material seleccionado, llegando a la conclusión de que, el suelo expansivo con desechos de roca triturada y ceniza de carbón es mejor que la sustitución por material seleccionado, lo que difiere con la investigación, donde a mayor porcentaje de adición de residuos de roca triturada, mayor costo de estabilización, determinado que para los porcentajes de 0%, 2%, 4%, 6% y 10%

de DRT, el costo unitario de estabilización por m³, es S/. 14.818, S/. 17.378, S/. 19.857, S/. 22.291, y S/. 26.381, respectivamente, por lo que el costo incrementa en 17.27%, 34.01%, 50.43% y 78.03% respecto a la estabilización de la subrasante por compactación, pero es menor al costo de estabilización con cal al 5% de S/. 71.006. Si bien el costo de estabilización se incrementa, también aumenta la capacidad mecánica, el CBR del suelo se incrementa, de 4.50%, 5.2%, y 5.8%, para el suelo natural de las calicatas C1, C2, y C3, a 12.50%, 13.8% y 14.5%, respectivamente.

Tabla 41

Características del suelo de la subrasante con 10% de desechos de roca triturada

Características	C1	C2	C3
LL (%)	38.3	36.4	35.5
LP (%)	29.1	27.1	28.4
IP (%)	9.2	9.3	7.1
DMS (gr/cm ³)	1.936	1.994	1.994
OCH (%)	8.52	7.5	6.57
CBR al 100% MDS	12.5	13.8	14.5
CBR al 95% MDS	11.5	12.8	12.8
Expansión (%)	4.95	4.87	4.01

Con 10% DRT se logra un menor IP, menor OCH, menor expansión, mayor DMS, y mayor CBR al 95% y 100% de la MDS, tal como, Amulya et al. (2021), Salehi et al. (2022), y Mantilla (2019), también validan al 10% de desechos de roca triturada, como, dosificación que alcanza mejores estándares de calidad, no obstante, Etim et al. (2021), determinaron como porcentaje óptimo a 8% de roca de cantera, y Singh et al. (2021), determinaron que con 9% de desechos de roca triturada, aumentan el CBR de 4.8% a 7.2%, siendo el mayor aumentó alcanzado por dichos autores; estos porcentajes son similares al 10%, por lo que la diferencia

se debería a factores tipológicos del suelo, y sus condiciones naturales propias de cada lugar, no obstante, existen otros estudios, que, sugieren mayores porcentajes de adición como, Sialer (2021), quien, sugiere un 30% de adición de piedra yesera, como estabilizante, pero alcanza CBR de 9.68%, valor que es superado por el CBR del suelo con 10% DRT, así mismo, Tamiru y Ponnurangam (2019), determinaron como porcentaje óptimo de adición a 30% de polvo de mármol, para un suelo A-7-5, sin embargo, su incremento también fue menor al del presente estudio, debido a que alcanzaron un aumento de 1.61% a 5.35%; Castro (2020), determinó como porcentaje óptimo de adición a 50% de roca de la mina San Pedro, y Dar y Bhalla (2020), estimaron como porcentaje óptimo de adición a 50% de desechos de roca triturada, llegando a tener un incremento mayor del CBR, pero estos autores, utilizaron además fibras de yute, lo que, evidencia, el motivo de sus mayores resultados. Con 10% de residuos de roca triturada caliza se logra CBR's de 12.5%, 13.8%, 14.5% para las calicatas C1, C2 y C3, pero, según Li et al. (2022) el uso de arenisca cuarzosa en la estabilización de subrasantes de carreteras trae mayores beneficios que, el uso de rocas simplemente calizas. Siendo así las muestras con 0%, 3%, 5% y 7% de areniscas y cemento, alcanzan CBR's de 8.50%, 19.80%, 25.40% y 28.10%, respectivamente en estado húmedo, y en estado seco alcanzan, 39.60%, 41.50% y 43.40% al 3%, 5% y 7%, respectivamente, por tanto, es más favorable el uso de roca arenisca cuarzosa que, el uso de la roca estudiada, no obstante, se destaca la incidencia positiva, aunque, técnicamente no logra gran beneficio como otras técnicas de estabilización (otro tipo de rocas), así mismo, Hicham y Abdel-Ali (2022) destacan a la arenisca cuarzosa como una solución prometedora y viable que, permite su reutilización en rellenos y subrasantes viales, además Velasco y

Tocancipa (2015) también, destacaron el uso de la roca arenisca cuarzosa en obras de pavimentación. Además, Delgado y León (2019), argumentan que, el mejoramiento o estabilización del suelo de la subrasante, no solo logra un aporte técnico, por el incremento del CBR, sino también económico, debido a que, el costo de construcción del pavimento, disminuirá, debido a que se requerirán menores espesores de las capas de rodamiento, así mismo, se reduce la probabilidad de que presenten rasgos, de falla, siendo así, se concluye que, la roca arenisca cuarzosa tiene mayores aplicaciones en la industria de la construcción viaria.

5.3. Contrastación de hipótesis

El análisis estadístico, permite aceptar o rechazar la hipótesis nula (H_0), o alternativa (H_1), cuando p es menor a 0.05, nivel de significancia, para un nivel de confianza del 95%, se acepta H_1 , y se rechaza H_0 , caso contrario se acepta H_0 . Se ha realizado en el software Minitab 19. Las hipótesis generales de análisis fueron:

- H_0 : El uso de desechos de roca triturada no influye en las propiedades físico mecánicas del suelo de la subrasante deteriorada por deformación, caso de estudio carretera Chota – Shitacucho.
- H_1 : El uso de desechos de roca triturada influye en las propiedades físico mecánicas del suelo de la subrasante deteriorada por deformación, caso de estudio carretera Chota – Shitacucho.

a. Suelo natural

Se realizó la prueba T-student, en Minitab 19, utilizando los datos de la Tabla 41, para aceptar o rechazar H1 o Ho, determinando finalmente según la Tabla 42, que el valor p para el suelo de la calicata 1 y 2 era menor a 0.05, y que si bien la calicata 3, presentaba un valor p mayor que 0.05, en conjunto el suelo de las tres calicatas tiene un valor p de 0.003, por tanto, se acepta H1, y se ultima que, el suelo de la ruta Chota – Shitacucho, necesita ser estabilizada, según el MTC (2014), debido a que el CBR, es menor a 6%, llevando a que la subrasante sea categorizada como pobre e inadecuada.

- Ho: El suelo de la subrasante no necesita estabilización, tiene CBR mayor o igual a 6%.
- H1: El suelo de la subrasante necesita estabilización, tiene CBR menor a 6%.

Tabla 42

Datos de CBR del suelo, para análisis estadístico

	Calicatas		
	C1	C2	C3
CBR al 100% MDS	4.5	5.2	5.8
CBR al 95% MDS	4.2	4.9	5.2

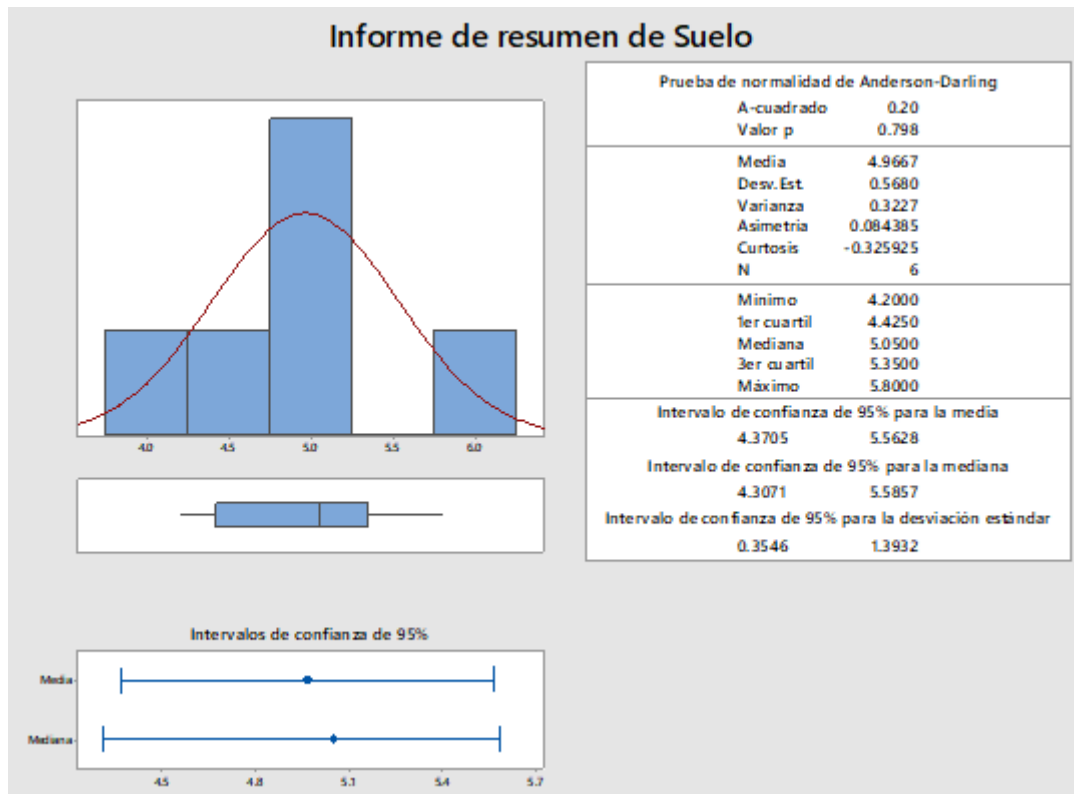
Tabla 43

Prueba T-Student, suelo natural

Calicata	Valor T	Valor p
C1	-11.00	0.029
C2	-6.33	0.050
C3	-1.67	0.172
Suelo (C1, C2 y C3)	-4.46	0.003

Figura 74

Estadísticas, para CBR del suelo natural



b. Propiedades físicas del suelo estabilizado con desechos de roca triturada

Se efectuó la prueba T-student, en Minitab 19, utilizando los datos de la Tabla 43, para aceptar o rechazar H1 o Ho, determinando finalmente según la Tabla 44, que el valor p es mayor a 0.05 para el suelo con 0%, 2%, 4% y 6% de desechos de roca triturada, solo para el suelo con 10% de desechos de roca triturada, se tiene un valor p menor a 0.05, por tanto, se concluye que, la añadidura de 10% de desechos de roca triturada mejora los rasgos físicos del suelo, tiene IP menor o igual a 9%.

- Ho: La adición de desechos de roca triturada no mejora los rasgos físicos del suelo de la subrasante, tiene IP mayor a 9%.

- H1: La adición de desechos de roca triturada mejora los rasgos físicos del suelo de la subrasante, tiene IP menor o igual a 9%.

Tabla 44

Datos de IP del suelo mejorado con DRT, para análisis estadístico

	Calicata	Porcentaje de desechos de roca triturada (%)				
		0	2	4	6	10
IP (%)	C1	26.8	24.7	20.1	14.1	9.2
	C2	26.9	23.3	20.2	19.1	9.3
	C3	25.1	24.1	20.2	16.7	7.1

Tabla 45

Prueba T-Student, IPP del suelo con DRT

Porcentaje de desechos de roca triturada	Valor T	Valor p
0%	29.56	0.999
2%	37.07	1.000
4%	335.00	1.000
6%	5.29	0.983
10%	-0.65	0.029

Figura 75

Variación del IP según adición de DRT

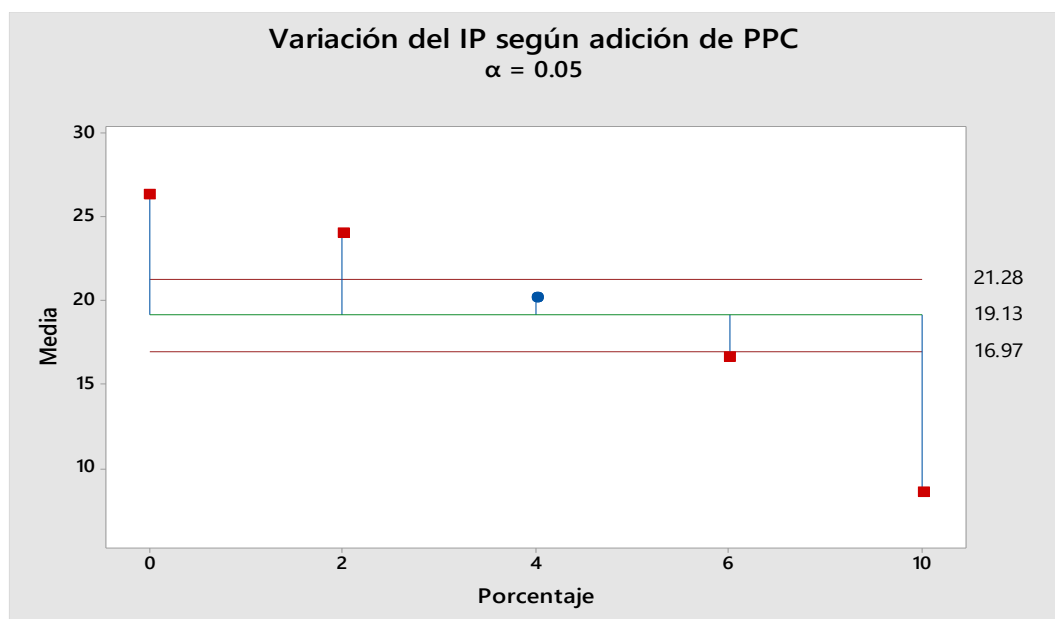
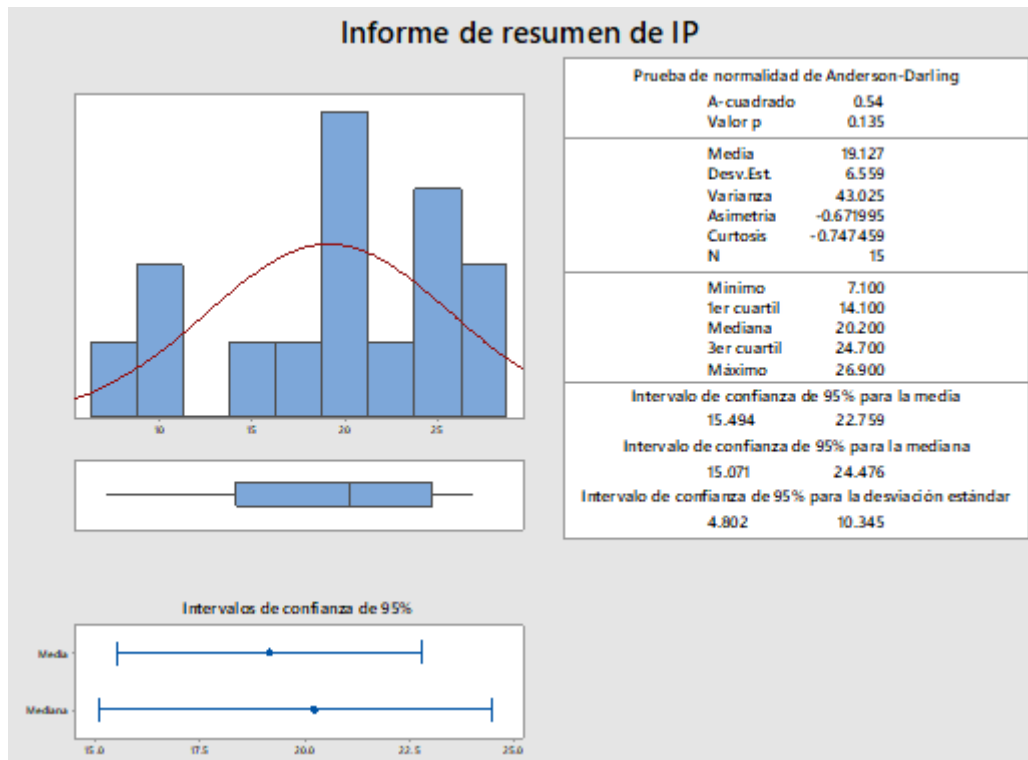


Figura 76

Estadísticas, del IP para suelo con DRT



c. Propiedades mecánicas del suelo estabilizado con desechos de roca triturada

Se realizó la prueba T-student, en el programa Minitab 19, utilizando los datos de la Tabla 45, para aceptar o rechazar H1 o Ho, determinando finalmente según la Tabla 46, que el valor p para el suelo con 0% y 2% es mayor a 0.05, pero para el suelo con 4%, 6% y 10% es menor a 0.05, por lo que se concluye que, la adición de 4%, 6% y 10% de desechos de roca triturada aumenta las características mecánicas del suelo de la subrasante, alcanzando CBR mayor a 6%.

- Ho: La adición de desechos de roca triturada no aumenta en los rasgos mecánicos del suelo de la subrasante, tiene CBR menor o igual a 6%.
- H1: La adición de desechos de roca triturada aumenta en los rasgos mecánicos del suelo de la subrasante, tiene CBR mayor a 6%.

Tabla 46

Datos de CBR del suelo mejorado con DRT, para análisis estadístico

		Calicata	Porcentaje de desechos de roca triturada (%)				
			0	2	4	6	10
CBR 95% MDS (%)	C1	4.2	4.9	6.1	7.7	11.5	
	C2	4.9	5.3	7.5	8.7	12.8	
	C3	5.2	5	7.2	8.8	12.8	
CBR 100% MDS (%)	C1	4.5	5.5	6.7	8.7	12.5	
	C2	5.2	5.8	8	9.7	13.8	
	C3	5.8	5.5	7.8	9.9	14.5	

Tabla 47

Prueba T-Student, CBR del suelo con DRT

Porcentaje de desechos de roca triturada	Valor T	Valor p
0%	-4.46	0.997
2%	-4.82	0.998
4%	4.17	0.004
6%	8.97	0.000
10%	16.36	0.000

Figura 77

Variación del CBR, según adición de DRT

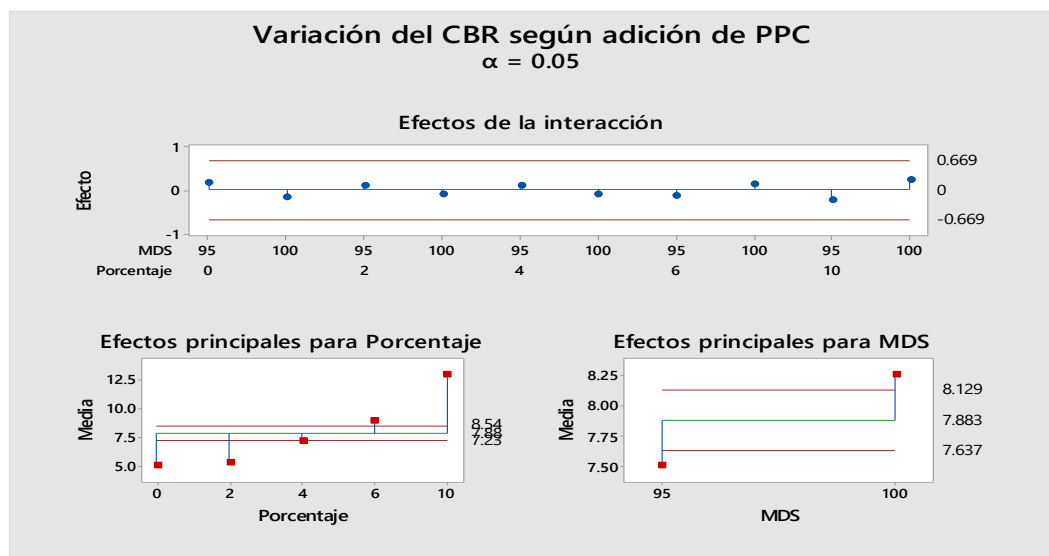
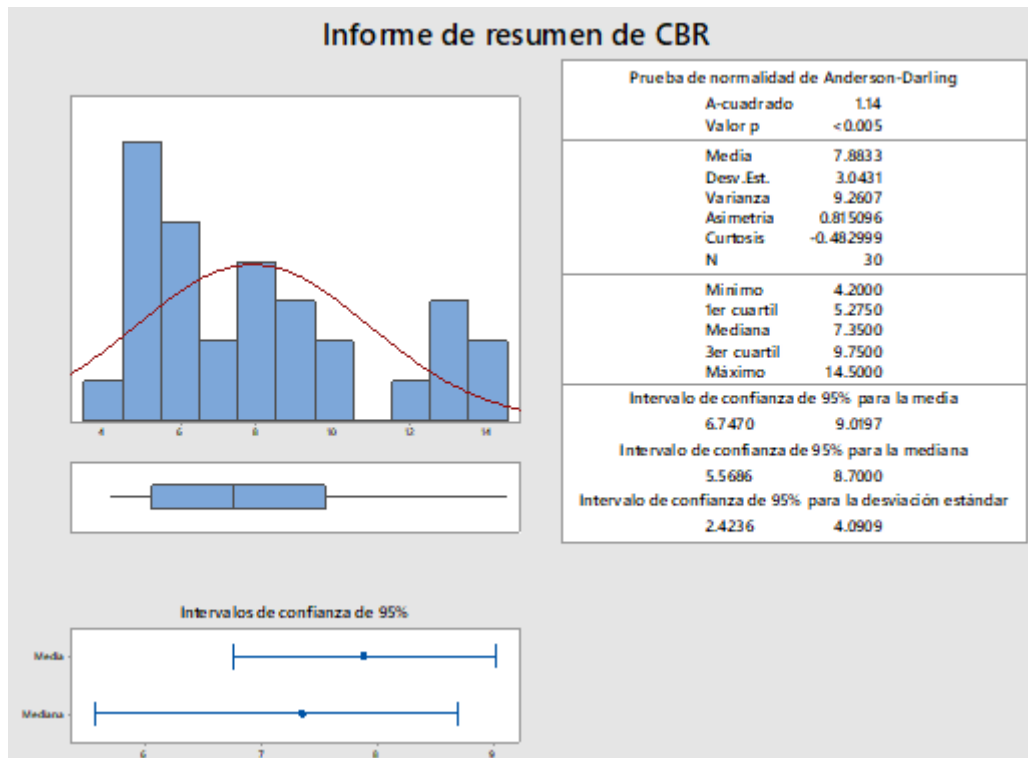


Figura 78

Estadísticas del CBR del suelo con DRT



d. Subrasante buena

Se efectuó la prueba T-student, en Minitab 19, utilizando los datos de la Tabla 43, para aceptar o rechazar H1 o Ho, determinando finalmente según la Tabla 45, que el valor p para el suelo con 0%, 2%, 4% y 6% es mayor a 0.05, pero para el suelo con 10% es menor a 0.05, por lo que se concluye que, con la adición de 10% de desechos de roca triturada, la subrasante, se califica como buena según el MTC (2014), alcanzando CBR mayor a 10%.

- Ho: Con la adición de desechos de roca triturada la subrasante no se califica como buena según el MTC (2014), CBR menor a 10%.
- H1: Con la adición de desechos de roca triturada la subrasante se califica como buena según el MTC (2014), CBR mayor a 10%.

Tabla 48*Prueba T-Student, CBR del suelo con DRT*

Porcentaje de desechos de roca triturada	Valor T	Valor p
0%	-21.70	1.000
2%	-33.76	1.000
4%	-9.55	1.000
6%	-3.33	0.990
10%	6.99	0.000

e. Comparación con la arenisca cuarzosa

Se realizó la prueba T-student de dos muestras, en el programa Minitab 19, utilizando los datos del estudio de Li et al. (2022), para aceptar o rechazar H1 o Ho, determinando finalmente según la Tabla 48, que el valor p es menor a 0.05, por tanto, la roca arenisca cuarzosa logra mejores características mecánicas (CBR) que, la roca estudiada en la presente investigación.

- Ho: La adición de roca caliza logra mayores CBR que, la adición de arenisca cuarzosa en el suelo.
- H1: La adición de roca caliza no logra mayores CBR que, la adición de arenisca cuarzosa en el suelo.

Tabla 49*Prueba T-Student, CBR del suelo con Roca caliza y Arenisca Cuarzosa*

Valor T	Valor p
-5.70	0.000

f. Hipótesis general

Se acepta, H1, el uso de desechos de roca triturada incide en las propiedades físico mecánicas del suelo de la subrasante deteriorada por deformación, para el caso de estudio carretera Chota – Shitacucho, logrando menor índice de plasticidad, y mayor capacidad de soporte, con un porcentaje de 10% DRT.

CAPÍTULO VI.

PROPUESTA

6.1. Formulación de la propuesta para la solución del problema

Como aporte a la investigación se ha considerado una propuesta de intervención para el mantenimiento periódico en el tramo de interés de la carretera Chota – Shitacucho, para ello, se ha realizado el conteo vehicular del domingo 9 al sábado 15 de octubre del 2022, determinando como IMDA de 174 veh/diarios, siendo el ESSAL 143,951.79 número de repeticiones EE, datos con los que, se ha estimado el espesor del afirmado utilizando el programa del ing. Gonzalo Ruiz Vergara. Se ha calculado el espesor del afirmado para el suelo de la subrasante sin mejoramiento con desechos de roca triturada, y para la subrasante estabilizada con 10% de desechos de roca triturada, siendo igual a 347.89 mm (35 cm) y 181.17 mm (18.5 cm) respectivamente, así mismo, para su implementación, el único cambio sustancial entre uno u otro método es el material, por tanto, considerando el cálculo económico del mismo, estabilizar el suelo con residuos de roca caliza triturada es más barato, que solo compactar el suelo natural, debido al menor espesor de la capa de pavimento, siendo así, el costo de mejoramiento de la subrasante con 0% y 10% de desechos de roca triturada, compactando, es S/. 93,355.45 y S/. 158,296.734, lo que, representa un incremento en el costo en todo el tramo de 3 km de 69.56% del costo sin estabilización, lo que, representa S/. 64,941.285, por tanto, se recomienda verificar la estabilización del suelo con roca triturada arenisca cuarzosa en Chota, debido a que, existen referentes internacionales que, sugieren un mayor incremento en el porcentaje de ahorro de la construcción, y mejores características mecánicas.

Tabla 50

Características para el diseño de afirmado

Característica	Calicata C1	Calicata C2	Calicata C3	Costo (S/.)
Suelo sin DRT	4.5	5.20	5.8	14.818
Suelo con 10% DRT	12.5	13.8	14.5	14.378

Figura 79

Diseño del afirmado

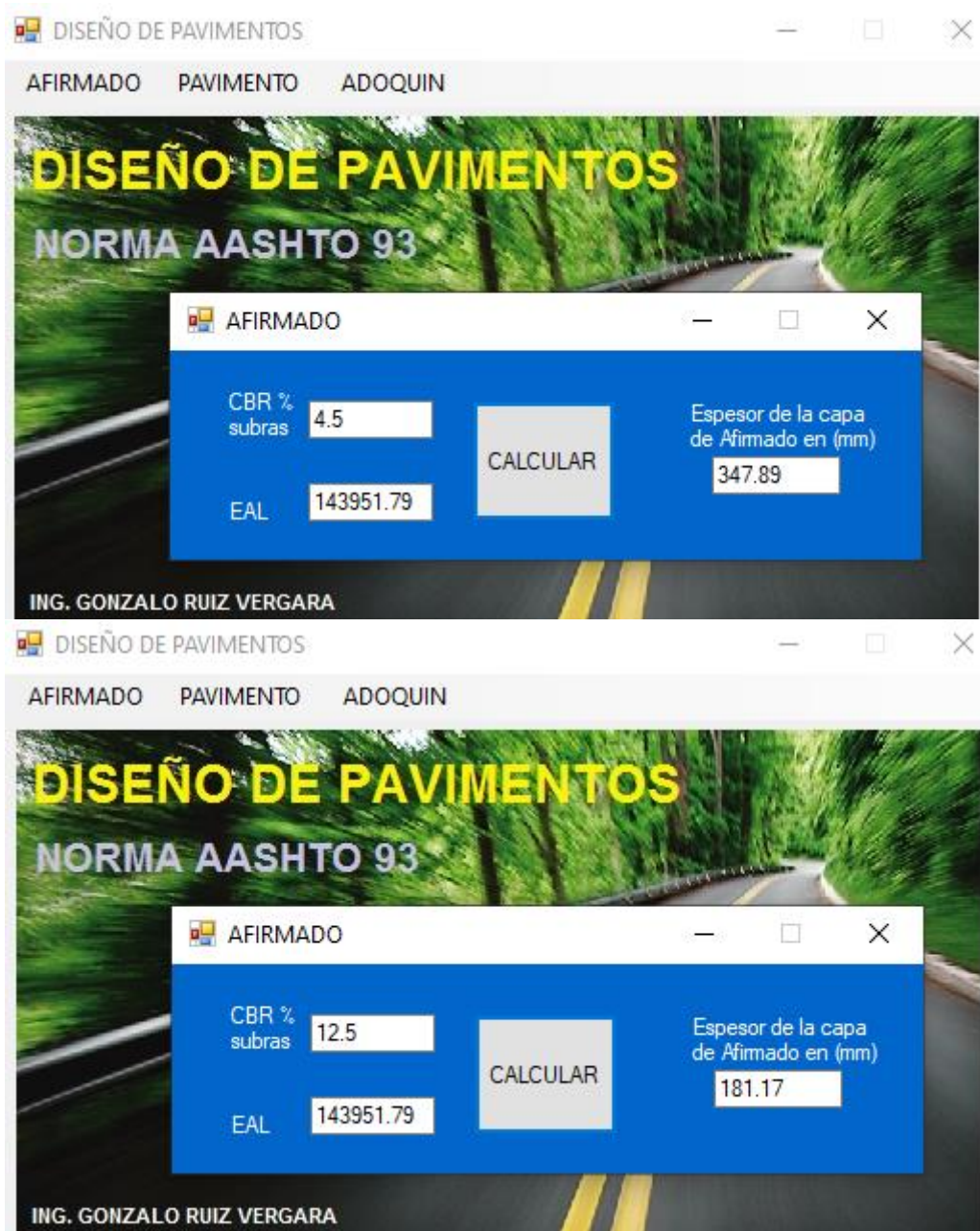


Tabla 51*Costo de Mejoramiento del Tramo*

Criterio	Espesor (m)	Largo (m)	Ancho (m)	Volumen (m3)	Costo unitario por m3 (S/.)	Costo Total (S/.)
Sin DRT	0.35	3000	6	6300	14.818	93355.45
Con 10% DRT	0.185	3000	6	3330	26.381	87848.09
Con cal 5%	0.185	3000	6	3330	71.006	236449.40
Con cemento 10%	0.185	3000	6	3330	98.407	327693.85

CONCLUSIONES

Al evaluar el uso de desechos de roca triturada en las propiedades del suelo de la subrasante deteriorada por deformación, caso de estudio ruta Chota – Shitacucho, se llegaron a las conclusiones:

1. El suelo de las tres (3) calicatas, excavadas en la carretera Chota – Shitacucho, del Km 6+000 al Km 9+200, tiene alto porcentaje de humedad, con valores de 72.2%, 40.38% y 36.5%, no tienen partículas de grava, tienen bajos porcentajes de arena, 22%, 19.50% y 23.10%, y altos porcentajes de partículas finas (pasan tamiz N° 200), 78%, 80.5% y 76.9%, con límite líquido de 55.1%, 56.4% y 54.3%, e índice de plasticidad de 26.8%, 26.90% y 25.1%, para las calicatas C1, C2 y C3, respectivamente, clasificándose según SUCS como arcillas de alta plasticidad, y según AASHTO dentro del grupo A-7-6. El suelo de la subrasante, tiene CBR al 95% de MDS, y al 100% de MDS, menor a 6%, rango mínimo para considerar a una subrasante como pobre e ineficiente, según el MTC (2014), por lo que, requiere estabilización previa a su uso como capa de rodadura; las calicatas C1, C2 y C3 alcanzan índices CBR al 95% de 4.20%, 4.90% y 5.20%, y al 100% MDS de 4.50%, 5.20% y 5.80%, respectivamente, con porcentajes de expansión, de 9% a 10%.
2. Las propiedades físico mecánicas del suelo mejoran al adicionar desechos de roca triturada como capa granular al 2, 4, 6 y 10% en peso del suelo seco en la carretera Chota – Shitacucho. Al estabilizar el suelo con desechos de roca triturada, se logra reducir la plasticidad (IP) y el óptimo contenido de humedad (OCH), además se aumenta la máxima densidad seca (MDS) y la capacidad de soporte del suelo (CBR). El porcentaje más adecuado de adición de desechos de roca triturada, como estabilizante del suelo de la subrasante, en el presente estudio es 10% DRT, debido a que tiene mejores características físico mecánicas. Al adicionar 10% de desechos de

roca triturada, el IP del suelo de la calicata 1, 2 y 3, disminuye en 65.67%, 65.43%, y 71.71% respecto al suelo natural; el OCH, disminuye en 43.35%, 65.83% y 66.31%, respecto al suelo natural; la máxima densidad seca se incrementa en 62.14%, 55.42% y 51.63%, respecto al suelo natural; así mismo, el CBR del suelo al 95% y al 100% aumenta, para la calicata 1, incrementa en 173.81% y 177.78% del suelo natural, para la calicata 2, incrementa en 161.22% y 165.38% del suelo natural, y para la calicata 3, alcanza un incremento de 146.15% y 150% del suelo natural, respectivamente.

3. Según la comparación técnica y económica la estabilización del suelo con desechos de roca caliza triturada en la carretera Chota – Shitacucho es inferior que, al estabilizar el suelo con roca arenisca cuarzosa. A pesar de que, al estabilizar el suelo con 10% de desechos de roca triturada el costo es menor que, al estabilizar con cal o cemento, para los porcentajes de 0%, 2%, 4%, 6% y 10%, el costo unitario de estabilización por m³, es S/. 14.818, S/. 48.09, S/. 48.04, S/. 48.04, y S/. 47.54, respectivamente, por lo que, el costo disminuye al incrementar el porcentaje de residuos de roca triturada, pero aumenta en comparación de la estabilización solamente con compactación, no obstante, también se incrementa el CBR del suelo, de 4.50%, 5.2%, y 5.8%, para el suelo natural de las calicatas C1, C2, y C3, a 12.50%, 13.8% y 14.5%, respectivamente, calificando a la subrasante como buena según el MTC (2014).

RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS

- Se propone a la Municipalidad Provincial de Chota realizar los procesos de mantenimiento periódico, que garanticen la transitabilidad de la vía, más aún en época de lluvia, que es donde la ruta presenta mayores rasgos de deterioro.
- Se sugiere a las entidades gubernamentales, y entes encargados del mantenimiento de carreteras, utilicen la metodología MTC (2018), para determinar la condición de transitabilidad de las vías no pavimentadas, y el nivel de intervención que estas requieran, a partir de la inspección física y visual del deterioro de la calzada.
- Se aconseja a las chancadoras de piedra de la provincia de Chota, no desechar el material fino que, pasa el tamiz N° 100, por ser considerado desecho, sino establecer convenios con entidades gubernamentales, para que este material sea utilizado en otros fines. Considerando que, se ha comprobado que, la arenisca cuarzosa logra mejores resultados mecánicos en la estabilización de carreteras que, los desechos de roca obtenidos de la cantera Pingobamba El Toril. Siendo así, se espera que, en futuras investigaciones analicen la roca arenisca cuarzosa como material de mejoramiento de la subrasante de carreteras del distrito de Chota.
- Se espera se realicen futuras investigaciones, tomando como base el presente estudio, siendo así, se pueden probar porcentajes más altos de desechos de roca triturada, debido a que, el CBR se sigue incrementando mientras mayor es el porcentaje de adición, formando una línea continua, y no una curva de donde se obtenga un óptimo técnico. Así mismo, se pueden realizar nuevos estudios de estabilización, con otros aditivos, como escombros de concreto, ladrillo, mortero, vidrio, entre otros, con la finalidad de lograr la sustentabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceros Arequipa. (2020). *Construye Seguro: Manual para proyectos*. Aceros Arequipa. <https://www.acerosarequipa.com/manuales/pdf/manual-de-construccion-para-propietarios.pdf>
- Alburquerque, K.A., y Flores, Y.M. (2021). *Estabilización de la subrasante incorporando piedra over y material de demolición de estructuras de concreto, Calle Amazonas, C.P Mallaritos, Sullana, 2021*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/66629>
- Álvarez, J. L. (2005). Caracterización de morteros para revestimiento con polvo de piedra. *Revista de la Construcción*, 4(2), 30-37. <https://www.redalyc.org/pdf/1276/127619745004.pdf>
- Amulya, G., Moghal, A. A. B., & Almajed, A. (2021). A State-of-the-Art Review on Suitability of Granite Dust as a Sustainable Additive for Geotechnical Applications. *Crystals*, 11(12), 1526. <https://doi.org/10.3390/cryst11121526>
- Argandoña, D. A., y Palomino, J. (2020). *Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del suelo obtenido de la APV. Kari Grande vía Rumi Wasi–San Sebastián utilizado a nivel de subrasante en la región Cusco, estabilizado con ceniza de cáscara de arroz y cal en porcentajes 7%-5%, 12%-5% y 15%-5%; respectivamente*. [Tesis de grado, Universidad Andina del Cusco]. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/3487>
- Avendaño, G.D., y Chipana, B.J. (2021). *Subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa – 2021*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/64871>
- Bañón, L. y Beviá, J.F. (2000). *Manual de carreteras. Volumen II: Construcción y mantenimiento*. Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A. <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/1787>
- Birhane, M. (2020). *Improvement Of Geotechnical Properties Of Expansive Soil Using Stone Dust And Coal Ash (The Case Of Olonkomi Town, Ambo Area)*. [Thesis presented of the requirement for the degree of Master's in Civil Engineering Specialization in Geotechnical Engineering, Adama Science and technology University]. <http://213.55.101.20:8080/xmlui/handle/123456789/1539>

- Brudas, M. (02 de 02 de 2012). Buenas Tareas. Obtenido de Areniscas: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Areniscas/3419513.html>
- Cabalar, A. F., Hassan, D. I., & Abdulnafa, M. D. (2017). Use of waste ceramic tiles for road pavement subgrade. *Road Materials and Pavement Design*, 18(4), 882-896. <https://doi.org/10.1080/14680629.2016.1194884>
- Calderón, H., Márquez, R., y Rennola, L. (2017). Estudio de las tecnologías para el tratamiento de los efluentes acuosos generados por una planta de producción de cemento. *Axioma – Revista científica de docencia, investigación y proyección social*, 13(17), 54-68. <https://afly.co/7v27>
- Carbia, M.E., Bacigalupo, H. y Garriga, M. (2017). Determinación de un mix de combustibles para producción sustentable de cemento en la Patagonia Argentina. *Actas de Ingeniería, Desarrollo e Innovación en Ingeniería*, 406(3), 196-203. <https://afly.co/7v47>
- Carhuapoma, C.S.A., y Tito, J.B. (2021). *Propuesta de mejora del comportamiento mecánico de Pavimentos Flexibles mediante la aplicación de polvo de fibra de vidrio reciclado sobre subrasante arcillosa de baja plasticidad aplicada al tramo I de la carretera Rodríguez de Mendoza, Amazonas – Perú*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://doi.org/10.19083/tesis/656814>
- Castellanos, C.S. (2021). *Análisis de residuos de construcción y demolición pétreos como aditivo para el mejoramiento de vías terciarias en Piedecuesta, Santander*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Santo Tomas de Colombia]. <http://hdl.handle.net/11634/35622>
- Castro, D. M. (2020). *Mejoramientos de subrasantes con roca ignea basalto tomada de la mina San Pedro, Armero Guayabal*. [Tesis de grado, Universidad Piloto de Colombia]. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/7770>
- Castro, J. (2014). *Propiedades de la piedra*. Obtenido de Slideshare: <http://es.slideshare.net/jacsonchipanacastro/propiedades-de-la-piedra-38891790>
- Cheng, Y., & Huang, X. (2018). Effect of mineral additives on the behavior of an expansive soil for use in highway subgrade soils. *Applied Sciences*, 9(1), 1-14. <https://doi.org/10.3390/app9010030>
- Chinchay, D. (2018). *Influencia del aditivo Sika Dust Seal como agente estabilizador de suelos en la trocha carrozable tramo la Serma – Tambillo Jaén, Cajamarca*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Cajamarca].

- Crespo, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Limusa. <https://n9.cl/n25aj>
- Crisólogo, M.E. (2009). *Estudio de geología*. Gobierno Regional de Cajamarca.
- Cóndor, S. N., y Pariona, K. R. (2019). *Análisis comparativo de la resistencia a la flexión del concreto $f'c= 2010$ kg/cm², elaborado con piedra chancada y canto rodado en la ciudad de Huancavelica - 2018*. [Tesis de grado para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Huancavelica]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2778>
- Cuipal, B.K. (2018). *Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso con uso de polímero sintético en la carretera Chachapoyas – Huancas, Amazonas, 2018*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/25124>
- Dar, N.A., y Bhalla, G. (2020). Stabilization of soil using jute fiber and Stone dust. *International Journal of Scientific Development and Research (IJS DR)*, 5(8), 325-333. <https://ijsdr.org/papers/IJS DR2008042.pdf>
- Delgado, J.B., y León, A.C. (2019). *Mejoramiento de la subrasante mediante la mezcla de grava-arcilla para optimizar su capacidad portante en la calle Los Nogales, Piura-2019*. [Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/41352>
- Días, J.J. y Rodríguez, J.S. (2019). *Mejoramiento de la resistencia de un concreto FC 210 kg/cm², sustituyendo el 10% de arena gruesa por polvo de roca granito de la cantera de Talambo en la ciudad de Chepen – La Libertad*. [Tesis de grado, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/4632>
- Díaz, G.M. (2018). *Mejoramiento del CBR de un suelo arcilloso con cloruro de sodio*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Privada del Norte]. <http://hdl.handle.net/11537/14062>
- Duque, G. y Escobar, C. (2002). *Mecánica de suelos*. Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. <https://afly.co/ykp6>
- Etim, R. K., Ekpo, D. U., Attah, I. C., & Onyelowe, K. C. (2021). Effect of micro sized quarry dust particle on the compaction and strength properties of cement stabilized lateritic soil. *Cleaner Materials*, 2(2021), 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.clema.2021.100023>
- Fernández, H. W. (2017). *Efecto del aditivo terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca*.

- [Tesis para optar el grado académico de Maestro en Ciencias, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1140>
- Fernández, R. y Ticlla, T.N.R. (2020). Análisis de la condición de transitabilidad y nivel de intervención de las carreteras del distrito de Chota. *Revista Ciencia Nor@ndina*, 3(1), 24-29. <https://doi.org/10.37518/2663-6360X2020v3n1p24>
- Fustamante, N. (2021). *Evaluación de la capacidad de soporte del suelo adicionando polímeros reciclados (PET) en la sub rasante de la Calle Camino Real, progresiva Km 0+000 - Km 0+750, Chota*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <http://repositorio.unach.edu.pe/handle/UNACH/182>
- García, C.L. (2018). *Correlación de límites de contracción usando mercurio, carta de plasticidad y medición física de sus dimensiones en arcillas de alta plasticidad del distrito de Marcavelica provincia de Sullana-Departamento de Piura*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Piura].
- Gómez, Á., Mimiya, S., Carreño, D.A., y Rojas, M.A. (2015). Reconversión tecnológica en el sector productivo artesanal de hornos de ladrillo y cal para reducir la contaminación atmosférica en el valle de Sogamoso (Boyacá, Colombia). *Revista Virtual Pro*, 1(167), 1-17. <https://www.virtualpro.co/files-bv/20151201/20151201-027.pdf>
- Graterol, M. y Vásquez, H. (2013, 06 de marzo). *Roca Sedimentaria Arenisca. Cuarzosas*. Universidad de Malaga. <https://www.umadivulga.uma.es/banco-de-imagenes/roca-sedimentaria-arenisca-cuarzosas/>
- Guamán, J.P. 2015. *Diseño de un plan de manejo ambiental para la planta de producción de materiales pétreos, hormigón y asfalto la Josefina, Cantón Gualaceo, provincia del Azuay*. [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador]. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/3853>
- Gutiérrez, C. A. (2010). *Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (bischofita) frente al cloruro de calcio*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Ricardo Palma]. <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/urp/116>
- Gutiérrez, W. (2021). *Mecánica de suelos aplicada a vías de transporte*. Marcombo S.L. <https://n9.cl/wd4ma>
- Henderson, M. W. (2020). *Effects of Subgrade-Compaction Moisture Content on Performance of Asphalt Roads in Minnesota*. [Undergraduate Research

- Opportunity Program Final Report, Universidad de Minnesota Duluth].
<https://hdl.handle.net/11299/212346>
- Heidari, M. J., Najafi, A., & Alavi, S. (2018). Pavement deterioration modeling for forest roads based on logistic regression and artificial neural networks. *Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering*, 39(2), 271-287. <https://hrcak.srce.hr/204195>
- Hicham, C., & Abdel-Ali, C. (2022). On the use of weathered rocks in road pavements: An experimental study on Tazekka schists. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.07.352>
- Hubballi, R. M., Rahman, S. K., & Paul, A. (2021). Performance analysis of stone dust stabilized clayey soil from the Bilasipara region in North-Eastern India. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology*, 12(2), 422-429. <https://n9.cl/grbw5>
- Ibrahim, N. A., Rashid, A. S. A., Yunus, N. Z. M., Latifi, N., & Horpibulsuk, S. (2020). Sustainable use of stabilized flood mud as subgrade soil for low volume traffic roads. *Scientia Iranica*, 27(6), 2719-2726. Doi: 10.24200/SCI.2019.50523.1749
- Idrogo, D.Y. (2021). *Evaluación del nivel de intervención de vías afirmadas y su relación con el nivel de satisfacción de los usuarios, ruta Chota – Campamento*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <http://repositorio.unach.edu.pe/handle/UNACH/209>
- Ilori, A. O., & Anusa, A. A. (2020). Geotechnical Characterization of the Subgrade on Some Rural Roads in Cross River State, Nigeria and the Influence of Geology. *Journal of engineering research and reports*, 1(1), 27-39.
- Instituto Nacional de Calidad, INACAL. (2021, 15 de noviembre). *NTP 400.037. Agregados. Agregados para concreto. Especificaciones. 5a Ed.* INACAL.
- INACAL. (2021, 15 de noviembre). *Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo. 4a Ed.* INACAL.
- INACAL. (2020, 07 de diciembre). *NTP 400.018. Agregados. Determinación de materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 µm (No. 200) por lavado en agregados. Método de ensayo. 4a Ed.* INACAL
- INACAL. (2020, 26 de noviembre). *NTP 400.019. Agregados. Determinación de la resistencia al desgaste en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. Método de ensayo.* INACAL.

- INACAL. (2020, 26 de noviembre). *NTP 400.020. Agregados. Determinación de la resistencia al desgaste en agregados gruesos de tamaño grande por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. Método de ensayo*. INACAL.
- INACAL. (2020, 26 de noviembre). *NTP 400.022. Agregados. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo. 4a Ed.* INACAL.
- INACAL. (2019, 23 de octubre). *NTP 339.252. Suelos. Guía normalizada para muestreo de suelos de la zona vadosa (zona no saturada por encima del nivel freático). 1ª Ed.* INACAL.
- INACAL. (2019, 24 de octubre). *NTP 339.128. Suelos. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Ed.* INACAL.
- INACAL. (2019, 24 de octubre). *NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Ed.* INACAL.
- INACAL. (2019, 23 de octubre). *NTP 339.141. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada ($2\ 700\ \text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$ ($56\ 000\ \text{pie}\cdot\text{lbf}/\text{pie}^3$)). 1ª Ed.* INACAL.
- INACAL. (2019, 23 de octubre). *Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Ed.* INACAL.
- Jara, R. (2014). *Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso*. [Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/686>
- Jacinto, M.P. (2021). *Mejoramiento mecánico de suelos blandos en la sub rasante, utilizando residuos de bivalvos de La Bahía de Sechura. 2020*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Piura]. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2932>
- Li, J., Qian, J., & He, C. (2022). Experimental analysis of cement-treated red sandstone coarse-grained soil and its microstructural evolution. *Case Studies in Construction Materials*, 17, e01535. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01535>
- Llanos, L. G. (2020). *Factores que más influyen en el deterioro de las carreteras no pavimentadas (afirmadas) de Cajamarca – Santa Barbara, Cajamarca – Tres Molinos, Cajamarca – Cumbe Mayo, Cajamarca 2017*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. <http://hdl.handle.net/11537/23558>

- Maldonado, Y. (2021, 25 de octubre). *Piedras para la construcción y sus usos*. Recursos Naturales. <https://geologiaweb.com/recursos-naturales/tipos-piedras-construccion/#Arenisca>
- Mantilla, J.A. (2019). *Mejoramiento con granalla mineral en subrasante de suelos arcillosos en la carretera Tocache – Juanjui, Km: 39+010*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/45950>
- Mejía, M. A., y Herrera, Y. G. (2016). *Clasificación de la fracción fina de materiales provenientes del río Guayuriba en la ciudad de Villavicencio, Meta, a partir de su valor de azul de metileno y su relación con la clasificación por el sistema unificado y Sistema AASHTO*. [Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia]. <https://n9.cl/ocu7y>
- Mendoza, H.M. (2021). *Caracterización de los tipos de estabilización de suelos utilizados para el mejoramiento de las propiedades físicas en subrasantes, Cajamarca 2020*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/29475>
- Meza, G.E. (2016). *Perforaciones en campo: Alternativa para disminuir la expansión de suelos*. [Tesis para obtener el grado de Maestría en Ciencias en Construcción, Universidad Autónoma de Querétaro]. <http://ri.uaq.mx/handle/123456789/7389>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, MTC. (2018a). *Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial R.D.N° 08-2014-MTC/14 Incorporación parte IV R.D.N° 05-2016-MTC/14*. MTC.
- MTC. (2018b). *Estadísticas, Infraestructura, Infraestructura vial, Red vial existente y proyectada del sistema nacional de carreteras por jerarquía, según departamento: 2018*. <https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/transportes.html>
- MTC. (2018c, 12 de enero). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Resolución directoral N° 02-2018-MTC/14*. MTC. http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_4032.pdf
- MTC. (2016). *Manual de ensayos de materiales*. MTC.
- MTC. (2014). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos/ Sección: Suelos y Pavimentos*. MTC.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, MVCS. (2021). *Norma E.070. Reglamento Nacional de Edificaciones*. MVCS. <https://n9.cl/tozja>
- Mina, R. (2021). *Influencia de la arenisca cuarzosa triturada utilizado como reemplazo del agregado grueso para determinar la resistencia a la compresión del concreto*

- $F'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima, 2019. [Tesis de pregrado en Ingeniería Civil, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/28675>
- Montoro, N. (2012). *Piedra Chancada*. Scrib. <https://n9.cl/nmlp7>
- Morales, D. M. (2017). *Influencia del tamaño máximo nominal de 1/2" y 1" del agregado grueso del río Amojú en el esfuerzo a la compresión del concreto para $F'c= 250 \text{ kg/cm}^2$* . [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1099>
- Muhd, N.I., Abdul, A.G, Zuhayr, G., & Muawia, D. (2020). A study on the effect of flooding depths and duration on soil subgrade performance and stability. *GEOMATE Journal*, 19(71), 182-187. DOI: <https://doi.org/10.21660/2020.71.9336>
- Municipalidad Provincial de Chota, MPCH. (2018). *Plan de desarrollo urbano PDU Chota 2017 – 2027*. MPCH.
- Oviedo, FK, y Cárdenas, JA (2021). *Evaluación del comportamiento mecánico de un sustrato mejorado con rajón de concreto reciclado, mediante una modelación a escala física y numérica, caso de estudio vías Samarkanda, Funza Cundinamarca*. [Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Civil, Universidad de La Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/913
- Paucar, L. E. (2011). *Determinación de la ecuación de correlación entre los ensayos CBR de laboratorio y PDC in situ para los tipos de suelos de la subrasante de la vía Riobamba-Alausí*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/495>
- Peche, E. R. (2013). *Evaluación de espesores de mejoramiento del suelo de la subrasante en la carretera Lima - Canta*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/463>
- Piedra Natural. (26 de 08 de 2014). Piedra Arenisca. Obtenido de Arenisca para la construcción : <http://www.piedranatural.com/piedra-arenisca/>
- Ponduri, S., & Rao, M. R. (2018). Cost benefit analysis of flexible and rigid pavements of rural roads using rice husk ash and stone dust as additives. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4), 6252-6265. <https://n9.cl/3ecvu>
- Portllo, G. (2022). *Arenisca*. MeteorologíaenRed. <https://www.meteorologiaenred.com/arenisca.html>
- Quispe, J.P. (2020). *Estabilización de subrasante mediante uso de residuos de construcción y demolición - Jirón Amazonas Distrito de Chilca*. [Tesis de grado,

- Reinoso, M.J. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de ladrillos tradicionales y ladrillos elaborados a base de lodos de la planta de tratamiento de agua potable de la red Casigana, como sustituto parcial de la arcilla*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato].
- Sanchez, D. Y. J. (2018). *Evaluación de la condición superficial de la carretera no pavimentada El Milagro–El Zapote mediante dos técnicas unsurfaced road maintenance management y conservación vial, Provincia de Utcubamba, 2018*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de San Martín]. <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1629>
- Sadiq, M. B., Shah, S. H. A., Khan, A., & Ahmed, A. (2020). Assessment Subgrade Soils through California Bearing Ratio (CBR) on Gilgit-Skardu Road (Pakistan): Techniques for Improvement of Subgrade Soil Properties. *i-Manager's Journal on Civil Engineering*, 10(2), 1. DOI:10.26634/jce.10.2.16619
- Salehi, M., Bayat, M., Saadat, M., & Nasri, M. (2022). Prediction of unconfined compressive strength and California bearing capacity of cement-or lime-pozzolan-stabilised soil admixed with crushed stone waste. *Geomechanics and Geoengineering*, 1-12. <https://doi.org/10.1080/17486025.2022.2040606>
- Sialer, R.W. (2021). *Estabilización de subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/66208>
- Singh, J., Singh, B., & Singla, S. (2021). Enhancement of Expensive Soil by Addition of Stone Dust and LDPE Fibre. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 9(1), 910-916. <https://n9.cl/i4yx8>
- Tamiru, G., & Ponnurangam, P. (2019). Effect of marble dust for stabilization of expansive soil. *CIKITUSI Journal for Multidisciplinary Research*, 6(1), 46-56. <https://n9.cl/vmirp>
- Tamiru, G., y Ponnurangam, P. (2018). Effects of Subgrade and Sub-Base Material Quality for the Deterioration of Flexible Pavement A Case Study. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*, 2(6), 835-845. <https://www.ijtsrd.com/papers/ijtsrd18635.pdf>

- Toledo, A. J. (2014). *Propuesta para el aprovechamiento de la vinaza en el mejoramiento de las propiedades físicas y mecanismos de suelos friccionantes utilizados en subrasantes en carreteras*. [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/748>
- Urdanivia, H. (2019). *Relación entre el tipo de suelo (SUCS y AASHTO) y el asentamiento de suelos para determinar asentamientos diferenciales en cimientos de concreto armado*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2072>
- Uriarte, L., y Cieza, E. (2021). Evaluación de concreto elaborado con agregados de canteras de río y de cerro de los Andes del norte de Perú. *Revista Ciencia Nor@ndina*, 4(2), 4-13. 10.37518/2663-6360X2021v4n2p4
- Ulate-Castillo, A. (2017). Estabilización de suelos y materiales granulares en caminos de bajo volumen de tránsito, empleando productos no tradicionales. *Boletín técnico PITRA-LanammeUCR, Universidad de Costa Rica*, 8(2), 1-13. <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/908>
- Velasco, J.C., y Tocancipa, V. (2015). *Arenisca artesanal para pavimentos articulados: caso de estudio, Av. Jiménez Bogota D.C. – Colombia*. [Trabajo de grado para optar el título de ingeniero civil, Universidad Piloto de Colombia]. <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00002401.pdf>
- Villanueva, A. T. (2020). *Estudio de mecánica de suelos y diseño de pavimento de la plaza de armas y calles adyacentes del distrito de San Rafael-provincia de Bellavista-región San Martín*. [Tesis de grado, Universidad Nacional San Martín]. <http://hdl.handle.net/11458/3780>

ANEXOS

Anexo A. Matriz metodológica

Tesis: Evaluación de la incorporación de polvo de piedra chancada en la subrasante deteriorada por deformación, carretera Chota – Shitacucho

Tesista: Fany Yudith Ruiz Burga

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Metodología
¿Cómo el uso de desechos de roca caliza triturada puede influir en las propiedades físico mecánicas (CBR) del suelo de la subrasante deteriorada por deformación, caso de estudio: carretera Chota – Shitacucho?	Objetivo general Evaluar el uso de desechos de roca caliza triturada en las propiedades físico mecánicas del suelo de la subrasante deteriorada por deformación, caso de estudio ruta Chota – Shitacucho.	H1: El uso de roca triturada influye en las propiedades físico mecánicas del suelo de la subrasante deteriorada por deformación, caso de estudio carretera Chota – Shitacucho.	VI	Proporción	Enfoque: Mixto
	Objetivos específicos <ul style="list-style-type: none"> – Determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo natural de la subrasante deteriorada por deformación, carretera Chota – Shitacucho. – Determinar las propiedades físico mecánicas del suelo de la subrasante deteriorada por deformación, adicionando desechos de roca triturada como capa granular al 2, 4, 6 y 10% en peso del suelo seco, carretera Chota – Shitacucho. – Comparar técnica y económicamente la estabilización del suelo con desechos de roca caliza triturada en la carretera Chota – Shitacucho. 		VD	Deterioro en la superficie de rodadura	Tipo de investigación: Aplicado
			Subrasante deteriorada por deformación	Suelo natural Suelo estabilizado con desechos de roca caliza triturada	Diseño: Descriptivo Causal simple
				Población: Carretera Chota – Shitacucho	Muestra: Tramo del Km 6+000 al Km 9+200 de la carretera Chota – Shitacucho.

