



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA

**DISEÑO DEL SUELO-CEMENTO Y SU APLICACIÓN COMO
MATERIAL DE SITIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CAMINO
VECINAL DEL RECINTO ZAPÁN**

TUTOR

MSC. MAX DARIO ALMEIDA FRANCO

AUTORES

CLAUDIO ATKINSON CEVALLOS CHAVEZ

JOSE ENRIQUE DE LA CRUZ ERIQUE

GUAYAQUIL

2021



REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Diseño del Suelo-Cemento y su aplicación como material de sitio para la construcción del camino vecinal del Recinto Zapán.	
AUTOR/ES: Claudio Atkinson Cevallos Chávez De La Cruz Erique José Enrique	REVISORES O TUTORES: MSc. Max Darío Almeida Franco
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Tercer Nivel
FACULTAD: INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	CARRERA: INGENIERÍA CIVIL
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2021	N. DE PAGS: 145
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y construcción	
PALABRAS CLAVE: suelo, tierra agrícola, población rural, cambio climático.	

RESUMEN:

En Ecuador cada año mueren a causa de accidentes de tránsito en diferentes zonas del país ya sea urbanas o rurales y es muy preocupante ya que las cifras aumentan cada vez más en la actualidad en nuestro país no existe ningún organismo encargado en la auditoría seguridad vial (ASV), contamos con vías muy inseguras dentro del país.

Existen variedades de productos que pueden ser reutilizados y que presentan características físicas y mecánicas que pueden ser aprovechadas en el área de la construcción y que nos ayuda a combatir el impacto ambiental ya existente, por ende este proyecto de investigación tiene como objetivo diseñar una mezcla suelo-cemento para que mediante análisis de muestra del material que se encuentra en el sector de estudio obtenga la óptima dosificación para la construcción de caminos vecinales del recinto zapan, ubicado en el cantón samborondón.

En este trabajo investigativo se realizaron cálculos para obtener el volumen vehicular (TPDA) con un conteo vehicular diario por 7 días, se realizaron ensayos de suelo natural llevando la muestra de suelo obtenida en campo al laboratorio para realizar los siguientes ensayos: granulometría, compactación de Proctor, CBR, límites de Atterberg.

Luego de obtener todos los resultados del estudio de suelos, procedemos a realizar los ensayos con suelo cemento con las siguientes dosificaciones 2%, 6%, 8% logrando obtener resultados muy satisfactorios cumpliendo con la mejora del CBR, su índice de plasticidad, su resistencia. Queda demostrado que la adición de cemento en diferentes dosificaciones mejora notablemente las características mecánicas.

N. DE REGISTRO (en base de datos):

N. DE CLASIFICACIÓN:

DIRECCIÓN URL (tesis en la web):

ADJUNTO PDF:

CONTACTO CON AUTOR/ES:

Claudio Atkinson Cevallos
Chávez
De La Cruz Erique José Enrique

Teléfono:

0981935769

0989980455

E-mail:

atkinson3@hotmail.es

josedelacruz91@hotmail.com

CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:

Mg. Alex Salvatierra Espinoza, Decano
Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241
E-mail: asalvatierra@ulvr.edu.ec
MSc. Ing. Milton Gabriel Andrade Laborde
(04) 259 6500 Ext. 210

CERTIFICADO DE SIMILITUDES

CAMINO VECINAL RECINTO ZAPÁN

INFORME DE ORIGINALIDAD

3% INDICE DE SIMILITUD **4%** FUENTES DE INTERNET **0%** PUBLICACIONES **2%** TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	1%
2	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.uis.edu.co Fuente de Internet	1%
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
5	www.construdata.com Fuente de Internet	1%

Excluir citas Activo Excluir coincidencias < 1%
Excluir bibliografía Activo

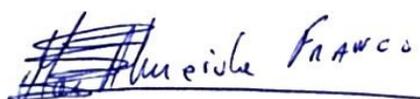
Fecha de entrega: 25-nov-2020 08:18a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1456987707

Nombre del archivo: TESIS_NOVIEMBRE_2020_CLAUDIO_Y_JOSE_2_FINAL.docx (13.42M)

Total de palabras: 20325

Total de caracteres: 106108



Firma:

MSC. MAX DARÍO ALMEIDA FRANCO

C.I. # 0906706981

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los/as estudiantes/egresados/as CEVALLOS CHAVEZ ATKINSON CLAUDIO Y DE LA CRUZ ERIQUE JOSÉ ENRIQUE declaro (amos) bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación, corresponde totalmente a los/as suscritos/as y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

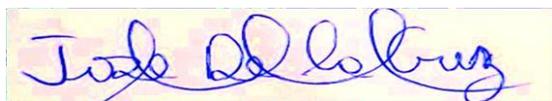
De la misma forma, cedemos nuestros derechos patrimoniales y de titularidad a la UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL, según lo establece la normativa vigente.

Este proyecto se ha ejecutado con el propósito de estudiar el diseño de mezcla suelo-cemento y su aplicación como material de sitio para la construcción de caminos vecinales del recinto zapán, cantón samborondón.

Autor(es)

Handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Claudio Atkinson'.

Firma:
CEVALLOS CHAVEZ CLAUDIO ATKINSON
C.I. 0918074998

Handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jose Enrique'.

