

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



***TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL***

**COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE BASE GRANULAR
ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y EMULSIÓN ASFÁLTICA
PARA EL CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO DE LA RUTA LI-113,
DISTRITO DE CHARAT, USQUIL,
HUARANCHAL, OTUZCO, LA LIBERTAD**

**ÁREA DE INVESTIGACIÓN:
TRANSPORTES**

AUTORES:

Br. GUEVARA CASTILLO, JUAN CARLOS
Br. SALAZAR PAREDES, LUIS MIGUEL

JURADO EVALUADOR:

Presidente: Dr. ENRIQUE FRANCISCO LUJAN SILVA

Secretario: Ing. JUAN MANUEL URTEAGA GARCIA

Vocal: Ing. JOSE ALCIDES GALVEZ PAREDES

Asesor:

Ms. HENRÍQUEZ ULLOA, JUAN PAUL E.

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3357-2315>

TRUJILLO – PERÚ

2021

Fecha de Sustentación: 26/05/2021

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



***TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL***

**COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE BASE GRANULAR
ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y EMULSIÓN ASFÁLTICA
PARA EL CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO DE LA RUTA LI-113,
DISTRITO DE CHARAT, USQUIL,
HUARANCHAL, OTUZCO, LA LIBERTAD**

**ÁREA DE INVESTIGACIÓN:
TRANSPORTES**

AUTORES:

Br. GUEVARA CASTILLO, JUAN CARLOS
Br. SALAZAR PAREDES, LUIS MIGUEL

JURADO EVALUADOR:

Presidente: Dr. ENRIQUE FRANCISCO LUJAN SILVA

Secretario: Ing. JUAN MANUEL URTEAGA GARCIA

Vocal: Ing. JOSE ALCIDES GALVEZ PAREDES

Asesor:

Ms. HENRÍQUEZ ULLOA, JUAN PAUL E.

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3357-2315>

TRUJILLO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios y a mis padres que fueron quienes me inculcaron a seguir superándome día tras día y por confiar en mí. Siempre recordare este año 2020 ya que fue un año difícil soportar la perdida de mi padre, pero aun así mi papá está presente en mi vida, y quiero dedicar mi estudio y mi esfuerzo para mi papá que ahora no está presente físicamente pero aún está presente en el recuerdo y seguiré luchando para ser una mejor persona y un buen ingeniero civil; además también quiero dedicar este trabajo por su apoyo a mis hermanos quienes fueron el brazo derecho de superación para lograr mis objetivos y de esta manera seguir adelante en el bien de la sociedad.

BACH. GUEVARA CASTILLO, JUAN CARLOS

Este trabajo se lo dedico a Dios por ser el principal en todo el camino arduo en el desarrollo de esta investigación.

Además, también dedicarlo a mis padres quienes con su ayudaron y me dieron fuerzas y animo en mi formación profesional como un estudiante es por ello que siempre lo tendré en mente para cada día superarme en mi vida profesional y social.

Por último, dedicarlo este trabajo a mí mismo ya que con mi esfuerzo y dedicación estoy cumpliendo mi meta profesional.

BACH. SALAZAR PAREDES, LUIS MIGUEL

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por haber permitido poder realizar esta tesis, con su ayuda sabemos que se logró y además por habernos bendecido y darnos salud en este tiempo difícil para las personas.

Agradecer además a nuestras familias ya que fueron el motor de impulso para lograr las metas propuestas, sin su apoyo hubiese sido difícil.

Agradecer a nuestro asesor de tesis el ing. Henríquez Ulloa, Juan Paul por su apoyo y consejos para finalizar la tesis.

Agradecer a la Universidad Privada Antenor Orrego, que es el lugar donde nos formamos profesionalmente, y también Agradecer a los docentes quienes nos formaron y brindaron los conocimientos para la vida profesional.

Bach. Salazar Paredes, Luis Miguel

Bach. Guevara Castillo, Juan Carlos

RESUMEN

En esta tesis de investigación se realizó el análisis de los datos y características obtenidas en laboratorio de suelos, observando el desempeño que tiene un material granular estabilizado con cemento portland tipo I y con Emulsión Asfáltica Catiónica Lenta tipo CSS-1h, de esta manera poder saber cuál de ambos materiales estabilizantes es el indicado para estabilizar la capa base y sea más resistente ante las cargas de los vehículos.

Para el proceso de análisis se efectuó ensayos de laboratorio en el suelo de cantera para ver que la cantera seleccionada cumpla con ciertos requisitos para que se utilice en la estabilización con ambos materiales.

Dentro de esta investigación con los datos obtenidos en laboratorio de suelos se efectuó el proceso de diseño estructural de pavimento, para ello se trabajó con el método ASSHTO para obtener el espesor que se utilizara en el camino de bajo volumen de tránsito en la ruta LI-113, distrito de Charat, Usquil, Huaranchal, además también con los valores obtenidos en el diseño se trabajó los costos unitarios para saber cuál de ambos estabilizantes es menos costos.

También se hizo la comparación técnica, mediante resultados de los ensayos hechos en laboratorio, luego ser analizado en costos unitarios y poder obtener un resultado que convenga económicamente, pero que tenga características eficientes en la construcción al igual que su desempeño.

Al final, concluimos de acuerdo a la comparación técnica y económica realizada al suelo estabilizado con Cemento portland tipo I y al suelo estabilizado con Emulsión Asfáltica Catiónica Lenta tipo CSS-1h, que al utilizarse cemento da mejores resultados de resistencia ante las cargas verticales y es económico.

ABSTRACT

In this research thesis, the analysis of the data and characteristics obtained in the soil laboratory was carried out, observing the performance of a granular material stabilized with portland cement type I and with Slow Cationic Asphalt Emulsion type CSS-1h, in this way to know which of both stabilizing materials is indicated to stabilize the base layer and be more resistant to vehicle loads.

For the analysis process, laboratory tests were carried out on the quarry soil to see that the selected quarry meets certain requirements to be used in stabilization with both materials.

Within this investigation with the data obtained in the soil laboratory, the pavement structural design process was carried out, for this we worked with the ASSHTO method to obtain the thickness to be used in the low volume traffic road on the LI-route. 113, district of Charat, Usquil, Huaranchal, in addition also with the values obtained in the design the unit costs were worked to know which of both stabilizers is less costly.

The technical comparison was also made, through the results of the tests done in the laboratory, then analyzed in unit costs and able to obtain a result that is economically convenient, but has efficient characteristics in construction as well as its performance. In the end, we conclude according to the technical and economic comparison made to soil stabilized with Portland Cement type I and to soil stabilized with Slow Cationic Asphalt Emulsion type CSS-1h, that when using cement it gives better resistance results against vertical loads and is economic.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

De conformidad y en cumplimiento de los requisitos mencionados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, es muy grato poner a vuestra consideración, este trabajo de Tesis que tiene como título:

“COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA EL CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO DE LA RUTA LI-113, DISTRITO DE CHARAT, USQUIL, HUARANCHAL, OTUZCO, LA LIBERTAD”

Esta Tesis que dejo a su criterio para su revisión y esperando poder reunir los requisitos para nuestra aprobación.

Jurado Evaluador

Presidente:

Dr. Enrique Lujan Silva

Secretario:

Ing. Juan Urteaga García

Vocal:

Ing. José Gálvez Paredes

Asesor:

Mg. Juan Paul Henríquez Ulloa

INDICE

DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
PRESENTACIÓN.....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	12
1.1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	12
1.1.2. ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	13
1.2. OBJETIVOS	13
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	13
1.2.2. OBJETIVO ESPECIFICO	14
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	14
1.3.1. JUSTIFICACIÓN ACADEMICO.....	14
1.3.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	14
1.3.3. JUSTIFICACIÓN TECNICO – ECONOMICO.....	14
1.3.4. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL.....	15
II. MARCO DE REFERENCIA.....	15
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	15
2.2. MARCO TEÓRICO.....	17
2.2.1. GENERALIDADES.....	17
2.2.2. TIPOS DE PAVIMENTOS.....	22
2.2.3. MATERIALES DE BASE Y SUB BASE.....	24
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	53
2.4. SISTEMA DE HIPÓTESIS.....	55
2.4.1. HIPÓTESIS.....	55
2.5. VARIABLES E INDICADORES.....	55
III. METODOLOGÍA EMPLEADA.....	56
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	56
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO.....	56
3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	57

3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	57
3.5.	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	58
IV.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	58
4.1.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	58
4.2.	DOCIMASIA DE HIPÓTESIS.....	80
V.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	81
	CONCLUSIONES.....	82
	RECOMENDACIONES	83
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	84
	ANEXOS	86

ÍNDICE DE TABLA

TABLA 1 GUÍA COMPLEMENTARIA REFERENCIAL PARA LA SELECCIÓN DEL TIPO DE ESTABILIZADOR.....	39
TABLA 2 DATOS DE LA DENSIDAD BULK.	42
TABLA 3 DATOS DE LA ESTABILIDAD MARSHALL.	43
TABLA 4 FACTOR DE CORRECCIÓN.....	44
TABLA 5 DATOS C.B.R.....	46
TABLA 6 CUADRO DE NIVEL DE CONFIABILIDAD.	47
TABLA 7 CUADRO DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL.	48
TABLA 8 ÍNDICE DE SERVICIALIDAD INICIAL.....	49
TABLA 9 ÍNDICE DE SERVICIALIDAD FINAL.	50
TABLA 10 VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL.	51
TABLA 11 CALIDAD DE DRENAJE.	52
TABLA 12 VALORES RECOMENDADOS DEL COEFICIENTE DE DRENAJE, PARA BASES Y SUBBASE GRANULARES NO TRATADAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	53
TABLA 13 PRESUPUESTO DE BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I.	78
TABLA 14 PRESUPUESTO DE BASE ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIÓNICA TIPO CSS-1H.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

En el Perú la construcción, mantenimiento y habilitación de obras viales es una de las actividades de mayor incidencia e impacto en ejecución de obras de infraestructura y sin duda es una de las áreas que aporta de una manera a las condiciones de vida de las comunidades vecinales o rurales, esto conlleva a que las personas tengan acceso a empleos, además mejoraría el turismo en las diversas zonas del territorio peruano, tiene mayor posibilidad las comunidades de transportar sus productos, también poder tener un acceso a las instituciones educativas y universidades, es por eso que el trabajo en las obras viales es una buena alternativa para el futuro de las personas en el territorio nacional.

Hasta el año 2019 según el ministerio de transporte y comunicación muestra datos que nuestro territorio nacional tiene un porcentaje de 17.03 % de vías pavimentadas y un 82.97% de vías no pavimentadas en todo el territorio nacional, dando a entender que hay un mayor porcentaje de vías que faltan por mejorar y construir, esto afecta a las comunidades en nuestro territorio nacional, es por ello que debido a este porcentaje que nos muestra el MTC., observamos la realidad en la que se encuentra nuestro país, afectando al transporte de los productos, turismo, economía, educación, entre otros, para mejorar la brecha en la cual nos encontramos y se pueda tener acceso a los diferente lugares a nivel nacional , departamental y rural, al saber la realidad de las vías en nuestro territorio nacional, departamental y rural se evalúa diferentes soluciones en las vías no pavimentadas para poder conectar los pueblos.

En el departamento de la Libertad también hay vías de acceso a los distritos que aún no están pavimentadas o son dañados debido a los

impactos de la naturaleza esto afecta a los pobladores, ya que las vías son el único medio por el cual transportan sus productos, dado el caso el impacto de la naturaleza juega un rol fundamental en esta realidad, debido que hay zonas en la sierra liberteña que necesitan de mejoramiento periódico en las vías, en tal sentido existen alternativas para estabilizar el suelo como: cemento, cal, emulsión asfáltica, cloruro de calcio, cloruro de magnesio, cloruro de sodio, con sales, productos químicos, utilizando estos materiales según cumpla con los parámetros establecidos como indica el MTC. En el manual de especificaciones técnicas generales EG-2013 en el capítulo III, la aplicación de estos materiales para estabilizar el suelo es de acuerdo a las características particulares de cada proyecto, principalmente de su ubicación y tipo de suelo predominante, estos materiales se dan como solución para las vías no pavimentadas para que tengan una mayor vida útil y presten un mejor servicio a los pobladores y también es una buena alternativa técnica, económica y ambiental.

1.1.2. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las diferencias técnicas y económicas del uso de los materiales Cemento Portland Tipo I y la Emulsión Asfáltica en la estabilización de base granular en el Camino de Bajo Volumen de Transito de la Ruta LI-113, Distrito de Charat, Usquil, Huaranchal, Otuzco, La Libertad?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar técnica y económicamente el uso de los materiales Cemento Portland Tipo I y la Emulsión Asfáltica en la estabilización de base granular en el Camino de Bajo Volumen de Transito de la Ruta LI-113, Distrito de Charat, Usquil, Huaranchal, Otuzco, La Libertad.

1.2.2. OBJETIVO ESPECIFICO

- Analizar los estudios de canteras a fin de implementar con soluciones básicas para la estabilización de base granular.
- Determinar las propiedades físicas – mecánicas mediante ensayos estándar y especiales en laboratorio, de la base granular estabilizada con Cemento portland tipo I y Emulsión Asfáltica.
- Determinar la dosificación óptima, realizando probetas de base granular estabilizada con Cemento portland tipo I y Emulsión Asfáltica.
- Determinar los espesores de la base granular estabilizada con Cemento Portland Tipo I y Emulsión Asfáltica.
- Comparar las principales ventajas técnicas y económicas en la utilización de estos dos tipos de estabilizantes.

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

1.3.1. JUSTIFICACIÓN ACADEMICO

La investigación se realizó porque existe una necesidad de mejorar o reforzar el conocimiento en la competencia de indagación científica de los profesionales encargados de dar soluciones viales o de aporte para mejorar investigaciones actuales.

1.3.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

La investigación se realizó porque se ve la necesidad de difundir propuestas de solución para mejorar redes viales en la sociedad con el fin de mejorar las vías de comunicación trayendo futuras mejoras en las oportunidades en educación, salud y trabajo a través del acceso a lugares alejados.

1.3.3. JUSTIFICACIÓN TECNICO – ECONOMICO

Los resultados de la investigación podría sistematizar en una propuesta para incorporar como solución para temas de construcción vial, los estabilizadores mencionados son soluciones

amigables con el medio económico y de poco tiempo de desarrollo que facilita su aplicación, mejora la base granular siempre y cuando se haga un correcto uso de la propuesta.

1.3.4. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL

Esta investigación se realizó con el propósito de aportar al conocimiento existente de los profesionales de Ingeniería Civil en el uso de la estabilización con cemento portland y emulsión asfáltica. Desde el punto de vista ambiental, el estudio de esta investigación va enfocado en el cuidado del medio ambiente, el material base para esta investigación se extraerá del lugar, no dañando el medio ambiente.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

a) Antecedentes Internacionales:

Sánchez Cotte, Edgar Humberto; Torres Chueco, Gleidys María; Esquivel Ramírez, Rodrigo Elías. (2019). En su tesis titulada: *“Desempeño de un material granular estabilizado con cemento cuando se aplica carga a compresión.”*. Tiene como objetivo principal está tesis de Colombia: Evaluar la resistencia a la compresión específicamente de un material tipo granular estabilizado con cemento para mejorar su diseño. Los elementos evaluados fueron la cantidad de adición de cemento, humedad y golpes de compactación. La investigación permitió conocer el valor óptimo de la cantidad de cemento en el área de experimentación seleccionada (150kg/m³). Por lo tanto, esta tesis nos aporta criterios en la toma de dosificación de los materiales a emplear, además vale recalcar que la arcilla y arena no proporcionan un aumento en la resistencia ante una carga, mientras que la cantidad de cemento que se agrega al suelo produce un efecto significativo.

Munera Miranda, J. y Aguilar Moya, J. (2017). En esta investigación titulada *“Metodología de Diseño para materiales granulares estabilizados con emulsión asfáltica- Costa Rica”*. Tiene como objetivo obtener el estudio del material granular estabilizado con emulsión asfáltica, de esta manera saber la metodología a emplear y también evaluar si es económico al utilizar este material como estabilizante. La investigación concluyo que el material granular es apto para estabilizar con cemento, se obtiene resultados con un adecuado recubrimiento, trabajabilidad y cohesión. Esta investigación nos brinda algunos criterios metodológicos que se emplearan en los ensayos con la emulsión asfáltica como estabilizante en suelo granular.

b) Antecedentes Nacionales:

Aliaga Rezza, F. y Soriano Ochoa, C. (2019). En esta tesis de Lima titulada *“Análisis de estabilización con cemento portland y emulsión asfáltica en bases granulares”*. Tiene como objetivo el análisis de la unión y o mezcla del suelo estabilizado con cemento y emulsión asfáltica de esta forma esta tesis nos brinda información sobre el comportamiento de estos estabilizantes y también la cantidad adecuada para estabilizar con emulsión asfáltica una base granular. La investigación concluyó que dado los datos obtenidos en la investigación podemos decir que estos dos materiales son aptos para la estabilización en un suelo granular con las siguientes características que el LL= 22, LP 18, IP= 3.6.

Por lo tanto, el aporte es la perspectiva que nos brindó este estudio para estar seguros en el desarrollo de la investigación en un suelo granular, brindando además la orientación con normas que se aplicaron en este estudio.

Chalán Machuca, E. (2018). En esta tesis de Cajamarca titulada *“Análisis de la disminución del espesor de un pavimento rígido estabilizando la sub base con cemento”*. Tiene como objetivo realizar un estudio del comportamiento de su espesor que ocurre en el

pavimento rígido cuando se le agrega a la subbase y la base material estabilizante cemento portland.

La investigación concluyo que debido a la estabilización en la subbase y base granular ocurre una disminución en el espesor del pavimento rígido de 24cm a 21cm, indicando el correcto comportamiento en el pavimento debido al estabilizar la base y subbase.

Por lo tanto, esta tesis nos brinda aportes en el criterio para utilizar el cemento como estabilizante en la capa base de material granular, de acuerdo al comportamiento que tiene el cemento al mezclarse, se aprecia que es un material que cumple con los estándares indicados.

De La Torre Illesca, M. (2018). En esta tesis de Lima titulada “Evaluación del Diseño De Pavimentos Estabilizados con emulsión asfáltica y cemento portland para el proyecto de conservación vial Puno Tacna Tramo Tarata, Capazo, Mazocruz”.

Tiene como objetivo la evaluación técnica del diseño de pavimento utilizando como estabilizantes dos tipos de materiales, de esta manera poder definir cuál de estos estabilizantes utilizados es más eficiente en el diseño de pavimento.

La investigación concluyó que los aportes estructurales del suelo estabilizado incrementan notablemente y hasta aumenta el valor de los coeficientes estructurales del suelo granular, también esta investigación concluye que el uso de emulsiones asfálticas ayuda a mejorar sus propiedades al suelo tratado, pero este eleva su costo considerablemente.

Por lo tanto, esta tesis mencionada nos brindó algunos criterios a tomar en cuenta tanto en las normas técnicas a seleccionar y también en el proceso de diseño mediante el método AASHTO 1993.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. GENERALIDADES.

Los pavimentos son diseñados para un determinado tiempo de

vida y con el fin de entregar el servicio esperado, es por eso que deben realizarse actividades de conservación rutinaria y periódica de manera adecuada para poder mantenerlos en un estado adecuado y evitar mayores gastos cuando estos hayan colapsado o estén en estado crítico.

En la figura 1 se aprecia el concepto de conservación vial, el cual permite mantener la infraestructura del país en mejores condiciones cuando esta recibe intervenciones oportunas que evitan un deterioro al final de la vida útil del proyecto.

La figura 1 es parte del documento “Experiencia de Conservación de Carreteras: Administración Directa - Contratos por Niveles de Servicio”, el cual fue publicado por el Ministerio de Nacional.

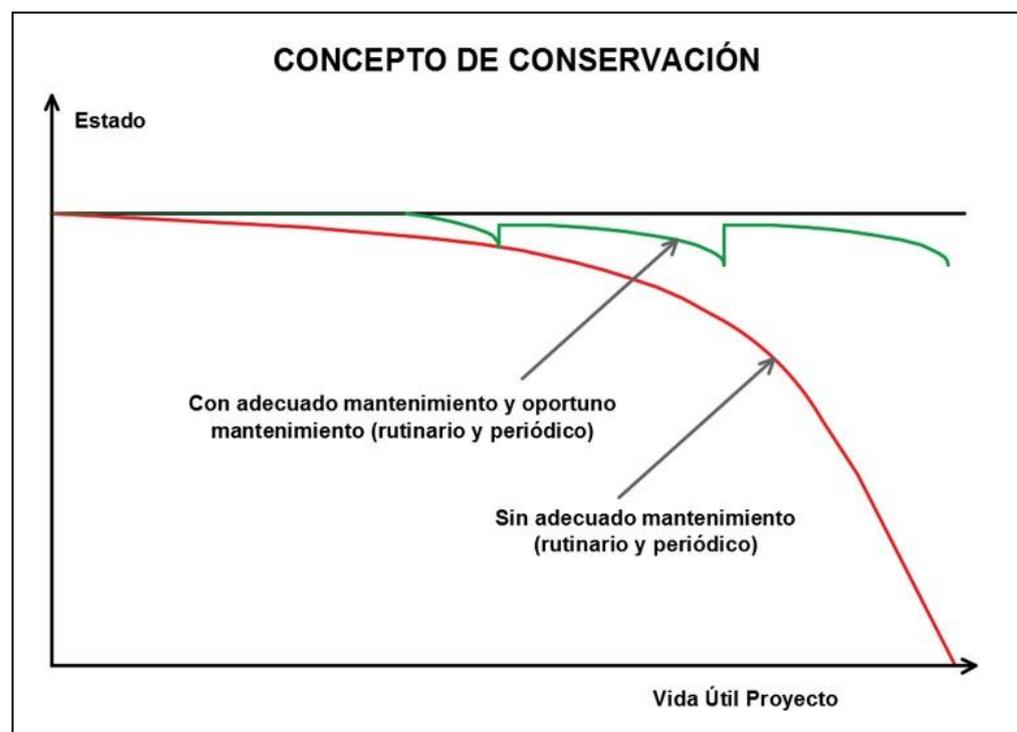


Figura 1: Concepto de conservación
Fuente: Experiencia de Conservación de Carreteras - 2011

Existen publicaciones realizadas por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL Naciones Unidas), organismo encargado de realizar evaluaciones de la problemática latinoamericana que van acompañadas de

propuestas que ciertos países consideraron para implementar en un sistema de gestión de conservación vial por Niveles de Servicio.

En el año 2002 mediante Decreto Supremo N° 033-2002-MTC se crea el Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional- Provias Nacional, siendo esta la unidad ejecutora, de carácter temporal y con autonomía técnica, administrativa y financiera con el fin de preparar, gestionar, administrar, rehabilitar y mantener la infraestructura de la Red Vial Nacional. Responsable de la ejecución de obras del programa de inversiones que corresponden a la construcción.

En ese contexto, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el año 2007 crea el programa de infraestructura vial “Proyecto Perú” en el ámbito del Acuerdo Nacional, el cual se encarga de reducir el déficit existente de infraestructura y propone incrementar la productividad y la competitividad. Actualmente el programa está en la Fase II brindando resultados positivos comprobados, con 8000 kilómetros de carreteras intervenidas que conforman la Red Vial Nacional a través de contratos de conservación vial, mejoramiento y rehabilitación cuyos plazos varían entre tres y cinco años, la información detallada líneas arriba se encuentra publicada en la página oficial de Provias Nacional con el título de “Presentación Programa de Infraestructura Vial Proyecto Perú”.

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2011) la relación entre conservación y mejoramiento o rehabilitación es inversamente proporcional, la cantidad de carreteras a intervenir bajo la modalidad de mejoramiento y rehabilitación es menor a medida que los programas de conservación vial son mayores. El documento “Experiencia de Conservación de Carreteras: Administración Directa - Contratos por Niveles de Servicio”

menciona que la intervención oportuna de las vías conlleva a que estas se mantengan en óptimo estado y es ratificado por la figura 2 de la presente investigación.

El punto más resaltante de los contratos de gestión y conservación por Niveles de Servicio, es la modalidad nueva en la que el contratista no se limita al cumplimiento y ejecución de obras, sino que también asume riesgos y garantiza que los tramos en conservación y mejoramiento se mantengan en Niveles de Servicio adecuados. La gestión vial es la actividad para conservar la red vial en un estado óptimo y promover su desarrollo a futuro, considerando ciertos requerimientos que se establecen al inicio. De esta manera se procura realizar y desarrollar nuevas tecnologías que mejoren la duración y ejecución de las actividades planeadas.

En lo que se refiere a estabilización de suelos, es una técnica que tiene como principal función mejorar las propiedades geotécnicas de los materiales mediante la incorporación de algún conglomerante, aditivo o agente estabilizador en general para permitir el aprovechamiento de suelos de la traza de deficiente calidad o de suelos de cantera cercanos al sitio en donde se planea conformar la capa granular.

El Instituto Español del Cemento (2013) presentó los beneficios de la estabilización de suelos con cemento, entre ellos el beneficio más resaltante es el del incremento de la capacidad portante de la capa estabilizada, aumentando la resistencia a las cargas que el afirmado recibe, por ende, la vida útil del pavimento aumenta.

Del mismo modo, se asegura la reducción de la sensibilidad al agua y la helada y el incremento de su resistencia a la erosión.