Anexo B. Panel fotográfico

Fotografía 1. Levantamiento topográfico de la carretera Chota – Shitacucho



Fotografía 2. Colocación de Puntos Fijos



Fotografía 3. Medición de fallas, con Wincha



Fotografía 4. Medición de fallas con regla graduada



Fotografía 5. Registro de las fallas



Fotografía 6. Falla por baches



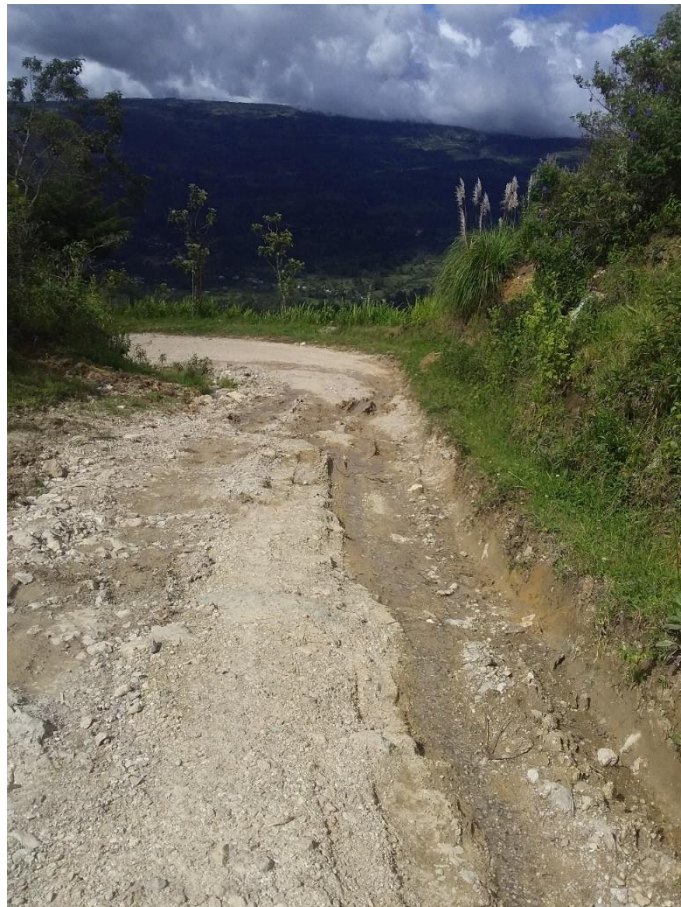
Fotografía 7. Falla por deformación en la ruta



Fotografía 8. Falla por lodazal y cruce de agua



Fotografía 9. Tramos más incidentes por deformación



Fotografía 10. Excavación de calicatas



Fotografía 11. Calicatas

Calicata 1



Calicata 2



Calicata 3



Fotografía 12. Cantera Chororco



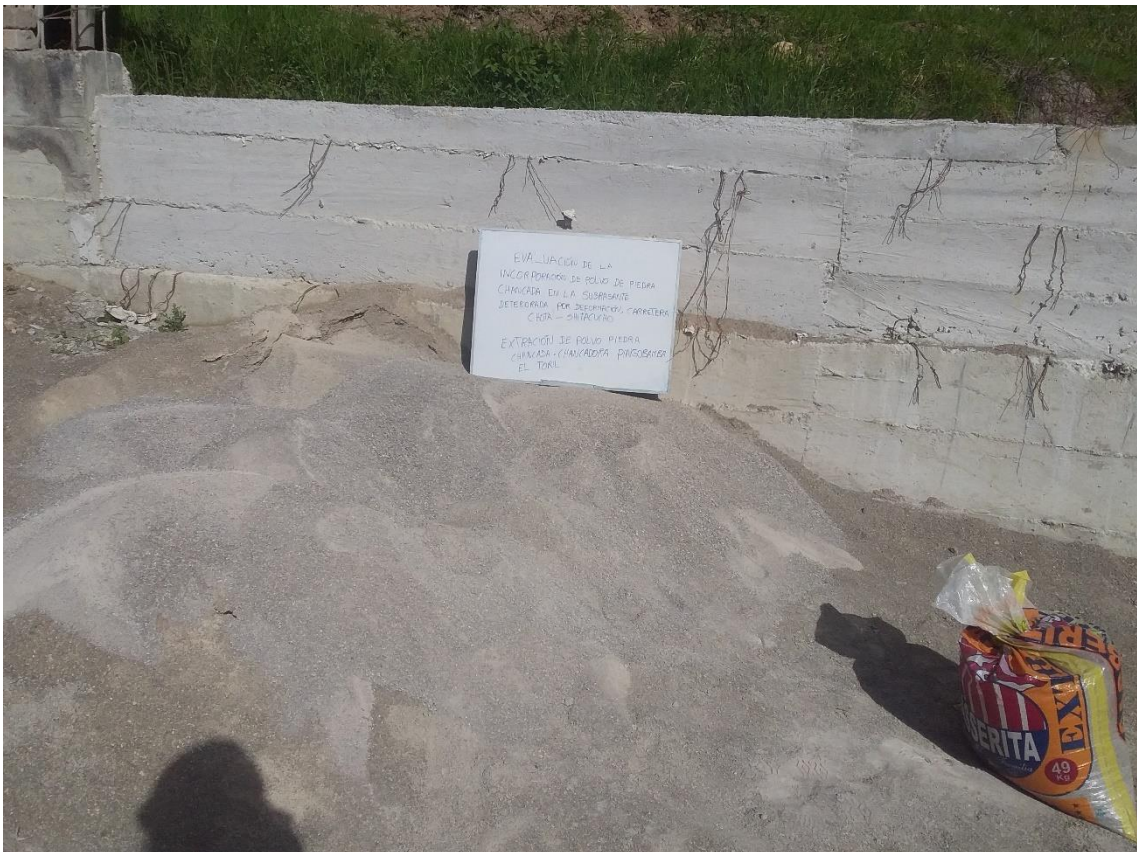
Fotografía 13. Identificación del tipo de roca



Fotografía 14. Recolección de desechos de roca triturada



Fotografía 15. Desechos de roca triturada



Fotografía 16. Secado de Muestras



Fotografía 17. Lavado para ensayo granulométrico



Fotografía 18. Proctor Modificado



Fotografía 19. Ensayo de CBR



Fotografía 20. Conteo vehicular de tránsito pesado

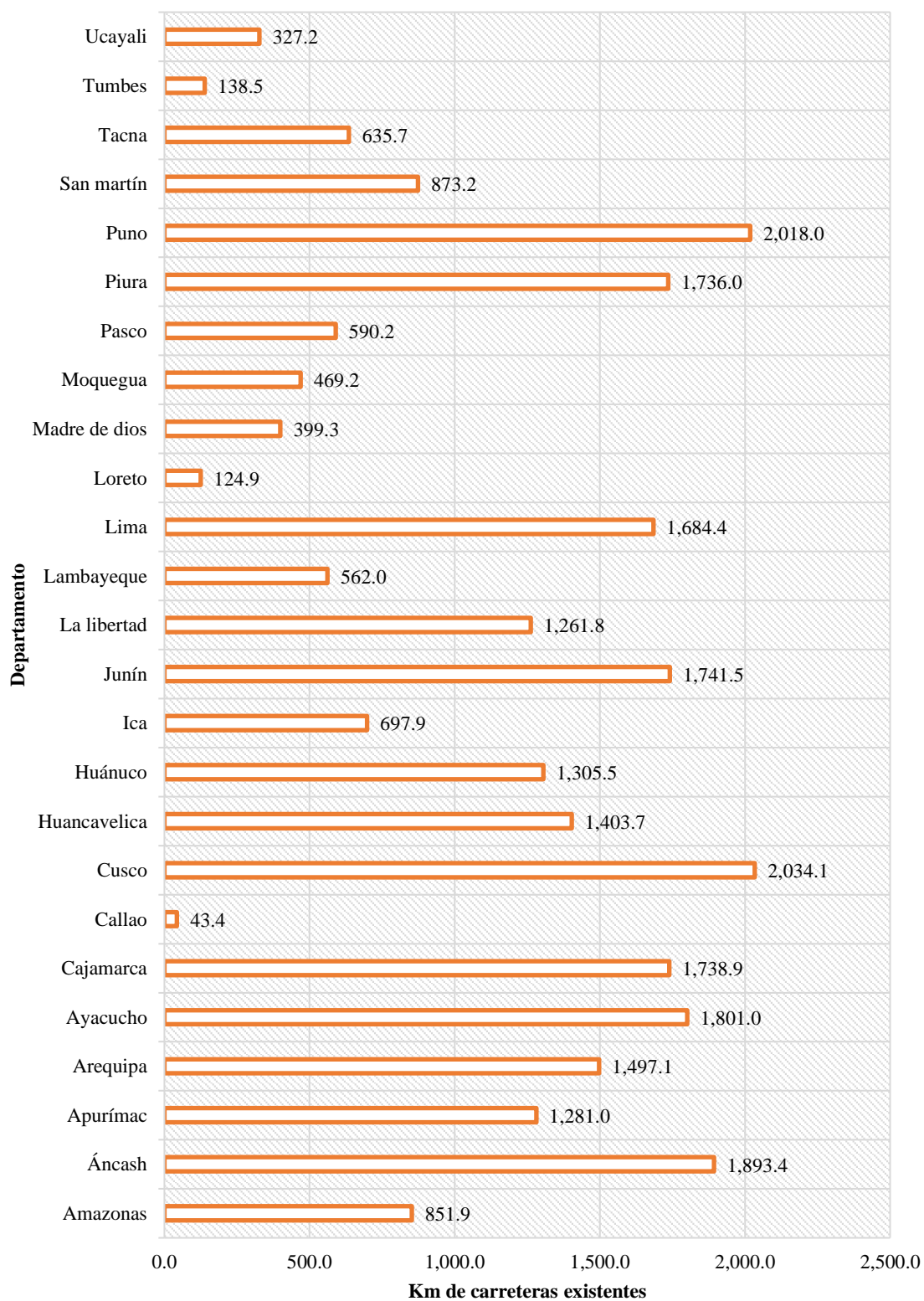


Fotografía 21. Conteo vehicular de tránsito liviano



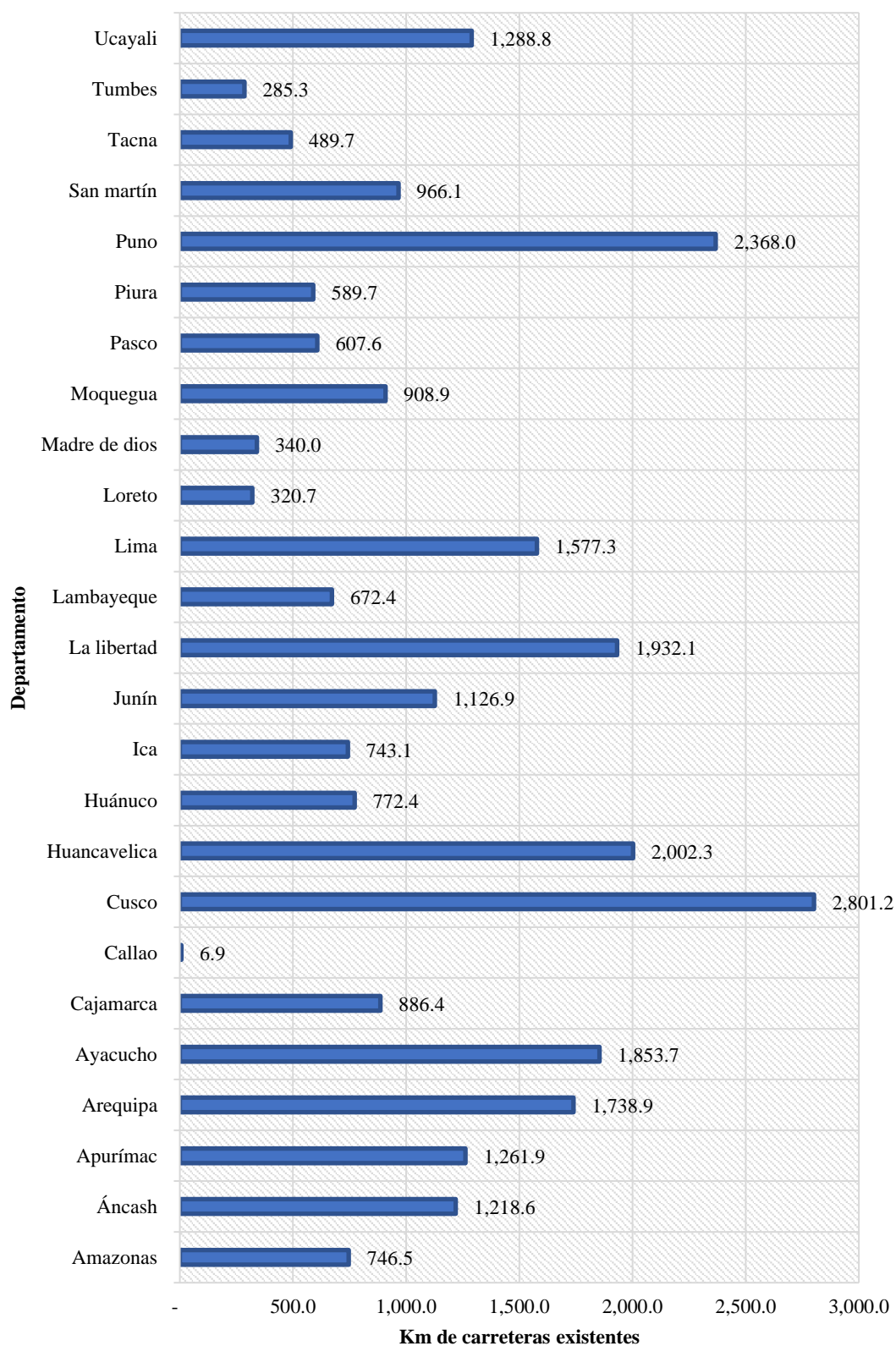
Anexo C. Información vial (MTC, 2018)

Red Vial Nacional (km) al 31/12/2018



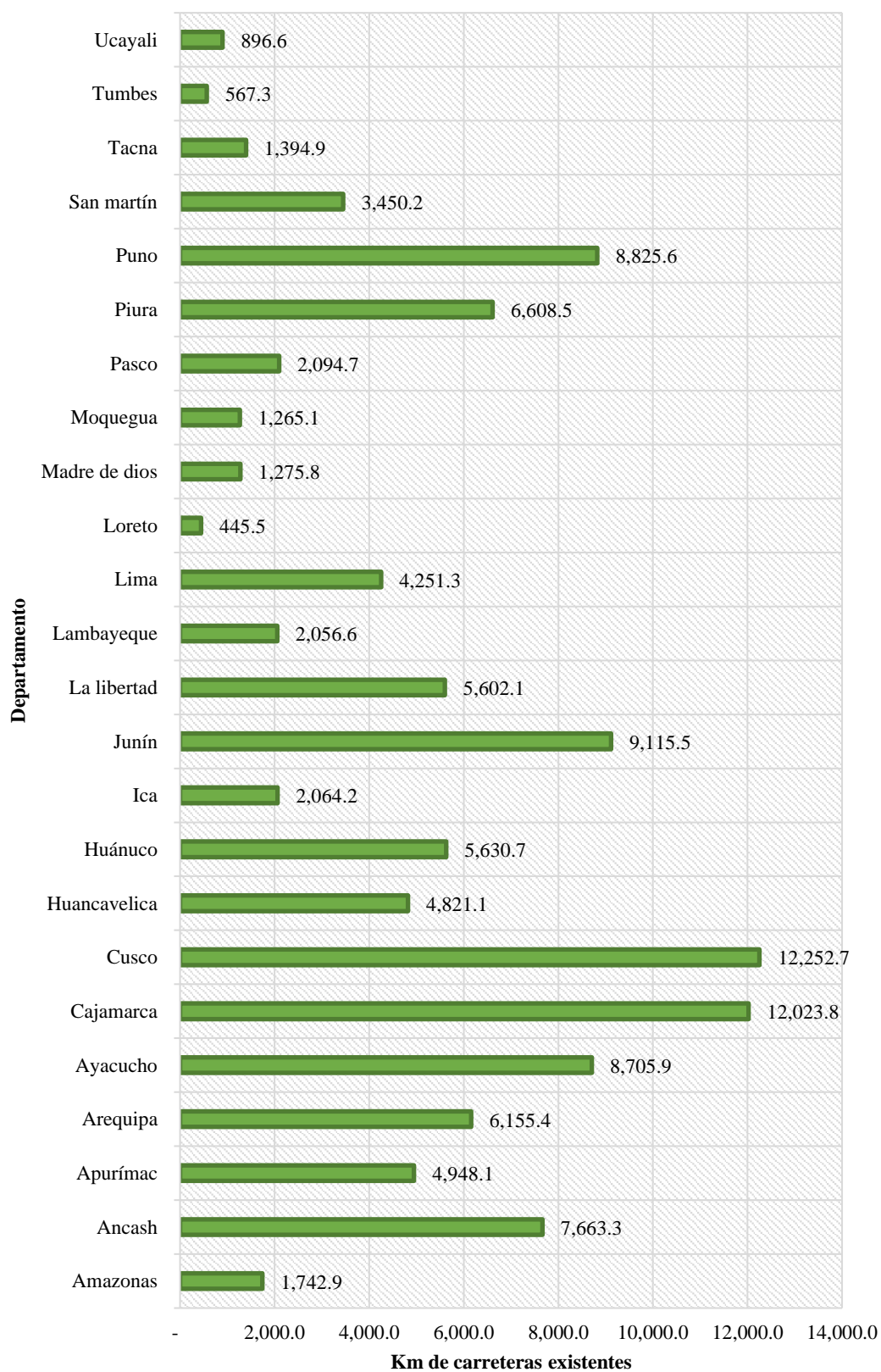
Nota: (MTC, 2018b).

Red Vial Departamental (km) al 31/12/2018



Nota: (MTC, 2018b).

Red Vial Vecinal (km) al 31/12/2018



Nota: (MTC, 2018b).

Anexo D. Cuestionario sobre la carretera Chota – Shitacucho

Se realizó una única pregunta a 100 transeúntes y transportistas, que pasaban por la carretera Chota – Shitacucho, tomando como punto de intersección, al puente cementerio. La pregunta fue:

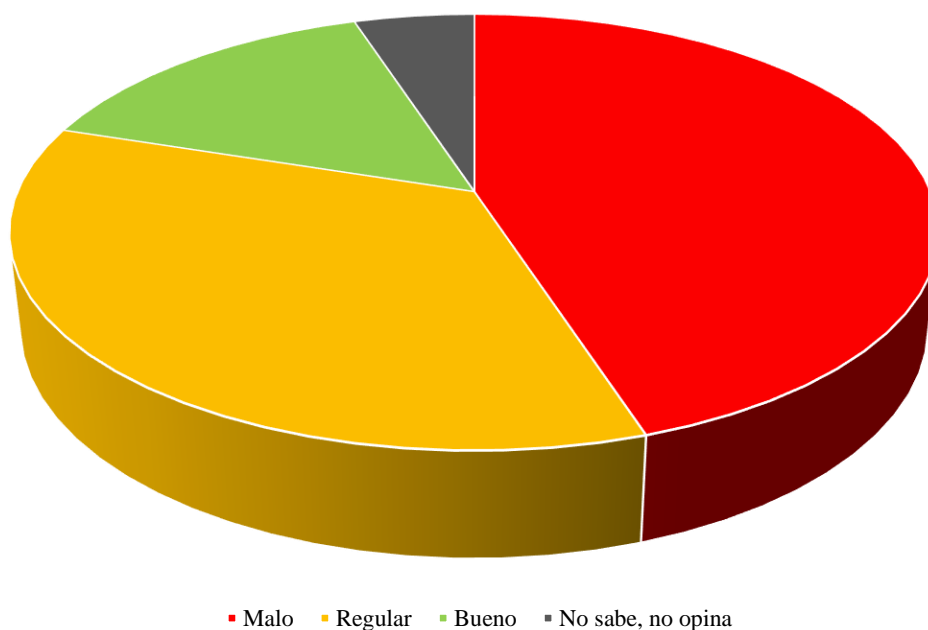
¿En qué estado considera que la carretera Chota - Sitacucho?

a) Malo	b) Regular	c) Bueno	d) No sabe, no opina
---------	------------	----------	----------------------

De dicha pregunta se obtuvieron las siguientes respuestas:

Criterio	N° de personas	%
Malo	45	45.00
Regular	35	35.00
Bueno	15	15.00
No sabe, no opina	5	5.00
Total	100	100.00

Estado de la carretera Chota - Shitacucho, según transportistas y transeúntes






Anexo E. Análisis del deterioro de la carretera



I. ITINERARIO DE LA CARRETERA CHOTA - SHITACUCHO


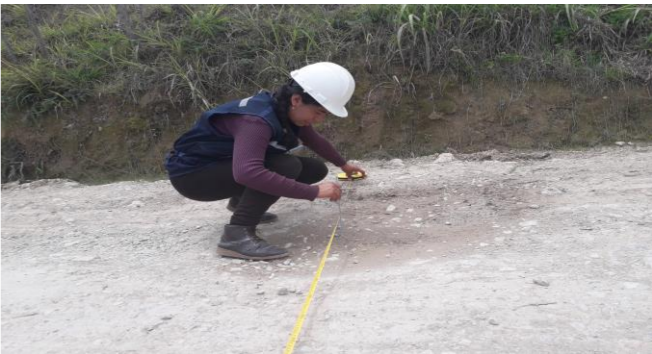

LEYENDA	Tipo de Superficie	Concreto	ASfaltado	AFirmado	Sin Afimar	Trocha
	Est. Transitabilidad	Bueno: B	Regular: R	Malo: M		
	Obras Arte y Drenaje	Puentes	Pontones	Badenes	Alcantarillas	Cunetas
	Centros Poblados (CP)	Centros Poblados que definen la Trayectoria de la Ruta				
	Señalización	S. Preventivas		S. Informativas		

Progresiva		Tipo de Superf.	Estado de Transit.	Ancho de la Plataf.	Coordenadas UTM				Obras de arte y drenaje	C.P.	Fotos N°
Del Km	Al Km				Norte (WGS84)	Este (WGS84)	HUSO	Altitud (msnm)			
0+000.00	0+500.00	AF	R	7.00	9273247	759521	17M	2300	puente	cabracanCHA	
0+500.00	1+000.00	AF	R	6.50	9273057	759167	17M	2338	puente		
1+000.00	1+500.00	AF	R	6.50	9272890	758723	17M	2331		Iraca	



I. ITINERARIO DE LA CARRETERA CHOTA - SHITACUCHO




LEYENDA	Tipo de Superficie	Concreto	ASfaltado	AFirmado	Sin Afimar	Trocha
	Est. Transitabilidad	Bueno: B	Regular: R	Malo: M		
	Obras Arte y Drenaje	Puentes	Pontones	Badenes	Alcantarillas	Cunetas
	Centros Poblados (CP)	Centros Poblados que definen la Trayectoria de la Ruta				
	Señalización	S. Preventivas		S. Informativas		

1+500.00	2+000.00	AF	R	6.60	9272774	758471	17M	2392	alcantarillas	
2+000.00	2+500.00	AF	R	6.60	9272763	758275	17M	2418		
2+500.00	3+000.00	AF	R	6.70	9272721	757825	17M	2440	cruse a llangoden	



I. ITINERARIO DE LA CARRETERA CHOTA - SHITACUCHO





LEYENDA	Tipo de Superficie	Concreto	ASfaltado	AFirmado	Sin Afimar	Trocha
	Est. Transitabilidad	Bueno: B	Regular: R	Malo: M		
	Obras Arte y Drenaje	Puentes	Pontones	Badenes	Alcantarillas	Cunetas
	Centros Poblados (CP)	Centros Poblados que definen la Trayectoria de la Ruta				
	Señalización	S. Preventivas		S. Informativas		

3+000.00	3+500.00	AF	R	6.60	9272439	757922	17M	2498	alcantarrilla		
3+500.00	4+000.00	AF	R	6.60	9272238	757878	17M	2541			
4+000.00	4+500.00	AF	R	5.00	9271796	757743	17M	2558		tijeras	



I. ITINERARIO DE LA CARRETERA CHOTA - SHITACUCHO

LEYENDA	Tipo de Superficie	Concreto	ASfaltado	AFirmado	Sin Afimar	Trocha
	Est. Transitabilidad	Bueno: B	Regular: R	Malo: M		
	Obras Arte y Drenaje	Puentes	Pontones	Badenes	Alcantarillas	Cunetas
	Centros Poblados (CP)	Centros Poblados que definen la Trayectoria de la Ruta				
	Señalización	S. Preventivas		S. Informativas		

4+500.00	5+000.00	AF	R	5.00	9271401	757522	17M	2595			
5+000.00	5+500.00	AF	R	5.10	9271102	757458	17M	2663			
5+500.00	6+000.00	AF	R	5.10	9270861	757444	17M	2720	ponton alcantarrilla		
6+000.00	6+500.00	AF	R	5.10	9270752	757587	17M	2737	alcantarrillas	cabracancho alto	



I. ITINERARIO DE LA CARRETERA CHOTA - SHITACUCHO



LEYENDA	Tipo de Superficie	Concreto	ASfaltado	AFirmado	Sin Afimar	Trocha
	Est. Transitabilidad	Bueno: B	Regular: R	Malo: M		
	Obras Arte y Drenaje	Puentes	Pontones	Badenes	Alcantarillas	Cunetas
	Centros Poblados (CP)	Centros Poblados que definen la Trayectoria de la Ruta				
	Señalización	S. Preventivas		S. Informativas		

6+500.00	7+000.00	AF	R	5.00	9270537	757729	17M	2802	alcantarillas		
7+000.00	7+500.00	AF	R	5.00	9270204	757851	17M	2870			
7+500.00	8+000.00	AF	R	5.10	9270151	757421	17M	2912			



I. ITINERARIO DE LA CARRETERA CHOTA - SHITACUCHO

LEYENDA	Tipo de Superficie	Concreto	ASfaltado	AFirmado	Sin Afirmar	Trocha
	Est. Transitabilidad	Bueno: B	Regular: R	Malo: M		
	Obras Arte y Drenaje	Puentes	Pontones	Badenes	Alcantarillas	Cunetas
	Centros Poblados (CP)	Centros Poblados que definen la Trayectoria de la Ruta				
	Señalización	S. Preventivas		S. Informativas		

8+000.00	8+500.00	AF	R	5.10	9270033	757141	17M	2916			
8+500.00	9+000.00	AF	R	5.10	9269830	757076	17M	2975		Shitacucho	



FORMATO METODOLOGÍA MTC

Daños en la superficie de rodadura

LEYENDA				
Tipo de Daño	1. Deformación	2. Erosión	3. Baches ó Huecos	
	4. Encalaminado	5. Lodazal	6. Cruce de Agua	
Gravedad	0. Sin Deterioro	1. Leve	2. Moderada	3. Severa

i. Datos generales

Evaluador:	Fany Yudith Ruiz Burga	Fecha:	1-Mar
Carretera:	Chota-Shitacucho	Ruta:	1
Km de inicio:	0.000	Km de fin:	0.500
Ancho de sección:	7.00	Longitud (m):	500

ii. Densidad de los daños

Daños en pavimento		Sección evaluada		Dimensiones		
Tipo de daño	Nivel de gravedad	Long. evaluada	Ancho de plataf.	Long. de deterioro	Ancho de det.	Área o # de deterioro
1. Deformación	1	500.00	7.00	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	7.00	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	7.00	0.00	0.00	0.00
2. Erosión	1	500.00	7.00	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	7.00	50.00	3.00	150.00
	3	5000.00	7.00	30.00	2.00	60.00
3. Baches	1	500.00	7.00	0.00	0.00	10
	2	500.00	7.00	0.00	0.00	15
	3	500.00	7.00	0.00	0.00	20
4. Encalaminado	1	500.00	7.00	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	7.00	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	7.00	0.00	0.00	0.00
5. Lodazal	1	500.00	7.00	20.00	4.00	80.00
6. Cruce de agua	1	250.00	7.00	0.00	0.00	0.00



FORMATO METODOLOGÍA MTC

Daños en la superficie de rodadura

LEYENDA				
Tipo de Daño	1. Deformación	2. Erosión	3. Baches ó Huecos	
	4. Encalaminado	5. Lodazal	6. Cruce de Agua	
Gravedad	0. Sin Deterioro	1. Leve	2. Moderada	3. Severa

i. Datos generales

Evaluador:	Fany Yudith Ruiz Burga	Fecha:	3-Mar
Carretera:	Chota - Shitacucho	Ruta:	1
Km de inicio:	0.500	Km de fin:	1.000
Ancho de sección:	6.50	Longitud (m):	500

ii. Densidad de los daños

Daños en pavimento		Sección evaluada		Dimensiones		
Tipo de daño	Nivel de gravedad	Long. evaluada	Ancho de plataf.	Long. de deterioro	Ancho de det.	Área o # de deterioro
1. Deformación	1	500.00	6.50	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	6.50	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	6.50	0.00	0.00	0.00
2. Erosión	1	500.00	6.50	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	6.50	200.00	2.00	400.00
	3	500.00	6.50	100.00	3.00	300.00
3. Baches	1	500.00	6.50	0.00	0.00	10
	2	500.00	6.50	0.00	0.00	20
	3	500.00	6.50	0.00	0.00	30
4. Encalaminado	1	500.00	6.50	30.00	5.00	150.00
	2	500.00	6.50	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	6.50	0.00	0.00	0.00
5. Lodazal	1	500.00	6.50	0.00	6.50	0.00
6. Cruce de agua	1	250.00	6.50	0.00	0.00	0.00



FORMATO METODOLOGÍA MTC

Daños en la superficie de rodadura

LEYENDA				
Tipo de Daño	1. Deformación	2. Erosión	3. Baches ó Huecos	
	4. Encalaminado	5. Lodazal	6. Cruce de Agua	
Gravedad	0. Sin Deterioro	1. Leve	2. Moderada	3. Severa

i. Datos generales

Evaluador:	Fany yudith Ruiz Burga	Fecha:	6-Mar
Carretera:	Chota - Shitacucho	Ruta:	1
Km de inicio:	1.000	Km de fin:	1.500
Ancho de sección:	6.50	Longitud (m):	500

ii. Densidad de los daños

Daños en pavimento		Sección evaluada		Dimensiones		
Tipo de daño	Nivel de gravedad	Long. evaluada	Ancho de plataf.	Long. de deterioro	Ancho de det.	Área o # de deterioro
1. Deformación	1	500.00	6.50	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	6.50	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	6.50	0.00	0.00	0.00
2. Erosión	1	500.00	6.50	30.00	5.00	150.00
	2	500.00	6.50	200.00	4.00	800.00
	3	500.00	6.50	50.00	2.00	100.00
3. Baches	1	500.00	6.50	0.00	0.00	0
	2	500.00	6.50	0.00	0.00	15
	3	500.00	6.50	0.00	0.00	8
4. Encalaminado	1	500.00	6.50	50.00	4.00	200.00
	2	500.00	6.50	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	6.50	0.00	0.00	0.00
5. Lodazal	1	500.00	6.50	0.00	0.00	0.00
6. Cruce de agua	1	500.00	6.50	0.00	0.00	0.00



FORMATO METODOLOGÍA MTC

Daños en la superficie de rodadura

LEYENDA				
Tipo de Daño	1. Deformación	2. Erosión	3. Baches ó Huecos	
	4. Encalaminado	5. Lodazal	6. Cruce de Agua	
Gravedad	0. Sin Deterioro	1. Leve	2. Moderada	3. Severa

i. Datos generales

Evaluador:	Fany Yudith Ruiz Burga	Fecha:	9-Mar
Carretera:	Chota - Shitacucho	Ruta:	1
Km de inicio:	1.500	Km de fin:	2.000
Ancho de sección:	6.60	Longitud (m):	500

ii. Densidad de los daños

Daños en pavimento		Sección evaluada		Dimensiones		
Tipo de daño	Nivel de gravedad	Long. evaluada	Ancho de plataf.	Long. de deterioro	Ancho de det.	Área o # de deterioro
1. Deformación	1	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
2. Erosión	1	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	6.60	200.00	3.00	600.00
	3	500.00	6.60	100.00	3.00	300.00
3. Baches	1	500.00	6.60	0.00	0.00	5
	2	500.00	6.60	0.00	0.00	10
	3	500.00	6.60	0.00	0.00	8
4. Encalaminado	1	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
5. Lodazal	1	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
6. Cruce de agua	1	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00



FORMATO METODOLOGÍA MTC

Daños en la superficie de rodadura

LEYENDA				
Tipo de Daño	1. Deformación	2. Erosión	3. Baches ó Huecos	
	4. Encalaminado	5. Lodazal	6. Cruce de Agua	
Gravedad	0. Sin Deterioro	1. Leve	2. Moderada	3. Severa

i. Datos generales

Evaluador:	Fany Yudith Ruiz Burga	Fecha:	12-Mar
Carretera:	Chota - Shitacucho	Ruta:	1
Km de inicio:	2.000	Km de fin:	2.500
Ancho de sección:	6.60	Longitud (m):	500

ii. Densidad de los daños

Daños en pavimento		Sección evaluada		Dimensiones		
Tipo de daño	Nivel de gravedad	Long. evaluada	Ancho de plataf.	Long. de deterioro	Ancho de det.	Área o # de deterioro
1. Deformación	1	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
2. Erosión	1	500.00	6.60	40.00	4.00	160.00
	2	500.00	6.60	50.00	5.00	250.00
	3	5000.00	6.60	0.00	0.00	0.00
3. Baches	1	500.00	6.60	0.00	0.00	0
	2	500.00	6.60	0.00	0.00	15
	3	500.00	6.60	0.00	0.00	10
4. Encalaminado	1	500.00	6.60	20.00	6.60	132.00
	2	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
5. Lodazal	1	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
6. Cruce de agua	1	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00



FORMATO METODOLOGÍA MTC

Daños en la superficie de rodadura

LEYENDA				
Tipo de Daño	1. Deformación	2. Erosión	3. Baches ó Huecos	
	4. Encalaminado	5. Lodazal	6. Cruce de Agua	
Gravedad	0. Sin Deterioro	1. Leve	2. Moderada	3. Severa

i. Datos generales

Evaluador:	Fany Yudith Ruiz Burga	Fecha:	15-,AR
Carretera:	Chota - Shitacucho	Ruta:	1
Km de inicio:	2.500	Km de fin:	3.000
Ancho de sección:	6.70	Longitud (m):	500

ii. Densidad de los daños

Daños en pavimento		Sección evaluada		Dimensiones		
Tipo de daño	Nivel de gravedad	Long. evaluada	Ancho de plataf.	Long. de deterioro	Ancho de det.	Área o # de deterioro
1. Deformación	1	500.00	6.70	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	6.70	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	6.70	0.00	0.00	0.00
2. Erosión	1	500.00	6.70	80.00	4.00	320.00
	2	500.00	6.70	100.00	6.00	600.00
	3	500.00	6.70	80.00	10.00	800.00
3. Baches	1	500.00	6.70	0.00	0.00	4
	2	500.00	6.70	0.00	0.00	10
	3	500.00	6.70	0.00	0.00	15
4. Encalaminado	1	500.00	6.70	50.00	6.70	335.00
	2	500.00	6.70	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	6.70	0.00	0.00	0.00
5. Lodazal	1	500.00	6.70	0.00	0.00	0.00
6. Cruce de agua	1	500.00	6.70	1.00	6.70	6.70



FORMATO METODOLOGÍA MTC

Daños en la superficie de rodadura

LEYENDA				
Tipo de Daño	1. Deformación	2. Erosión	3. Baches ó Huecos	
	4. Encalaminado	5. Lodazal	6. Cruce de Agua	
Gravedad	0. Sin Deterioro	1. Leve	2. Moderada	3. Severa

i. Datos generales

Evaluador:	Fany Yudith Ruiz Burga	Fecha:	18-Mar
Carretera:	Chota - Shitacucho	Ruta:	1
Km de inicio:	3.000	Km de fin:	3.500
Ancho de sección:	6.60	Longitud (m):	500

ii. Densidad de los daños

Daños en pavimento		Sección evaluada		Dimensiones		
Tipo de daño	Nivel de gravedad	Long. evaluada	Ancho de plataf.	Long. de deterioro	Ancho de det.	Área o # de deterioro
1. Deformación	1	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
2. Erosión	1	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	6.60	300.00	4.00	1200.00
	3	500.00	6.60	100.00	4.00	400.00
3. Baches	1	500.00	6.60	0.00	0.00	5
	2	500.00	6.60	0.00	0.00	10
	3	500.00	6.60	0.00	0.00	8
4. Encalaminado	1	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
5. Lodazal	1	500.00	6.60	10.00	4.00	40.00
6. Cruce de agua	1	500.00	6.60	0.50	6.60	3.30



FORMATO METODOLOGÍA MTC

Daños en la superficie de rodadura

LEYENDA				
Tipo de Daño	1. Deformación	2. Erosión	3. Baches ó Huecos	
	4. Encalaminado	5. Lodazal	6. Cruce de Agua	
Gravedad	0. Sin Deterioro	1. Leve	2. Moderada	3. Severa

i. Datos generales

Evaluador:	Fany Yudithy Ruiz Burga	Fecha:	21-Mar
Carretera:	Chota - Shitacucho	Ruta:	1
Km de inicio:	3.500	Km de fin:	4.000
Ancho de sección:	6.60	Longitud (m):	500

ii. Densidad de los daños

Daños en pavimento		Sección evaluada		Dimensiones		
Tipo de daño	Nivel de gravedad	Long. evaluada	Ancho de plataf.	Long. de deterioro	Ancho de det.	Área o # de deterioro
1. Deformación	1	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
2. Erosión	1	500.00	6.60	30.00	4.00	120.00
	2	500.00	6.60	200.00	3.00	600.00
	3	500.00	6.60	100.00	2.00	200.00
3. Baches	1	500.00	6.60	0.00	0.00	9
	2	500.00	6.60	0.00	0.00	8
	3	500.00	6.60	0.00	0.00	10
4. Encalaminado	1	500.00	6.60	40.00	5.00	200.00
	2	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
5. Lodazal	1	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00
6. Cruce de agua	1	500.00	6.60	0.00	0.00	0.00



FORMATO METODOLOGÍA MTC

Daños en la superficie de rodadura

LEYENDA				
Tipo de Daño	1. Deformación	2. Erosión	3. Baches ó Huecos	
	4. Encalaminado	5. Lodazal	6. Cruce de Agua	
Gravedad	0. Sin Deterioro	1. Leve	2. Moderada	3. Severa

i. Datos generales

Evaluador:	Fany Yudith Ruiz Burga	Fecha:	24-Mar
Carretera:	Chota- Shitacucho	Ruta:	1
Km de inicio:	4.000	Km de fin:	4.500
Ancho de sección:	5.00	Longitud (m):	500

ii. Densidad de los daños

Daños en pavimento		Sección evaluada		Dimensiones		
Tipo de daño	Nivel de gravedad	Long. evaluada	Ancho de plataf.	Long. de deterioro	Ancho de det.	Área o # de deterioro
1. Deformación	1	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
2. Erosión	1	500.00	5.00	100.00	5.00	500.00
	2	500.00	5.00	200.00	5.00	1000.00
	3	5000.00	5.00	150.00	4.00	600.00
3. Baches	1	500.00	5.00	0.00	0.00	10
	2	500.00	5.00	0.00	0.00	15
	3	500.00	5.00	0.00	0.00	20
4. Encalaminado	1	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
5. Lodazal	1	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
6. Cruce de agua	1	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00



FORMATO METODOLOGÍA MTC

Daños en la superficie de rodadura

LEYENDA				
Tipo de Daño	1. Deformación	2. Erosión	3. Baches ó Huecos	
	4. Encalaminado	5. Lodazal	6. Cruce de Agua	
Gravedad	0. Sin Deterioro	1. Leve	2. Moderada	3. Severa

i. Datos generales

Evaluador:	Fany Yudith Ruiz Burga	Fecha:	27-Mar
Carretera:	Chota-Shitacucho	Ruta:	1
Km de inicio:	4.500	Km de fin:	5.000
Ancho de sección:	5.00	Longitud (m):	500

ii. Densidad de los daños

Daños en pavimento		Sección evaluada		Dimensiones		
Tipo de daño	Nivel de gravedad	Long. evaluada	Ancho de plataf.	Long. de deterioro	Ancho de det.	Área o # de deterioro
1. Deformación	1	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
2. Erosión	1	500.00	5.00	20.00	5.00	100.00
	2	500.00	5.00	150.00	5.00	750.00
	3	500.00	5.00	100.00	5.00	500.00
3. Baches	1	500.00	5.00	0.00	0.00	0
	2	500.00	5.00	0.00	0.00	15
	3	500.00	5.00	0.00	0.00	0
4. Encalaminado	1	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
5. Lodazal	1	500.00	5.00	10.00	5.00	50.00
6. Cruce de agua	1	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00



FORMATO METODOLOGÍA MTC

Daños en la superficie de rodadura

LEYENDA				
Tipo de Daño	1. Deformación	2. Erosión	3. Baches ó Huecos	
	4. Encalaminado	5. Lodazal	6. Cruce de Agua	
Gravedad	0. Sin Deterioro	1. Leve	2. Moderada	3. Severa

i. Datos generales

Evaluador:	Fany Yudith Ruiz Burga	Fecha:	30-Mar
Carretera:	Chota - Shitacucho	Ruta:	1
Km de inicio:	5.000	Km de fin:	5.500
Ancho de sección:	5.10	Longitud (m):	500

ii. Densidad de los daños

Daños en pavimento		Sección evaluada		Dimensiones		
Tipo de daño	Nivel de gravedad	Long. evaluada	Ancho de plataf.	Long. de deterioro	Ancho de det.	Área o # de deterioro
1. Deformación	1	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
2. Erosión	1	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	5.10	50.00	5.10	255.00
	3	5000.00	5.10	450.00	4.00	1800.00
3. Baches	1	500.00	5.10	0.00	0.00	0
	2	500.00	5.10	0.00	0.00	0
	3	500.00	5.10	0.00	0.00	0
4. Encalaminado	1	500.00	5.10	250.00	5.10	1275.00
	2	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
5. Lodazal	1	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
6. Cruce de agua	1	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00



FORMATO METODOLOGÍA MTC

Daños en la superficie de rodadura

LEYENDA				
Tipo de Daño	1. Deformación	2. Erosión	3. Baches ó Huecos	
	4. Encalaminado	5. Lodazal	6. Cruce de Agua	
Gravedad	0. Sin Deterioro	1. Leve	2. Moderada	3. Severa

i. Datos generales

Evaluador:	Fany Yudith Ruiz Burga	Fecha:	2-Abr
Carretera:	Chota -Shitacucho	Ruta:	1
Km de inicio:	5.500	Km de fin:	6.000
Ancho de sección:	5.10	Longitud (m):	500

ii. Densidad de los daños

Daños en pavimento		Sección evaluada		Dimensiones		
Tipo de daño	Nivel de gravedad	Long. evaluada	Ancho de plataf.	Long. de deterioro	Ancho de det.	Área o # de deterioro
1. Deformación	1	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
2. Erosión	1	500.00	5.10	300.00	5.10	1530.00
	2	500.00	5.10	1000.00	4.00	4000.00
	3	5000.00	5.10	0.00	0.00	0.00
3. Baches	1	500.00	5.10	0.00	0.00	12
	2	500.00	5.10	0.00	0.00	30
	3	500.00	5.10	0.00	0.00	40
4. Encalaminado	1	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
5. Lodazal	1	500.00	5.10	50.00	5.10	255.00
6. Cruce de agua	1	500.00	5.10	0.50	5.10	2.55



FORMATO METODOLOGÍA MTC

Daños en la superficie de rodadura

LEYENDA				
Tipo de Daño	1. Deformación	2. Erosión	3. Baches ó Huecos	
	4. Encalaminado	5. Lodazal	6. Cruce de Agua	
Gravedad	0. Sin Deterioro	1. Leve	2. Moderada	3. Severa

i. Datos generales

Evaluador:	Fany Yudith Ruiz Burga	Fecha:	4-Abr
Carretera:	Chota -Shitacucho	Ruta:	1
Km de inicio:	6.000	Km de fin:	6.500
Ancho de sección:	5.10	Longitud (m):	500

ii. Densidad de los daños

Daños en pavimento		Sección evaluada		Dimensiones		
Tipo de daño	Nivel de gravedad	Long. evaluada	Ancho de plataf.	Long. de deterioro	Ancho de det.	Área o # de deterioro
1. Deformación	1	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	5.10	100.00	5.10	510.00
2. Erosión	1	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	5.10	100.00	5.10	510.00
	3	5000.00	5.10	400.00	5.10	2040.00
3. Baches	1	500.00	5.10	0.00	0.00	5
	2	500.00	5.10	0.00	0.00	40
	3	500.00	5.10	0.00	0.00	30
4. Encalaminado	1	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
5. Lodazal	1	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
6. Cruce de agua	1	500.00	5.10	2.00	5.10	10.20



FORMATO METODOLOGÍA MTC

Daños en la superficie de rodadura

LEYENDA				
Tipo de Daño	1. Deformación	2. Erosión	3. Baches ó Huecos	
	4. Encalaminado	5. Lodazal	6. Cruce de Agua	
Gravedad	0. Sin Deterioro	1. Leve	2. Moderada	3. Severa

i. Datos generales

Evaluador:	Fany Yudith Ruiz Burga	Fecha:	6-Abr
Carretera:	Chota -Shitacucho	Ruta:	1
Km de inicio:	6.500	Km de fin:	7.000
Ancho de sección:	5.00	Longitud (m):	500

ii. Densidad de los daños

Daños en pavimento		Sección evaluada		Dimensiones		
Tipo de daño	Nivel de gravedad	Long. evaluada	Ancho de plataf.	Long. de deterioro	Ancho de det.	Área o # de deterioro
1. Deformación	1	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
2. Erosión	1	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	5.00	300.00	5.00	1500.00
	3	5000.00	5.00	200.00	3.00	600.00
3. Baches	1	500.00	5.00	0.00	0.00	0
	2	500.00	5.00	0.00	0.00	15
	3	500.00	5.00	0.00	0.00	10
4. Encalaminado	1	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
5. Lodazal	1	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
6. Cruce de agua	1	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00



FORMATO METODOLOGÍA MTC

Daños en la superficie de rodadura

LEYENDA				
Tipo de Daño	1. Deformación	2. Erosión	3. Baches ó Huecos	
	4. Encalaminado	5. Lodazal	6. Cruce de Agua	
Gravedad	0. Sin Deterioro	1. Leve	2. Moderada	3. Severa

i. Datos generales

Evaluador:	Fany Yudith Ruiz Burga	Fecha:	8-Abr
Carretera:	Chota -Shitacucho	Ruta:	1
Km de inicio:	7.000	Km de fin:	7.500
Ancho de sección:	5.00	Longitud (m):	500

ii. Densidad de los daños

Daños en pavimento		Sección evaluada		Dimensiones		
Tipo de daño	Nivel de gravedad	Long. evaluada	Ancho de plataf.	Long. de deterioro	Ancho de det.	Área o # de deterioro
1. Deformación	1	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	5.00	150.00	5.00	750.00
2. Erosión	1	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	5.00	20.00	5.00	100.00
	3	5000.00	5.00	300.00	4.00	1200.00
3. Baches	1	500.00	5.00	0.00	0.00	0
	2	500.00	5.00	0.00	0.00	20
	3	500.00	5.00	0.00	0.00	10
4. Encalaminado	1	500.00	5.00	0.00	2.50	0.00
	2	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	5.00	0.00	0.00	0.00
5. Lodazal	1	500.00	5.00	150.00	5.00	750.00
6. Cruce de agua	1	500.00	5.00	1.00	5.00	5.00



FORMATO METODOLOGÍA MTC

Daños en la superficie de rodadura

LEYENDA				
Tipo de Daño	1. Deformación	2. Erosión	3. Baches ó Huecos	
	4. Encalaminado	5. Lodazal	6. Cruce de Agua	
Gravedad	0. Sin Deterioro	1. Leve	2. Moderada	3. Severa

i. Datos generales

Evaluador:	Fany Yudith Ruiz Burga	Fecha:	10-Abr
Carretera:	Chota -Shitacucho	Ruta:	1
Km de inicio:	7.500	Km de fin:	8.000
Ancho de sección:	5.10	Longitud (m):	500

ii. Densidad de los daños

Daños en pavimento		Sección evaluada		Dimensiones		
Tipo de daño	Nivel de gravedad	Long. evaluada	Ancho de plataf.	Long. de deterioro	Ancho de det.	Área o # de deterioro
1. Deformación	1	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
2. Erosión	1	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	5.10	200.00	3.00	600.00
	3	5000.00	5.10	150.00	4.00	600.00
3. Baches	1	500.00	5.10	0.00	0.00	10
	2	500.00	5.10	0.00	0.00	45
	3	500.00	5.10	0.00	0.00	30
4. Encalaminado	1	500.00	5.10	0.00	2.55	0.00
	2	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
5. Lodazal	1	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
6. Cruce de agua	1	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00



FORMATO METODOLOGÍA MTC

Daños en la superficie de rodadura

LEYENDA				
Tipo de Daño	1. Deformación	2. Erosión	3. Baches ó Huecos	
	4. Encalaminado	5. Lodazal	6. Cruce de Agua	
Gravedad	0. Sin Deterioro	1. Leve	2. Moderada	3. Severa

i. Datos generales

Evaluador:	Fany Yudith Ruiz Burga	Fecha:	12-Abr
Carretera:	Chota -Shitacucho	Ruta:	1
Km de inicio:	8.000	Km de fin:	8.500
Ancho de sección:	5.10	Longitud (m):	500

ii. Densidad de los daños

Daños en pavimento		Sección evaluada		Dimensiones		
Tipo de daño	Nivel de gravedad	Long. evaluada	Ancho de plataf.	Long. de deterioro	Ancho de det.	Área o # de deterioro
1. Deformación	1	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	5.10	40.00	5.10	204.00
2. Erosión	1	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	5.10	100.00	3.00	300.00
	3	5000.00	5.10	200.00	3.00	600.00
3. Baches	1	500.00	5.10	0.00	0.00	0
	2	500.00	5.10	0.00	0.00	3
	3	500.00	5.10	0.00	0.00	0
4. Encalaminado	1	500.00	5.10	125.00	2.55	318.75
	2	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
5. Lodazal	1	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
6. Cruce de agua	1	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00



FORMATO METODOLOGÍA MTC

Daños en la superficie de rodadura

LEYENDA				
Tipo de Daño	1. Deformación	2. Erosión	3. Baches ó Huecos	
	4. Encalaminado	5. Lodazal	6. Cruce de Agua	
Gravedad	0. Sin Deterioro	1. Leve	2. Moderada	3. Severa

i. Datos generales

Evaluador:	Fany Yudith Ruiz Burga	Fecha:	15-AB
Carretera:	Chota -Shitacucho	Ruta:	1
Km de inicio:	8.500	Km de fin:	9.000
Ancho de sección:	5.10	Longitud (m):	500

ii. Densidad de los daños

Daños en pavimento		Sección evaluada		Dimensiones		
Tipo de daño	Nivel de gravedad	Long. evaluada	Ancho de plataf.	Long. de deterioro	Ancho de det.	Área o # de deterioro
1. Deformación	1	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	5.10	100.00	5.10	510.00
2. Erosión	1	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	2	500.00	5.10	50.00	5.10	255.00
	3	5000.00	5.10	300.00	5.00	1500.00
3. Baches	1	500.00	5.10	0.00	0.00	0
	2	500.00	5.10	0.00	0.00	5
	3	500.00	5.10	0.00	0.00	10
4. Encalaminado	1	500.00	5.10	250.00	2.00	500.00
	2	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
	3	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00
5. Lodazal	1	500.00	5.10	200.00	5.10	1020.00
6. Cruce de agua	1	500.00	5.10	0.00	0.00	0.00



i. Datos generales

Evaluador: Fany Yudith Ruiz Burga
 Título de tesis: "Evaluación de la incorporación de polvo de piedra chancada en la subrasante deteriorada por deformación, carretera Chota – Shitacucho"
 Carretera: Chota - Shitacucho Ruta: 1
 Km de inicio: 0.000 Ancho de sección: 7.00
 Km de fin: 0.500 Longitud: 500

ii. Calificación de los daños

Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas			% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (Aij/As)x100	Extensión Promedio Ponderado	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de deterioro o falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla	
			Area de Deterioro Aij (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)			Area de la sección evaluada (m)	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10%	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10% y 30%		3. Severo. E _{Pp} = mayor a 30%
			Número de Deterioro (Nij)										
			Longitud del deterioro (Lij)										

Del km 0+000 a 0+500													
Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Area de Deterioro Aij (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Area de la sección evaluada (m)	% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (Aij/As)x100	Extensión Promedio Ponderado	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10%	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10% y 30%	3. Severo. E _{Pp} = mayor a 30%	Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla
1	Deformación	1. Huellas/hundimientos sensibles al usuario pero < 5 cms	0.00	7.00	500	3500	0.000		0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		2. Huellas/hundimientos entre 5 y 10 cms	0.00	7.00	500	3500	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Huellas/hundimientos >= 10 cms	0.00	7.00	500	3500	0.000						
2	Erosión	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	0.00	7.00	500	3500	0.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	150.00	7.00	500	3500	4.286	3.55		5.47	0.00	0.00	5.47
		3. Profundidad >= 10 cms	60.00	7.00	500	3500	1.714						
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	10.00						0. Sin Deterioros o sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10 baches	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10 y 20 baches	3. Severo. E _{Pp} = mayor a 20 baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	15.00					45.00		0.00	0.00	100.00	100.00
		3. Se necesita una reconstrucción	20.00										
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	0.00	7.00	500	3500	0.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	0.00	7.00	500	3500	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cms	0.00	7.00	500	3500	0.000		0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	
5	Lodazal	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	80.00	7.00	500	3500	2.286	2.29		5.04	0.00	0.00	5.04
6	Cruce de agua	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00	7.00	500	3500	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
Del km 0+000 a 0+500									Suma de puntaje de condición				110.52
Del km 0+000 a 0+500									Estado de transitabilidad				389.48



i. Datos generales

Evaluador: Fany Yudith Ruiz Burga
 Título de tesis: "Evaluación de la incorporación de polvo de piedra chancada en la subrasante deteriorada por deformación, carretera Chota – Shitacucho"
 Carretera: Chota - Shitacucho Ruta: 1
 Km de inicio: 0.500 Ancho de sección: 6.50
 Km de fin: 1.000 Longitud: 500

ii. Calificación de los daños

Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas			% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (A _{ij} /A _s)x100	Extensión Promedio Ponderado	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de deterioro o falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla	
			Area de Deterioro A _{ij} (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)			Area de la sección evaluada (m)	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10%	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10% y 30%		3. Severo. E _{Pp} = mayor a 30%
			Número de Deterioro (N _{ij})										
			Longitud del deterioro (L _{ij})										

Del km 0+500 a 1+000													
Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Area de Deterioro A _{ij} (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Area de la sección evaluada (m)	% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (A _{ij} /A _s)x100	Extensión Promedio Ponderado	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10%	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10% y 30%	3. Severo. E _{Pp} = mayor a 30%	Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla
1	Deformación	1. Huellas/hundimientos sensibles al usuario pero < 5 cms	0.00	6.50	500	3250	0.000		0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		2. Huellas/hundimientos entre 5 y 10 cms	0	6.5	500	3250	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Huellas/hundimientos >= 10 cms	0.00	6.5	500	3250	0.000						
2	Erosión	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	0.00	6.5	500	3250	0.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	400	6.5	500	3250	12.308	10.99		0.00	23.91	0.00	23.91
		3. Profundidad >= 10 cms	300.00	6.5	500	3250	9.231						
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	10.00						0. Sin Deterioros o sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10 baches	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10 y 20 baches	3. Severo. E _{Pp} = mayor a 20 baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	20					60.00		0.00	0.00	100.00	100.00
		3. Se necesita una reconstrucción	30.00										
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	150.00	6.5	500	3250	4.615						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	0.00	6.5	500	3250	0.000	4.62		1.27	0.00	0.00	1.27
		3. Profundidad >= 10 cms	0.00	6.5	500	3250	0.000		0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	
5	Lodazal	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00	6.5	500	3250	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
6	Cruce de agua	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00	6.5	500	3250	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
Del km 0+500 a 1+000									Suma de puntaje de condición				125.18
Del km 0+500 a 1+000									Estado de transitabilidad				374.82



i. Datos generales

Evaluador: Fany Yudith Ruiz Burga
 Título de tesis: "Evaluación de la incorporación de polvo de piedra chancada en la subrasante deteriorada por deformación, carretera Chota – Shitacucho"
 Carretera: Chota - Shitacucho Ruta: 1
 Km de inicio: 1.000 Ancho de sección: 6.50
 Km de fin: 1.500 Longitud: 500

ii. Calificación de los daños

Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas			% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (A _{ij} /A _s)x100	Extensión Promedio Ponderado	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de deterioro o falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla	
			Area de Deterioro A _{ij} (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)			Area de la sección evaluada (m)	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10%	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10% y 30%		3. Severo. E _{Pp} = mayor a 30%
			Número de Deterioro (N _{ij})										
			Longitud del deterioro (L _{ij})										

Del km 1+000 a 1+500													
1	Deformación	1. Huellas/hundimientos sensibles al usuario pero < 5 cms	0.00	6.50	500	3250	0.000		0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		2. Huellas/hundimientos entre 5 y 10 cms	0.00	6.5	500	3250	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Huellas/hundimientos >= 10 cms	0.00	6.5	500	3250	0.000						
2	Erosión	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	150.00	6.5	500	3250	4.615						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	800.00	6.5	500	3250	24.615	19.71		0.00	58.34	0.00	58.34
		3. Profundidad >= 10 cms	100.00	6.5	500	3250	3.077						
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0.00						0. Sin Deterioros ó sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10 baches	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10 y 20 baches	3. Severo. E _{Pp} = mayor a 20 baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	15.00					23.00		0.00	0.00	100.00	100.00
		3. Se necesita una reconstrucción	8.00										
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	200.00	6.5	500	3250	6.154						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	0.00	6.5	500	3250	0.000	6.15		4.81	0.00	0.00	4.81
		3. Profundidad >= 10 cms	0.00	6.5	500	3250	0.000		0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	
5	Lodazal	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00	6.5	500	3250	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
6	Cruce de agua	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00	6.5	500	3250	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
Del km 1+000 a 1+500									Suma de puntaje de condición				163.15
Del km 1+000 a 1+500									Estado de transitabilidad				336.85



i. Datos generales

Evaluador: Fany Yudith Ruiz Burga
 Título de tesis: "Evaluación de la incorporación de polvo de piedra chancada en la subrasante deteriorada por deformación, carretera Chota – Shitacucho"
 Carretera: Chota - Shitacucho Ruta: 1
 Km de inicio: 1.500 Ancho de sección: 6.60
 Km de fin: 2.000 Longitud: 500

ii. Calificación de los daños

Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas			% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (A _{ij} /A _s)x100	Extensión Promedio Ponderado	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de deterioro o falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla	
			Area de Deterioro A _{ij} (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)			Area de la sección evaluada (m)	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10%	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10% y 30%		3. Severo. E _{Pp} = mayor a 30%
			Número de Deterioro (N _{ij})										
			Longitud del deterioro (L _{ij})										

Del km 1+500 a 2+000													
1	Deformación	1. Huellas/hundimientos sensibles al usuario pero < 5 cms	0.00	6.60	500	3300	0.000		0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		2. Huellas/hundimientos entre 5 y 10 cms	0.00	6.6	500	3300	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Huellas/hundimientos >= 10 cms	0.00	6.6	500	3300	0.000						
2	Erosión	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	0.00	6.6	500	3300	0.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	600.00	6.6	500	3300	18.182	15.15		0.00	40.35	0.00	40.35
		3. Profundidad >= 10 cms	300.00	6.6	500	3300	9.091						
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	5.00						0. Sin Deterioros o sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10 baches	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10 y 20 baches	3. Severo. E _{Pp} = mayor a 20 baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	10.00					23.00		0.00	0.00	100.00	100.00
		3. Se necesita una reconstrucción	8.00										
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	0.00	6.6	500	3300	0.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	0.00	6.6	500	3300	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cms	0.00	6.6	500	3300	0.000		0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	
5	Lodazal	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00	6.6	500	3300	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
6	Cruce de agua	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00	6.6	500	3300	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
Del km 1+500 a 2+000								Suma de puntaje de condición				140.35	
Del km 1+500 a 2+000								Estado de transitabilidad				359.65	



i. Datos generales

Evaluador: Fany Yudith Ruiz Burga
 Título de tesis: "Evaluación de la incorporación de polvo de piedra chancada en la subrasante deteriorada por deformación, carretera Chota – Shitacucho"
 Carretera: Chota - Shitacucho Ruta: 1
 Km de inicio: 2.000 Ancho de sección: 6.60
 Km de fin: 2.500 Longitud: 500

ii. Calificación de los daños

Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas			% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (A _{ij} /A _s)x100	Extensión Promedio Ponderado	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de deterioro o falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla	
			Area de Deterioro A _{ij} (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)			Area de la sección evaluada (m)	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10%	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10% y 30%		3. Severo. E _{Pp} = mayor a 30%
			Número de Deterioro (N _{ij})										
			Longitud del deterioro (L _{ij})										

Del km 2+000 a 2+500													
Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Area de Deterioro A _{ij} (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Area de la sección evaluada (m)	% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (A _{ij} /A _s)x100	Extensión Promedio Ponderado	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10%	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10% y 30%	3. Severo. E _{Pp} = mayor a 30%	Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla
1	Deformación	1. Huellas/hundimientos sensibles al usuario pero < 5 cms	0.00	6.60	500	3300	0.000		0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		2. Huellas/hundimientos entre 5 y 10 cms	0.00	6.6	500	3300	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Huellas/hundimientos >= 10 cms	0.00	6.6	500	3300	0.000						
2	Erosión	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	160.00	6.6	500	3300	4.848						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	250.00	6.6	500	3300	7.576	6.51		6.22	0.00	0.00	6.22
		3. Profundidad >= 10 cms	0.00	6.6	500	3300	0.000						
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0						0. Sin Deterioros o sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10 baches	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10 y 20 baches	3. Severo. E _{Pp} = mayor a 20 baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	15					25.00		0.00	0.00	100.00	100.00
		3. Se necesita una reconstrucción	10										
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	132.00	6.6	500	3300	4.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	0.00	6.6	500	3300	0.000	4.00		3.70	0.00	0.00	3.70
		3. Profundidad >= 10 cms	0.00	6.6	500	3300	0.000		0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	
5	Lodazal	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00	6.6	500	3300	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
6	Cruce de agua	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00	6.6	500	3300	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
Del km 2+000 a 2+500									Suma de puntaje de condición				109.92
Del km 2+000 a 2+500									Estado de transitabilidad				390.08



i. Datos generales

Evaluador: Fany Yudith Ruiz Burga
 Título de tesis: "Evaluación de la incorporación de polvo de piedra chancada en la subrasante deteriorada por deformación, carretera Chota – Shitacucho"
 Carretera: Chota - Shitacucho Ruta: 1
 Km de inicio: 2.500 Ancho de sección: 6.70
 Km de fin: 3.000 Longitud: 500

ii. Calificación de los daños

Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas			% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (A _{ij} /A _s)x100	Extensión Promedio Ponderado	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de deterioro o falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla	
			Area de Deterioro A _{ij} (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)			Area de la sección evaluada (m)	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10%	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10% y 30%		3. Severo. E _{Pp} = mayor a 30%
Del km 2+500 a 3+000													
1	Deformación	1. Huellas/hundimientos sensibles al usuario pero < 5 cms	0.00	6.70	500	3350	0.000		0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		2. Huellas/hundimientos entre 5 y 10 cms	0.00	6.70	500	3350	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Huellas/hundimientos >= 10 cms	0.00	6.70	500	3350	0.000						
2	Erosión	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	320.00	6.70	500	3350	9.552						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	600.00	6.70	500	3350	17.910	19.13		0.00	56.07	0.00	56.07
		3. Profundidad >= 10 cms	800.00	6.70	500	3350	23.881						
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	4.00						0. Sin Deterioros o sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10 baches	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10 y 20 baches	3. Severo. E _{Pp} = mayor a 20 baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	10.00					29.00		0.00	0.00	100.00	100.00
		3. Se necesita una reconstrucción	15.00										
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	335.00	6.70	500	3350	10.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	0.00	6.70	500	3350	0.000	10.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cms	0.00	6.70	500	3350	0.000		0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	
5	Lodazal	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00	6.70	500	3350	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
6	Cruce de agua	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	6.70	6.70	500	3350	0.200	0.20		9.11	0.00	0.00	9.11
Del km 2+500 a 3+000								Suma de puntaje de condición				165.18	
Del km 2+500 a 3+000								Estado de transitabilidad				334.82	



i. Datos generales

Evaluador: Fany Yudith Ruiz Burga
 Título de tesis: "Evaluación de la incorporación de polvo de piedra chancada en la subrasante deteriorada por deformación, carretera Chota – Shitacucho"
 Carretera: Chota - Shitacucho Ruta: 1
 Km de inicio: 3.000 Ancho de sección: 6.60
 Km de fin: 3.500 Longitud: 500

ii. Calificación de los daños

Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas			% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (A _{ij} /A _s)x100	Extensión Promedio Ponderado	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de deterioro o falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla	
			Area de Deterioro A _{ij} (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)			Area de la sección evaluada (m)	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10%	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10% y 30%		3. Severo. E _{Pp} = mayor a 30%
			Número de Deterioro (N _{ij})										
			Longitud del deterioro (L _{ij})										

Del km 3+000 a 3+500													
Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Area de Deterioro A _{ij} (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Area de la sección evaluada (m)	% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (A _{ij} /A _s)x100	Extensión Promedio Ponderado	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10%	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10 y 20 baches	3. Severo. E _{Pp} = mayor a 20 baches	Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla
1	Deformación	1. Huellas/hundimientos sensibles al usuario pero < 5 cms	0.00	6.60	500	3300	0.000		0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		2. Huellas/hundimientos entre 5 y 10 cms	0.00	6.60	500	3300	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Huellas/hundimientos >= 10 cms	0.00	6.60	500	3300	0.000						
2	Erosión	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	0.00	6.60	500	3300	0.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	1200.00	6.60	500	3300	36.364	30.30		0.00	100.20	100.00	100.20
		3. Profundidad >= 10 cms	400.00	6.60	500	3300	12.121						
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	5.00						0. Sin Deterioros o sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10 baches	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10 y 20 baches	3. Severo. E _{Pp} = mayor a 20 baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	10.00					23.00		0.00	0.00	100.00	100.00
		3. Se necesita una reconstrucción	8.00										
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	0.00	6.60	500	3300	0.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	0.00	6.60	500	3300	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cms	0.00	6.60	500	3300	0.000		0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	
5	Lodazal	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	40.00	6.60	500	3300	1.212	1.21		7.14	0.00	0.00	7.14
6	Cruce de agua	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	3.30	6.60	500	3300	0.100	0.10		9.31	0.00	0.00	9.31
Del km 3+000 a 3+500									Suma de puntaje de condición				216.64
Del km 3+000 a 3+500									Estado de transitabilidad				283.36



i. Datos generales

Evaluador: Fany Yudith Ruiz Burga
 Título de tesis: "Evaluación de la incorporación de polvo de piedra chancada en la subrasante deteriorada por deformación, carretera Chota – Shitacucho"
 Carretera: Chota - Shitacucho Ruta: 1
 Km de inicio: 3.500 Ancho de sección: 6.60
 Km de fin: 4.000 Longitud: 500

ii. Calificación de los daños

Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas			% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (A _{ij} /A _s)x100	Extensión Promedio Ponderado	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de deterioro o falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla	
			Area de Deterioro A _{ij} (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)			Area de la sección evaluada (m)	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10%	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10% y 30%		3. Severo. E _{Pp} = mayor a 30%
			Número de Deterioro (N _{ij})										
			Longitud del deterioro (L _{ij})										