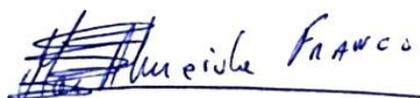
Firma:
DE LA CRUZ ERIQUE JOSÉ ENRIQUE
C.I. 0705189074

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor(a) del Proyecto de Investigación del DISEÑO DE SUELO-CEMENTO Y SU APLICACIÓN COMO MATERIAL DE SITIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINO VECINAL DEL RECINTO ZAPÁN, CANTON SAMBORONDÒN , designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción de la Universidad LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: “DISEÑO DE SUELO-CEMENTO Y SU APLICACIÓN COMO MATERIAL DE SITIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINO VECINAL DEL RECINTO ZAPÁN, CANTON SAMBORONDÒN”, presentado por los estudiantes **CEVALLOS CHAVEZ ATKINSON CLAUDIO Y DE LA CRUZ ERIQUE JOSÉ ENRIQUE** como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

A handwritten signature in blue ink, reading "Max Darío Almeida Franco", with a horizontal line underneath.

Firma:

MSC. MAX DARÍO ALMEIDA FRANCO

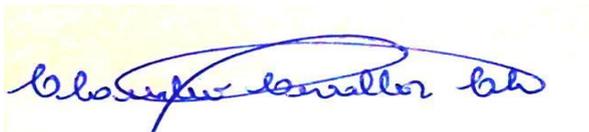
C.I. # 0906706981

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida. A mi madre Elena Cristina Chávez Vargas, a mi padre que en paz descansa Atkinson Antenor Cevallos Zúñiga por los valores que a través de los años me inculcaron y por todo el amor que me ofrecieron.

A mi esposa Lissette Lorena De La Ese Tagle por todo el apoyo y paciencia que me tuvo durante estos años de estudios. Y en especial a mi querido hijo Claudio Isaac Cevallos De La Ese por todos esos esas noches que tuve que dejarlo solo y no poder compartir con él este sacrificio que hice para alcanzar mi objetivo de ser un profesional va para ti hijo amado.

A la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción, en especial a los profesores que con sus conocimientos nos transmitieron su experiencia propia para forjar la nuestra.

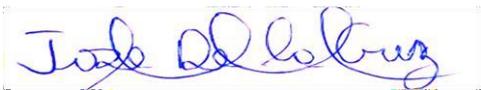


Claudio Atkinson Cevallos Chávez

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios, a él quiero agradecer por la fuerza que me da cada día para seguir adelante y por haberme guiado a lo largo de mi carrera universitaria. A mi madre Luz Marina Lourdes Erique Jaen por apoyarme en cada momento de mi vida, por los valores que me supo inculcar y por ser un ejemplo de vida a seguir a mi padre José Vicente De La Cruz Macías, a mis hermanas María Daniela y Lourdes De la Cruz Erique.

A mi abuela Angelina Jaen por ser parte importante de mi vida y por brindarme su ayuda a lo largo de la misma y mi abuelo que me cuida desde el cielo Enrique Erique Sánchez y a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción, en especial a los profesores que con sus conocimientos nos transmitieron su experiencia propia para forjar la nuestra.



José Enrique De La Cruz Erique

DEDICATORIA

El presente proyecto, lo dedico principalmente a Dios, por darme fuerzas para continuar en este proceso de obtener la meta deseada, de manera muy especial a mi madre y hermanos Cruber Weiner Cevallos Chávez y Raul Lionancio Cevallos Chávez por esa motivación que me daban incondicionalmente, por haberme brindado todo su amor durante el tiempo que estuvo conmigo, motivándome a seguir adelante y sabiendo que se sentiría orgullosa de que me convierta en un gran profesional.

Para mi esposa Lissette Lorena De La Ese Tagle por ser un pilar importante durante este recorrido que he tenido que pasar durante todo estos años por sus consejos sus palabras de aliento en aquellos momentos en que me sentía sin ganas de seguir luchando, y a ti hijo amado Claudio Isaac Cevallos De La Ese.



Claudio Atkinson Cevallos Chávez

DEDICATORIA

El presente logro lo dedico a mi Madre, mi hermana, mis tíos, los que me han apoyado desde siempre, por su apoyo moral y económico, por su dedicación, empuje y sacrificio al formarme desde pequeño e inculcarme las buenas costumbres, por ayudarme a ser una buena persona y así ser un profesional.

A mis profesores, gracias por su tiempo y su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional y a todos los que siempre estuvieron ahí animándome a seguir adelante hasta terminar esta carrera, Finalmente quiero dedicar este trabajo a todos los que siempre estuvieron ahí animándome a seguir adelante hasta terminar esta hermosa carrera.

A handwritten signature in blue ink, reading "José Enrique De La Cruz Erique", enclosed in a thin black rectangular border.

José Enrique De La Cruz Erique

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE SIMILITUDES.....	iv
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES.....	v
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA	ix
DEDICATORIA	x
ÍNDICE GENERAL.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS	xix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	4
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.1. Tema.....	4
1.2. Planteamiento del problema	4
1.3. Formulación del problema.....	5
1.4. Sistematización del problema.....	5
1.5. Objetivo general.	5
1.7. Objetivos específicos.....	5

1.7. Justificación.....	6
1.8. Delimitación del problema	7
1.9. Hipótesis.....	7
1.9.1. Variable Independiente.....	7
1.9.2. Variable Dependiente.....	7
1.10. Línea de investigación Institución/ Facultad.....	8
CAPÍTULO II.....	9
MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Antecedentes.....	9
2.2. Marco conceptual.....	11
2.2.1. Suelo.....	11
2.2.2. Tipos de suelo.....	11
2.2.2.1. Suelos arcillosos blandos compresibles y suelos orgánicos	12
2.2.3. Suelos expansivos.....	12
2.2.4. Principales propiedades de los suelos.....	12
2.2.5. Suelo cemento	14
2.2.5.1 Usos del suelo cemento.....	15
2.2.5.2. Diferencias de fabricación en planta “in situ” del suelo cemento.....	15
2.2.5.3 Relación humedad-densidad de mezclas de suelo-cemento INV E-611-13.....	15
2.2.5.3.1. Importancia y uso.....	16
2.2.5.4. Humedecimiento y secado de mezclas compactadas de suelo-cemento INV E-612-13.....	16
2.2.5.4.1. Importancia y uso.....	16