Económicamente se reducen los plazos de ejecución debido a que la estabilización se logra con equipos de alto rendimiento, logrando disminuir espesores de capas frente a soluciones de suelos que no han sido tratados. Existen ciertas limitaciones a la hora de estabilizar suelos con cemento, los cuales están ligados a factores climatológicos; si hay presencia de temperaturas altas existe un riesgo de desecación del material el cual tiende a alterarse desfavorablemente y perjudica las propiedades de hidratación del cemento.

De igual manera en el escenario opuesto, cuando hay presencia de temperaturas menores a 5°C no es recomendable extender el material ya que la ganancia de resistencia es muy baja y en algunos casos inexistente, pero lo cual se tendrá que aplicar cementos con presencia de adiciones y así obtener resistencias mayores, incrementando de costos de producción.

De acuerdo al American Concrete Institute (ACI), se define al Suelo Cemento como “Un material que se produce mezclando, compactando y curando una combinación de suelo/agregado, cemento Portland, agua y posiblemente adiciones incluyendo puzolanas, para formar un material endurecido con propiedades específicas de ingeniería (ACI 230.1R)”.

Almeida F. y Sánchez E. (2011) explicaron la aplicación de las emulsiones asfálticas en distintas áreas de construcción vial. Siendo el más importante, la obtención de materiales de alta resistencia para capas granulares. Asimismo, mencionan que la finalidad de estabilizar un suelo con emulsiones asfálticas es la de reducir los costos de construcción y si se consideran los aspectos sociales y sostenibles, la disminución de emisión de dióxido de carbono producto del transporte de material desde los puntos en donde se explotará material de cantera para conformar las capas granulares. Considerando que el uso de material

selecto de cantera se realiza cuando se determina que el material existente no cumple con los ensayos ejecutados para evaluar si es adecuado.

Además, las emulsiones asfálticas se trabajan a temperatura ambiente y no requieren ser calentadas estas para poder manipularlas, reduciendo tiempos no productivos e incidentes o accidentes de trabajo.

La finalidad del estabilizado por medio de emulsiones es dotar al suelo de una alta resistencia mecánica que dure en el tiempo, considerando que es una alternativa ecológica ya que el agua es el único componente liberado hacia el medio ambiente.

2.2.2. TIPOS DE PAVIMENTOS.

Pavimentos flexibles.

Un pavimento flexible es aquel que está conformado por una capa o carpeta asfáltica, entendiéndose por capa o carpeta asfáltica, una mezcla de agregados gruesos o finos (zarandeados y triturados) con material bituminoso. La mezcla producida es compacta y al mismo tiempo plástica. El uso de este tipo de pavimentos generalmente se realiza en zonas de abundante tráfico.

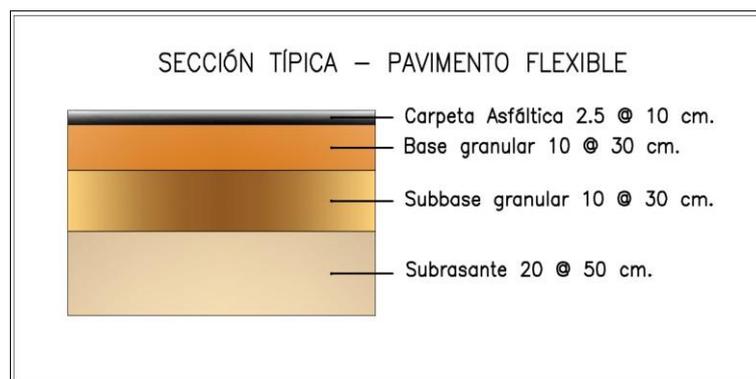


Figura 2 : Sección típica del pavimento flexible

Fuente: Adaptado del Manual de Carreteras
“Suelos, Geología,

Usualmente las capas de estas estructuras se colocan en orden descendente de acuerdo a la capacidad de carga, considerando que la capa superior es la que mayor capacidad posee; asimismo estas están conformadas por una capa de rodadura asfáltica, base, subbase y subrasante.

Pavimentos rígidos.

Un pavimento rígido es aquel que está conformado por una losa de concreto simple o armado, se apoya directamente sobre una base o subbase de material granular.

Debido a la alta rigidez del concreto, la losa absorbe considerablemente los esfuerzos que se aplican directamente en la estructura del pavimento producto del tráfico de vehículos, distribuyendo las cargas de las ruedas y produciendo tensiones muy bajas en la subrasante.

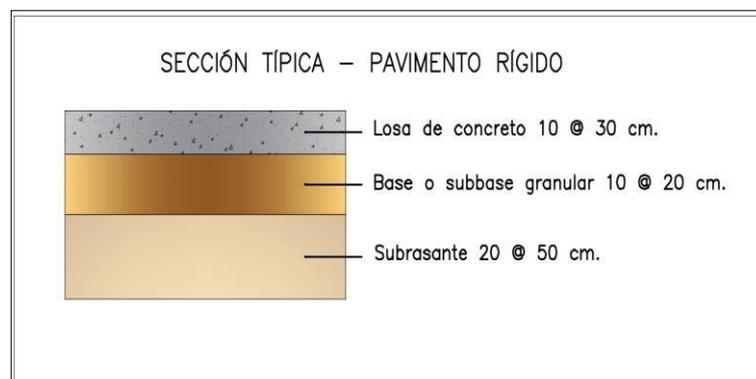


Figura 3: Sección típica del pavimento rígido

Fuente: Adaptado del Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos

Pavimentos semirrígidos.

Un pavimento semirrígido es aquel en el que se combinan los dos tipos de pavimentos mencionados anteriormente; se podría decir que es un pavimento que posee ambas características y generalmente las capas rígidas están ubicadas en la zona inferior y las capas flexibles en la zona superior de la estructura.

La distribución de esfuerzos de cada estructura varía de acuerdo a las capas que posean, siendo las de mejor desempeño las estructuras rígidas, pero cabe mencionar que los costos de construcción son más elevados que una estructura flexible.

A continuación, se presenta la figura 5 en donde se aprecia la distribución de los esfuerzos producidos por las llantas de los vehículos (cargas puntuales) en cada estructura.



Figura 4: Diagrama de esfuerzos en pavimentos

Fuente: Adaptado del Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos"

2.2.3. MATERIALES DE BASE Y SUB BASE

Los materiales utilizados para la construcción de las capas del pavimento generalmente provienen de canteras selectas de origen coluvial o aluvial, asimismo se pueden reutilizar los suelos de la plataforma existente mediante técnicas de reciclado in-situ o en planta.

Por lo general, el parámetro de evaluación para determinar si una base o subbase es adecuada es el Valor Relativo de Soporte o CBR (California Bearing Ratio por sus siglas en inglés), el cual determina la resistencia al corte de los suelos.

Los valores mínimos exigidos para una subbase y base son de 40% y 80% respectivamente, siempre y cuando el tráfico sea

menor a un millón de ejes equivalentes, caso contrario el CBR mínimo de una base es 100%; el ensayo de CBR es referido al 100% de la Máxima Densidad Seca del suelo y una penetración de carga de 0.1" (2.5mm).

Por otra parte, es recomendable que el módulo de elasticidad de las bases que soportan carpetas asfálticas sea semejante al de esta última; por tal motivo, es recomendable estabilizarlas usando conglomerantes tales como cemento Portland, cal hidratada o cemento asfáltico; ya que, si la capa granular sufre deformaciones, la carpeta puede fisurarse o agrietarse de forma prematura.

Estabilización de materiales.

Existen circunstancias en las que los materiales de cantera cercanos al lugar de construcción no cumplen con los requisitos establecidos para ser utilizados en las distintas capas de la estructura del pavimento; en consecuencia, se precisa realizar otro tipo de intervenciones entre las cuales están:

- Disgregación.
- Zarandeado.
- Trituración.
- Estabilización.

Las primeras tres intervenciones tienen como objetivo principal reducir el tamaño del agregado para que cumpla la granulometría establecida. De la misma manera la última intervención brinda características aceptables que el suelo no posee o en caso las posea, mejorarlas.

Las propiedades más resaltantes que la estabilización de suelos pretende mejorar son como sigue:

- Estabilidad volumétrica.
- Resistencia mecánica.
- Permeabilidad.
- Durabilidad.
- Compresibilidad.

Existen distintos métodos para estabilizar suelos, entre los cuales están:

- Mezclado con otros suelos o la variación de su granulometría.
- Adición de cal hidratada.
- Adición de cemento Portland.
- Adición de asfalto.
- Adición de estabilizadores químicos o productos diversos (sales, ácidos inorgánicos y/o polímeros).

La presente investigación se enfocó puntualmente en dos tipos de estabilización; la primera mediante la adición de cemento Portland y la segunda mediante la adición de asfalto, resaltando que la incorporación de asfalto no fue directa; es decir, se usaron emulsiones asfálticas cuyo residuo asfáltico fue de 60.5% respecto al peso total de la emulsión, el 39.5% restante representó el agua.

Una base negra es aquella que se produce producto de la mezcla de agregado con cualquier tipo de material asfáltico, con el fin de mejorar las propiedades mecánicas, granulometría, estabilidad, resistencia, para que pueda soportar condiciones adversas a las que estará expuesta.

Evaluación de canteras.

Las canteras son áreas donde predominan de material pétreo de origen aluvial para que sean utilizados en las obras de ingeniería. Para evaluar las canteras realizar

ensayos de laboratorio de suelos para Identificarlas y después evaluarlas son acciones determinantes para saber respecto a su viabilidad, es por ello que existe un proceso de evaluación que da a conocer ciertas características mecánicas, calidad, rendimiento, formas de extracción del material, disponibilidad, acceso, ubicación, entre muchas otras más.

La finalidad de evaluar canteras es definir las zonas más pertinentes para la explotación de materiales considerando que estas sirvan para la construcción de capas del pavimento y tomando en cuenta; las características geomorfológicas de las unidades de acumulación, extensión, existencia de posibilidad de reposición, facilidad de explotación y minimizar las distancias de acarreo.

Complementariamente, se debe evaluar un plan adecuado de utilización y contingencias con intervención directa de las áreas involucradas (geotecnia, geología, pavimentos, medio ambiente, etc.) y considerando que la explotación debe realizarse en épocas de verano o estiaje.

Pruebas de clasificación para materiales pétreos y suelos.

Existen diversas pruebas para la clasificación de los materiales pétreos y suelos que son empleados en las capas del pavimento; con el fin de decidir si estos serán adecuados para el uso en las actividades de construcción de la estructura del pavimento.

Los diferentes métodos de ensayos que se realizan siguen los procedimientos definidos en el Manual de Ensayo de Materiales M.E.M. -2016, en esta norma se establecen los lineamientos adecuados, materiales, equipos y cálculo de los

resultados para la presentación de los certificados de calidad.

La importancia de realizar las pruebas de clasificación radica en conocer las características geológico-geotécnicas y de esta manera poder definir las acciones de intervención o solución que mejor se ajusten a las condiciones existentes.

Es adecuado tener en cuenta que la variabilidad e incertidumbre siempre está presente, por ende, se deben prever acciones para mitigarlas durante las siguientes etapas:

- Exploración.
- Muestreo.
- Análisis.
- Modelación (en caso requiera).
- Cálculo.
- Interpretación de datos.

A continuación, se presentan los ensayos más relevantes realizados, no obstante, no son los únicos, ya que existen ensayos complementarios.

Granulometría.

Mediante la granulometría se obtiene la distribución para cada tamaño de partícula presente en las muestras de suelo.

Para obtener dicha distribución de tamaños, se usan mallas o tamices normalizados y numerados, los cuales son dispuestos en orden decreciente.

El proceso consiste en hacer pasar el material por todos los tamices, pesar las partículas retenidas en cada malla y obtener el porcentaje retenido acumulado respectivo en función del peso seco total, para finalmente presentar los resultados expresados en porcentaje pasante por cada malla.

La figura 5 muestra una curva granulométrica típica que se obtiene a partir de los datos tabulados de aberturas de malla y porcentaje pasante por cada una de estas.

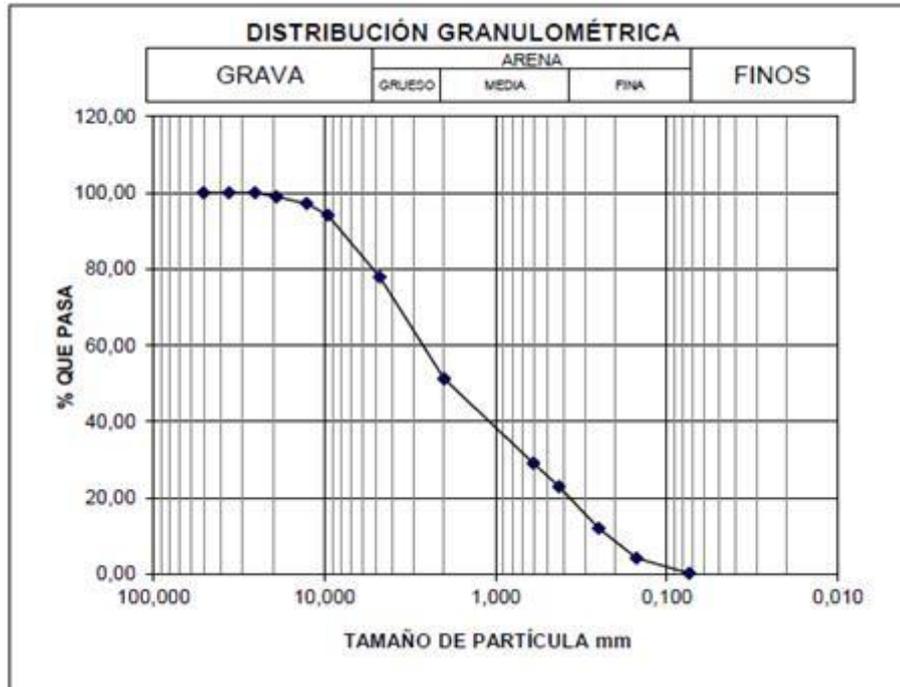


Figura 5: Curva granulométrica típica del material ensayado.

Fuente: Elaboración propia

Límites de Atterberg.

Los límites de Atterberg o también llamados límites de consistencia se enfocan en el concepto de que un suelo de granos finos posee cuatro estados de acuerdo a la humedad que este presenta. De este modo cuando un suelo está seco, se encuentra en estado sólido. Al agregar agua parcialmente va cambiando de estados desde un estado semisólido a estado plástico, hasta llegar a un estado líquido. Los contenidos de humedad frontera son denominados límites de Atterberg.

El límite plástico y líquido sirven para poder clasificar los suelos de acuerdo al sistema SUCS o AASHTO.

La figura 6 que se muestra a continuación, muestra en el eje de las abscisas el valor del contenido de humedad que representa el Límite Líquido cuando se realiza el ensayo con la copa de Casagrande.

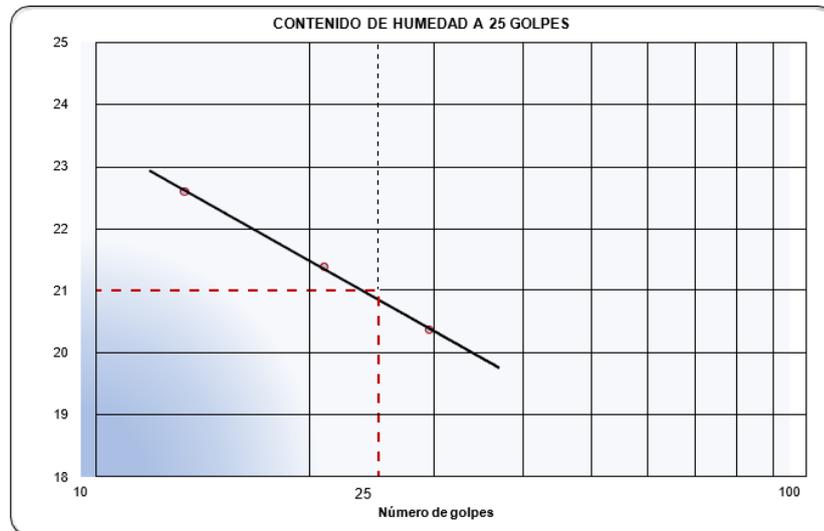


Figura 6: Recta típica para obtener el límite líquido del material ensayado.

Fuente: Elaboración propia

Materia orgánica.

La materia orgánica en un suelo es un factor determinante a la hora de construir pavimentos, ya que con el paso del tiempo esta se degrada y se desvanece; dejando de ocupar el volumen inicial en la capa del suelo, consecuentemente el material empieza a presentar vacíos y tiende a producir fallas por asentamiento.

Por tal razón, no es recomendable utilizar suelos con altos contenidos de material orgánico.

Desgaste.

Durante el diseño de mezclas y producción de suelos granulares, es importante conocer las propiedades físicas más relevantes; en los agregados gruesos una propiedad que no puede ser omitida es el desgaste o resistencia a la abrasión, ya que mediante este

parámetro se conoce la durabilidad del material cuando este es sometido al roce continuo entre partículas con esferas de acero. El valor admisible de desgaste máximo varía de acuerdo al tipo de estructura que se realizará (terraplén, subbase, base, concreto hidráulico, entre otros).

Equivalente de arena.

Las capas de la estructura del pavimento tienden a disminuir su resistencia cuando estas poseen grandes cantidades de arcilla y limos contaminantes, debido a que son materiales finos susceptibles al agua que además terminan dañando al pavimento. El método sirve para determinar la relación entre la altura de la arena y la altura de la arcilla después de un periodo de sedimentación.

Forma de la partícula.

La forma y la textura de las partículas cumplen un rol de suma importancia durante el uso de las mismas, los materiales que poseen cantidades elevadas de partículas planas y alargadas son susceptibles a quebrarse cuando se les aplica una fuerza externa mínima; es por eso que se recomienda usar materiales con formas irregulares que tengan un área superficial adecuada para que se puedan unir correctamente con el cemento asfáltico o cualquier otro aglomerante y lograr la resistencia más elevada posible.

Textura de la superficie.

La trabajabilidad de un material estabilizado se ve afectada por la textura del agregado, factor que influye en la resistencia final del producto terminado y las características de resistencia al deslizamiento

Absorción.

La capacidad de los agregados para absorber agua o asfalto es un parámetro decisivo a la hora del diseño debido a que agregados porosos requieren cantidades más elevadas de asfalto a diferencia de uno menos poroso. Por ende, este criterio es determinante durante la evaluación de los agregados pétreos existentes en la plataforma o selectos de cantera.

Proctor Modificado.

Mediante la aplicación de una determinada energía al suelo, este se compacta causando la variación de la densidad, en función al contenido de humedad que el suelo posee. Este método actualmente es el más usado y confiable para obtener valores máximos de densidad seca y óptima contenidos de humedad de un suelo.

Inicialmente sólo existía el ensayo normalizado de Proctor Estándar, pero este fue actualizado, puesto que las cargas que los suelos soportaban eran mayores y se consideró pertinente realizar una modificación que simule de manera más precisa el mismo efecto a menor escala.

La variante de este ensayo (Proctor Modificado), que es usado generalmente en obras geotécnicas radica en la energía de compactación aplicada, la cual cambia de acuerdo a cada suelo ensayado, modificando:

- Tamaño del molde.
- Cantidad de golpes aplicados.
- Número de capas.
- Peso del pisón.
- Altura de caída del pisón.

Cabe resaltar que existen tres métodos empleados en ambos

tipos del ensayo de Proctor, dependiendo de la disposición de las partículas.

En la figura 7 se muestra la curva típica que describe los valores de densidad seca obtenidos para cada humedad de compactación establecido.

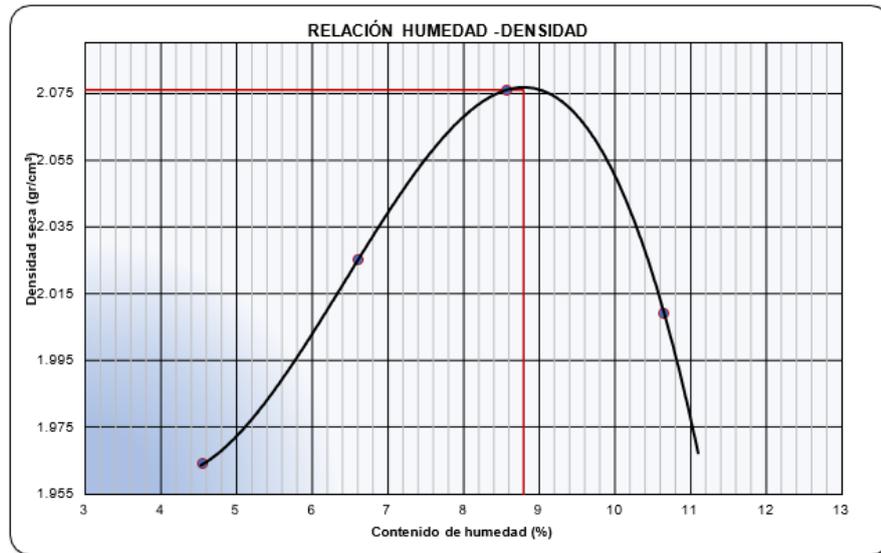


Figura 7: Parábola típica de relación humedad-densidad seca del material ensayado

Fuente: Elaboración propia

Como ya se indicó previamente, el método de Proctor Modificado simula de manera más adecuada las cargas de los vehículos pesados, por otra parte, el término “compactación” es usado cuando se hace alusión a un medio por el cual se pretende mejorar artificialmente las propiedades mecánicas de un suelo (densificar), aumentando la resistencia y capacidad de carga del material, reduciendo los vacíos e incrementando el comportamiento esfuerzo- deformación del suelo. El grado de compactación de un suelo es la relación entre la Máxima Densidad Seca obtenida en campo y la Máxima Densidad Seca obtenida en laboratorio, expresado en porcentaje.

Valor Relativo de Soporte (CBR).

El Valor Relativo de Soporte o CBR es el ensayo que permite

analizar y evaluar la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de densidad y humedad controladas, aplicando una carga que usa un pistón metálico de 0.5 pulgadas cuadradas con el fin de penetrar la superficie del suelo compactado en un molde metálico a una velocidad constante.

Este parámetro es definido como la fuerza requerida para que un pistón normalizado penetre a cierta profundidad, expresado en porcentaje de fuerza necesaria para que el pistón penetre a esa misma profundidad y con la misma velocidad un molde normalizado con un material patrón chancado.

La figura 8 muestra las curvas elaboradas a partir de las lecturas de carga aplicada en la prensa CBR vs. Penetración para distintas energías de compactación (56, 25 y 12 golpes).

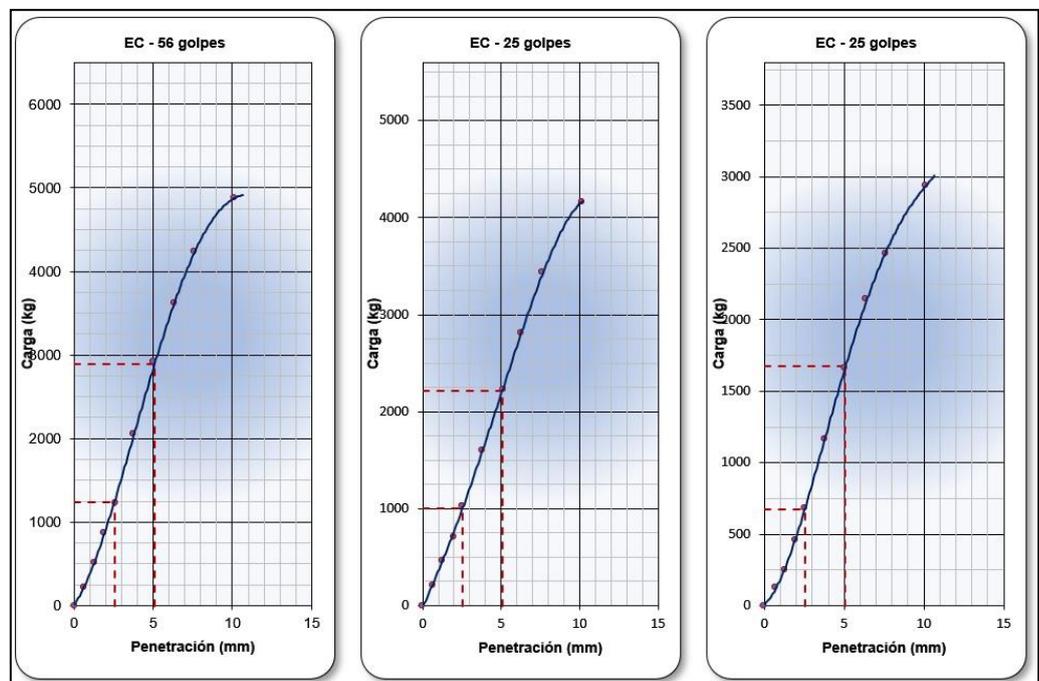


Figura 8: Curvas penetración vs carga para 56,25 y 12 golpes del material ensayado

Fuente: Elaboración propia

De la figura 8 se obtienen en total seis valores; los cuales son las cargas leídas para 0.1" y 0.2" de penetración y para los tres tipos de energía.

Finalmente se grafican estos seis valores con las tres densidades

secas obtenidas del ensayo de CBR para cada energía de compactación como se muestra en la figura 10 y se reporta el valor de CBR al 100% o 95% de la Máxima Densidad Seca, dependiendo de la capa que se esté analizando.