Del km 3+500 a 4+000													
1	Deformación	1. Huellas/hundimientos sensibles al usuario pero < 5 cms	0.00	6.60	500	3300	0.000		0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		2. Huellas/hundimientos entre 5 y 10 cms	0.00	6.6	500	3300	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Huellas/hundimientos >= 10 cms	0.00	6.6	500	3300	0.000						
2	Erosión	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	120.00	6.6	500	3300	3.636						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	600.00	6.6	500	3300	18.182	13.65		0.00	34.42	0.00	34.42
		3. Profundidad >= 10 cms	200.00	6.6	500	3300	6.061						
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	9.00						0. Sin Deterioros o sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10 baches	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10 y 20 baches	3. Severo. E _{Pp} = mayor a 20 baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	8.00					27.00		0.00	0.00	100.00	100.00
		3. Se necesita una reconstrucción	10.00										
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	200.00	6.6	500	3300	6.061						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	0.00	6.6	500	3300	0.000	6.06		4.44	0.00	0.00	4.44
		3. Profundidad >= 10 cms	0.00	6.6	500	3300	0.000		0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	
5	Lodazal	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00	6.6	500	3300	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
6	Cruce de agua	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00	6.6	500	3300	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
Del km 3+500 a 4+000									Suma de puntaje de condición				138.86
Del km 3+500 a 4+000									Estado de transitabilidad				361.14



i. Datos generales

Evaluador: Fany Yudith Ruiz Burga
 Título de tesis: "Evaluación de la incorporación de polvo de piedra chancada en la subrasante deteriorada por deformación, carretera Chota – Shitacucho"
 Carretera: Chota - Shitacucho Ruta: 1
 Km de inicio: 4.000 Ancho de sección: 5.00
 Km de fin: 4.500 Longitud: 500

ii. Calificación de los daños

Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas			% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (Aij/As)x100	Extensión Promedio Ponderado	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de deterioro o falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla	
			Area de Deterioro Aij (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)			Area de la sección evaluada (m)	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. EPp = Menor a 10%	2. Moderado. EPp = entre 10% y 30%		3. Severo. EPp = mayor a 30%
			Número de Deterioro (Nij)										
			Longitud del deterioro (Lij)										

Del km 4+000 a 4+500													
Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Area de Deterioro Aij (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Area de la sección evaluada (m)	% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (Aij/As)x100	Extensión Promedio Ponderado	0: Sin Deterioros ó Sin Fallas	1: Leve. EPp = Menor a 10%	2. Moderado. EPp = entre 10% y 30%	3. Severo. EPp = mayor a 30%	Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla
1	Deformación	1. Huellas/hundimientos sensibles al usuario pero < 5 cms	0.00	5.00	500	2500	0.000		0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		2. Huellas/hundimientos entre 5 y 10 cms	0.00	5	500	2500	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Huellas/hundimientos >= 10 cms	0.00	5	500	2500	0.000						
2	Erosión	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	500.00	5	500	2500	20.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	1000.00	5	500	2500	40.000	30.67		0.00	101.63	100.00	101.63
		3. Profundidad >= 10 cms	600.00	5	500	2500	24.000						
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	10.00						0. Sin Deterioros ó sin Fallas	1: Leve. EPp = Menor a 10 baches	2. Moderado. EPp = entre 10 y 20 baches	3. Severo. EPp = mayor a 20 baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	15.00					45.00		0.00	0.00	100.00	100.00
		3. Se necesita una reconstrucción	20.00										
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	0.00	5	500	2500	0.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	0.00	5	500	2500	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cms	0.00	5	500	2500	0.000		0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	
5	Lodazal	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00	5	500	2500	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
6	Cruce de agua	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00	5	500	2500	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
Del km 4+000 a 4+500									Suma de puntaje de condición				201.63
Del km 4+000 a 4+500									Estado de transitabilidad				298.37



i. Datos generales

Evaluador: Fany Yudith Ruiz Burga
 Título de tesis: "Evaluación de la incorporación de polvo de piedra chancada en la subrasante deteriorada por deformación, carretera Chota – Shitacucho"
 Carretera: Chota - Shitacucho Ruta: 1
 Km de inicio: 4.500 Ancho de sección: 5.00
 Km de fin: 5.000 Longitud: 500

ii. Calificación de los daños

Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas			% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (Aij/As)x100	Extensión Promedio Ponderado	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de deterioro o falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla	
			Area de Deterioro Aij (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)			Area de la sección evaluada (m)	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10%	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10% y 30%		3. Severo. E _{Pp} = mayor a 30%
			Número de Deterioro (Nij)										
			Longitud del deterioro (Lij)										

Del km 4+500 a 5+000													
1	Deformación	1. Huellas/hundimientos sensibles al usuario pero < 5 cms	0.00	5.00	500	2500	0.000		0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		2. Huellas/hundimientos entre 5 y 10 cms	0.00	5	500	2500	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Huellas/hundimientos >= 10 cms	0.00	5	500	2500	0.000						
2	Erosión	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	100.00	5	500	2500	4.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	750.00	5	500	2500	30.000	24.37		0.00	76.76	0.00	76.76
		3. Profundidad >= 10 cms	500.00	5	500	2500	20.000						
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0						0. Sin Deterioros o sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10 baches	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10 y 20 baches	3. Severo. E _{Pp} = mayor a 20 baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	15					15.00		0.00	59.50	0.00	59.50
		3. Se necesita una reconstrucción	0										
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	0.00	5	500	2500	0.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	0.00	5	500	2500	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cms	0.00	5	500	2500	0.000		0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	
5	Lodazal	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	50.00	5	500	2500	2.000	2.00		5.60	0.00	0.00	5.60
6	Cruce de agua	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00	5	500	2500	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
Del km 4+500 a 5+000									Suma de puntaje de condición				141.86
Del km 4+500 a 5+000									Estado de transitabilidad				358.14



i. Datos generales

Evaluador: Fany Yudith Ruiz Burga
 Título de tesis: "Evaluación de la incorporación de polvo de piedra chancada en la subrasante deteriorada por deformación, carretera Chota – Shitacucho"
 Carretera: Chota - Shitacucho Ruta: 1
 Km de inicio: 5.000 Ancho de sección: 5.10
 Km de fin: 5.500 Longitud: 500

ii. Calificación de los daños

Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas		Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Area de la sección evaluada (m)	% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (A _{ij} /A _s)x100	Extensión Promedio Ponderado	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de deterioro o falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla
			Area de Deterioro A _{ij} (m ²)	Número de Deterioro (N _{ij})						Longitud del deterioro (L _{ij})	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10%	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10% y 30%	
Del km 5+000 a 5+500														
1	Deformación	1. Huellas/hundimientos sensibles al usuario pero < 5 cms	0.00		5.10	500	2550	0.000		0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		2. Huellas/hundimientos entre 5 y 10 cms	0.00		5.1	500	2550	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Huellas/hundimientos >= 10 cms	0.00		5.1	500	2550	0.000						
2	Erosión	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	0.00		5.1	500	2550	0.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	255.00		5.1	500	2550	10.000	63.07		0.00	0.00	100.00	100.00
		3. Profundidad >= 10 cms	1800.00		5.1	500	2550	70.588						
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0							0. Sin Deterioros ó sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10 baches	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10 y 20 baches	3. Severo. E _{Pp} = mayor a 20 baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	0						0.00		59.00	0.00	0.00	59.00
		3. Se necesita una reconstrucción	0											
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	1275.00		5.1	500	2550	50.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	0.00		5.1	500	2550	0.000	50.00		0.00	0.00	100.00	100.00
		3. Profundidad >= 10 cms	0.00		5.1	500	2550	0.000		0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	
5	Lodazal	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00		5.1	500	2550	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
6	Cruce de agua	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00		5.1	500	2550	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
Del km 5+000 a 5+500										Suma de puntaje de condición			259.00	
Del km 5+000 a 5+500										Estado de transitabilidad			241.00	



i. Datos generales

Evaluador: Fany Yudith Ruiz Burga
 Título de tesis: "Evaluación de la incorporación de polvo de piedra chancada en la subrasante deteriorada por deformación, carretera Chota – Shitacucho"
 Carretera: Chota - Shitacucho Ruta: 1
 Km de inicio: 5.500 Ancho de sección: 5.10
 Km de fin: 6.000 Longitud: 500

ii. Calificación de los daños

Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas			% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (A _{ij} /A _s)x100	Extensión Promedio Ponderado	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de deterioro o falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla	
			Area de Deterioro A _{ij} (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)			Area de la sección evaluada (m)	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10%	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10% y 30%		3. Severo. E _{Pp} = mayor a 30%
Del km 5+500 a 6+000													
1	Deformación	1. Huellas/hundimientos sensibles al usuario pero < 5 cms	0.00	5.10	500	2550	0.000		0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		2. Huellas/hundimientos entre 5 y 10 cms	0.00	5.1	500	2550	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Huellas/hundimientos >= 10 cms	0.00	5.1	500	2550	0.000						
2	Erosión	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	1530.00	5.1	500	2550	60.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	4000.00	5.1	500	2550	156.863	130.06		0.00	0.00	100.00	100.00
		3. Profundidad >= 10 cms	0.00	5.1	500	2550	0.000						
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	12						0. Sin Deterioros o sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10 baches	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10 y 20 baches	3. Severo. E _{Pp} = mayor a 20 baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	30					82.00		0.00	0.00	100.00	100.00
		3. Se necesita una reconstrucción	40										
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	0.00	5.1	500	2550	0.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	0.00	5.1	500	2550	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cms	0.00	5.1	500	2550	0.000		0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	
5	Lodazal	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	255.00	5.1	500	2550	10.000	10.00		0.00	0.00	0.00	0.00
6	Cruce de agua	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	2.55	5.1	500	2550	0.100	0.10		9.31	0.00	0.00	9.31
Del km 5+500 a 6+000								Suma de puntaje de condición				209.31	
Del km 5+500 a 6+000								Estado de transitabilidad				290.70	



i. Datos generales

Evaluador: Fany Yudith Ruiz Burga
 Título de tesis: "Evaluación de la incorporación de polvo de piedra chancada en la subrasante deteriorada por deformación, carretera Chota – Shitacucho"
 Carretera: Chota - Shitacucho Ruta: 1
 Km de inicio: 6.000 Ancho de sección: 5.10
 Km de fin: 6.500 Longitud: 500

ii. Calificación de los daños

Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas			% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (Aij/As)x100	Extensión Promedio Ponderado	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de deterioro o falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla	
			Area de Deterioro Aij (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)			Area de la sección evaluada (m)	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10%	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10% y 30%		3. Severo. E _{Pp} = mayor a 30%
Del km 5+500 a 6+000													
1	Deformación	1. Huellas/hundimientos sensibles al usuario pero < 5 cms	6.50	5.10	500	2550	0.255		0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		2. Huellas/hundimientos entre 5 y 10 cms	500.00	5.1	500	2550	19.608	19.36		0.00	56.97	0.00	56.97
		3. Huellas/hundimientos >= 10 cms	0.00	5.1	500	2550	0.000						
2	Erosión	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	0.00	5.1	500	2550	0.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	0.00	5.1	500	2550	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cms	Área o # de deterioro	5.1	500	2550	#¡VALOR!						
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0						0. Sin Deterioros o sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10 baches	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10 y 20 baches	3. Severo. E _{Pp} = mayor a 20 baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	510					510.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
		3. Se necesita una reconstrucción	0										
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	510.00	5.1	500	2550	20.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	2040.00	5.1	500	2550	80.000	68.00		0.00	0.00	100.00	100.00
		3. Profundidad >= 10 cms	0.00	5.1	500	2550	0.000		0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	
5	Lodazal	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	40.00	5.1	500	2550	1.569	1.57		6.44	0.00	0.00	6.44
6	Cruce de agua	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00	5.1	500	2550	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
Del km 6+000 a 6+500								Suma de puntaje de condición				263.41	
Del km 6+000 a 6+500								Estado de transitabilidad				236.59	



i. Datos generales

Evaluador: Fany Yudith Ruiz Burga
 Título de tesis: "Evaluación de la incorporación de polvo de piedra chancada en la subrasante deteriorada por deformación, carretera Chota – Shitacucho"
 Carretera: Chota - Shitacucho Ruta: 1
 Km de inicio: 6.500 Ancho de sección: 5.00
 Km de fin: 7.000 Longitud: 500

ii. Calificación de los daños

Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas			% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (Aij/As)x100	Extensión Promedio Ponderado	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de deterioro o falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla	
			Area de Deterioro Aij (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)			Area de la sección evaluada (m)	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10%	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10% y 30%		3. Severo. E _{Pp} = mayor a 30%
Del km 6+500 a 7+000													
1	Deformación	1. Huellas/hundimientos sensibles al usuario pero < 5 cms	0.00	5.00	500	2500	0.000		0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		2. Huellas/hundimientos entre 5 y 10 cms	0.00	5.00	500	2500	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Huellas/hundimientos >= 10 cms	0.00	5.00	500	2500	0.000						
2	Erosión	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	0.00	5	500	2500	0.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	1500.00	5	500	2500	60.000	49.71		0.00	0.00	100.00	100.00
		3. Profundidad >= 10 cms	600.00	5	500	2500	24.000						
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0.00						0. Sin Deterioros o sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10 baches	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10 y 20 baches	3. Severo. E _{Pp} = mayor a 20 baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	15.00					25.00		0.00	0.00	100.00	100.00
		3. Se necesita una reconstrucción	10.00										
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	0.00	5	500	2500	0.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	0.00	5	500	2500	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cms	0.00	5	500	2500	0.000		0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	
5	Lodazal	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00	5	500	2500	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
6	Cruce de agua	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00	5	500	2500	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
Del km 6+500 a 7+000								Suma de puntaje de condición				200.00	
Del km 6+500 a 7+000								Estado de transitabilidad				300.00	



i. Datos generales

Evaluador: Fany Yudith Ruiz Burga
 Título de tesis: "Evaluación de la incorporación de polvo de piedra chancada en la subrasante deteriorada por deformación, carretera Chota – Shitacucho"
 Carretera: Chota - Shitacucho Ruta: 1
 Km de inicio: 7.000 Ancho de sección: 5.00
 Km de fin: 7.500 Longitud: 500

ii. Calificación de los daños

Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas			% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (A _{ij} /A _s)x100	Extensión Promedio Ponderado	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de deterioro o falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla	
			Area de Deterioro A _{ij} (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)			Area de la sección evaluada (m)	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10%	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10% y 30%		3. Severo. E _{Pp} = mayor a 30%
			Número de Deterioro (N _{ij})										
			Longitud del deterioro (L _{ij})										

Del km 7+000 a 7+500													
Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Area de Deterioro A _{ij} (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Area de la sección evaluada (m)	% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (A _{ij} /A _s)x100	Extensión Promedio Ponderado	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10%	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10% y 30%	3. Severo. E _{Pp} = mayor a 30%	Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla
1	Deformación	1. Huellas/hundimientos sensibles al usuario pero < 5 cms	0.00	5.00	500	2500	0.000		0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		2. Huellas/hundimientos entre 5 y 10 cms	0.00	5	500	2500	0.000	30.00		0.00	99.00	0.00	99.00
		3. Huellas/hundimientos >= 10 cms	750.00	5	500	2500	30.000						
2	Erosión	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	0.00	5	500	2500	0.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	100.00	5	500	2500	4.000	44.62		0.00	0.00	100.00	100.00
		3. Profundidad >= 10 cms	1200.00	5	500	2500	48.000						
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0						0. Sin Deterioros o sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10 baches	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10 y 20 baches	3. Severo. E _{Pp} = mayor a 20 baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	20					30.00		0.00	0.00	100.00	100.00
		3. Se necesita una reconstrucción	10										
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	0.00	5	500	2500	0.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	0.00	5	500	2500	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cms	0.00	5	500	2500	0.000		0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	
5	Lodazal	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	750.00	5	500	2500	30.000	30.00		0.00	49.00	0.00	49.00
6	Cruce de agua	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	5.00	5	500	2500	0.200	0.20		9.11	0.00	0.00	9.11
Del km 7+000 a 7+500									Suma de puntaje de condición				357.11
Del km 7+000 a 7+500									Estado de transitabilidad				142.89



i. Datos generales

Evaluador: Fany Yudith Ruiz Burga
 Título de tesis: "Evaluación de la incorporación de polvo de piedra chancada en la subrasante deteriorada por deformación, carretera Chota – Shitacucho"
 Carretera: Chota - Shitacucho Ruta: 1
 Km de inicio: 7.500 Ancho de sección: 5.10
 Km de fin: 8.000 Longitud: 500

ii. Calificación de los daños

Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas			% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (Aij/As)x100	Extensión Promedio Ponderado	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de deterioro o falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla	
			Area de Deterioro Aij (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)			Area de la sección evaluada (m)	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10%	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10% y 30%		3. Severo. E _{Pp} = mayor a 30%
			Número de Deterioro (Nij)										
			Longitud del deterioro (Lij)										

Del km 7+500 a 8+000													
Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Area de Deterioro Aij (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Area de la sección evaluada (m)	% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (Aij/As)x100	Extensión Promedio Ponderado	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10%	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10% y 30%	3. Severo. E _{Pp} = mayor a 30%	Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla
1	Deformación	1. Huellas/hundimientos sensibles al usuario pero < 5 cms	0.00	5.10	500	2550	0.000		0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		2. Huellas/hundimientos entre 5 y 10 cms	0.00	5.1	500	2550	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Huellas/hundimientos >= 10 cms	0.00	5.1	500	2550	0.000						
2	Erosión	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	0.00	5.1	500	2550	0.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	600.00	5.1	500	2550	23.529	23.53		0.00	73.44	0.00	73.44
		3. Profundidad >= 10 cms	600.00	5.1	500	2550	23.529						
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	10						0. Sin Deterioros o sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10 baches	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10 y 20 baches	3. Severo. E _{Pp} = mayor a 20 baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	45					85.00		0.00	0.00	100.00	100.00
		3. Se necesita una reconstrucción	30										
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	0.00	5.1	500	2550	0.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	0.00	5.1	500	2550	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		3. Profundidad >= 10 cms	0.00	5.1	500	2550	0.000		0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	
5	Lodazal	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00	5.1	500	2550	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
6	Cruce de agua	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00	5.1	500	2550	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
Del km 7+500 a 8+000									Suma de puntaje de condición				173.44
Del km 7+500 a 8+000									Estado de transitabilidad				326.56



i. Datos generales

Evaluador: Fany Yudith Ruiz Burga
 Título de tesis: "Evaluación de la incorporación de polvo de piedra chancada en la subrasante deteriorada por deformación, carretera Chota – Shitacucho"
 Carretera: Chota - Shitacucho Ruta: 1
 Km de inicio: 8.000 Ancho de sección: 5.10
 Km de fin: 8.500 Longitud: 500

ii. Calificación de los daños

Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas			% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (Aij/As)x100	Extensión Promedio Ponderado	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de deterioro o falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla	
			Area de Deterioro Aij (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)			Area de la sección evaluada (m)	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10%	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10% y 30%		3. Severo. E _{Pp} = mayor a 30%
Del km 8+000 a 8+500													
1	Deformación	1. Huellas/hundimientos sensibles al usuario pero < 5 cms	0.00	5.10	500	2550	0.000		0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		2. Huellas/hundimientos entre 5 y 10 cms	0.00	5.1	500	2550	0.000	8.00		12.10	0.00	0.00	12.10
		3. Huellas/hundimientos >= 10 cms	204.00	5.1	500	2550	8.000						
2	Erosión	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	0.00	5.1	500	2550	0.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	300.00	5.1	500	2550	11.765	19.61		0.00	57.95	0.00	57.95
		3. Profundidad >= 10 cms	600.00	5.1	500	2550	23.529						
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0						0. Sin Deterioros o sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10 baches	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10 y 20 baches	3. Severo. E _{Pp} = mayor a 20 baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	3					3.00		35.30	0.00	0.00	35.30
		3. Se necesita una reconstrucción	0										
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	318.75	5.1	500	2550	12.500						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	0.00	5.1	500	2550	0.000	12.50		0.00	29.88	0.00	29.88
		3. Profundidad >= 10 cms	0.00	5.1	500	2550	0.000		0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	
5	Lodazal	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00	5.1	500	2550	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
6	Cruce de agua	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00	5.1	500	2550	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
Del km 8+000 a 8+500								Suma de puntaje de condición				135.23	
Del km 8+000 a 8+500								Estado de transitabilidad				364.77	



i. Datos generales

Evaluador: Fany Yudith Ruiz Burga
 Título de tesis: "Evaluación de la incorporación de polvo de piedra chancada en la subrasante deteriorada por deformación, carretera Chota – Shitacucho"
 Carretera: Chota - Shitacucho Ruta: 1
 Km de inicio: 8.500 Ancho de sección: 5.10
 Km de fin: 9.000 Longitud: 500

ii. Calificación de los daños

Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas			% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (Aij/As)x100	Extensión Promedio Ponderado	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de deterioro o falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla	
			Area de Deterioro Aij (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)			Area de la sección evaluada (m)	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10%	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10% y 30%		3. Severo. E _{Pp} = mayor a 30%
			Número de Deterioro (Nij)										
			Longitud del deterioro (Lij)										

Del km 8+500 a 9+000													
Códig. de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Area de Deterioro Aij (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Area de la sección evaluada (m)	% de extensión del deterioro/ Falla E _{fij} = (Aij/As)x100	Extensión Promedio Ponderado	0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10%	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10% y 30%	3. Severo. E _{Pp} = mayor a 30%	Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla
1	Deformación	1. Huellas/hundimientos sensibles al usuario pero < 5 cms	0.00	5.10	500	2550	0.000		0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		2. Huellas/hundimientos entre 5 y 10 cms	0.00	5.1	500	2550	0.000	20.00		0.00	59.50	0.00	59.50
		3. Huellas/hundimientos >= 10 cms	510.00	5.1	500	2550	20.000						
2	Erosión	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	0.00	5.1	500	2550	0.000						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	255.00	5.1	500	2550	10.000	51.73		0.00	0.00	100.00	100.00
		3. Profundidad >= 10 cms	1500.00	5.1	500	2550	58.824						
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	0						0. Sin Deterioros o sin Fallas	1: Leve. E _{Pp} = Menor a 10 baches	2. Moderado. E _{Pp} = entre 10 y 20 baches	3. Severo. E _{Pp} = mayor a 20 baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	5					15.00		0.00	59.50	0.00	59.50
		3. Se necesita una reconstrucción	10										
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario pero profundidad <5 cms	250.00	5.1	500	2550	9.804						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	0.00	5.1	500	2550	0.000	9.80		19.23	0.00	0.00	19.23
		3. Profundidad >= 10 cms	0.00	5.1	500	2550	0.000		0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	
5	Lodazal	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	1020.00	5.1	500	2550	40.000	40.00		0.00	0.00	50.00	50.00
6	Cruce de agua	1. Transitabilidad bajo o intransitabilidad en época de lluvia	0.00	5.1	500	2550	0.000	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
Del km 8+500 a 9+000									Suma de puntaje de condición				288.23
Del km 8+500 a 9+000									Estado de transitabilidad				211.77



Estado de transitabilidad de la carretera Chota - Shitacucho

Metodología del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

Evaluador: Fany Yudith Ruiz Burga
Carretera: Chota - shitacucho

Calificación del estado de transitabilidad del camino vecinal									
MALO			REGULAR					BUENO	
<=150			>150 y <=400					>400	
Nivel de intervención Del camino vecinal									
Reconstrucción- Rehabilitación			Conservación periódica					Conservación rutinaria	
MALO			REGULAR					BUENO	
50	100	150	200	250	300	350	400	450	500

Tramo	Km	Ancho (m)	Longitud (m)	Puntaje de condición	Estado de transitabilidad	Calificación
1	0 - 0.5	7.00	500	110.52	389.48	Regular
2	0.5 - 1.0	6.50	500	125.18	374.82	Regular
3	1.0 - 1.5	6.50	500	163.15	336.85	Regular
4	1.5 - 2.0	6.60	500	140.35	359.65	Regular
5	2.0 - 2.5	6.60	500	109.92	390.08	Regular
6	2.5 - 3.0	6.70	500	165.18	334.82	Regular
7	3.0 - 3.5	6.60	500	216.64	283.36	Regular
8	3.5 - 4.0	6.60	500	138.86	361.14	Regular
9	4.0 - 4.5	5.00	500	201.63	298.37	Regular
10	4.5 - 5.0	5.00	500	141.86	358.14	Regular
11	5.0 - 5.5	5.10	500	259.00	241.00	Regular
12	5.5 - 6.0	5.10	500	209.31	290.70	Regular
13	6 - 6.5	5.10	500	263.41	236.59	Regular
14	6.5 - 7	5.00	500	200.00	300.00	Regular
15	7 - 7.5	5.00	500	357.11	142.89	Malo
16	7.5-8	5.10	500	173.44	326.56	Regular
17	8-8.5	5.10	500	135.23	364.77	Regular
18	8.5-9	5.10	500	288.23	211.77	Regular
Promedio		6.11	500.00	165.13	334.87	Regular
Desv. Estándar		0.793	0.000	46.929	46.929	
Coefficiente de variación		12.97%	0.00%	28.42%	14.01%	
Requiere del nivel de intervención CONSERVACIÓN PERIÓDICA						

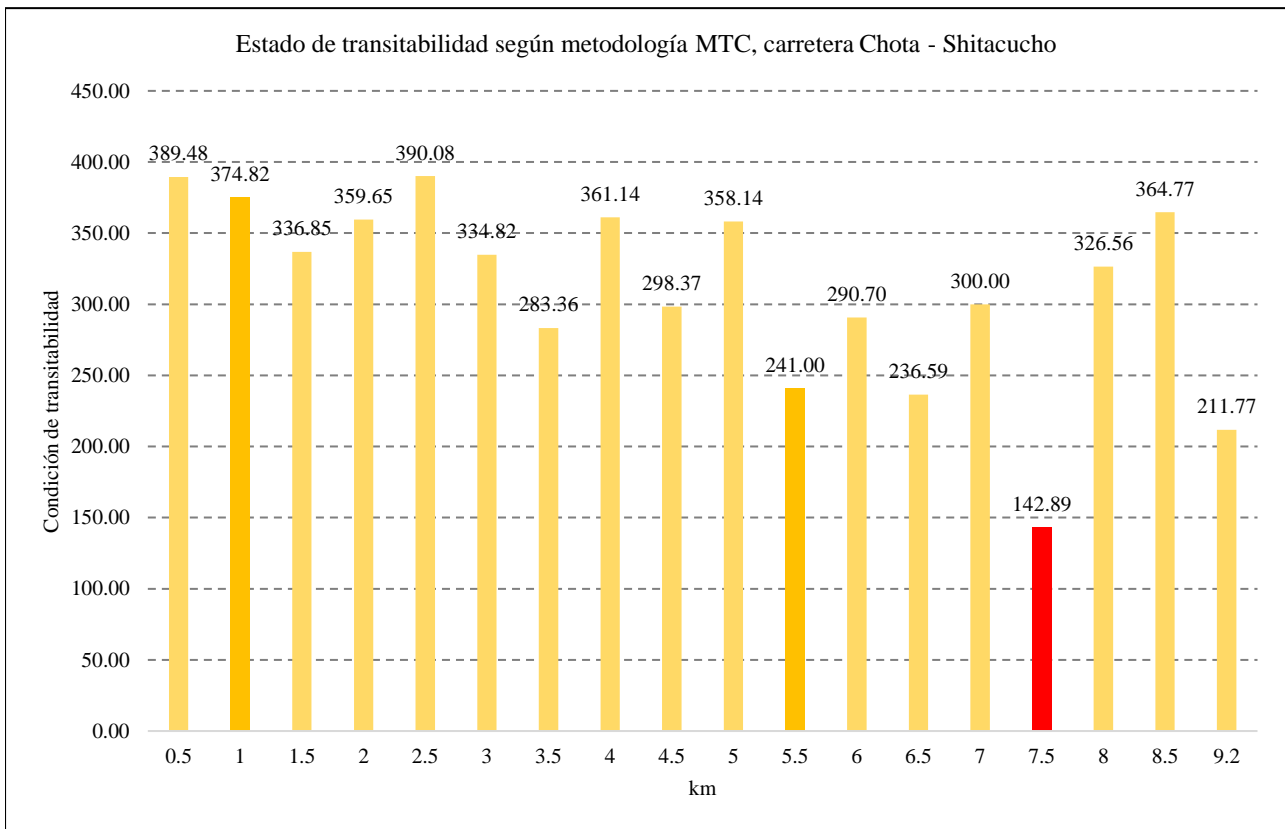


Estado de transitabilidad de la carretera Chota - Shitacucho

Metodología del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

Evaluador: Fany Yudith Ruiz Burga
Carretera: Chota - shitacucho

Calificación del estado de transitabilidad del camino vecinal									
MALO			REGULAR					BUENO	
<=150			>150 y <=400					>400	
Nivel de intervención Del camino vecinal									
Reconstrucción- Rehabilitación			Conservación periódica					Conservación rutinaria	
MALO			REGULAR					BUENO	
50	100	150	200	250	300	350	400	450	500



Anexo F. Ensayos al desechos de roca triturada



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION"
EJECUCION DE OBRAS DE INGENIERIA, ELABORACION DE
PERFILES Y EXPEDIENTES TECNICOS, ESTUDIO DE ANALISIS
DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE AGREGADOS POLVO DE PIEDRA CHANCADA – CANTERA PINGOBAMBA EL TORIL

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID ELAYO RIMARACHINI
INGENIERO CIVIL
REG. CUP N° 77280

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



INFORME

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS
ASTM C136

Código	AE-FO-63
Versión	01
Fecha	07-06-2018
Página	1 de 1

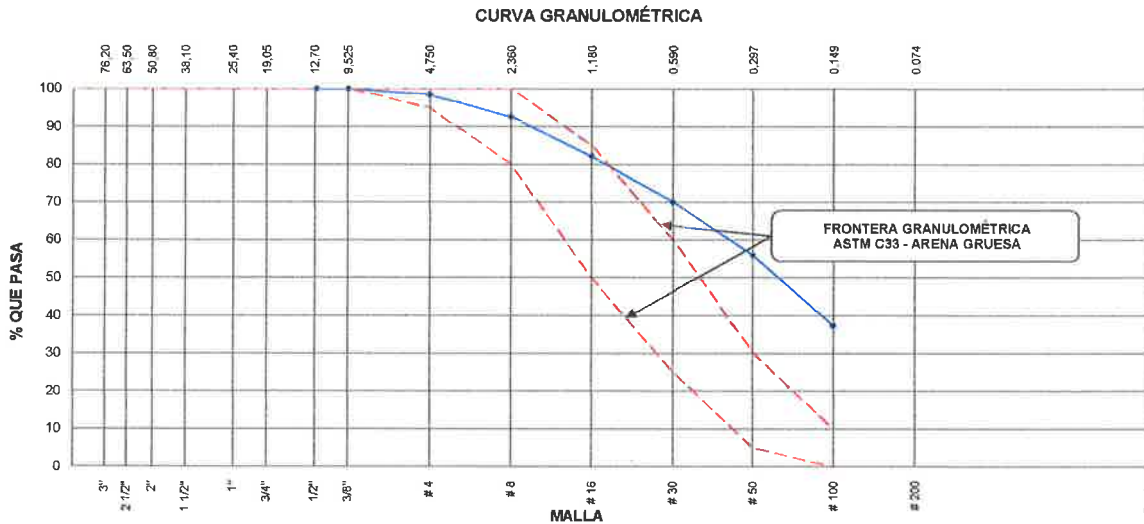
Tesis : "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

Solicitante : FANY YUDITH RUIZ BURGA
 Atención : FANY YUDITH RUIZ BURGA
 Ubicación de Proyecto : CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO
 Material : AGREGADO FINO PARA MEZCLA EN PORCENTAJES

Muestreado por : SOLICITANTE
 Ensayado por : G.R.R
 Fecha de Ensayo: 1/03/2021
 Turno: Diurno

Código de Muestra : ---
 Procedencia : PINGOBAMBA EL TORIL
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm				100.00	100.00	100.00
3/8"	9.50 mm				100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	15.5	1.62	1.62	98.38	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	55.1	5.75	7.37	92.63	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	99.8	10.42	17.79	82.21	50.00	85.00
# 30	600 µm	116.5	12.16	29.95	70.05	25.00	60.00
# 50	300 µm	135.2	14.12	44.07	55.93	5.00	30.00
# 100	150 µm	177.7	18.55	62.62	37.38	0.00	10.00
Fondo	-	358.0	37.38	100.00	0.00	-	-
						MF	1.63
						TMN	---



GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM
 Nombre y firma:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

JEFE LEM
 Nombre y firma:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Geremias Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

CQC - LEM
 Nombre y firma:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

HUMEDAD NATURAL DE LOS AGREGADOS (ASTM D 2216, MTC E 108-2000)

Obra : "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

Tramo : **Realizado Por :** G.R.R
Cantera : PINGOBAMBA EL TORIL **Ing. Responsable :** H.C.R
Muestra : M-1 **Fecha :** 01-03-21

DATOS DE LA MUESTRA

Material : AGREGADO FINO PARA MEZCLA EN PORCENTAJES **Uso:**
Ubicación de la Muestra: CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO
Tamaño Máximo: 3/8"

HUMEDAD NATURAL AGREGADO FINO

TARRO				PROMEDIO
TARRO + SUELO HUMEDO	1500.00			
TARRO + SUELO SECO	1454.00			
AGUA	46.00			
PESO DEL TARRO	0.00			
PESO DEL SUELO SECO	1454.00			
CONTENIDO DE HUMEDAD	3.16			3.16

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Henry David Clavo Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. QIP N° 77267

	INFORME	Código	AE-FO-67
	DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-15	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

Solicitante : FANY YUDITH RUIZ BURGA
 Atención : FANY YUDITH RUIZ BURGA
 Ubicación del Proyecto : CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO
 Material : AGREGADO FINO PARA MEZCLA EN PORCENTAJES

Muestreado por : SOLICITANTE
 Ensayado por : G.R.R
 Fecha de Ensayo: 1/03/2021
 Turno: Diurno

Código de Muestra : ---
 Procedencia : PINGOBAMBA EL TORIL
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

	IDENTIFICACIÓN	1	2	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	110.0		
B	Peso Frasco + agua	638.0		
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	707.0		
D	Peso del Mat. Seco	108.0		
	Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = D/(B+A-C)	2.634		2.634
	Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = A/(B+A-C)	2.683		2.683
	Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = D/(B+D-C)	2.600		2.600
	% Absorción = 100*(A-D)/D	1.9		1.9

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  Berlin Clavo Rimarachin <small>LABORATORIO DE MATERIALES DE CONCRETO Y ASFALTO</small>	Nombre y firma:  Geremias Rimarachin <small>GERENTE GENERAL</small>	Nombre y firma:  HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN <small>INGENIERO CIVIL REG. CP N° 77267</small>



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

RESISTENCIA AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS CON TAMAÑOS MENORES A 37.5 mm

MEDIANTE LA MAQUINA DE LOS ANGELES

(MTC E207 - ASTM C131)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis	"EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"		
Tramo :	PINGOBAMBA EL TORIL		Realizado Por : G.R.R
Cantera:	POLVO DE PIEDRA CHANCADA		Ing.Responsable: H.C.R
Material:	M-1		Fecha: 02-03-21
Muestra:	3/8"		
Tamaño Max:	3/8"		
Ubicación:	CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO		

METODO		PESOS Y GRANULOMETRIAS REQUERIDOS				PESOS Y GRANULOMETRIAS EMPLEADOS			
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	A	B	C	D	A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250 ± 25				1255 ± 25			
1"	3/4"	1250 ± 25				1253 ± 25			
3/4"	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10			1254 ± 10			
1/2"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10			1252 ± 25			
3/8"	1/4"			2500 ± 10					
1/4"	Nº 4			2500 ± 10					
Nº 4	Nº 8				5000 ± 10				5000 ± 10
PESO TOTAL		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10				5000 ± 10
Nº de Esferas		12	11	8	6				6
Peso de las Esferas		390 - 445	391 - 445	392 - 445	393 - 445				393 - 445
		Peso Retenido en la malla Nº 12 (gr.)							3,665
		Peso que pasa en la malla Nº 12 (gr.)							1,335.0
		% Desgate							26.7%

OBSERVACIONES :

SEGÚN LOS REQUERIMIENTOS DEL EG-2013 TABLA 438-06 SE REQUIERE COMO MAXIMO 40%

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC

 Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC

 Geremias Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC

 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77267

Anexo F. Estudio de mecánica de suelos



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

CALICATA N° 01 ENSAYOS DE TERRENO NATURAL

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Gerzmas Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Henry David Clavero Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

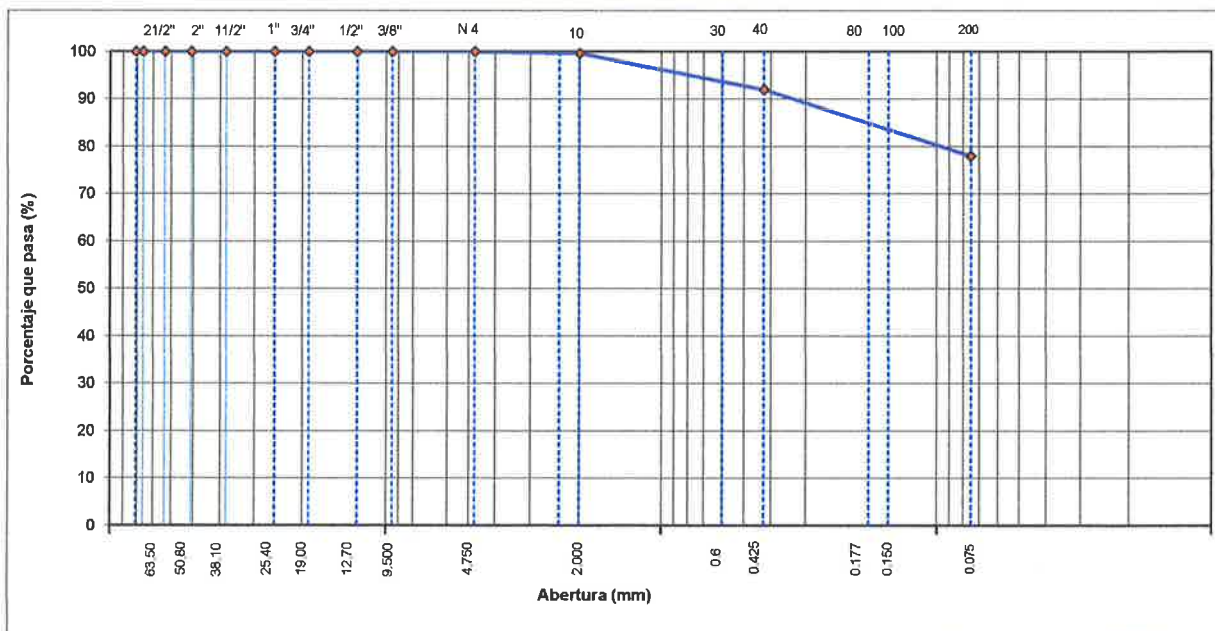
(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

ESTRUCTURA :	PAVIMENTACIÓN	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	15/02/2021

MATERIAL :	EXTRAÍDO Y MUESTREADO DE CALICATA TERRENO NATURAL	TAMAÑO MÁXIMO :	
CALICATA :	C-1	PESO INICIAL :	600.0 g
MUESTRA :	M - 1	FRACCIÓN SECA :	600.0 g
COORDENADAS :	-	PROFUND. (M.) :	(0.00 - 1.50 m)

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.800						% Peso Material <4: 100.0%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL) : 55.1
1"	25.400						Límite Plástico (LP) : 28.3
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP) : 26.8
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS) : CH
3/8"	9.500						Clasific. (AASHTO) : A-7-6 (18)
Nº 4	4.750				100.0		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	2.0	0.3	0.3	99.7		Contenido de Humedad (%) : 72.20
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	46.00	7.7	8.0	92.0		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	50.00	8.3	16.3	83.7		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	34.00	5.7	22.0	78.0		
< Nº 200	FONDO	468.00	78.0	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 HENRY DAVID CLAYO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.R. N° 7267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

(NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)

ESTRUCTURA : PAVIMENTACIÓN	HECHO POR : G.R.R
SOLICITANTE : FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. : H.C.R
ESTRATO (0.00 - 1.50 m)	FECHA : 15-feb.-21

MATERIAL : EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA TERRENO NATURAL	CALICATA : C-1
CALICATA : C-1	MUESTRA : M-1
COORDENADAS : -	PROF. (M.) : (0.00 - 1.50 m)

MUESTRA	1			
SUELO HUMEDO + CAPSULA	1400.0			
PESO SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	813.0			
PESO DE CAPSULA (gr.)	0.0			
PESO DEL AGUA	587.0			
PESO DE SUELO SECO	813.0			
CONTENIDO DE HUMEDAD %	72.20			

PROMEDIO % DE HUMEDAD : 72.2

Observaciones: -

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Henry David Clavo Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 7267



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

ESTRUCTURA : PAVIMENTACIÓN	HECHO POR : G.R.R
SOLICITANTE : FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. : H.C.R
ESTRATO : (0.00 - 1.50 m)	FECHA : 15-feb.-21

MATERIAL : EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA TERRENO NATURAL	CALICATA : C-1
CALICATA : C-1	MUESTRA : M-1
COORDENADAS : -	PROFUNDIDAD : (0.00 - 1.50 m)

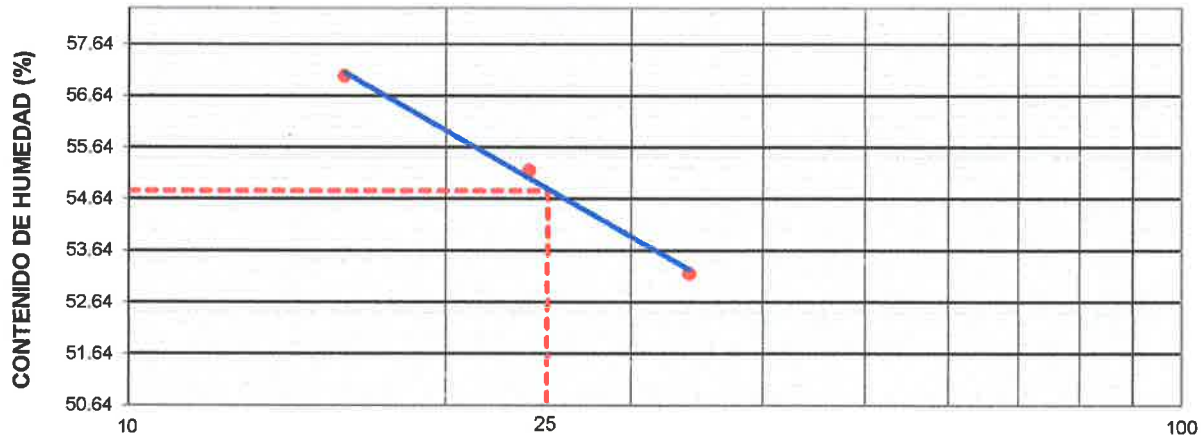
LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO		1	2	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	59.98	59.23	61.48	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	46.20	45.35	46.56	
PESO DE AGUA	(g)	13.78	13.88	14.92	
PESO DEL TARRO	(g)	20.30	20.20	20.40	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	25.90	25.15	26.16	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	53.20	55.19	57.03	55.14
NUMERO DE GOLPES		34	24	16	24.67

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO		4	5		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	20.45	21.11		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19.52	20.12		
PESO DE AGUA	(g)	0.93	0.99		
PESO DEL TARRO	(g)	16.20	16.65		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.32	3.47		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	28.01	28.53		

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	55.1
LIMITE PLASTICO	28.3
INDICE DE PLASTICIDAD	26.8

Observaciones:

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin
 Geremias Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 HENRY DAVID CLAVO BIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

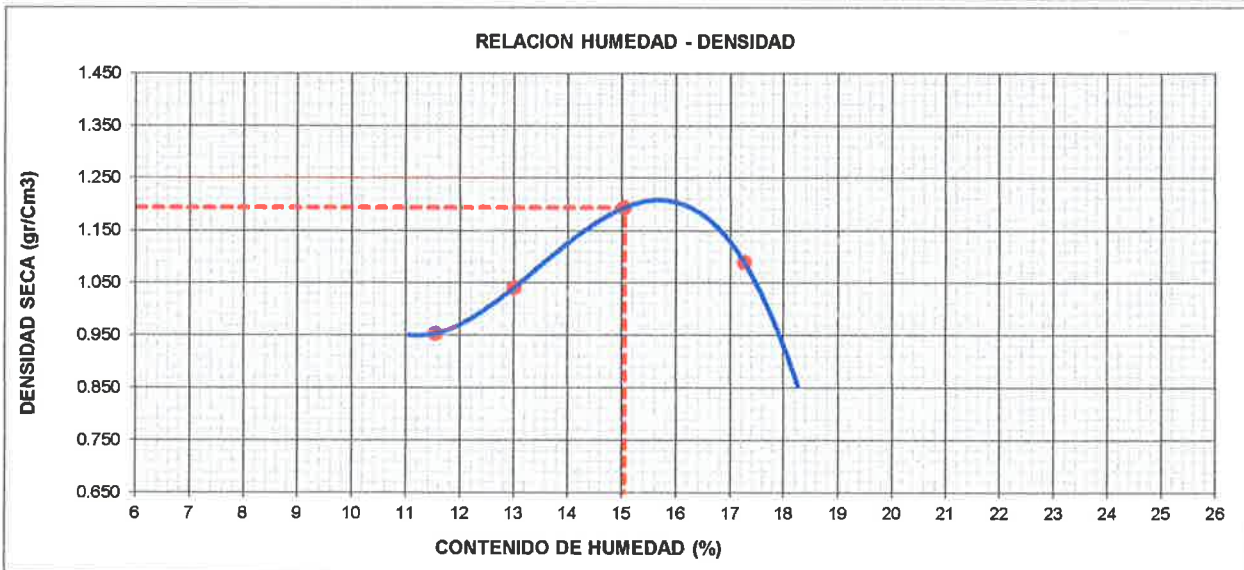
(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

ESTRUCTURA :	PAVIMENTACIÓN	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	15-feb.-2021

MATERIAL :	EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA TERRENO NATURAL	MUESTRA :	M-1
CALICATA :	C-1	PROFUNDIDAD :	(0.00 - 1.50 m)
COORDENADAS :	-		

METODO DE COMPACTACION : A

Peso suelo + molde	gr	4896	5002	5188	5098	
Peso molde	gr	3893	3893	3893	3893	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1003	1109	1295	1205	
Volumen del molde	cm ³	943	943	943	943	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.06	1.18	1.37	1.28	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	725.0	565.0	520.0	727.0	
Peso del suelo seco + tara	gr	650.0	500.0	452.0	620.0	
Tara	gr					
Peso de agua	gr	75.0	65.0	68.0	107.0	
Peso del suelo seco	gr	650.0	500.0	452.0	620.0	
Contenido de agua	%	11.54	13.00	15.04	17.26	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	0.954	1.041	1.194	1.090	
Densidad máxima (gr/cm ³)						1.194
Humedad óptima (%)						15.04



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
[Signature]
 Geremías Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
[Signature]
 HENRY DAVID CERVA RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

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

(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA :	PAVIMENTACIÓN	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	15-feb-2021

MATERIAL :	EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA TERRENO NATURAL	MUESTRA :	-
CALICATA :	C-1	PROFUND. (M.) :	(0.00 - 1.50 m)
MUESTRA :	M-1		

COMPACTACION

Molde N°	1	2	3
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11486	10739	10373
Peso de molde (g)	7678	7158	7173
Peso del suelo húmedo (g)	3808	3581	3200
Volumen del molde (cm ³)	2151	2128	2123
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.770	1.683	1.507
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	560.0	507.0	562.6
Peso suelo seco + tara (g)	500.0	450.0	500.0
Peso de tara (g)			
Peso de agua (g)	60.0	57.0	62.6
Peso de suelo seco (g)	500.0	450.0	500.0
Contenido de humedad (%)	12.00	12.66	12.52
Densidad seca (g/cm ³)	1.581	1.494	1.340

EXPANSION

115

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/02/2021	15:00		0.000	0.000		0.000	0.000		0.000	0.000	
16/02/2021	15:00		182.000	4.623		196.000	4.978		245.000	6.223	
17/02/2021	15:00		252.000	6.401		274.000	6.960		315.000	8.001	
18/02/2021	15:00		296.000	7.518		325.000	8.255		395.000	10.033	
19/02/2021	15:00		374.000	9.500		398.000	10.109		474.000	12.040	
				9.500	8.26%		10.109	8.79%		12.040	10.47%

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		9	2.1			7	1.6			6	1.4		
1.270		13	3.0			10	2.3			8	1.9		
1.905		16	3.7			15	3.5			12	2.8		
2.540	70.455	19	4.4	4.4	6	19	4.4	4.4	6	16	3.7	3.7	5
3.810		25	5.8			24	5.6			20	4.6		
5.080	105.682	31	7.2	7.2	7	28	6.5	6.5	6	24	5.6	5.6	5
6.350		38	8.8			36	8.4			28	6.5		
7.620		42	9.7			42	9.7			32	7.4		
10.160													
12.700													

Observaciones:

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

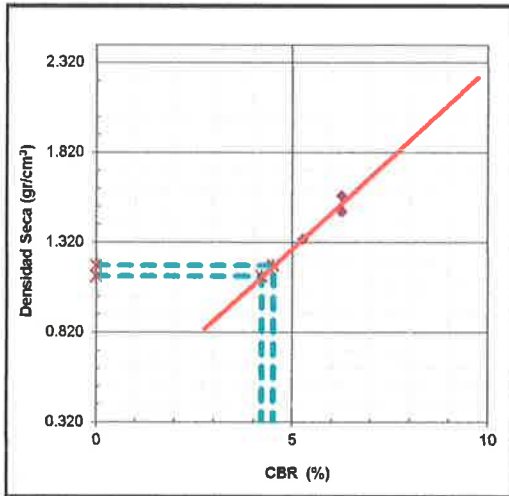
LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA	: PAVIMENTACIÓN	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: (0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 15-feb.-21
MATERIAL	: EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA TERRENO NATURAL	MUESTRA	: -
CALICATA	: C-1	PROFUND. (M.)	: (0.00 - 1.50 m)
MUESTRA	: M - 1		



METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.194
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 15.04
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.134

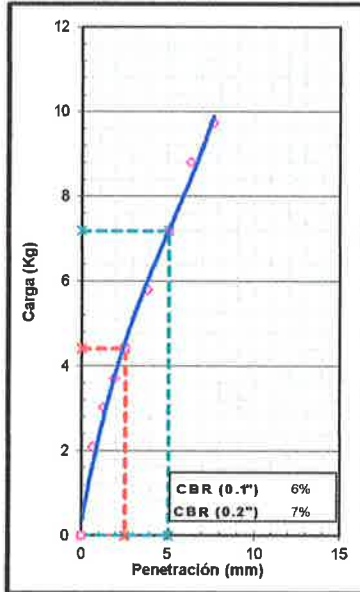
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	4.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	4.2

RESULTADOS:

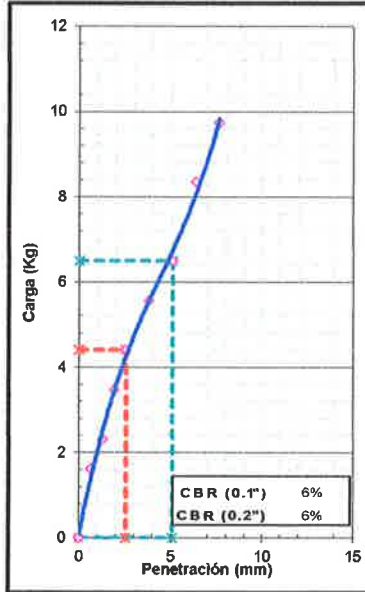
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	5 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	4 (%)
Valor Expansión a 56 Golpes por capa:		9.17%

OBSERVACIONES:

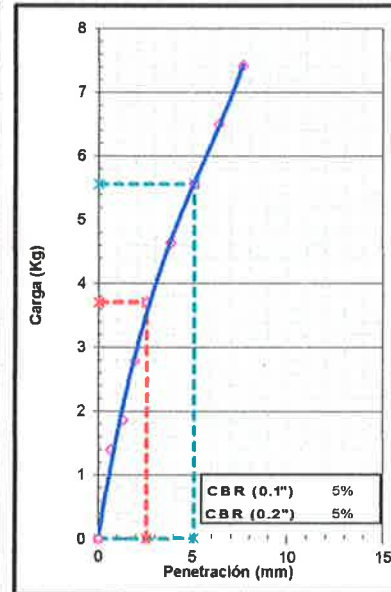
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:




"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

CALICATA N° 01 ENSAYOS DE TERRENO NATURAL INCORPORANDO 2% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CI Nº 77267

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

ESTRUCTURA : PAVIMENTACION	HECHO POR : G.R.R
SOLICITANTE : FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. : H.C.R
ESTRATO : (0.00 - 1.50 m)	FECHA : 15-feb.-21

MATERIAL : CON ADICION DEL 2 % DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	CALICATA : C-1
CALICATA : C-1	MUESTRA : M-1
COORDENADAS : -	PROFUNDIDAD : (0.00 - 1.50 m)

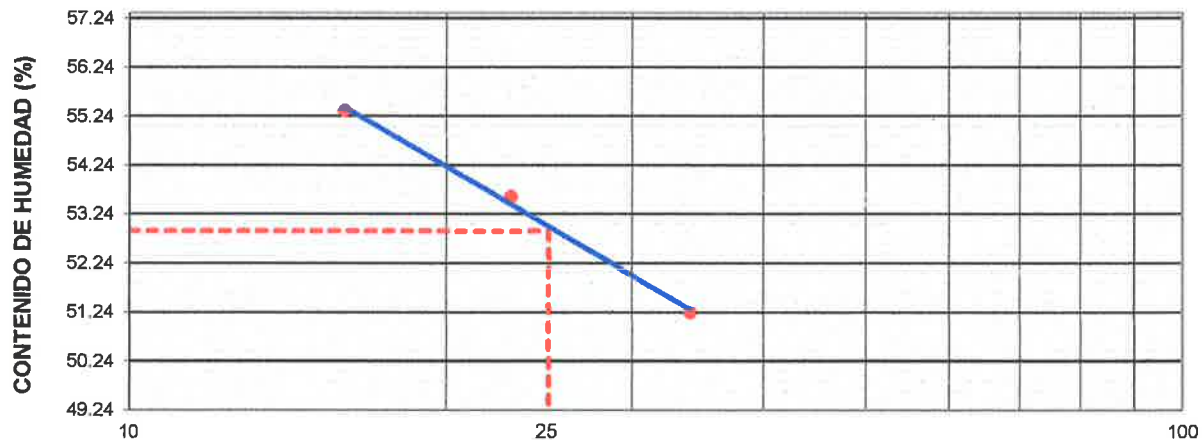
LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO		1	2	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		59.47	58.83	61.04	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		46.20	45.35	46.56	
PESO DE AGUA (g)		13.27	13.48	14.48	
PESO DEL TARRO (g)		20.30	20.20	20.40	
PESO DEL SUELO SECO (g)		25.90	25.15	26.16	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		51.24	53.60	55.35	53.40
NUMERO DE GOLPES		34	23	16	24.33

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO		4	5		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		20.37	21.21		
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		19.55	20.19		
PESO DE AGUA (g)		0.82	1.02		
PESO DEL TARRO (g)		16.70	16.63		
PESO DEL SUELO SECO (g)		2.85	3.56		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		28.77	28.65		

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	53.4
LIMITE PLASTICO	28.7
INDICE DE PLASTICIDAD	24.7

Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 17267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

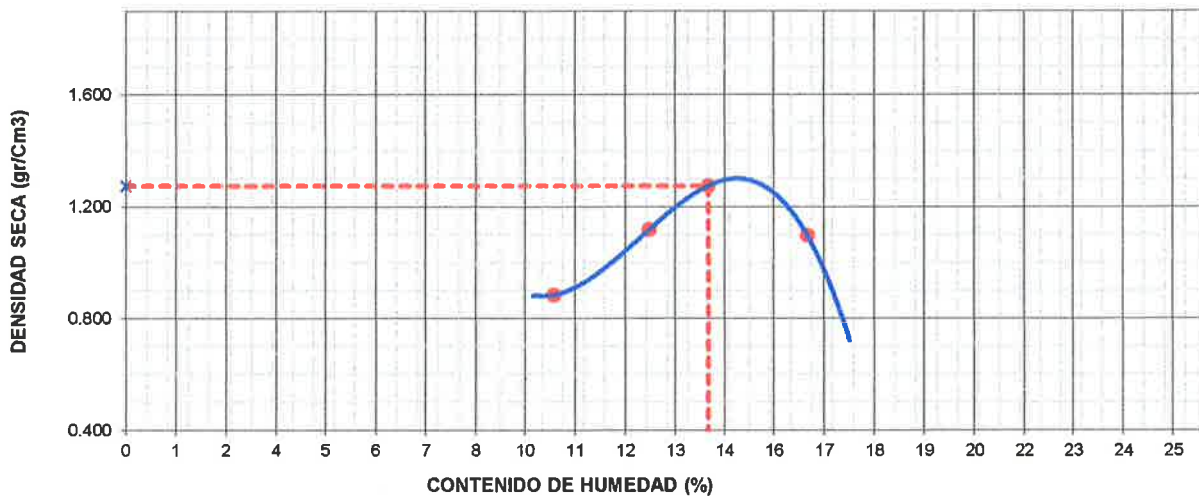
ESTRUCTURA :	PAVIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	15-feb.-2021

MATERIAL :	CON ADICION DEL 2 % DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA :	M-1
CALICATA :	C-1	PROFUNDIDAD :	(0.00 - 1.50 m)
COORDENADAS :	-		

METODO DE COMPACTACION : A

Peso suelo + molde	gr	4812	5080	5263	5096	
Peso molde	gr	3893	3893	3893	3893	
Peso suelo húmedo compactado	gr	919	1187	1370	1203	
Volumen del molde	cm ³	943	943	943	943	
Peso volumétrico húmedo	gr	0.97	1.26	1.45	1.28	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	772.0	788.0	912.0	873.0	
Peso del suelo seco + tara	gr	700.0	700.0	800.0	750.0	
Tara	gr					
Peso de agua	gr	72.0	88.0	112.0	123.0	
Peso del suelo seco	gr	700.0	700.0	800.0	750.0	
Contenido de agua	%	10.29	12.57	14.00	16.40	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	0.884	1.118	1.274	1.096	
Densidad máxima (gr/cm ³)						1.274
Humedad óptima (%)						14.00

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Henry David Clavo Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 7267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA :	PAVIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	15-feb.-2021

MATERIAL :	CON ADICION DEL 2 % DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA :	-
CALICATA :	C-1	PROFUND. (M.) :	(0.00 - 1.50 m)
MUESTRA :	M - 1		

COMPACTACION

Molde N°	4	5	6
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11095	10410	10112
Peso de molde (g)	7678	7158	7173
Peso del suelo húmedo (g)	3417	3252	2939
Volumen del molde (cm ³)	2151	2128	2123
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.589	1.528	1.384
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	912.0	801.0	912.0
Peso suelo seco + tara (g)	800.0	700.0	800.0
Peso de tara (g)			
Peso de agua (g)	112.0	101.0	112.0
Peso de suelo seco (g)	800.0	700.0	800.0
Contenido de humedad (%)	14.00	14.43	14.00
Densidad seca (g/cm ³)	1.393	1.336	1.214

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/02/2021	14:00		0.000	0.000		0.000	0.000		0.000	0.000	
16/02/2021	14:00		178.000	4.521		198.000	5.029		212.000	5.385	
17/02/2021	14:00		265.000	6.731		354.000	8.992		322.000	8.179	
18/02/2021	14:00		296.000	7.518		365.000	9.271		374.000	9.500	
19/02/2021	14:00		325.000	8.255		398.000	10.109		402.000	10.211	
				8.255	7.18%		10.109	8.79%		10.211	8.88%

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		10	2.3			9	2.1			4	0.9		
1.270		14	3.2			12	2.8			6	1.4		
1.905		18	4.2			17	3.9			10	2.3		
2.540	70.455	21	4.9	4.9	7	21	4.9	4.9	7	14	3.2	3.2	5
3.810		27	6.3			26	6.0			18	4.2		
5.080	105.682	33	7.7	7.7	7	30	7.0	7.0	7	22	5.1	5.1	5
6.350		40	9.3			38	8.8			26	6.0		
7.620		42	9.7			44	10.2			29	6.7		
10.160													
12.700													

Observaciones:

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin
GERENTE GENERAL

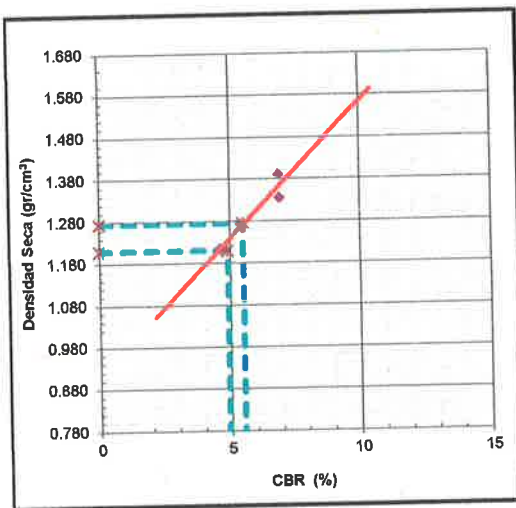
LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CLAVE RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA	: PAVIMENTACION	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: (0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 15-feb.-21
MATERIAL	: CON ADICION DEL 2 % DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA	: -
CALICATA	: C-1	PROFUND. (M.)	: (0.00 - 1.50 m)
MUESTRA	: M - 1		