2.2.6. Cemento.....	17
2.2.6.1. Tipos de Cemento	17
2.2.7. Vías o carreteras	19
2.2.7.1. Clasificación de la Vías o Carreteras	19
2.2.8. Tráfico	23
2.2.8.1. Tráfico promedio diario anual (TPDA).....	24
2.2.8.2. Tráfico futuro	27
2.2.8.3. California Bearing Ratio (CBR).....	30
2.2.8.3.1. Determinación de CBR	32
2.2.9. Topografía	34
2.2.10. Curvas de Nivel.....	35
2.2.10.1. Tipo de curvas de Nivel	36
2.2.11. Estudio de suelos.....	36
2.2.12. Diseño geométrico de vías	38
2.2.12.1. Criterio de diseño	38
2.2.12.2. Factores de diseño	39
2.2.12.3. Velocidad de diseño	40
2.3. Marco referencial.....	41
2.3.1. Referencias de tesis internacionales y nacionales.	42
Tesis nacionales	46
2.3.2. Proyectos Análogos nacionales e internacionales.	49
Proyectos Análogos nacionales	49
Proyectos Análogos internacionales	51
2.3.3. Otros aspectos generales del sector de estudio.....	52
2.4. Marco legal.....	53

CAPÍTULO III	54
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	54
3.1. Metodología.....	54
3.2. Tipo de investigación.....	54
3.3. Tipo de investigación.....	54
3.3. Diseño de la investigación.....	55
3.4. Enfoque cuantitativo.....	55
3.5. Población.....	55
3.6. Muestra	55
3.7. Análisis y resultados.....	57
3.8. Técnicas y procedimientos de la investigación	65
3.9. Confiabilidad.....	71
CONCLUSIONES	114
RECOMENDACIONES	115
BIBLIOGRAFÍA	116
ANEXOS	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Línea de investigación FIIC</i>	8
Tabla 2	<i>Resistencia mecánica de compresión simple</i>	14
Tabla 3	<i>Tipos de carreteras según su función</i>	21
Tabla 4	<i>Tipos de carreteras según su TPDA</i>	22
Tabla 5	<i>Ensayo de penetración</i>	33
Tabla 6	<i>Velocidades de diseño en función del tipo de vía y terreno</i>	41
Tabla 7	<i>Frecuencia con la que realizan trabajos de rehabilitación de la vía</i>	57
Tabla 8	<i>Importancia de estudios para valorar el estado de la vía</i>	58
Tabla 9	<i>Estabilización del suelo-cemento</i>	59
Tabla 10	<i>Aplicación de técnica suelo –cemento como sistema de estabilización</i>	60
Tabla 11	<i>Frecuencias y porcentajes</i>	61
Tabla 12	<i>Frecuencias y porcentajes para estabilización de vía</i>	62
Tabla 13	<i>Frecuencias y porcentajes</i>	63
Tabla 14	<i>Frecuencias y porcentajes</i>	64
Tabla 15	<i>Clasificación de vía según su uso</i>	73
Tabla 16	<i>Tpda de la vía del Recinto Zapán</i>	74
Tabla 17	<i>Factor diario</i>	75
Tabla 18	<i>Factor Mensual. Generado</i>	76
Tabla 19	<i>Composición del tráfico</i>	76
Tabla 20	<i>Proyección de TPDA existente</i>	77

Tabla 21	<i>Contenido natural de humedad con profundidad de 0.50 cm</i>	81
Tabla 22	<i>Contenido natural de humedad con profundidad de 1 metro</i>	82
Tabla 23	<i>Contenido natural de humedad con profundidad de 1.5 metros</i>	83
Tabla 24	<i>Calicata N° 1 con profundidad de 0.50 cm</i>	84
Tabla 25	<i>Totales de la Calicata N° 1 con profundidad de 0.50 c m</i>	85
Tabla 26	<i>Calicata N° 1 con profundidad de 1.00 m</i>	86
Tabla 27	<i>Totales de la Calicata N° 1 con profundidad de 1.00 m</i>	87
Tabla 28	<i>Calicata N° 1 con profundidad de 1.5m</i>	88
Tabla 29	<i>Totales de la Calicata N° 1 con profundidad de 1.50 m</i>	89
Tabla 30	<i>Clasificación de suelos</i>	90
Tabla 31	<i>Clasificación de suelos según profundidad</i>	90
Tabla 32	<i>Ensayos de consistencia</i>	93
Tabla 33	<i>Normas Límite Líquido</i>	94
Tabla 34	<i>Ensayos de consistencia profundidad 1 metro</i>	94
Tabla 35	<i>Ensayos de consistencia profundidad 1 metro</i>	95
Tabla 36	<i>Ensayos de consistencia profundidad 1.50 metros</i>	95
Tabla 37	<i>Total consistencia profundidad 1.50 m</i>	95
Tabla 38	<i>Datos para grafico de curva densidad seca</i>	96
Tabla 39	<i>Datos para grafico de curva humedad natural</i>	97
Tabla 40	<i>Volumen del molde</i>	97
Tabla 41	<i>Datos para la curva</i>	97
Tabla 42	<i>Contenido de humedad natural</i>	99
Tabla 43	<i>Valor relativo de soporte CBR (ASTM D1883)</i>	100