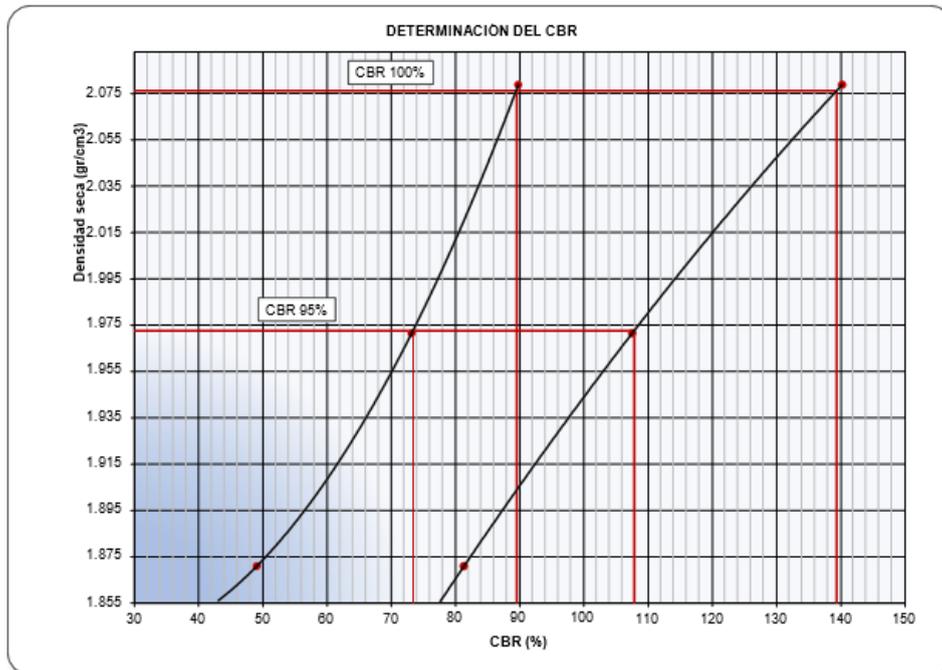


Figura 9: Curvas típicas de relación CBR-densidad seca del material ensayado

Fuente: Elaboración propia

Estabilización y rehabilitación de pavimentos.

La rehabilitación de pavimentos se realiza posteriormente a la identificación de una necesidad de acción. Identificado el problema se recolecta la información disponible realizando una investigación detallada mediante juicio experto para determinar la raíz del deterioro. El proceso de diseño de estabilización y rehabilitación de pavimentos fundamentalmente involucra cuatro variables indispensables tales como el análisis de tráfico, identificación de las soluciones, diseño de mezclas y el diseño de pavimentos.

Considerando estas variables, es de vital importancia identificar

dos reglas de oro que se aplican a todo tipo de actividades de rehabilitación

Maquinaria empleada.

Para lograr la estabilización de un suelo es necesario que este sea mezclado con algún agente estabilizador, los cuales para esta investigación son el cemento Portland y la emulsión asfáltica.

Cuando se pretende usar el material existente y trabajarlo in-situ con algún agente estabilizador añadido, se realiza la técnica de reciclado.

En ciertos escenarios cuando se exige usar material de canteras selectas y no se cuenta con una planta mezcladora, previamente se realiza el tendido del material selecto en la vía y el rodillo liso realiza un ciclo de compactación para mantener la humedad.

Seguidamente se realiza el mismo proceso de reciclado estándar y se cumple el diseño establecido (100% del material selecto o mezcla de este último con material existente).

El tren de trabajo in-situ se puede configurar de distintas maneras, dependiendo del agente estabilizador y la aplicación a realizar.

Diseño del material granular estabilizado con cemento Portland.

Los Componentes del Suelo estabilizado con Cemento:

- a. **Agua:** debe estar limpio, sin ninguna impureza o cantidades que sean perjudiciales como ácidos y álcalis.
- b. **Suelo:** en general todos los suelos se pueden estabilizar con cemento portland. Necesariamente no es necesario que sean materiales que tenga las características bien graduados ya que la cohesión se obtiene por hidratación del material cemento. Vale recalcar que si hay materiales mal gradados o que contiene mayor porcentaje de finos se requerirá mayor cantidad de cemento portland, y es ahí donde decimos que no debe haber vacíos y es por ello que se utiliza material solido (material grueso).

Existen variedades de materiales, pero los materiales indicados para que se utilice el cemento, es los suelos granulares, o también se pueden mezclar los agregados como, por ejemplo: limos, gravas, arenas finas y gruesas.

Diferenciamos 3 tipos de suelos y son los siguientes:

- c. Arenas y gravas:** estos dos tipos de materiales son aptos para poder trabajar con cemento portland ya que es fácil efectuar un buen trabajo de pulverización y además también disminuye la cantidad de cemento a utilizar en las mezclas del suelo cementos.
- d. Suelos arenosos:** en este tipo de material como tiene mayor cantidad de finos hay una deficiencia, para que este material sea utilizado en mezclas de suelo cemento, va a requerir una mayor cantidad de cemento, además va a generar problemas por la falta de cohesión en la construcción, y el aumento de plasticidad.
- e. Suelos limosos y arcillosos:** en este tipo de material como tiene mayor cantidad de finos y arcillas hay una deficiencia, para que este material sea utilizado en mezclas de suelo cemento, va a requerir una mayor cantidad de cemento, además en los suelos arcillosos es muy poco aplicable el cemento portland. Lo que si se ha utilizado para este tipo de material es la cal.

Resultado al mezclar suelo cemento portland

El suelo cemento es el resultado de la mezcla de agua más cemento y suelo disgregado especialmente para este tipo de mezcla, al final se obtiene un material con mejores características de resistencia y durabilidad. En este tipo de mezcla los granos del suelo se encuentran unidos entre si dentro de la pasta del cemento. Es por ello que su resistencia es menor a la de un concreto y además su módulo de elasticidad es bajo que las condiciones de un concreto de construcción.

Debemos tener en cuenta ciertas propiedades al momento de realizar la mezcla suelo y cemento portland para que esta mezcla sea durable y este más resistente:

- **Que tenga una máxima densidad y una buena compactación uniforme en la mezcla.** Principalmente debemos tener en cuenta la cantidad de cemento que se utilizara sin que vaya a ocurrir una disminución en la resistencia o también que ocurra cambios en el volumen y en humedad volviendo más deficiente en la muestra suelo cemento.

“Según la norma nos dice que los suelos que tienen mejores condiciones para estabilizar son los suelos granulares, A-1, A-2 y A-3, con finos de plasticidad baja o media que tengan un límite líquido menor a 40 y un índice plástico menor igual a 18”. (MTC, Suelos, G.P., pg. 118).

“También la norma de estabilización con cemento nos dice que la resistencia de la estabilización aumenta cuando hay más contenido de cemento. Cuando añadimos cemento al suelo y antes de que comience el proceso de fraguado el índice de plasticidad disminuye, por otro lado, su límite líquido varia ligeramente y la densidad máxima y humedad optimo incrementa o disminuye ligeramente, dependiendo del tipo de suelo a utilizar”. (MTC, Suelos, G.P., pg. 118).

En la siguiente figura se muestra una Guía Complementaria referencial para la selección del tipo de estabilizador según el manual de carreteras “suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”

Tabla 1 Guía Complementaria referencial para la selección del tipo de Estabilizador

ESTABILIZADOR RECOMENDADO	NORMAS TECNICAS	SUELO	CURADO	OBSERVACIONES
CEMENTO	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C 150	A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7 LL < 40% IP ≤ 18% CMO < 1.0% Sulfatos < 0.2% Abrasión < 50%	7 días y su dosificación es de 2-12%	Diseño de mezclas de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
EMULSIÓN	ASTM D 2397 ó AASHTO M208	A-1, A-2 y A-3, Pasante malla N°200 ≤ 10% IP ≤ 8% Equiv. Arena ≥ 40% CMO < 1.0% Sulfatos < 0.6% Abrasión < 50%	Mínimo 24 horas y su dosificación es de 4-8%	Cantidad de Aplicación a Ser Definida de acuerdo a resultados del ensayo Marshall Modificado o Illinois.
Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología y Geotecnia.				

Diseño del material granular estabilizado con emulsión asfáltica.

No existe un procedimiento de diseño de suelos estabilizados con emulsión que sea definitivo y existen distintas propuestas tales como:

- Método de compresión simple y pérdida de estabilidad.
- Método Argentino.
- Método Alemán.
- Método Marshall Modificado.

Se debe tener en cuenta que los métodos listados líneas arriba tienen por finalidad determinar el contenido óptimo de asfalto residual, peso volumétrico máximo y el desempeño de este en condiciones de humedad y temperatura críticas.

La investigación se realizó considerando la metodología Marshall Modificada propuesta por la Universidad de Illinois.

El procedimiento de diseño será detallado en la siguiente subsección, sin embargo, este método básicamente consiste en fabricar especímenes cilíndricos, para obtener parámetros de diseño que permitan determinar si el suelo estabilizado es adecuado para su aplicación en campo. Dichos parámetros son:

- Estabilidad seca y húmeda.
- Flujo.
- Pérdida de estabilidad.
- Peso específico.
- Porcentaje de vacíos.

Ensayo Marshall -Método Illinois Aplicado a Nuestra Investigación.

El objetivo de este ensayo es encontrar el contenido óptimo de emulsión asfáltica que se aplicara en la estabilización del material a utilizar, teniendo en cuenta las características o comportamiento de las muestras a utilizar.

Las muestras que se utilizara para hacer los ensayos son muestras bituminosas moldeadas, y sobre estas muestras son aplicados cargas, para que con esto podamos tener valores de la densidad Bulk, Estabilidad, Contenido de Humedad y porcentaje de Vacíos.

Con Finalidad para un diseño de mezcla, los valores que se obtienen de los ensayos de estabilidad, densidad, porcentaje de vacíos deberán consistir en obtener el promedio de 3 muestras como mínimo según indica la norma M.T.C. E-504, cada porcentaje de emulsión asfáltica aplicada tiene un incremento de 0.5%.

Equipos para Preparar las Muestras del Ensayo

- Se utilizó moldes cilíndricos con placas de base y collarines para colocar la muestra.
- Se utilizó una Maquina de carga a compactación.
- Martillo de Compactación.
- Se utilizó un sostén de molde, para la muestra al momento de compactar

el martillo estará montado encima de un pedestal de compactación, de modo que la muestra cilíndrica quede centrada junto con el pedestal, además también el martillo de compactación debe estar bien puesto.

- Se utilizó también Horno para calentar a muestra, bandejas
- Termómetro bien calibrado con este termómetro se determinó la temperatura del material como los agregados, bitúmenes y mezcla bituminosa para este ensayo Se utilizó un termómetro con un rango de 10 a 200°C.
- Se utilizó balanza con una aproximación de 0.1 g.
- Guantes para los equipos calientes en el ensayo.
- Cucharón para utilizar en los agregados

Procedimiento:

Primeramente, la Preparación de Agregados, consiste en secar en el horno a una temperatura de 110 °C. Después de haber secado los agregados, pasa por un proceso de tamizado.

Para la mezcla se utilizó un tamaño máximo de 1", para realizar la mezcla con la emulsión asfáltica catiónica lenta tipo CSS- 1H con los siguientes porcentajes de asfalto residual de 1.3%,1.8%,2.3% y 2.8%, luego la muestra mezclada es llevada al horno donde se calentó a una temperatura de aproximadamente 175°C a 190°C.

A los moldes cilíndricos se le pasa Aceite en el contorno del molde y la base, esto hace que no se pegue al molde la muestra, una vez hecho esto se procede a llenar el molde cilíndrico con la muestra ya mezclada, aproximadamente 1200g de muestra son agregados al molde.

Una vez puesto el material mezclado al molde para que de esta manera se le aplique los golpes, son 75 golpes por ambos lados de la muestra.

Una vez ya aplicado los golpes, se procede a dejar reposar a temperatura ambiente, para luego extraer la probeta del molde y a pesar la probeta.

Se coloca un dispositivo de medición de carga adecuado en la maquina Marshall, las probetas se colocan en baño de agua por 30 minutos

Posteriormente se colocan en la mordaza Marshall y estas se colocan en la parte inferior de la prensa, asegúrese de colocar una esfera entre el pistón y la mordaza, no olvidando de colocar el dispositivo de medición de flujo, se coloca todos los medidores en 0.

Luego se comienza aplicar carga para obtener la estabilidad.

Cálculo del Ensayo Marshall

El material utilizado para este ensayo cumple con los parámetros indicados en el Manual de Carreteras Suelos Geología y Geotecnia, al material natural se realizó el ensayo granulométrico y pudimos constatar que si cumplía como por ejemplo la norma nos dice que debe tener un máximo de 10% de material pasante por la malla número 200, el IP tiene que ser menor al 9%. Con los datos obtenidos en el ensayo granulométrico el porcentaje de material pasante en el tamiz número 200 es de 4.4%, también el material es no plástico, entonces podemos concluir que es un material apto para mezclar con emulsión asfáltica.

A continuación, se muestra el porcentaje que pasa en la malla número 200, en el ensayo granulométrico.

En la siguiente figura se muestra los datos obtenidos de la densidad Bulk:

Tabla 2 Datos de la Densidad Bulk.

DESCRIPCIÓN	Seco		
	1	2	3
DENSIDAD BULK			
1 Peso de la probeta en aire (D)	1105.9	1106.3	
2 Peso de la probeta en agua (E)	618.9	619.5	
3 Peso de la probeta SSD (F)	1109.7	1110.9	
4 Volumen por desplazamiento	490.8	491.4	
5 Densidad Bulk (G)	2.253	2.251	
6 Densidad Seca Bulk	2.246	2.242	2.244

Fuente: Elaboración Propia.

Para Calcular esos valores se utilizó las siguientes Formulas:

Volumen por Desplazamiento:

$$V_d = F - E$$

V_d = Volumen por Desplazamiento

F = Peso de la Probeta en aire SSD

E = Peso de la Probeta en Agua

Densidad Bulk:

$$\rho_b = \frac{D}{F - E}$$

ρ_b = Densidad Bulk

D = Peso de la Probeta en Aire

F = Peso de la Probeta en aire SSD

E = Peso de la Probeta en Agua

Densidad Seca Bulk

$$\rho_{sb} = \frac{I}{V_d}$$

ρ_{sb} = Densidad Seca Bulk

I = Peso de la Muestra Seca

V_d = Volumen por Desplazamiento

En la siguiente figura se muestra los datos obtenidos en la Estabilidad Marshall:

Tabla 3 Datos de la Estabilidad Marshall.

Descripción	Seco			Saturado		
	1	2	3	4	5	6
Estabilidad (22.2 °C)						
1	Estabilidad (kg-f)	1476	1455	786	829	
2	Factor de Corrección	1.09	1.09	1.09	1.14	
3	Estabilidad Corregida(kg-f)	1609	1586	857	945	

Fuente: Elaboración Propia.

El factor de corrección de acuerdo a la norma que se presenta a continuación:

Tabla 4 Factor de Corrección

Volumen del espécimen, cm ³	Espesor del espécimen		Razón de la correlación
	mm.	Pulg.	
200 - 213	25,4	1,00 (1)	5,56
214 - 225	27	1,06 (1 1/16)	5
226 - 237	28,6	1,12 (1 1/8)	4,55
238 - 250	30,2	1,19 (1 3/16)	4,17
251 - 264	31,8	1,25 (1 1/4)	3,85
265 - 276	33,3	1,31 (1 5/16)	3,57
277 - 289	34,9	1,38 (1 3/8)	3,33
290 - 301	36,5	1,44 (1 7/16)	3,03
302 - 316	38,1	1,50 (1 1/2)	2,78
317 - 328	39,7	1,56 (1 9/16)	2,5
329 - 340	41,3	1,62 (1 5/8)	2,27
341 - 353	42,9	1,69 (1 11/16)	2,08
354 - 367	44,4	1,75 (1 3/4)	1,92
368 - 379	46	1,81 (1 13/16)	1,79
380 - 392	47,6	1,88 (1 7/8)	1,67
393 - 405	49,2	1,94 (1 15/16)	1,56
406 - 420	50,8	2,00 (2)	1,47
421 - 431	52,4	2,06 (2 1/16)	1,39
432 - 443	54	2,12 (2 1/8)	1,32
444 - 456	55,6	2,19 (2 3/16)	1,25
457 - 470	57,2	2,25 (2 1/4)	1,19
471 - 482	58,7	2,31 (2 5/16)	1,14
483 - 495	60,3	2,38 (2 3/8)	1,09
496 - 508	61,9	2,44 (2 7/16)	1,04

Fuente: M.T.C. E 504.

Este factor se da con respecto al espesor aproximado de la briqueta en cm, que en nuestro caso tiene un espesor aproximado de 6.03 entonces el factor de corrección sería 1.09.

Estabilidad Corregida (kg-f)

$$\text{Estabilidad Corregida(Kg. -f)} = \text{Estabilidad} * \text{Factor de Corrección}$$

$$\text{Estabilidad Corregida(Kg. -f)} = 1476 * 1.09$$

$$\text{Estabilidad Corregida(Kg. -f)} = 1609$$

A continuación, se presenta la fórmula para determinar el contenido de humedad:

Contenido de Humedad

$$K (\%) = ((H-I) / I) \times 100$$

I = Peso de la muestra seca

H= Peso de la muestra húmeda

Diseño estructural del pavimento enfocado a la Investigación

El diseño estructural se realizó con el método AASHTO usado para el diseño de pavimentos flexibles y pavimentos rígidos.

Con el fin de determinar los espesores de las capas del pavimento necesarias para soportar las solicitaciones a las que estará sometido el pavimento, la AASHTO desarrolló la siguiente ecuación (Ecuación Fundamental AASHTO):

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Donde:

- W_{18} = Número acumulado de ejes simples equivalentes de 18000 libras para el periodo de diseño o "Equivalent single axle load" (ESAL por sus siglas en ingles),
- Z_R = Coeficiente estadístico de la Desviación Estándar Normal,
- S_0 = Desviación Estándar Total,
- SN = Número Estructural Requerido,
- ΔPSI = Pérdida de serviciabilidad,
- M_R = Módulo Resiliente de la subrasante.

PARAMETROS DE DISEÑO

PERIODO DE DISEÑO:

El periodo de diseño para nuestro diseño para nuestro diseño será de 10 años (del año 2020 al 2030).

NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES:

Según el estudio de tráfico, la carretera en estudio tiene un IMD variable, que va desde los 68 veh/día hasta los 59 veh/día.

En el cuadro siguiente se muestra los ESALs proyectados al año 2030.

NUMERO DE EJES EQUIVALENTES DE CARGA

Código	Estación	Tráfico Total (EAL 10 AÑOS)
E -1	PUENTE CHARATINO (Km 30+650)	943,590.41
E-2	DV HUAYOBAMBA (Km 37+225)	770,982.42

De acuerdo al cuadro 2.6 del Manual de Suelos y Pavimentos se clasifica el tráfico pesado como tipo TP4 con un valor de hasta 1, 000,000 en el cuadro de ejes equivalentes acumulados, para poder cubrir la demanda y oferta futura que se implementará en la vía.

MÓDULO DE RESILENCIA:

El módulo de resiliencia es una medida de la rigidez de la subrasante, para el cual se aplicará la siguiente ecuación, que correlaciona el porcentaje de CBR, recomendada por la AASHTO 2002:

$$Mr(\text{psi}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

La carretera ha sido dividida en 5 sectores homogéneos en función a las características predominantes del suelo y su capacidad de soporte. Los valores de CBR de subrasante de cada tramo son los siguientes:

Tabla 5 Datos C.B.R.	
KM	CBR
0+000.00 - 8+000.00	12.24
8+000.00 - 18+000.00	8.24
18+000.00 - 24+000.00	17.97
24+000.00 - 40+000.00	9.53
40+000.00 - 51+964.34	13.35
Fuente: Elaboración Propia	

APLICACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS:

CONFIABILIDAD:

La confiabilidad es la probabilidad de que una sección del pavimento diseñada mediante el método indicado se comporte satisfactoriamente durante el período de diseño bajo las condiciones de tráfico determinadas. Según la Sección de Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, aprobado con RD 010-2014-MTC/14, indica:

Tabla 6 Cuadro de Nivel de confiabilidad.

Tipos de Caminos	Trafico	Ejes equivalentes Acumulados		Nivel de Confiabilidad (R)
Caminos de Bajo	Tp0	75,000	150,000	65%
Volumen de Transito	Tp1	150,001	300,000	70%
	Tp2	300,001	500,000	75
	Tp3	500,001	750,000	80
	Tp4	750,001	1,000,000	80
	Tp5	1,000,001	1,500,000	85
	Tp6	1,500,001	3,000,000	85
	Tp7	3,000,001	5,000,000	85
	Tp8	5,000,001	7,500,000	90
Resto de Caminos	Tp9	7,500,001	10'000,000	90
	Tp10	10'000,001	12'500,000	90
	Tp11	12'500,001	15'000,000	90
	Tp12	15'000,001	20'000,000	95
	Tp13	20'000,001	25'000,000	95
	Tp14	25'000,001	30'000,000	95
	Tp15		>30'000,000	95

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, geotecnia y pavimentos.

Para nuestro caso para caminos de bajo volumen de tránsito, con un tráfico tipo TP4 el nivel de confiabilidad es 80%.

DESVIACIÓN STANDARD NORMAL:

El coeficiente estadístico de desviación estándar Normal (Z_r), representa el valor de la confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal. Según la Sección de Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, aprobado con RD 010-2014-MTC/14.

Tabla 7 Cuadro de desviación estándar normal.

Tipos de Caminos	Trafico	Ejes equivalentes Acumulados		Desviación estándar normal (Z_r)
Caminos de Bajo Volumen de Transito	Tp0	75,000	150,000	-0.385
	Tp1	150,001	300,000	-0.524
	Tp2	300,001	500,000	-0.674
	Tp3	500,001	750,000	-0.842
	Tp4	750,001	1,000,000	-0.842
	Tp5	1,000,001	1,500,000	-1.036
	Tp6	1,500,001	3,000,000	-1.036
	Tp7	3,000,001	5,000,000	-1.036
Resto de Caminos	Tp8	5,000,001	7,500,000	-1.282
	Tp9	7,500,001	10'000,000	-1.282
	Tp10	10'000,001	12'500,000	-1.282
	Tp11	12'500,001	15'000,000	-1.282
	Tp12	15'000,001	20'000,000	-1.645
	Tp13	20'000,001	25'000,000	-1.645
	Tp14	25'000,001	30'000,000	-1.645
	Tp15		>30'000,000	-1.645

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, geotecnia y pavimentos.

Para nuestro caso con un tráfico tipo TP4 corresponde el valor de -0.842, para una sola etapa de diseño y periodo de 10 años.

DESVIACIÓN STANDARD TOTAL:

La desviación estándar combinada (S_o), es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento. La guía AASHTO recomienda

adoptar para los pavimentos flexibles o similares valores comprendidos entre 0.40 y 0.50, se adoptará el valor de $S_0 = 0.45$.

INDICE DE SERVICIABILIDAD

El índice de serviciabilidad presente es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor 0 refleja el peor. Cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece.

SERVICIABILIDAD INICIAL (P i)

La serviciabilidad inicial P_i es la condición de una vía recientemente construida. A continuación, se indican los índices de servicio inicial para los diferentes tipos de tráfico.

Tabla 8 Índice de Servicialidad Inicial.

Tipos de Caminos	Trafico	Ejes equivalentes Acumulados		Índice de Servicialidad Inicial (P_i)
Caminos de Bajo Volumen de Transito	Tp1	150,001	300,000	3.80
	Tp2	300,001	500,000	3.80
	Tp3	500,001	750,000	3.80
	Tp4	750,001	1,000,000	3.80
	Tp5	1,000,001	1,500,000	4.00
	Tp6	1,500,001	3,000,000	4.00
	Tp7	3,000,001	5,000,000	4.00
Resto de Caminos	Tp8	5,000,001	7,500,000	4.00
	Tp9	7,500,001	10'000,000	4.00
	Tp10	10'000,001	12'500,000	4.00
	Tp11	12'500,001	15'000,000	4.00
	Tp12	15'000,001	20'000,000	4.20
	Tp13	20'000,001	25'000,000	4.20
	Tp14	25'000,001	30'000,000	4.20
	Tp15		>30'000,000	4.20

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, geotecnia y pavimentos.

SERVICIABILIDAD FINAL (P t)

La serviciabilidad Final (pt) este dato se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 9 Índice de Servicialidad Final.

Tipos de Caminos	Trafico	Ejes equivalentes Acumulados		Índice de Servicialidad Final (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Transito	Tp1	150,001	300,000	2.00
	Tp2	300,001	500,000	2.00
	Tp3	500,001	750,000	2.00
	Tp4	750,001	1,000,000	2.00
	Tp5	1,000,001	1,500,000	2.50
	Tp6	1,500,001	3,000,000	2.50
Resto de Caminos	Tp7	3,000,001	5,000,000	2.50
	Tp8	5,000,001	7,500,000	2.50
	Tp9	7,500,001	10'000,000	2.50
	Tp10	10'000,001	12'500,000	2.50
	Tp11	12'500,001	15'000,000	2.50
	Tp12	15'000,001	20'000,000	3.00
	Tp13	20'000,001	25'000,000	3.00
	Tp14	25'000,001	30'000,000	3.00
	Tp15		>30'000,000	3.00

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, geotecnia y pavimentos.