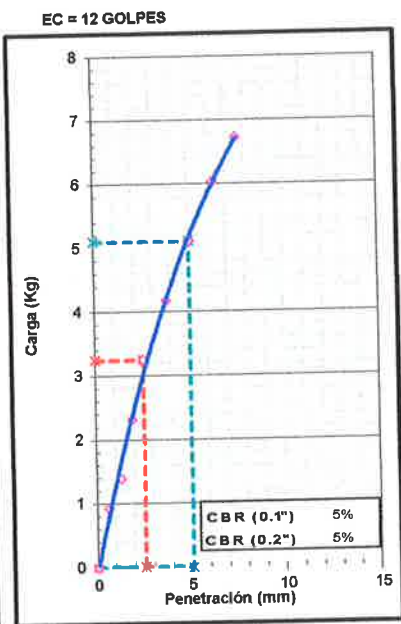
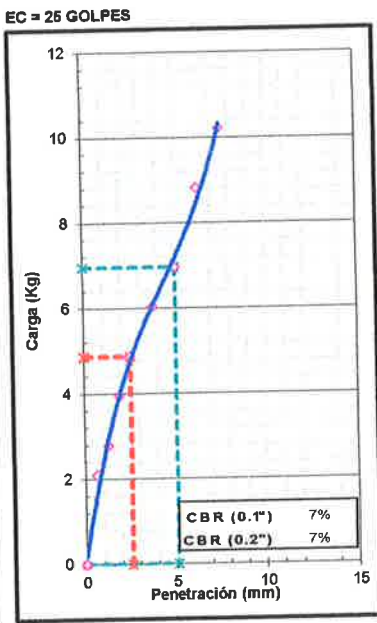
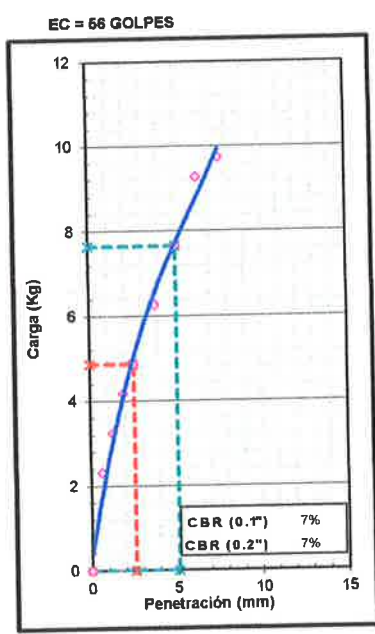


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.274
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 14.00
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.211

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	5.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	4.9

RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 6 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 5 (%)
 Valor Expansión a 56 Golpes por capa: 8.28%

OBSERVACIONES:



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 Geremias Rimarachin Ramayachin
 GERENTE GENERAL


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 HENRY DAVID CISAO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77267



CALICATA N° 01 ENSAYOS DE TERRENO NATURAL INCORPORANDO 4% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Henry David Clavo Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. C.P. N° 77267

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

ESTRUCTURA : PAVIMENTACION	HECHO POR : G.R.R
SOLICITANTE : FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. : H.C.R
ESTRATO : (0.00 - 1.50 m)	FECHA : 15-feb.-21

MATERIAL : CON ADICION DEL 4% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	CALICATA : C-1
CALICATA : C-1	MUESTRA : M-1
COORDENADAS : -	PROFUNDIDAD : (0.00 - 1.50 m)

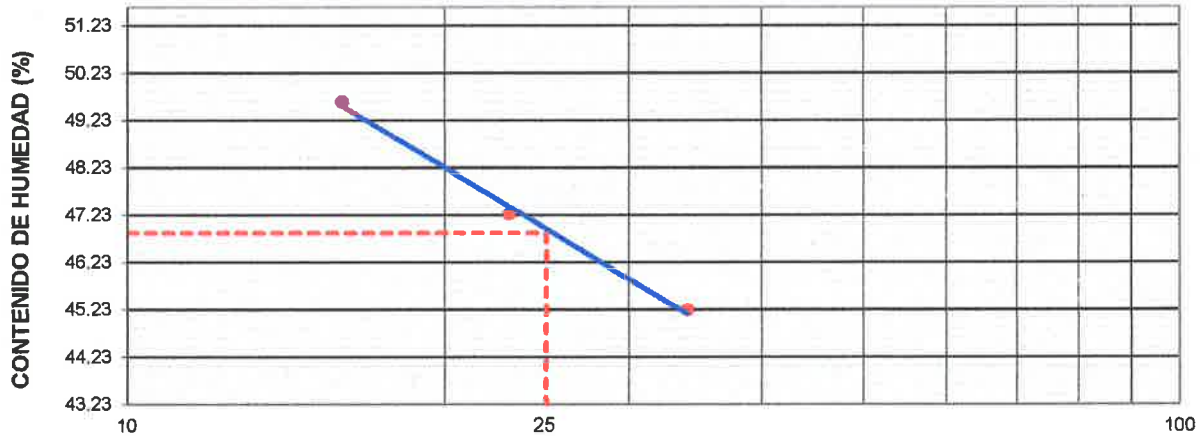
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		11	12	13	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		57.96	58.02	59.05	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		46.20	45.85	46.10	
PESO DE AGUA (g)		11.76	12.17	12.95	
PESO DEL TARRO (g)		20.20	20.10	20.00	
PESO DEL SUELO SECO (g)		26.00	25.75	26.10	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		45.23	47.26	49.62	47.37
NUMERO DE GOLPES		34	23	16	24.33

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		14	15		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		20.47	21.45		
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		19.63	20.41		
PESO DE AGUA (g)		0.84	1.04		
PESO DEL TARRO (g)		16.54	16.62		
PESO DEL SUELO SECO (g)		3.09	3.79		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		27.18	27.44		

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	47.4
LIMITE PLASTICO	27.3
INDICE DE PLASTICIDAD	20.1

Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Henry David Llavo Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

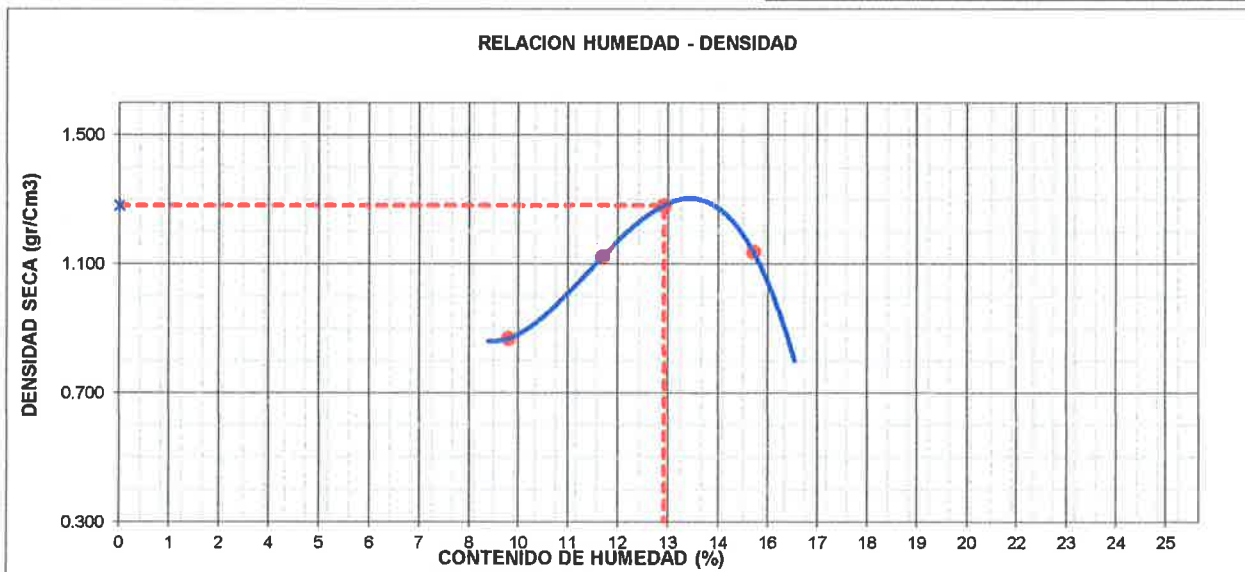
ESTRUCTURA :	PAVIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	15-feb.-2021

MATERIAL :	CON ADICION DEL 4% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA :	M-1
CALICATA :	C-1	PROFUNDIDAD :	(0.00 - 1.50 m)
COORDENADAS :	-		

METODO DE COMPACTACION : A

Peso suelo + molde	gr	4790	5075	5260	5129	
Peso molde	gr	3893	3893	3893	3893	
Peso suelo húmedo compactado	gr	897	1182	1367	1236	
Volumen del molde	cm ³	943	943	943	943	
Peso volumétrico húmedo	gr	0.95	1.25	1.45	1.31	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	874.9	893.0	791.7	806.8	
Peso del suelo seco + tara	gr	800.0	800.0	700.0	700.0	
Tara	gr					
Peso de agua	gr	74.9	93.0	91.7	106.8	
Peso del suelo seco	gr	800.0	800.0	700.0	700.0	
Contenido de agua	%	9.36	11.63	13.10	15.25	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	0.870	1.123	1.282	1.137	
Densidad máxima (gr/cm ³)						1.282
Humedad óptima (%)						13.10

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin
 Geremias Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Henry David Clavo Rimarachin
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1863)

ESTRUCTURA :	PAVIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	15-feb-2021

MATERIAL :	CON ADICION DEL 4% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA :	-
CALICATA :	C-1	PROFUND. (M.) :	(0.00 - 1.50 m)
MUESTRA :	M - 1		

COMPACTACION

Molde N°	4	5	6
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	10655	10832	9825
Peso de molde (g)	7538	7852	7172
Peso del suelo húmedo (g)	3117	2980	2653
Volumen del molde (cm ³)	2125	2192	2170
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.467	1.359	1.223
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	905.0	855.0	910.0
Peso suelo seco + tara (g)	800.0	750.0	800.0
Peso de tara (g)			
Peso de agua (g)	105.0	105.0	110.0
Peso de suelo seco (g)	800.0	750.0	800.0
Contenido de humedad (%)	13.13	14.00	13.75
Densidad seca (g/cm ³)	1.297	1.193	1.075

EXPANSION

115			DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION		
FECHA	HORA	TIEMPO	mm		%		mm		%		mm		%		
15/02/2021	13:00		0.000	0.000			0.000	0.000			0.000	0.000			
16/02/2021	13:00		170.000	4.318			188.000	4.775			201.000	5.105			
17/02/2021	13:00		250.000	6.350			296.000	7.518			310.000	7.874			
18/02/2021	13:00		281.000	7.137			302.000	7.671			342.000	8.687			
19/02/2021	13:00		330.000	8.382			364.000	9.246			352.000	8.941			
				8.382		7.29%		9.246			8.04%		8.941		7.77%

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		8	1.9			7	1.6			5	1.2		
1.270		12	2.8			10	2.3			7	1.6		
1.905		17	3.9			15	3.5			11	2.6		
2.540	70.455	19	4.4	4.4	6	19	4.4	4.4	6	15	3.5	3.5	5
3.810		25	5.8			24	5.6			19	4.4		
5.080	105.682	31	7.2	7.2	7	28	6.5	6.5	6	23	5.3	5.3	5
6.350		38	8.8			36	8.4			27	6.3		
7.620		42	9.7			42	9.7			30	7.0		
10.160													
12.700													

Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

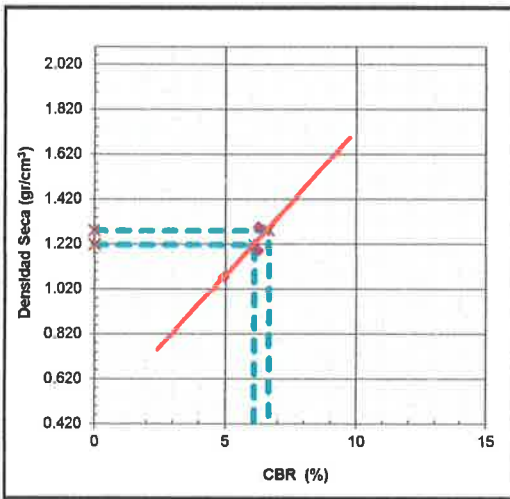
LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID CLAUDIO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA	: PAVIMENTACION	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: (0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 15-feb.-21
MATERIAL	: CON ADICION DEL 4% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA	: -
CALICATA	: C-1	PROFUND. (M.)	: (0.00 - 1.50 m)
MUESTRA	: M - 1		



METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.282
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 13.10
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.218

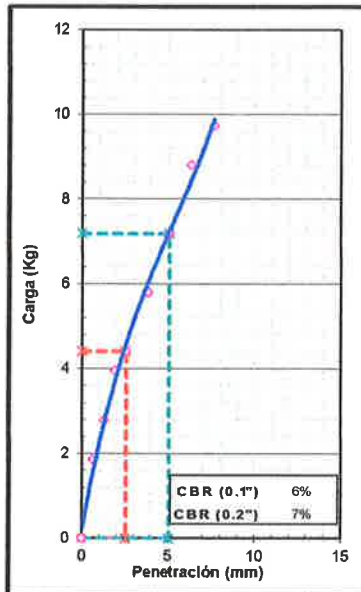
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	6.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	6.1

RESULTADOS:

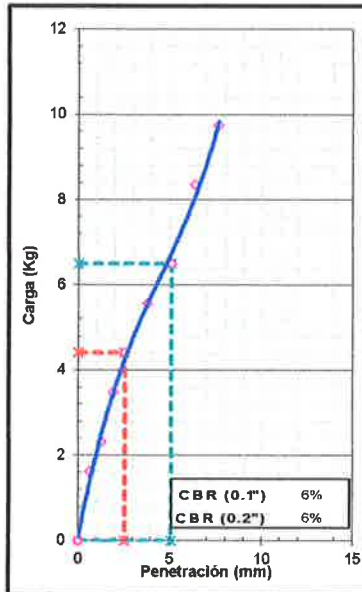
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	7 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	6 (%)
Valor Expansión a 56 Golpes por capa:		7.70%

OBSERVACIONES:

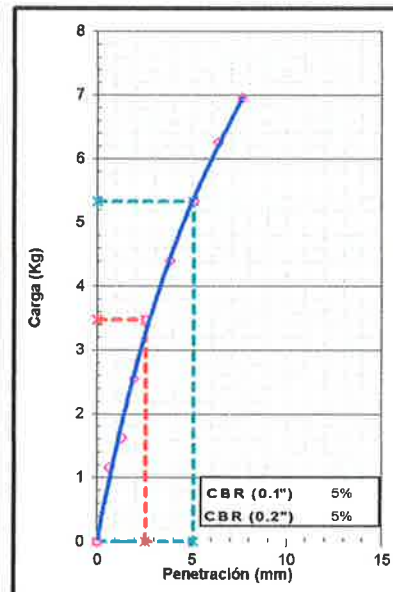
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Kimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

CALICATA N° 01 ENSAYOS DE TERRENO NATURAL INCORPORANDO 6% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

ESTRUCTURA : PAVIMENTACION	HECHO POR : G.R.R
SOLICITANTE : FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. : H.C.R
ESTRATO : (0.00 - 1.50 m)	FECHA : 16-feb.-21

MATERIAL : CON ADICION DEL 6% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	CALICATA : C-1
CALICATA : C-1	MUESTRA : M-1
COORDENADAS : -	PROFUNDIDAD : (0.00 - 1.50 m)

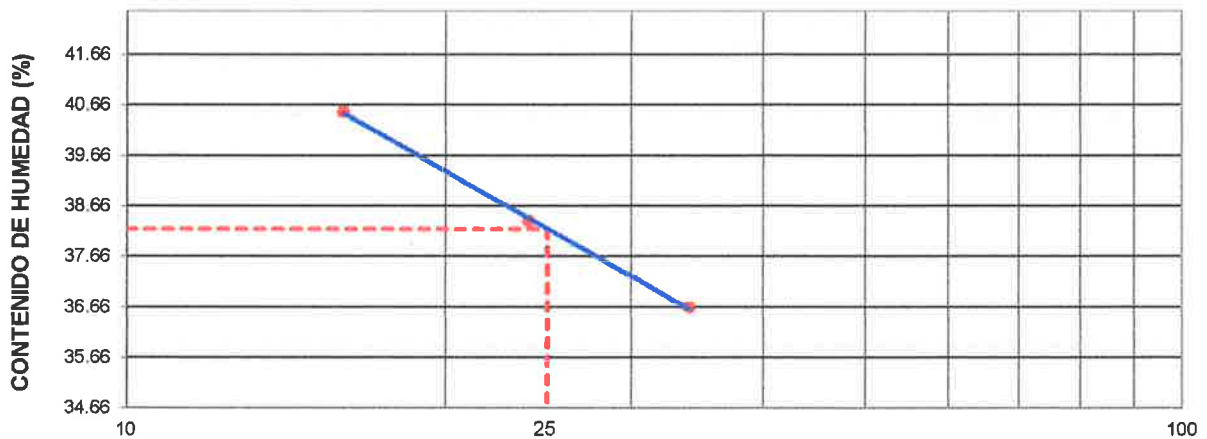
LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO		16	17	18	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	56.80	57.30	57.80	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	47.25	47.32	47.26	
PESO DE AGUA	(g)	9.55	9.98	10.54	
PESO DEL TARRO	(g)	21.20	21.30	21.25	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	26.05	26.02	26.01	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	36.66	38.36	40.52	38.51
NUMERO DE GOLPES		34	24	16	24.67

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO		19	20	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	20.25	21.05	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19.55	20.19	
PESO DE AGUA	(g)	0.70	0.86	
PESO DEL TARRO	(g)	16.70	16.63	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	2.85	3.56	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	24.56	24.16	

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	38.5
LIMITE PLASTICO	24.4
INDICE DE PLASTICIDAD	14.1

Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Henry David Clavo Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP Nº 77282



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

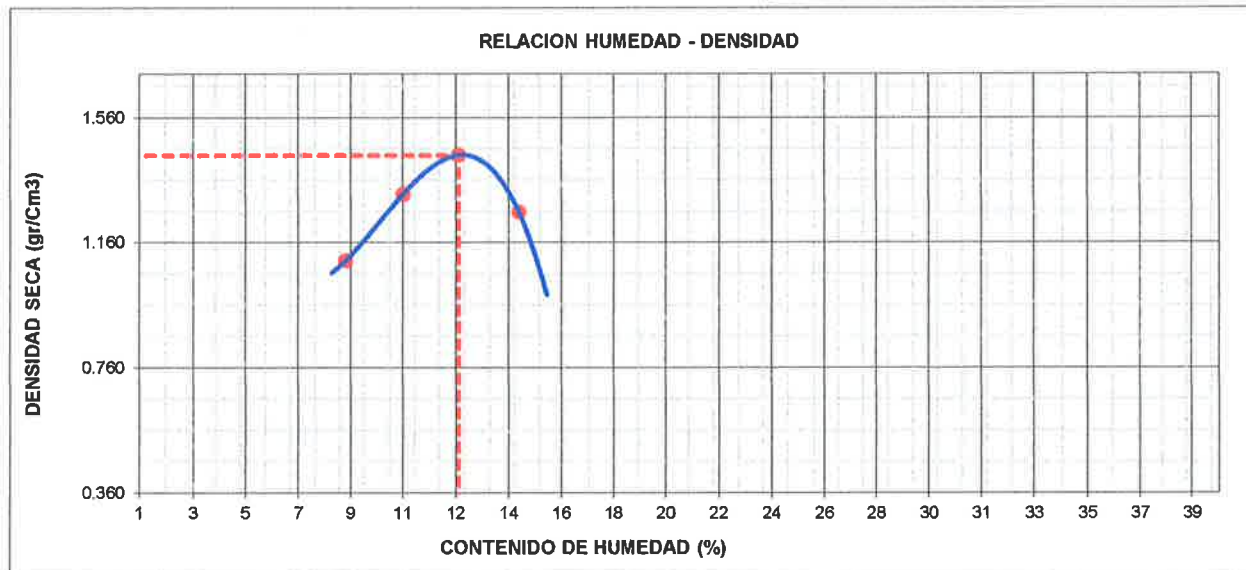
ESTRUCTURA :	PAVIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	16-feb.-2021

MATERIAL :	CON ADICION DEL 6% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA :	M-1
CALICATA :	C-1	PROFUNDIDAD :	(0.00 - 1.50 m)
COORDENADAS :	-		

METODO DE COMPACTACION : A

Peso suelo + molde	gr	5020	5263	5420	5252	
Peso molde	gr	3893	3893	3893	3893	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1127	1370	1527	1359	
Volumen del molde	cm ³	943	943	943	943	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.20	1.45	1.62	1.44	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	758.9	884.0	900.0	860.0	
Peso del suelo seco + tara	gr	700.0	800.0	800.0	750.0	
Tara	gr					
Peso de agua	gr	58.9	84.0	100.0	110.0	
Peso del suelo seco	gr	700.0	800.0	800.0	750.0	
Contenido de agua	%	8.41	10.50	12.50	14.67	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.102	1.315	1.439	1.257	
Densidad máxima (gr/cm ³)						1.439
Humedad óptima (%)						12.50

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

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

(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA :	PAVIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	16-feb.-2021

MATERIAL :	CON ADICION DEL 6% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA :	-
CALICATA :	C-1	PROFUND. (M.) :	(0.00 - 1.50 m)
MUESTRA :	M - 1		

COMPACTACION

Molde N°	7	8	9
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	10965	10729	10399
Peso de molde (g)	7123	7139	7158
Peso del suelo húmedo (g)	3842	3590	3241
Volumen del molde (cm ³)	2123	2126	2128
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.810	1.689	1.523
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	840.8	787.6	901.9
Peso suelo seco + tara (g)	750.0	700.0	800.0
Peso de tara (g)			
Peso de agua (g)	90.8	87.6	101.9
Peso de suelo seco (g)	750.0	700.0	800.0
Contenido de humedad (%)	12.10	12.52	12.74
Densidad seca (g/cm ³)	1.614	1.501	1.351

EXPANSION

115

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/02/2021	16:00		0.000	0.000		0.000	0.000		0.000	0.000	
17/02/2021	16:00		96.000	2.438		165.000	4.191		174.000	4.420	
18/02/2021	16:00		185.000	4.699		248.000	6.299		258.000	6.553	
19/02/2021	16:00		220.000	5.588		274.000	6.960		284.000	7.214	
20/02/2021	16:00		265.000	6.731		312.000	7.925		326.000	8.280	
				6.731	5.85%		7.925	6.89%		8.280	7.20%

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		20	4.6			20	4.6			13	3.0		
1.270		34	7.9			22	5.1			15	3.5		
1.905		26	6.0			27	6.3			19	4.4		
2.540	70.455	31	7.2	7.2	10	31	7.2	7.2	10	23	5.3	5.3	8
3.810		37	8.6			36	8.4			27	6.3		
5.080	105.682	43	10.0	10.0	9	40	9.3	9.3	9	31	7.2	7.2	7
6.350		50	11.6			48	11.1			35	8.1		
7.620		56	13.0			52	12.1			38	8.8		
10.160													
12.700													

Observaciones:

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin
GERENTE GENERAL

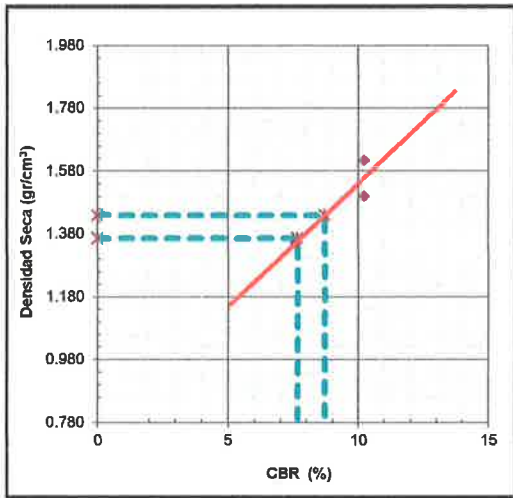
LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Henry David Clavo Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 7267



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA	: PAVIMENTACION	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: (0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 16-feb.-21
MATERIAL	: CON ADICION DEL 6% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA	: -
CALICATA	: C-1	PROFUND. (M.)	: (0.00 - 1.50 m)
MUESTRA	: M - 1		



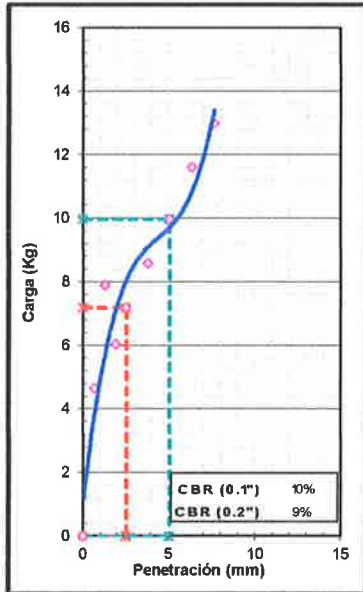
METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.439
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 12.50
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.367

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	8.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	7.7

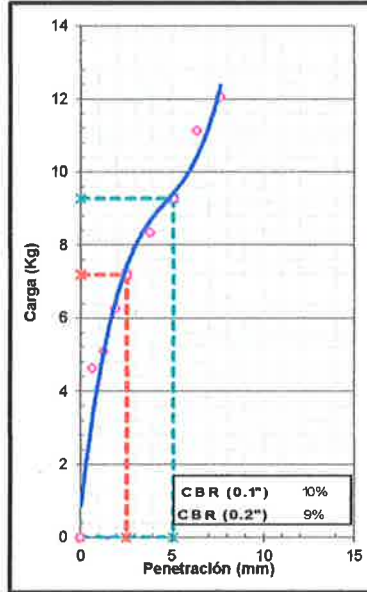
RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 9 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 8 (%)
 Valor Expansión a 56 Golpes por capa: 6.65%

OBSERVACIONES:

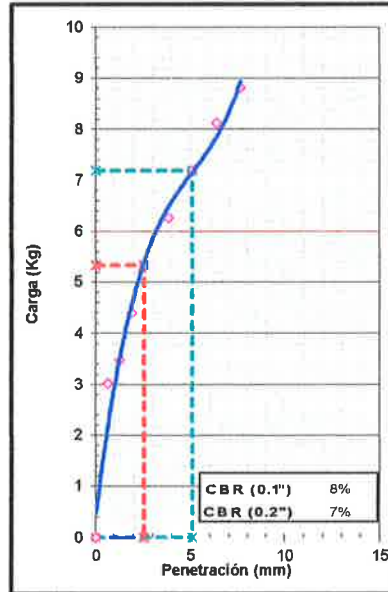
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 Geremias Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 HENRY DAVID CLAWO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 7267

CALICATA N° 01 ENSAYOS DE TERRENO NATURAL INCORPORANDO 10% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin
Gerente General

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Henry David Clavero Rimarachin
Ingeniero Civil
Reg. CIP N° 77267

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

ESTRUCTURA : PAVIMENTACION	HECHO POR : G.R.R
SOLICITANTE : FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. : H.C.R
ESTRATO : (0.00 - 1.50 m)	FECHA : 16-feb.-21

MATERIAL : CON ADICION DEL 10% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	CALICATA : C-1
CALICATA : C-1	MUESTRA : M-1
COORDENADAS : -	PROFUNDIDAD : (0.00 - 1.50 m)

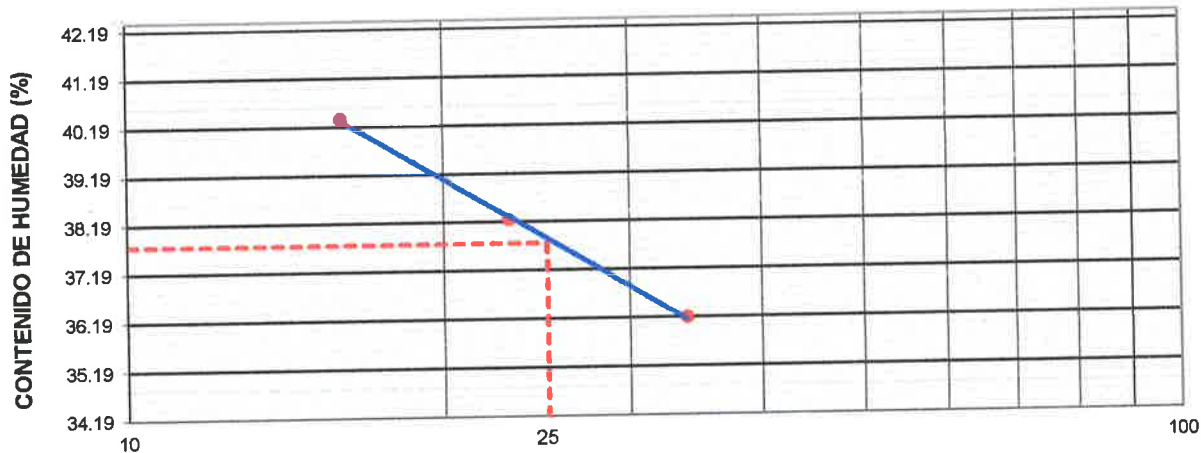
LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO		1	2	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	55.61	54.93	57.24	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	46.20	45.35	46.56	
PESO DE AGUA	(g)	9.41	9.58	10.68	
PESO DEL TARRO	(g)	20.20	20.30	20.10	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	26.00	25.05	26.46	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	36.19	38.24	40.36	38.26
NUMERO DE GOLPES		34	23	16	24.33

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO		4	5	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	21.09	21.24	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	20.10	20.20	
PESO DE AGUA	(g)	0.99	1.04	
PESO DEL TARRO	(g)	16.70	16.63	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.40	3.57	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	29.12	29.13	

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	38.3
LIMITE PLASTICO	29.1
INDICE DE PLASTICIDAD	9.2

Observaciones:

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 HENRY DAVID CLAY RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

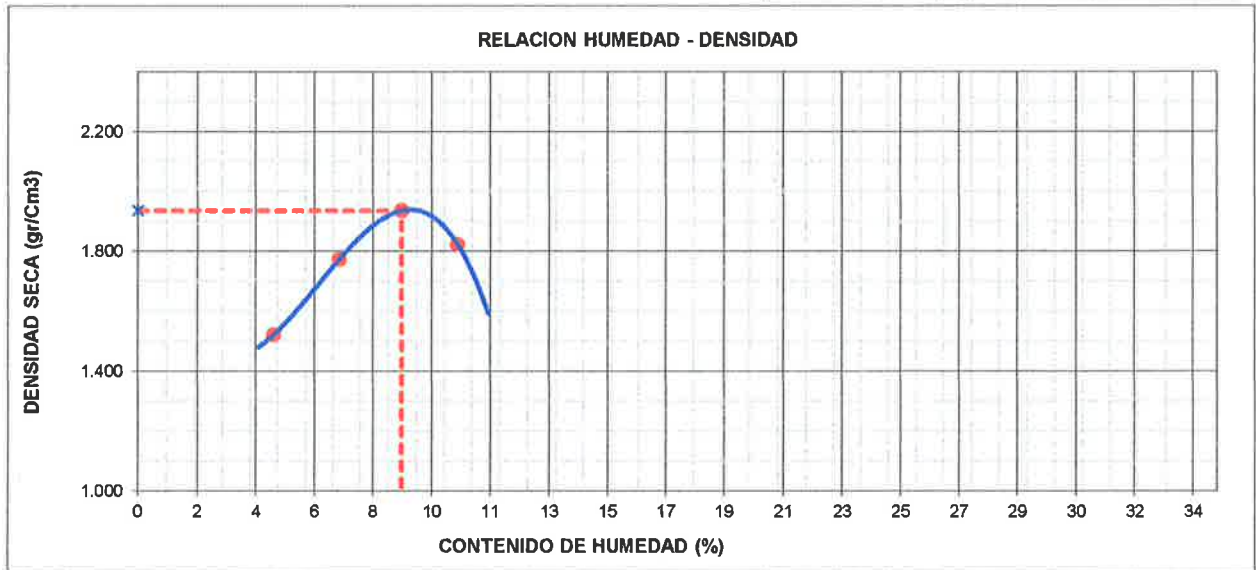
(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

ESTRUCTURA :	PAVIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	16-feb.-2021

MATERIAL :	CON ADICION DEL 10% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA :	M-1
CALICATA :	C-1	PROFUNDIDAD :	(0.00 - 1.50 m)
COORDENADAS :	-		

METODO DE COMPACTACION : A

Peso suelo + molde	gr	5390	5674	5874	5790	
Peso molde	gr	3893	3893	3893	3893	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1497	1781	1981	1897	
Volumen del molde	cm ³	943	943	943	943	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.59	1.89	2.10	2.01	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	782.7	852.0	976.7	993.0	
Peso del suelo seco + tara	gr	750.0	800.0	900.0	900.0	
Tara	gr					
Peso de agua	gr	32.7	52.0	76.7	93.0	
Peso del suelo seco	gr	750.0	800.0	900.0	900.0	
Contenido de agua	%	4.36	6.50	8.52	10.33	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.521	1.773	1.936	1.823	
					Densidad máxima (gr/cm ³)	1.936
					Humedad óptima (%)	8.52



Observaciones:


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin
Geremias Rimarachin
 GERENTE GENERAL


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Henry David Clavay Rimarachin
HENRY DAVID CLAVAY RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

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

(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA :	PAVIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	16-feb.-2021

MATERIAL :	CON ADICION DEL 10% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA :	-
CALICATA :	C-1	PROFUND. (M.) :	(0.00 - 1.50 m)
MUESTRA :	M - 1		

COMPACTACION

Molde N°	6	7	8
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12284	11996	11573
Peso de molde (g)	7815	7823	7852
Peso del suelo húmedo (g)	4469	4173	3721
Volumen del molde (cm ³)	2124	2126	2123
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.104	1.963	1.753
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	756.0	867.0	753.0
Peso suelo seco + tara (g)	700.0	800.0	700.0
Peso de tara (g)			
Peso de agua (g)	56.0	67.0	53.0
Peso de suelo seco (g)	700.0	800.0	700.0
Contenido de humedad (%)	8.00	8.38	7.57
Densidad seca (g/cm ³)	1.948	1.811	1.629

EXPANSION

115

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/02/2021	17:30		0.000	0.000		0.000	0.000		0.000	0.000	
17/02/2021	17:30		65.000	1.651		98.000	2.489		110.000	2.794	
18/02/2021	17:30		125.000	3.175		157.000	3.988		168.000	4.267	
19/02/2021	17:30		196.000	4.978		202.000	5.131		218.000	5.537	
20/02/2021	17:30		212.000	5.385		223.000	5.664		238.000	6.045	
				5.385	4.68%		5.664	4.93%		6.045	5.26%

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		27	6.3			25	5.8			20	4.6		
1.270		30	7.0			28	6.5			22	5.1		
1.905		34	7.9			33	7.7			26	6.0		
2.540	70.455	37	8.6	8.6	12	37	8.6	8.6	12	30	7.0	7.0	10
3.810		43	10.0			42	9.7			34	7.9		
5.080	105.682	49	11.4	11.4	11	46	10.7	10.7	10	38	8.8	8.8	8
6.350		56	13.0			54	12.5			42	9.7		
7.620		60	13.9			59	13.7			45	10.4		
10.160													
12.700													

Observaciones:

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

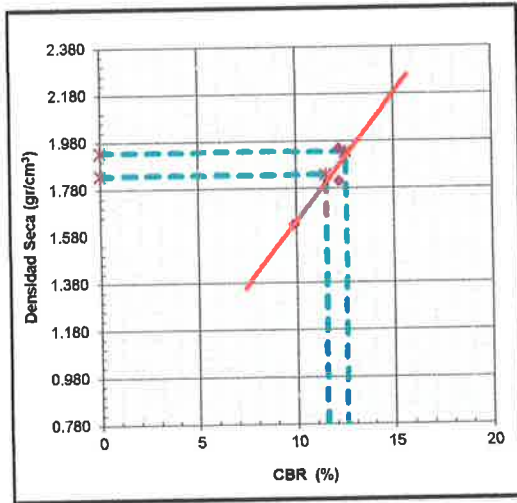
LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CIDRAC RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA : PAVIMENTACION	HECHO POR : G.R.R
SOLICITANTE : FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. : H.C.R
ESTRATO (0.00 - 1.50 m)	FECHA : 16-feb.-21
MATERIAL : CON ADICION DEL 10% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA : -
CALICATA : C-1	PROFUND. (M.) : (0.00 - 1.50 m)
MUESTRA : M - 1	



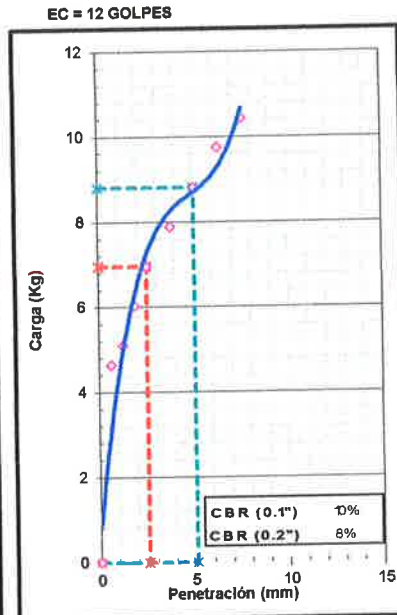
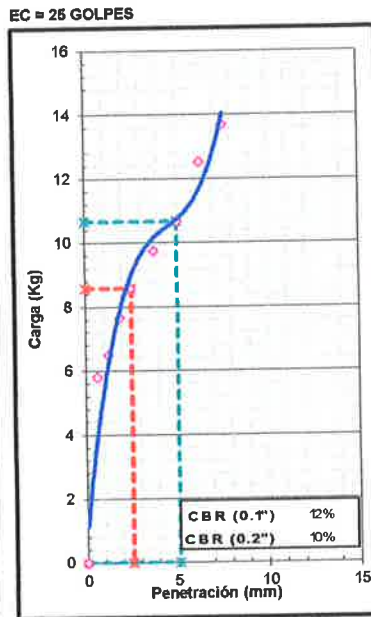
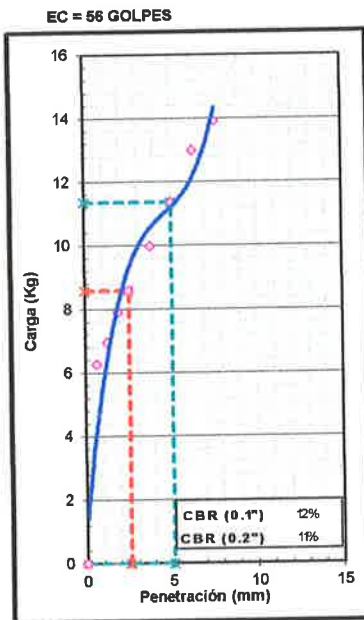
METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.936
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 8.52
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.839

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	12.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	11.5

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	13 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	12 (%)
Valor Expansión a 56 Golpes por capa:		4.95%

OBSERVACIONES:



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Gerencias Rimarachin-Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID CLAVO LLARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

CALICATA N° 02 ENSAYOS DE TERRENO NATURAL

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Henry David Clavero Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 7267

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

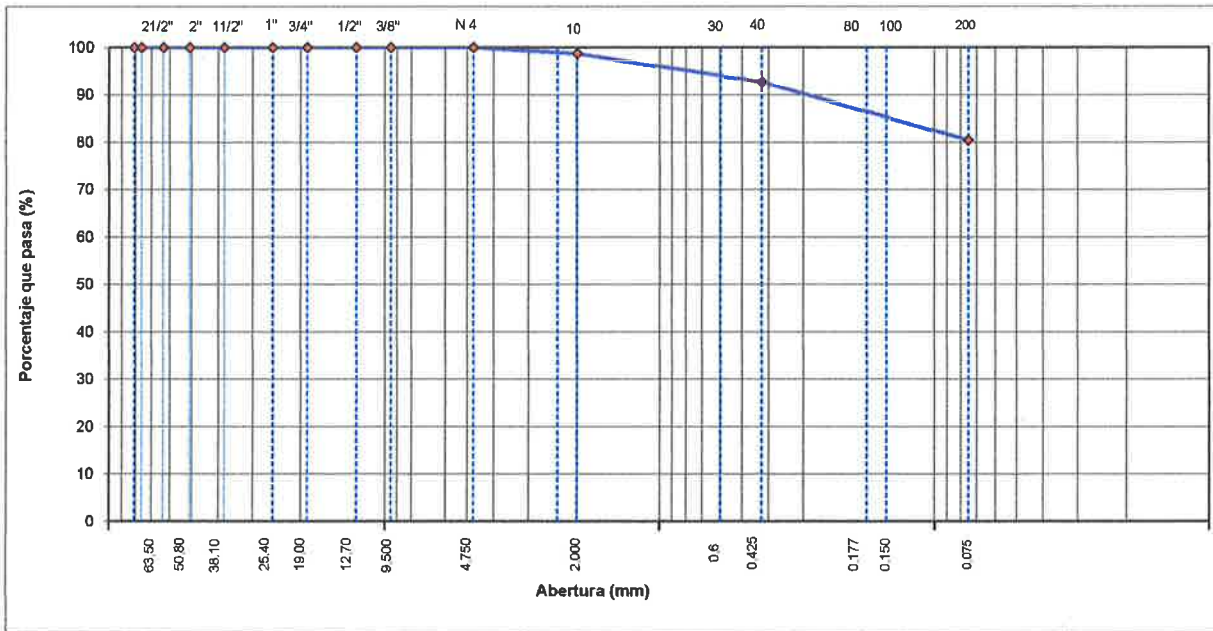
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

ESTRUCTURA	: CIMENTACION	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: ANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: (0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 17/02/2021

MATERIAL	: EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA TERRENO NATURAL	TAMAÑO MÁXIMO	:
CALICATA	: C-2	PESO INICIAL	: 650.0 g
MUESTRA	: M - 1	FRACCIÓN SECA	: 650.0 g
COORDENADAS	: -	PROFUND. (M.)	: (0.00 - 1.50 m)

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.800						% Peso Material <4: 100.0%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL): 56.4
1"	25.400						Límite Plástico (LP): 29.5
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP): 26.9
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS): CH
3/8"	9.500						Clasific.(AASHTO): A-7-6 (18)
Nº 4	4.750				100.0		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	8.0	1.2	1.2	98.8		Contenido de Humedad (%): 40.38
Nº 16	1.190						Materia Orgánica:
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia:
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez:
Nº 40	0.425	39.00	6.0	7.2	92.8		Descripción del (IC):
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	27.00	4.2	11.4	88.6		OBSERVACIONES:
Nº 200	0.075	53.00	8.2	19.5	80.5		
< Nº 200	FONDO	523.00	80.5	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 HENRY DAVID CLAYO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO
(NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)

ESTRUCTURA : CIMENTACION	HECHO POR : G.R.R
SOLICITANTE : ANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. : H.C.R
ESTRATO (0.00 - 1.50 m)	FECHA : 17-feb.-21

MATERIAL : EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA TERRENO NATURAL	CALICATA : C-2
CALICATA : C-2	MUESTRA : M-1
COORDENADAS : -	PROF. (M.) : (0.00 - 1.50 m)

MUESTRA	1			
SUELO HUMEDO + CAPSULA	1780.0			
PESO SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	1268.0			
PESO DE CAPSULA (gr.)	0.0			
PESO DEL AGUA	512.0			
PESO DE SUELO SECO	1268.0			
CONTENIDO DE HUMEDAD %	40.38			

PROMEDIO % DE HUMEDAD : 40.4

Observaciones: -

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin
Geremias Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Henry David Zlavos Rimarachin
HENRY DAVID ZLAVOS RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 17267



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

ESTRUCTURA : CIMENTACION	HECHO POR : G.R.R
SOLICITANTE : ANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. : H.C.R
ESTRATO : (0.00 - 1.50 m)	FECHA : 17-feb.-21

MATERIAL : EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA TERRENO NATURAL	CALICATA : C-2
CALICATA : C-2	MUESTRA : M-1
COORDENADAS : -	PROFUNDIDAD : (0.00 - 1.50 m)

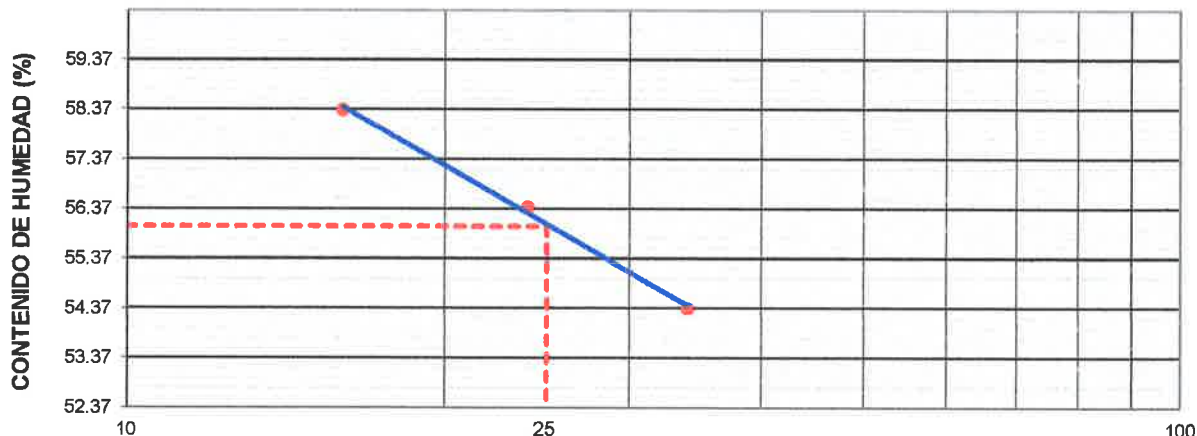
LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO		1	2	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	60.39	59.48	62.06	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	46.20	45.35	46.56	
PESO DE AGUA	(g)	14.19	14.13	15.50	
PESO DEL TARRO	(g)	20.10	20.30	20.00	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	26.10	25.05	26.56	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	54.37	56.41	58.36	56.38
NUMERO DE GOLPES		34	24	16	24.67

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO		4	5		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	20.50	21.14		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19.52	20.12		
PESO DE AGUA	(g)	0.98	1.02		
PESO DEL TARRO	(g)	16.20	16.65		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.32	3.47		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	29.52	29.39		

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	56.4
LIMITE PLASTICO	29.5
INDICE DE PLASTICIDAD	26.9

Observaciones:

Geremias Rimarachin Kimarachin
 GERENTE GENERAL

HENRY DAVID CLAVES RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

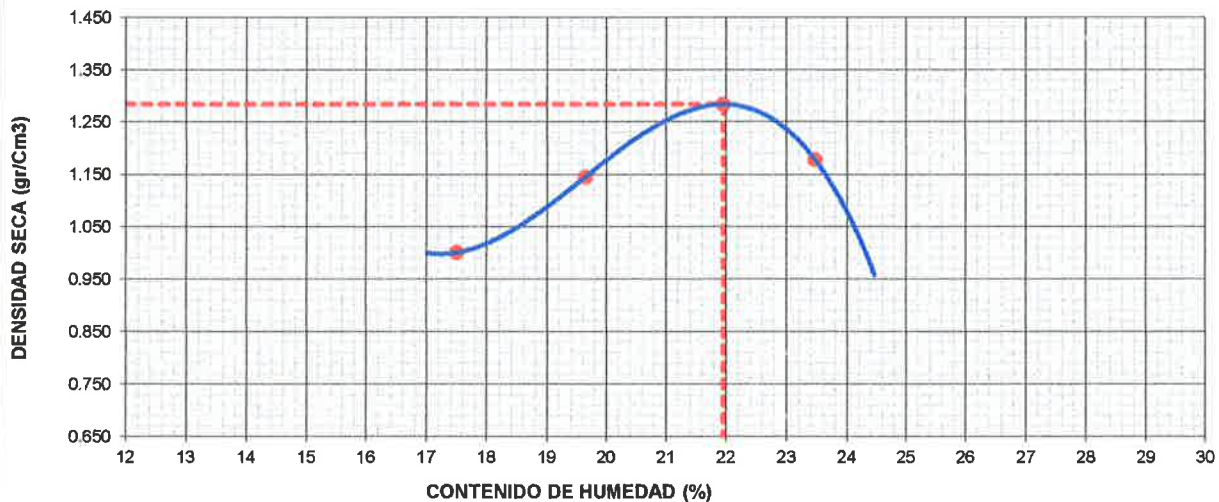
ESTRUCTURA : CIMENTACION	HECHO POR : G.R.R
SOLICITANTE : ANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. : H.C.R
ESTRATO : (0.00 - 1.50 m)	FECHA : 17-feb.-2021

MATERIAL : EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA TERRENO NATURAL	MUESTRA : M-1
CALICATA : C-2	PROFUNDIDAD : (0.00 - 1.50 m)
COORDENADAS : -	

METODO DE COMPACTACION : A

Peso suelo + molde	gr	5002	5185	5369	5265	
Peso molde	gr	3893	3893	3893	3893	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1109	1292	1476	1372	
Volumen del molde	cm ³	943	943	943	943	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.18	1.37	1.57	1.45	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	940.0	837.5	700.0	926.0	
Peso del suelo seco + tara	gr	800.0	700.0	574.0	750.0	
Tara	gr					
Peso de agua	gr	140.0	137.5	126.0	176.0	
Peso del suelo seco	gr	800.0	700.0	574.0	750.0	
Contenido de agua	%	17.50	19.64	21.95	23.47	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.001	1.145	1.283	1.178	
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>						1.283
<i>Humedad óptima (%)</i>						21.95

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Henry David Clavo Huirachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77167



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

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

(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA :	CIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	ANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	17-feb.-2021

MATERIAL :	EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA TERRENO NATURAL	MUESTRA :	-
CALICATA :	C-2	PROFUND. (M.) :	(0.00 - 1,50 m)
MUESTRA :	M-1		

COMPACTACION

Molde N°	1	2	3
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11352	10429	10102
Peso de molde (g)	7937	7158	7173
Peso del suelo húmedo (g)	3415	3271	2929
Volumen del molde (cm ³)	2111	2128	2123
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.618	1.537	1.380
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	800.0	970.0	907.0
Peso suelo seco + tara (g)	660.0	800.0	750.0
Peso de tara (g)			
Peso de agua (g)	140.0	170.0	157.0
Peso de suelo seco (g)	660.0	800.0	750.0
Contenido de humedad (%)	21.21	21.25	20.93
Densidad seca (g/cm ³)	1.335	1.268	1.141

EXPANSION

115

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
17/02/2021	14:00		0.000	0.000		0.000	0.000		0.000	0.000	
18/02/2021	14:00		192.000	4.877		202.000	5.131		296.000	7.518	
19/02/2021	14:00		285.000	7.239		310.000	7.874		374.000	9.500	
20/02/2021	14:00		365.000	9.271		396.000	10.058		478.000	12.141	
21/02/2021	14:00		398.000	10.109		474.000	12.040		498.000	12.649	
				10.109	8.79%		12.040	10.47%		12.649	11.00%

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		8	1.9			4	0.9			3	0.7		
1.270		12	2.8			7	1.6			5	1.2		
1.905		14	3.2			12	2.8			9	2.1		
2.540	70.455	16	3.7	3.7	5	16	3.7	3.7	5	13	3.0	3.0	4
3.810		22	5.1			21	4.9			17	3.9		
5.080	105.682	28	6.5	6.5	6	25	5.8	5.8	5	21	4.9	4.9	5
6.350		27	6.3			33	7.7			25	5.8		
7.620		39	9.0			39	9.0			29	6.7		
10.160													
12.700													

Observaciones:

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

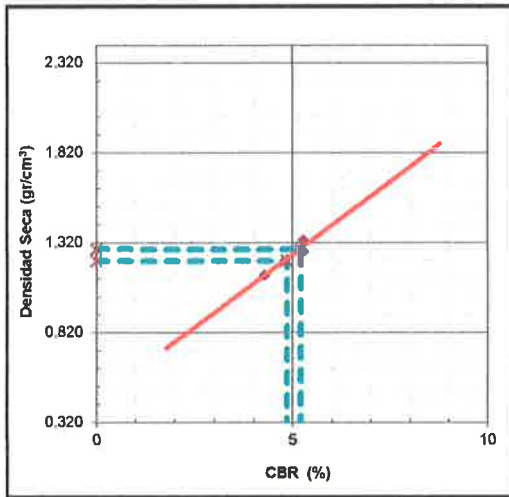
LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 17267



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA	: CIMENTACIÓN	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: ANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: (0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 17-feb.-21
MATERIAL	: EXTRAIDO Y MUESTREO DE CALICATA TERRENO NATURAL	MUESTRA	: -
CALICATA	: C-2	PROFUND. (M.)	: (0.00 - 1.50 m)
MUESTRA	: M - 1		



METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.283
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 21.95
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.219

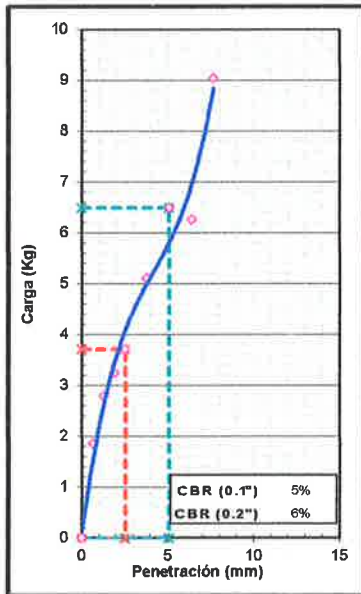
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	5.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	4.9

RESULTADOS:

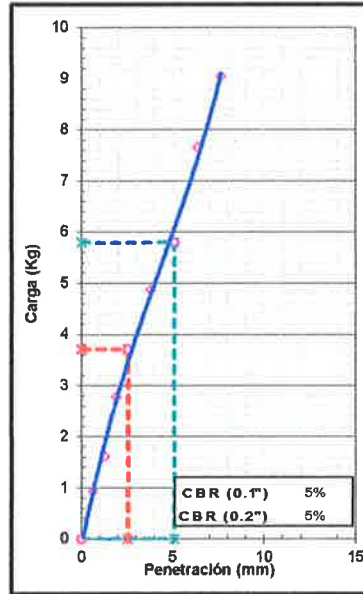
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	5 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	5 (%)
Valor Expansión a 66 Golpes por capa:		10.09%

OBSERVACIONES:

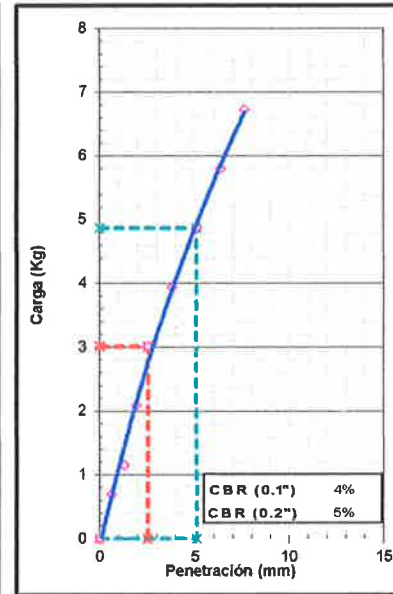
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 17267



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

CALICATA N° 02 ENSAYOS DE TERRENO NATURAL INCORPORANDO 2% DE PIEDRA CHANCADA

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID C. RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 7267

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

ESTRUCTURA : PAVIMENTACION	HECHO POR : G.R.R
SOLICITANTE : FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. : H.C.R
ESTRATO : (0.00 - 1.50 m)	FECHA : 17-feb.-21

MATERIAL : CON ADICION DEL 2% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	CALICATA : C-2
CALICATA : C-2	MUESTRA : M-1
COORDENADAS : -	PROFUNDIDAD : (0.00 - 1.50 m)

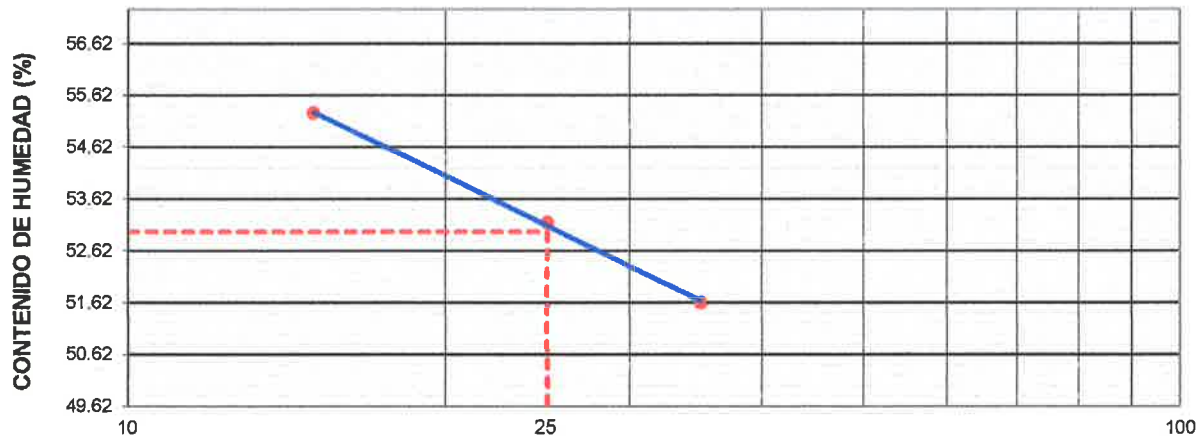
LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO		1	2	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	59.52	58.78	60.75	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	46.10	45.32	46.35	
PESO DE AGUA	(g)	13.42	13.46	14.40	
PESO DEL TARRO	(g)	20.10	20.00	20.30	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	26.00	25.32	26.05	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	51.62	53.16	55.28	53.35
NUMERO DE GOLPES		35	25	15	25.00

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO		4	5		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	20.88	21.32		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19.87	20.23		
PESO DE AGUA	(g)	1.01	1.09		
PESO DEL TARRO	(g)	16.52	16.60		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.35	3.63		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	30.15	30.03		

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	53.4
LIMITE PLASTICO	30.1
INDICE DE PLASTICIDAD	23.3

Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 17267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

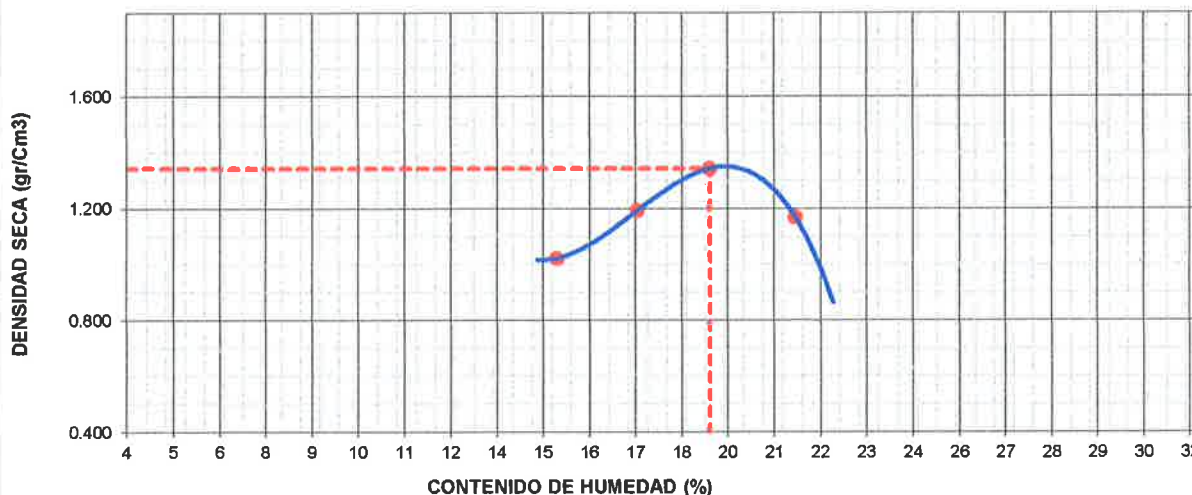
ESTRUCTURA :	PAVIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	17-feb.-2021

MATERIAL :	CON ADICION DEL 2% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA :	M-1
CALICATA :	C-2	PROFUNDIDAD :	(0.00 - 1.50 m)
COORDENADAS :	-		

METODO DE COMPACTACION : A

Peso suelo + molde	gr	5002	5212	5401	5230	
Peso molde	gr	3893	3893	3893	3893	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1109	1319	1508	1337	
Volumen del molde	cm ³	943	943	943	943	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.18	1.40	1.60	1.42	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	806.0	938.0	953.0	910.0	
Peso del suelo seco + tara	gr	700.0	800.0	800.0	750.0	
Tara	gr					
Peso de agua	gr	106.0	138.0	153.0	160.0	
Peso del suelo seco	gr	700.0	800.0	800.0	750.0	
Contenido de agua	%	15.14	17.25	19.13	21.33	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.021	1.193	1.342	1.169	
Densidad máxima (gr/cm ³)						1.342
Humedad óptima (%)						19.13

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Fany Yudith Ruiz Burga
 Gerencias Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Henry David Clavo Rimarachin
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA :	PAVIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	17-feb -2021

MATERIAL :	CON ADICIÓN DEL 2% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA :	-
CALICTA :	C-2	PROFUND. (M.) :	(0.00 - 1.50 m)
MUESTRA :	M - 1		

COMPACTACION

	4	5	6
Molde N°	5	5	5
Capas N°	56	25	12
Golpes por capa N°	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Condición de la muestra			
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11142	10424	10104
Peso de molde (g)	7678	7158	7173
Peso del suelo húmedo (g)	3464	3266	2931
Volumen del molde (cm ³)	2151	2128	2123
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.610	1.535	1.381
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	952.0	896.0	735.0
Peso suelo seco + tara (g)	800.0	750.0	615.0
Peso de tara (g)			
Peso de agua (g)	152.0	146.0	120.0
Peso de suelo seco (g)	800.0	750.0	615.0
Contenido de humedad (%)	19.00	19.47	19.51
Densidad seca (g/cm ³)	1.353	1.285	1.155

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%				
17/02/2021	16:00		0.000	0.000			0.000	0.000			0.000	0.000		
18/02/2021	16:00		178.000	4.521			188.000	4.775			212.000	5.385		
19/02/2021	16:00		295.000	7.493			312.000	7.925			336.000	8.534		
20/02/2021	16:00		325.000	8.255			358.000	9.093			385.000	9.779		
21/02/2021	16:00		396.000	10.058			402.000	10.211			426.000	10.820		
				10.058	8.75%			10.211	8.88%			10.820	9.41%	