Tabla 44	<i>Contenido de carga de agua.....</i>	100
Tabla 45	<i>Esponjamiento.....</i>	102
Tabla 46	<i>Límites de consistencias en porcentaje de 8% límite líquido</i>	102
Tabla 47	<i>Límites de consistencias en porcentaje de 8% límite plástico</i>	103
Tabla 48	<i>Porcentaje de cemento 2.5%</i>	103
Tabla 49	<i>Datos para la curva cemento 2.5%.....</i>	104
Tabla 50	<i>Contenido de humedad natural cemento 2.5%.....</i>	105
Tabla 51	<i>Valor relativo de soporte CBR (ASTM D1883).....</i>	105
Tabla 52	<i>Contenido de agua.....</i>	106
Tabla 53	<i>Esponjamiento.....</i>	106
Tabla 54	<i>Ensayo de penetración</i>	109
Tabla 55	<i>Datos para la curva</i>	109
Tabla 56	<i>Contenido de humedad natural... ..</i>	111

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> Vía secundaria con suelo cemento Holcim base tipo MH.....	50
<i>Figura 2</i> Vía del cantón Isidro Ayora provincia del Guayas	50
<i>Figura 3</i> Localización del Recinto Zapan.....	52
<i>Figura 4</i> Frecuencia de trabajos de rehabilitación de vía.....	58
<i>Figura 5</i> Estado en que se encuentra la vía.....	59
<i>Figura 6</i> Estabilización del método de suelo cemento	60
<i>Figura 7</i> Aplicación de técnica suelo cemento.....	61
<i>Figura 8</i> Factor importante de la vía.....	62
<i>Figura 9</i> Estabilización de vías.....	63
<i>Figura 10</i> Tiempo y optimización de recursos económicos.....	64
<i>Figura 11</i> Causas que sufre la vía por el invierno	65
<i>Figura 12</i> Humedad natural.....	80
<i>Figura 13</i> Curva granulométrica (0.50 cm)	85
<i>Figura 14</i> Curva granulométrica (1.00 m)	87
<i>Figura 15</i> Curva granulométrica (1.50 m)	89
<i>Figura 16</i> Límites de consistencia	93
<i>Figura 17</i> Ensayos de consistencia profundidad 1 metro.....	95
<i>Figura 18</i> Ensayos de consistencia profundidad 1.50 metros	96
<i>Figura 19</i> Densidad seca y humedad optima.....	98
<i>Figura 20</i> Presión - penetración.....	101
<i>Figura 21</i> Densidad -CBR	101
<i>Figura 22</i> Densidad y contenido de humedad	104
<i>Figura 23</i> Presión - penetración.....	107
<i>Figura 24</i> Densidad CBR.....	107
<i>Figura 25</i> Presión- penetración	110
<i>Figura 26</i> Densidad CBR.....	111
<i>Figura 27</i> Diseño curvas	112

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Análisis de resultado control de rotura de probetas cilíndricas de suelo cemento	119
Anexo 2	Oficio de ensayos de laboratorio de comportamientos de materiales	120
Anexo 3	Artículo de Revista	121
Anexo 4	fotografías recolección de muestras y ensayos en laboratorio	122

INTRODUCCIÓN

Este proyecto de titulación tiene como principal propósito la elaboración del diseño suelo - cemento para su aplicación como material de sitio en la vía del recinto Zapan cantón Samborondón, y establecer la dosificación adecuada de cemento para mejorar la capacidad portante del suelo (CBR), su resistencia la norma del MTOP nos establece que es del 18 kg/cm² y sus características mecánicas.

Partimos del análisis del diseño suelo cemento para la construcción de la vía del recinto zapan cantón Samborondón. Su importancia es vital es un método innovador que cada cierto tiempo establece un sistema tecnológico muy avanzado gracias a la investigación incansable de cada país por implementar el método de diseño suelo cemento.

Los primeros realizar las primeras investigaciones fue la PCA (portland Cement Association) a partir de 1917 y de 1930 a 1940 fueron los primeros que se encargaron de realizarlos primeros estudios en tramos muy pequeños. (Holcim Ecuador S.A., 2016) . La metodología del suelo cemento es practica primero se realizan los estudios respectivos del suelo para saber si no tienen alto contenido orgánico, luego se realiza el procedimiento de la escarificación del suelo para poder colocar el cemento.

En la colocación del cemento se lo puede realizar de dos maneras. Mediante personal que baje los sacos de cemento en la respectiva vía y luego comenzar a tenderlos. La segunda forma se realiza mediante la distribución de cemento con un camión espaciador donde tiene sensores que vienen regulados para la adecuada colocación del cemento. (Arcos , 2016)

Luego mezclamos el suelo cemento con una recicladora, después nivelamos el terreno con una motoniveladora para alcanzar las cotas desasadas de la vía, para proceder a la compactación hasta llegar a la densidad adecuada (rodillo) y con un tanquero proceder al curado de vía. (Arcos , 2016)

Después de la segunda guerra mundial se inician en España y Latinoamérica las primeras experiencias con suelo cemento aplicado en carreteras, siendo argentina, Colombia y El Salvador ejemplos de países con más de 50 años de experiencia en la construcción de caminos de este tipo.

Siendo ya un material relativamente moderno y muy utilizado en la actualidad en numerosas actividades, tales como: Bases de Pavimentos, como Aislantes Térmicos, como Soportes de Conductos, para Control de la Erosión, como Rellenos de Agujeros o Cavidades, Túneles y Alcantarillas, Sótanos y como Rellenos Estructurales bajo Cimentaciones Superficiales, Caminos vecinales.

El tratamiento del suelo cemento ha sido considerado en el campo de la ingeniería como una aportación significativa en el desarrollo de estructuras de pavimentos, principalmente porque permite ampliar de manera considerable la utilización de casi todos los suelos como materiales de construcción. En los últimos años el suelo cemento ha experimentado un importante crecimiento debido a sus múltiples aplicaciones.