Para nuestro caso con un tipo de tráfico TP4 tenemos:

$$\text{PSI } i = 3.80 \text{ PSI}$$

$$\text{PSI } f = 2.00 \text{ PSI}$$

VARIACION DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)

$$\Delta \text{ PSI} = 1.80$$

NUMERO ESTRUCTURAL:

Los datos obtenidos y procesados se aplican a la ecuación de diseño AASHTO y se obtienen el Numero Estructural, que representa el espesor total del pavimento colocar y debe ser trasformado al espesor efectivo de

cada una de las capas que lo constituirán, o sea de la capa de rodadura, de base y sub-bases, mediante el uso de los coeficientes estructurales.

Los números estructurales han sido extraídos de la imagen que se presenta a continuación del Manual de carreteras sección Suelos, Geología y Pavimentos del MTC.

Tabla 10 Valor Coeficiente estructural.

Componente del Pavimento	Coeficiente	Valor Coeficiente Estructural a(cm)	Observación
Capa Superficial			
Carpeta Asfáltica en Caliente, Modulo 2,965MPa (430,000PSI) a 20°C(58°F)	a1	0.170/cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frio, mezda asfáltica con emulsión.	a1	0.125/cm	Capa Superficial recomendada para Trafico ≤ 1'000,000 EE.
MICROPAVIMENTO 25MM.	a1	0.130/cm	Capa Superficial recomendada para Trafico ≤ 1'000,000 EE. Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000 EE.
TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA.	a1	(“)	No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos.
LECHADA ASFÁLTICA (SLURRY SEAL) DE 12MM	a1	(“)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y en tramos que obliguen al frenado de vehículos.
(“) NO SE CONSIDERA POR NO TENER APORTE ESTRUCTURAL.			
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a2	0.052/cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤10'000,000 EE.

Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a2	0.054/cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 10'000,000$ EE.
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a2a	0.115/cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico.
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días 35 kg/cm ²)	a2b	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico.

SUBBASE

Subbase Granular CBR 40% compactada al 100% de la MDS.	A3	0.047 /cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de tráfico.
--	----	-----------	--

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, geotecnia y pavimentos.

COEFICIENTE CALIDAD DE DRENAJE.

Este valor indica la calidad de drenaje con el tiempo que tarda el agua en ser evacuada.

Tabla 11 Calidad de Drenaje.

Calidad de Drenaje.	Tiempo en que tarda el Agua en ser Evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy Malo	El agua no evacua

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, geotecnia y pavimentos.

Con la calidad del agua podemos tener valores recomendados del coeficiente de drenaje, para las bases y subbases.

Tabla 12 Valores recomendados del coeficiente de drenaje, para bases y subbase granulares no tratadas en pavimentos flexibles

Calidad Del Drenaje	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	Menor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 -1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 -1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy Pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, geotecnia y pavimentos.

Utilizando los cuadros presentados, podemos concluir:

m2= 1.00

m3= 1.00

2.3. MARCO CONCEPTUAL

- a. **Abrasión:** este término se les da a los agregados cuando ocurre un desgaste mecánico tanto en los agregados como en las rocas, se puede decir que es el resultante de la fricción e impacto que tienen los agregados.
- b. **Absorción:** este término se utiliza cuando el líquido o fluido es retenido en un material luego de un cierto periodo de exposición, puede ser cualquier tipo de material.
- c. **Aglomerante:** este término se emplea en un material que es capaz de unir partículas de un material por efecto físico o químicos, se utiliza este término a un material que mezclado con el elemento agua se hace plástico, formando una pasta manejable.
- d. **ASTM:** son siglas que dicen “American Society For Testing and Materials”, traducidas en español es “Sociedad Americana Para Pruebas y materiales”.
- e. **Briqueta:** este término se utiliza para un espécimen de suelo, preparado para realizar los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos.

- f. **Capacidad de Carga:** este término se utiliza en la resistencia que tiene un suelo o material para resistir cargas verticales, tomando en cuenta factores de seguridad en el análisis.
- g. **CBVT:** siglas en español (camino de bajo volumen de tránsito) estos caminos se caracterizan por tener el índice medio diario menor de 400 vehículos por día ($IMD < 400$), se determina mediante un estudio de tráfico.
- h. **Compactación:** se refiere a un proceso mecánico o manual que se utiliza para disminuir los vacíos de las mezclas o también en los suelos, en este proceso se aplica una carga de esta manera disminuye el porcentaje de vacíos.
- i. **Ensayo Marshall:** este ensayo es empleado en mezclas asfálticas para determinar los valores de estabilidad y deformación los pavimentos asfálticos.
- j. **Estabilidad:** este término se utiliza en las mezclas asfálticas de pavimentos que es una propiedad del material de resistir las deformaciones frente a cargas aplicadas, ósea que al aplicar una carga en un material vuelve a su estado.
- k. **Estabilización de Suelos:** este proceso se da cuando a un suelo natural se mezcla con otro material que hace que mejore sus propiedades físicas del material natural.
- l. **Índice Medio Diario Anual (IMDA):** este término se aplica para el volumen promedio de tránsito de vehículos en un periodo de 24 horas en los dos sentidos de la vía, para un periodo anual.
- m. **Impermeabilidad:** este término se refiere a la característica de un material que no permite el paso del agua u líquido en su interior, como es el asfalto cuando se mezcla con los agregados esta mezcla se convierte en un material impermeable, ósea que no permite el ingreso del agua en su interior.
- n. **Mantenimiento Vial:** se da en las vías para preservar el buen estado de las vías y que garantice un servicio óptimo a la población estos mantenimientos pueden ser mantenimiento rutinario o periódico.
- o. **Red Vial:** se refiere a un conjunto de vías donde transitan los vehículos livianos y pesados en todo el territorio del país, dentro de esta red vial se encuentra la red vial nacional, red vial departamental o regional y red vial

vecinal o rural.

2.4. SISTEMA DE HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS

Si hay diferencia técnicas y económicas en el uso de los materiales Cemento Portland tipo I y la emulsión asfáltica en la estabilización de base granular, a medida que al adicionar estos materiales estabilizantes al material granular, aumenta su resistencia y estabilidad ante las cargas que se le apliquen, además uno de los dos materiales es menos costoso.

2.5. VARIABLES E INDICADORES

Variables: Estabilización de material

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Estabilización de material	Es el mejoramiento de un suelo adicionando un material estabilizante para que sus propiedades físicas - mecánicas aumenten y cumplan con los parámetros para aplicarse en una vía de bajo volumen en tránsito.	El comportamiento de un suelo natural al ser estabilizado con cemento portland tipo I y emulsión Asfáltica, lleva a que aumente sus propiedades de resistencia y estabilidad en el suelo natural, además se hace uso del método AASHTO93 para determinar sus espesores del pavimento.	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Granulometría	%
				Limites de Consistencia	%
				Contenido de Humedad	%
				Ensayo Proctor	M.D.S. (gr/cm ³)
					C.H. (%)
				C.B.R.	%
			Ensayo de Abrasión	%	
			DISEÑO DE PAVIMENTO	Análisis de Tráfico	%
Método ASSHTO93	cm				

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

a) Tipo de Investigación

Esta investigación es Aplicada, ya que se basa en recolectar datos o se podría decir recopilar datos, para aplicarlos en el estudio de la estabilización de suelo granular, dentro de la tesis se ha hecho ensayos en dos laboratorios de suelos para que de acuerdo a los datos obtenidos de los ensayos poder analizar y concluir en la influencia de los estabilizadores tanto el cemento como la emulsión asfáltica en una base granular, además servirá para fortalecer más el conocimiento en el estudio de la estabilización en los C.B.V.T. (caminos de bajo volumen de tránsito).

b) Nivel de Investigación

El nivel de investigación es explicativo, ya que describiremos los valores que obtendremos de los diferentes ensayos aplicando a un suelo granular, además de acuerdo a lo presentado en la hipótesis e interpretaciones de esta investigación estableceremos conclusiones finales en nuestra investigación.

También es una investigación Descriptiva, ya que en esta investigación especificamos los materiales que se utilizaran como estabilizantes en el suelo, y al final con los datos obtenidos del laboratorio interpretaremos los valores para su comparación técnica.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO

a) Población:

En esta investigación la población que se favorecerá es la ruta LI 113, distrito de Charat, Usquil, Huaranchal, Otuzco, La Libertad.

b) Muestra:

El lugar donde se obtendrá la muestra para la base granular se ubica en el Camino de bajo volumen de tránsito de la ruta LI 113, distrito de Charat, Usquil, Huaranchal, Otuzco, La Libertad.

3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Es experimental, porque se utilizó muestras de la cantera que está en la ruta LI 113, distrito de Charat, Usquil, Huaranchal, Otuzco, La Libertad como material de base para esta investigación, los datos que vamos a comparar son obtenidos mediante laboratorio de suelos y prácticamente toda comparación que se hará en esta investigación, los valores saldrán de datos experimentales, tanto en la estabilización de suelo granular más cemento y suelo granular más emulsión asfáltica.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

- Se hará visitas a las canteras cercanas a la RUTA LI-113 con la finalidad de obtener muestras para Base granular.
- Se realizará ensayos estándares y especiales de base estabilizada tanto con Cemento Portland Tipo I y Emulsión Asfáltica de acuerdo al MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES del MTC en laboratorio particular.

Instrumentos de Investigación:

- Hojas de Cálculos del programa Excel 2019, Programa AutoCAD 2019 y programa Word 2019.
- Laboratorio de suelos GEOCONS S.R.L.
Ensayo Análisis Granulométrico MTC E 107
Ensayo de Límites de Consistencia
Ensayo de Contenido de Humedad ASTM D 2216
Ensayo de Proctor Modificado NTP- 339.141
Ensayo de CBR ASTM D 1883
Ensayo resistencia a la compresión Suelo Cemento MTC E 1103
- Laboratorio de Asfaltos TDM Asfaltos
Ensayo Marshall Modificado - Método Illinois

3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

- El análisis consiste en revisar, observar, examinar con criterio toda la información obtenida, y cuál es el impacto como capa de base granular estabilizada en un pavimento.
- Análisis económico obligatorio, porque si obtenemos valores cercanos entre sí, observando la parte económica podemos decidir cuál de los dos estabilizantes emplear.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El proceso de elaboración de esta investigación tuvo como finalidad dar a conocer los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio de las dos alternativas de estabilización, y haber realizado una evaluación previa del material que se va a emplear. Analizando los datos obtenidos y comparando se busca tener las herramientas apropiadas para fundamentar técnicamente esta investigación y obtener resultados y conclusiones precisas, además también se utilizó las normas enfocados al diseño de pavimentos y a la estabilización de suelos que son soluciones básicas en carreteras no pavimentadas.

4.1.1. Analizar el Estudio de Canteras a fin de implementar con soluciones básicas para la estabilización de base granular.

ESTUDIO DE CANTERAS		
	CANTERA 01	CANTERA 02
Ubicación	Ruta LI – 113, se ubica cerca al C.P. Callancas que pertenece al distrito de Charat, provincia de Otuzco	Se ubica en el Rio Alto Chicama cerca al C.P. Callancas que pertenece al distrito de Charat, provincia de Otuzco
Coordenadas	778369 ; 9141024	777981 ; 9141861
Especificaciones Técnicas		
Descripción del Suelo	Grava Limo Arcillosa con arena	Contiene Grava con Arena.
Clasificación AASHTO	A-1-a	
Clasificación SUCS	GC – GM	

DATOS DE LOS ENSAYO DE LABORATORIO AL MATERIAL NATURAL			
Descripción	Formulas	CANTERA 01	CANTERA 02
% Fino	% que pasa malla N°200	12.9	4.4
% Grava	100 -% que pasa malla N°4	62.7	74.3
% Arena	100-%Fino -%Grava	24.4	21.3
Contenido de Humedad (W%)	$W\% = (Ww/Wss) \times 100$ Ww= Peso del Agua Wss= Peso del Material Seco	2.8	3.1
Límite Líquido	Gráfica C.H.% vs N° de Golpes	24.7	(N.P.)
Límite Plástico	$W\% = (Ww/Wss) \times 100$	18.4	
Índice de Plasticidad	$IP = LL - LP$	6.3	

Ensayo de Abrasión			
% Desgaste	Se Trabajo con la Gradación B	16.8	
	%D= (% Pasa malla N°12/5000) x100		
Ensayo Proctor Modificado			
Máxima Densidad Seca(gr/cm3)	Se determino en la gráfica Densidad Seca vs Contenido de Humedad	2.17	
Optimo Contenido de Humedad (%)	Se determino en la gráfica Densidad Seca vs Contenido de Humedad	6.98	
Ensayo de C.B.R. (Relación de Soporte de California)			
C.B.R. al 100% de M.D.S.	Se trabaja con los valores obtenidos en la Densidad Seca en una gráfica Densidad Seca vs CBR para encontrar los valores.		
0.1"		36.5	
0.2"		52.3	
C.B.R. al 95% de M.D.S.			
0.1"		28.2	
0.2"		40.4	

ANÁLISIS DE LAS DOS CANTERAS A FIN DE IMPLEMENTAR CON SOLUCIONES BÁSICAS		
	CANTERA 01	CANTERA 02
SEGÚN NORMA	El Manual de carreteras indica que el material natural más adecuado para que sea estabilizado con cemento, son los suelos granulares que son de tipo A-1, A-2 y A-3. Que contengan finos de baja plasticidad, además deberá cumplir con ciertas características como que su límite líquido (L.L.) sea menor al 40% y su índice de plasticidad (I.P.) sea menor igual a 18%. (Manual de Carreteras S.G.G. 2013, pg. 118)	El Manual de carreteras indica que el material natural debe tener máximo 10% de material que pasa en el tamiz N°200 y no debe contener materia orgánica más del 1% de su peso, además su índice de plasticidad (I.P.) debe ser menor igual a 10%". (Manual de Carreteras S.G.G. 2013, pg. 124)

SEGÚN LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO DE SUELOS	El material de la cantera 01, si cumple con los parámetros que indica la norma, para que sea estabilizado con cemento ya que en su clasificación es un suelo A-1-a, además su L.L. es 24.7% y su Índice de Plasticidad es 6.3%.	El material de la cantera 02, si cumple con los parámetros que indica la norma, para que sea estabilizado con emulsión asfáltica ya que su % que pasa en la malla N°200 es 4.4%
--	---	---

4.1.2. Determinar las propiedades físicas – mecánicas mediante ensayos estándar y especiales en laboratorio, de la base granular estabilizada con Cemento portland tipo I y Emulsión Asfáltica.

PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL MATERIAL ESTABILIZADO							
Aplicando el 5% de Cemento							
ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE SUELO - CEMENTO							
	FORMULA	NO SATURADAS			SATURADAS		
NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4	5	6
Peso del Suelo Húmedo (P.S.H.)		2071	2079	2053	2077	2081	2071
Volumen del molde (V.M.)		895	895	895	895	895	895
Densidad Húmeda (gr/cm3)	$D_h = (P.S.H. / V.M.)$	2.314	2.323	2.294	2.321	2.325	2.314
Densidad Seca (gr/cm3)	$D_s = D_h / (1 + (C.A. / 100))$	2.177	2.176	2.155	2.181	2.184	2.175
	C.A.= Contenido de Agua						
Contenido de Humedad (%)	$W\% = (W_w / W_{ss}) \times 100$	6.3	6.7	6.4	6.4	6.4	6.4
	Ww= Peso del Agua						
	Wss= Peso del Material Seco						
Porcentaje de Cemento en Peso (%)	Según indica el rango de cemento requerido en estabilización suelo- cemento en el manual de carreteras S.G.G.P. pg.118	5	5	5	5	5	5

Carga (kg)		2750	3070	2670	2850	2764	2617
Área (cm²)		81.55	82.52	82.03	82.19	81.71	81.87
Resistencia (kg/cm²)		33.72	37.2	32.55	34.67	33.83	31.96
Resistencia Media (kg/cm²)	R.M.= Sumatoria Resistencia/cantidad de probetas	34.49			34.49		

Aplicando el 2.8% de Cemento							
ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE SUELO - CEMENTO							
NÚMERO DE ENSAYO	FORMULA	NO SATURADAS			SATURADAS		
		1	2	3	4	5	6
Peso del Suelo Húmedo (P.S.H.)		2025	2074	2060	2047	2076	2036
Volumen del molde (V.M.)		895	895	895	895	895	895
Densidad Húmeda (gr/cm3)	$D_h = (P.S.H. / V.M.)$	2.263	2.317	2.302	2.287	2.32	2.275
Densidad Seca (gr/cm3)	$D_s = D_h / (1 + (C.A. / 100))$	2.127	2.178	2.169	2.147	2.165	2.142
	C.A.= Contenido de Agua						
Contenido de Húmedad (%)	$W\% = (W_w / W_{ss}) \times 100$	6.4	6.4	6.1	6.5	7.2	6.2
	$W_w =$ Peso del Agua						
	$W_{ss} =$ Peso del Material Seco						
Porcentaje de Cemento en Peso (%)	Según indica el rango de cemento requerido en estabilización suelo- cemento en el manual de carreteras S.G.G.P. pg.118	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
Carga (kg)		1486	1566	1680	1532	1575	1649
Área (cm2)		82.19	81.71	82.52	82.03	81.87	82.35
Resistencia (kg/cm2)		18.08	19.16	20.36	18.68	19.24	20.02
Resistencia Media (kg/cm2)	R.M.= Sumatoria Resistencia/cantidad de probetas	19.2			19.31		

PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL MATERIAL ESTABILIZADO							
Aplicando Emulsión Asfáltica CSS-1H							
METODO ILLINOIS- MARSHALL MODIFICADO							
Asfalto Residual en la Mezcla		1.80%		2.30%		2.80%	
Descripción	FORMULA	SECO		SECO		SECO	
NÚMERO DE ENSAYO		1	2	1	2	1	2
Volumen por Desplazamiento (Vd)	$Vd = \frac{\text{peso de la probeta SSD} - \text{Peso de la probeta en Agua}}{F - E}$	490.7	490.3	489.4	488.2	489.4	489.3
	F= peso de la probeta SSD						
	E=Peso de la probeta en Agua						
Densidad Bulk (gr/cm ³)	$Db = \frac{D}{F - E}$	2.273	2.279	2.290	2.291	2.299	2.303
	D=Peso de la probeta en aire						
Densidad Seca Bulk (gr/cm ³)	$Dsb = \frac{I}{Vd}$	2.265	2.269	2.281	2.282	2.291	2.296
	I= Peso de la muestra seca						
Estabilidad (Kg-f)		1562	1627	1606	1627	1649	1562
Estabilidad Corregida (Kg-f)	La norma MTC E. 504 indica el factor de corrección respecto a su espesor de la briqueta 1.09.	1703	1774	1750	1774	1797	1703
Contenido de Humedad (%)	$W\% = \frac{Ww}{Wss} \times 100$	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3
	Ww= Peso del Agua						
	Wss= Peso del Material Seco						
Máximo Total de Vacíos (%)		12.0	11.9	10.7	10.7	9.7	9.5
Porcentaje de pérdida de Estabilidad		31.2		25.3		17.5	

4.1.3. Comprender la dosificación óptima, realizando probetas de base granular estabilizada con Cemento portland tipo I y Emulsión Asfáltica.

Aplicando el 5% de Cemento						
ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE SUELO - CEMENTO						
	NO SATURADAS			SATURADAS		
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	5	6
Carga (kg)	2750	3070	2670	2850	2764	2617
Resistencia (kg/cm ²)	33.72	37.2	32.55	34.67	33.83	31.96
Resistencia Media (kg/cm ²)	34.49			34.49		
Aplicando el 2.8% de Cemento						
ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE SUELO - CEMENTO						
	NO SATURADAS			SATURADAS		
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	5	6
Carga (kg)	1486	1566	1680	1532	1575	1649
Resistencia (kg/cm ²)	18.08	19.16	20.36	18.68	19.24	20.02
Resistencia Media (kg/cm ²)	19.2			19.31		

DOSIFICACIÓN ÓPTIMA DEL CEMENTO PARA ESTABILIZAR		
DESCRIPCIÓN	5% DE CEMENTO	2.8% DE CEMENTO
SEGÚN NORMA TÉCNICA	"El Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (S.G.G.P.) indica que el parámetro de resistencia a la compresión de una base tratada con cemento debe ser 3.5 MPa como mínimo".	

**SEGÚN DATOS
OBTENIDOS EN
LABORATORIO DE
SUELOS**

En los resultados obtenidos en laboratorio y con los cálculos realizados, se obtuvo una resistencia media en una muestra no saturadas de 34.49 kg/cm² y en la muestra saturada se obtuvo 34.49 kg/cm², según estos datos podemos decir que este porcentaje de cemento que se adicionó está en el parámetro indicado por la norma, y es el que tiene mejor resistencia.

En los resultados obtenidos en laboratorio y con los cálculos realizados, se obtuvo una resistencia media en una muestra no saturadas de 19.2 kg/cm² y en la muestra saturada se obtuvo 19.31 kg/cm², podemos decir que estos datos no alcanzan el valor mínimo de resistencia de 3.5Mpa indicados en la norma.

Aplicando Emulsión Asfáltica CSS-1H								
METODO ILLINOIS- METODO MARSHALL MODIFICADO								
Asfalto Residual en la Mezcla	1.30%		1.80%		2.30%		2.80%	
Descripción	SECO		SECO		SECO		SECO	
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	1	2	1	2	1	2
Densidad Bulk (gr/cm ³)	2.253	2.251	2.273	2.279	2.290	2.291	2.299	2.303
Densidad Seca Bulk (gr/cm ³)	2.246	2.242	2.265	2.269	2.281	2.282	2.291	2.296
Estabilidad (Kg-f)	1476	1455	1562	1627	1606	1627	1649	1562
Estabilidad Corregida (Kg-f)	1609	1586	1703	1774	1750	1774	1797	1703
Contenido de Húmedad (%)	0.3	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3
Máximo Total de Vacíos (%)	13.4	13.6	12.0	11.9	10.7	10.7	9.7	9.5
Porcentaje de perdida de Estabilidad	43.6		31.2		25.3		17.5	

Aplicando Emulsión Asfáltica CSS-1H									
METODO ILLINOIS- METODO MARSHALL MODIFICADO									
Asfalto Residual en la Mezcla	1.30%		1.80%		2.30%		2.80%		
	"El Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (S.G.G.P.) nos indica que para una base tratada con								

PARAMETROS QUE INDICAN LA NORMA	emulsión asfáltica la Estabilidad Marshall debe alcanzar como mínimo 1500lb”.
Dosificación Optima	Para esta investigación hemos optado por trabajar con 2.00% de asfalto residual(3.30% de Emulsión Asfáltica).

4.1.4. Determinar los espesores de la base granular estabilizada con Cemento Portland Tipo I y Emulsión Asfáltica.

Para determinar los espesores de la base granular estabilizado, hemos optado por trabajar con el método AASHTO 1993, este método se basa en un gran número de resultados aplicados especialmente en el diseño de carreteras.