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		6	1.4			5	1.2			3	0.7		
1.270		10	2.3			8	1.9			5	1.2		
1.905		14	3.2			13	3.0			9	2.1		
2.540	70.455	17	3.9	3.9	6	17	3.9	3.9	6	13	3.0	3.0	4
3.810		23	5.3			22	5.1			17	3.9		
5.080	105.682	29	6.7	6.7	6	26	6.0	6.0	6	21	4.9	4.9	5
6.350		36	8.4			34	7.9			25	5.8		
7.620		40	9.3			40	9.3			28	6.5		
10.160													
12.700													

Observaciones:

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

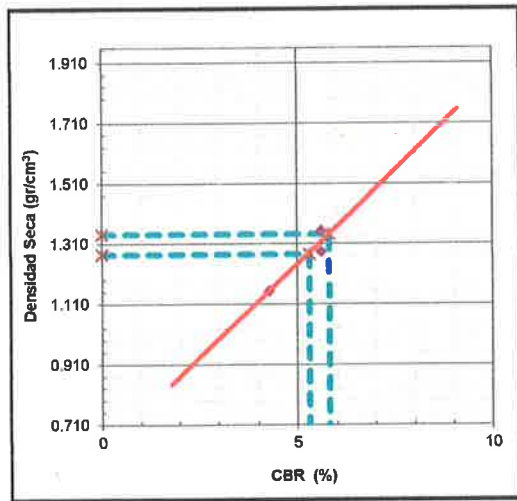
LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVILA CHAVEZ RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA : PAVIMENTACION	HECHO POR : G.R.R
SOLICITANTE : FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. : H.C.R
ESTRATO (0.00 - 1.50 m)	FECHA : 17-feb.-21
MATERIAL : CON ADICION DEL 2% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA : -
CALICATA : C-2	PROFUND. (M.) : (0.00 - 1.50 m)
MUESTRA : M - 1	

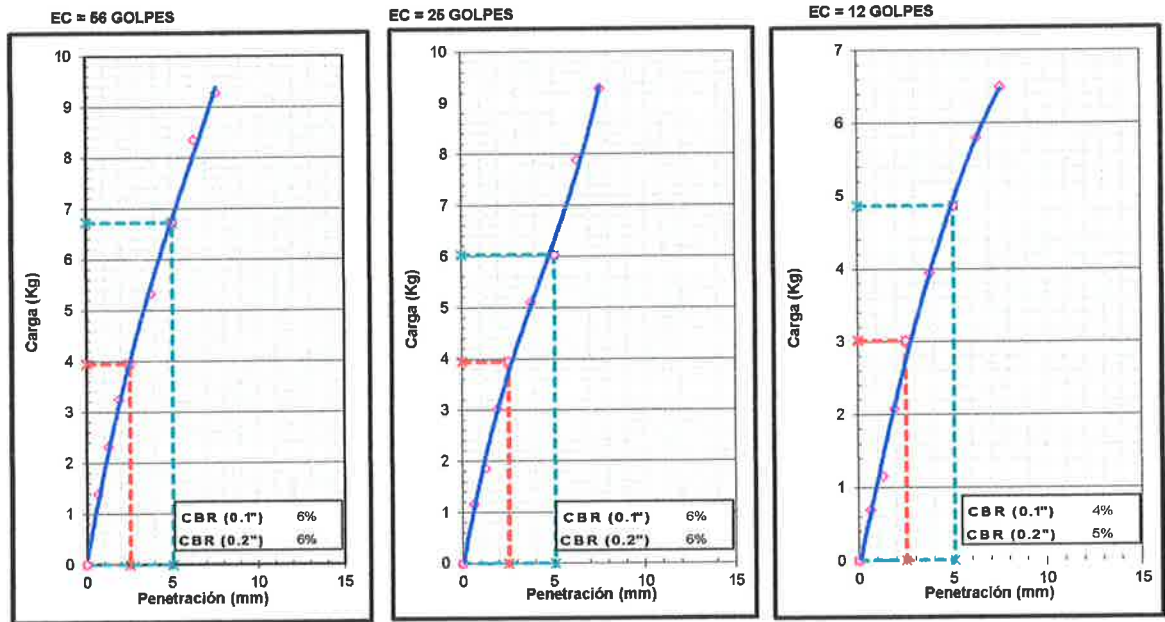


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.342
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 19.13
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.275

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	5.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	5.3

RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 6 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 5 (%)
 Valor Expansión a 56 Golpes por capa: 9.01%

OBSERVACIONES:



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 Geremias Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77267



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

CALICATA N° 02 ENSAYOS DE TERRENO NATURAL INCORPORANDO 4% DE PIEDRA CHANCADA

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin
Geremias Rimarachin
GERENTE GENERAL

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Henry David Clavo Rimarachin
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 7267

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

ESTRUCTURA : PAVIMENTACION	HECHO POR : G.R.R
SOLICITANTE : FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. : H.C.R
ESTRATO : (0.00 - 1.50 m)	FECHA : 17-feb.-21

MATERIAL : CON ADICION DEL 4% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	CALICATA : C-2
CALICATA : C-2	MUESTRA : M-1
COORDENADAS : -	PROFUNDIDAD : (0.00 - 1.50 m)

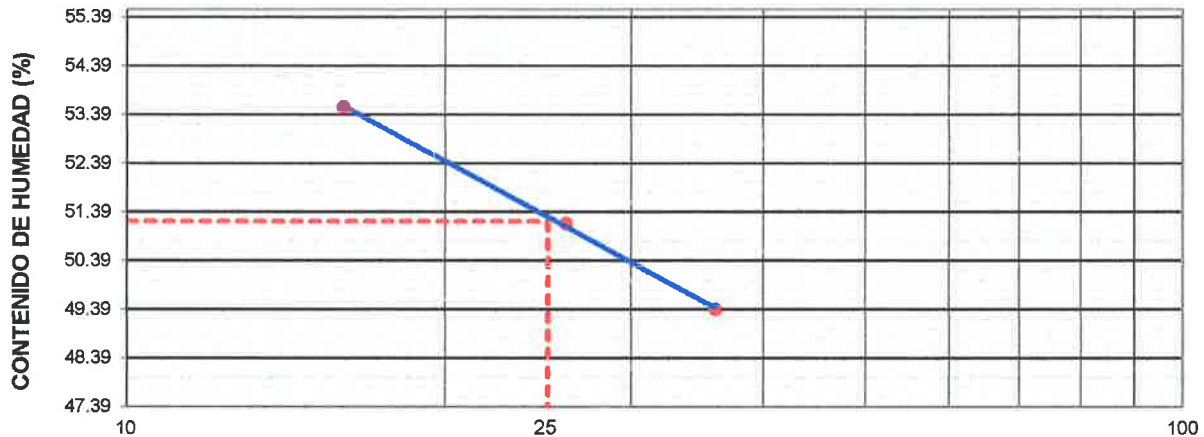
LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO	11	12	13	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	59.52	59.45	59.70	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	46.52	46.10	45.96	
PESO DE AGUA (g)	13.00	13.35	13.74	
PESO DEL TARRO (g)	20.20	20.00	20.30	
PESO DEL SUELO SECO (g)	26.32	26.10	25.66	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	49.39	51.15	53.55	51.36
NUMERO DE GOLPES	36	26	16	26.00

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO	14	15		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	20.66	21.74		
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	19.68	20.52		
PESO DE AGUA (g)	0.98	1.22		
PESO DEL TARRO (g)	16.55	16.60		
PESO DEL SUELO SECO (g)	3.13	3.92		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)	31.31	31.12		

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	51.4
LIMITE PLASTICO	31.2
INDICE DE PLASTICIDAD	20.2

Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 HENRY DAVID CLAUDIO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

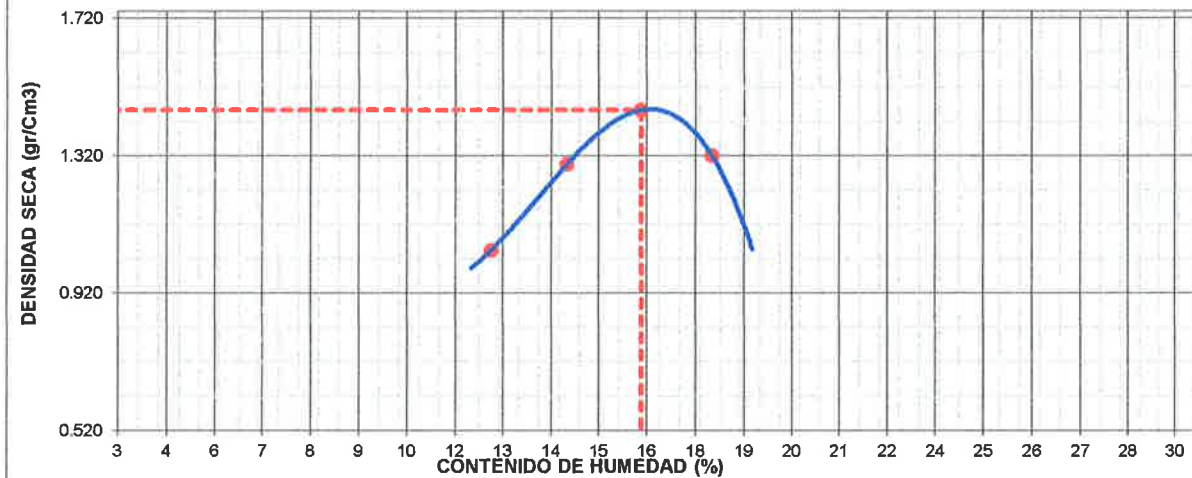
ESTRUCTURA :	PAVIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	17-feb.-2021

MATERIAL :	CON ADICION DEL 4% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA :	M-1
CALICATA :	C-2	PROFUNDIDAD :	(0.00 - 1.50 m)
COORDENADAS :	-		

METODO DE COMPACTACION : A

Peso suelo + molde	gr	5001	5290	5485	5362		
Peso molde	gr	3893	3893	3893	3893		
Peso suelo húmedo compactado	gr	1108	1397	1592	1469		
Volumen del molde	cm ³	943	943	943	943		
Peso volumétrico húmedo	gr	1.17	1.48	1.69	1.56		
Recipiente N°							
Peso del suelo húmedo+tara	gr	900.0	858.0	930.0	885.0		
Peso del suelo seco + tara	gr	800.0	750.0	800.0	750.0		
Tara	gr						
Peso de agua	gr	100.0	108.0	130.0	135.0		
Peso del suelo seco	gr	800.0	750.0	800.0	750.0		
Contenido de agua	%	12.50	14.40	16.25	18.00		
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.044	1.295	1.452	1.320		
						Densidad máxima (gr/cm ³)	1.452
						Humedad óptima (%)	16.25

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
[Signature]
 Geremias Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
[Signature]
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 7267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA :	PAVIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	17-feb-2021
MATERIAL :	CON ADICION DEL 4% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA :	-
CALICATA :	C-2	PROFUND. (M.) :	(0.00 - 1.50 m)
MUESTRA :	M - 1		

COMPACTACION

Molde N°	4	5	6
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO		NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11210	11445	10364
Peso de molde (g)	7538	7852	7172
Peso del suelo húmedo (g)	3672	3593	3192
Volumen del molde (cm ³)	2125	2192	2170
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.728	1.639	1.471
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	935.0	933.0	873.0
Peso suelo seco + tara (g)	800.0	800.0	750.0
Peso de tara (g)			
Peso de agua (g)	135.0	133.0	123.0
Peso de suelo seco (g)	800.0	800.0	750.0
Contenido de humedad (%)	16.88	16.63	16.40
Densidad seca (g/cm ³)	1.479	1.405	1.264

EXPANSION

115												
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		
				mm	%		mm	%		mm	%	
17/02/2021	15:00		0.000	0.000		0.000	0.000		0.000	0.000		
18/02/2021	15:00		175.000	4.445		189.000	4.801		205.000	5.207		
19/02/2021	15:00		255.000	6.477		301.000	7.645		315.000	8.001		
20/02/2021	15:00		290.000	7.366		312.000	7.925		352.000	8.941		
21/02/2021	15:00		336.000	8.534		374.000	9.500		368.000	9.347		
				8.534	7.42%		9.500	8.26%		9.347	8.13%	

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		13	3.0			12	2.8			10	2.3		
1.270		17	3.9			15	3.5			12	2.8		
1.905		22	5.1			20	4.6			16	3.7		
2.540	70.455	24	5.6	5.6	8	24	5.6	5.6	8	20	4.6	4.6	7
3.810		30	7.0			29	6.7			24	5.6		
5.080	105.682	36	8.4	8.4	8	33	7.7	7.7	7	28	6.5	6.5	6
6.350		43	10.0			41	9.5			32	7.4		
7.620		47	10.9			47	10.9			35	8.1		
10.160													
12.700													

Observaciones:

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin
GERENTE GENERAL

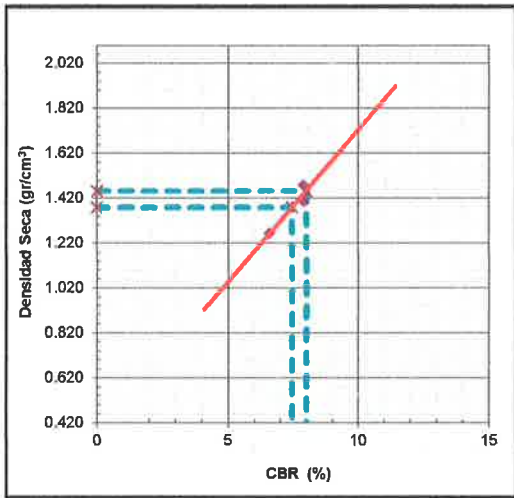
LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID CERVA RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 177267



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA	: PAVIMENTACION	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: (0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 17-feb.-21
MATERIAL	: CON ADICION DEL 4% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA	: -
CALICATA	: C-2	PROFUND. (M.)	: (0.00 - 1.50 m)
MUESTRA	: M - 1		



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.452
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 16.25
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.380

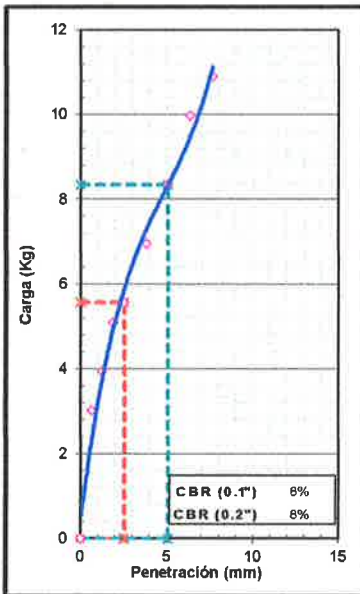
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	8.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	7.5

RESULTADOS:

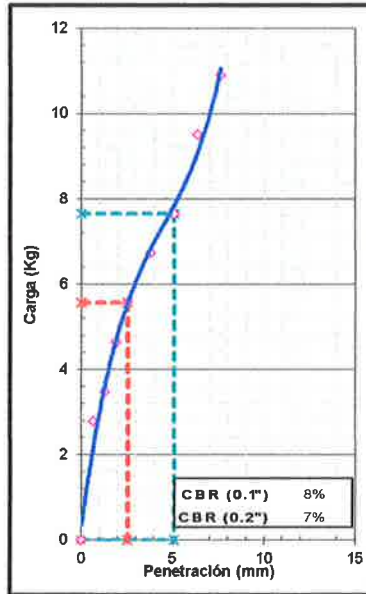
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 8 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 7 (%)
 Valor Expansión a 56 Golpes por capa: 7.94%

OBSERVACIONES:

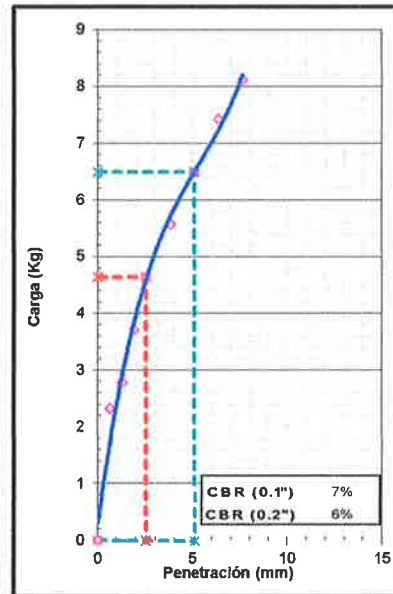
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 Geremias Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 17267



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

CALICATA N° 02 ENSAYOS DE TERRENO NATURAL INCORPORANDO 6% DE PIEDRA CHANCADA

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Henry David Clavero Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

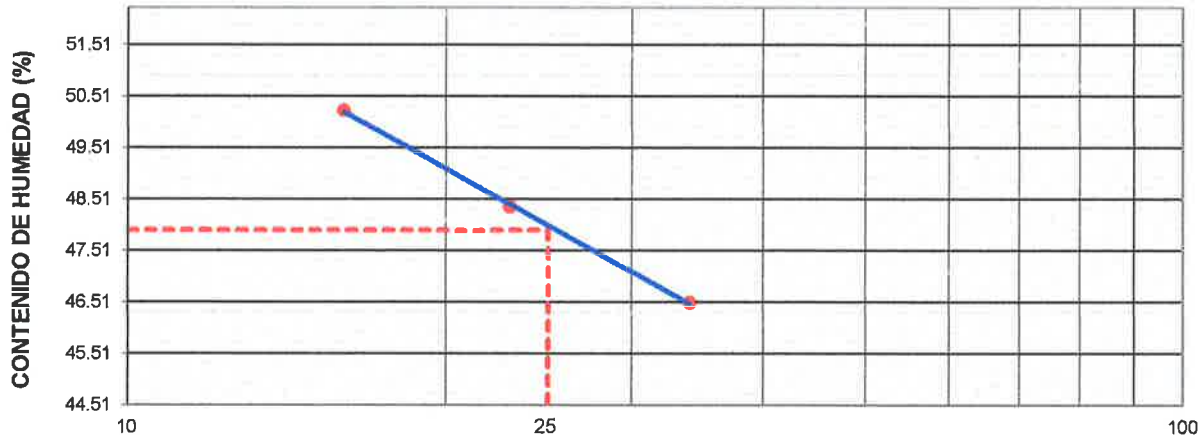
ESTRUCTURA : PAVIMENTACION	HECHO POR : G.R.R
SOLICITANTE : FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. : H.C.R
ESTRATO : (0.00 - 1.50 m)	FECHA : 17-feb.-21

MATERIAL : CON ADICION DEL 6% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	CALICATA : C-2
CALICATA : C-2	MUESTRA : M-1
COORDENADAS : -	PROFUNDIDAD : (0.00 - 1.50 m)

LIMITE LIQUIDO					
Nº TARRO		1	2	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	58.34	58.35	59.41	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	46.20	45.85	46.30	
PESO DE AGUA	(g)	12.14	12.50	13.11	
PESO DEL TARRO	(g)	20.10	20.00	20.20	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	26.10	25.85	26.10	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	46.51	48.36	50.23	48.37
NUMERO DE GOLPES		34	23	16	24.33

LIMITE PLASTICO					
Nº TARRO		4	5		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	20.97	21.28		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19.96	20.22		
PESO DE AGUA	(g)	1.01	1.06		
PESO DEL TARRO	(g)	16.52	16.60		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.44	3.62		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	29.36	29.28		

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	48.4
LIMITE PLASTICO	29.3
INDICE DE PLASTICIDAD	19.1

Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 71267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

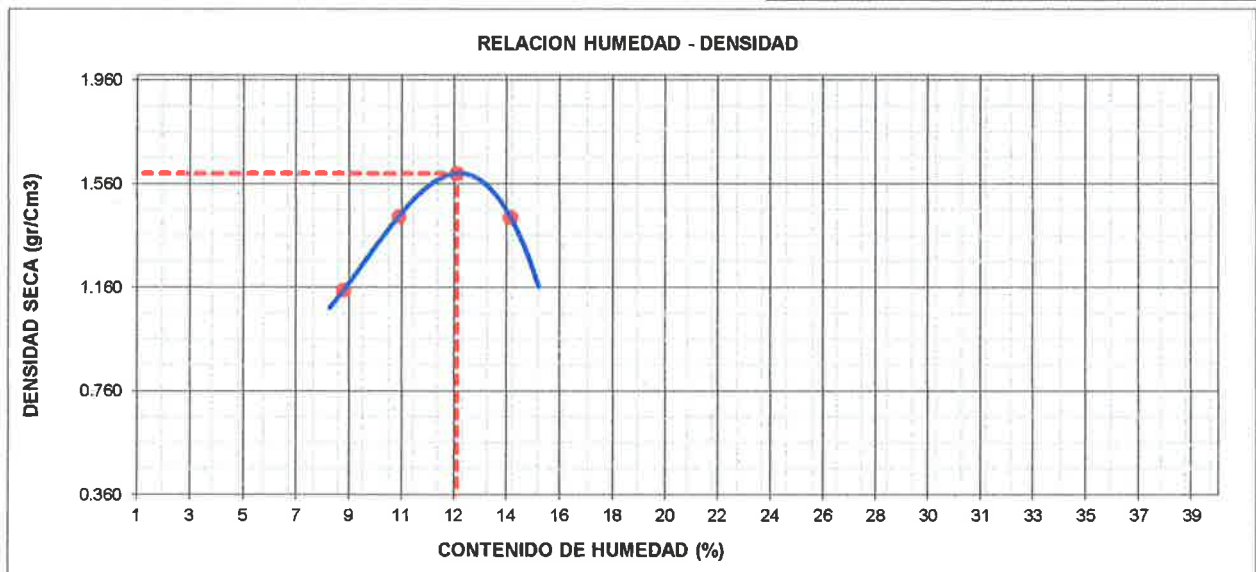
(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

ESTRUCTURA :	PAVIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	17-feb.-2021

MATERIAL :	CON ADICION DEL 6% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA :	M-1
CALICATA :	C-2	PROFUNDIDAD :	(0.00 - 1.50 m)
COORDENADAS :	-		

METODO DE COMPACTACION : A

Peso suelo + molde	gr	5068	5385	5590	5436		
Peso molde	gr	3893	3893	3893	3893		
Peso suelo húmedo compactado	gr	1175	1492	1697	1543		
Volumen del molde	cm ³	943	943	943	943		
Peso volumétrico húmedo	gr	1.25	1.58	1.80	1.64		
Recipiente N°							
Peso del suelo húmedo+tara	gr	813.0	883.0	900.0	1030.0		
Peso del suelo seco + tara	gr	750.0	800.0	800.0	900.0		
Tara	gr						
Peso de agua	gr	63.0	83.0	100.0	130.0		
Peso del suelo seco	gr	750.0	800.0	800.0	900.0		
Contenido de agua	%	8.40	10.38	12.50	14.44		
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.149	1.433	1.600	1.430		
						Densidad máxima (gr/cm ³)	1.600
						Humedad óptima (%)	12.50



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID Z. A. RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

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

(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA :	PAVIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	17-feb.-2021

MATERIAL :	CON ADICION DEL 6% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA :	-
CALICATA :	C-2	PROFUND. (M.) :	(0.00 - 1.50 m)
MUESTRA :	M-1		

COMPACTACION

Molde N°	7	8	9
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	10984	10736	10435
Peso de molde (g)	7123	7139	7158
Peso del suelo húmedo (g)	3861	3597	3277
Volumen del molde (cm ³)	2123	2126	2128
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.819	1.692	1.540
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	845.0	785.0	900.0
Peso suelo seco + tara (g)	752.0	702.0	800.0
Peso de tara (g)			
Peso de agua (g)	93.0	83.0	100.0
Peso de suelo seco (g)	752.0	702.0	800.0
Contenido de humedad (%)	12.37	11.82	12.50
Densidad seca (g/cm ³)	1.618	1.513	1.369

EXPANSION

115

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
17/02/2021	14:00		0.000	0.000		0.000	0.000		0.000	0.000	
18/02/2021	14:00		90.000	2.286		172.000	4.369		184.000	4.674	
19/02/2021	14:00		179.000	4.547		240.000	6.096		262.000	6.655	
20/02/2021	14:00		217.000	5.512		268.000	6.807		280.000	7.112	
21/02/2021	14:00		271.000	6.883		325.000	8.255		345.000	8.763	
				6.883	5.99%		8.255	7.18%		8.763	7.62%

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		17	3.9			17	3.9			10	2.3		
1.270		31	7.2			19	4.4			12	2.8		
1.905		23	5.3			24	5.6			16	3.7		
2.540	70.455	28	6.5	6.5	9	28	6.5	6.5	9	20	4.6	4.6	7
3.810		34	7.9			33	7.7			24	5.6		
5.080	105.682	40	9.3	9.3	9	37	8.6	8.6	8	28	6.5	6.5	6
6.350		47	10.9			45	10.4			32	7.4		
7.620		53	12.3			49	11.4			35	8.1		
10.160													
12.700													

Observaciones:

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin-Rimarachin
GERENTE GENERAL

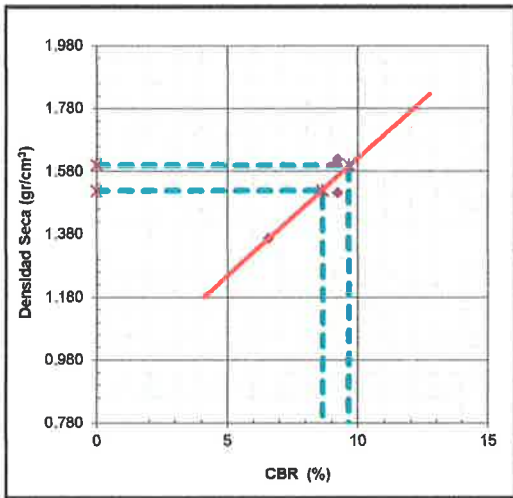
LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Henry David Clavo Hajarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 7267



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA	: PAVIMENTACION	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: PLATAFORMA	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	(0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 17-feb.-21
MATERIAL	: CON ADICION DEL 6% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA	: -
CALICATA	: C-2	PROFUND. (M.)	: (0.00 - 1.50 m)
MUESTRA	: M - 1		



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.600
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12.50
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.520

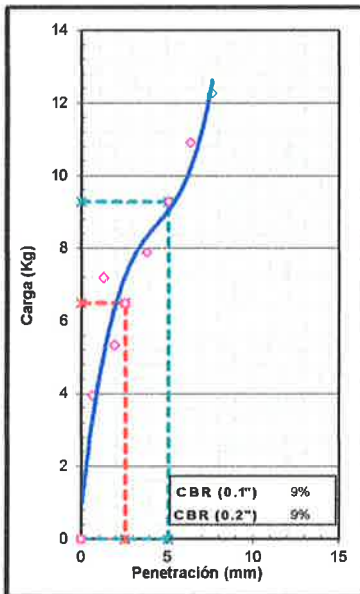
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	9.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	8.7

RESULTADOS:

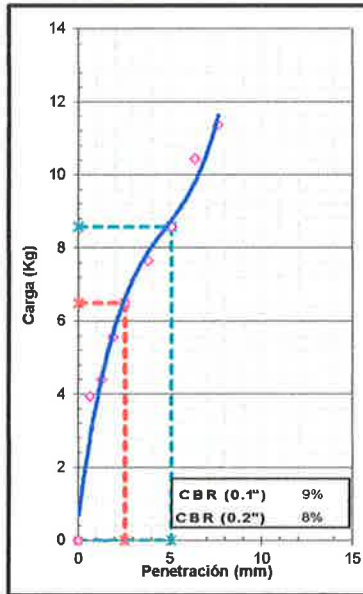
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 10 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 9 (%)
 Valor Expansión a 56 Golpes por capa: 6.93%

OBSERVACIONES:

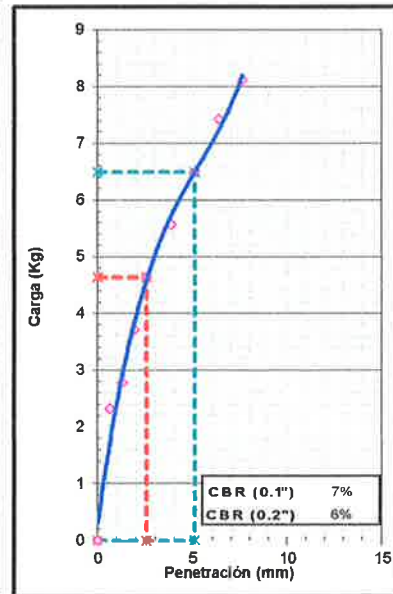
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 Geremias Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77267



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

CALICATA N° 02 ENSAYOS DE TERRENO NATURAL INCORPORANDO 10% DE PIEDRA CHANCADA

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin
GERENTE GENERAL

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Henry David
HENRY DAVID CLAVS RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

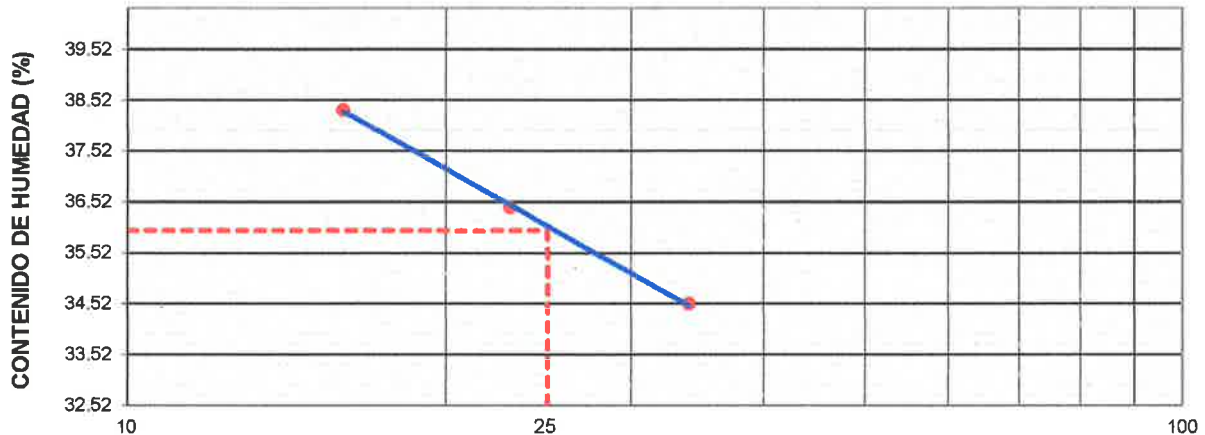
ESTRUCTURA : PAVIMENTACION	HECHO POR : G.R.R
SOLICITANTE : FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. : H.C.R
ESTRATO (0.00 - 1.50 m)	FECHA : 17-feb.-21

MATERIAL : CON ADICION DEL 10% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	CALICATA : C-2
CALICATA : C-2	MUESTRA : M-1
COORDENADAS : -	PROFUNDIDAD : (0.00 - 1.50 m)

LIMITE LIQUIDO					
Nº TARRO		1	2	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	55.64	55.04	56.31	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	46.52	45.74	46.36	
PESO DE AGUA	(g)	9.12	9.30	9.95	
PESO DEL TARRO	(g)	20.10	20.20	20.40	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	26.42	25.54	25.96	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	34.52	36.41	38.33	36.42
NUMERO DE GOLPES		34	23	16	24.33

LIMITE PLASTICO					
Nº TARRO		4	5		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	21.02	21.17		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	20.10	20.20		
PESO DE AGUA	(g)	0.92	0.97		
PESO DEL TARRO	(g)	16.70	16.63		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.40	3.57		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	27.06	27.17		

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	36.4
LIMITE PLASTICO	27.1
INDICE DE PLASTICIDAD	9.3

Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

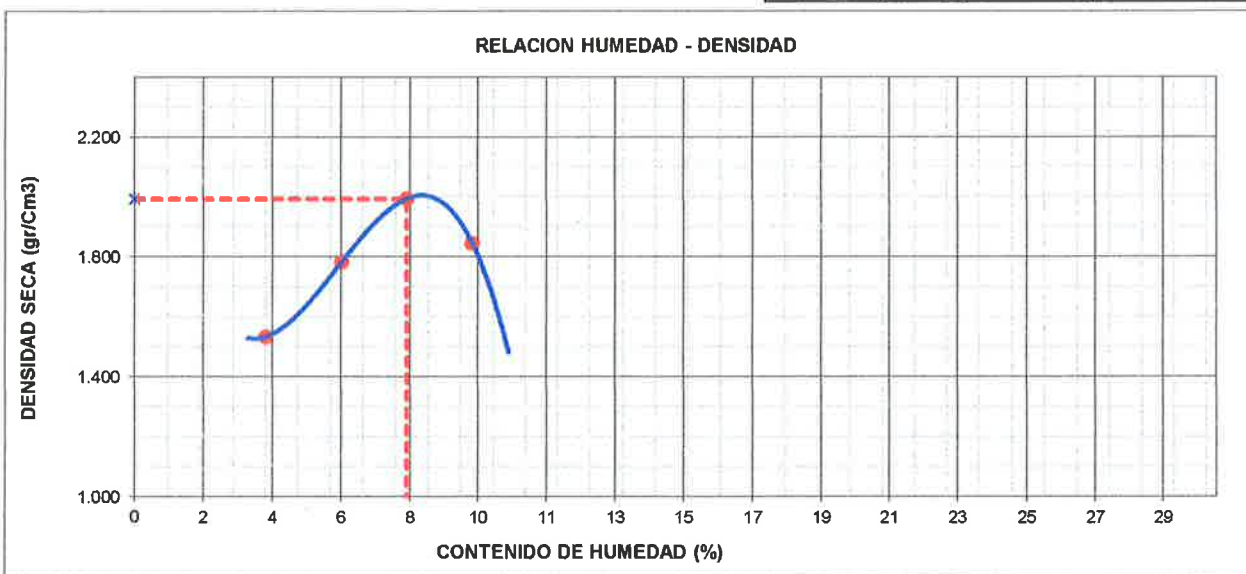
ESTRUCTURA :	PAVIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	17-feb.-2021

MATERIAL :	CON ADICION DEL 10% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA :	M-1
CALICATA :	C-2	PROFUNDIDAD :	(0.00 - 1.50 m)
COORDENADAS :	-		

METODO DE COMPACTACION : A

Peso suelo + molde	gr	5390	5670	5914	5795
Peso molde	gr	3893	3893	3893	3893
Peso suelo húmedo compactado	gr	1497	1777	2021	1902
Volumen del molde	cm ³	943	943	943	943
Peso volumétrico húmedo	gr	1.59	1.88	2.14	2.02
Recipiente N°					
Peso del suelo húmedo+tara	gr	777.0	740.0	860.0	820.0
Peso del suelo seco + tara	gr	750.0	700.0	800.0	750.0
Tara	gr				
Peso de agua	gr	27.0	40.0	60.0	70.0
Peso del suelo seco	gr	750.0	700.0	800.0	750.0
Contenido de agua	%	3.60	5.71	7.50	9.33
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.532	1.783	1.994	1.845
Densidad máxima (gr/cm ³)					1.994
Humedad óptima (%)					7.50

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin
 Geremias Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Henry David Clavo
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA :	PAVIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	17-feb.-2021

MATERIAL :	CON ADICION DEL 10% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA :	+
CALICATA :	C-2	PROFUND. (M.) :	(0.00 - 1.50 m)
MUESTRA :	M-1		

COMPACTACION

	6	7	8
Molde N°	5	5	5
Capas N°	56	25	12
Golpes por capa N°			
Condición de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12284	11996	11573
Peso de molde (g)	7815	7823	7852
Peso del suelo húmedo (g)	4469	4173	3721
Volumen del molde (cm ³)	2124	2126	2123
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.104	1.963	1.753
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	755.0	855.0	750.0
Peso suelo seco + tara (g)	700.0	800.0	700.0
Peso de tara (g)			
Peso de agua (g)	55.0	55.0	50.0
Peso de suelo seco (g)	700.0	800.0	700.0
Contenido de humedad (%)	7.86	6.88	7.14
Densidad seca (g/cm ³)	1.951	1.837	1.636

EXPANSION

115

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
17/02/2021	11:00		0.000	0.000		0.000	0.000		0.000	0.000	
18/02/2021	11:00		60.000	1.524		96.000	2.438		112.000	2.845	
19/02/2021	11:00		120.000	3.048		150.000	3.810		160.000	4.064	
20/02/2021	11:00		185.000	4.699		198.000	5.029		220.000	5.588	
21/02/2021	11:00		202.000	5.131		218.000	5.537		241.000	6.121	
				5.131	4.46%		5.537	4.81%		6.121	5.32%

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		29	6.7			27	6.3			22	5.1		
1.270		32	7.4			30	7.0			24	5.6		
1.905		36	8.4			35	8.1			28	6.5		
2.540	70.455	39	9.0	9.0	13	39	9.0	9.0	13	32	7.4	7.4	11
3.810		45	10.4			44	10.2			36	8.4		
5.080	105.682	51	11.8	11.8	11	48	11.1	11.1	11	40	9.3	9.3	9
6.350		58	13.5			56	13.0			44	10.2		
7.620		62	14.4			61	14.2			47	10.9		
10.160													
12.700													

Observaciones:

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Gerencias Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID CLAVE RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

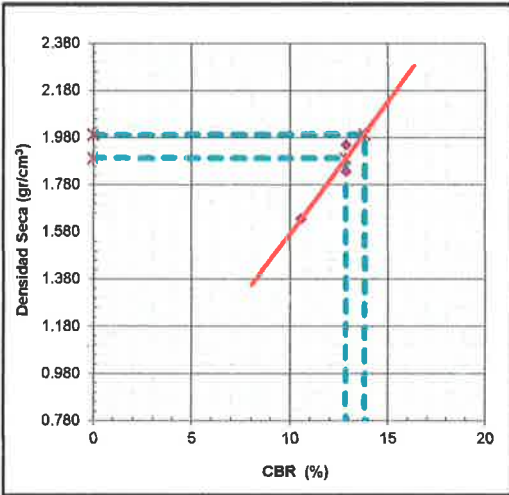


PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

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

(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA : PAVIMENTACION	HECHO POR : G.R.R
SOLICITANTE : FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. : H.C.R
ESTRATO (0.00 - 1.50 m)	FECHA : 17-feb.-21
MATERIAL : CON ADICION DEL 10% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA : -
CALICATA : C-2	PROFUND. (M.) : (0.00 - 1.50 m)
MUESTRA : M - 1	



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.994
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.50
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.894

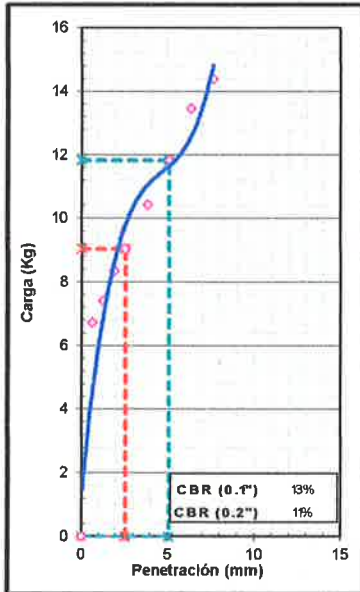
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	13.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	12.8

RESULTADOS:

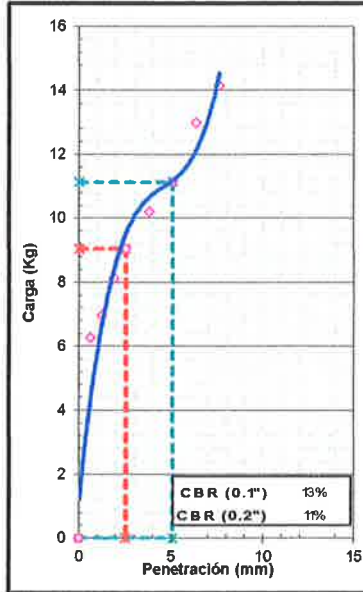
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 14 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 13 (%)
 Valor Expansión a 56 Golpes por capa: 4.87%

OBSERVACIONES:

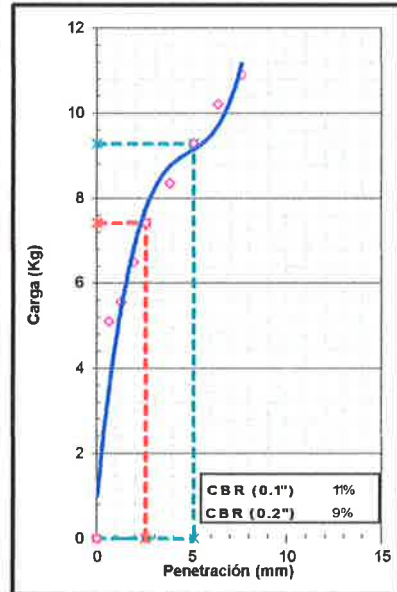
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 Geremias Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 HENRY DAVID CLAUDO BIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 77267



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

CALICATA N° 03 ENSAYOS DE TERRENO NATURAL

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

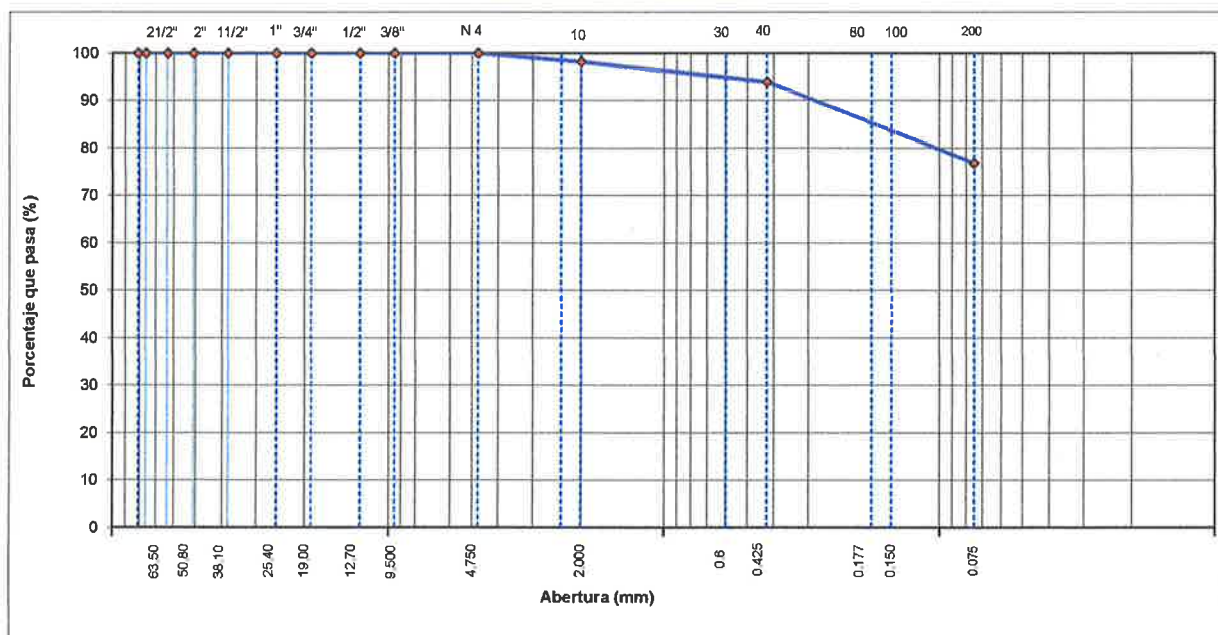
(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

ESTRUCTURA	: CIMENTACION	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: (0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 18/02/2021

MATERIAL	: EXTRAIDO Y MUESTREO DE CALICATA TERRENO NATURAL	TAMAÑO MÁXIMO	:
CALICATA	: C-3	PESO INICIAL	: 700.0 g
MUESTRA	: M-1	FRACCIÓN SECA	: 700.0 g
COORDENADAS	: -	PROFUND. (M.)	: (0.00 - 1.50 m)

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.800						% Peso Material <4 100.0%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL): 54.3
1"	25.400						Límite Plástico (LP): 29.2
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP): 25.1
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS): CH
3/8"	9.500						Clasific.(AASHTO): A-7-6 (17)
Nº 4	4.750				100.0		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	12.0	1.7	1.7	98.3		Contenido de Humedad (%): 36.50
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Líquidez :
Nº 40	0.425	30.00	4.3	6.0	94.0		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	24.00	3.4	9.4	90.6		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	96.00	13.7	23.1	76.9		
< Nº 200	FONDO	538.00	76.9	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Henry David Clavo Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO
(NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)

ESTRUCTURA : CIMENTACION	HECHO POR : G.R.R
SOLICITANTE : FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. : H.C.R
ESTRATO (0.00 - 1.50 m)	FECHA : 18-feb.-21

MATERIAL : EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA TERRENO NATURAL	CALICATA : C-3
CALICATA : C-3	MUESTRA : M-1
COORDENADAS : -	PROF. (M.) : (0.00 - 1.50 m)

MUESTRA	1			
SUELO HUMEDO + CAPSULA	1092.0			
PESO SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	800.0			
PESO DE CAPSULA (gr.)	0.0			
PESO DEL AGUA	292.0			
PESO DE SUELO SECO	800.0			
CONTENIDO DE HUMEDAD %	36.50			

PROMEDIO % DE HUMEDAD : 36.5

Observaciones: -


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Henry David Clavio Rimarachin
HENRY DAVID CLAVIO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77267



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

ESTRUCTURA : CIMENTACION	HECHO POR : G.R.R
SOLICITANTE : FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. : H.C.R
ESTRATO : (0.00 - 1.50 m)	FECHA : 18-feb.-21

MATERIAL : EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA TERRENO NATURAL	CALICATA : C-3
CALICATA : C-3	MUESTRA : M-1
COORDENADAS : -	PROFUNDIDAD : (0.00 - 1.50 m)

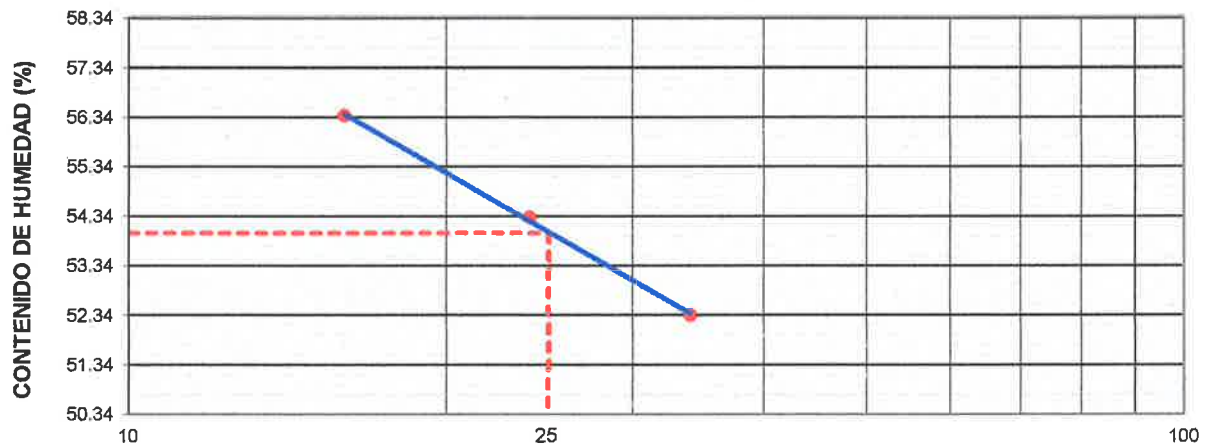
LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO		1	2	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	60.85	58.78	61.22	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	46.85	45.20	46.36	
PESO DE AGUA	(g)	14.00	13.58	14.86	
PESO DEL TARRO	(g)	20.10	20.20	20.00	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	26.75	25.00	26.36	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	52.34	54.32	56.37	54.34
NUMERO DE GOLPES		34	24	16	24.67

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO		4	5		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	20.46	20.98		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19.50	20.00		
PESO DE AGUA	(g)	0.96	0.98		
PESO DEL TARRO	(g)	16.20	16.65		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.30	3.35		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	29.09	29.25		

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	54.3
LIMITE PLASTICO	29.2
INDICE DE PLASTICIDAD	25.1

Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

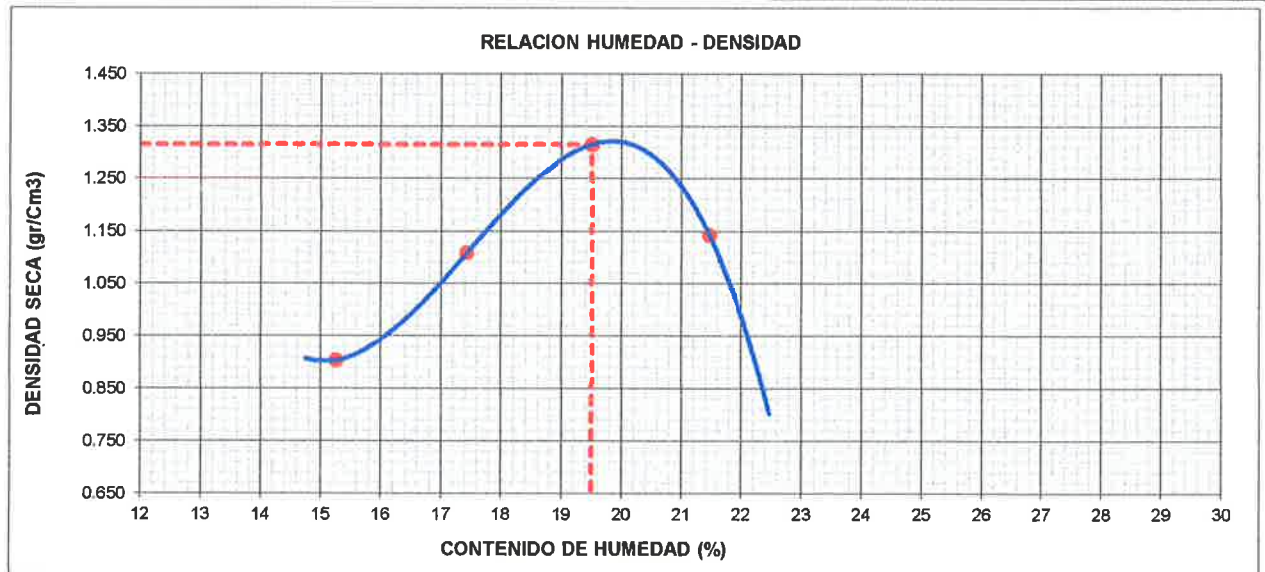
(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

ESTRUCTURA : CIMENTACION	HECHO POR : G.R.R
SOLICITANTE : FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. : H.C.R
ESTRATO : (0.00 - 1.50 m	FECHA : 18-feb.-2021

MATERIAL : EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA TERRENO NATURAL	MUESTRA : M-1
CALICATA : C-3	PROFUNDIDAD : (0.00 - 1.50 m
COORDENADAS : -	

METODO DE COMPACTACION : A

Peso suelo + molde	gr	4875	5120	5375	5202	
Peso molde	gr	3893	3893	3893	3893	
Peso suelo húmedo compactado	gr	982	1227	1482	1309	
Volumen del molde	cm ³	943	943	943	943	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.04	1.30	1.57	1.39	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	922.0	822.0	956.0	911.0	
Peso del suelo seco + tara	gr	800.0	700.0	800.0	750.0	
Tara	gr					
Peso de agua	gr	122.0	122.0	156.0	161.0	
Peso del suelo seco	gr	800.0	700.0	800.0	750.0	
Contenido de agua	%	15.25	17.43	19.50	21.47	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	0.904	1.108	1.315	1.143	
Densidad máxima (gr/cm ³)						1.315
Humedad óptima (%)						19.50



Observaciones:

Geremias Rimarachin
 GERENTE GENERAL

HENRY DAVID CARO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 17267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

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

(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA :	CIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	18-feb.-2021

MATERIAL :	EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA TERRENO NATURAL	MUESTRA :	-
CALICATA :	C-3	PROFUND. (M.) :	(0.00 - 1.50 m)
MUESTRA :	M - 1		

COMPACTACION

Molde N°	1	2	3
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11296	10362	10047
Peso de molde (g)	7937	7158	7173
Peso del suelo húmedo (g)	3359	3204	2874
Volumen del molde (cm ³)	2111	2128	2123
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.591	1.506	1.354
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	790.0	955.0	895.0
Peso suelo seco + tara (g)	660.0	800.0	750.0
Peso de tara (g)			
Peso de agua (g)	130.0	155.0	145.0
Peso de suelo seco (g)	660.0	800.0	750.0
Contenido de humedad (%)	19.70	19.38	19.33
Densidad seca (g/cm ³)	1.329	1.261	1.134

EXPANSION

115

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/02/2021	09:00		0.000	0.000		0.000	0.000		0.000	0.000	
19/02/2021	09:00		199.000	5.055		215.000	5.461		302.000	7.671	
20/02/2021	09:00		290.000	7.366		320.000	8.128		385.000	9.779	
21/02/2021	09:00		360.000	9.144		394.000	10.008		496.000	12.598	
22/02/2021	09:00		385.000	9.779		402.000	10.211		512.000	13.005	
				9.779	8.50%		10.211	8.88%		13.005	11.31%

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		9	2.1			5	1.2			3	0.7		
1.270		13	3.0			8	1.9			5	1.2		
1.905		15	3.5			13	3.0			9	2.1		
2.540	70.455	17	3.9	3.9	6	17	3.9	3.9	6	13	3.0	3.0	4
3.810		23	5.3			22	5.1			17	3.9		
5.080	105.682	29	6.7	6.7	6	26	6.0	6.0	6	21	4.9	4.9	5
6.350		28	6.5			34	7.9			25	5.8		
7.620		41	9.5			40	9.3			29	6.7		
10.160													
12.700													

Observaciones:

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

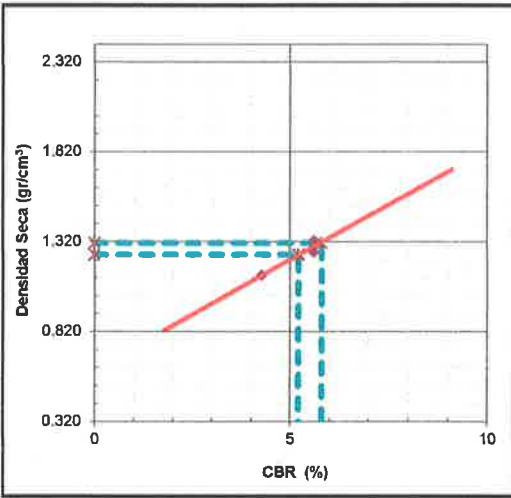
LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA	: CIMENTACION	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: (0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 18-feb.-21
MATERIAL	: EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA TERRENO NATURAL	MUESTRA	: -
CALICATA	: C-3	PROFUND. (M.)	: (0.00 - 1.50 m)
MUESTRA	: M - 1		



METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.315
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 19.50
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.249

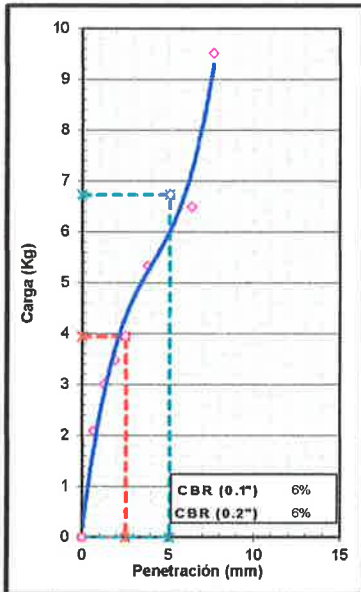
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	5.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	5.2

RESULTADOS:

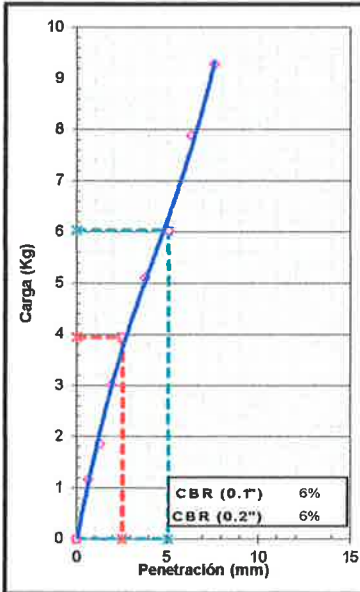
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	6 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	5 (%)
Valor Expansión a 56 Golpes por capa:		9.56%

OBSERVACIONES:

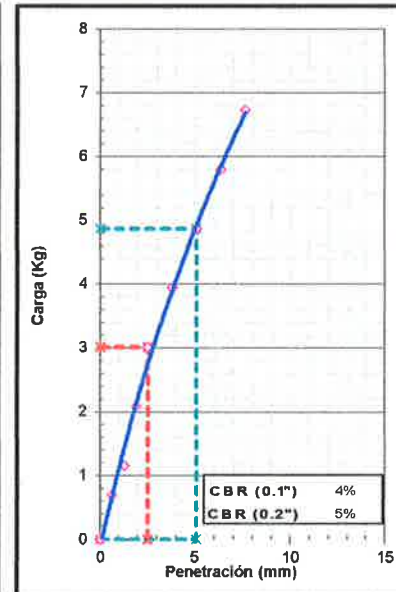
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Gerencias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID LAYVA RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

CALICATA N° 03 ENSAYOS DE TERRENO NATURAL INCORPORANDO 2% DE PIEDRA CHANCADA

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Henry David Castro Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 7267

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

ESTRUCTURA : PAVIMENTACION	HECHO POR : G.R.R
SOLICITANTE : FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. : H.C.R
ESTRATO : (0.00 - 1.50 m)	FECHA : 18-feb.-21

MATERIAL : CON ADICION DEL 2% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	CALICATA : C-3
CALICATA : C-3	MUESTRA : M-1
COORDENADAS : -	PROFUNDIDAD : (0.00 - 1.50 m)

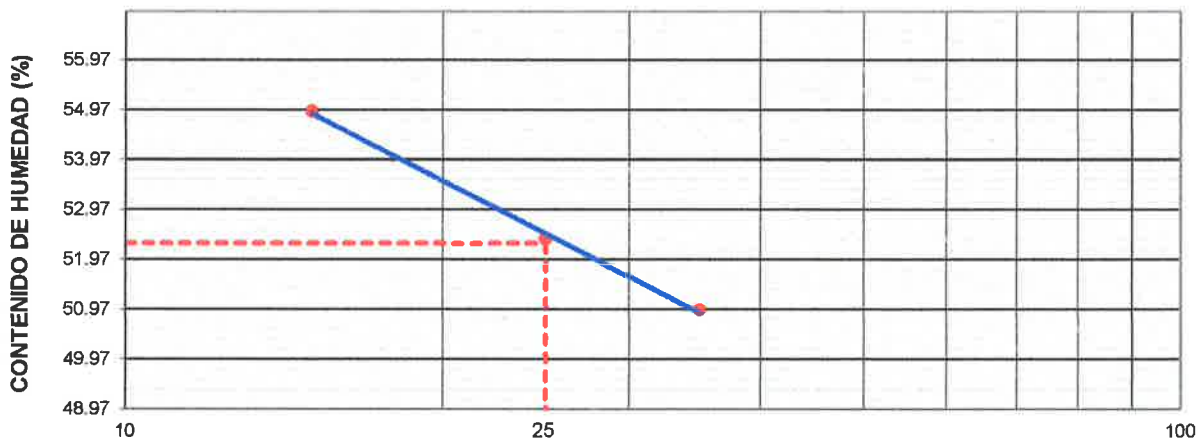
LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO		1	2	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	59.15	59.87	60.75	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	46.00	46.20	46.30	
PESO DE AGUA	(g)	13.15	13.67	14.45	
PESO DEL TARRO	(g)	20.20	20.10	20.00	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	25.80	26.10	26.30	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	50.97	52.38	54.94	52.76
NUMERO DE GOLPES		35	25	15	25.00

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO		4	5		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	20.94	21.23		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19.95	20.20		
PESO DE AGUA	(g)	0.99	1.03		
PESO DEL TARRO	(g)	16.50	16.62		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.45	3.58		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	28.70	28.77		

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	52.8
LIMITE PLASTICO	28.7
INDICE DE PLASTICIDAD	24.1

Observaciones:

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Kimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 HENRY DAVID CLAVS RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

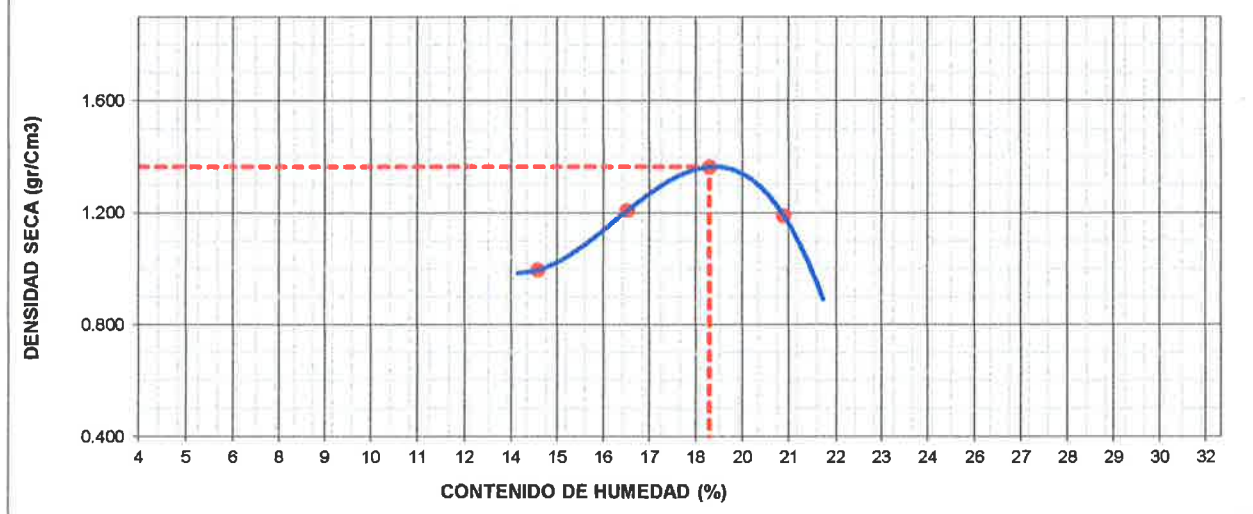
ESTRUCTURA :	PAVIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m	FECHA :	18-feb.-2021

MATERIAL :	CON ADICION DEL 2% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA :	M-1
CALICATA :	C-3	PROFUNDIDAD :	(0.00 - 1.50 m
COORDENADAS :	-		