Se tiene como referencia el ISCYC (Instituto Salvadoreño del Cemento y del Concreto) ha usado la información dada por institutos miembros de la FICEM (Federación Interamericana del Cemento) y la experiencia propia, expone el estado de la práctica que tiene el suelo-cemento y su aplicación en sitio en diversos países, que reúne y analiza los resultados más significativos, procedentes de investigaciones que son la base para una mejor comprensión y conocimiento en el uso de este tipo de material, específicamente en estructuras de pavimentos.

La Coordinación de Integración del Transporte (México) decidió actualizar la Publicación Técnica No 30 del IMT "Estado superficial y costos de operación en carreteras" debido a la importancia de contar con información reciente sobre el tema, y a la importante solicitud de información por parte de instituciones externas y Gobiernos Estatales, así como de la Secretaria Comunicación Transporte SCT.

Finalmente, la posibilidad de reducir espesores del pavimento sin disminuir la capacidad estructural de la misma, es uno de los logros que pueden obtenerse de las características que tiene el suelo cemento como material de sitio, debido a su relativamente elevado módulo de elasticidad.

El conocimiento de este material suelo cemento aplicado como material en sitio a través de la experiencia obtenida en proyectos ejecutados en varios países, ha permitido trabajarlo de mejor manera siendo su uso en la actualidad uno de los principales materiales que se consideran en el diseño estructural y conducción de pavimentos para ser aplicado en el camino vecinal del recinto Zapan ubicado en el cantón samborondòn.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Tema.

Diseño del Suelo-Cemento y su aplicación como material de sitio para la construcción del camino vecinal del Recinto Zapán.

1.2. Planteamiento del problema.

El problema de viabilidad sostenida en Ecuador sobre todo en zonas rurales (agrícolas) son graves los gobiernos autónomos por falta de capacitación y por fuertes inviernos destinan sus ingresos para otras necesidades importantes que tienen que atender. En recinto Zapan cantón Samborondón es un ejemplo de los problemas ya mencionado no cuentan con un equipo técnico especializado en temas de mezcla de suelo cemento para poderlo implementar y los fuertes inviernos ocasionan desbordamiento de ríos que conlleva a colapso de vía en el recinto zapan.

El efecto del invierno implican a que las personas no puedan trasladarse fácilmente y sus productos agrícolas tampoco, el recinto zapan es una zona netamente arroceras necesitan mucho que la vía este en un buen estado. Se menciona al personal de los gobiernos autónomos su experiencia en suelos estabilizados con cemento es fugaz, es por eso cuando existe un colapso de la vía el mismo material es sacado por tramos y realiza el tendido del nuevo material de cantera sin un estudio previo a la saturación que puede tener el suelo existente.

1.3. Formulación del problema.

¿Cuál es la ventaja de realizar el diseño de suelo- cemento para la construcción de la vía del recinto zapan cantón Samborondón?

1.4. Sistematización del problema.

1. ¿Por qué se propone realizar el diseño de suelo cemento para la estabilización de la vía del recinto zapan cantón Samborondón?

2. ¿Cuál es el método utilizar para diseñar el suelo cemento de la vía del recinto zapan cantón Samborondón?

3. ¿Cómo se realizaría su dosificación adecuada para comprobar su resistencia es la óptima para la estabilización de la vía del recinto zapan cantón Samborondón?

1.5. Objetivo general.

Proponer el diseño de suelo cemento como método de estabilización para el camino vecinal del recinto Zapan cantón Samborondón.

1.7. Objetivos específicos.

1. Determinar el volumen de tráfico que pasa por la vía del recinto zapan cantón Samborondón.
2. Diseñar una mezcla suelo cemento con la dosificación optima según las exigencias de la norma del MTOP.
3. Analizar si las características mecánicas del suelo mejoran con la adición de cemento con dosificaciones de 2%, 6%, 8%.

1.7. Justificación.

El trabajo de investigación tendrá como objetivo el diseño de una mezcla de suelo cemento con la dosificación óptima según las exigencias de la norma del MTOP para la construcción de camino vecinal del recinto Zapan, del cantón Samborondòn, y así determinar el volumen de tráfico que pasa por la vía analizando las características mecánicas de suelo según la dosificación del cemento.

Considerando el crecimiento poblacional de este recinto del cantón samborondòn se visualizan cada vez mayores necesidades para el desarrollo del sector agroindustrial, por lo cual este proyecto realizará el diseño de suelo- cemento y estudios para determinar sus objetivos específicos para brindar a la comunidad una vía de acceso acorde a las necesidades de sus habitantes, ayudando de alguna manera al crecimiento de la economía y de la estructura vial.

Su importancia es vital por que los gobiernos autónomos ya no estarían utilizando la explotación de cantaras para el relleno de las vías y trasladándolo las volquetas para realizar el tendido de material, con la estabilización de suelo cemento simplemente el suelo del sitio se lo utiliza para el mezclado y garantizar una vía con más resistencia y también poder reducir los espesores de asfalto lo que conlleva a reducir el tiempo y costo de la rehabilitación de vías.

1.8. Delimitación del problema.

Campo:	Educación Superior Tercer Nivel
Aspecto:	Investigación Experimental
Área:	Ingeniería Civil.
Tema:	Diseño de Suelo-Cemento y su aplicación como material de sitio para la construcción de caminos vecinales del Recinto Zapán, Cantón Samborondón.
Delimitación Espacial:	Guayaquil-Ecuador
Delimitación Temporal:	9 meses

1.9. Hipótesis.

La adición de cemento en dosificaciones de 2%, 6%, 8% como lo establece el libro amarillo del MTOP, mejora notablemente las características mecánicas (resistencia y CBR) del suelo del recinto Zapan del cantón Samborondón.

1.9.1. Variable Independiente.

Construcción del camino vecinal del Recinto Zapan del cantón Samborondón.

1.9.2. Variable Dependiente.

Diseño del suelo cemento.