Diseño del espesor de la base granular estabilizada con Cemento Portland Tipo I

TRAMO KM 0+000 AL KM 8+000			
Descripción	Símbolo	Fórmula	Resultados
Ejes Simples de Carga Equivalente (ESAL)		W18	943590.4
Desviación Estándar Normal	Zr	Se determina en una tabla utilizando el dato de los Ejes Equivalentes Acumulados	-0.842
Desviación Estándar para pavimentos flexibles	So	AASHTO recomienda utilizar valores entre 0.40 y 0.50 en este caso se adopta el valor de 0.45.	0.45
Servicialidad final	Pt	Según nuestro resultado de tráfico estamos en tráfico Tp4, y se utiliza para obtener el valor de Pt en la norma.	2.0
Servicialidad Inicial	Pi	Según nuestro resultado de tráfico estamos en tráfico Tp4.	3.8
Variación del Índice de Servicialidad	Δ PSI	Δ PSI=Pi - Pt	1.8

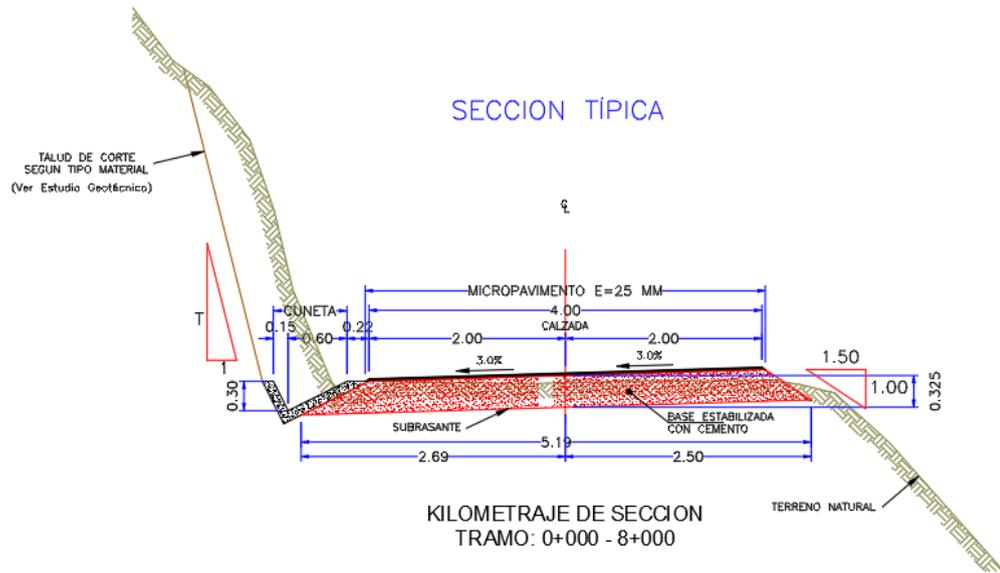
CBR. (%)	CBR	La carretera a sido dividida en 5 sectores homogéneos en función a la característica y capacidad portante del suelo.	12.24
Módulo de resiliencia	Mr	$2555 \times \text{CBR}^{0.64}$	12693.2
SN	SN		2.59
log(W18) =		5.97	
Ecuación 1 =		5.97	

ALTERNATIVA 1 BASE TRATADA CON CEMENTO + MICROPAVIMENTO					
TRAMO	0+000 AL 8+000 km	8+000 AL 18+000 km	18+000 AL 24+000 km	24+000 AL 40+000 km	40+000 AL 51+964.34 km
Descripción	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
ESAL	943590.4	943590.4	943590.4	770982.4	770982.4
Desviación Estándar Normal (Zr)	-0.842	-0.842	-0.842	-0.842	-0.842
Desviación Estándar para pavimentos flexibles (So)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Servicialidad final (Pt)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Servicialidad Inicial (Pi)	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
Variación del Índice de Servicialidad (ΔPSI)	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
CBR. (%)	12.24	8.24	17.97	9.53	13.35
Módulo de resiliencia	12693.2	9853.36	16227.44	10810.97	13418.34

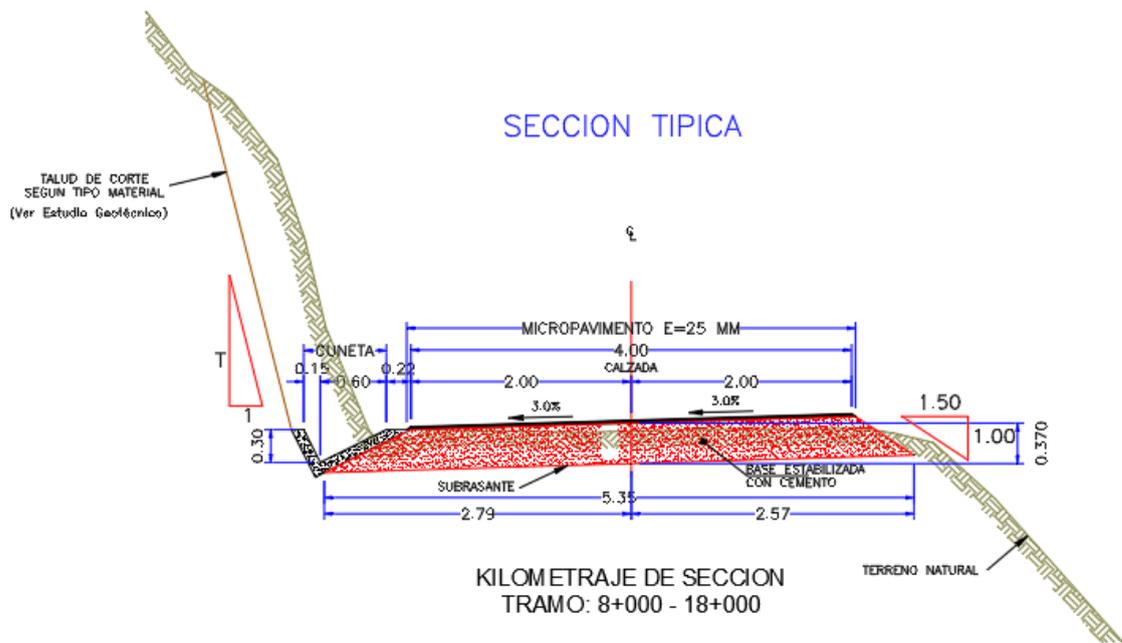
SN	2.59	2.85	2.36	2.67	2.46
log(W18) =	5.97	5.97	5.97	5.89	5.89
Ecuación 1 =	5.97	5.97	5.97	5.89	5.89

ALTERNATIVA 1 BASE TRATADA CON CEMENTO + MICROPAVIMENTO					
Ecuación 2 = SN= a1 x d1 + a2 x d2 x m2 + a3 x d3 x m3					
Tramos (Km)	0+000 AL 8+000 km	8+000 AL 18+000 km	18+000 AL 24+000 km	24+000 AL 40+000 km	40+000 AL 51+964.34 km
Descripción	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
Número Estructural (SN)	2.59	2.85	2.36	2.67	2.46
Coeficiente Estruct. Micropavimento (a1)	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130
Coefi. Estruct. De Base Estabi. Con Cemento (a2)	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070
Coefi. Estruct. De Subbase (a3)	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047
Espesor de Micropavi.(d1)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Espesor Base + Cemento (d2)	32.50	37.00	30.00	34.00	31.00
Espesor Subbase (d3)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Coeficiente de Drenaje de Base (m2)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Coeficiente de Drenaje de Subbase (m3)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ecuación 2 =	2.60	2.92	2.43	2.71	2.50

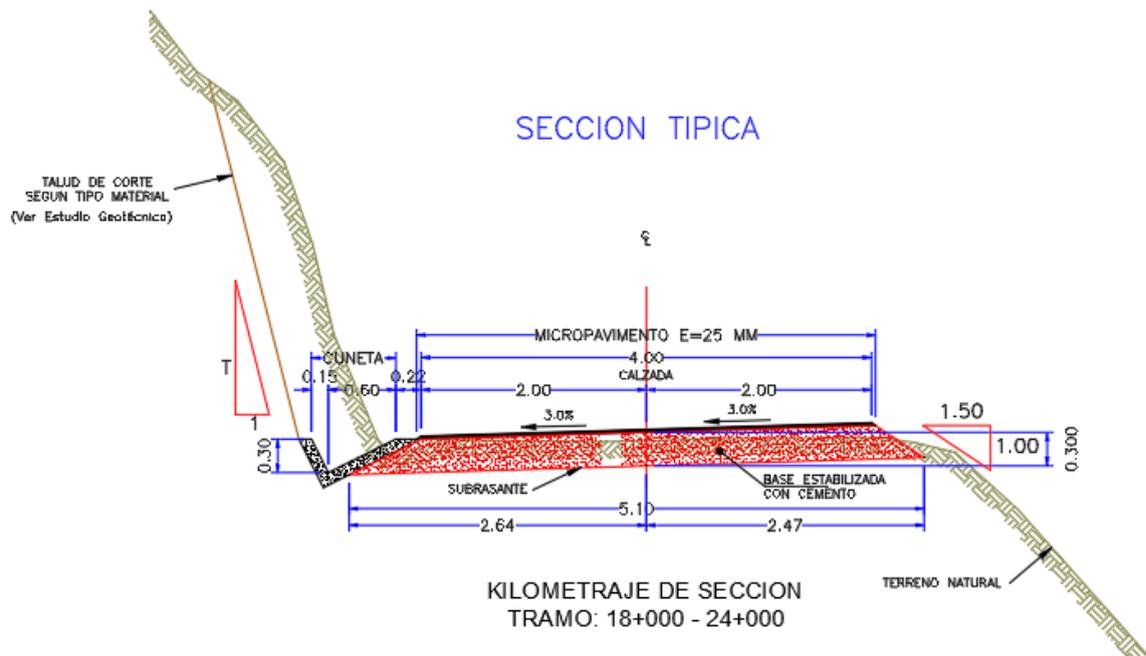
- Tramo N°01 entre progresiva 0+000 – 8+000 km



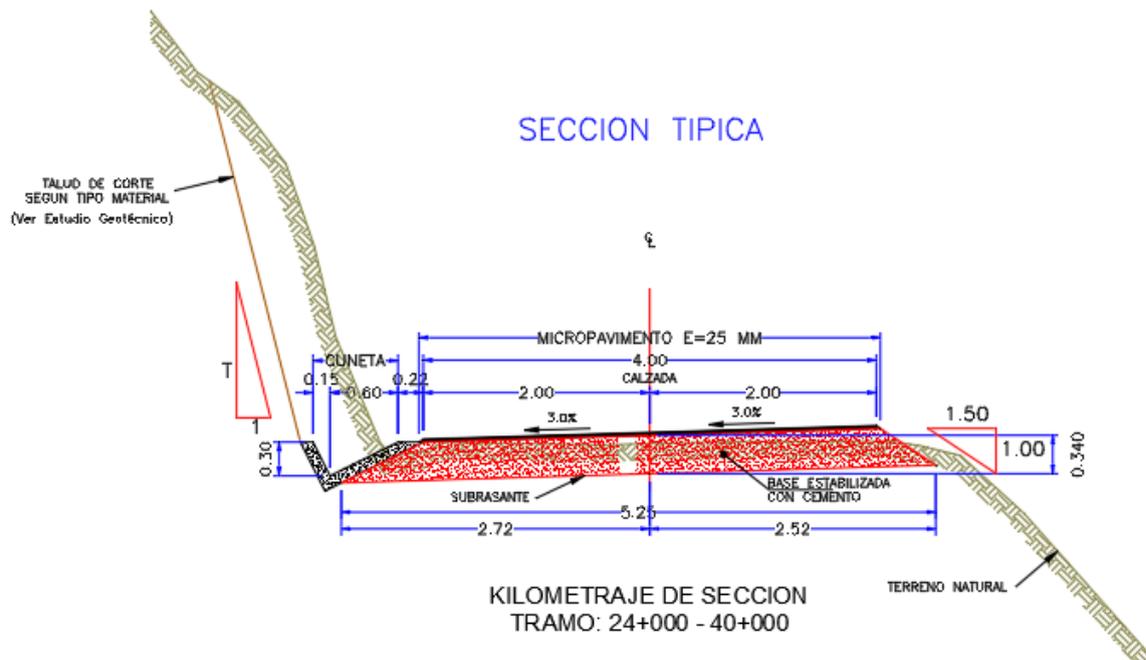
- Tramo N°02 entre progresiva 8 + 000 – 18 + 000 km



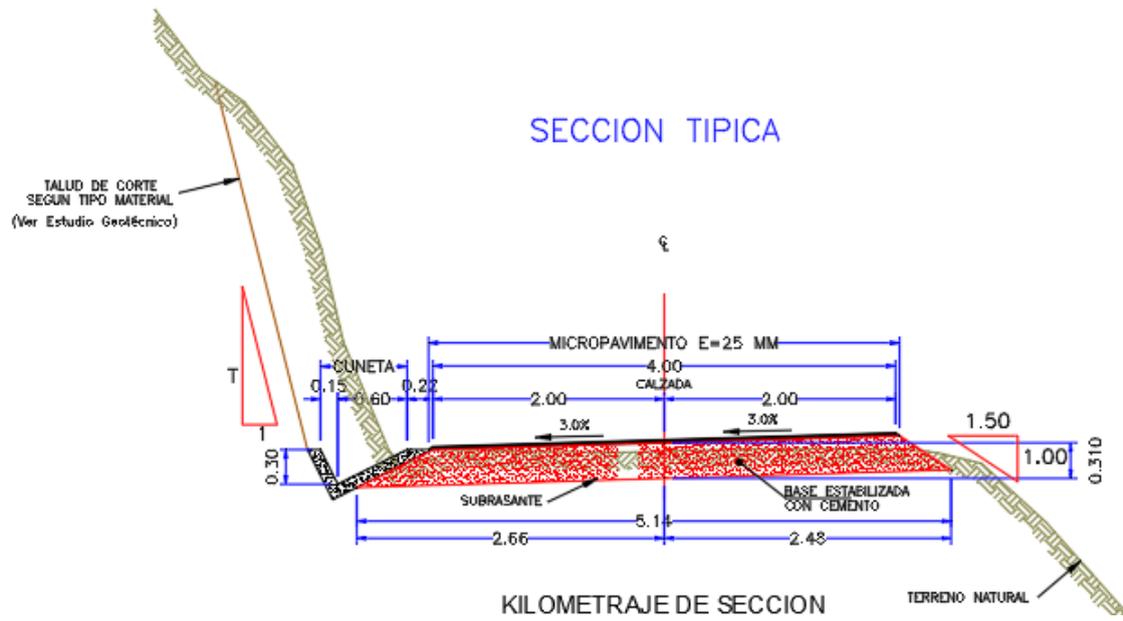
- Tramo N°03 entre progresiva 18 + 000 – 24 + 000 km



- Tramo N°04 entre progresiva 24 + 000 – 40 + 000 km



- Tramo N°05 entre progresiva 40 + 000 – 51 + 964.34 km



DISEÑO DEL ESPESOR DE LA BASE GRANULAR ESTABILIZADA
CON EMULSIÓN ASFÁLTICA

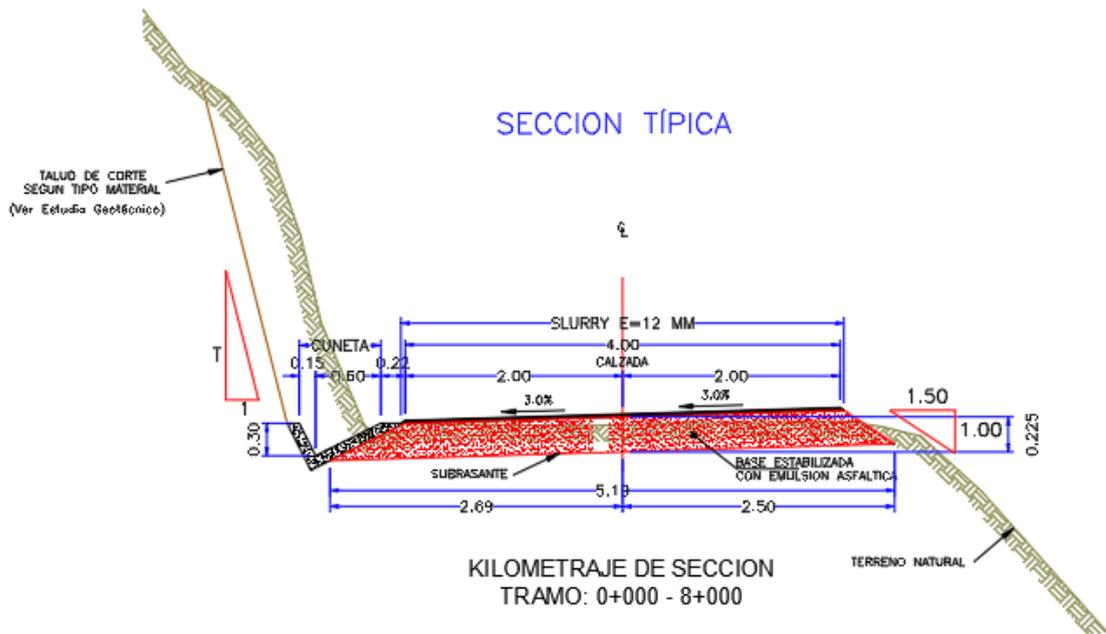
ALTERNATIVA 2 BASE TRATADA CON EMULSIÓN ASFAL. + MORTERO ASFALTICO					
TRAMO	0+000 AL 8+000 km	8+000 AL 18+000 km	18+000 AL 24+000 km	24+000 AL 40+000 km	40+000 AL 51+964.34 km
Descripción	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
ESAL	943590.4	943590.4	943590.4	770982.4	770982.4
Desviación Estándar Normal (Zr)	-0.842	-0.842	-0.842	-0.842	-0.842
Desviación Estándar para pavimentos flexibles (So)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Servicialidad final (Pt)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Servicialidad Inicial (Pi)	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80
Variación del Índice de Servicialidad (ΔPSI)	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
CBR. (%)	12.24	8.24	17.97	9.53	13.35
Módulo de resiliencia	12693.2	9853.36	16227.44	10810.97	13418.34
SN	2.59	2.85	2.36	2.67	1.48
log(W18) =	5.97	5.97	5.97	5.89	4.80
Ecuación 1 =	5.97	5.97	5.97	5.89	4.80

ALTERNATIVA 2 BASE TRATADA CON EMULSIÓN ASFAL. + MORTERO ASFALTICO

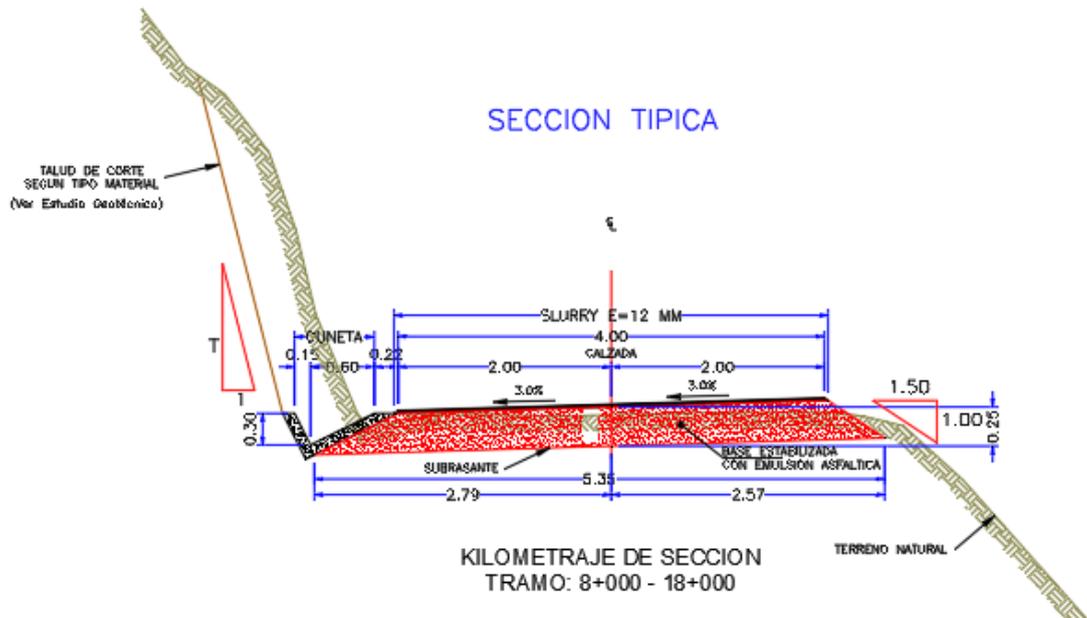
$$\text{Ecuación 2} = \text{SN} = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Tramos (Km)	0+000 AL 8+000 km	8+000 AL 18+000 km	18+000 AL 24+000 km	24+000 AL 40+000 km	40+000 AL 51+964.34 km
Descripción	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
Número Estructural (SN)	2.59	2.85	2.36	2.67	1.48
Coeficiente Estruct. M.Asfaltico (a1)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Coefi. Estruct. De Base Estabi. Con Emulsión Asf. (a2)	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
Coefi. Estruct. De Subbase (a3)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Espesor Mortero Asfáltico (d1)	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Espesor Base + Emulsión Asf. (d2)	22.50	25.00	22.50	25.00	15.00
Espesor Subbase (d3)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Coeficiente de Drenaje de Base (m2)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Coeficiente de Drenaje de Subbase (m3)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ecuación 2 =	2.59	2.88	2.58	2.88	1.73

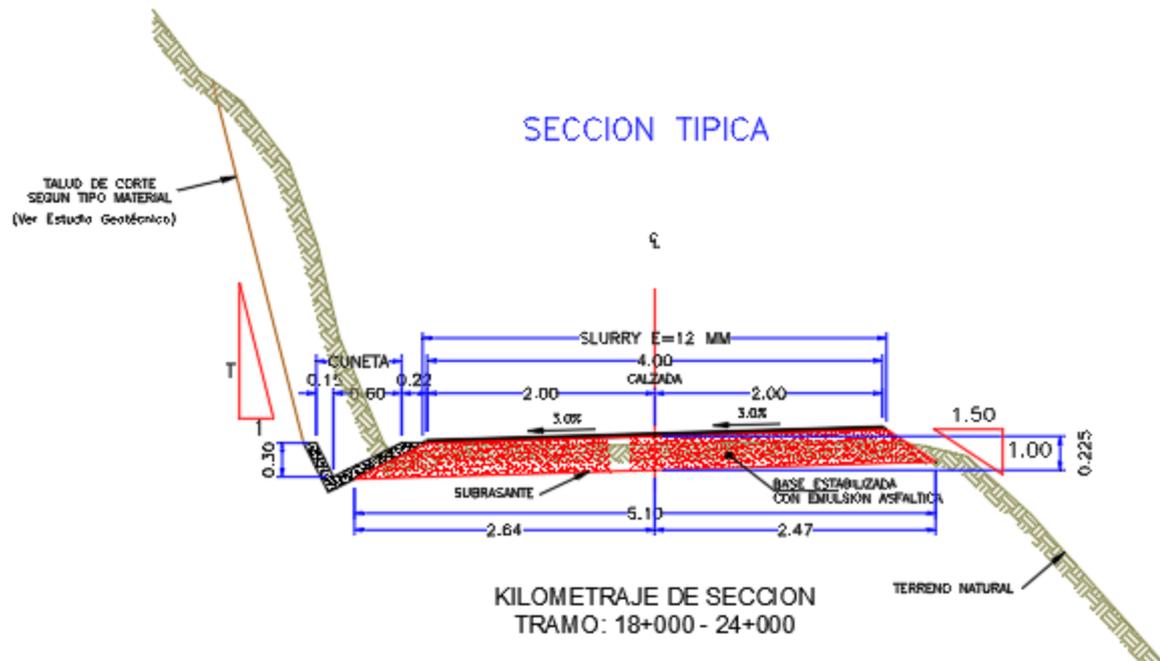
- Tramo N°01 entre progresiva 0+000 – 8+000 km



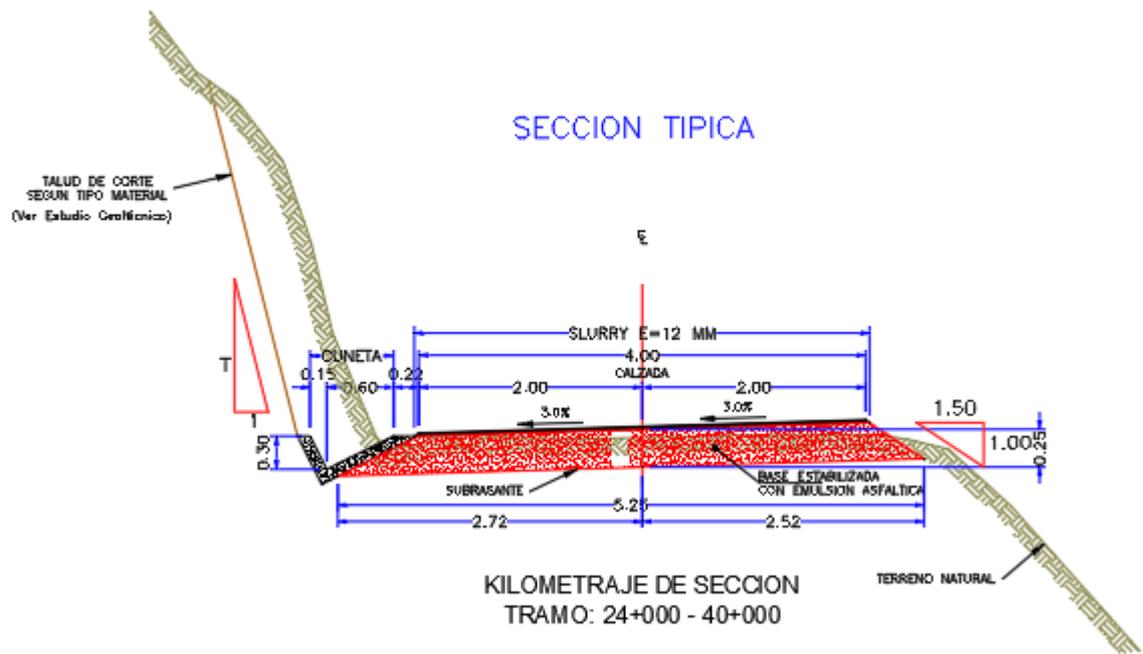
- Tramo N°02 entre progresiva 8 + 000 – 18 + 000 km



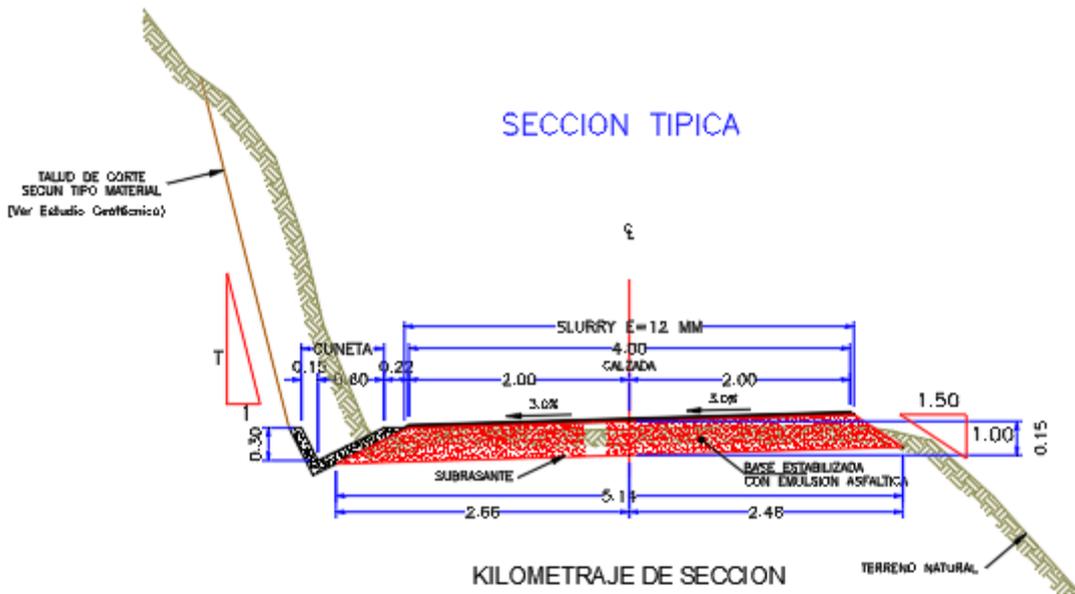
- Tramo N°03 entre progresiva 18 + 000 – 24 + 000 km



- Tramo N°04 entre progresiva 24 + 000 – 40 + 000 km



- Tramo N°05 entre progresiva 40 + 000 – 51 + 694.34 km



4.1.5. Comparar las principales ventajas técnicas y económicas en la utilización de estos dos tipos de estabilizantes.

VENTAJAS TECNICAS	
BASE GRANULAR ESTABILIZADO CON CEMENTO	
RESISTENCIA	Una de las ventajas de la mezcla suelo cemento es que su resistencia aumenta al agregar el 5% de cemento a diferencia cuando se le agrego 2.8% de cemento, debido a que su índice de plasticidad disminuye al adicionar más cemento.
CONTENIDO DE HUMEDAD	En esta propiedad el % de humedad aumento ligeramente con respecto al contenido de humedad de la muestra natural, debido al incorporar cemento.
SUELO NATURAL ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA	
ESTABILIDAD	Al agregar emulsión asfáltica a un suelo natural incrementa su estabilidad corregida en el rango de 1586 -1797 kg-f.
CONTENIDO DE HUMEDAD	Su contenido de humedad varía entre 0.3-0.5 % en la muestra seca, esto quiere decir que esta mezcla no permite el ingreso del agua.
PORCENTAJE DE PERDIDA DE ESTABILIDAD	Según los datos al aumentar la cantidad de emulsión asfáltica el porcentaje de perdida de estabilidad disminuye notablemente. En los ensayos se obtuvo que disminuye de 43.6% de perdida de estabilidad a 17.5%.