METODO DE COMPACTACION : A

Peso suelo + molde	gr	4965	5220	5420	5245		
Peso molde	gr	3893	3893	3893	3893		
Peso suelo húmedo compactado	gr	1072	1327	1527	1352		
Volumen del molde	cm ³	943	943	943	943		
Peso volumétrico húmedo	gr	1.14	1.41	1.62	1.43		
Recipiente N°							
Peso del suelo húmedo+tara	gr	800.0	933.0	950.0	905.0		
Peso del suelo seco + tara	gr	700.0	800.0	800.0	750.0		
Tara	gr						
Peso de agua	gr	100.0	133.0	150.0	155.0		
Peso del suelo seco	gr	700.0	800.0	800.0	750.0		
Contenido de agua	%	14.29	16.63	18.75	20.67		
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	0.995	1.207	1.364	1.188		
						Densidad máxima (gr/cm ³)	1.364
						Humedad óptima (%)	18.75

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin
 Geremias Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Henry David Clavero Rimarachin
 HENRY DAVID CLAVERO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

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

(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA :	PAVIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	18-feb.-2021

MATERIAL :	CON ADICION DEL 2% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA :	-
CALICATA :	C-3	PROFUND. (M.) :	(0.00 - 1.50 m)
MUESTRA :	M - 1		

COMPACTACION

Molde N°	4		5		6	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11212		10473		10151	
Peso de molde (g)	7678		7158		7173	
Peso del suelo húmedo (g)	3534		3315		2978	
Volumen del molde (cm ³)	2151		2128		2123	
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.643		1.558		1.403	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	951.0		890.0		730.0	
Peso suelo seco + tara (g)	800.0		750.0		615.0	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	151.0		140.0		115.0	
Peso de suelo seco (g)	800.0		750.0		615.0	
Contenido de humedad (%)	18.88		18.67		18.70	
Densidad seca (g/cm ³)	1.382		1.313		1.182	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/02/2021	15:00		0.000	0.000		0.000	0.000		0.000	0.000	
19/02/2021	15:00		168.000	4.267		190.000	4.826		210.000	5.334	
20/02/2021	15:00		290.000	7.366		315.000	8.001		340.000	8.636	
21/02/2021	15:00		322.000	8.179		365.000	9.271		390.000	9.906	
22/02/2021	15:00		385.000	9.779		398.000	10.109		462.000	11.735	
				9.779	8.50%		10.109	8.79%		11.735	10.20%

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		5	1.2			4	0.9			2	0.5		
1.270		9	2.1			7	1.6			4	0.9		
1.905		13	3.0			12	2.8			8	1.9		
2.540	70.455	16	3.7	3.7	5	16	3.7	3.7	5	12	2.8	2.8	4
3.810		22	5.1			21	4.9			16	3.7		
5.080	105.682	28	6.5	6.5	6	25	5.8	5.8	5	20	4.6	4.6	4
6.350		35	8.1			33	7.7			24	5.6		
7.620		39	9.0			39	9.0			27	6.3		
10.160													
12.700													

Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

 Geremias Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

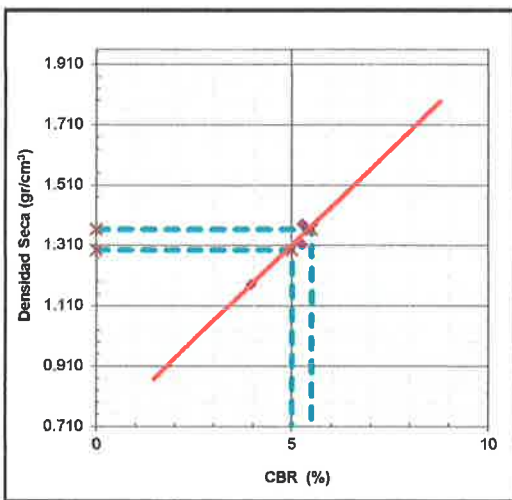
 HENRY DAVID CLAVERO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77267



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA	: PAVIMENTACION	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: (0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 18-feb.-21
MATERIAL	: CON ADICION DEL 2% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA	: -
CALICATA	: C-3	PROFUND. (M.)	: (0.00 - 1.50 m)
MUESTRA	: M - 1		



METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.364
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 18.75
96% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.295

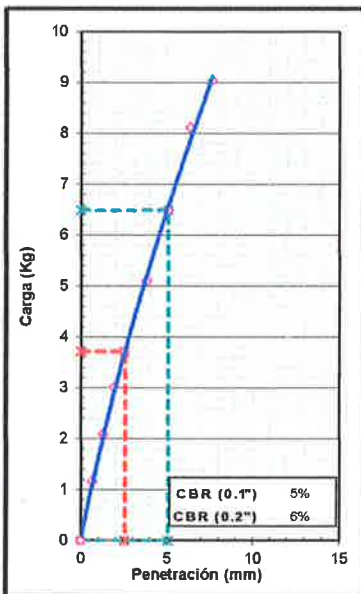
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	5.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	5.0

RESULTADOS:

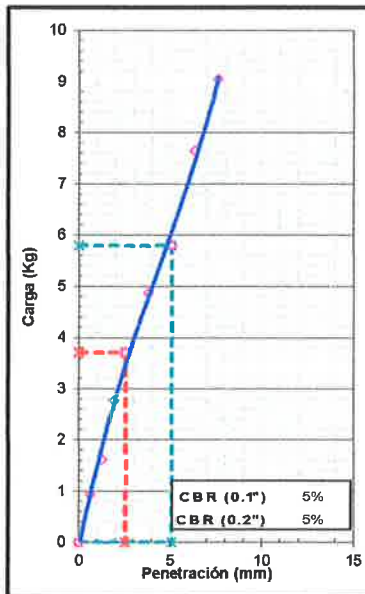
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	6 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	5 (%)
Valor Expansión a 66 Golpes por capa:		9.17%

OBSERVACIONES:

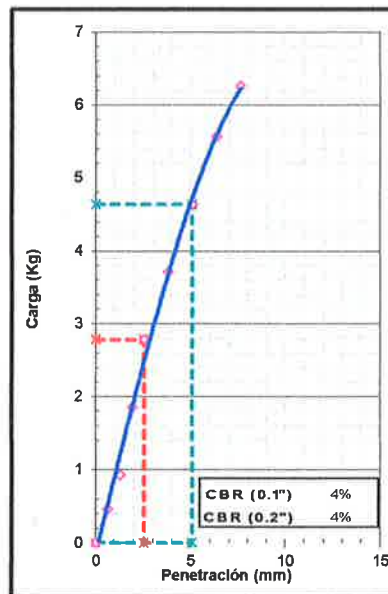
EC = 66 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 17267



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

CALICATA N° 03 ENSAYOS DE TERRENO NATURAL INCORPORANDO 4% DE PIEDRA CHANCADA

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Henry David Czaus Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 7267

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

ESTRUCTURA : PAVIMENTACION	HECHO POR : G.R.R
SOLICITANTE : FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. : H.C.R
ESTRATO : (0.00 - 1.50 m)	FECHA : 19-feb.-21

MATERIAL : CON ADICION DEL 4% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	CALICATA : C-3
CALICATA : C-3	MUESTRA : M-1
COORDENADAS : -	PROFUNDIDAD : (0.00 - 1.50 m)

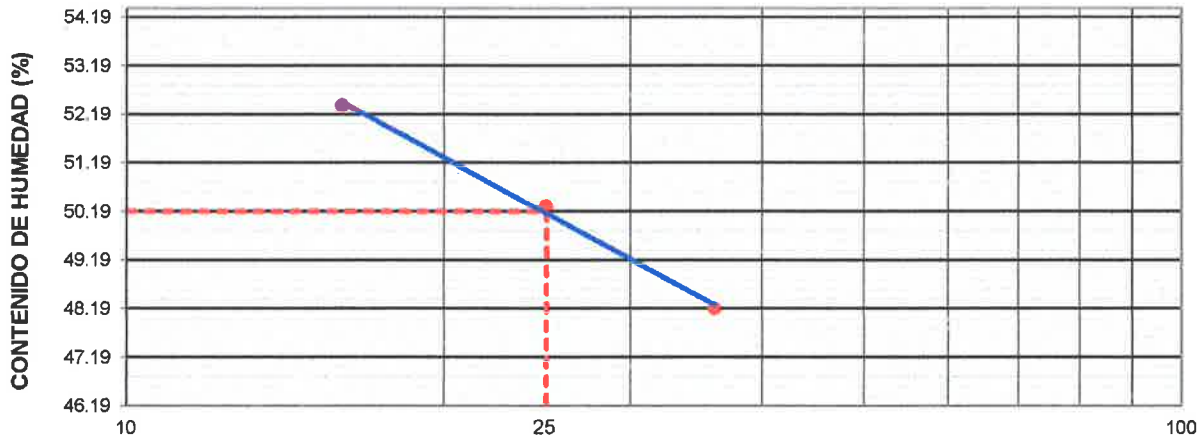
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		11	12	13	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		59.30	59.18	59.22	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		46.52	46.10	45.85	
PESO DE AGUA (g)		12.78	13.08	13.37	
PESO DEL TARRO (g)		20.00	20.10	20.32	
PESO DEL SUELO SECO (g)		26.52	26.00	25.53	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		48.19	50.31	52.37	50.29
NUMERO DE GOLPES		36	25	16	25.67

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		14	15		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		20.53	21.65		
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		19.60	20.55		
PESO DE AGUA (g)		0.93	1.10		
PESO DEL TARRO (g)		16.50	16.90		
PESO DEL SUELO SECO (g)		3.10	3.65		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		30.00	30.14		

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	50.3
LIMITE PLASTICO	30.1
INDICE DE PLASTICIDAD	20.2

Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAG
 Geremias Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAG
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 7267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

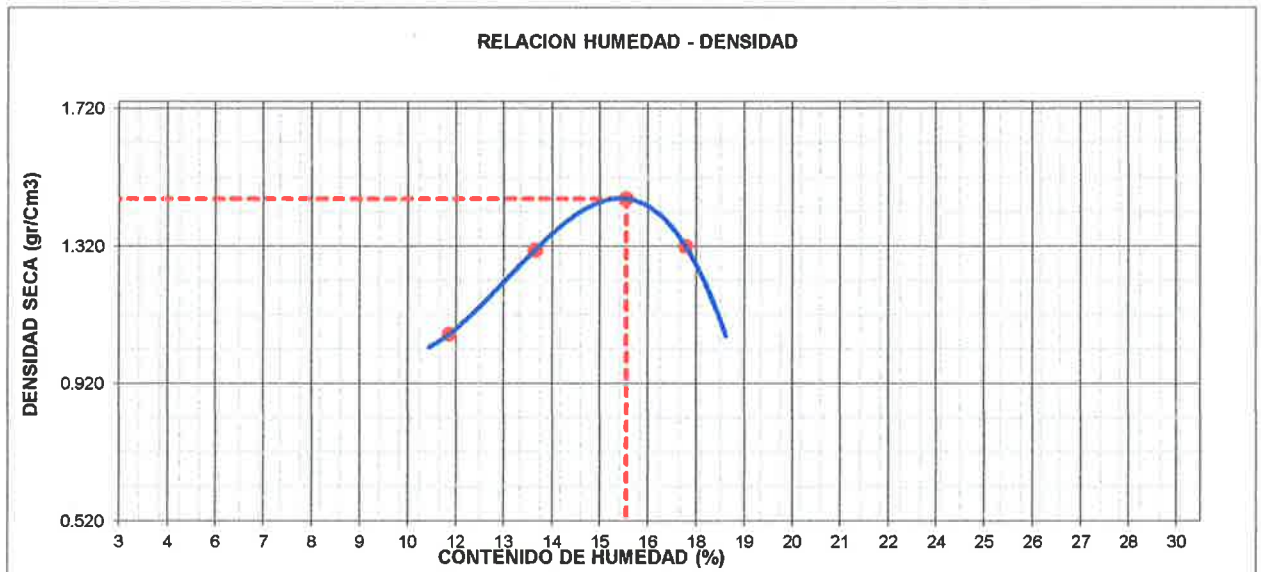
(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

ESTRUCTURA :	PAVIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m	FECHA :	19-feb.-2021

MATERIAL :	CON ADICION DEL 4% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA :	M-1
CALICATA :	C-3	PROFUNDIDAD :	(0.00 - 1.50 m
COORDENADAS :	-		

METODO DE COMPACTACION : A

Peso suelo + molde	gr	5010	5294	5485	5352		
Peso molde	gr	3893	3893	3893	3893		
Peso suelo húmedo compactado	gr	1117	1401	1592	1459		
Volumen del molde	cm ³	943	943	943	943		
Peso volumétrico húmedo	gr	1.18	1.49	1.69	1.55		
Recipiente N°							
Peso del suelo húmedo+tara	gr	780.0	795.0	926.8	880.0		
Peso del suelo seco + tara	gr	700.0	700.0	800.0	750.0		
Tara	gr						
Peso de agua	gr	80.0	95.0	126.8	130.0		
Peso del suelo seco	gr	700.0	700.0	800.0	750.0		
Contenido de agua	%	11.43	13.57	15.85	17.33		
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.063	1.308	1.457	1.319		
						Densidad máxima (gr/cm ³)	1.457
						Humedad óptima (%)	15.85



Observaciones:


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77157



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA :	PAVIMENTACION	HECHO POR :	G R R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H C R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m	FECHA :	19-feb.-2021

MATERIAL :	CON ADICION DEL 4% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA :	-
CALICATA :	C-3	PROFUND. (M.) :	(0.00 - 1.50 m
MUESTRA :	M - 1		

COMPACTACION

Molde N°	4	5	6
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11169	11389	10285
Peso de molde (g)	7538	7852	7172
Peso del suelo húmedo (g)	3631	3537	3113
Volumen del molde (cm ³)	2125	2192	2170
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.709	1.614	1.435
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	925.0	920.0	868.0
Peso suelo seco + tara (g)	800.0	800.0	750.0
Peso de tara (g)			
Peso de agua (g)	125.0	120.0	118.0
Peso de suelo seco (g)	800.0	800.0	750.0
Contenido de humedad (%)	15.63	15.00	15.73
Densidad seca (g/cm ³)	1.478	1.403	1.240

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
19/02/2021	10:00		0.000	0.000		0.000	0.000		0.000	0.000	
20/02/2021	10:00		170.000	4.318		192.000	4.877		208.000	5.283	
21/02/2021	10:00		250.000	6.350		302.000	7.671		320.000	8.128	
22/02/2021	10:00		293.000	7.442		315.000	8.001		362.000	9.195	
23/02/2021	10:00		342.000	8.687		381.000	9.677		374.000	9.500	
				8.687	7.55%		9.677	8.42%		9.500	8.26%

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		12	2.8			11	2.6			9	2.1		
1.270		16	3.7			14	3.2			11	2.6		
1.905		21	4.9			19	4.4			15	3.5		
2.540	70.455	23	5.3	5.3	8	23	5.3	5.3	8	19	4.4	4.4	6
3.810		29	6.7			28	6.5			23	5.3		
5.080	105.682	35	8.1	8.1	8	32	7.4	7.4	7	27	6.3	6.3	6
6.350		42	9.7			40	9.3			31	7.2		
7.620		46	10.7			46	10.7			34	7.9		
10.160													
12.700													

Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

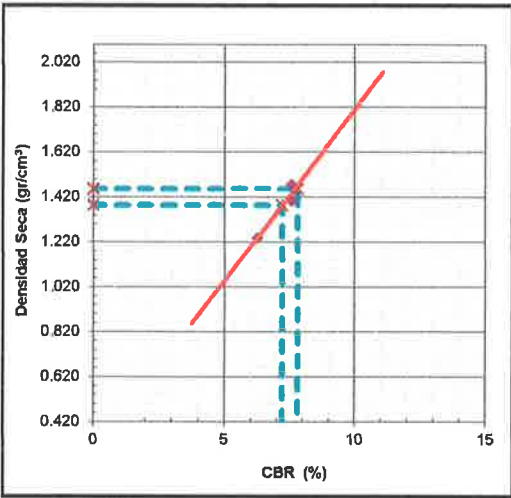
LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA	: PAVIMENTACION	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: (0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 19-feb.-21
MATERIAL	: CON ADICION DEL 4% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA	: -
CALICATA	: C-3	PROFUND. (M.)	: (0.00 - 1.50 m)
MUESTRA	: M- 1		



METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.457
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 15.85
96% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.384

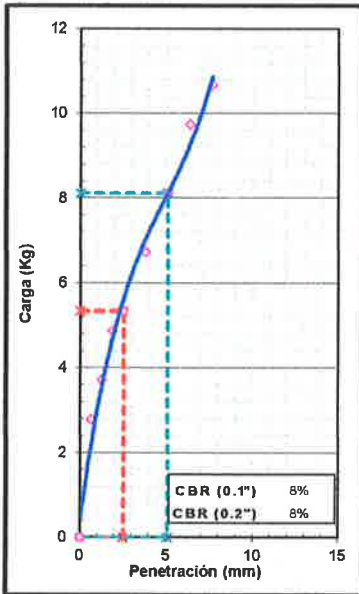
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	7.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	7.2

RESULTADOS:

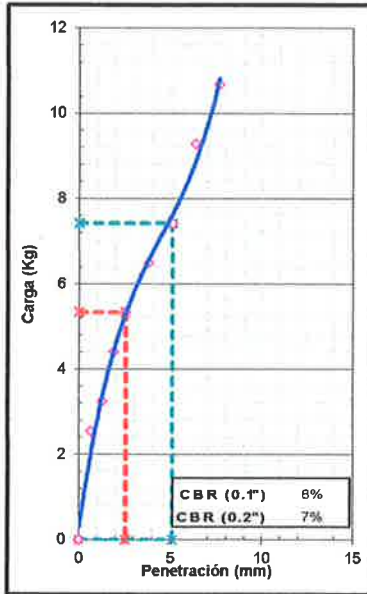
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	8 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	7 (%)
Valor Expansión a 56 Golpes por capa:		8.08%

OBSERVACIONES:

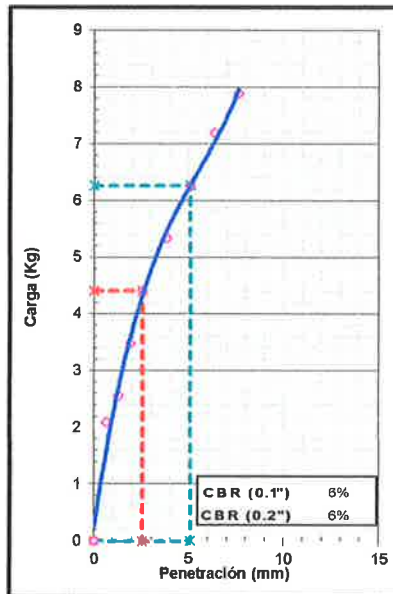
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID CLAVE RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 17267



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

CALICATA N° 03 ENSAYOS DE TERRENO NATURAL INCORPORANDO 6% DE PIEDRA CHANCADA

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin
Geremias Rimarachin
GERENTE GENERAL

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Henry David Clavo Rimarachin
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 7267

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

ESTRUCTURA : PAVIMENTACION	HECHO POR : G.R.R
SOLICITANTE : FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. : H.C.R
ESTRATO : (0.00 - 1.50 m)	FECHA : 19-feb.-21

MATERIAL : CON ADICION DEL 6% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	CALICATA : C-3
CALICATA : C-3	MUESTRA : M-1
COORDENADAS : -	PROFUNDIDAD : (0.00 - 1.50 m)

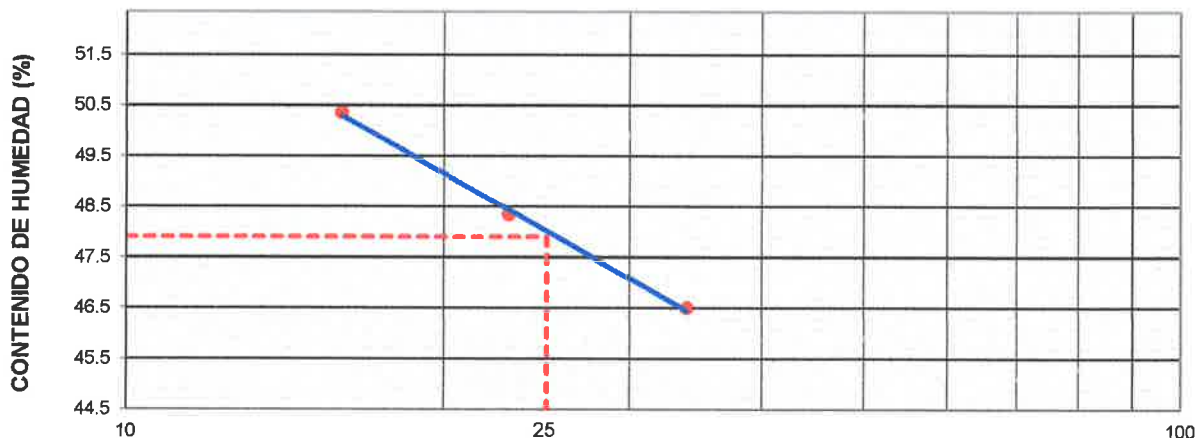
LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO		1	2	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	58.76	58.72	58.88	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	46.52	46.10	45.96	
PESO DE AGUA	(g)	12.24	12.62	12.92	
PESO DEL TARRO	(g)	20.20	20.00	20.30	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	26.32	26.10	25.66	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	46.50	48.35	50.35	48.40
NUMERO DE GOLPES		34	23	16	24.33

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO		4	5		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	21.05	21.37		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19.96	20.22		
PESO DE AGUA	(g)	1.09	1.15		
PESO DEL TARRO	(g)	16.52	16.60		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.44	3.62		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	31.69	31.77		

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	48.4
LIMITE PLASTICO	31.7
INDICE DE PLASTICIDAD	16.7

Observaciones:

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CLAYO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 17267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

ESTRUCTURA :	PAVIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0,00 - 1.50 m	FECHA :	19-feb.-2021

MATERIAL :	CON ADICION DEL 6% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA :	M-1
CALICATA :	C-3	PROFUNDIDAD :	(0,00 - 1.50 m
COORDENADAS :	-		

METODO DE COMPACTACION : A

Peso suelo + molde	gr	5060	5380	5598	5428	
Peso molde	gr	3893	3893	3893	3893	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1167	1487	1705	1535	
Volumen del molde	cm ³	943	943	943	943	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.24	1.58	1.81	1.63	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	858.0	767.0	892.0	850.0	
Peso del suelo seco + tara	gr	800.0	700.0	800.0	750.0	
Tara	gr					
Peso de agua	gr	58.0	67.0	92.0	100.0	
Peso del suelo seco	gr	800.0	700.0	800.0	750.0	
Contenido de agua	%	7.25	9.57	11.50	13.33	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.154	1.439	1.622	1.436	
					Densidad máxima (gr/cm ³)	1.622
					Humedad óptima (%)	11.50



Observaciones:


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin
Geremias Rimarachin
 GERENTE GENERAL


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Henry David Clay Rimarachin
HENRY DAVID CLAY RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 72267



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA :	PAVIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m	FECHA :	19-feb -2021

MATERIAL :	CON ADICION DEL 6% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA :	-
CALICATA :	C-3	PROFUND. (M.) :	(0.00 - 1.50 m
MUESTRA :	M - 1		

COMPACTACION

	7	8	9
Molde N°	5	5	5
Capas N°	56	25	12
Golpes por capa N°	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Condición de la muestra			
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11020	10798	10488
Peso de molde (g)	7123	7139	7158
Peso del suelo húmedo (g)	3897	3659	3330
Volumen del molde (cm ³)	2123	2126	2128
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.836	1.721	1.565
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	840.0	780.0	890.0
Peso suelo seco + tara (g)	752.0	702.0	800.0
Peso de tara (g)			
Peso de agua (g)	88.0	78.0	90.0
Peso de suelo seco (g)	752.0	702.0	800.0
Contenido de humedad (%)	11.70	11.11	11.25
Densidad seca (g/cm ³)	1.643	1.549	1.407

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
19/02/2021	14:00		0.000	0.000		0.000	0.000		0.000	0.000	
20/02/2021	14:00		92.000	2.337		165.000	4.191		182.000	4.623	
21/02/2021	14:00		182.000	4.623		230.000	5.842		258.000	6.553	
22/02/2021	14:00		214.000	5.436		265.000	6.731		270.000	6.858	
23/02/2021	14:00		281.000	7.137		318.000	8.077		343.000	8.712	
				7.137	6.21%		8.077	7.02%		8.712	7.58%

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		18	4.2			18	4.2			11	2.6		
1.270		32	7.4			20	4.6			13	3.0		
1.905		24	5.6			25	5.8			17	3.9		
2.540	70.455	29	6.7	6.7	10	29	6.7	6.7	10	21	4.9	4.9	7
3.810		35	8.1			34	7.9			26	6.0		
5.080	105.682	41	9.5	9.5	9	38	8.8	8.8	8	29	6.7	6.7	6
6.350		48	11.1			46	10.7			33	7.7		
7.620		54	12.5			50	11.6			36	8.4		
10.160													
12.700													

Observaciones:

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Gerentías Rimarachin-Rimarachin
GERENTE GENERAL

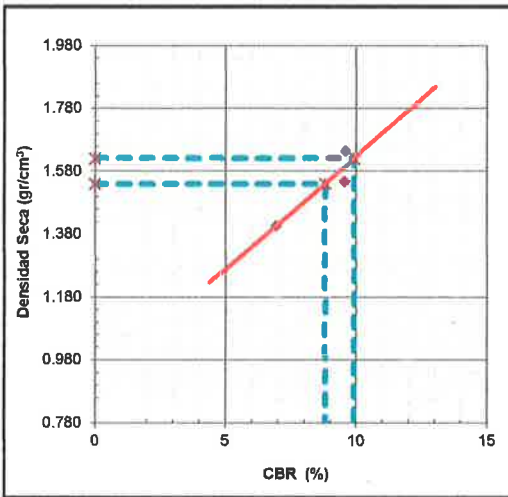
LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID ZLAZLA RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA	: PAVIMENTACION	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: (0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 19-feb.-21
MATERIAL	: CON ADICION DEL 6% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA	: -
CALICATA	: C-3	PROFUND. (M.)	: (0.00 - 1.50 m)
MUESTRA	: M - 1		



METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.622
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 11.50
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.540

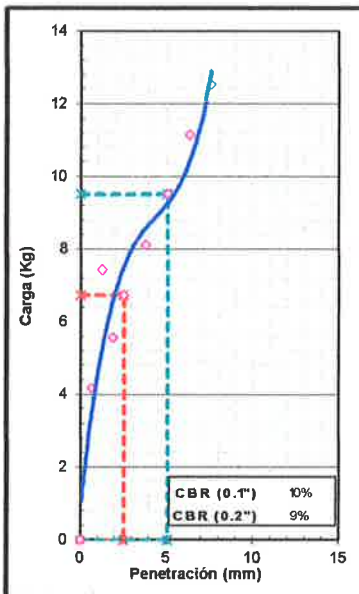
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	9.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	8.8

RESULTADOS:

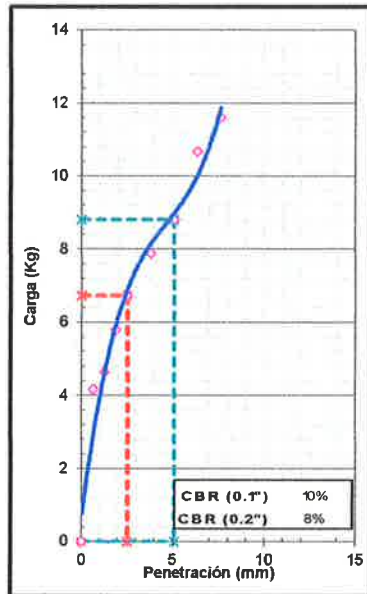
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	10 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	9 (%)
Valor Expansión a 56 Golpes por capa:		6.94%

OBSERVACIONES:

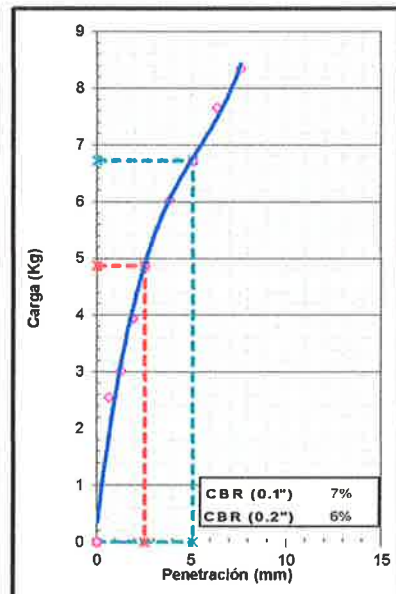
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremías Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CAYO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

CALICATA N° 03 ENSAYOS DE TERRENO NATURAL INCORPORANDO 10% DE PIEDRA CHANCADA

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Henry David Clavo Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

ESTRUCTURA : PAVIMENTACION	HECHO POR : G.R.R
SOLICITANTE : FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. : H.C.R
ESTRATO : (0.00 - 1.50 m5)	FECHA : 19-feb.-21

MATERIAL : CON ADICION DEL 10% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	CALICATA : C-3
CALICATA : C-3	MUESTRA : M-1
COORDENADAS : -	PROFUNDIDAD : (0.00 - 1.50 m5)

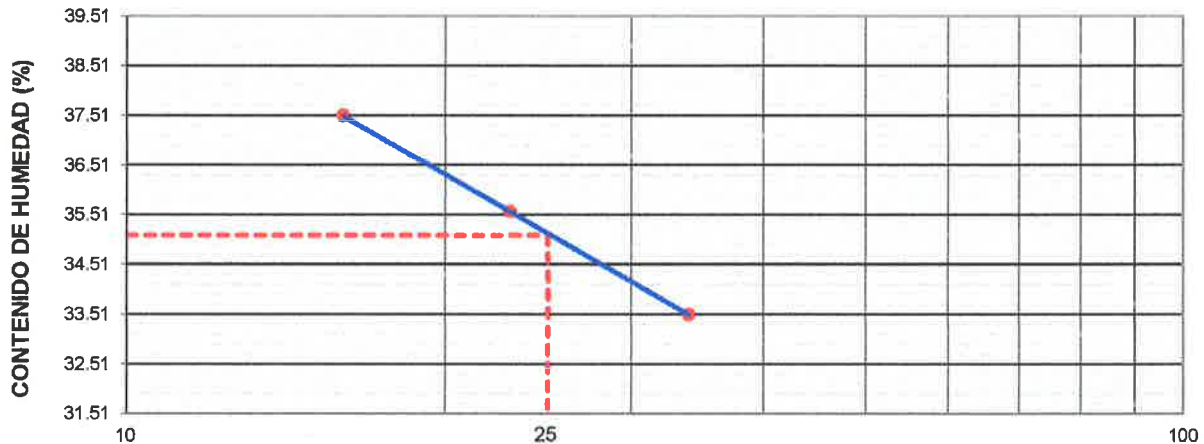
LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO		1	2	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	55.34	54.67	56.10	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	46.47	45.65	46.28	
PESO DE AGUA	(g)	8.87	9.02	9.82	
PESO DEL TARRO	(g)	20.00	20.30	20.10	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	26.47	25.35	26.18	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	33.51	35.58	37.51	35.53
NUMERO DE GOLPES		34	23	16	24.33

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO		4	5		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	21.06	21.22		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	20.10	20.20		
PESO DE AGUA	(g)	0.96	1.02		
PESO DEL TARRO	(g)	16.70	16.63		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.40	3.57		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	28.24	28.57		

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES

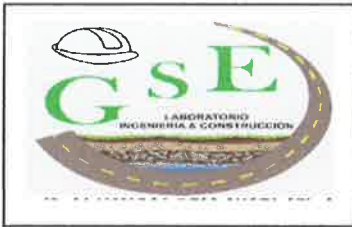


CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	35.5
LIMITE PLASTICO	28.4
INDICE DE PLASTICIDAD	7.1

Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
 HENRY DAVIS CLAY RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

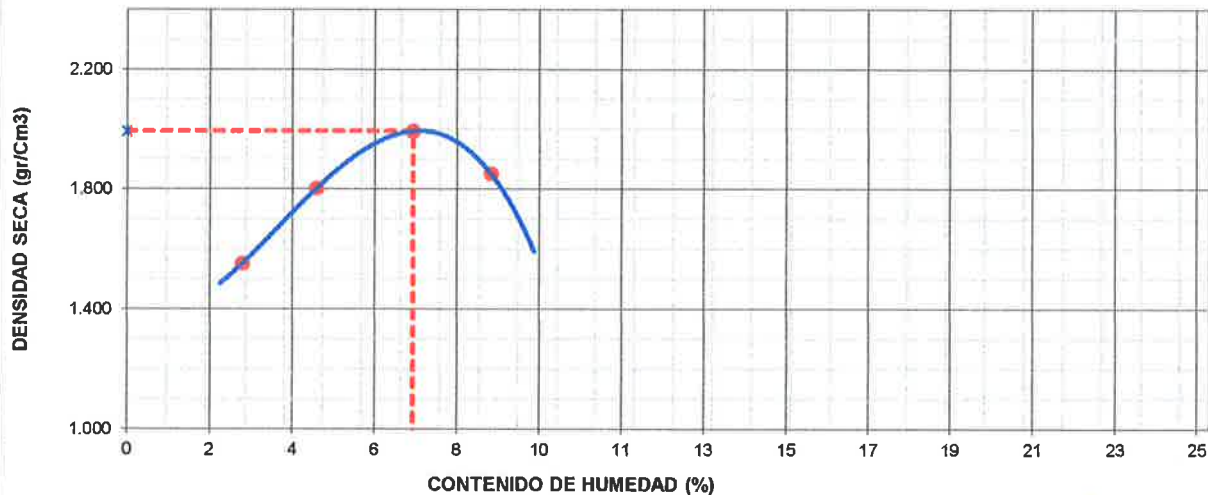
ESTRUCTURA :	PAVIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	19-feb.-2021

MATERIAL :	CON ADICION DEL 10% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA :	M-1
CALICATA :	C-3	PROFUNDIDAD :	(0.00 - 1.50 m)
COORDENADAS :	-		

METODO DE COMPACTACION : A

Peso suelo + molde	gr	5395	5668	5897	5785	
Peso molde	gr	3893	3893	3893	3893	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1502	1775	2004	1892	
Volumen del molde	cm ³	943	943	943	943	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.59	1.88	2.13	2.01	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	821.0	730.5	746.0	867.0	
Peso del suelo seco + tara	gr	800.0	700.0	700.0	800.0	
Tara	gr					
Peso de agua	gr	21.0	30.5	46.0	67.0	
Peso del suelo seco	gr	800.0	700.0	700.0	800.0	
Contenido de agua	%	2.63	4.36	6.57	8.38	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.552	1.804	1.994	1.851	
Densidad máxima (gr/cm ³)						1.994
Humedad óptima (%)						6.57

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
 HENRY DAVID ELADIO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 17267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

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

(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA :	PAVIMENTACION	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m	FECHA :	19-feb-2021

MATERIAL :	CON ADICION DEL 10% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA :	-
CALICATA :	C-3	PROFUND. (M.) :	(0.00 - 1.50 m
MUESTRA :	M - 1		

COMPACTACION

Molde N°	6	7	8
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12342	12052	11852
Peso de molde (g)	7815	7823	7852
Peso del suelo húmedo (g)	4527	4229	4000
Volumen del molde (cm ³)	2124	2126	2123
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.131	1.989	1.884
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	745.0	850.0	743.0
Peso suelo seco + tara (g)	700.0	800.0	700.0
Peso de tara (g)			
Peso de agua (g)	45.0	50.0	43.0
Peso de suelo seco (g)	700.0	800.0	700.0
Contenido de humedad (%)	6.43	6.25	6.14
Densidad seca (g/cm ³)	2.003	1.872	1.775

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%		
19/02/2021	16:00		0.000	0.000			0.000	0.000			0.000	0.000		
20/02/2021	16:00		52.000	1.321			81.000	2.057			96.000	2.438		
21/02/2021	16:00		102.000	2.591			118.000	2.997			128.000	3.251		
22/02/2021	16:00		152.000	3.861			174.000	4.420			174.000	4.420		
23/02/2021	16:00		168.000	4.267			181.000	4.597			196.000	4.978		
				4.267	3.71%			4.597	4.00%			4.978	4.33%	

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		31	7.2			29	6.7			24	5.6		
1.270		34	7.9			32	7.4			26	6.0		
1.905		38	8.8			37	8.6			30	7.0		
2.540	70.455	41	9.5	9.5	14	41	9.5	9.5	14	34	7.9	7.9	11
3.810		47	10.9			46	10.7			38	8.8		
5.080	105.682	53	12.3	12.3	12	50	11.6	11.6	11	42	9.7	9.7	9
6.350		60	13.9			58	13.5			46	10.7		
7.620		64	14.8			63	14.6			49	11.4		
10.160													
12.700													

Observaciones:

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin
GERENTE GENERAL

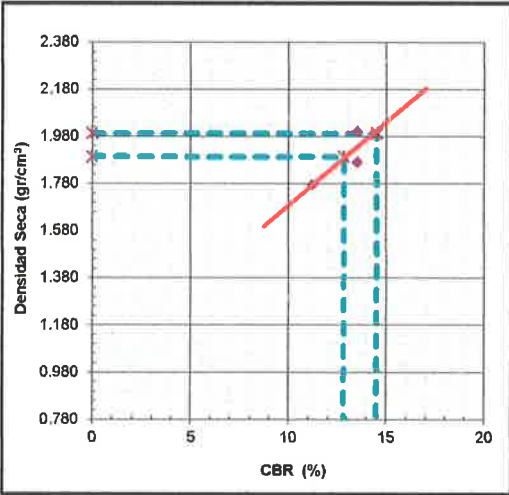
LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 17267



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA- SHITACUCHO"

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

ESTRUCTURA	: PAVIMENTACION	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: FANY YUDITH RUIZ BURGA	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: (0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 19-feb.-21
MATERIAL	: CON ADICION DEL 10% DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA	MUESTRA	: -
CALICATA	: C-3	PROFUND. (M.)	: (0.00 - 1.50 m)
MUESTRA	: M - 1		



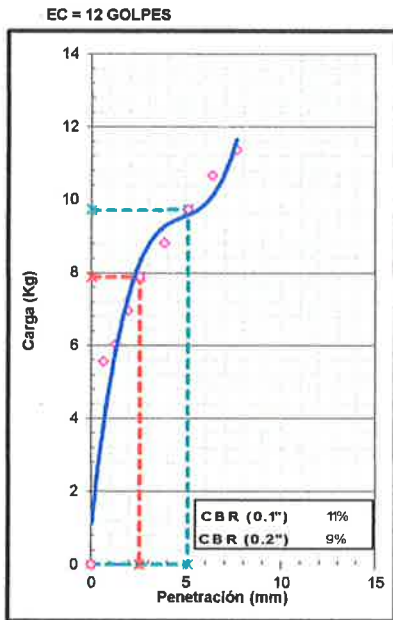
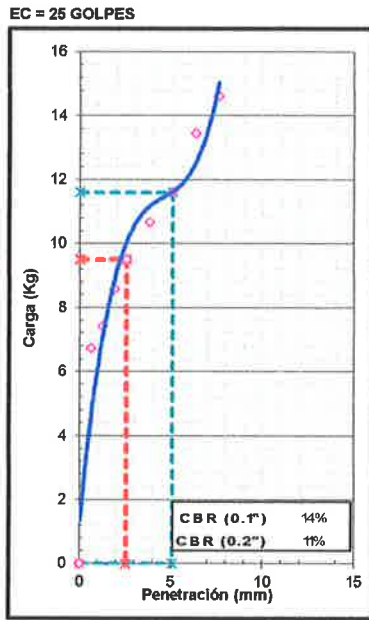
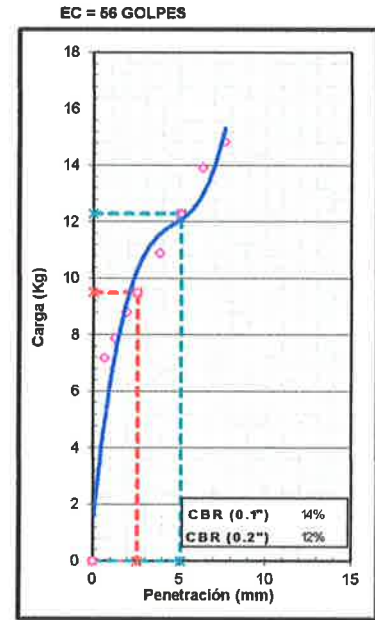
METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.994
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 6.57
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.894

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	14.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	12.8

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	15 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	13 (%)
Valor Expansión a 56 Golpes por capa:		4.01%

OBSERVACIONES:



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID GLAYO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

Anexo G. Análisis del costo unitario



1) Datos

Volumen de suelo=	1 m ³
Peso específico del suelo=	1450 kg/m ³
Peso del suelo=	1450 kg
Peso específico del DRT=	2634 kg/m ³
Peso específico del agua=	1000 kg/m ³
Rango mínimo de cemento (MTC, 2014)=	10% para A-7
Rango máximo de cemento (MTC, 2014)=	16% para A-8
Costo del cemento portland Tipo I=	24.5 bolsa de 42.50 kg
Peso específico del cemento=	3150 kg/m ³
Porcentaje mínimo de cal (MTC, 2014)=	5% para suelos arcillosos
Porcentaje máximo de cal (MTC, 2014)=	10% para suelos arcillosos
Costo de la cal=	15.5 bolsa de 20 kg
Peso específico de la cal=	1150 kg/m ³

2) Cálculo de materiales, para 1 m³ de suelo

Cantidad de residuos de roca triturada

Porcentaje de DRT	Peso de DRT (kg)	Peso de mezcla (kg)	Peso DRT ajustado	Volumen DRT
0%	0	1450	0.00	0.000
2%	29	1479	28.43	0.011
4%	58	1508	55.77	0.021
6%	87	1537	82.08	0.031
10%	145	1595	131.82	0.050

Volumen de agua

Porcentaje de DRT	Óptimo contenido de humedad	Peso de agua (kg)	Volumen de agua (m ³)
0%	15.04	218.08	0.22
2%	14.00	203.00	0.20
4%	13.1	189.95	0.19
6%	12.5	181.25	0.18
10%	8.52	123.54	0.12

Cantidad de cemento

	En peso	Peso de 1 bolsa	En bolsas
10%	145	42.5	3.41
16%	232	42.5	5.46

Cantidad de cal

	En peso	Peso de 1 bolsa	En bolsas
5%	72.5	20	3.63
10%	145	20	7.25



3) Cálculo del costo del residuos de roca triturada

Rendimiento	m3/día	150		EQ	150
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
Operario	hh	1	0.0533	20.19	1.077
Peón	hh	2	0.1067	14.91	1.590
					2.667
Materiales					
DRT	m3		1	5.00	5.000
					5.000
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		5.000	2.67	0.133
Servicio de transporte de material v	m3		1.000	13.33	13.333
					13.467
Costo unitario directo en m3					21.134

4) Costo del mejoramiento de la subrasante con residuos de roca triturada

Partida: <i>Mejoramiento de subrasante con 0% DRT</i>					
Rendimiento:	m3/día	MO	450 EQ		450
Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
Capataz	HH	0.5	0.0089	22.19	0.197
Operario	HH	1	0.0178	20.19	0.359
Peón	HH	6	0.1067	14.91	1.590
					2.147
Materiales					
DRT	m3		0.00	21.134	0.000
Agua puesta en obra	m3		0.22	12.4	2.704
					2.704
Equipos					
Herramientas manuales	%MO		3	2.147	6.440
Rodillo liso vibr. Autop. 101-35HP, HM		1	0.0178	84.96	1.510
Motoniveladora de 130-135 HP	HM	1	0.0178	113.48	2.017
					9.968
Total					14.818

Partida: <i>Mejoramiento de subrasante con 2% DRT</i>					
Rendimiento:	m3/día	MO	450 EQ		450
Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
Capataz	HH	0.5	0.0089	22.19	0.197
Operario	HH	1	0.0178	20.19	0.359
Peón	HH	6	0.1067	14.91	1.590
					2.147
Materiales					
DRT	m3		0.011	21.134	0.228
Flete de material	m3		0.011	233.33	2.519
Agua puesta en obra	m3		0.20	12.4	2.517
					5.264
Equipos					
Herramientas manuales	%MO		3	2.147	6.440
Rodillo liso vibr. Autop. 101-35HP, HM		1	0.0178	84.96	1.510
Motoniveladora de 130-135 HP	HM	1	0.0178	113.48	2.017
					9.968
Total					17.378



Partida: <i>Mejoramiento de subrasante con 4% DRT</i>						
Rendimiento:	m3/día	MO	450 EQ		450	
Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de obra						
Capataz	HH	0.5	0.0089	22.19	0.197	
Operario	HH	1	0.0178	20.19	0.359	
Peón	HH	6	0.1067	14.91	1.590	
Materiales						
DRT	m3		0.021	21.134	0.447	
Flete de material	m3		0.021	233.33	4.940	
Agua puesta en obra	m3		0.19	12.4	2.355	
Equipos						
Herramientas manuales	%MO		3	2.147	6.440	
Rodillo liso vibr. Autop. 101-35HP, HM		1	0.0178	84.96	1.510	
Motoniveladora de 130-135 HP	HM	1	0.0178	113.48	2.017	
Total						
						19.857

Partida: <i>Mejoramiento de subrasante con 6% DRT</i>						
Rendimiento:	m3/día	MO	450 EQ		450	
Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de obra						
Capataz	HH	0.5	0.0089	22.19	0.197	
Operario	HH	1	0.0178	20.19	0.359	
Peón	HH	6	0.1067	14.91	1.590	
Materiales						
DRT	m3		0.031	21.134	0.659	
Flete de material	m3		0.031	233.33	7.271	
Agua puesta en obra	m3		0.18	12.4	2.248	
Equipos						
Herramientas manuales	%MO		3	2.147	6.440	
Rodillo liso vibr. Autop. 101-35HP, HM		1	0.0178	84.96	1.510	
Motoniveladora de 130-135 HP	HM	1	0.0178	113.48	2.017	
Total						
						22.291

Partida: <i>Mejoramiento de subrasante con 10% DRT</i>						
Rendimiento:	m3/día	MO	450 EQ		450	
Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de obra						
Capataz	HH	0.5	0.0089	22.19	0.197	
Operario	HH	1	0.0178	20.19	0.359	
Peón	HH	6	0.1067	14.91	1.590	
Materiales						
DRT	m3		0.050	21.134	1.058	
Flete de material	m3		0.050	233.33	11.677	
Agua puesta en obra	m3		0.12	12.4	1.532	
Equipos						
Herramientas manuales	%MO		3	2.147	6.440	
Rodillo liso vibr. Autop. 101-35HP, HM		1	0.0178	84.96	1.510	
Motoniveladora de 130-135 HP	HM	1	0.0178	113.48	2.017	
Total						
						26.381



5) Cálculo del costo del mejoramiento de la subrasante con otros aditivos

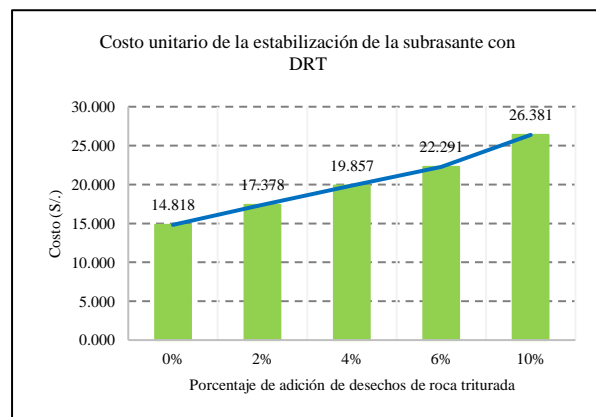
Partida: <i>Mejoramiento de subrasante con cal 5%</i>						
Rendimiento:	m3/día	MO	450 EQ		450	
Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de obra						
Capataz	HH	0.5	0.0089	22.19	0.197	
Operario	HH	1	0.0178	20.19	0.359	
Peón	HH	6	0.1067	14.91	1.590	
					2.147	
Materiales						
Cal	bolsas		3.625	15.500	56.188	
Agua puesta en obra	m3		0.22	12.4	2.704	
					58.892	
Equipos						
Herramientas manuales	%MO		3	2.147	6.440	
Rodillo liso vibr. Autop. 101-35HP,	HM	1	0.0178	84.96	1.510	
Motoniveladora de 130-135 HP	HM	1	0.0178	113.48	2.017	
					9.968	
Total						71.006

Partida: <i>Mejoramiento de subrasante con cemento 10%</i>						
Rendimiento:	m3/día	MO	450 EQ		450	
Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de obra						
Capataz	HH	0.5	0.0089	22.19	0.197	
Operario	HH	1	0.0178	20.19	0.359	
Peón	HH	6	0.1067	14.91	1.590	
					2.147	
Materiales						
Cemento	bolsas		3.412	24.500	83.588	
Agua puesta en obra	m3		0.22	12.4	2.704	
					86.292	
Equipos						
Herramientas manuales	%MO		3	2.147	6.440	
Rodillo liso vibr. Autop. 101-35HP,	HM	1	0.0178	84.96	1.510	
Motoniveladora de 130-135 HP	HM	1	0.0178	113.48	2.017	
					9.968	
Total						98.407

6) Comparación del costo

Costo del mejoramiento de la subrasante

Porcentaje de adición	Aditivo	Costo S/. por m3
0%	DRT	14.818
2%	DRT	17.378
4%	DRT	19.857
6%	DRT	22.291
10%	DRT	26.381
5%	Cal	71.006
10%	Cemento	98.407





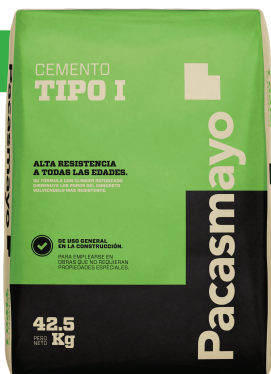
7) Costo de aplicación en un tramo de 3 km con ancho promedio de 6 m

Criterio	Espesor (m)	Largo (m)	Ancho (m)	Volumen (m3)	Costo unitario por m3 (S/.)	Costo Total (S/.)
Sin DRT	0.35	3000	6	6300	14.818	93355.4496
Con 10% DRT	0.185	3000	6	3330	26.381	87848.09082

Anexo H. Fichas técnicas

CEMENTO TIPO I

“ESTRUCTURAL”



DESCRIPCIÓN

Cemento Portland Tipo I. Gracias a su nuevo diseño de Clinker, se logra un concreto más durable brindando alta resistencia a todas las edades.

USOS

- Cemento de uso general.

ATRIBUTOS

Diseño que supera los requisitos de la normas nacionales

Altas resistencias a todas las edades

- Desarrolla altas resistencias iniciales que garantiza un adecuado avance de obra.
- El diseño correcto en concreto garantiza un menor tiempo de desencofrado.

RECOMENDACIONES



Mantener el cemento en un lugar seco bajo techo, protegido de la humedad.



Almacenar en pilas de menos de 10 sacos.

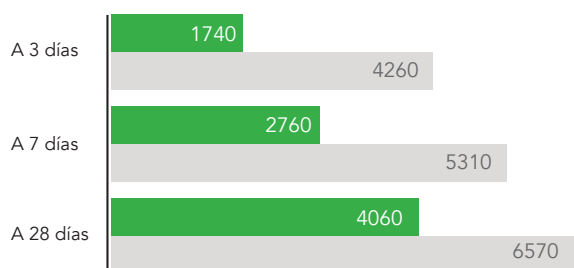


Utilizar agregados y materiales de buena calidad.



A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



Resistencia a la compresión (psi)

■ Resultado Promedio ■ Requisito mínimo NTP 334.009 / ASTM C150

Cemento Portland tipo I

Requisitos Normalizados

NTP 334.009 / ASTM C150

REQUERIMIENTOS QUÍMICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADO ⁽²⁾
MgO	Máximo	6.0	%	NTP 334.086	2.1
SO ₃	Máximo	3.0	%	NTP 334.086	2.8
Pérdida por ignición	Máximo	3.5	%	NTP 334.086	3.1
Residuo insoluble	Máximo	1.5	%	NTP 334.086	0.6

REQUERIMIENTOS FÍSICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADO ⁽²⁾
Contenido de aire	Máximo	12	%	NTP 334.048	8
Finura, Superficie específica	Mínimo	2,600	cm ² /g	NTP 334.002	4000
Expansión en autoclave	Máximo	0.80	%	NTP 334.004	0.07
Resistencia a la compresión					
3 días	Mínimo	12.0 (1740)	MPa (psi)	NTP 334.051	29.4 (4260)
7 días	Mínimo	19.0 (2760)	MPa (psi)	NTP 334.051	36.6 (5310)
28 días ⁽¹⁾	Mínimo	28.0 (4060)	MPa (psi)	NTP 334.051	45.3 (6570)
Tiempo de Fraguado Vicat					
Fraguado inicial	Mínimo	45	Minutos	NTP 334.006	139
Fraguado final	Máximo	375	Minutos	NTP 334.006	250

(1) Requisito opcional

(2) Valores Promedios Referenciales

VENTAJAS



Presentaciones: Bolsas de 42.5 kg, granel y big bag de 1TM.



Fecha y hora de envasado: para que utilices el cemento más fresco



Fecha de vencimiento: para aprovechar de mejor manera sus propiedades

El cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.009.

FICHA TECNICA

CAL HIDRATADA



Identificación del Producto

La Cal Hidratada Horcalsa (hidróxido de calcio) es un polvo seco, incoloro y cristalino fabricado mediante el tratamiento de óxido de calcio (cal viva) con agua, en un proceso llamado «apagado». Nuestra cal contiene un grado de pureza de 95% el mejor del mercado.

Composición Química

Número De Registro Cas 1305-62-0 Composición $\text{Ca}(\text{Oh})_2$ Molecular 74.096

Beneficios:

- Optimiza las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, reduciendo el gasto en fertilizantes.
- Suministra una mejor fijación de nitrógeno por el uso de las legumbres.
- Eleva la disponibilidad de nutrientes para las plantas
- Disminuye las toxicidades en el suelo por excesos de aluminio en el suelo.
- Mejora la efectividad de algunos herbicidas
- Proporciona calcio magnesio y otros nutrientes para los cultivos
- Actúa como un buen antiparásitos
- Mejora la retención de agua en el suelo

Propiedades Físicas Y Químicas

Estado Físico Sólido Color Blanco Olor Inodoro

Composición Química

COMPOSICIÓN PORCENTUAL	PORCENTAJE (PESO/PESO) %
Óxido De Silicio (SiO_2)	< 1
Óxido De Hierro (Fe_2O_3)	< 0.2
Óxido De Aluminio (Al_2O_3)	< 0.25
Óxido De Calcio (Cao)	> 70
Óxido De Magnesio (Mgo)	< 4
Óxido De Potasio (K_2O)	< 0.1
Óxido De Sodio (Na_2O)	< 0.1
Pérdida De Fuego (Loi 950°C)	22-24
Dioxido De Carbono (CO_2)	< 2
Mgo + Cao En Base Seca	> 95
Óxido De Calcio Disponible	> 68
Humedad	< 0.8
Trióxido De Azufre (SO_3)	< 0.75

Otras Propiedades

Metales Pesados

VARIABLE	LIMITE (PPM)
Arsenico (As)	3*/ 3**
Plomo (Pb)	2* / 8**

FICHA TECNICA

CAL HIDRATADA



Cadmio (Cd)	7***
Cromo (Cr)	30***
Mercurio (Hg)	1***
Selenio (Se)	7***
Plata (Ag)	30***
Niquel (Ni)	5***
Bario (Ba)	300
Fluoruro (F-)	< 50
Residuo Insoluble En Acido (Ria)	< 1 %

Granulometría

FINEZA MALLA NO.30 (600um), % PASANTE	> 99.5
FINEZA MALLA NO.200 (75um) % PASANTE	> 93

Usos o Aplicaciones:

- Uso en Industria de la construcción y Agrícola
- Tratamientos de Agua Residuales
- Desalinización de Aguas de mar
- Industria Azucarera
- Industria Petroquímica
- Industria del Cuero
- Industria de Alimentos:

Precauciones

- Conservar lejos de fuentes de calor
- Usar siempre protección personal
- Mantener en recipientes sellados en un lugar frío, seco y bien ventilado, alejado de ácidos
- No coma, beba y fume mientras manipule este producto.