1.10. Línea de investigación Institución/ Facultad.

Tabla 1

Línea de investigación FIIC

Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables

LÍNEA:
Materiales de Construcción

SUBLÍNEA:
Materiales innovadores en la construcción

Fuente: (FIIC, 2019)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes.

El uso histórico de materiales cementantes en la construcción de bases y estabilización de todo tipo de suelos de las estructura de los pavimento es muy amplia comenzaron desde hace muchos siglos atrás los primeros pasos de la estabilización de suelos con cemento se realizaron vías de comunicación del imperio romano y caminos blancos “sachbeh” de los mayas realizadas hace 2500 años existentes hasta hoy. (Holcim Ecuador S.A., 2016).

Aplicación metódica y científica de suelos mejorados con cementales en Inglaterra a inicios de la década 1910 – 1920. En los Estados Unidos se realizaron grandes experimentos realizados por la PCA (Portland Cement Association) a partir del 1917, 1930 a 1940. En España y Latinoamérica los primeros estudios se realizaron después de la segunda guerra mundial en países como Argentina, Colombia y el Salvador. (Arcos , 2016)

El suelo-cemento concierne al enfoque de este tema (materiales de sustento) material conocido como Rellenos Fluidos de Baja Resistencia Controlada. Es un material relativamente moderno y muy utilizado en la actualidad en numerosas actividades. Se tiene como referencia el descubrimiento y utilización de este material como “Rellenos Fluidos de Resistencia Controlada” en los Estados Unidos de América, a partir de 1964. (Bayancela E, 2016)

Caminos vecinales se concluye que por el estudio realizado podemos darnos cuenta de la gran importancia que constituye la planificación de nuevas vías, especialmente vías que se encuentran fuera de las zonas urbanas, las mismas que son fuente importante para mejorar la comunicación vial entre comunidades. En cambio, cuando se trata de zonas menos desarrolladas o actualmente inexploradas, la estimación del tráfico se hace difícil e incierta. (Quezada T, 2016)

Desde 1970 es utilizado en gran escala en proyectos viales y rellenos en cimentaciones de diversos edificios en USA. En 1984 se crea el Comité ACI 229R específico para este material, y se difunde su conocimiento en América y el Mundo (Viera Estrada Ana Laura, 2016). La información sobre tráfico debe comprender la determinación del tráfico actual (volúmenes y tipos de vehículos), en base a estudios de tráfico futuro utilizando pronósticos, y la determinación del TPDA. (Quezada T, 2016)

Lo ideal sería disponer de los datos de una estación de conteo permanente que permita conocer las variaciones diarias, semanales y estacionales. (Quezada T, 2016) De acuerdo a investigaciones previas Zapan ubicado en el cantón Samborondón es uno de los 128 recintos, las familias que viven en este sector han notado un cambio durante los años en su población debido a su crecimiento que ha tenido a sus inicios el recinto constaba con pocos habitantes, y dio inicio su población con unas diez familias.

El pasar de los años el recinto Zapan actualmente consta con más de 45 familias el crecimiento en su población, y sus ingresos económicos de sus pobladores son netamente provenientes de la agricultura ya que al ser una zona que está rodeada de sembríos de arroz el 80 % de sus moradores se dedican a dicha actividad, el 15 % a la ganadería y 5% se dedica a otras actividades. (Propios, 2020)

2.2. Marco conceptual.

2.2.1. Suelo

La tierra o suelo se define como cualquier material no consolidado compuesto de distintas partículas sólidas con gases o líquidos incluidos. El tamaño máximo de las partículas que pueden clasificarse como suelo no es fijo, pero determina la función en que ellas están implicadas. Los suelos pueden ser mezclas bien definidas de unos cuantos minerales específicos o mezclas heterogéneas de cualquier cosa. (Garcia T, 2019)

El suelo contiene una amplia variedad de materiales tales como la grava, la arena y las mezclas arcillosas depositadas por glaciares, las arenas aluviales y limos y arcillas de los depósitos aluviales de los ríos, las arcillas marinas blandas y las arenas de las playas de la costa, las rocas muy meteorizadas de los trópicos, y hasta las escorias, los bastidores de camas, las latas y las cenizas de los vertederos de las ciudades. (Garcia T, 2019)

2.2.2. Tipos de suelo

Se pueden identificar diversos tipos de suelos, entre ellos se encuentran algunos muy problemáticos en cuanto a su manejo por sus características de deformabilidad, de baja resistencia, expansividad y sensibilidad. Esto trae consigo problemas constructivos. (Garcia T, 2019).

2.2.2.1. Suelos arcillosos blandos compresibles y suelos orgánicos

Estos suelos son muy comunes en el país debido a las condiciones climáticas, ya que nos encontramos en una zona tropical con elevadas humedades, altos porcentajes de saturación en el aire y niveles freáticos superficiales.

2.2.3. Suelos expansivos

Se caracterizan por el cambio volumétrico que sufren ante la presencia del agua. El grado de expansión de este tipo de suelos depende de la cantidad de minerales arcillosos, los cuales se caracterizan por tener partículas muy pequeñas. El mineral arcilloso más activo es la montmorillonita y entre las que no son consideradas activas están las caolinitas y las ilitas. (Garcia T, 2019)

2.2.4. Principales propiedades de los suelos

Estabilidad volumétrica: Se refiere a lograr suelos con volúmenes constantes, frente a la aplicación de cargas o debido a los agentes como el agua o el secado. Los cambios de humedad afectan la estabilidad volumétrica y son las causas del levantamiento de pavimentos, la inclinación de postes, la rotura de tubos, los asentamientos de muros y la inestabilidad de taludes. (Garcia T, 2019)

Resistencia mecánica: Los suelos tienen una resistencia mecánica que permite la estabilidad de las estructuras que soporta o de los taludes.