Se realizó el análisis de costos unitarios en base a los rendimientos y los costos de los recursos, publicados en la Revista Costos. Los análisis de costos, se realizó para la conformación de la Base Estabilizada.

Se presenta los cuadros de resultados, obtenidos del análisis de Costos Unitarios del suelo estabilizado con: cemento portland tipo I y emulsión asfáltica.

CONFORMACION DE BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO POR 1 M3

Tabla 13 Presupuesto de base estabilizada con cemento portland tipo I.

Partida

Rendimiento M3/DIA	MO	420	EQ	420	
DESCRIPCION DEL RECURSO	Unid.	Cuadrilla	Cantida	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
OPERARIO	hh	1.00	0.0190	22.72	0.43
PEON	hh	6.00	0.1143	16.40	1.87
MATERIALES					
CEMENTO (5%)	kg.		108.50	0.50	54.25
EQUIPOS					
MOTONIVELADORA	hm	1.00	0.0190	178.76	3.40
RODILLO LISO	hm	1.00	0.0190	173.34	3.29
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3%	2.30	0.07
SUB PARTIDAS					
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.1200	20.82	2.50
COSTO TOTAL					65.81

Fuente: Elaboración Propia.

SUBPARTIDA

Rendimiento M3/DIA	MO	68	EQ	68	
DESCRIPCION DEL RECURSO	Unid.	Cuadrilla	Cantida	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
PEON	hh	1.00	0.1176	16.40	1.83
EQUIPOS					
CAMION CISTERNA 4X2 AGUA 122 HP 2000 GAL	hm.	1.00	0.1176	160.67	18.89
COSTO TOTAL					20.82

Fuente: Elaboración Propia.

CONFORMACION DE BASE ESTABILIZADA CON EMULSION ASFALTICA POR 1 M3

Tabla 14 Presupuesto de base estabilizada con Emulsión Asfáltica.

Rendimiento M3/DIA	MO	420	EQ	420	
DESCRIPCION DEL RECURSO	Unid.	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
OPERARIO	hh	1.00	0.0190	22.72	0.43
PEON	hh	6.00	0.1143	16.40	1.87
MATERIALES					
CEMENTO PORTLAND	kg.		0.25	0.50	0.125
E. ASFALTICA CSS-1H	GLN		16.64	7.59	126.30
EQUIPOS					
MOTONIVELADORA	hm	1.00	0.0190	178.76	3.40
RODILLO LISO	hm	1.00	0.0190	173.34	3.29
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3%	2.30	0.07
SUB PARTIDAS					
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.1200	20.82	2.50
COSTO TOTAL					137.99

Fuente: Elaboración Propia.

SUBPARTIDA

Rendimiento M3/DIA	MO	68	EQ	68	
DESCRIPCION DEL RECURSO	Unid.	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
PEON	hh	1.00	0.1176	16.40	1.83
EQUIPOS					
CAMION CISTERNA 4X2 AGUA 122 HP 2000 GAL	hm.	1.00	0.1176	160.67	18.89
COSTO TOTAL					20.82

Fuente: Elaboración Propia.

COSTO TOTAL DE LA BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON AMBOS ESTABILIZANTES

PRESUPUESTO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO S/.	TOTAL S/.
1.00	BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO	M3	73,370.65	65.81	4,828,522.48
2.00	BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON EMULSION ASFALTICA	M3	73,370.65	137.99	10,124,415.99

VENTAJAS ECONÓMICAS		
	VENTAJAS	DESVENTAJAS
SUELO NATURAL ESTABILIZADO CON CEMENTO(S-C)	Según los datos obtenidos del presupuesto, nos muestra menor costo al utilizar cemento como estabilizante.	Si la cantidad de agua que se riega excede, esto llevará a que su resistencia disminuya, es por ello que se debe saber y conocer el porcentaje de agua que se echará al suelo estabilizado con cemento.
SUELO NATURAL ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA(S-E)	Según los datos obtenidos del presupuesto, nos da un mayor costo al utilizar Emulsión Asfáltica como estabilizante.	Para la aplicación de la emulsión asfáltica se va a requerir más equipos y mano de obra en campo, es por ello que el costo es elevado.

4.2. DOCIMASIA DE HIPÓTESIS

Al finalizar la investigación nos damos cuenta que el cemento portland tipo I llega a cumplir los valores adecuados según la norma, es por ello que el cemento es un material que se adecua a ser trabajable para estabilizar una base granular, y es más económico según los datos obtenidos en el presupuesto.

- Mezclando el material granular con 5% de cemento obtuvimos que la densidad seca, el promedio de las 3 muestras ensayadas no saturadas sale 2.169 gr/cm³, su contenido de humedad el promedio de las 3 muestras es 6.4% y su resistencia promedio de las muestras ensayadas es de 34.49 kg/cm² aplicando una carga entre 2750kg a 2670 kg.
- Mezclando el material granular con 2.0% de Asfalto residual se obtuvo el 3.3% de Emulsión Asfáltica con una densidad seca Bulk de 2.274 gr/cm³, y su estabilidad modificada seca (KG) y Húmeda (Kg) son 1754.4 y 1247.6 respectivamente.

Con los valores obtenidos de los ensayos, al ser estabilizado la base granular con cemento notamos que se acerca a la resistencia mínima de 3.5 MPA, sin embargo, es un material más económico a diferencia que al ser estabilizado con emulsión asfáltica, no obstante, la estabilidad Marshall de la base con emulsión asfáltica sobre pasa el valor mínimo de 1500 lbs.

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

- El proceso de desarrollo de esta investigación tuvo como finalidad, Comparar técnica y económicamente el uso de los materiales Cemento Portland Tipo I y la Emulsión Asfáltica en la estabilización de base granular, para lograr cumplir con este objetivo general, nos basamos en realizar ensayos en laboratorio de suelos, también se recolecto información durante la etapa de desarrollo de la muestra.
- Para la selección de cantera hemos optado por cumplir los parámetros según indican en la norma, ya que estos parámetros son referentes para trabajar con soluciones básicas para vías no pavimentadas. En los resultados la cantera 1 su clasificación es A-1-a, su Limite liquido es 24.7% y su índice de Plasticidad es 6.3%, esta cantera cumple según indica la norma. En la cantera 2 su porcentaje que pasa en la malla 200 es 4.4% también cumple, entonces ambas canteras cumplen para ser estabilizadas con dichos estabilizantes.
- Para determinar las propiedades físicas – mecánicas de la muestra granular estabilizada con ambos estabilizantes se determinó junto con los ensayos de

laboratorio de suelos empleando el Ensayo de Resistencia a la Compresión de probetas según indica la norma MTC E 1103 para suelos estabilizados con cemento portland y para suelos estabilizados con emulsión asfáltica el Ensayo Marshall MTC E 504.

- Para obtener los espesores de las bases granulares y capas de rodaduras, se diseñó utilizando el método AASHTO -93, junto con el estudio de tráfico de la ruta LI-113, distrito de Charat, Usquil, Huaranchal, Provincia de Otuzco, Departamento la Libertad.
- También hemos comparado el presupuesto utilizando los dos estabilizantes en una base granular, según indica en el presupuesto la base granular estabilizada con cemento es menos costoso que al ser estabilizado con emulsión asfáltica.

CONCLUSIONES

- De acuerdo a los ensayos concluimos que ambas canteras cumplen como material para ser estabilizadas con cemento portland tipo I y emulsión Asfáltica catiónica lenta CSS-1h.
- A partir de la granulometría del material para base granular obtenemos los siguientes parámetros: Material A-1-a, L.L. 24.7%, L.P. 18.4%, I.P. 6.3%. Los parámetros de la base granular cumplen para ser estabilizado con cemento portland tipo I.
- Para la dosificación óptima de la estabilización con cemento portland tipo I nos hemos basado en el Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos.”
Según la clasificación SUCS y ASSTHO para el material granular corresponde la dosificación del cemento portland entre 3% y 5%, hemos asumido el 5% de cemento portland tipo I.
- La dosificación para la estabilización con emulsión asfáltica nos hemos basado en el Manual de Carreteras Suelos, Geología y Geotecnia. Asumimos el valor de asfalto residual de 1.3 % y el resto se incrementa cada 0.5% según norma, los porcentajes de asfalto residual ensayados son los siguientes: 1.3%,1.8%, 2.3% y 2.8%. el porcentaje de Asfalto Residual representa el 60% de la Emulsión Asfáltica óptima.

- Para el diseño del espesor de la base estabilizada con cemento se usó un coeficiente estructural de 0.07, y para el diseño del espesor de la base estabilizada con Emulsión Asfáltica se utilizó un coeficiente estructural de 0.115 para una estabilidad Marshall de 1500 lb.
- Se presentan presupuestos, que fueron elaborados en función de los espesores obtenidos mediante el método de diseño estructural ASSHTO, estos resultados indican que es menos costoso estabilizar la base granular con cemento que con emulsión asfáltica.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar el método ASSHTO 1993, porque toma en cuenta la estabilización que realizamos en el material que conforma la estructura del pavimento.
- En caso se decide estabilizar con cemento portland y emulsión asfáltica se debe tener en cuenta lo siguiente:
Se debe utilizar equipos y mano de obra calificada que garantice una mezcla correcta de material, así como una disgregación adecuada.
Se debe tener en cuenta la humedad óptima y una correcta compactación.
- Se recomienda utilizar la emulsión asfáltica ya que con esta se logra una solución flexible lo cuál el suelo no presentaría fisuras; si se utiliza el cemento se formaría una capa rígida acompañado en un deficiente proceso constructivo provocaría fisuras.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Galarreta, W. y Llenque, S. (2019). *“Influencia de la Adición de Emulsión Asfáltica en la Estabilidad de los Suelos del Centro Poblado de Villa Hermosa en el Distrito la Esperanza”*. Trujillo, Perú.
- Torres, R. (2019). *“Diseño de Base Estabilizada con Emulsión Asfáltica Catiónica, Carretera Yauri – Desvio Livitaca (7 curvas) región Cusco- 2018”*. Trujillo, Perú.
- Becerra, A. y Herrera, A. (2019). *“Estabilización de Arcillas, Arenas y Afirmados, Empleando los Cementos Pacasmayo Viaforte, Mochica y Qhuna; Lambayeque 2018”*. Pimentel, Perú.
- Guillermo, L. (2018). *“Evaluación del diseño de pavimentos estabilizados con emulsión asfáltica y cemento portland para el proyecto de conservación vial puno Tacna tramo Tarata, Capazo y Manocruz”*. Lima, Perú.
- Moreno, L., Parrales, G., Cobos, D. y Ponce, F. (2018). *“Mantenimiento y Conservación de Carreteras”*. Alcoy, España.
- Montejo, A., Montejo, A. y Montejo, A. (2018). *“Estabilización de Suelos (1ª ed.)”*. España: Ediciones de la U LTDA.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016). *“Manual de Ensayo de Materiales”*. Lima, Perú: MTC.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2015). *“Documento Técnico Soluciones Básicas En Carreteras No Pavimentadas”*. Lima, Perú: MTC.
- Vera, Juan (2015). *“Mejoramiento con emulsiones asfálticas de bases granulares,*

para pavimento en la región Lambayeque". Lambayeque, Perú.

Herrera, R. (2014). *"Efecto del Cemento Portland tipo I, como Estabilizante del Material Granular De La Cantera El Guitarrero Para Bases De Pavimentos Rígidos"*. Cajamarca, Perú.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013). *"Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción"*. Lima, Perú: MTC.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones, (2013). *"Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos"*. Lima, Perú: MTC.

Ccora, J. y Montenegro, H. (2011). *"Estudio comparativo del mejoramiento de la base aplicando estabilizadores: emulsión asfáltica, cal y cemento, carretera cañete y Chupaca tramo km 152+000 – 158+000"*. Lima, Perú.

Gonzales, W., Jiménez, M. y López, R. (2007). *"Guía básica para el uso de emulsiones asfálticas en la estabilización de bases en caminos de baja intensidad en el salvador"*. San salvador, El Salvador.

Torrente, M. y Sagues, L. (1968). *"Estabilización de Suelos (1ª ed.)"*. Barcelona: Editores Técnicos Asociados.

ANEXOS

Panel Fotográfico N° 01: Ensayos de laboratorio de suelos.



Figura 10: Ruta LI-113, Distrito de Charat, Huaranchal, Usquil.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 11: Ruta LI-113.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 12: Cantera N°01 que está en la Progresiva 30+850.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 13: Cantera N°02 que se encuentra en el Rio Alto Chicama.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 1: Tamizado de la muestra.

Fuente: Elaboración propia



Figura 15: Tamizado en la malla N° 40 de la muestra.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 16: Rollitos de la muestra pasante malla N° 40.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 17: Mezcla de la Muestra con un porcentaje de Agua.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 18: Con el Pisón o Martillo se da 25 golpes por cada capa.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 19: Pesando el Proctor más el suelo compactado.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 20: Colocación de Emulsión Asfáltica.

Fuente: Elaboración Propia



Figura 21: Ensayo Marshall.

Fuente: Elaboración Propia.

UBICACIÓN DE CANTERA EN GOOGLE EARTH



Figura 22: Ubicación de la Cantera 01 en la Progresiva 30+850.

Fuente: Google Earth.



Figura 23: Ubicación de la Cantera 02 que se encuentra en Rio Alto Chicama.

Fuente: Google Earth.

Ficha Técnica de la Emulsión Asfáltica Catiónica Lenta Tipo CSS-1H.



EMULTEC CSS-1H EMULSIÓN CATIONICA DE RUPTURA LENTA

GUIA TDM ASFALTOS : _____
CLIENTE: BACHILLER GUEVARA CASTILLO, JUAN CARLOS, BACHILLER SALAZAR PAREDES LUIS MIGUEL.

REFERENCIAS: EXPEDIENTE ES. 305- 2020 - LAB TDMASFALTOS
TANQUE: _____ CINTILLO DE SEGURIDAD N°: _____
LOTE DE PRODUCCIÓN: LABORATORIO
CANTIDAD: 1 GALONES
FECHA DE PRODUCCIÓN: 10/09/2020

ENSAYOS SOBRE EMULSIÓN	MÉTODO ASTM	UNIDADES	ESPECIFICACIONES		RESULTADO
			MÍNIMO	MÁXIMO	
VISCOSIDAD SAYBOLT FUROL, 25 °C	D 7496	ssf	20	100	36
ESTABILIDAD AL ALMACENAMIENTO, 24 horas	D 6930	%	--	1	0.6
DESTILACIÓN	D 6997	--			
- CONTENIDO DE ASFALTO RESIDUAL	D 6997	%	57	--	60.5
- CONTENIDO DE DISOLVENTES	D 6997	%	--	--	0
PRUEBA DEL TAMIZ N° 20	D 6933	%	--	0.1	0.00
MEZCLA CON CEMENTO	D 6935	%	--	2	0.0
CARGA DE PARTÍCULA	D 7402		POSITIVA		POSITIVA

ENSAYOS SOBRE EL RESIDUO DE EMULSIÓN					
PENETRACIÓN, 25°C, 100 g, 5 s	D 5	dmm	40	90	60
DUCTILIDAD, 25°C, 5 cm/min	D 113	cm	40	--	133.8
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO	D 2042	%	97.5	--	99.80

OBSERVACIONES: 1. El producto cumple especificaciones de calidad, en concordancia con ASTM D 2397-13 y MTC-EG2013
2. Los resultados corresponden sólo a la muestra analizada
3. PE: 1.00

Original: Cliente
Cargo: Laboratorio

Hector Huapaya
Laboratorista

Wendy Herencia
Jefe del Area Técnica

Fecha de Emisión : **Lima, 14 de octubre del 2020**

La información contenida en este documento se basa en ensayos adecuados, seguros y correctos. Las recomendaciones, rendimientos y sugerencias no constituyen garantías ya que, al estar fuera de nuestro alcance controlar las condiciones de aplicación, no nos responsabilizamos por daños, perjuicios o pérdidas ocasionadas por el uso inadecuado de los productos.

TDM ASFALTOS se reserva el derecho de efectuar cambios con el objeto de adaptar este producto a las más modernas tecnologías.

Mza. A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurín - Lurín. Teléfono (511) 6169311 Fax: 6169313

Ficha Técnica del Cemento Portland Tipo I.



Cemento Portland tipo I

Requisitos Normalizados

NTP 334.009 Tablas 1 y 3

Resultado promedio de nuestros productos.

Propiedades Químicas

QUÍMICOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO DE ENSAYOS
MgO (%)	6.0 máx.	2.2
SO ₃ (%)	3.0 máx.	2.7
Pérdida por ignición (%)	3.5 máx.	3.1
Residuo insoluble (%)	1.5 máx.	0.7

Propiedades Físicas

REQUISITOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO DE ENSAYOS
Contenido de aire del mortero (Volumen %)	12 máx.	6
Superficie específica (cm ² /g)	2600 mín.	3810
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.12
Densidad (g/mL)	A	3.12
Resistencia a la compresión min, (MPa)		
1 día	A	15.8
3 días	12.0	30.3
7 días	19.0	37.0
28 días ⁽¹⁾	28.0	42.1
Tiempo de Fraguado, minutos, Vicat		
Inicial, no menor que:	45	110
Final, no mayor que:	375	238

A No específica.

(1) Requisito opcional.

VENTAJAS



Presentaciones: Bolsas de 42.5 kg, granel y big bag de 1TM.



Fecha y hora de envasado garantiza máxima frescura.

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.090.2016.

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 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.

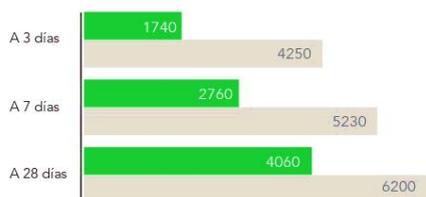


Utilizar agregados y materiales certificados y de buena calidad.



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 NTP334.090 / ASTM C150

Ensayos realizados a la Cantera 01, Progresiva 30 + 850 de la Ruta LI -113.

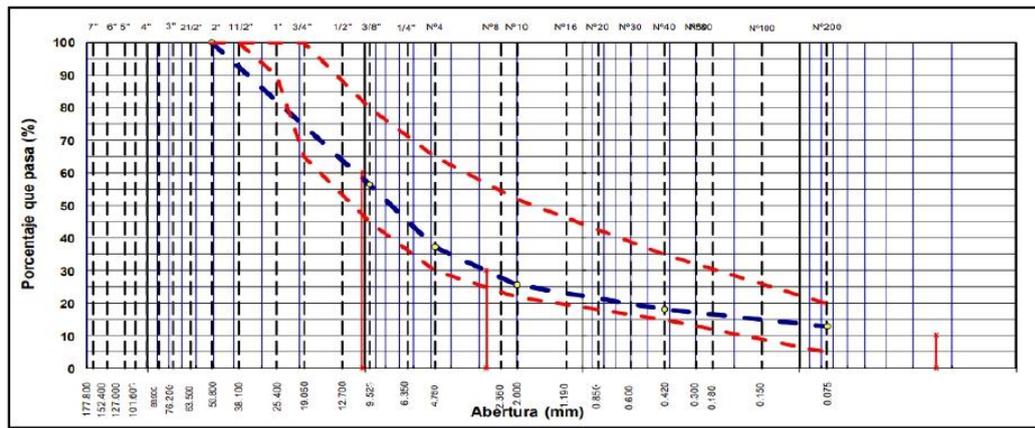
Ensayo de Análisis Granulométrico por Tamizado.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88							
SOLICITANTES : Bach. Luis Miguel Salazar Paredes Bach. Juan Carlos Guevara Castillo						 <p>MUESTREADO POR: Solicitantes ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A.M. REVISADO POR: Ing. Demetrio Carranza Peña HECHO POR : GEOCONS S.R.L. FECHA : 09/12/20</p>	
PROYECTO : "COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA EL CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO DE LA RUTA LI-113, DISTRITO DE CHARAT, USQUIL, HUARANCHAL, OTUZCO, LA LIBERTAD"							
MUESTRA : MATERIAL NATURAL							
UBICACIÓN : CHARAT							
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	% RET. PARC.	% RET. AC.	% Q' PASA	HUSO A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4 1/2"	114.300						PESO TOTAL = 2,000.0 gr
4"	101.600						PESO GRAVA = 1252.9 gr
3 1/2"	88.900						PESO ARENA = 747.1 gr
3"	76.200						PESO FINO = 747.1 gr
2 1/2"	63.500						LÍMITE LÍQUIDO = 24.7 %
2"	50.800						LÍMITE PLÁSTICO = 18.4 %
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0		ÍNDICE PLÁSTICO = 6.3 %
1"	25.400	113.4	5.7	5.7	94.3		CLASF. AASHTO = A-1-a [0]
3/4"	19.050	161.6	8.1	13.8	86.3		CLASF. SUCCS = GC - GM
1/2"	12.700			13.8	86.3		MAX. DENS. SECA = 2.170 (gr/cm3)
3/8"	9.525	595.5	29.8	43.5	56.5		OPT. CONT. HUM. = 6.98 %
1/4"	6.350			43.5	56.5		CBR 0.1" (100%) = 36.5 %
# 4	4.760	382.4	19.1	62.6	37.4		CBR 0.2" (100%) = 52.3 %
# 8	2.360			62.6	37.4		% Grava = 62.7 %
# 10	2.000	234.2	11.7	74.4	25.6		% Arena = 24.4 %
# 20	0.850	103.3	5.2	79.5	20.5		% Fino = 13.0 %
# 40	0.420	45.6	2.3	81.8	18.2		% HUMEDAD = P.S.H. P.S.S. % Humedad
# 50	0.300			81.8	18.2		190.3 185.5 2.8%
# 60	0.250	32.2	1.6	83.4	16.6		Observaciones :
# 100	0.150	37.5	1.9	85.3	14.7		
# 200	0.075	35.5	1.8	87.1	12.9		
< # 200	FONDO	258.8	12.9	100.0	0.0		
FRACCIÓN		747.1					Coef. Uniformidad - Índice de Consistencia
TOTAL		2,000.0					Coef. Curvatura - 3.5
Descripción suelo:	Grava limo arcillosa con arena					Pot. de Expansión	Bajo Estable

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ensayo de Limites de Consistencia.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

LIMITES DE CONSISTENCIA				
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90				
SOLICITANTES :	Bach. Luis Miguel Salazar Paredes Bach. Juan Carlos Guevara Castillo "COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA EL CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO DE LA RUTA LH-113, DISTRITO DE CHARAT, HUARANCHAL, OTUZCO, LA LIBERTAD"			MUESTREADO POR: Solicitantes ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A.M. REVISADO POR: Ing. Demetrio Carranza Peña HECHO POR : GEOCONS S.R.L. FECHA : 09/12/20
PROYECTO :	USQUIL, HUARANCHAL, OTUZCO, LA LIBERTAD"			
MUESTRA :	MATERIAL NATURAL			
UBICACIÓN :	CHARAT			
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)				
N° TARRO	1	2	3	
TARRO + SUELO HÚMEDO	45.34	50.37	44.67	
TARRO + SUELO SECO	38.77	43.34	38.59	
AGUA	6.57	7.03	6.08	
PESO DEL TARRO	15.46	15.29	12.54	
PESO DEL SUELO SECO	23.31	28.05	26.05	
% DE HUMEDAD	28.19	25.06	23.34	
N° DE GOLPES	12	25	32	
LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)				
N° TARRO	1	2		
TARRO + SUELO HÚMEDO	23.18	19.84		
TARRO + SUELO SECO	22.18	18.76		
AGUA	1.00	1.08		
PESO DEL TARRO	16.74	12.89		
PESO DEL SUELO SECO	5.44	5.87		
% DE HUMEDAD	18.38	18.40		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">DIAGRAMA DE FLUIDEZ</p> </div>				
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES:		
LÍMITE LÍQUIDO	24.7			
LÍMITE PLÁSTICO	18.4			
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	6.3			