Anexo I. Estudio de tránsito vehicular



ESTUDIO DE TRAFICO

RESPONSABLE: FANY YUDITH RUIZ BURGA
CARRETERA: CHOTA - SHITACUCHO

ESTACIÓN 01: CRUCE A IRACA GRANDE
CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01

COORDENADAS UTM
Este: 757870 m E Norte: 9272710 m S

SENTIDO: S →
← E

ESTACIÓN: 01 DOMINGO CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR
FECHA: 9/10/2022

Hora	Sentido	VEHÍCULOS LIGEROS						VEHÍCULOS PESADOS												TOTAL	%			
		CAMIONETAS						BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER							
		Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural Combi	Micro	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2			>=3T3		
DIAGRA. VEH.																								
0-1	E																					0	0.0%	
	S																						0	0.0%
1-2	E																						0	0.0%
	S																						0	0.0%
2-3	E																						0	0.0%
	S																						0	0.0%
3-4	E																						0	0.0%
	S																						0	0.0%
4-5	E	0	0	2		1																	3	2.3%
	S	0	0	1		0																	1	1.0%
5-6	E	0	1	2		1																	4	3.1%
	S	0	0	1		0																	1	1.0%
6-7	E	1	1	2		2																	6	4.7%
	S	1	0	1		0																	2	2.0%
7-8	E	1	2	5		1																	9	7.0%
	S	1	1	4		0																	6	5.9%
8-9	E	1	2	7	1	1																	12	9.3%
	S	0	1	3	1	0																	5	4.9%
9-10	E	1	2	4	0	1																	8	6.2%
	S	1	1	0	0	0																	2	2.0%
10-11	E	1	2	4	1	1																	9	7.0%
	S	1	1	8	0	0																	10	9.8%
11-12	E	1	1	7	1	2				1	1												14	10.9%
	S	1	0	5	0	0			1	1													8	7.8%
12-13	E	1	1	6	1	0			1	1													10	7.8%
	S	1	1	4	0	0			1	1													8	7.8%
13-14	E	1	2	5	1	0			1	1													10	7.8%
	S	1	1	4	1	0			1	1													9	8.8%
14-15	E	2	1	6	1																		10	7.8%
	S	1	1	5	0																		7	6.9%
15-16	E	1	1	7	1																		10	7.8%
	S	0	2	9	0																		11	10.8%
16-17	E	0	1	5																			6	4.7%
	S	1	1	5																			7	6.9%
17-18	E	1	1	4																			6	4.7%
	S	1	2	6																			9	8.8%
18-19	E	1	0	3		1																	5	3.9%
	S	2	2	6		0																	10	9.8%
19-20	E	2	1	4																			7	5.4%
	S	1	1	4																			6	5.9%
20-21	E																						0	0.0%
	S																						0	0.0%
21-22	E																						0	0.0%
	S																						0	0.0%
22-23	E																						0	0.0%
	S																						0	0.0%
23-24	E																						0	0.0%
	S																						0	0.0%
Parcial	E	15	19	73	7	11	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	129	100.0%
	S	13	15	66	2	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	102	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		28	34	139	9	11	0.00%	0.00%	0.00%	2.60%	1.73%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	231	100.0%



ESTUDIO DE TRAFICO

RESPONSABLE: FANY YUDITH RUIZ BURGA
CARRETERA: CHOTA - SHITACUCHO

ESTACIÓN 01: CRUCE A IRACA GRANDE
CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01

COORDENADAS UTM
Este: 757870 m E Norte: 9272710 m S

SENTIDO: S →
← E

ESTACIÓN: 01 **SÁBADO** **CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR** **FECHA:** 15/10/2022

Hora	Sentido	VEHÍCULOS LIGEROS						VEHÍCULOS PESADOS												TOTAL	%	
		CAMIONETAS						BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER					
		Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural Combi	Micro	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2			>=3T3
DIAGRA. VEH.																						
0-1	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
1-2	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
2-3	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
3-4	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
4-5	E	1	1	1	1																4	5.4%
	S	1	1	1	1																4	6.3%
5-6	E	1	1	1	1																4	5.4%
	S	1	1	1	1																2	3.1%
6-7	E	1	1	1	1																4	5.4%
	S	1	1	1	1																3	4.7%
7-8	E	1	1	1	1																4	5.4%
	S	1	1	1	1																4	6.3%
8-9	E	1	1	1	1																4	5.4%
	S	1	1	1	1																4	6.3%
9-10	E	1	1	1	1																4	5.4%
	S	1	1	1	1																4	6.3%
10-11	E	1	1	1	2																5	6.8%
	S	1	1	1	1																4	6.3%
11-12	E	1	1	1	2					1	1										7	9.5%
	S	1	1	1	1					1	1										6	9.4%
12-13	E	1	1	1	1					1	1										6	8.1%
	S	1	1	1	1					1	1										6	9.4%
13-14	E	1	1	1	1					1	1										6	8.1%
	S	1	1	1	1					1	1										6	9.4%
14-15	E	1	1	1	2																5	6.8%
	S	1	1	1	1																3	4.7%
15-16	E	1	1	1	1																4	5.4%
	S	1	1	1	1																4	6.3%
16-17	E	1	1	1	2																5	6.8%
	S	1	1	1	1																4	6.3%
17-18	E	1	1	1	1																4	5.4%
	S	1	1	1	1																4	6.3%
18-19	E	1	1	1	1																3	4.1%
	S	1	1	1	1																3	4.7%
19-20	E	1	1	1	2																5	6.8%
	S	1	1	1	1																3	4.7%
20-21	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
21-22	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
22-23	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
23-24	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
Parcial	E	16	15	16	21	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74	100.0%
	S	16	13	16	13	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		32	28	32	34	-	-	-	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	138	100.0%
		23.19%	20.29%	23.19%	24.64%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.35%	4.35%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.0%	



RESPONSABLE: FANY YUDITH RUIZ BURGA
CARRETERA CHOTA - SHITACUCHO

ESTACIÓN 01: CRUCE A IRACA GRANDE
CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01

COORDENADAS UTM
Este: 757870 m E Norte: 9272710 m S

SENTIDO: S →
← E

RESUMEN DE CONTEO VEHICULAR

ESTACIÓN: 01

UBICACIÓN: CRUCE A IRACA GRANDE

Día	Sentido	VEHICULOS LIGEROS							VEHICULOS PESADOS												TOTAL	%	
		Auto	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER						
				Pick Up	Panel	Rural Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
DIAGRA. VEH.																							
D7	E	15	19	73	7	11	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	129	10.4%
	S	13	15	66	2	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	102	8.2%
D1	E	13	26	46	15	-	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	105	8.4%
	S	8	15	56	4	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	87	7.0%
D2	E	48	8	27	12	-	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	99	7.9%
	S	25	5	20	3	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59	4.7%
D3	E	28	6	37	14	-	-	-	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	7.2%
	S	21	3	28	2	-	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59	4.7%
D4	E	30	18	38	20	11	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	121	9.7%
	S	17	11	28	9	6	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76	6.1%
D5	E	26	20	43	12	11	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	118	9.5%
	S	18	13	26	3	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63	5.1%
D6	E	16	15	16	21	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74	5.9%
	S	16	13	16	13	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64	5.1%
TOTAL	E	176	112	280	101	33	-	-	-	17	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	736	59.1%
	S	118	75	240	36	6	-	-	-	20	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	510	40.9%

Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)

FORMATO N° 1.1 A

N°	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
		Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC
1	AGUAS CALIENTES	0.9394	0.8663	1.1161	1.0973	1.1684	1.1945	0.9458	0.8773	0.9386	1.0294	1.0292	0.9845	1.0000
2	AGUAS CLARAS	1.0204	1.0668	1.1013	1.0449	0.9979	0.9863	0.8917	0.9168	1.0069	1.0155	1.0712	0.8127	1.0000
3	AMBO	0.7822	0.8431	0.8697	0.7549	0.7755	0.7823	0.7479	0.9820	0.9842	0.9966	0.9966	0.8835	1.0000
4	ATICO	0.8849	0.7376	1.0576	1.0168	1.1538	1.1764	0.9711	0.9893	1.0821	1.0845	1.1559	0.9021	1.0000
5	AYAVIRI	0.9913	0.9287	1.0870	1.0730	1.1003	1.0878	0.9449	0.9108	0.9242	1.0455	1.0348	0.9733	1.0000
6	CAMANA	0.5935	0.4934	1.0509	1.2563	1.3886	1.3961	1.2549	1.2278	1.3076	1.2658	1.2303	0.8494	1.0000
7	CANCAS	0.8722	0.8703	1.0694	1.1121	1.1631	1.2130	0.9722	0.9150	1.0516	1.0161	1.0259	0.8914	1.0000
8	CARACOTO	1.0576	0.9886	1.0999	1.0550	1.0578	1.0471	0.9900	0.8677	0.9953	0.9895	1.0077	0.7648	1.0000
9	CASARACRA	1.1441	1.1924	1.2529	0.9991	0.9240	1.0245	0.8401	0.8801	1.0508	0.9739	1.1465	0.8656	1.0000
10	CATAC	1.0992	1.0589	1.3534	1.0405	1.0772	1.0762	0.8316	0.8717	0.9632	0.9514	1.1169	0.9747	1.0000
11	CCASACANCHA	1.0321	1.0692	1.1050	1.0611	1.0719	1.0565	0.9517	0.9133	0.8930	0.9959	0.9734	0.7789	1.0000
12	CHACAPAMPA	1.0342	0.9781	0.9986	1.0653	1.0693	1.2488	1.0419	0.9217	0.9818	0.9211	1.0968	0.9676	1.0000
13	CHALHUAPUQUIO	1.1804	1.2304	1.2157	1.0487	1.0103	1.0467	0.7867	0.8314	1.0145	0.9547	1.0196	0.9379	1.0000
14	CHICAMA	0.9891	0.9536	1.0369	1.0347	1.0520	1.0477	0.9368	0.9915	1.0553	1.0166	1.0421	0.7493	1.0000
15	CHILCA	0.6041	0.5736	0.7824	1.0624	1.5470	1.6110	1.3052	1.4238	1.5046	1.2451	1.1887	0.6261	1.0000
16	CHULLQUI	1.0428	1.0728	1.0509	1.0163	1.0500	0.9407	0.9832	0.9316	0.9915	0.9207	1.2832	0.8829	1.0000
17	CHULUCANAS	1.0210	1.0629	1.1565	1.1355	1.0650	1.0374	0.9771	0.9150	0.9843	0.9479	0.9145	0.7502	1.0000
18	CIUDAD DE DIOS	0.9338	0.9146	1.1930	1.0736	1.0024	1.0271	0.9071	0.9185	1.0902	0.8660	1.0664	0.6549	1.0000
19	CORCONA	1.1416	1.1681	1.2623	1.0206	0.9748	1.0336	0.7786	0.8795	1.0065	0.9892	1.1933	0.8888	1.0000
20	CRUCE BAYOVAR	0.9033	0.8846	1.0933	1.0974	1.1592	1.1950	0.8640	0.9864	1.1644	0.9986	1.0861	0.6673	1.0000
21	CUCULLI	0.9988	1.0550	1.1242	1.1174	1.1070	0.9845	0.9574	0.9186	0.9449	0.9671	0.9672	1.0218	1.0000
22	DESUDIO OLMOS	0.9736	1.0105	1.1312	1.1600	1.1451	1.0896	0.9427	0.8716	0.9919	0.9562	1.0093	0.7176	1.0000
23	DESUDIO TALARA	0.8889	0.8761	1.0496	1.0840	1.1438	1.1754	0.9465	0.9935	1.1153	1.0280	1.0362	0.8201	1.0000
24	EL FISCAL	0.8940	0.8401	1.0559	1.0613	1.0717	1.1269	1.0109	0.9938	1.0838	1.0772	1.0791	0.8290	1.0000
25	EL PARAISO	0.9205	0.9105	1.0517	0.9857	1.1149	1.1469	0.9012	0.9733	1.1060	1.0310	1.0929	0.7531	1.0000
26	FORTALEZA	0.9181	0.8373	1.0150	1.0162	1.1492	1.1835	0.8765	1.0108	1.1687	1.0754	1.1540	0.6525	1.0000
27	HUACRAPUQUIO	0.8954	0.9256	0.8519	0.7865	1.1504	0.9951	0.8705	0.9487	0.9945	0.9710	1.1529	0.8270	1.0000
28	HUARMEY	0.9035	0.9244	1.1291	1.1310	1.2668	1.1960	0.8634	0.9658	1.1330	1.0542	1.1438	0.6719	1.0000
29	ICA	0.8952	0.8816	1.0171	1.0174	1.1066	1.1329	0.9323	0.9830	1.0531	0.9755	1.1795	0.8886	1.0000
30	ILAVE	1.0094	0.9590	0.9766	1.0121	1.1366	1.1846	0.9693	0.7789	1.0459	1.0628	1.1372	0.9867	1.0000
31	ILO	0.8298	0.8229	1.0127	1.0787	1.0722	1.1206	1.1008	1.0550	0.9804	1.0440	1.0342	0.8332	1.0000
32	JAHUAY - CHINCHA	0.8933	0.8732	1.0316	0.9075	1.1200	1.1826	0.9369	0.9922	1.1421	1.0329	1.0528	0.4477	1.0000
33	LOMA LARGA BAJA	1.0542	1.2728	1.3705	1.2397	1.1376	1.0325	0.8263	0.9065	0.9251	0.8919	0.8810	0.7535	1.0000
34	LUNAHUANA	1.0078	1.0300	1.0448	0.9515	1.0102	1.1445	0.8265	0.9416	1.1121	0.9751	1.0782	1.0732	1.0000
35	MACONANI	1.0451	1.0018	1.0480	1.0861	1.1085	1.1300	0.9928	0.9432	1.0228	0.9617	1.0240	0.7588	1.0000
36	MARCONA	0.9662	0.8961	0.9852	1.0088	1.0983	1.0530	1.0341	1.0196	1.0333	1.0271	1.0027	0.7889	1.0000
37	MATARAMI	0.4710	0.3895	0.9813	1.5079	1.7155	1.6697	1.6168	1.5740	1.5939	1.4242	1.3991	0.7821	1.0000
38	MENOCUCHO	0.9317	1.0027	1.0511	1.0791	1.0349	1.0573	0.9502	0.9064	1.0854	0.8523	0.7838	0.5208	1.0000
39	MOCHE	1.0278	0.9771	1.0470	1.0650	1.0408	0.9962	0.9898	0.9054	1.0213	1.0118	1.0013	0.6605	1.0000
40	MONTALVO	0.9048	0.8791	1.0475	1.0354	1.0354	1.1059	1.0488	1.0071	1.0540	1.0687	1.0353	0.8310	1.0000
41	MORROPPE	0.9513	0.9141	1.0811	1.1244	1.1424	1.1751	0.8926	0.9687	1.0920	0.9715	1.0545	0.6746	1.0000
42	MOYOBAMBA	1.0850	1.0698	1.0813	1.0651	1.0168	0.9738	0.9435	0.9373	0.9761	0.9702	0.9891	0.8038	1.0000
43	NAZCA	0.9661	0.9054	1.0447	1.0579	1.0734	1.0837	0.9221	0.9299	1.0191	1.0129	1.0678	1.0237	1.0000
44	PACANGUILLA	0.9367	0.9280	1.0694	1.0717	1.1095	1.1596	0.9319	0.9569	1.1054	1.0141	1.0390	0.6863	1.0000
45	PACRA	1.0292	1.0010	1.0522	0.9639	1.1074	1.0791	0.8941	0.9429	1.0130	0.9989	1.0593	0.9694	1.0000
46	PATA	0.8338	0.8399	0.9955	1.0884	1.1366	1.1292	1.0983	1.0805	1.0034	1.0469	1.0315	0.7241	1.0000
47	PAMPA CUELLAR	1.0470	0.8406	1.0801	1.0786	1.1541	1.1507	0.9423	0.7893	1.0577	1.0224	1.0477	0.8316	1.0000
48	PAMPA GALERA	0.9682	1.0250	1.1275	1.1108	1.0497	1.0842	0.8216	0.7799	1.0466	1.0741	1.1328	0.8288	1.0000
49	PAMPAMARCA	0.9676	0.9879	1.0838	1.0298	1.1090	1.0882	0.8872	0.9048	0.8396	0.9118	0.9069	0.8363	1.0000
50	PATAHUASI	1.0587	0.9424	1.1593	1.0874	1.1075	1.1136	0.9016	0.7985	1.0365	0.9748	1.0193	0.8250	1.0000
51	PEDRO RUIZ	0.9743	1.0357	1.1043	1.1210	1.1162	1.0422	0.9404	0.9088	0.9643	0.9746	1.0028	0.7673	1.0000
52	PICHIRHUA	1.0429	1.1004	1.1389	1.0972	1.0324	1.0352	0.9096	0.8779	0.9784	0.9987	1.0072	0.7769	1.0000
53	PURA SULLANA	1.1032	1.0808	1.0801	1.0719	1.0640	1.0586	0.9646	0.9472	0.9953	0.9479	0.9473	0.7354	1.0000
54	BLANCHON	1.0322	1.0822	1.1424	1.1909	1.1430	1.0907	0.9340	0.9113	0.9516	0.9578	1.0475	0.7584	1.0000
55	BOMAHUACA	0.9923	0.9975	1.0606	1.0886	1.0567	1.0028	0.9262	0.8476	0.9921	0.9880	1.0076	0.7033	1.0000
56	BONGO	1.0334	1.0848	1.0606	1.0886	1.0567	1.0028	0.9262	0.8476	0.9921	0.9880	1.0076	0.7033	1.0000
57	BOZO REDONDO	0.9233	0.8502	1.0219	1.0682	1.1022	1.0689	0.9826	1.0403	1.1089	1.0396	1.0052	0.8472	1.0000
58	PUNTA PERDIDA	0.9849	0.8010	1.1299	1.2158	1.4581	1.4051	0.8099	0.5874	1.1694	1.0552	1.2693	1.0738	1.0000
59	QUILLCHA	1.1371	1.1635	1.2501	1.0385	1.0168	1.0572	0.8120	0.8670	0.9850	0.9894	1.1196	0.8197	1.0000
60	RUMICHACA	1.0728	0.9436	1.0297	0.8578	1.2202	1.1942	0.8757	0.8975	1.0348	1.0713	1.1703	0.9911	1.0000
61	SAN ANTON								1.1261	1.0559	0.9635	1.0337	0.8809	1.0000
62	SAN GABAN	1.0500	0.9816	1.0785	1.0904	1.1222	1.0984	0.9730	0.9088	0.9405	0.9236	0.9675	0.8185	1.0000
63	SAN LORENZO	0.9766	1.0535	1.1195	1.1258	1.1044	1.0287	0.8775	0.9294	0.9572	0.9531	1.0553	0.7550	1.0000
64	SANTA LUCIA	1.0119	0.8481	1.1341	1.1083	1.1142	1.1636	0.9390	0.9403	1.0670	1.0127	1.0654	0.8428	1.0000
65	SAYILLA	1.0247	0.9848	1.1232	1.0935	1.0634	1.0650	0.9819	0.9125	0.9189	0.9852	0.9876	0.9300	1.0000
66	SERPENTIN DE PASAM	1.0952	1.0572	1.0806	1.0634	1.0649	1.0634	0.9685	0.8150	1.0387	1.0592	1.0482	0.9383	1.0000
67	SICLYANI	1.0307	0.8251	1.0268	1.0835	1.1302	1.1529	0.9101	0.7631	1.0878	1.0585	1.1855	1.0308	1.0000
68	SOCOS	1.2201	0.9974	0.9997	0.8936	1.1302	1.0721	0.9417	0.9564	1.0115	1.0043	1.0295	0.9394	1.0000
69	TAMBORANDE	0.9319	0.9595	1.0447	1.1058	1.0969	1.0611	1.0462	1.0492	0.9590	0.9337	0.9612	0.8933	1.0000
70	TOMASARI	0.9857	0.9170	1.0642	1.0853	1.1028	1.0928	1.0370	0.9984	0.9003	1.0377	1.0434	0.7758	1.0000
71	TUNAN	1.0782	1.0585	1.1034	1.0103	1.0405	1.0399	0.8655	0.8521	0.9794	0.9803	1.1159	0.9908	1.0000
72	UNION PROGRESO	1.0447	1.0363	1.0948	1.0397	1.0254	1.0172	0.9590	0.9337	0.9674	1.0156	1.0481	0.7614	1.0000
73	UTCUBAMBA	1.2515	1.0304	1.0861	1.0957	1.0591	1.0235	0.9403	0.8986	0.9387	0.9666	0.9829	0.7404	1.0000
74	VARIANTE DE PASAM	0.9446	0.9314	1										

Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)

FORMATO N° 1.1 B

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
		Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC
1	AGUAS CALIENTES	1,0234	0,9771	1,0540	1,0631	1,0703	1,1254	0,9831	0,9574	0,9655	0,9434	0,9429	0,9922	1,0000
2	AGUAS CLARAS	1,0497	1,0164	0,9941	1,0038	0,9878	0,9823	0,9940	0,9597	0,9819	1,0086	1,0042	0,8920	1,0000
3	AMBO	0,7967	0,7869	0,8193	0,7762	0,7945	0,7905	0,7890	1,0495	1,0086	0,9572	0,9482	0,9447	1,0000
4	ATICO	1,0402	0,9961	1,0326	1,0478	1,0392	1,0365	1,0288	0,9862	0,9828	0,9573	0,9313	0,9458	1,0000
5	AYAVIRI	1,0377	1,0057	1,0835	1,0533	1,0511	1,0319	0,9884	0,9505	0,9335	0,9456	0,9485	0,9933	1,0000
6	CAMANA	0,9370	0,8802	1,0410	1,0753	1,0804	1,0953	1,0782	1,0099	1,0099	0,9947	0,9786	0,8325	1,0000
7	CANCAS	1,0490	0,9888	1,0151	1,0452	1,0584	1,0381	1,0041	0,9824	1,0019	0,9551	0,9433	0,9563	1,0000
8	CARACOTO	1,0489	1,0165	1,0879	1,0415	1,0743	1,0541	0,9982	0,9041	0,9575	0,9453	0,9765	0,8133	1,0000
9	CASARACRA	1,1123	1,0819	1,1121	0,9769	0,9865	0,9782	0,9697	0,9872	0,9731	0,9521	1,0674	0,9416	1,0000
10	CATAC	1,0538	1,0807	1,1606	1,0756	1,0119	0,9642	0,9591	0,9372	0,9719	0,9644	0,9958	0,9684	1,0000
11	CCASACANCHA	1,0985	1,0820	1,0974	1,0774	1,0716	0,9848	0,9688	0,9568	0,9552	0,9509	0,9198	0,7875	1,0000
12	CHACAPAMPA	1,1253	0,9872	0,9856	1,0061	1,0477	1,0441	1,0496	0,9939	0,9340	0,9269	0,9523	1,0257	1,0000
13	CHALHUAPUQUIO	1,0741	1,0868	1,0814	1,0640	1,0533	0,9822	0,9411	0,9321	0,9569	0,9455	0,9498	0,9948	1,0000
14	CHICAMA	0,9742	0,9585	1,0327	1,0799	1,0586	1,0428	1,0427	0,9889	0,9895	0,9814	0,9459	0,7964	1,0000
15	CHILCA	0,9471	0,9731	1,0202	1,0429	1,0652	1,0551	1,0341	0,9979	0,9991	0,9830	0,9674	0,8073	1,0000
16	CHULLQUI	0,9571	0,9658	1,0534	1,0776	1,0809	1,0402	1,0171	0,9865	0,9731	0,9169	1,2400	0,9257	1,0000
17	CHULLCANAS	1,0042	0,9705	1,1344	1,1580	1,0939	1,0464	1,0225	0,9536	0,9603	0,9195	0,8980	0,7996	1,0000
18	CIUDAD DE DIOS	0,9412	0,9568	1,1245	1,1019	0,9763	1,0522	1,0638	1,0509	1,0687	0,8375	0,8101	0,6639	1,0000
19	CORCONA	1,1221	1,0894	1,1031	0,9536	0,9648	0,9756	0,9759	0,9653	0,9769	0,9739	1,0900	0,9561	1,0000
20	CRUCE BAYOVAR	0,9925	0,9617	1,0163	1,0654	1,0473	1,0635	1,0368	0,9979	1,0155	0,9779	0,9314	0,7892	1,0000
21	CUCULLI	0,9544	0,0489	1,0882	1,0110	1,0781	0,9788	0,9835	0,9222	0,9034	0,9413	0,9440	1,0895	1,0000
22	DESIVIO OLMOS	1,0670	1,0554	1,0607	1,0567	1,0520	1,0192	0,9857	0,9187	0,9394	0,9597	0,9510	0,8440	1,0000
23	DESIVIO TALARA	1,0234	0,9763	1,0148	1,0405	1,0343	1,0196	1,0096	0,9862	1,0060	0,9840	0,9643	0,9566	1,0000
24	EL FISCAL	0,9793	0,9154	1,0173	1,0391	1,0246	1,1024	1,0633	1,0320	1,0256	0,9910	0,9728	0,8304	1,0000
25	EL PARAIISO	1,0139	0,9909	1,0354	1,0501	1,0370	1,0203	1,0117	0,9785	0,9958	0,9754	0,9592	0,8049	1,0000
26	FORTALEZA	1,0095	0,9646	1,0035	1,0378	1,0432	1,0527	1,0371	0,9852	0,9989	0,9807	0,9610	0,7830	1,0000
27	HUACRAPUQUIO	0,8680	0,9011	0,8423	0,7848	1,1603	1,0254	0,9278	0,9778	0,9218	0,9085	1,1194	0,9334	1,0000
28	HUARMEY	1,0626	1,0429	1,1171	1,1586	1,1478	1,0300	0,9937	0,9497	0,9638	0,9479	0,9288	0,7750	1,0000
29	ICA	0,9862	0,9844	1,0316	1,0471	1,0536	1,0587	1,0384	0,9804	0,9489	0,9352	1,0246	0,8853	1,0000
30	ILAVE	1,0287	0,9435	0,9580	1,0108	1,0332	1,0505	1,0763	0,8865	1,0774	1,0686	1,1077	1,0765	1,0000
31	ILO	1,0669	1,0457	1,0755	0,9887	1,0028	1,0483	1,0198	1,0030	0,9598	0,9650	0,9476	0,8449	1,0000
32	JAHUAY - CHINCHA	1,0249	0,9973	1,0339	1,0479	1,0542	1,0382	1,0310	0,9626	0,9677	0,9563	0,9390	0,4681	1,0000
33	LOMAL LARGA BAJA	0,9984	1,0881	1,2082	1,2064	1,1264	1,0819	0,9625	0,9904	0,9475	0,9315	0,9058	0,7844	1,0000
34	LUNAHUANA	1,1157	1,0802	1,0493	1,0496	0,9891	1,0416	0,9823	0,9305	0,9768	0,9344	0,9505	1,0360	1,0000
35	MARCOSANI	1,0472	1,0557	1,0808	1,0272	1,1020	1,0260	1,2521	0,9430	0,9199	0,9216	0,9320	0,8424	1,0000
36	MARCONA	1,0211	0,9817	0,9389	1,0037	1,1061	1,0323	1,0444	1,0595	1,0602	0,9693	0,9652	0,8165	1,0000
37	MATARANI	0,9769	0,8851	1,0520	1,0660	1,0756	1,0200	1,0076	1,0345	0,9879	0,9887	0,9761	0,8394	1,0000
38	MENOCUCHO	1,0902	1,0710	1,1233	1,0356	0,9978	0,9628	0,9467	0,9518	1,0001	0,8032	0,7510	0,6242	1,0000
39	MOCEP	0,9589	0,9880	1,0560	1,1377	1,0767	0,9655	1,0381	0,9850	0,9950	0,9641	0,9495	0,6739	1,0000
40	MONTALVO	0,9749	0,9489	1,0168	1,0360	1,0138	1,0964	1,0793	1,0412	1,0186	0,9900	0,9696	0,8286	1,0000
41	MORROPPE	0,9853	0,9582	1,0108	1,0690	1,0412	1,0481	1,0383	1,0113	1,0140	0,9789	0,9444	0,7873	1,0000
42	MOYOBAMBA	1,0394	1,0126	1,0017	1,0501	1,0243	0,9980	0,9971	0,9593	0,9650	0,9824	0,9764	0,8706	1,0000
43	NAZCA	1,0512	1,0102	1,0291	1,0329	1,0337	1,0279	0,9978	0,9794	0,9595	0,9575	0,9266	1,0810	1,0000
44	PACANGUILLA	0,9774	0,9487	1,0090	1,0641	1,0495	1,0596	1,0523	0,9901	0,9939	0,9811	0,9523	0,8040	1,0000
45	PACRA	1,0868	1,0277	1,0319	1,0367	1,0279	0,9996	0,9696	0,9510	0,9694	0,9504	0,9933	1,0005	1,0000
46	PALTA	1,0781	1,0144	1,0791	1,1787	1,1043	1,0823	1,1406	1,0573	0,9480	0,9039	0,8388	0,7955	1,0000
47	PAMPA CUELLAR	1,1278	1,1060	1,0743	1,0196	1,1381	1,0914	0,9853	0,9499	0,9494	0,8790	0,8946	0,8184	1,0000
48	PAMPA GALERA	1,0903	1,0946	1,0837	1,0554	1,0345	1,0078	0,9802	0,9332	0,9554	0,9417	0,9377	0,8104	1,0000
49	PAMPAMARCA	1,0692	1,0541	1,0691	1,0606	1,0664	1,0201	0,9938	0,9473	0,9723	0,7723	0,7828	0,7751	1,0000
50	PATAHUASI	1,0842	1,0620	1,0935	1,0743	1,0716	1,0642	1,0134	0,9309	0,9448	0,8983	0,3068	0,7907	1,0000
51	PEDRO RUIZ	1,0395	1,0270	1,0141	1,0435	1,0091	0,9897	1,0051	0,9512	0,9335	0,9460	0,9788	0,8808	1,0000
52	PICHIRHUA	1,0749	1,0717	1,0921	1,0739	1,0482	1,0367	0,9978	0,9372	0,9336	0,9460	0,9215	0,7813	1,0000
53	PILTA SULLANA	1,0777	1,0635	1,1251	1,0607	1,0386	1,0120	1,0199	0,9372	0,9893	0,9711	0,9363	0,7840	1,0000
54	PLANCHON	1,3438	1,2774	1,1203	1,2187	1,0792	1,0400	0,9561	0,8949	0,8533	0,8878	0,9470	0,7937	1,0000
55	POMAHUACA	1,0921	1,0391	1,0626	1,0829	1,0577	1,0278	0,9851	0,9081	0,9596	0,9608	0,9436	0,8043	1,0000
56	PONGO	1,1352	1,0876	1,0772	1,0246	0,9968	0,9762	0,9396	0,9093	0,9267	0,9780	0,9737	0,9432	1,0000
57	POZO REDONDO	1,0265	0,9947	1,0212	1,0323	1,0463	1,0444	0,9966	0,9978	1,0416	1,0080	0,9479	0,8953	1,0000
58	PUNTA PERDIDA	1,1241	1,1208	1,0721	1,0308	1,3098	1,1524	0,9881	0,9410	0,9278	0,8658	0,9105	0,9502	1,0000
59	QUILLI	1,1612	1,0951	1,0804	0,9231	0,9335	0,9738	0,9523	0,9509	0,9766	0,9979	1,1258	0,9767	1,0000
60	REMICHA	1,0818	1,0268	1,0299	1,0168	1,0400	0,9999	0,9651	0,9211	0,9717	0,9617	1,0142	1,0086	1,0000
61	SAN ANTON										1,0045	0,9507	1,0325	1,0000
62	SAN GABAN	1,0987	1,0538	1,1783	1,1125	1,0887	1,2293	1,0852	1,0513	0,8511	0,8426	0,9370	0,8556	1,0000
63	SAN LORENZO	1,4046	1,3695	1,3441	1,2360	1,1506	1,0369	0,9617	0,9140	0,8716	0,8117	0,8314	0,7406	1,0000
64	SANTA LUCIA	1,0470	1,0248	1,0863	1,0801	1,0723	1,0987	1,0245	0,9249	0,9396	0,9085	0,9206	0,7987	1,0000
65	SAYLLA	1,0655	1,0234	1,0782	1,0621	1,0384	1,0339	0,9836	0,9496	0,9489	0,9527	0,9402	0,9677	1,0000
66	SERPENTIN DE PASAJ	1,0230	1,0047	1,0391	1,0460	1,0344	1,0180	1,0079	0,9814	0,9903	0,9671	0,9547	0,8073	1,0000
67	SICUYANI	1,1224	1,0194	1,0416	1,0932	1,1379	1,1370	1,0892	1,0167	1,0202	0,9074	0,9111	0,9537	1,0000
68	SOCOS	1,0895	1,0107	1,0057	1,0132	1,0501	0,9948	0,9791	0,9551	0,9911	0,9563	1,0190	0,9775	1,0000
69	TAMBOGRANDE	0,5981	0,7330	1,1320	1,4600	1,4249	1,2833	1,3170	1,3397	1,1955	1,0221	0,9103	0,7364	1,0000
70	TOMASIRI	0,9707	0,9200	1,0234	1,0693	1,0587	1,0722	1,0633	1,0043	0,9966	0,9993	0,9996	0,8396	1,0000
71	TUNAN	1,0667	1,0665	1,0946	1,0642	0,9824	0,9383	0,9339	0,9286	0,9740	0,9695	1,0221	1,0081	1,0000
72	UNION PROGRESO	1,1490	1,1363	1,0698	1,0555	1,0314	1,0245	0,9767	0,9104	0,9079	0,9712	0,9732	0,7871	1,0000
73	UTCUBAMBA	1,1972	1,0385	1,0281	1,0362	1,0103	0,9780	0,9674	0,9217	0,9488	0,9731	0,9745	0,8352	1,0000
74	VARIANTE DE PASAM	0,9887	0,9310	0,9776	1,0407									

Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros		Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados	
	TC		PBI
Amazonas	0.62%	Amazonas	3.42%
Ancash	0.59%	Ancash	1.05%
Apurímac	0.59%	Apurímac	6.65%
Arequipa.	1.07%	Arequipa.	3.37%
Ayacucho	1.18%	Ayacucho	3.60%
Cajamarca.	0.57%	Cajamarca.	1.29%
Callao	1.56%	Cusco.	4.43%
Cusco.	0.75%	Huancavelica.	2.33%
Huancavelica.	0.83%	Huánuco.	3.85%
Huánuco.	0.91%	Ica.	3.54%
Ica.	1.15%	Junín.	3.90%
Junín.	0.77%	La Libertad	2.83%
La Libertad	1.26%	Lambayeque.	3.45%
Lambayeque.	0.97%	Callao	3.41%
Lima Provincia	1.45%	Lima Provincia	3.07%
Lima.	1.45%	Lima.	3.69%
Loreto.	1.30%	Loreto.	1.29%
Madre de Dios	2.58%	Madre de Dios	1.98%
Moquegua	1.08%	Moquegua	0.27%
Pasco.	0.84%	Pasco.	0.36%
Piura.	0.87%	Piura.	3.23%
Puno.	0.92%	Puno.	3.21%
San Martín.	1.49%	San Martín.	3.84%
Tacna.	1.50%	Tacna.	2.88%
Tumbes.	1.58%	Tumbes.	2.60%
Ucayali	1.51%	Ucayali	2.77%

Información al 2017.

Nota: Los valores presentados, son susceptibles a ser actualizados periódicamente por la OPMI-MTC, sin incurrir en actualización de la Ficha Técnica Estándar.



RESPONSABLE: FANY YUDITH RUIZ BURGA
CARRETERA CHOTA - SHITACUCHO

ESTACIÓN 01: CRUCE A IRACA GRANDE
CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01

COORDENADAS UTM
Este: 757870 m E
Norte: 9272710 m S

1. GENERALIDADES

Departamento: Cajamarca
Provincia: Chota
Distrito: Chota
Horizonte del proyecto (en años): 20 años

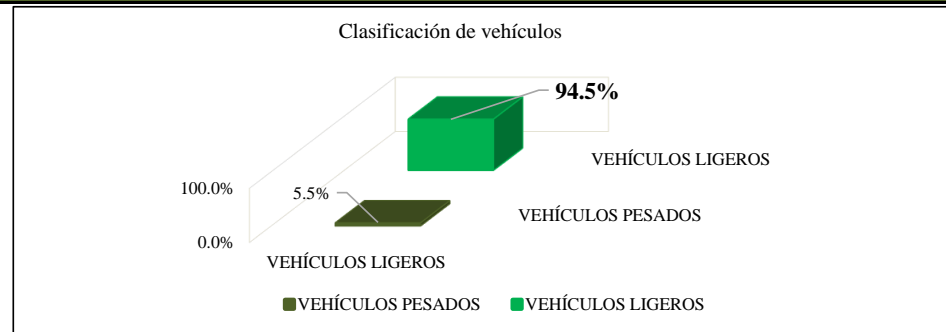
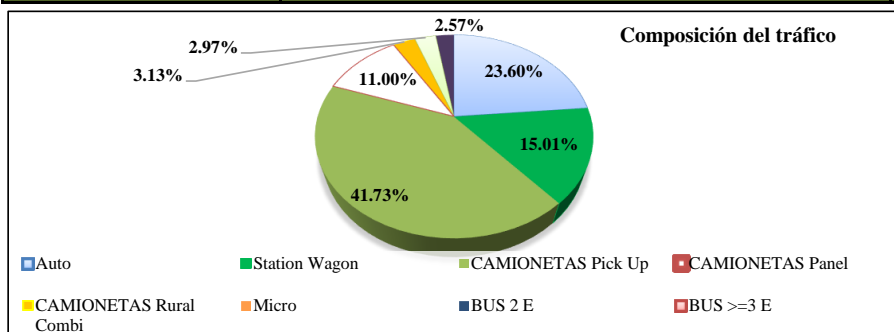
Croquis de la estación



1.1 Determinación del tráfico actual

i) Resumir los conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo

RESUMEN DE CONTEO VEHICULAR																					
Día	Fecha	VEHÍCULOS LIGEROS							VEHÍCULOS PESADOS												TOTAL
		Auto	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER			TRAYLER					
				Pick Up	Panel	Rural Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
D7	9/10/2022	28	34	139	9	11	-	-	-	6	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	231
D1	10/10/2022	21	41	102	19	-	-	-	-	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	192
D2	11/10/2022	73	13	47	15	-	-	-	-	4	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	158
D3	12/10/2022	49	9	65	16	-	-	-	-	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	149
D4	13/10/2022	47	29	66	29	17	-	-	-	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	197
D5	14/10/2022	44	33	69	15	11	-	-	-	6	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	181
D6	15/10/2022	32	28	32	34	-	-	-	-	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	138
TOTAL		294	187	520	137	39	-	-	-	37	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,246
PORCENTAJE		94.5%							5.5%												





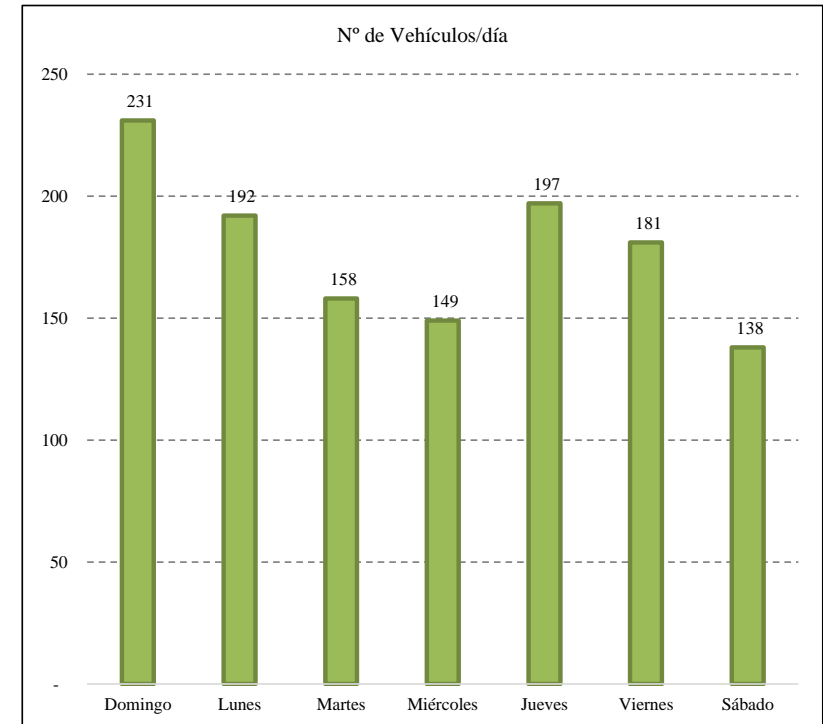
RESPONSABLE: FANY YUDITH RUIZ BURGA
CARRETERA: CHOTA - SHITACUCHO

ESTACIÓN 01: CRUCE A IRACA GRANDE
CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01

COORDENADAS UTM
Este: 757870 m E
Norte: 9272710 m S

Tipo de vehículos		Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	TOTAL	
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto	28	21	73	49	47	44	32	28	
	Station Wagon	34	41	13	9	29	33	28	187	
	CAMIONETAS	Pick Up	139	102	47	65	66	69	32	520
		Panel	9	19	15	16	29	15	34	137
		Rural Combi	11	-	-	-	17	11	-	39
	Micro	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VEHÍCULOS PESADOS	BUS	2 E	-	-	-	-	-	-	-	-
		>=3 E	-	-	-	-	-	-	-	-
	CAMIÓN	2 E	6	5	4	5	5	6	6	37
		3 E	4	4	6	5	4	3	6	32
		4 E	-	-	-	-	-	-	-	-
	SEMI TRAYLER	2S1/2S2	-	-	-	-	-	-	-	-
		2S3	-	-	-	-	-	-	-	-
		3S1/3S2	-	-	-	-	-	-	-	-
		>= 3S3	-	-	-	-	-	-	-	-
	TRAYLER	2T2	-	-	-	-	-	-	-	-
		2T3	-	-	-	-	-	-	-	-
		3T2	-	-	-	-	-	-	-	-
>=3T3		-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL		231	192	158	149	197	181	138	980	

Variación diaria del tráfico vehicular actual
(Octubre 2022)



ii) Determinar los factores de corrección estacional de una estación de peaje cercano al camino

F.C.E. Vehículos ligeros:

0.967 Ver 1.1 FC

F.C.E. Vehículos pesados:

0.941 Ver 1.1 FC



RESPONSABLE: FANY YUDITH RUIZ BURGA
CARRETERA CHOTA - SHITACUCHO

ESTACIÓN 01: CRUCE A IRACA GRANDE
CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01

COORDENADAS UTM
Este: 757870 m E
Norte: 9272710 m S

IMDA

iii) Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días

$$IMD_S = \frac{\sum Vi}{7}$$

$$IMD_A = IMD_S * FC$$

Donde: IMD_S = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada
 $IMDA$ = Índice Medio Anual
 V_i = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo
 FC = Factores de Corrección Estacional

Tipo de vehículos		Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día						TOTAL SEMANA	IMD_S	FC	IMD_a	Distribución (%)		
		Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes						Sábado	
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto	28	21	73	49	47	44	32	294	42	0.967	41	23.6	
	Station Wagon	34	41	13	9	29	33	28	187	27	0.967	26	14.9	
	CAMIONETAS	Pick Up	139	102	47	65	66	69	32	520	74	0.967	72	41.4
		Panel	9	19	15	16	29	15	34	137	20	0.967	19	10.9
		Rural Combi	11	-	-	-	17	11	-	39	6	0.967	6	3.4
	Micro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.967	0	0.0
VEHÍCULOS PESADOS	BUS	2 E	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.941	0	0.0
		>=3 E	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.941	0	0.0
	CAMIÓN	2 E	6	5	4	5	5	6	6	37	5	0.941	5	2.9
		3 E	4	4	6	5	4	3	6	32	5	0.941	5	2.9
		4 E	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.941	0	0.0
	SEMI TRAYLER	2S1/2S2	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.941	0	0.0
		2S3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.941	0	0.0
		3S1/3S2	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.941	0	0.0
		>= 3S3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.941	0	0.0
	TRAYLER	2T2	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.941	0	0.0
		2T3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.941	0	0.0
		3T2	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.941	0	0.0
		>=3T3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.941	0	0.0
TOTAL		231	192	158	149	197	181	138	1,246	178		174	100.0	



RESPONSABLE: FANY YUDITH RUIZ BURGA
CARRETERA CHOTA - SHITACUCHO

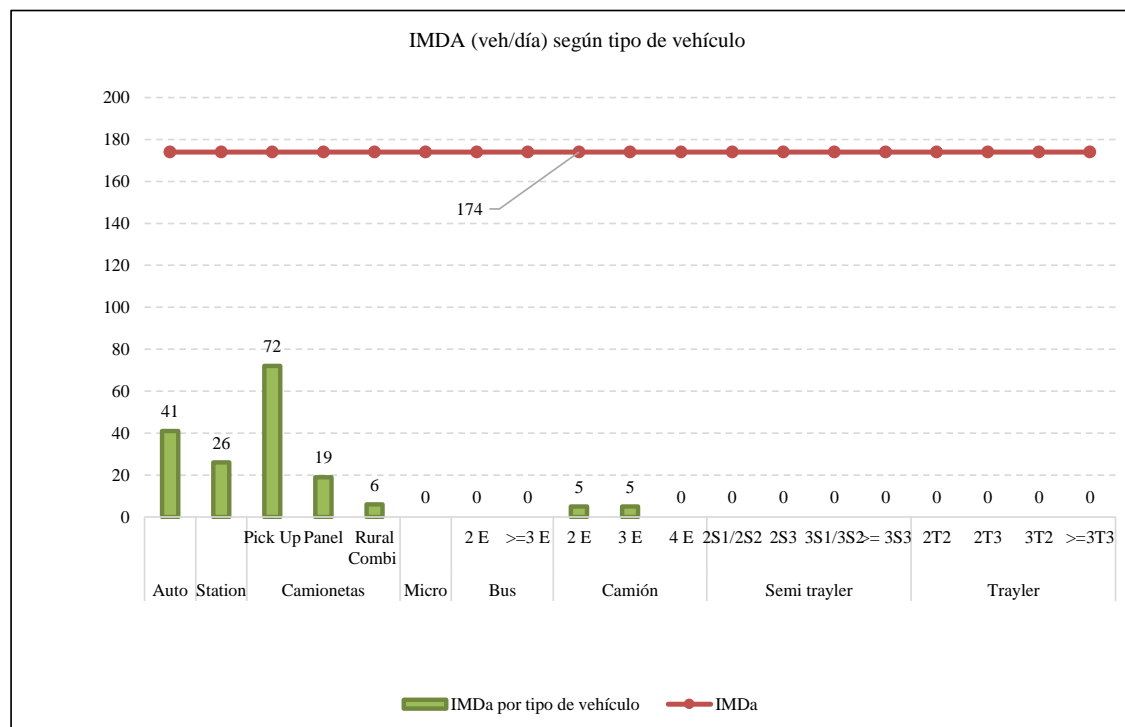
ESTACIÓN 01: CRUCE A IRACA GRANDE
CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01

COORDENADAS UTM
Este: 757870 m E
Norte: 9272710 m S

2. ANALISIS DE LA DEMANDA

2.1 Demanda Actual

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo				
Tipo de vehículos		IMD	Distribución (%)	
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto	41	23.6	
	Station	26	14.9	
	Camionetas	Pick Up	72	41.4
		Panel	19	10.9
		Rural Combi	6	3.4
Micro	0	0.0		
VEHÍCULOS PESADOS	Bus	2 E	0	0.0
		>=3 E	0	0.0
	Camión	2 E	5	2.9
		3 E	5	2.9
		4 E	0	0.0
	Semi trayler	2S1/2S2	0	0.0
		2S3	0	0.0
		3S1/3S2	0	0.0
		>= 3S3	0	0.0
	Trayler	2T2	0	0.0
		2T3	0	0.0
		3T2	0	0.0
		>=3T3	0	0.0
	TOTAL		174	100.0



Del Cuadro anterior obtenemos que el IMDa total actual es de :
174 veh/día



RESPONSABLE: FANY YUDITH RUIZ BURGA
CARRETERA CHOTA - SHITACUCHO

DATOS PARA EL CÁLCULO ESAL'S

1. Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño:

Cuadro 6.1
Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO93

Número de calzadas: 1.00
Número de sentidos: 2.00
Número de carriles por sentido: 1.00

Factor direccional (Fd) 0.50

Factor carril (Fc) 1.00

2. Tasas de crecimiento y proyección

PERIODO DE DISEÑO n= 20 años

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30 - 50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20 -50 años
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15 - 25 años
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito	10 - 20 años

$$T_n = T_0 * (1 + r)^n$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día

T₀ = Tránsito actual (año base) en veh/día

n = Periodo de diseño

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

$$Fca_n = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Tasa de Crecimiento por región en %

r_{vp} = **0.57%** (Ver 1.2 TC - Tasa de Crecimiento Anual de la Población)
r_{vc} = **1.29%** (Ver 1.2 TC - Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional)
3.00%

Fca= 21.13 (para vehículos de pasajeros)
Fca= 22.66 (para vehículos de carga)

3. Número de repeticiones de ejes equivalentes

Cuadro 6.3
Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE)
Para Afirados, Pavimentos Flexibles y Semirrigidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{s,2ln})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{s1})	EE _{s1} = [P / 6.6] ^{1.0}
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{s2})	EE _{s2} = [P / 8.2] ^{1.0}
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{Ts1})	EE _{Ts1} = [P / 14.8] ^{1.0}
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{Ts2})	EE _{Ts2} = [P / 15.1] ^{1.0}
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{Tr1})	EE _{Tr1} = [P / 20.7] ^{1.0}
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{Tr2})	EE _{Tr2} = [P / 21.8] ^{1.0}

P = peso real por eje en toneladas

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO93

Cuadro 6.4
Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE)
Para Pavimentos Rígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{s,2ln})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{s1})	EE _{s1} = [P / 6.6] ^{1.1}
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{s2})	EE _{s2} = [P / 8.2] ^{1.1}
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{Ts1})	EE _{Ts1} = [P / 13.0] ^{1.1}
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{Ts2})	EE _{Ts2} = [P / 13.3] ^{1.1}
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{Tr1})	EE _{Tr1} = [P / 16.6] ^{1.0}
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{Tr2})	EE _{Tr2} = [P / 17.5] ^{1.0}

P = peso real por eje en toneladas

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO93



RESPONSABLE: FANY YUDITH RUIZ BURGA
CARRETERA CHOTA - SHITACUCHO

DATOS PARA EL CÁLCULO ESAL'S

Cálculo de número de repeticiones de ejes equivalentes

Tipo de vehículo	Tipo Eje	Número	Carga	f	f	
		Llantas	Eje Tn			
Vehículos ligeros	Autos	Simple	2	1	0.00043639	0.001
		Simple	2	1	0.00043639	
	Station	Simple	2	1	0.00043639	0.001
		Simple	2	1	0.00043639	
	Pick Up	Simple	2	1	0.00043639	0.001
		Simple	2	1	0.00043639	
	Panel	Simple	2	1	0.00043639	0.001
		Simple	2	1	0.00043639	
	Combi	Simple	2	1	0.00043639	0.001
		Simple	2	1	0.00043639	
Buses	B2	Simple	2	7	1.27283418	3.529
		Simple	4	10	2.25612525	
	B3	Simple	2	7	1.27283418	3.071
		TANDEM	6	15	1.79806927	
Camiones	C2	Simple	2	7	1.27283418	3.529
		Simple	4	10	2.25612525	
	C3	Simple	2	7	1.27283418	3.406
		TANDEM	8	16	2.13353711	
	C4	Simple	2	7	1.27283418	4.958
	TRIDEM	10	23	3.68535214		
Semi Traylor	2S1	Simple	2	7	1.27283418	5.785
		Simple	4	10	2.25612525	
		Simple	4	10	2.25612525	
	2S2	Simple	2	7	1.27283418	5.662
		Simple	4	10	2.25612525	
		TANDEM	8	16	2.13353711	
	2S3	Simple	2	7	1.27283418	6.513
		Simple	4	10	2.25612525	
		TRIDEM	12	23	2.98372745	
	3S1	Simple	2	7	1.27283418	5.662
		TANDEM	8	16	2.13353711	
		Simple	4	10	2.25612525	
	3S2	Simple	2	7	1.27283418	5.662
		TANDEM	8	16	2.13353711	
	TANDEM	8	10	2.25612525		
Traylor	2T2	Simple	2	7	1.27283418	8.041
		Simple	4	10	2.25612525	
		Simple	4	10	2.25612525	
		Simple	4	10	2.25612525	
	2T3	Simple	2	7	1.27283418	7.919
		Simple	4	10	2.25612525	
		Simple	4	10	2.25612525	
		TANDEM	8	16	2.13353711	
	3T2	Simple	2	7	1.27283418	7.919
		TANDEM	8	16	2.13353711	
		Simple	4	10	2.25612525	
		Simple	4	10	2.25612525	
	>=3T3	Simple	2	7	1.27283418	7.796
		TANDEM	8	16	2.13353711	
	Simple	4	10	2.25612525		
	TRIDEM	8	16	2.13353711		



RESPONSABLE: FANY YUDITH RUIZ BURGA

CARRETERA CHOTA - SHITACUCHO

DATOS PARA EL CÁLCULO ESAL'S

Número de repeticiones de ejes equivalentes

Tipo de vehículo	f	
Vehículos ligeros	Autos	0.001
	Station	0.001
	Pick Up	0.001
	Panel	0.001
	Combi	0.001
	Micro	0.001
Buses	B2	3.529
	B3	3.071
Camiones	C2	3.529
	C3	3.406
	C4	4.958
Semi Traylor	2S1	5.785
	2S2	5.662
	2S3	6.513
	3S1	5.662
	3S2	5.662
	>=3S3	6.390
Traylor	2T2	8.041
	2T3	7.919
	3T2	7.919
	>=3T3	7.796

6) CODIGO DE EJE CARGADO

L2 = tipo de eje en contacto con el pavimento

L2 = 1	eje simple
L2 = 2	eje tandem
L2 = 3	eje tridem



ESTUDIO DE TRÁFICO

COORDENADAS UTM ESTACION 01:

RESPONSABLE: FANY YUDITH RUIZ BURGA
CARRETERA CHOTA - SHITACUCHO

Este: 757870 m E
Norte: 9272710 m S

CALCULO DE ESAL

Periodo de diseño = n 20 años Tasa de crecimiento = r 3 % Factor de crecimiento 26.87 $(1+r)^n =$ 1.806

CÁLCULO DE ESAL'S O rep EE8.2Tn.

$$EE = N^{\circ} \text{ Vehículos según tipo} \times \text{Factor de presión de llantas}$$

Tipo de vehículos		IMDa	Fc	Factor de presión de llantas	EE	Factor direccional	Factor carril	EE dia carril	Fact. Crecimiento	N° rep. EE	
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto	41	0.0009	1.00	0.04	0.50	1.00	0.02	21.13	154.25	
	Station	26	0.0009	1.00	0.02	0.50	1.00	0.01	21.13	77.13	
	Camionetas	Pick Up	72	0.0009	1.00	0.06	0.50	1.00	0.03	21.13	231.38
		Panel	19	0.0009	1.00	0.02	0.50	1.00	0.01	21.13	77.13
		Rural Combi	6	0.0009	1.00	0.01	0.50	1.00	0.01	21.13	38.56
	Micro	0	0.0009	1.00	0.00	0.50	1.00	0.00	21.13	0.00	
VEHÍCULOS PESADOS	Bus	2 E	0	3.5290	1.00	0.50	1.00	0.00	22.66	0.00	
		>=3 E	0	3.0709	1.00	0.50	1.00	0.00	22.66	0.00	
	Camión	2 E	5	3.5290	1.00	17.64	0.50	1.00	8.82	22.66	72947.96
		3 E	5	3.4064	1.00	17.03	0.50	1.00	8.52	22.66	70425.38
		4 E	0	4.9582	1.00	0.00	0.50	1.00	0.00	22.66	0.00
	Semi trayler	2S1/2S2	0	5.7851	1.00	0.00	0.50	1.00	0.00	22.66	0.00
		2S3	0	5.6625	1.00	0.00	0.50	1.00	0.00	22.66	0.00
		3S1/3S2	0	6.5127	1.00	0.00	0.50	1.00	0.00	22.66	0.00
		>= 3S3	0	5.6625	1.00	0.00	0.50	1.00	0.00	22.66	0.00
	Trayler	2T2	0	5.6625	1.00	0.00	0.50	1.00	0.00	22.66	0.00
		2T3	0	6.3901	1.00	0.00	0.50	1.00	0.00	22.66	0.00
		3T2	0	8.0412	1.00	0.00	0.50	1.00	0.00	22.66	0.00
		>=3T3	0	7.9186	1.00	0.00	0.50	1.00	0.00	22.66	0.00
IMDa		174	TOTAL						TP5	143,951.79	

Anexo J. Certificados de INACAL

Certificado de calibración de la estación total

MAC IMPEX SAC

Chiclayo, 03 de marzo del 2021

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 21-00049

DATOS DEL EQUIPO

Nombre	ESTACION TOTAL	Precision Angular	3" 1 mgon
Marca	LEICA	Resolucion en pantalla	0.1" / 0.1 mgon / 0.01 mil
Modelo	TS06 PLUS 3"	Precision de distancia	± (2mm + 2ppm x D) mse
Serie	1367684	Alcance	3500 m.c/01 prisma
		Rango de enfoque	1.70 m a infinito

METODOLOGIA APLICADA Y TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES

Para controlar y calibrar los ángulos se contrastan con un colimador TOPCON con telescopio de 32x en cuyo retículo enfocado al infinito, el grosor de sus trazos está dentro de 01"; que es patronado periódicamente por un teodolito KERN modelo DKM 2A precisión al 01" con el método de lectura Directa-Inversa

Para controlar y calibrar la constante promedio en las Distancias se hacen las mediciones en una base establecida con una Estación Total Marca TOPCON modelo GPT-3002W nueva de precisión en distancia de +/- (2mm + 2 ppm x D) m.s.e. = línea de la medida. El control angular se ejecuta en la base soporte metálica fijada en cimiento específico a influencias del clima y enfocados los retículos al infinito.

Las distancias son medidas con la Estación total instalada en una base fijada en la pared y el prisma estacionado sobre un trípode KERN de bastón centrador en cada punto de control establecido, tomando en consideración la temperatura y la presión atmosférica.

MEDICIONES DE PATRON	MEDICIONES ANGULARES	DIF.
ANG. HZ: 00°00'00" / 180°00'00"	00°00'00" / 180°00'00"	00"
ANG. V: 90°00'00" / 270°00'00"	90°00'00" / 270°00'00"	00"
INCERTIDUMBRE : ANGULARES +/- 03" Distancias +/-03mm		

NORMA APLICADA

Desviación estándar basada en la norma ISO 9001:2000 FM /ISO 14001 para Estación Total GPT-3002W fabricada por TOPCON CORPORATION.

CALIBRACION Y MANTENIMIENTO

Fecha	Mantenimiento	Calibracion	Observacion
03/03/2021		X	100% OPERATIVO

MAC IMPEX SAC	Propietario
MAC IMPEX SAC.	RAFAEL INGENIERÍA Y CONSTRUCCION E.I.R.L
Hamilton Vladimir Coeva Campos DPTO. DE SERVICIO TECNICO	RUC: 20605422269
	 Rafael Ingeniería y Construcción E.I.R.L. <i>Néstor Rafael Livaguc</i> TITULAR - GERENTE

 **TOPCON**



 **GARMIN**

Certificado de calibración de los equipos de laboratorio



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 340 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 093-2021
Fecha de emisión : 2021-07-12

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : ORION
Modelo de Prensa : JPSHV-01
Serie de Prensa : JVB-004
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de Celda : KELI
Modelo de Celda : A-FED
Serie de Celda : AQJ9167
Capacidad de Celda : NO INDICA

Marca de indicador : HIGH WEIGHT
Modelo de Indicador : 315-X8
Serie de Indicador : 2019700

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA
08 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0340 - 005 - 20	ELICROM
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	16,9	16,8
Humedad %	66	67

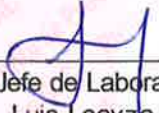
7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	492,75	492,05	1,45	1,59	492,40	1,54	0,14
1000	993,30	992,10	0,67	0,79	992,70	0,74	0,12
1500	1494,40	1494,15	0,37	0,39	1494,28	0,38	0,02
2000	1996,35	1996,35	0,18	0,18	1996,35	0,18	0,00
2500	2498,30	2498,70	0,07	0,05	2498,50	0,06	-0,02
3000	3002,15	3002,25	-0,07	-0,08	3002,20	-0,07	0,00
3500	3505,15	3505,75	-0,15	-0,16	3505,45	-0,16	-0,02
4000	4009,20	4009,05	-0,23	-0,23	4009,13	-0,23	0,00

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9951x + 12,144$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1

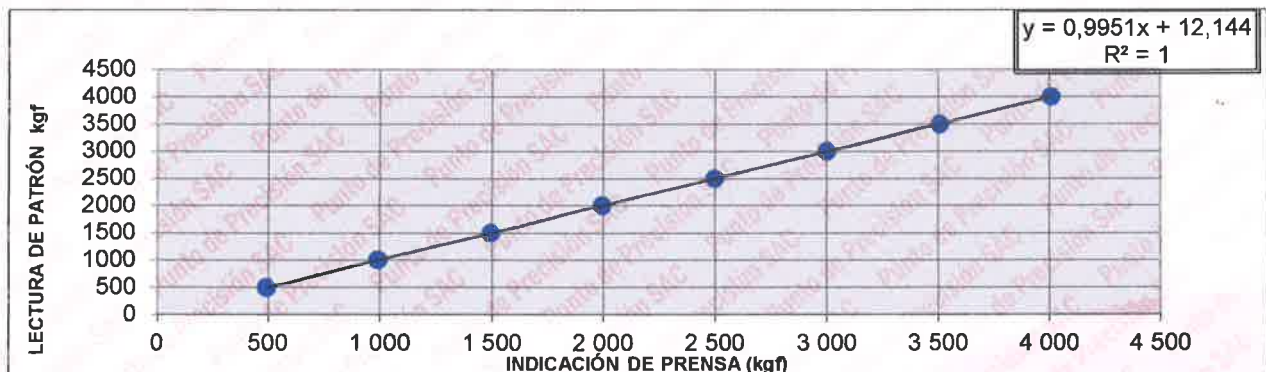
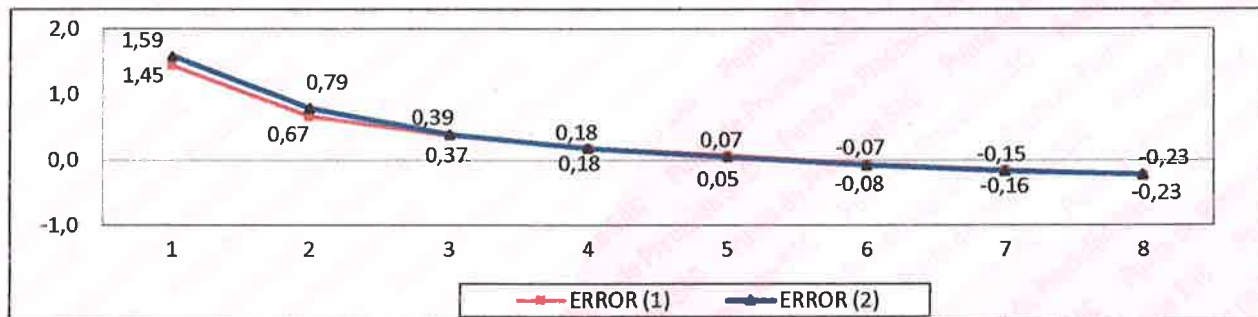


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1001 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 093-2021
Fecha de emisión : 2021-07-12

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : SHERMAN
Modelo de Copa : NO INDICA
Serie de Copa : NO INDICA

Contómetro : DIGITAL
Marca de Contómetro : CHNT
Modelo de Contómetro : JDM1-48
Serie de Contómetro : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA
08 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración

Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM.
Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM


6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,7	19,6
Humedad %	68	69

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE								RANURADOR		
CONJUNTO DE LA CAZUELA					BASE			EXTREMO CURVADO		
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDA DE LA COPA	Copa desde la guía del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO	ESPESOR	BORDE CORTANTE	ANCHO
MEDIDA TOMADA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	55,48	2,18	28,01	47,71	47,23	146,95	125,34	9,79	2,03	13,26
	55,46	2,16	27,99	47,72	47,25	146,94	125,33	9,80	2,02	13,24
	55,48	2,18	28,00	47,71	47,26	149,96	125,35	9,78	2,03	13,25
	55,47	2,18	27,98	47,70	47,22	149,95	125,36	9,77	2,04	13,23
	55,49	2,17	28,01	47,70	47,24	149,97	125,34	9,79	2,03	13,27
PROMEDIO	55,47	2,18	28,00	47,71	47,24	148,96	125,34	9,78	2,03	13,25
MEDIDAS STANDARD	54	2	27	47	50	150	125	10	2	13,5
TOLERANCIA ±	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0	0,05	0,1	0,1
ERROR	1,47	0,18	1,00	0,71	-2,76	-1,04	0,34	-0,22	0,03	-0,26

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-376-2021

Página: 1 de 3

Expediente : 093-2021
Fecha de Emisión : 2021-07-12

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y
CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO, 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**
Marca : **OHAUS**
Modelo : **R21PE30ZH**
Número de Serie : **47537336**
Alcance de Indicación : **30 000 g**
División de Escala de Verificación (e) : **10 g**
División de Escala Real (d) : **1 g**
Procedencia : **NO INDICA**
Identificación : **1**
Tipo : **ELECTRÓNICA**
Ubicación : **LABORATORIO**
Fecha de Calibración : **2021-07-08**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

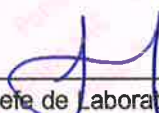
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
JR. CAJAMARCA NRO, 792 - CHOTA - CAJAMARCA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-376-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	19,0	19,2
Humedad Relativa	69,5	70,5

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	M-0527-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0526-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0529-2020

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 980 g para una carga de 30 000 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15 000 g		Carga L2= 30 000 g			
	I (g)	ΔL (g)	I (g)	ΔL (g)		
	E (g)		E (g)			
1	15 000	0,7	-0,2	30 001	0,7	0,8
2	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1
3	15 000	0,9	-0,4	30 001	0,8	0,7
4	15 000	0,7	-0,2	30 001	0,7	0,8
5	15 001	0,8	0,7	30 001	0,6	0,9
6	15 001	0,6	0,9	30 001	0,8	0,7
7	15 000	0,9	-0,4	30 001	0,9	0,6
8	15 000	0,7	-0,2	30 001	0,8	0,7
9	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,7	-0,2
10	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,9	-0,4
Diferencia Máxima			1,3	1,3		
Error máximo permitido ±			20 g	± 30 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-377-2021

Página: 1 de 3

Expediente : 093-2021
Fecha de Emisión : 2021-07-12

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y
CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Dirección : JR. CAJÁMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**
Marca : OHAUS
Modelo : NO INDICA
Número de Serie : NO INDICA
Alcance de Indicación : 30 000 g
División de Escala de Verificación (e) : 1 g
División de Escala Real (d) : 1 g
Procedencia : NO INDICA
Identificación : 2
Tipo : ELECTRÓNICA
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2021-07-08

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

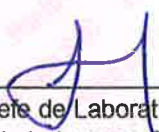
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	19,4	19,7
Humedad Relativa	68,5	69,5

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	M-0527-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0526-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0529-2020

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 984 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

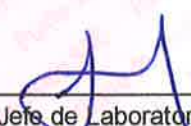
8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15 000 g		Carga L2= 30 000 g			
	I (g)	ΔL (g)	I (g)	ΔL (g)		
	E (g)		E (g)			
1	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,8	-0,3
2	15 000	0,6	-0,1	29 999	0,7	-1,2
3	15 000	0,9	-0,4	29 999	0,6	-1,1
4	14 999	0,7	-1,2	30 000	0,9	-0,4
5	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,8	-0,3
6	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,7	-0,2
7	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,6	-0,1
8	15 000	0,6	-0,1	29 999	0,7	-1,2
9	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,9	-0,4
10	14 999	0,7	-1,2	30 000	0,6	-0,1
Diferencia Máxima			1,1	1,1		
Error máximo permitido ±			2 g	± 3 g		




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-378-2021

Página: 1 de 3

Expediente	: 093-2021
Fecha de Emisión	: 2021-07-12
1. Solicitante	: GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Dirección	: JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA
2. Instrumento de Medición	: BALANZA
Marca	: OHAUS
Modelo	: CL501T
Número de Serie	: 7131121053
Alcance de Indicación	: 500 g
División de Escala de Verificación (e)	: 0,1 g
División de Escala Real (d)	: 0,1 g
Procedencia	: NO INDICA
Identificación	: NO INDICA
Tipo	: ELECTRÓNICA
Ubicación	: LABORATORIO
Fecha de Calibración	: 2021-07-08

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración


La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	18,7	18,9
Humedad Relativa	69,5	70,5

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 500,0 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 499,6 g para una carga de 500,0 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.