Permeabilidad: Es la capacidad de un suelo de permitir el paso de un fluido a través suyo. La permeabilidad baja estimula el incremento de presión de poros y es un factor detonante de deslizamientos. Por otra parte, el flujo de agua a través del suelo permeable, de cohesión baja, puede originar la tubificación, el arrastre de partículas sólidas y la erosión interna del suelo.

Durabilidad: Es la capacidad que tiene el suelo de resistir a la acción del medio ambiente que lo rodea, o de la meteorización física o química; de la abrasión o de cualquier otro proceso de deterioro. El intemperismo, la erosión y la abrasión amenazan la vida útil de un suelo, como elemento estructural y funcional.

Compresibilidad: Es la propiedad de un suelo relacionada con su susceptibilidad a disminuir su volumen cuando es sometido a cargas. Afecta la permeabilidad, altera la magnitud y sentido de las fuerzas inter-partícula, modificando la resistencia del suelo al esfuerzo cortante. Los suelos poco compresibles son susceptibles a sufrir desplazamientos. (García T, 2019)

Tabla 2
Resistencia mecánica de compresión simple

Tipo de suelo	Prof.	Cont. de materia orgánica	Resistencia la compresión simple a los 7% días (especímenes compactados al 95%)AASHTO estándar		
			kg/cm ²	Sin estabilizar	con 10% de cemento
	m	%			
Tierra vegetal	0.45	2.65	3.80	15.50	1.90
Tierra vegetal	1.60	0.22	3.80	36.00	47.00
Arcilla orgánica	0.10	13.70	1.05	1.83	2.25
Arcilla orgánica	0.60	2.50	6.30	20.00	1.83
Arcilla orgánica	0.10	11.70	1.50	7.00	5.60
Arcilla orgánica	0.45	2.00	6.30	20.00	16.20
Arcilla orgánica	0.10	10.30	3.15	4.20	4.90
Arcilla orgánica	0.80	2.40	5.00	41.00	26.80
Tierra superficial	0.10	3.10	3.90	30.00	11.20
Tierra superficial	0.45	1.10	5.00	42.00	22.50

Fuente: (Holcim Ecuador S.A., 2016)

2.2.5. Suelo cemento

El suelo cemento también se considera como un producto endurecido resultante de una mezcla íntima compactada de suelo, cemento y agua, en proporciones establecidas y ejecutadas a través de una dosificación racional de acuerdo con las normas aplicables al suelo en estudio. El suelo cemento compactado (no es el suelo tratado o estabilizado con cemento). (Suarez, 2016)

Cemento puede conformar una estructura resistente y durable, y un grado de humedad necesario para una compactación e hidratación adecuada del cemento. Al compactarse la mezcla se obtienen altas densidades al curarse produce un endurecimiento más efectivo garantizando, material resistente a esfuerzos de compresión adoptando propiedades tales como la impermeabilidad, estabilidad en el tiempo y termo-aislamiento. (Suarez, 2016)

2.2.5.1 Usos del suelo cemento.

Sirve como base de pavimentos de carreteras, calles y aeropuertos. El uso se da por razones tanto ambientales como económicas, ya que en dichas obras es recomendable utilizar la mayor parte posible de los suelos presentes. Obras hechas con suelo cemento tienen de base ciertos niveles de espesor. Por esto, hay que garantizar su estabilidad y resistencia utilizando conglomerantes como el cemento o cal. (Suarez, 2016)

2.2.5.2. Diferencias de fabricación en planta “in situ” del suelo cemento.

Existen dos sistemas de fabricación del material llamados “en planta” y “in situ”.

1. El primero consta de extender el material previamente mezclado con cemento en una capa encima de la explanada existente.
2. En el segundo, se extiende y compacta el suelo, el cual tiempo después se mezcla con cemento mediante estabilizadoras – recicladoras dosificando el porcentaje necesario de conglomerante y de agua, según la necesidad de la capa. (Suarez, 2016)

2.2.5.3 Relación humedad-densidad de mezclas de suelo-cemento INV E-611-13.

Estos métodos se refieren a la determinación de la relación entre la humedad y la densidad de mezclas de suelo–cemento cuando se compactan del modo que se prescribe en esta norma y antes de que ocurra la hidratación del cemento.

2.2.5.3.1. Importancia y uso.

Mediante estos ensayos se determinan la humedad óptima y la densidad máxima (o el peso unitario máximo) que se deben emplear para moldear especímenes de suelo–cemento para el ensayo descrito en la norma INV E– 612. (Suarez, 2016)

2.2.5.4. Humedecimiento y secado de mezclas compactadas de suelo-cemento INV E-612-13.

Esta norma de ensayo cubre procedimientos para determinar las pérdidas, los cambios de humedad y los cambios de volumen (expansión y contracción) producidos por el humedecimiento y secado repetido de especímenes endurecidos de suelo–cemento. Los especímenes se compactan en un molde, antes de la hidratación del cemento, hasta la densidad máxima con el contenido óptimo de humedad, empleando los procedimientos de compactación descritos en la norma INV E–611.

2.2.5.4.1. Importancia y uso.

Estos métodos de ensayo se emplean para determinar la resistencia que presentan unos especímenes compactados de suelo–cemento a ciclos de humedecimiento y secado. Sus resultados se suelen emplear en conjunto con los obtenidos con la aplicación de la norma INV E–614, para determinar el contenido mínimo de cemento requerido para obtener una mezcla de suelo– cemento de fuerza adecuada para soportar el intemperismo en servicio. (Suarez, 2016).