Ensayo de Contenido de Humedad.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

HUMEDAD NATURAL MTC E 108, ASTM D 2216-19			
<p>SOLICITANTES : Bach. Luis Miguel Salazar Paredes Bach. Juan Carlos Guevara Castillo</p> <p>PROYECTO : "COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA EL CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO DE LA RUTA LI-113, DISTRITO DE CHARAT, USQUIL, HUARANCHAL, OTUZCO, LA LIBERTAD"</p> <p>MUESTRA : MATERIAL NATURAL</p> <p>UBICACIÓN : CHARAT</p>	<div style="text-align: center;"> <p>GEOCONS SRL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS QUIMICOS</p> </div> <p>MUESTREADO POR: Solicitantes ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A.</p> <p>REVISADO POR: Ing. Demetrio Carranza Peña</p> <p>HECHO POR : GEOCONS S.R. FECHA : 09/12/20</p>		
DATOS			
Nº de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	190.26		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	185.54		
Peso de Tara (gr.)	12.60		
Peso de Agua (gr.)	4.72		
Peso Mat. Seco (gr.)	172.94		
Humedad Natural (%)	2.73		
Promedio de Humedad (%)	2.7		
OBSERVACIONES:			

Ensayo de Proctor Modificado.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

<p>SOLICITANTE : Bach. Luis Miguel Salazar Paredes Bach. Juan Carlos Guevara Castillo</p> <p>PROYECTO : "COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA EL CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO DE LA RUTA LI-113, DISTRITO DE CHARAT, USQUIL, HUARANCHAL, OTUZCO, LA LIBERTAD"</p> <p>MUESTRA : MATERIAL NATURAL</p> <p>UBICACIÓN : CHARAT</p>	<p>MUESTREADO POR: Solicitantes ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A.M.</p> <p>REVISADO POR: Ing. Demetrio Carranza Peña</p> <p>HECHO POR : GEOCONS S.R.L. FECHA : 09/12/20</p>
--	---

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "C"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 56				
NUMERO DE CAPAS	: 5				
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10826	10965	10918	10863	
PESO DE MOLDE (gr)	6066	6066	6066	6066	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4760	4899	4852	4797	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2105	2105	2105	2105	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.261	2.327	2.305	2.279	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.142	2.169	2.094	2.023	

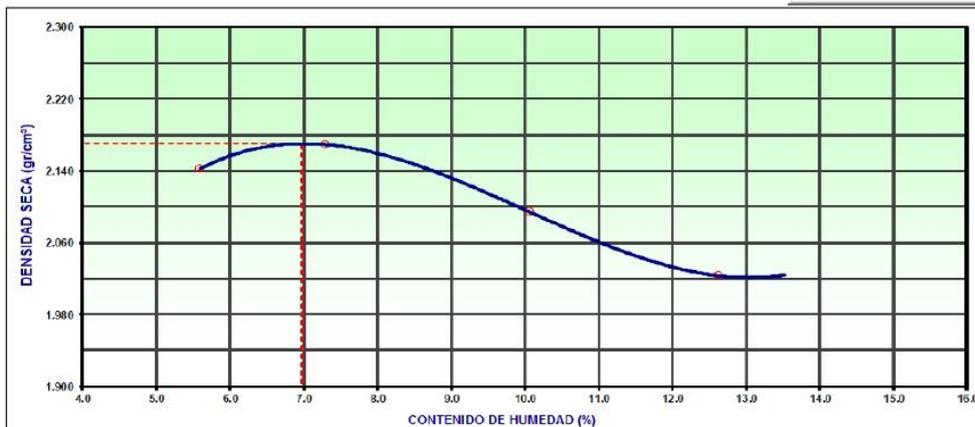
CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	158.26	175.26	147.82	138.26	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	150.74	164.48	135.44	124.46	
PESO DE LA TARA (gr)	16.25	16.82	12.45	15.20	
PESO DE AGUA (gr)	7.52	10.78	12.38	13.80	
PESO DE SUELO SECO (gr)	134.49	147.66	122.99	109.26	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.59	7.30	10.07	12.63	

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) 2.17 **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** 6.98

CURVA DE COMPACTACIÓN

Generar Gráfico



Ensayo de Relación de Soporte de California C.B.R.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)													
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)													
SOLICITANTE : Bach. Luis Miguel Salazar Paredes Bach. Juan Carlos Guevara Castillo													
PROYECTO : *COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA EL CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO DE LA RUTA LI-113, DISTRITO DE CHARAT, USQUIL, HUARANCHAL, OTUZCO, LA LIBERTAD*						MUESTREADO POR: Solicitantes ENSAYADO POR: Tec. Carlos E. A.M.							
MUESTRA : MATERIAL NATURAL						REVISADO POR: Ing. Demetrio Carranza Peña							
UBICACIÓN : CHARAT						HECHO POR : GEOCONS S.R.L. FECHA : 09/12/20							
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA			: 2.170 g/cm3			CAPACIDAD			: 10000 Lbs.				
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD			: 6.98 %			ANILLO			: 1				
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°				5			5			5			
N° Capa				56			25			12			
Golpes por capa N°				56			25			12			
Cond. de la muestra		NO SATURADO			SATURADO			NO SATURADO			NO SATURADO		
Peso molde + suelo húmedo (gr)		13160						12920					
Peso de molde (gr)		8310						8310					
Peso del suelo húmedo (gr)		4850						4610					
Volumen del molde (cm3)		2102						2102					
Densidad húmeda (gr/cm3)		2.307						2.193					
Humedad (%)		6.56						6.75					
Densidad seca (gr/cm3)		2.165						2.054					
Tarro N°		S/N						S/N					
Tarro + Suelo húmedo (gr)		146.20						159.47					
Tarro + Suelo seco (gr)		138.20						150.22					
Peso del Agua (gr)		8.00						9.25					
Peso del tarro (gr)		16.20						13.28					
Peso del suelo seco (gr)		122.00						136.94					
Humedad (%)		6.56						6.75					
Promedio de Humedad (%)		6.56						6.75					
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
% NO PRESENTA EXPANSION													
PENETRACION													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
		0				0				0			
0.025		76.7	4			56.2	3			32.3	2		
0.050		213.3	11			120.0	6			83.4	4		
0.075		328.7	17			212.4	11			192.9	10		
0.100	70.3	505.0	26	25.7	36.5	435.4	22	19.38	27.6	332.1	17	14.62	
0.150		868.9	44			615.6	31			444.8	23		
0.200	105.5	1046.3	53	55.1	52.3	826.1	42	41.71	39.6	638.0	32	32.17	
0.250		1375.4	70			1076.8	55			822.7	42		
0.300		1645.0	84			1213.1	62			986.4	50		
0.400		1964.0	100			1451.9	74			1185.2	60		
0.500		2111.0	107			1552.0	79			1344.6	68		

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

SOLICITANTES : Bach. Luis Miguel Salazar Paredes
Bach. Juan Carlos Guevara Castillo

PROYECTO : "COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA EL CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO DE LA RUTA LI-113, DISTRITO DE CHARAT, USQUIL, HUARANCHAL, OTUZCO, LA LIBERTAD"

MUESTRA : MATERIAL NATURAL

UBICACIÓN : CHARAT



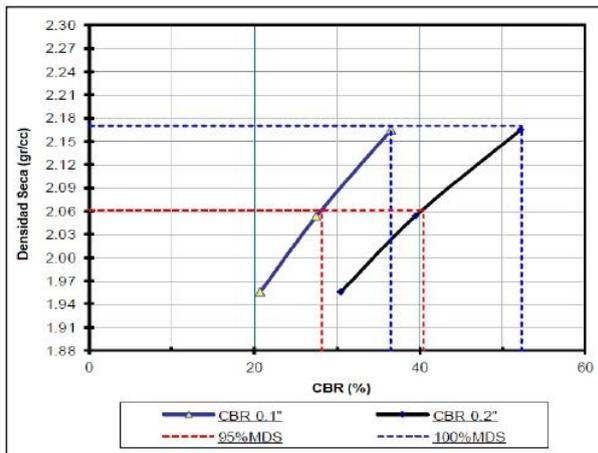
MUESTREADO POR: Solicitantes
ENSAYADO POR: Tec. Carlos E. A.M.

REVISADO POR:
Ing. Demetrio Carranza Peña

HECHO POR : GEOCONS S.R.L.

FECHA : 09/12/20

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Generar gráfico

RESULTADOS:

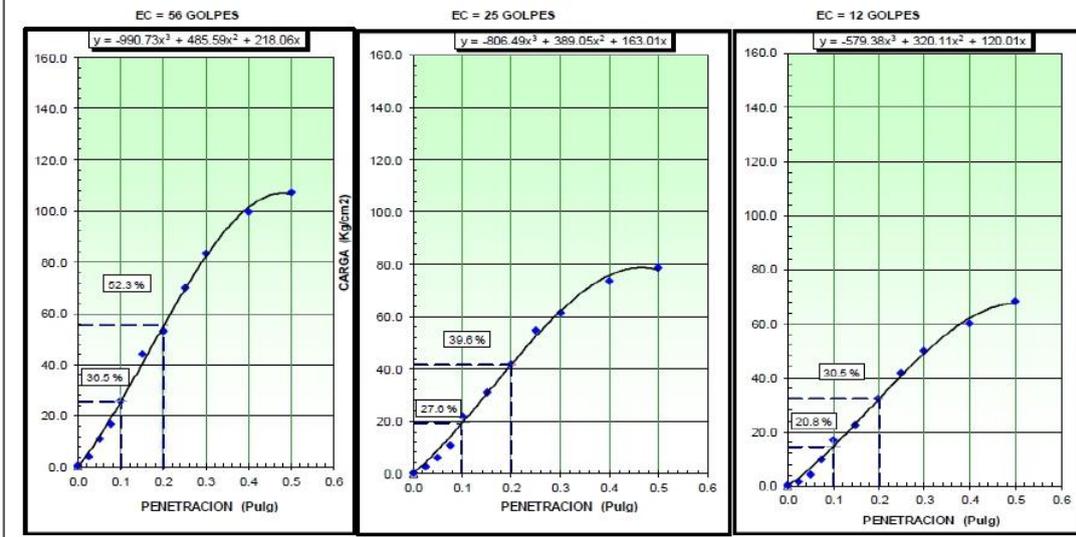
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	36.5	0.2":	52.3
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	28.2	0.2":	40.4

Datos del Proctor

Densidad Seca	2.17	gr/cc
Optimo Humedad	6.98	%

OBSERVACIONES:

Limite superior



Ensayo de Abrasión Máquina de Los Ángeles.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE ABRASIÓN (MÁQUINA DE LOS ÁNGELES)

MTC E 207 - ASTM C 535 - AASHTO T-96

<p>SOLICITANTES : Bach. Luis Miguel Salazar Paredes Bach. Juan Carlos Guevara Castillo</p> <p>PROYECTO : "COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA EL CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO DE LA RUTA LI-113, DISTRITO DE CHARAT, USQUIL, HUARANCHAL, OTUZCO, LA LIBERTAD"</p> <p>MUESTRA : MATERIAL NATURAL</p> <p>UBICACIÓN : CHARAT</p>	<p>MUESTREADO POR: Solicitantes ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A.M</p> <p>REVISADO POR: Ing. Demetrio Carranza Peña</p> <p>HECHO POR : GEOCONS S.R.L. FECHA : 09/12/20</p>
---	---

Tamiz Pasa - Retiene	Gradaciones			
	A	B	C	D
1 1/2" - 1"				
1" - 3/4"				
3/4" - 1/2"		2500.0		
1/2" - 3/8"		2500.0		
3/8" - 1/4"				
1/4" - N° 4				
N° 4 - N° 8				
Peso Total		5000.0		
(%) Retenido en la malla N° 12		4161.4		
(%) Que pasa en la malla N° 12		838.6		
N° de esferas		11		
Peso de las esferas (gr)		4584 ± 25		
% Desgaste		16.8%		

OBSERVACIONES:

Ensayos realizados a la Cantera 02.

Ensayo de Análisis Granulométrico por Tamizado.



EXPEDIENTE E. S.
305-2020-LAB TDM ASFALTOS

INFORME DE ENSAYO
DISEÑO TENTATIVO DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO

SOLICITANTE : BACHILLER GUEVARA CASTILLO, JUAN CARLOS, BACHILLER SALAZAR PAREDES LUIS MIGUEL.
 PROYECTO : "COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA EL CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO DE LA RUTA LI-113, DISTRITO DE CHARAT, USQUIL, HUARANCHAL, OTUZCO, LA LIBERTAD"
 UBICACIÓN : LA LIBERTAD
 REFERENCIA : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON EMULSIÓN ASFÁLTICA.
 F. INGRESO : 02/10/2020

DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA RÍO ALTO CHICAMA
 DESCRIPCIÓN : MATERIAL GRANULAR
 PRESENTACIÓN : 01 SACO DE POLIPROPILENO
 CANTIDAD : 50 KG APROX. C/U

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO
(ASTM D-6913)

MALLAS					
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PESO RET. g	RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				100.0
2"	50.800	2639.7	8.6	8.6	91.4
1 1/2"	38.100	2507.2	8.2	16.8	83.2
1"	25.400	6205.9	20.2	37.0	63.0
3/4"	19.050	3704.5	12.1	49.1	50.9
1/2"	12.700	3911.2	12.7	61.8	38.2
3/8"	9.525	1771.8	5.8	67.6	32.4
1/4"	6.350				
# 4	4.760	2057.2	6.7	74.3	25.7
# 6	3.360				
# 8	2.380	44.4	1.7	75.9	24.1
# 10	2.000				
# 16	1.190	26.3	1.0	76.9	23.1
# 20	0.840				
# 30	0.590	27.8	1.0	77.9	22.1
# 40	0.426				
# 50	0.297	78.3	2.9	80.9	19.1
# 80	0.177				
# 100	0.149	222.9	8.3	89.2	10.8
# 200	0.074	171.6	6.4	95.6	4.4
< # 200	(ASTM C-117)	117.4	4.4	100.0	0.0

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO

PESO DE PIEDRA	: 22797.5 g
PESO DE ARENA HUMEDA	: 8144.3 g
PESO DE ARENA SECA	: 7899.4 g
PESO TOTAL DE AGREGADO	: 30696.9 g
FRACCION HUMEDA	: 710.1 g
FRACCION SECA	: 688.7 g

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO DE TARA + MUESTRA HUMEDA	: 602.2 g
PESO DE TARA + MUESTRA SECA	: 590.6 g
PESO DE TARA	: 212.8 g
CONTENIDO DE HUMEDAD	: 3.10 %

PORCENTAJE DE PIEDRA Y ARENA

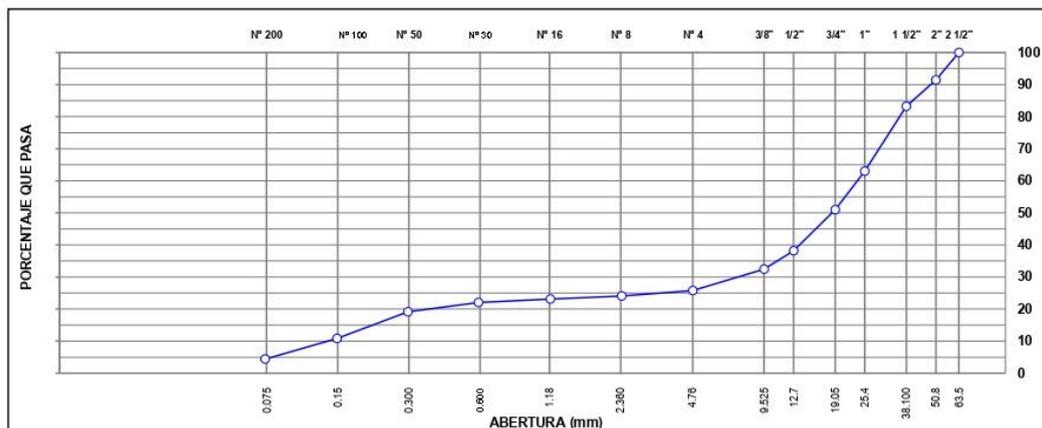
PORCENTAJE DE PIEDRA	: 74.3 %
PORCENTAJE DE ARENA	: 25.7 %

OTROS ENSAYOS

INDICE DE PLASTICIDAD : NP

NOTA 1:
El material cumple con el 10% máximo pasante en la malla N°200 que exige la especificación EG-2013.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Huapaya
Hector Huapaya
Laboratorista

Wendy Herencia
Wendy Herencia
Jefe del Área Técnica

Fecha de reporte : Lima, 14 de octubre del 2020

Ensayos al suelo Granular estabilizado con cemento



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

DETERMINACION A LA RESISTENCIA DE COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO - CEMENTO - MTC E 1103 - 2016									
SOLICITANTES : Bach. Luis Miguel Salazar Paredes Bach. Juan Carlos Guevara Castillo PROYECTO : "COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA EL CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO DE LA RUTA LI-113, DISTRITO DE CHARAT, USQUIL, HUARANCHAL, OTUZCO, LA LIBERTAD" MUESTRA : MATERIAL NATURAL DOSIFICACION : 60.76 kg/m ³ de Cemento Tipo I para Estabilización. UBICACIÓN : CHARAT						 GEOCONS SRL <small>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS QUÍMICOS</small>		MUESTREADO POR: Solicitantes ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A.M. REVISADO POR: Ing. Demetrio Carranza Peña HECHO POR : GEOCONS S.R.L. FECHA : 09/12/20	
DATOS DE LA MUESTRA : TERRENO NATURAL + CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA ESTABILIZACION									
M.D.S.=2,170 O.H.=6.98	NO SATURADAS			SATURADAS			ESPECIF.1,8 MPA		
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	5	6			
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	3926	3975	3961	3948	3977	3937			
PESO DE MOLDE (gr)	1901	1901	1901	1901	1901	1901			
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	2025	2074	2060	2047	2076	2036			
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0			
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.263	2.317	2.302	2.287	2.320	2.275			
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.127	2.178	2.169	2.147	2.165	2.142			
CONTENIDO DE HUMEDAD									
RECIPIENTE N°	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N			
PESO (SUELO HÚMEDO+TARA) (gr)	162.5	147.31	156.42	176.21	149.68	167.14			
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	153.61	139.36	148.27	166.24	140.71	158.18			
PESO DE LA TARA (gr)	13.18	15.26	15.33	13.26	15.48	13.62			
PESO DE AGUA (gr)	8.93	7.95	8.15	9.97	8.97	8.96			
PESO MATERIAL SECO (gr)	140.4	124.1	132.9	153.0	125.2	144.6			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.4	6.4	6.1	6.5	7.2	6.2			
		NO SATURADAS			SATURADAS(4HORAS)				
DATOS DE LA MUESTRA : RES. A LA COMPRESION MATERIAL NATURAL + CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA ESTABILIZACION									
CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4	5	6	ESPECIF.1,8 MPA		
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO (%)	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8			
FECHA DE MOLDEO	27/11/2020	27/11/2020	27/11/2020	27/11/2020	27/11/2020	27/11/2020			
FECHA DE ROTURA	04/12/2020	04/12/2020	04/12/2020	04/12/2020	04/12/2020	04/12/2020			
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7	7			
LECTURA DIAL (Kn)	0	0	0	0	0	0			
CARGA (Kg)	1486	1566	1680	1532	1575	1649			
AREA CM 2	82.19	81.71	82.52	82.03	81.87	82.35			
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	18.08	19.16	20.36	18.68	19.24	20.02			
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	19.2			19.31					
OBSERVACIONES:									
Aplicando un 2.8% de cemento, se obtuvo valores menores al 3.5 Mpa indicados en la norma, concluimos que dicho porcentaje no satisface las necesidades del proyecto.									

DETERMINACION A LA RESISTENCIA DE COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO - CEMENTO - MTC E 1103 - 2016

SOLICITANTES : Bach. Luis Miguel Salazar Paredes Bach. Juan Carlos Guevara Castillo PROYECTO : "COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA EL CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO DE LA RUTA LI-113, DISTRITO DE CHARAT, USQUIL, HUARANCHAL, OTUZCO, LA LIBERTAD" MUESTRA : MATERIAL NATURAL DOSIFICACION : 108.5 kg/m3 de Cemento Tipo I para Estabilización. UBICACIÓN : CHARAT		 MUESTREADO POR: Solicitantes ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A.M. REVISADO POR: Ing. Demetrio Carranza Peña HECHO POR : GEOCONS S.R.L. FECHA : 27/11/20
---	--	--

DATOS DE LA MUESTRA : TERRENO NATURAL + CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA ESTABILIZACION

M.D.S.=2,170 O.H.=6.98	NO SATURADAS			SATURADAS			ESPECIF.1,8 MPA
	1	2	3	4	5	6	
NUMERO DE ENSAYO							
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	3972	3980	3954	3978	3982	3972	
PESO DE MOLDE (gr)	1901	1901	1901	1901	1901	1901	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	2071	2079	2053	2077	2081	2071	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm3)	2.314	2.323	2.294	2.321	2.325	2.314	
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	2.177	2.176	2.155	2.181	2.184	2.175	

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N
PESO (SUELO HÚMEDO+TARA) (gr)	147.36	160.43	164.19	157.29	158.22	163.17
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	139.55	151.27	155.27	148.64	149.64	154.28
PESO DE LA TARA (gr)	15.36	15.28	16.41	13.82	16.40	15.46
PESO DE AGUA (gr)	7.81	9.16	8.92	8.65	8.58	8.89
PESO MATERIAL SECO (gr)	124.2	136.0	138.9	134.8	133.2	138.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.3	6.7	6.4	6.4	6.4	6.4

NO SATURADAS SATURADAS(4HORAS)

DATOS DE LA MUESTRA : RES. A LA COMPRESION MATERIAL NATURAL + CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA ESTABI.

CUERPO DE PROBETA N°	NO SATURADAS			SATURADAS(4HORAS)			ESPECIF.1,8 MPA
	1	2	3	4	5	6	
PORCENTAJE DE CEMENTO EN PESO (%)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	
FECHA DE MOLDEO	19/11/2020	19/11/2020	19/11/2020	19/11/2020	19/11/2020	19/11/2020	
FECHA DE ROTURA	26/11/2020	26/11/2020	26/11/2020	26/11/2020	26/11/2020	26/11/2020	
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7	7	
LECTURA DIAL (Kn)	0	0	0	0	0	0	
CARGA (Kg)	2750	3070	2670	2850	2764	2617	
AREA CM 2	81.55	82.52	82.03	82.19	81.71	81.87	
RESISTENCIA (Kg/cm2)	33.72	37.20	32.55	34.67	33.83	31.96	
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm2)	34.49			33.49			

OBSERVACIONES:

Aplicando un 5 % de cemento, se obtuvo valores cercanos a 3.5 MPa, concluimos que dicho porcentaje si satisface las nesecidades del proyecto.

Ensayo a la muestra al suelo Granular estabilizado con Emulsión Asfáltica.



EXPEDIENTE E. S.

305-2020-LAB TDM ASFALTOS

INFORME DE DISEÑO DISEÑO TENTATIVO DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO (RESUMEN)

SOLICITANTE : BACHILLER GUEVARA CASTILLO, JUAN CARLOS, BACHILLER SALAZAR PAREDES LUIS MIGUEL.
PROYECTO : "COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA EL CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO DE LA RUTA LI-113, DISTRITO DE CHARAT, USQUIL, HUARANCHAL, OTUZCO, LA LIBERTAD"
UBICACIÓN : LA LIBERTAD
REFERENCIA : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON EMULSIÓN ASFÁLTICA.
F. INGRESO : 02/10/2020

1.- MEZCLA DE AGREGADOS (PORCENTAJES EN PESO)

CANTERA RÍO ALTO CHICAMA

MATERIAL GRANULAR : 100%
CEMENTO : 0.5%

2.- LIGANTE BITUMINOSO

Tipo de emulsión asfáltica : EMULTEC CSS-1H
% optimo de emulsión asfáltica : 3.3
% optimo de asfalto residual : 2.0

3.- AGUA

% de humedad natural : 0.5
% de agua en la emulsión : 1.3
% de agua de pre- mezcla : 3.5
% de agua total en la mezcla : 5.3
% de agua de compactación : 4.5

4.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL MODIFICADO

Nº DE GOLPES		75	
% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA (% EN PESO DE LOS AGREGADOS)	3.0	3.3	3.6
ASFALTO RESIDUAL (% EN PESO DE LOS AGREGADOS)	1.8	2.0	2.2
DENSIDAD SECA BULK (g/cm ³)	2.267	2.274	2.279
ESTABILIDAD MODIFICADA SECA (kg), (22.2 °C)	1726.0	1754.4	1770.6
ESTABILIDAD MODIFICADA HÚMEDA (kg), (22.2 °C)	1167.7	1247.6	1314.3
CAMBIOS DE ESTABILIDAD (%)	32.5	28.9	25.6
VACÍOS TOTALES (%)	12.0	11.4	10.9
HUMEDAD ABSORBIDA (%)	4.5	4.2	4.0
REVESTIMIENTO (%)	--	90.0	--

5.- TEMPERATURA DE APLICACIÓN (°C)

Temperatura de agregados : 25.0 °C
Temperatura de emulsión asfáltica : 25.0 °C

6.- OBSERVACIONES :

- Estabilidad Marshall ensayadas a una temperatura de 22.2 °C (Ref: Manual asphalt institute MS-14).
- Agregados muestreado por los interesados.
- Porcentajes de materiales expresado en peso de los agregados.
- Se deberá de realizar los ensayos faltantes al material (Durabilidad, Abrasión y Impureza Orgánica).
- Las condiciones de diseño y evaluación de material fueron realizadas en condiciones de laboratorio. Se debe tomar en cuenta, que durante la aplicación en campo se puede requerir algunos ajustes al diseño.