8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	18,9			18,9		
Carga L1=	250,0 g					
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Carga L2=	500,0 g	
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	250,0	0,08	-0,03	500,0	0,06	-0,01
2	250,1	0,07	0,08	500,1	0,07	0,08
3	250,0	0,06	-0,01	500,1	0,06	0,09
4	250,0	0,09	-0,04	500,1	0,09	0,06
5	250,0	0,07	-0,02	500,0	0,08	-0,03
6	250,1	0,06	0,09	500,0	0,07	-0,02
7	250,1	0,08	0,07	500,0	0,06	-0,01
8	250,0	0,09	-0,04	500,0	0,08	-0,03
9	250,0	0,07	-0,02	500,0	0,09	-0,04
10	250,0	0,06	-0,01	500,1	0,07	0,08
Diferencia Máxima			0,13			0,13
Error máximo permitido	± 0,1 g			± 0,2 g		




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-379-2021

Página: 1 de 3

Expediente : 093-2021
Fecha de Emisión : 2021-07-12

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y
CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**
Marca : NO INDICA
Modelo : NO INDICA
Número de Serie : NO INDICA
Alcance de Indicación : **200 g**
División de Escala de Verificación (e) : **0,01 g**
División de Escala Real (d) : **0,01 g**
Procedencia : NO INDICA
Identificación : NO INDICA
Tipo : **ELECTRÓNICA**
Ubicación : **LABORATORIO**
Fecha de Calibración : **2021-07-08**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración


La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



5. Condiciones Ambientales

	Minima	Máxima
Temperatura	18,7	18,9
Humedad Relativa	69,5	70,5

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 200,00 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 198,96 g para una carga de 200,00 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

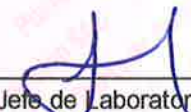
8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	18,7			18,8		
N°	Carga L1= 100,00 g			Carga L2= 200,00 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	100,01	0,007	0,008	200,00	0,008	-0,003
2	100,00	0,006	-0,001	200,00	0,006	-0,001
3	100,02	0,007	0,018	200,00	0,007	-0,002
4	100,00	0,009	-0,004	200,01	0,009	0,006
5	100,00	0,008	-0,003	200,00	0,008	-0,003
6	100,00	0,007	-0,002	199,99	0,007	-0,012
7	100,00	0,006	-0,001	199,97	0,004	-0,029
8	100,01	0,008	0,007	199,97	0,004	-0,029
9	100,01	0,007	0,008	200,00	0,008	-0,003
10	100,02	0,006	0,019	200,00	0,007	-0,002
Diferencia Máxima			0,023			
Error máximo permitido ±			0,02 g	±	0,03 g	




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-380-2021

Página: 1 de 3

Expediente	: 093-2021
Fecha de Emisión	: 2021-07-12
1. Solicitante	: GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Dirección	: JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA
2. Instrumento de Medición	: BALANZA
Marca	: NOTEBOOK
Modelo	: NO INDICA
Número de Serie	: NO INDICA
Alcance de Indicación	: 500 g
División de Escala de Verificación (e)	: 0,01 g
División de Escala Real (d)	: 0,01 g
Procedencia	: CHINA
Identificación	: NO INDICA
Tipo	: ELECTRÓNICA
Ubicación	: LABORATORIO
Fecha de Calibración	: 2021-07-08

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

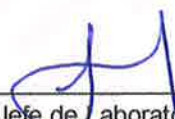
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-380-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	18,7	18,8
Humedad Relativa	69,5	69,5

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 500,00 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 499,50 g para una carga de 500,00 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición


INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 250,00 g			Carga L2= 500,00 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
	Temp. (°C)			Inicial	Final	
				18,8	18,7	
1	249,98	0,006	-0,022	500,00	0,008	-0,003
2	249,98	0,007	-0,023	500,00	0,006	-0,001
3	249,98	0,006	-0,022	500,02	0,007	0,018
4	249,98	0,004	-0,020	500,02	0,009	0,016
5	249,97	0,004	-0,030	500,01	0,009	0,006
6	249,98	0,003	-0,019	500,02	0,009	0,016
7	249,97	0,002	-0,028	500,03	0,008	0,027
8	249,97	0,004	-0,030	500,05	0,009	0,046
9	249,98	0,003	-0,019	500,04	0,009	0,036
10	249,98	0,004	-0,020	500,06	0,008	0,057
Diferencia Máxima			0,011	0,060		
Error máximo permitido ±			0,03 g	± 0,03 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 973 - 2021

Página : 1 de 4

Expediente : 093-2021
Fecha de emisión : 2021-07-12

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. Instrumento de Medición : ESTUFA
Indicación : DIGITAL
Marca del Equipo : NO INDICA
Modelo del Equipo : JLA-01
Serie del Equipo : JHE-012
Capacidad del Equipo : 80 L
Marca de indicador : AUTONICS
Modelo de indicador : TCN4S
Serie de indicador : NO INDICA
Temperatura calibrada : 110 °C

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA
08 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración
La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	APPLENT	150-CT-T-2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	18,7	19,1
Humedad %	69	69


7. Conclusiones

La estufa se encuentra dentro de los rangos 110 °C ± 5 °C para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 973 - 2021

Página : 2 de 4


CALIBRACIÓN PARA 110 °C

Tiempo (min.)	Ind. (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔTMax. - TMin. (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	109	107,4	110,9	113,4	110,9	111,5	109,5	111,5	111,3	113,4	112,6	111,2	6,0
2	109	107,5	111,0	113,4	110,9	111,8	109,1	111,6	111,5	113,0	112,4	111,2	5,9
4	109	107,5	111,1	114,6	111,1	111,4	109,3	111,8	111,4	113,8	112,8	111,5	7,1
6	109	107,5	111,3	113,7	111,4	111,4	109,3	111,8	111,6	114,2	112,5	111,5	6,7
8	110	107,6	111,5	113,6	111,5	111,8	110,1	112,4	111,7	113,4	112,4	111,6	6,0
10	110	107,8	111,6	113,8	111,6	111,2	109,8	112,5	111,9	113,3	112,4	111,6	6,0
12	109	107,8	111,5	113,8	111,4	111,8	109,9	112,5	111,9	113,8	112,8	111,7	6,0
14	110	107,8	111,1	114,6	110,9	111,5	109,8	111,5	111,6	113,7	112,5	111,5	6,8
16	109	107,5	111,0	113,6	110,9	111,4	109,1	112,4	111,5	113,3	112,7	111,3	6,1
18	109	107,8	110,9	113,8	111,4	111,8	109,8	111,6	111,3	113,4	112,6	111,4	6,0
20	110	107,8	111,1	113,7	111,5	111,4	109,5	112,5	111,9	113,8	112,7	111,6	6,0
22	109	107,6	111,0	113,6	111,1	111,2	109,8	112,4	111,5	113,3	112,4	111,4	6,0
24	109	107,4	111,1	114,6	111,5	111,5	109,3	111,5	111,6	114,2	112,5	111,5	7,2
26	110	107,4	111,6	113,7	110,9	111,5	109,1	111,8	111,4	113,4	112,8	111,4	6,3
28	109	107,6	111,3	113,4	111,5	111,2	109,8	111,6	111,3	113,4	112,6	111,4	5,8
30	110	107,5	111,1	113,7	111,1	111,8	109,5	111,8	111,6	113,0	112,5	111,4	6,2
32	109	107,6	111,0	114,6	111,4	111,4	109,1	111,5	111,5	113,8	112,4	111,4	7,0
34	110	107,4	110,9	113,6	110,9	111,4	109,3	111,6	111,3	113,7	112,7	111,3	6,3
36	109	107,6	111,6	113,4	110,9	111,4	110,1	111,5	111,4	113,4	112,8	111,4	5,8
38	110	107,5	110,9	113,6	111,1	111,3	109,1	111,5	111,5	114,2	112,6	111,3	6,7
40	109	107,4	111,5	114,6	110,9	111,2	110,1	111,6	111,3	113,8	112,7	111,5	7,2
42	111	107,4	111,0	113,8	110,9	111,8	109,5	112,4	111,7	113,7	112,6	111,5	6,4
44	110	107,5	111,6	113,4	111,1	111,5	109,1	111,5	111,4	113,0	112,4	111,3	5,9
46	111	107,4	111,1	113,4	110,9	111,2	109,3	111,6	111,7	113,8	112,4	111,3	6,4
48	109	107,6	111,3	113,7	111,4	111,8	109,5	111,8	111,3	113,4	112,6	111,4	6,1
50	110	107,5	110,9	114,6	111,1	111,3	109,5	111,5	111,5	113,3	112,9	111,4	7,1
52	110	107,4	111,6	113,4	110,9	111,5	109,5	111,5	111,3	113,4	112,4	111,3	6,0
54	109	107,5	111,1	114,6	111,4	111,8	109,1	111,6	111,4	113,0	112,4	111,4	7,1
56	110	107,4	111,0	113,4	111,5	111,5	109,5	111,5	111,5	113,4	112,7	111,3	6,0
58	109	107,6	111,6	113,7	111,1	111,3	109,9	111,8	111,3	113,3	112,9	111,5	6,1
60	111	107,8	111,0	113,8	111,1	111,3	109,1	112,4	111,6	113,0	112,8	111,4	6,0
T. PROM	109,6	107,6	111,2	113,8	111,2	111,5	109,5	111,8	111,5	113,5	112,6	111,4	
T. MAX	111,0	107,8	111,6	114,6	111,6	111,8	110,1	112,5	111,9	114,2	112,9		
T. MIN	109,0	107,4	110,9	113,4	110,9	111,2	109,1	111,5	111,3	113,0	112,4		
DTT	2,0	0,4	0,7	1,2	0,7	0,6	1,0	1,0	0,6	1,2	0,5		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,6	0,4
Mínima Temperatura Medida	107,4	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,2	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	6,3	0,3
Estabilidad Media (±)	0,6	0,02
Uniformidad Media	7,2	0,1

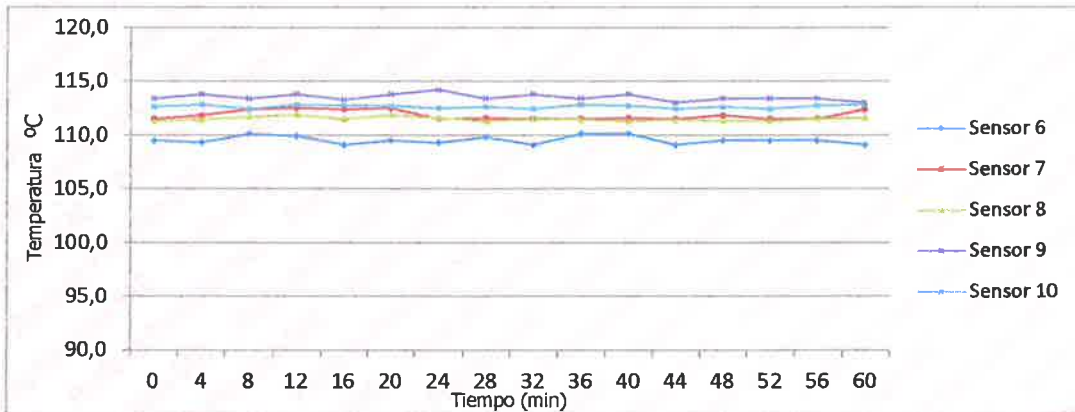
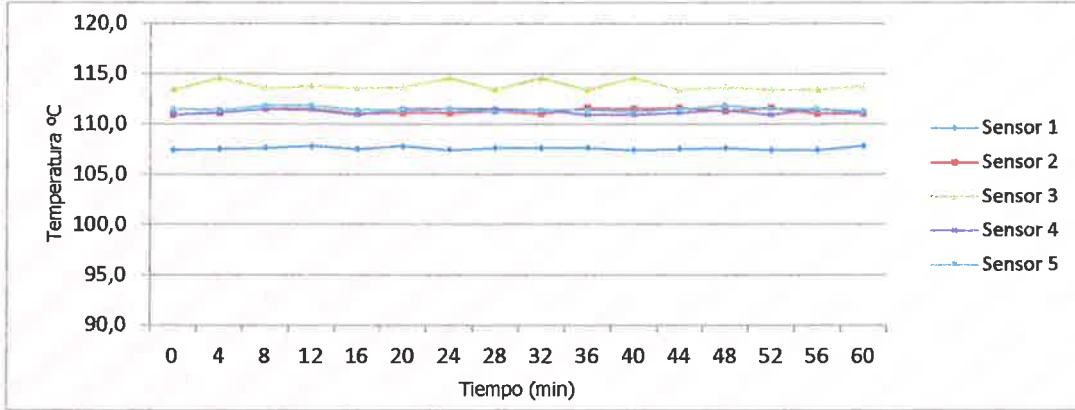
Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición
 Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.
 La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.





 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631



TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

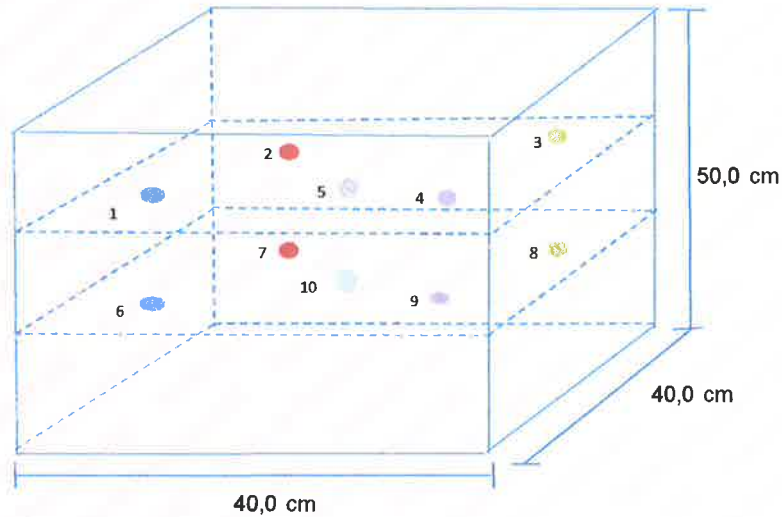
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 973 - 2021

Página : 4 de 4


DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demas sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura mas alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja.

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Anexo K. Cotización del flete

COTIZACION NRO.030-2022

SRTA : FANY YUDITH RUIZ BURGA

ASUNTO : SERVICIO DE TRANSPORTE DE ROCA DE LA CANTERA CHORORCO, A LA
CHANCADORA PINGOBAMBA BAJO EL TORIL CHOTA Y DE DICHA CHANCADORA
A LA CARRETERA CHOTA – SHITACUCHO.

Por el presente documento la empresa **CORPORACION JCB CONSTRUCTORES E.I.R.L** con RUC N° 20602214711, Se dirige a su persona para saludarle y a la vez remitirle la COTIZACIÓN para la prestación de SERVICIO DE TRANSPORTE DE ROCA DE LA CANTERA CHORORCO, A LA CHANCADORA PINGOBAMBA BAJO EL TORIL Y DE DICHA CHANCADORA A LA CARRETERA CHOTA SHITACUCHO, para el proyecto de tesis: **“EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN , CARRETERA CHOTA-SHITACUCHO”** sin otro particular a continuación se muestra el detalle del precio del servicio a prestar.

Ítem	Descripción	Distancia (Km)	P.U. por 15 m3	P.PARCIAL (S/.)
A	Servicio de transporte de roca de la cantera Chororco, a chancadora Pingobamba Bajo El Torril	1	50	50
B	Servicio de transporte de roca de la chancadora Pingobamba Bajo El Toril A La Carretera Chota -Shitacucho	10	50	500

NOTA: EL PRECIO TOTAL

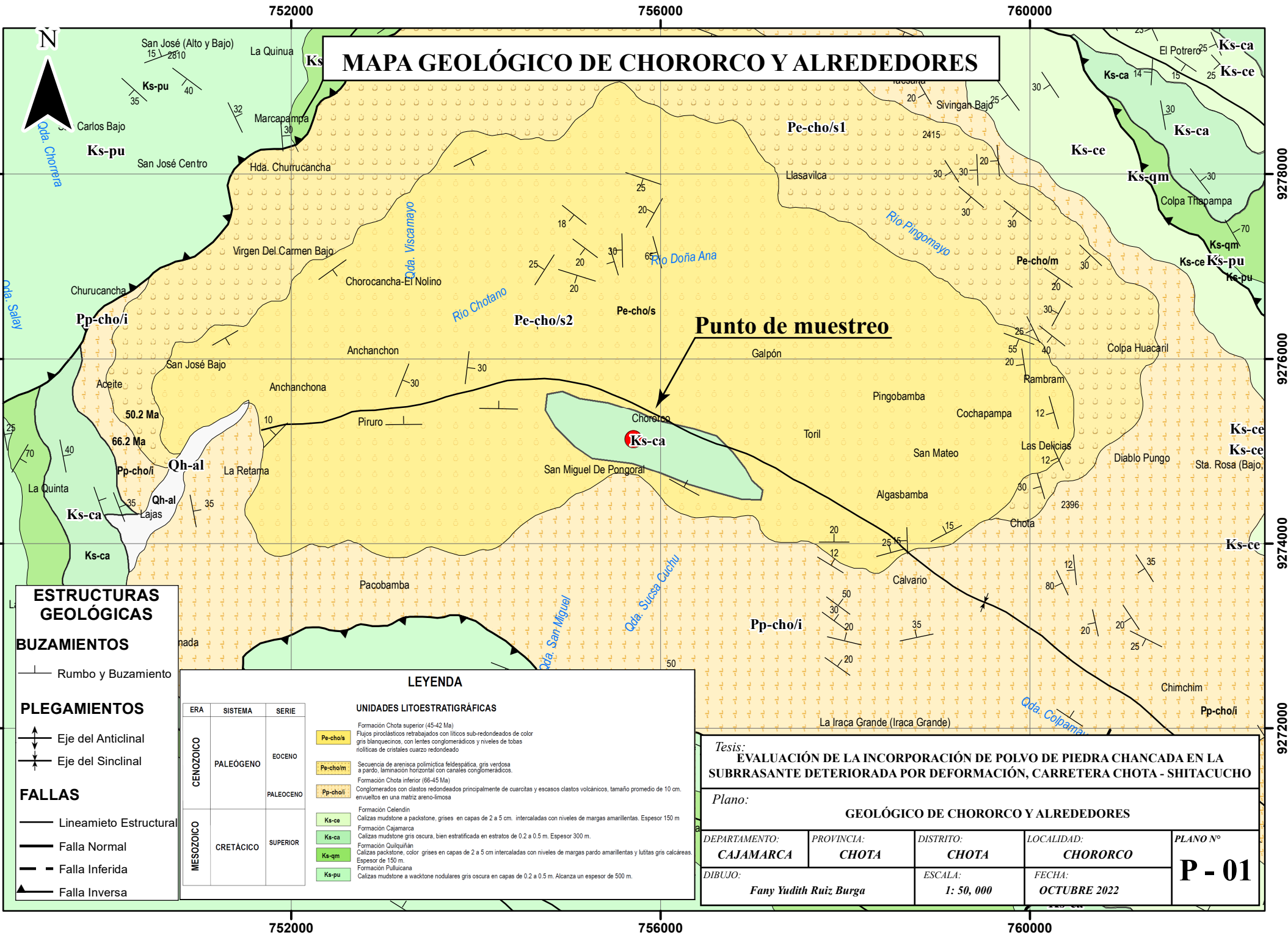
- No incluyen IGV

CORPORACION JCB CONSTRUCTORES E.I.R.L

Jorge Luis Colman Bustamante
GERENTE GENERAL

Anexo L. Planos

MAPA GEOLÓGICO DE CHORORCO Y ALREDEDORES



ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS

BUZAMIENTOS

— Rumbo y Buzamiento

PLEGAMIENTOS

↕ Eje del Anticlinal

↕ Eje del Sinclinal

FALLAS

— Lineamiento Estructural

— Falla Normal

— Falla Inferida

▲ Falla Inversa

LEYENDA

ERA	SISTEMA	SERIE
CENOZOICO	PALEÓGENO	EOCENO
		PALEOCENO
		SUPERIOR
MESOZOICO	CRETÁCICO	SUPERIOR

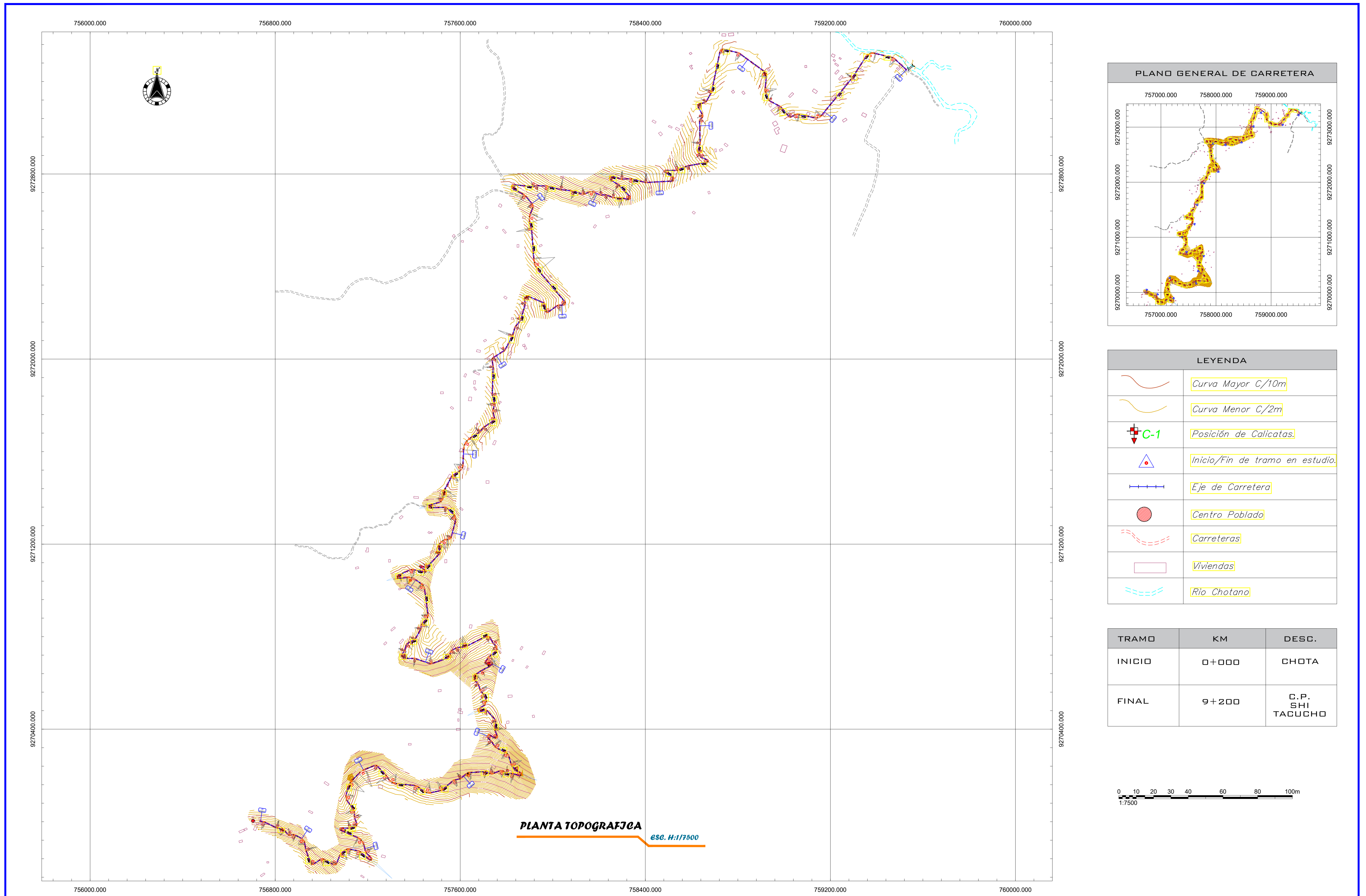
UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

- Pe-cho/s**
Formación Chota superior (45-42 Ma)
Flujos proclásticos retrabajados con líticos sub-redondeados de color gris blanquecinos, con lentes conglomerádicos y niveles de tobos noliticos de cristales cuarzo redondeado
- Pe-cho/m**
Secuencia de arenisca polimictica feldespática, gris verdosa a pardo, laminación horizontal con canales conglomerádicos.
- Pp-cho/i**
Formación Chota inferior (66-45 Ma)
Conglomerados con clastos redondeados principalmente de cuarcitas y escasos clastos volcánicos, tamaño promedio de 10 cm. envueltos en una matriz arenolimosas
- Ks-ce**
Formación Celendin
Calizas mudstone a packstone, grises en capas de 2 a 5 cm. intercaladas con niveles de margas amarillentas. Espesor 150 m
- Ks-ca**
Formación Cajamarca
Calizas mudstone gris oscura, bien estratificada en estratos de 0.2 a 0.5 m. Espesor 300 m.
- Ks-qm**
Formación Quilquifán
Calizas packstone, color grises en capas de 2 a 5 cm intercaladas con niveles de margas pardo amarillentas y lutitas gris calcáreas. Espesor de 150 m.
- Ks-pu**
Formación Pullucana
Calizas mudstone a wacktone nodulares gris oscura en capas de 0.2 a 0.5 m. Alcanza un espesor de 500 m.

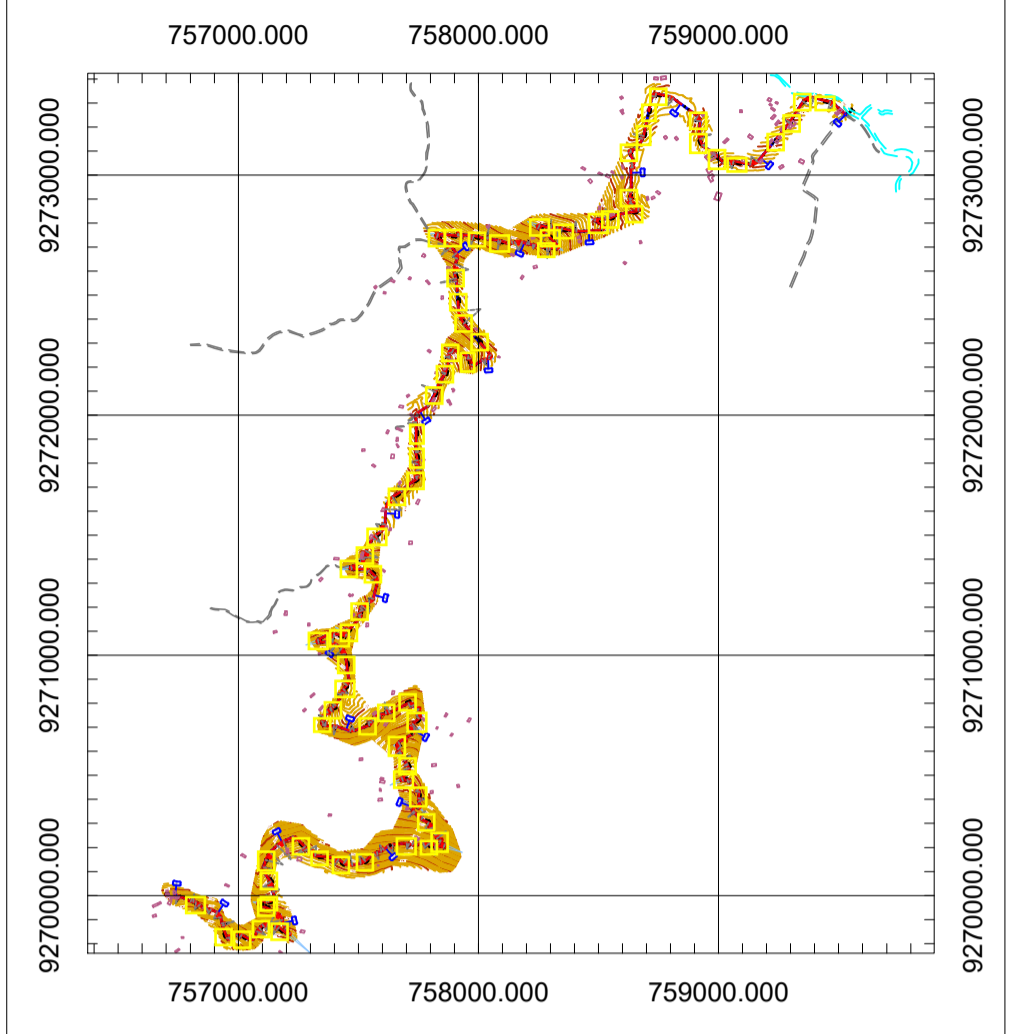
Tesis:
EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA - SHITACUCHO

Plano:
GEOLÓGICO DE CHORORCO Y ALREDEDORES

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	PROVINCIA: CHOTA	DISTRITO: CHOTA	LOCALIDAD: CHORORCO	PLANO N° P - 01
DIBUJO: Fany Yudith Ruiz Burga		ESCALA: 1: 50, 000	FECHA: OCTUBRE 2022	



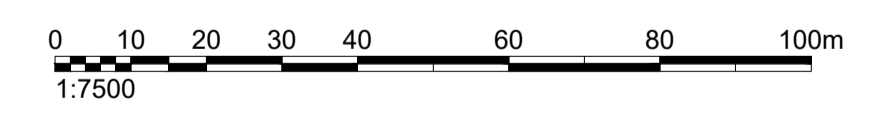
PLANO GENERAL DE CARRETERA



LEYENDA

	Curva Mayor C/10m
	Curva Menor C/2m
	Posición de Calicatas
	Inicio/Fin de tramo en estudio
	Eje de Carretera
	Centro Poblado
	Carreteras
	Viviendas
	Rio Chotano

TRAMO	KM	DESG.
INICIO	0+000	CHOTA
FINAL	9+200	C.P. SHITACUCHO



PLANTA TOPOGRAFICA
ESC. H: 1/7500



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:
"EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE POLVO DE PIEDRA CHANCADA EN LA SUBRASANTE DETERIORADA POR DEFORMACIÓN, CARRETERA CHOTA - SHITACUCHO"

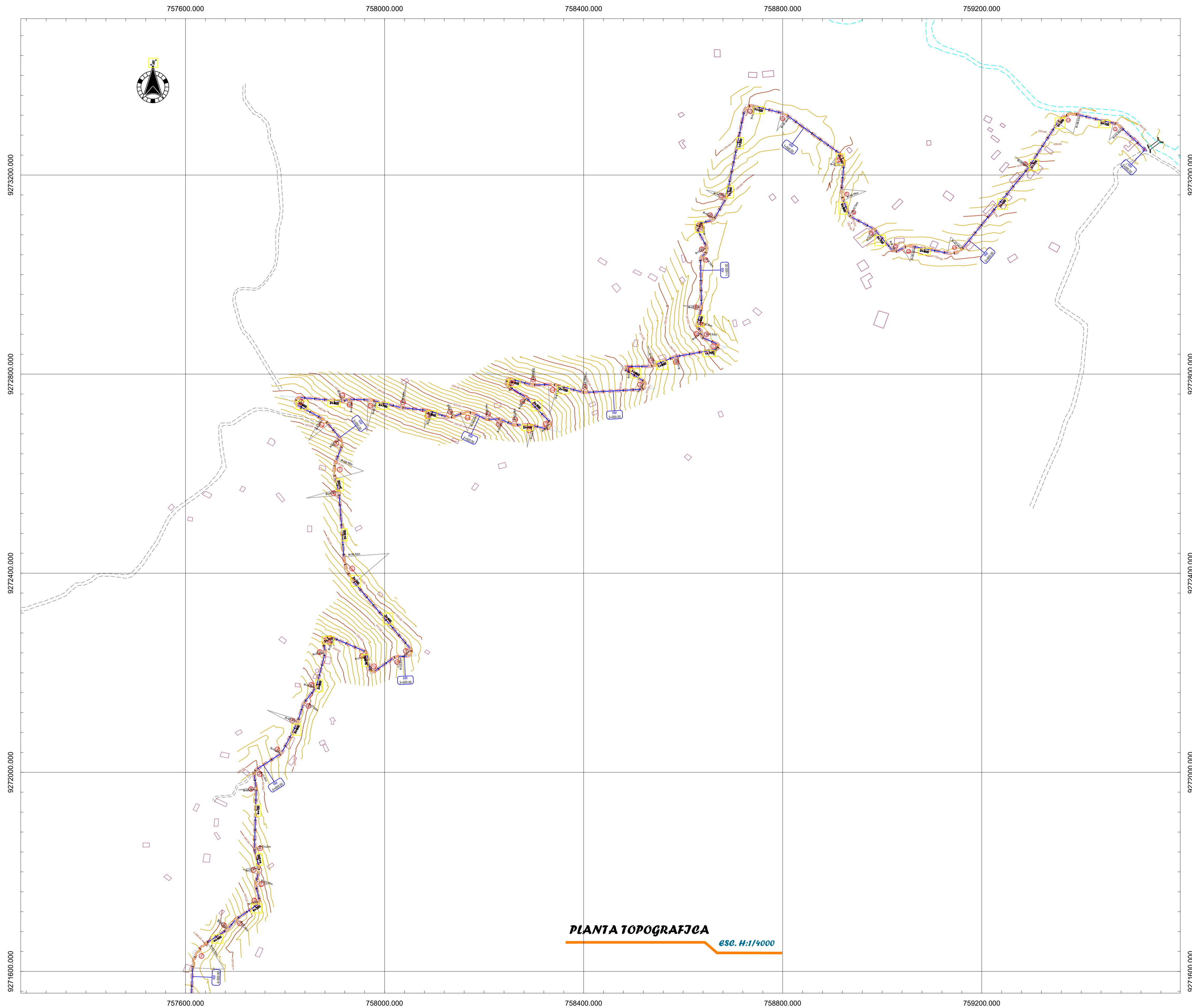
DISTRITO: CHOTA
PROVINCIA: CHOTA
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

REVISADO POR: ING. CLAUDIA EMILIA BENAVIDES NÓÑEZ
C.I.P. 176824
DIBUJADO POR: BACH.ING. FANY YUDITH RUIZ BURGA

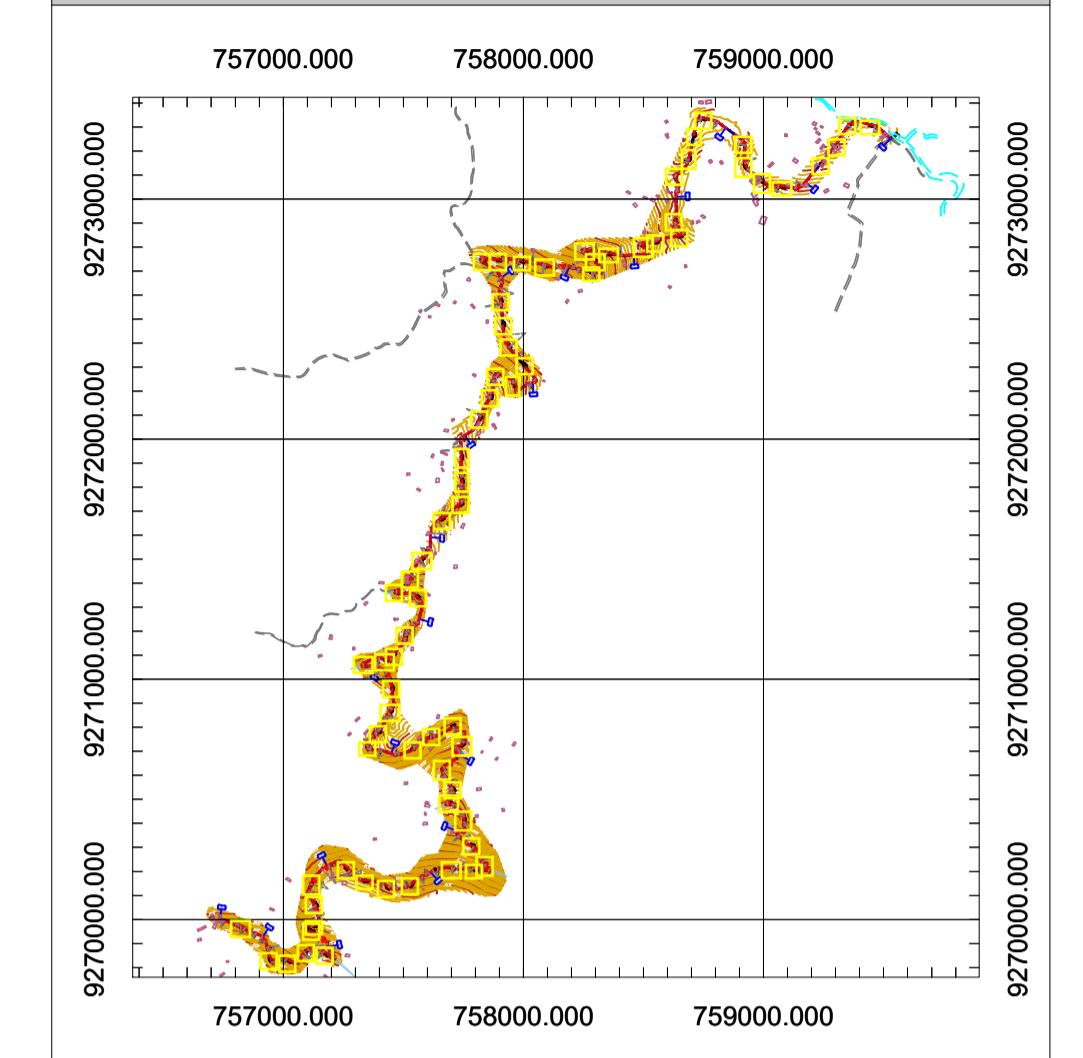
PLANO: PLANO CLAVE CARRETERA CHOTA - SHITACUCHO
LOCALIDAD: C.P. SHITACUCHO

FECHA: ENERO 2022
ESCALA: INDICADA
ARCHIVO: ---

LAMINA: PC-01
VERSION: 01



PLANO GENERAL DE CARRETERA



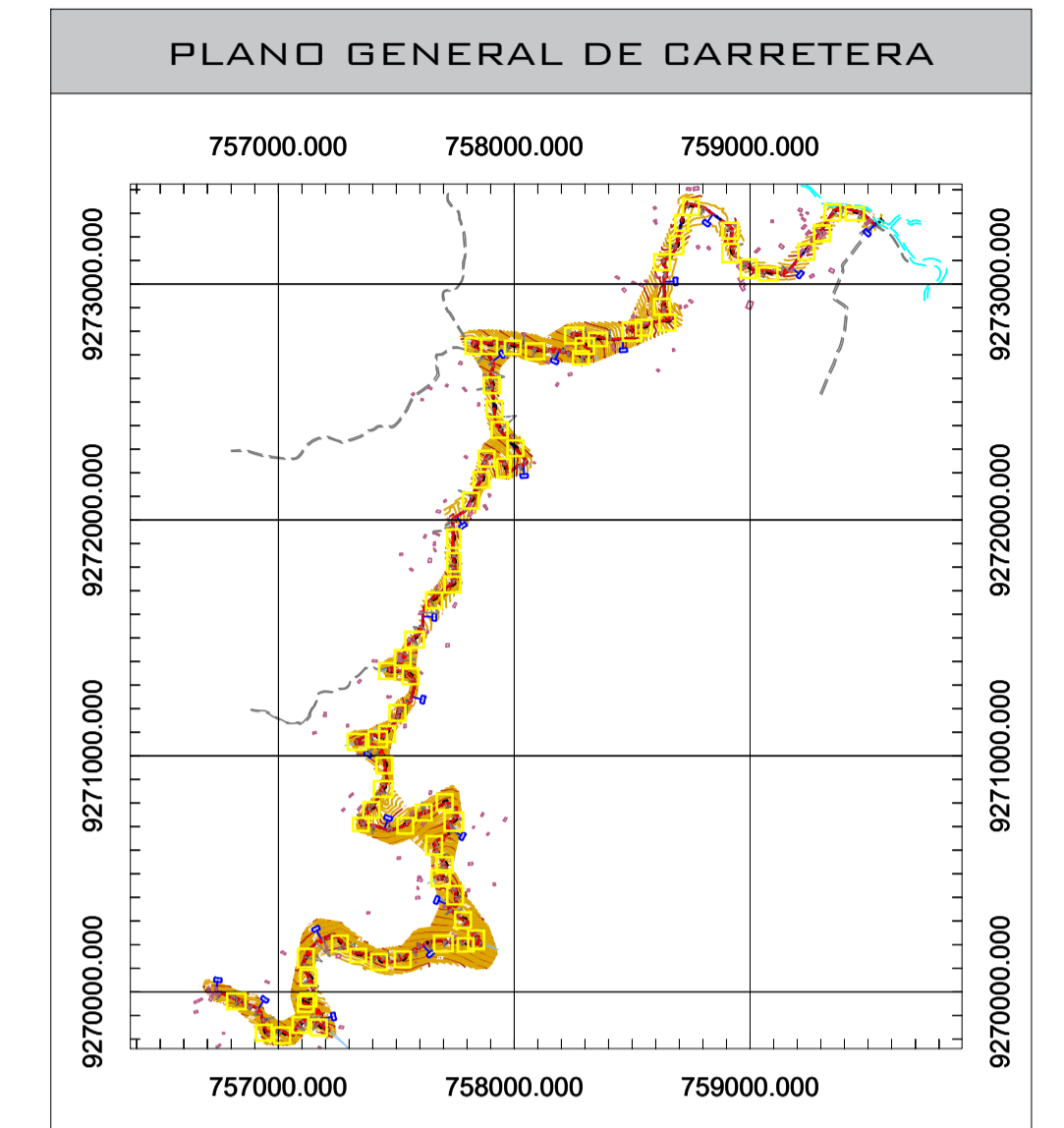
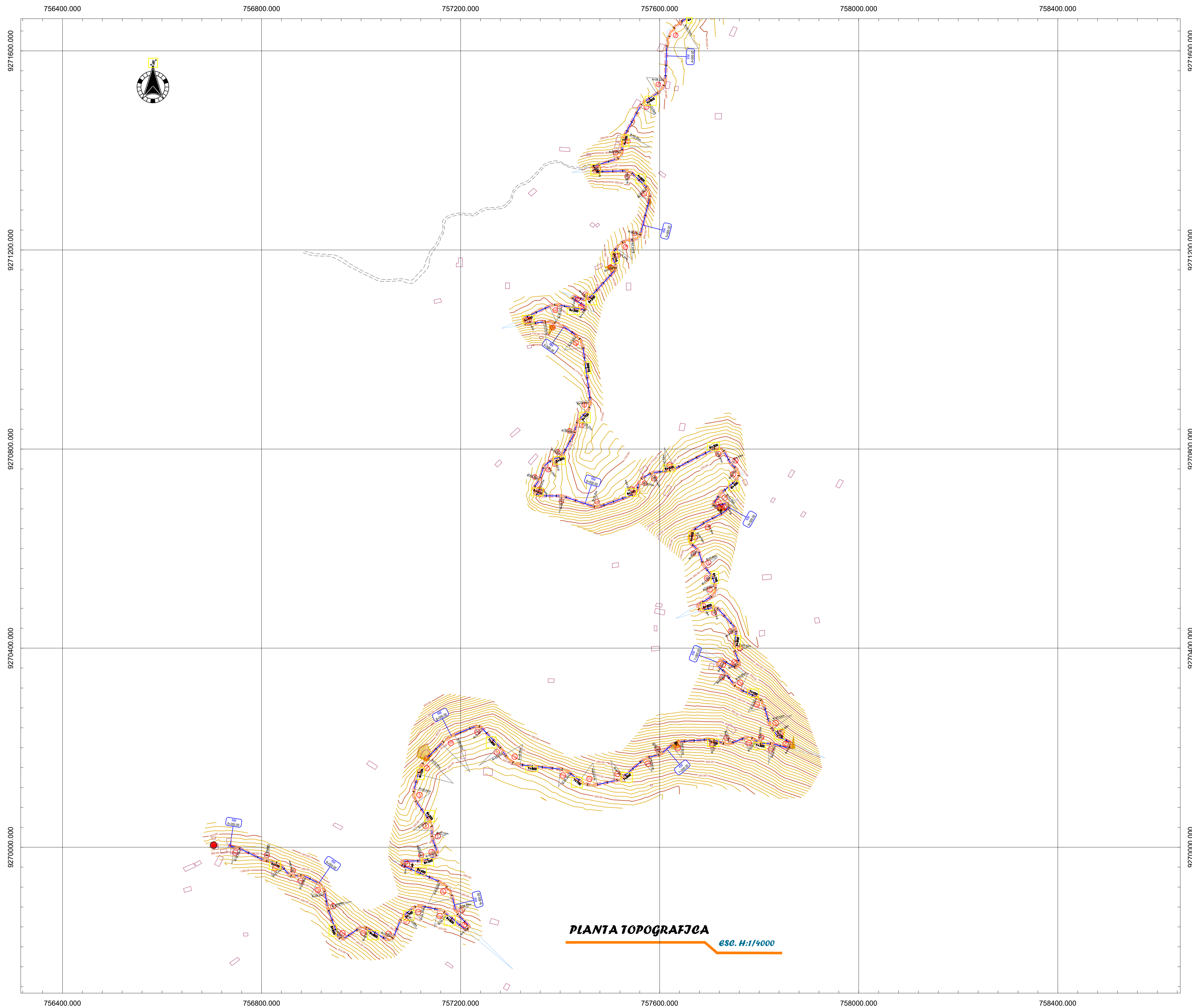
LEYENDA

	Curva Mayor C/10m
	Curva Menor C/2m
	Posición de Calicatas
	Inicio/Fin de tramo en estudio
	Eje de Carretera
	Centro Poblado
	Carreteras
	Viviendas
	N° CURVA

TRAMO	KM	DESC.
INICIO	0+000	CHOTA
---	4+500	---

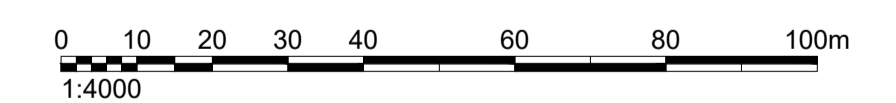


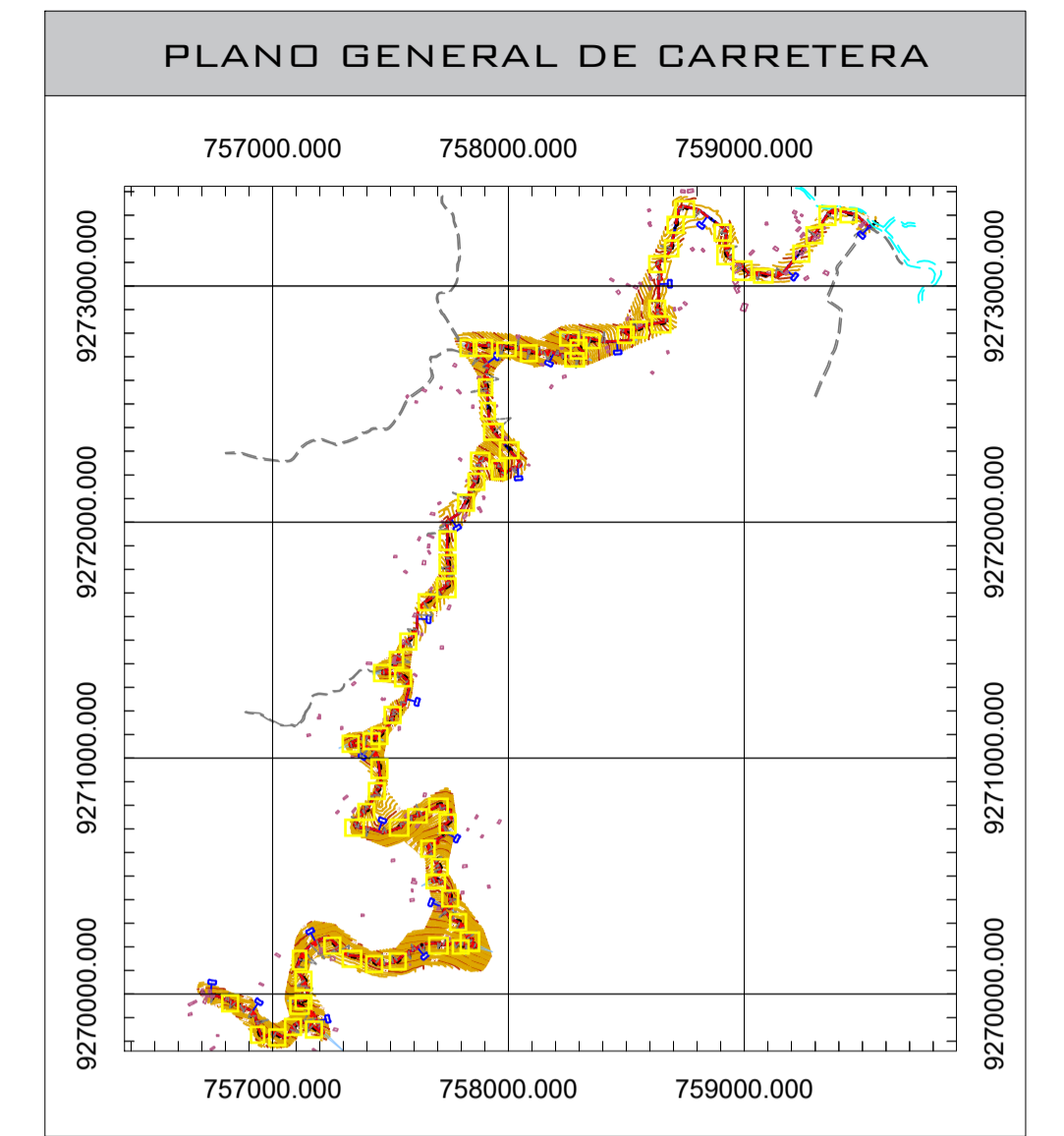
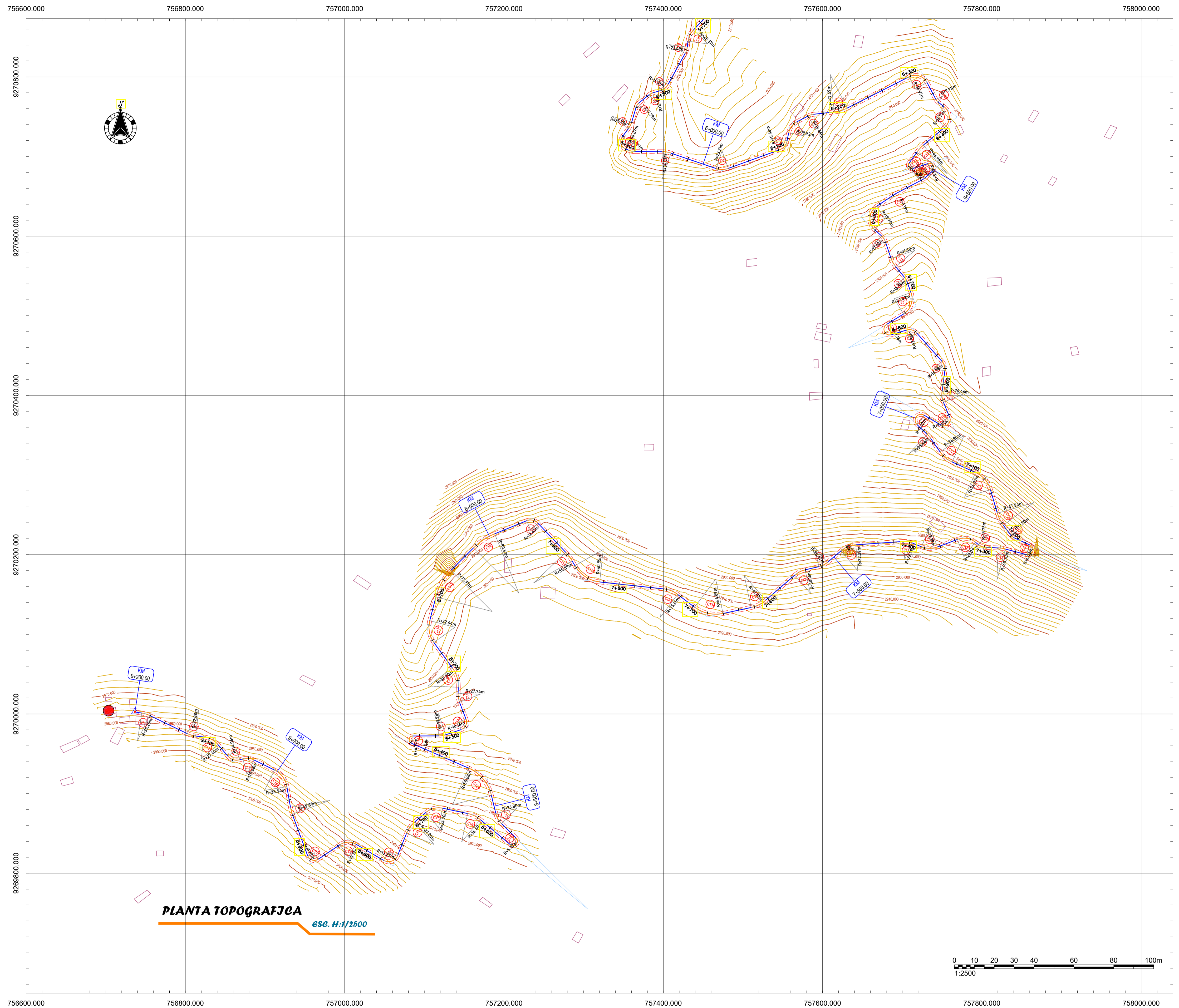
PLANTA TOPOGRAFICA
ESC. H:1/4000



LEYENDA	
	Curva Mayor C/10m
	Curva Menor C/2m
	Posición de Calicatas.
	Inicio/Fin de tramo en estudio.
	Eje de Carretera
	Centro Poblado
	Carreteras
	Viviendas
	Rio Chotano

TRAMO	KM	DESG.
---	4+500	---
FINAL	9+200	C.P. SHI TACUCHO





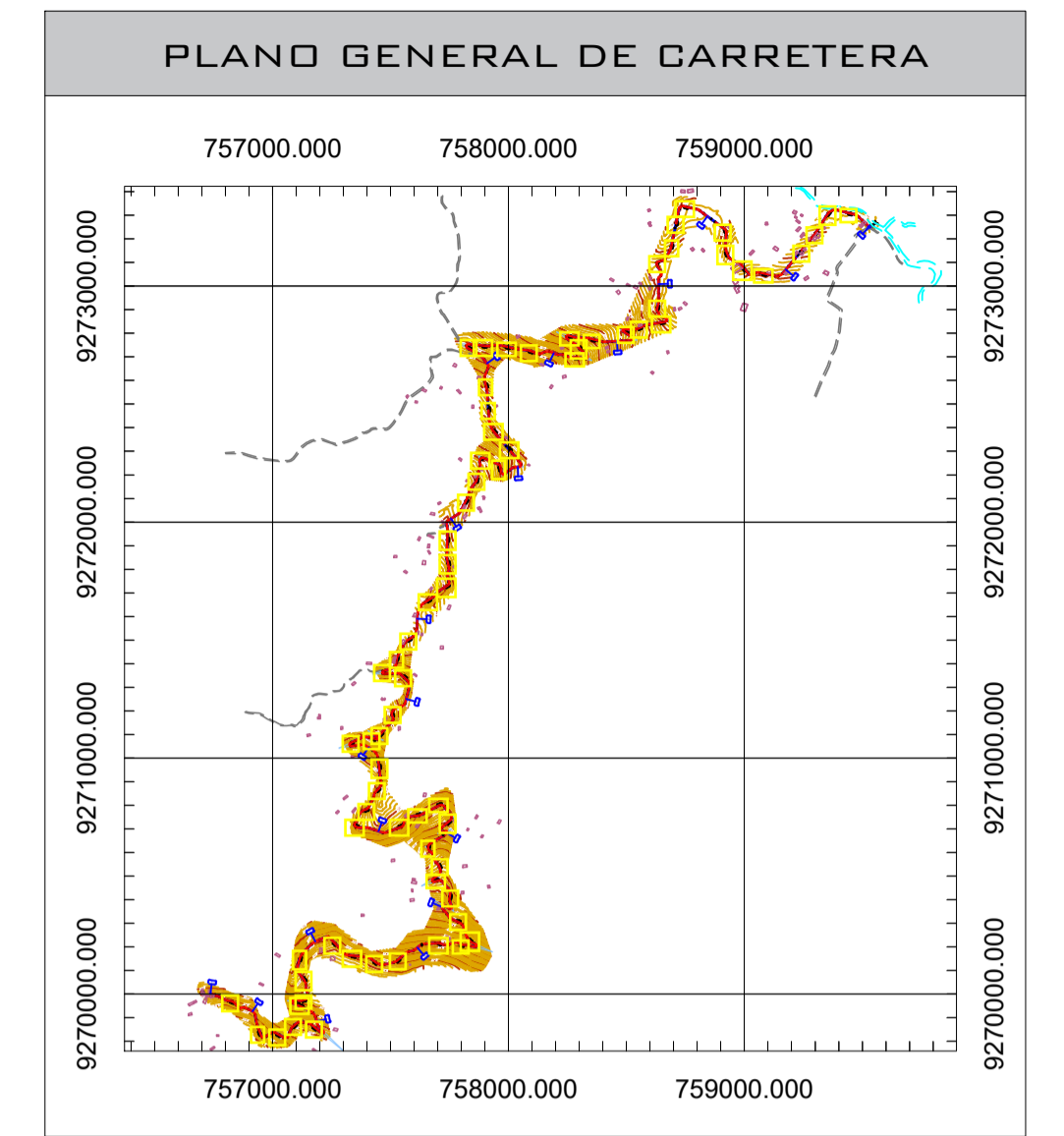
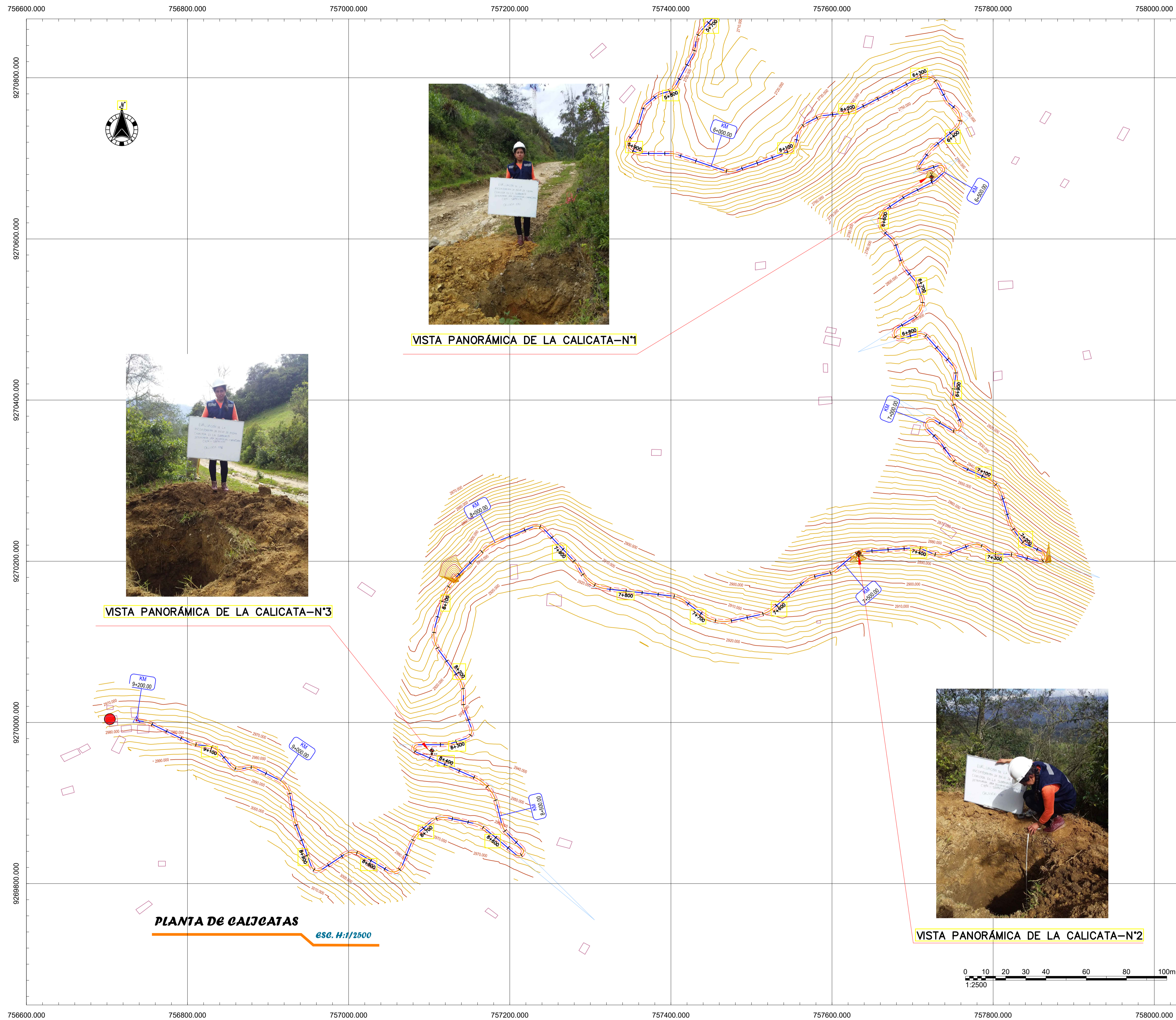
LEYENDA

	Curva Mayor C/10m
	Curva Menor C/2m
	Posición de Calicatas.
	Inicio/Fin de tramo en estudio.
	Eje de Carretera
	Centro Poblado
	Carreteras
	Viviendas
	Río Chotano

TRAMO	KM	CALICATA
INICIO	6+500	C-1
---	7+500	C-2
---	8+400	C-3

TABLA DE CALICATAS

DESC	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (msnm)
C-1	757723.0	9270677.0	2782.0
C-2	757633.0	9270210.0	2894.0
C-3	757103.0	9269965.0	2937.0



LEYENDA	
	Curva Mayor C/10m
	Curva Menor C/2m
	Posición de Calicatas.
	Inicio/Fin de tramo en estudio.
	Eje de Carretera
	Centro Poblado
	Carreteras
	Viviendas
	Río Chotano

TRAMO	KM	CALICATA
INICIO	6+500	C-1
---	7+500	C-2
---	8+400	C-3

TABLA DE CALICATAS			
DESC	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (msnm)
C-1	757723.0	9270677.0	2782.0
C-2	757633.0	9270210.0	2894.0
C-3	757103.0	9269965.0	2937.0