Hector Huapaya
Laboratorista

Wendy Herencia
Jefe del Area Técnica

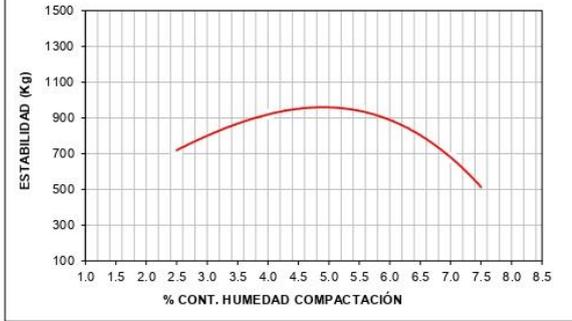
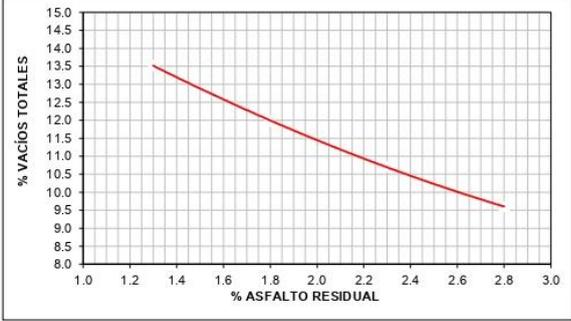
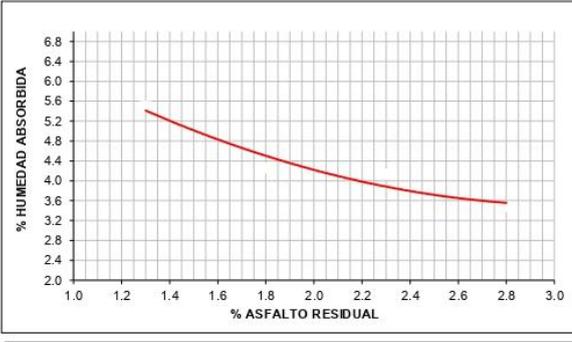
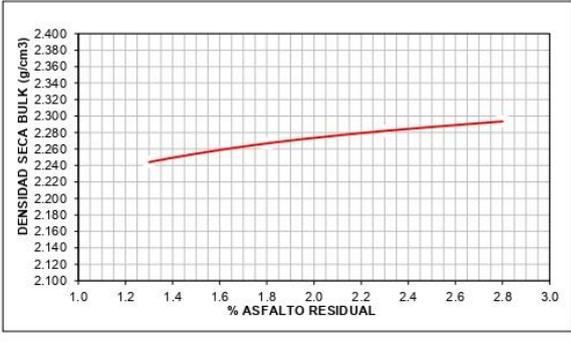
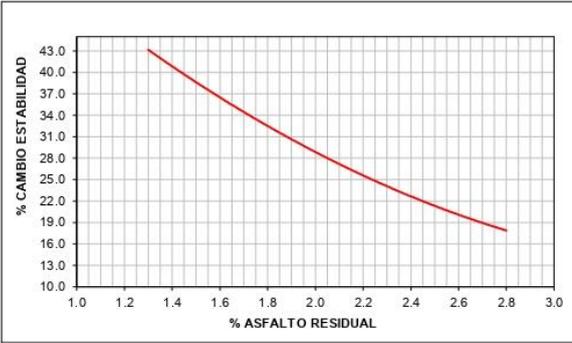
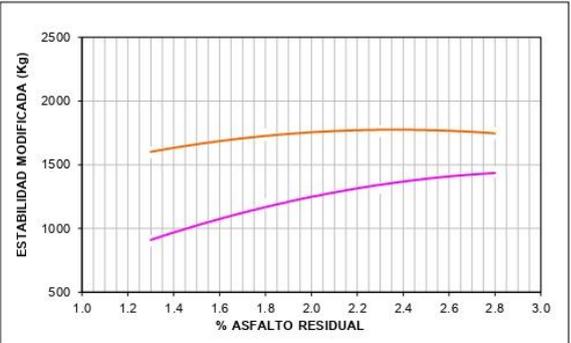
Fecha de Emisión : Lima, 14 de octubre del 2020

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del usuario.



**INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO
(GRÁFICOS)**

SOLICITANTE : BACHILLER GUEVARA CASTILLO, JUAN CARLOS, BACHILLER SALAZAR PAREDES LUIS MIGUEL.
PROYECTO : "COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA EL CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO DE LA RUTA LI-113, DISTRITO DE CHARAT, USQUIL, HUARANCHAL, OTUZCO, LA LIBERTAD"
UBICACIÓN : LA LIBERTAD
REFERENCIA : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON EMULSIÓN ASFÁLTICA.
F. INGRESO : 02/10/2020



Observaciones

Hector Huapaya
Laboratorista

Wendy Herencia
Jefe del Area Técnica

Fecha de Emisión : Lima, 14 de octubre del 2020

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del usuario.

REG-III-TEC-034.V01



EXPEDIENTE E. S.
305-2020-LAB TDM ASFALTOS

INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO
(RESUMEN)

SOLICITANTE : BACHILLER GUEVARA CASTILLO, JUAN CARLOS, BACHILLER SALAZAR PAREDES LUIS MIGUEL
PROYECTO : "COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA EL CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO DE LA RUTA LI-113, DISTRITO DE CHARAT, USQUIL, HUARANCHAL, OTUZCO, LA LIBERTAD"
UBICACIÓN : LA LIBERTAD
REFERENCIA : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON EMULSIÓN ASFÁLTICA.
F. INGRESO : 02/10/2020

(HOJA DE CALCULO)

EMULSIÓN		AGREGADO	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	CANTERA RÍO ALTO CHICAMA
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.5	Descripción	MATERIAL GRANULAR
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS	
Asfalto residual en la mezcla (A)(%)	1.3	G. Es. Aparente (°C)	: 2.649 g/cm3

MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	
Agua de adición a la mezcla (g)	
Agua de compactación (%)	4.5

DESCRIPCIÓN	SECO			SATURADO		
	1	2	3	4	5	6
DENSIDAD BULK						
1 Peso de la probeta en aire (D)	1105.9	1106.3				
2 Peso de la probeta en agua (E)	618.9	619.5				
3 Peso de la probeta SSD (F)	1109.7	1110.9				
4 Volumen por desplazamiento	490.8	491.4				
5 Densidad Bulk (G)	2.253	2.251				
6 Densidad Seca Bulk	2.246	2.242	2.244			

Estabilidad (22.2 °C)						
1 Estabilidad (Kg-f)	1476	1455		786	829	
2 Factor de corrección	1.09	1.09		1.09	1.14	
3 Estabilidad corregida (Kg-f)	1609	1586		857	945	

Contenido de humedad						
1 Peso de la muestra húmeda(H)	1109.7	1110.9		1159.3	1158.4	
2 Peso de la muestra seca (I)	1102.5	1101.6		1096.2	1094.6	
3 Tara (J)						
4 Contenido de humedad (K)	0.3	0.4		5.8	5.9	
5 Humedad absorbida (%)					-5.5	

Características						
1 Máximo total de vacíos (%)	13.4	13.6				
2 vacíos de aire (%)	12.7	12.7				
3 V. M. A. (%)	16.3	16.5				
4 % pérdida de estabilidad		43.6				

Hector Huapaya
Laboratorista

Wendy Herencia
Jefe del Area Técnica

Fecha de Emisión : **Lima, 14 de octubre del 2020**

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del usuario.

Mza. A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurín - Lurín. Teléfono (511) 6169311 Fax: 6169313

REG-III-TEC-0



EXPEDIENTE E. S.
305-2020-LAB TDM ASFALTOS

INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO
(RESUMEN)

SOLICITANTE BACHILLER GUEVARA CASTILLO, JUAN CARLOS, BACHILLER SALAZAR PAREDES LUIS MIGUEL
PROYECTO "COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA EL CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO DE LA RUTA LI-113, DISTRITO DE CHARAT, USQUIL, HUARANCHAL, OTUZCO, LA LIBERTAD"
UBICACIÓN LA LIBERTAD
REFERENCIA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON EMULSIÓN ASFÁLTICA.
F. INGRESO : 02/10/2020

(HOJA DE CALCULO)

EMULSIÓN		AGREGADO	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	: CANTERA RÍO ALTO CHICAMA
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.5	Descripción	MATERIAL GRANULAR
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS	
Asfalto residual en la mezcla (A) (%)	1.8	G. Es. Aparente (°C)	: 2.649 g/cm3

MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	
Agua de adición a la mezcla (g)	
Agua de compactación (%)	4.5

DESCRIPCIÓN	SECO			SATURADO		
	1	2	3	4	5	6
DENSIDAD BULK						
1 Peso de la probeta en aire (D)	1115.3	1117.5				
2 Peso de la probeta en agua (E)	627.1	628.6				
3 Peso de la probeta SSD (F)	1117.8	1118.9				
4 Volumen por desplazamiento	490.7	490.3				
5 Densidad Bulk (G)	2.273	2.279				
6 Densidad Seca Bulk	2.265	2.269	2.267			

Estabilidad (22.2 °C)						
1 Estabilidad (Kg-f)	1562	1627		1062	1131	
2 Factor de corrección	1.09	1.09		1.09	1.09	
3 Estabilidad corregida (Kg-f)	1703	1774		1158	1233	

Contenido de humedad						
1 Peso de la muestra húmeda(H)	1117.8	1118.9		1167.7	1168.5	
2 Peso de la muestra seca (I)	1111.4	1112.3		1116.5	1117.2	
3 Tara (J)						
4 Contenido de humedad (K)	0.4	0.5		4.7	4.7	
5 Humedad absorbida (%)					-4.3	

Características						
1 Máximo total de vacíos (%)	12.0	11.9				
2 vacíos de aire (%)	11.3	10.8				
3 V. M. A. (%)	16.0	15.9				
4 % pérdida de estabilidad		31.2				

Hector Huapaya
Laboratorista

Wendy Herencia
Jefe del Area Técnica

Fecha de Emisión : **Lima, 14 de octubre del 2020**

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del usuario.



EXPEDIENTE E. S.
305-2020-LAB TDM ASFALTOS

INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO
(RESUMEN)

SOLICITANTE : BACHILLER GUEVARA CASTILLO, JUAN CARLOS, BACHILLER SALAZAR PAREDES LUIS MIGUEL
: "COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA EL CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO DE LA RUTA LI-113, DISTRITO DE CHARAT, USQUIL, HUARANCHAL, OTUZCO, LA LIBERTAD"

PROYECTO

UBICACIÓN : LA LIBERTAD

REFERENCIA : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON EMULSIÓN ASFÁLTICA.

F. INGRESO : 02/10/2020

(HOJA DE CALCULO)

EMULSIÓN		AGREGADO	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	: CANTERA RÍO ALTO CHICAMA
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.5	Descripción	MATERIAL GRANULAR
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS	
Asfalto residual en la mezcla (A) (%)	2.3	G. Es. Aparente (°C)	: 2.649 g/cm3

MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	
Agua de adición a la mezcla (g)	
Agua de compactación (%)	4.5

DESCRIPCIÓN	SECO			SATURADO		
	1	2	3	4	5	6
DENSIDAD BULK						
1 Peso de la probeta en aire (D)	1120.9	1118.5				
2 Peso de la probeta en agua (E)	633.4	632.5				
3 Peso de la probeta SSD (F)	1122.8	1120.7				
4 Volumen por desplazamiento	489.4	488.2				
5 Densidad Bulk (G)	2.290	2.291				
6 Densidad Seca Bulk	2.281	2.282	2.282			

Estabilidad (22.2 °C)						
1 Estabilidad (Kg-f)	1606	1627		1196	1217	
2 Factor de corrección	1.09	1.09		1.09	1.09	
3 Estabilidad corregida (Kg-f)	1750	1774		1303	1327	

Contenido de humedad						
1 Peso de la muestra húmeda(H)	1122.8	1120.7		1168.0	1168.9	
2 Peso de la muestra seca (I)	1116.5	1114.3		1118.6	1119.3	
3 Tara (J)						
4 Contenido de humedad (K)	0.4	0.4		4.5	4.5	
5 Humedad absorbida (%)					-4.1	

Características						
1 Máximo total de vacíos (%)	10.7	10.7				
2 vacíos de aire (%)	9.8	9.8				
3 V. M. A. (%)	15.8	15.8				
4 % perdida de estabilidad		25.3				

Hector Huapaya
Laboratorista

Wendy Herencia
Jefe del Area Técnica

Fecha de Emisión : **Lima, 14 de octubre del 2020**

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del usuario.



EXPEDIENTE E. S.
305-2020-LAB TDM ASFALTOS

INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO
(RESUMEN)

SOLICITANTE : BACHILLER GUEVARA CASTILLO, JUAN CARLOS, BACHILLER SALAZAR PAREDES LUIS MIGUEL
PROYECTO : "COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA EL CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO DE LA RUTA LI-113, DISTRITO DE CHARAT, USQUIL, HUARANCHAL, OTUZCO, LA LIBERTAD"
UBICACIÓN : LA LIBERTAD
REFERENCIA : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON EMULSIÓN ASFÁLTICA.
F. INGRESO : 02/10/2020

(HOJA DE CALCULO)

EMULSIÓN		AGREGADO	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	: CANTERA RÍO ALTO CHICAMA
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.5	Descripción	MATERIAL GRANULAR
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS	
Asfalto residual en la mezcla (A) (%)	2.8	G. Es. Aparente ('C)	: 2.649 g/cm3

MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	
Agua de adición a la mezcla (g)	
Agua de compactación (%)	4.5

DESCRIPCIÓN	SECO			SATURADO		
	1	2	3	4	5	6
DENSIDAD BULK						
1	Peso de la probeta en aire (D)	1125.3	1126.9			
2	Peso de la probeta en agua (E)	639.5	640.3			
3	Peso de la probeta SSD (F)	1128.9	1129.6			
4	Volumen por desplazamiento	489.4	489.3			
5	Densidad Bulk (G)	2.299	2.303			
6	Densidad Seca Bulk	2.291	2.296	2.293		

Estabilidad (22.2 °C)						
1	Estabilidad (Kg-f)	1649	1562		1304	1347
2	Factor de corrección	1.09	1.09		1.09	1.09
3	Estabilidad corregida (Kg-f)	1797	1703		1421	1468

Contenido de humedad						
1	Peso de la muestra húmeda (H)	1128.9	1129.6		1168.3	1169.5
2	Peso de la muestra seca (I)	1121.3	1123.3		1126.7	1127.3
3	Tara (J)					
4	Contenido de humedad (K)	0.4	0.3		3.8	3.8
5	Humedad absorbida (%)					-3.5

Características						
1	Máximo total de vacíos (%)	9.7	9.5			
2	vacíos de aire (%)	8.9	8.8			
3	V. M. A. (%)	15.9	15.7			
4	% perdida de estabilidad		17.5			

Hector Huapaya
Laboratorista

Wendy Herencia
Jefe del Area Técnica

Fecha de Emisión : **Lima, 14 de octubre del 2020**

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del usuario.

PRECIO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I

miércoles, 18 de noviembre de 2020

PR 912-0001229

BOLETA DE VENTA

BOLETA

-

PESO TOTAL: 42.50 KG

170040	CEMENTO PORTLAND ASTM I ENVASADO DE 42.5 KG.	1	25.0000	25.00
--------	--	---	---------	-------

S/.. 21.19

S/.. 3.81

S/.. 25.00

VEINTI CINCO CON 00/100 SOLES

PRECIO DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA



TDM Asfaltos S.A.C.

Mz. A. Lote 12. - Z.I. Las Praderas de Lurin. Lurin
Lima - Perú
Telf.: (51-1)
RUC: 20514831620



COTIZACION N° 20016617

Lima, 20 de Noviembre de
2020

Señor(es):
Bach: Juan Carlos Guevara Castillo
Bach: Luis Miguel Salazar Paredes

“COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA EL CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO DE LA RUTA LI-113, DISTRITO DE CHARAT, USQUIL, HUARANCHAL, OTUZCO, LA LIBERTAD”.

Estimado(s) señor(es):

Mediante la presente, le(s) hacemos llegar nuestra propuesta económica por lo siguiente:

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P.UNIT. PEN	PARCIAL PEN
10	EMULTEC CSS1H	GNL	1	7.59	7.59
V.VENTA S/.					7.59
IGV (18%)					1.37
TOTAL S/.					8.96

OBSERVACIONES

**PRECIO VARIA CONFORME A CAMBIOS EN PETROPERU*

CONDICIONES COMERCIALES

FORMA DE PAGO : AL CONTADO

LUGAR DE ENTREGA : PUESTO EN OBRA

PLAZO DE ENTREGA: CONFORME A PRODUCCIÓN, CONFIRMADO EL PAGO Y OC

Sin otro particular, quedamos de ustedes.

Atentamente,

GARY LUIS SAAVEDRA ALBUJAR
INGENIERO DE VENTAS
986637309/ -
gsaavedra@tdm.com.pe

Cuentas Bancarias:

Moneda Nacional:

BEVA: 0113-7871-0100025872

RCP: 193-1737337-0-57

CCI: 011-378-000100025872-71

CCI: 007-193-001737337057-10

ALGUNOS CERTIFICADO DE CALIBRACION DE EQUIPOS.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACIÓN
INACAL-DA CON REGISTRO N° LC-005



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0709-LM-2020

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2020-07-16
EXPEDIENTE : 01191
1. SOLICITANTE : TDM ASFALTOS S.A.C.

DIRECCIÓN : MZ A LT. 12 Z.I. LAS PRADERAS DE LURIN
LURIN LIMA

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : ADVENTURER PRO AV 2101

NÚMERO DE SERIE : 8030311028

ALCANCE DE INDICACIÓN : 2100 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0,1 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0,1 g

PROCEDENCIA : U.S.A.

IDENTIFICACIÓN : 6-2100 G (**)

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO MÓVIL

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020-07-14

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 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.

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.

CADENT 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. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN
PC-011, Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II. SNM-INDECOPI, 4ta edición, Abril 2010

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN
LABORATORIO MÓVIL DE TDM ASFALTOS S.A.C.
MZ A LT. 12 Z.I. LAS PRADERAS DE LURIN LURIN LIMA

Firmado digitalmente
por Jano Ahumada
Fecha: 2020-07-21 08:
55:49

Jefe de Metrología

RTC-L2MC-M01
Versión: 12

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"
Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpá N° 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 6276600

Fecha: 2020-07-06
Aprobado por: JA

ventas@cadentsac.com.pe

cadentsacperu@hotmail.com

operaciones@cadentsac.com.pe

web: www.cadentsac.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-9943-2020

PROFORMA : 2280AT1

Fecha de emisión : 2020-09-09

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : TDM ASFALTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - TDM ASFALTOS S.A.C.
Dirección : Mza. A Lote. 12 Z.I. Las Praderas De Lurin Lima-Lima-Lurin

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : ANILLO DE CARGA DE PRENSA

Marca : HUMBOLDT
Modelo : H - 4454
Serie : 091561359
Alcance : 4545 kgf
Procedencia : U.S.A.
Identificación : No Indica
Ubicación : Diseño
Fecha de Calibración : 2020-09-04

DATOS DEL INDICADOR : DIAL INDICADOR

Marca : HUMBOLDT
Modelo : H4460
Serie : 091561359
Alcance de Indicación : 0,2000 in
Div. Escala : 0,0001 in

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

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

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

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

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de TDM ASFALTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - TDM ASFALTOS S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 "Procedimiento interno de Calibración de Prensas, Celdas y Anillos de Carga".

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,9 °C	20,5 °C
HUMEDAD RELATIVA	64,0%	63,0%

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



Lic. Nicolas Ramos Paucar
Gerente Técnico.
CFP :0316



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN LO JUSTO S.A.C.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Temperatura

Código del certificado
TE-1458-2020

Pág. 1 de 6

Fecha de calibración: 2020-09-21

Instrumento de medida: Horno

Marca: Despatch

Modelo: LAC2-12-6

Serie: 179485

Identificación: No indica

Tipo de Circulación: Ventilación Forzada

Temperaturas de Trabajo: 60 °C; 110 °C

Intervalo del selector: 20 °C a 260 °C

Resolución del selector: 1 °C

Solicitante: TDM ASFALTOS S.A.C.

Dirección solicitante: Mza. A Lote 12 Z.i. Las Praderas de Lurín - Lurín- Lima

Expediente N°: E1432-1747C-2020

Lugar de calibración: Laboratorio de Diseño

Los datos del presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y son válidos solo para el equipo u objeto calibrado, no pudiendo extender sus resultados a ninguna otra unidad o lote que no haya sido calibrado.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad. Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia de INACAL.

Las frecuencias de calibración son determinadas por el usuario del equipo.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de LO JUSTO S.A.C.

LO JUSTO 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.

El certificado de Calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles de la materia. Sin perjuicio de lo señalado dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección del consumidor y las que regula la libre competencia.

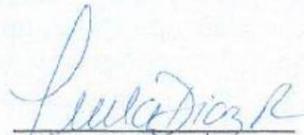
El Certificado de calibración no es válido sin la firma del Gerente General, Gerente de Operaciones, Supervisor de Operaciones de LO JUSTO S.A.C y Responsable de Laboratorio. El documento tiene un sello de agua y holograma de seguridad.

Procedimiento utilizado

Se utilizó el método de comparación directa "PC-018 Procedimiento para calibración de medios isotermos con aire como medio termostático (SNM-INDECOPI) Edición 2ª, Lima - Perú.

Aprobación:

Arequipa, 23 de Setiembre de 2020


Pamela Diaz Reinoso
Responsable Laboratorio de
Temperatura y Humedad (E)


José Luis Rosales Saavedra
Supervisor de Operaciones
LO JUSTO S.A.C.



FT01-INK/ECC Ed. 3

Etiqueta de calibración N° 53920

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC - 10745 - 2020

PROFORMA : 3525A Fecha de emisión : 2020-09-07 Página : 1 de 3

SOLICITANTE : TDM ASFALTOS S.A.C.
Dirección : Mza. A Lote. 12 Z.I. Las Praderas De Lurín Lima-Lima-Lurín

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ
Marca : HUMBOLDT
Modelo : NO INDICA
N° de serie : SS8F596425
N° de tamiz : 1"
Tamaño de abertura : 25 mm
Identificación : NO INDICA
Procedencia : NO INDICA
Ubicación : NO INDICA
Fecha de Calibración : 2020-09-07

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	20,3 °C	21 °C
HUMEDAD RELATIVA	54,5%	60,6%

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

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

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

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

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

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP : 0316



RESOLUCION QUE APRUEBA EL PROYECTO DE INVESTIGACION



UPAO | Facultad de Ingeniería

Trujillo, 19 de octubre del 2020

RESOLUCIÓN N° 0930-2020-FI-UPAO

VISTO, el informe favorable del Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis, titulado "**COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA EL CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO DE LA RUTA LI-113, DISTRITO DE CHARAT, USQUIL, HUARANCHAL, OTUZCO, LA LIBERTAD**", de los Bachilleres: **LUIS MIGUEL SALAZAR PAREDES** y **JUAN CARLOS GUEVARA CASTILLO**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, y;

CONSIDERANDO:

Que, el Jurado Evaluador conformado por los señores docentes: **Dr. ENRIQUE LUJAN SILVA**, Presidente; **Ing. JUAN URTEAGA GARCIA**, Secretario; **Ing. JOSE GALVEZ PAREDES**, Vocal; han revisado el Proyecto de Tesis, encontrándolo conforme;

Que, el Proyecto de Tesis ha sido elaborado conforme a las exigencias prescritas por el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad, el mismo que fue sometido a evaluación por el mencionado jurado evaluador, quien por acuerdo unánime recomendó su aprobación, tal como se desprende del informe elevado a la Facultad de Ingeniería;

Que, de acuerdo al Artículo 28° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, el Proyecto de Tesis se inscribe en el libro de proyectos de tesis a cargo de la Secretaría Académica de la Facultad;

Estando al Estatuto de la Universidad, al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad y a las atribuciones conferidas a éste Despacho;

SE RESUELVE:

PRIMERO: **APROBAR** la modalidad de titulación solicitada por los Bachilleres **LUIS MIGUEL SALAZAR PAREDES** y **JUAN CARLOS GUEVARA CASTILLO**, consistente en presentación, ejecución y sustentación de una **TESIS** para optar el título profesional de **INGENIERO CIVIL**.

SEGUNDO: **APROBAR** y **DISPONER** la inscripción del Proyecto de Tesis titulado: "**COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA EL CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO DE LA RUTA LI-113, DISTRITO DE CHARAT, USQUIL, HUARANCHAL, OTUZCO, LA LIBERTAD**".

TERCERO: **COMUNICAR** a los Bachilleres que tienen un plazo máximo de **UN AÑO** para desarrollar su tesis, a cuyo vencimiento, se produce la caducidad del mismo, perdiendo el derecho exclusivo sobre el tema elegido.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.




Dr. Ángel Alandca Quenta
DECANO

C. Copia
[] Archivado
[] Coordinador RADT 2020-10
[] Internados
[] A.A.D./^o Rector