2.2.6. Cemento

El cemento es un conglomerante hidráulico, es decir, un material inorgánico finamente molido que amasado con agua, forma una pasta que fragua y endurece por medio de reacciones y procesos de hidratación y que, una vez endurecido conserva su resistencia y estabilidad incluso bajo el agua. Dosificado y mezclado apropiadamente con agua y áridos debe producir un hormigón o mortero que conserve su trabajabilidad y capacidad. (García T, 2019)

El cemento hidráulico tiene la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua, al reaccionar con ella forma un buen material aglutinante con las características de adhesión y cohesión. Las propiedades del cemento dependen de la composición química, del grado de hidratación, la finura de las partículas, la velocidad del fraguado, del calor de hidratación y de la resistencia mecánica a desarrollar. (Suarez, 2016)

2.2.6.1. Tipos de Cemento

Descripción y características

Se define como cemento hidráulico al cemento que fragua y endurece por reacción química con agua y es capaz de hacerlo aún bajo el agua. En cambio a los cementos portland se los define como un cemento hidráulico producido por pulverización del clínker, que consiste esencialmente de silicatos cálcicos hidráulicos y que usualmente contiene uno o más de los siguientes elementos: sulfato de calcio, hasta 5% de piedra caliza y adiciones de proceso (NTE INEN 151). (Holcim S.A, s.f.)

Las características y requisitos que deben cumplir los cementos portland se establecen en la norma NTE INEN 152. Así mismo, la NTE INEN 2380 establece los requisitos de desempeño que deben cumplir los cementos hidráulicos y clasifica a los cementos de acuerdo a sus propiedades específicas sin considerar restricciones sobre su composición o la de sus constituyentes. (Holcim S.A, s.f.)

Esta norma establece los siguientes seis tipos de cementos:

- ✚ Tipo GU: Para construcción en general
- ✚ Tipo HE: Alta resistencia inicial
- ✚ Tipo MS: Moderada resistencia a los sulfatos
- ✚ Tipo HS: Alta resistencia a los sulfatos
- ✚ Tipo MH: Moderado calor de hidratación
- ✚ Tipo LH: Bajo calor de hidratación

Adicionalmente, esta norma indica que cuando no se especifica el tipo de cemento, se deducirá que el cemento a usar es el Tipo GU. Holcim Ecuador produce varios tipos de cementos en base a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2380 (que equivale a la ASTM C 1157), pero el mayor consumo es el cemento Holcim Fuerte Tipo GU, un cemento hidráulico para la construcción en general.

Está compuesto por clínker de cemento portland, sulfato de calcio y una o más adiciones de puzolanas naturales. Los cementos adicionados de la NTE INEN 2380 minimizan el impacto ambiental y reducen hasta un 35% las emisiones de CO₂ en comparación con los cementos portland. (Holcim S.A, s.f.)

2.2.7. Vías o carreteras

Una vía o carretera se considera a una estructura de uso público, principalmente construida para la circulación continua de vehículos automóviles, la misma que brinda comodidad y seguridad. (Quezada T, 2016)

Las carreteras constituyen un aspecto fundamental en el desarrollo de un país, ya que por medio de estas se busca solventar la necesidad de movilizarse de un lugar a otro, lo cual facilita la interacción de las comunidades rurales y urbanas, permitiendo el intercambio de bienes y servicios. (García T, 2019)

2.2.7.1. Clasificación de la Vías o Carreteras

Clasificación de acuerdo su jurisdicción.

Red Vial Estatal.- Está conformada vías primarias y secundarias las mismas que son administradas por el Ministerio De Obras Publicas y Comunicaciones.

Red Vial Provincial.- Está conformada por las vías terciarias administradas por los Gobiernos Provinciales.

Red Vial Cantonal.- Está constituida por vías urbanas, vecinales, e Interparroquiales las mismas que están administradas por los Gobiernos Municipales. (Quezada T, 2016)

Clasificación de acuerdo al tipo de suelo

Terreno Plano.- Este tipo de carreteras posee pendientes transversales al eje longitudinal de la vía menor de 5°, es decir tiene pendientes suaves y permite a los vehículos pesados conservar aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos livianos.

Terreno Ondulado.- Este tipo de carreteras posee pendientes transversales al eje longitudinal de la vía de 6° a 12°. Está conformado por alineamientos horizontales y verticales los mismos que obligan a reducir considerablemente la velocidad de los vehículos pesados con relación a la de los vehículos livianos. (Quezada T, 2016)

Terreno Montañoso.- Está formado por elevaciones y depresiones de mayor importancia con pendientes transversales al eje longitudinal de la vía del 13° al 40°. Requieren grandes movimientos de tierra durante su construcción, razón por la cual presenta dificultades en el trazado, sus pendientes longitudinales se encuentran entre el 6 y 8 %. (Quezada T, 2016)

Terreno Escarpado.- Este tipo de carreteras posee pendientes transversales al eje de la vía superior a 40°. Para su construcción es necesario un gran movimiento de tierras, los alineamientos están definidos por divisiones de agua y por lo general sus pendientes longitudinales son superiores a 8%. (Quezada T, 2016)

✚ Clasificación de acuerdo a su función jerárquica

Corredores Arteriales.- A estos corredores arteriales se los considera como vías de calzada dividida, estos corredores poseen un gran control de circulación y acceso debido a su gran importancia y demanda a que los mismos tienen alta jerarquía y pueden conectar al continente, por estas razones se encuentran en la clase I y II.

Vías Colectoras.- Están comprendidas por carreteras de clase I, II, III y IV de acuerdo a su importancia las mismas que están destinadas a recibir tráfico de caminos vecinales.

Caminos Vecinales.- Estos caminos vecinales están comprendidos en las carreteras de clase IV y V que incluye a todos los caminos rurales no incluidos en las denominaciones antes mencionadas. (Quezada T, 2016)

Tabla 3
Tipos de carreteras según su función

Función	Clases de carreteras	Tráfico proyectado (TPDA)
	R-I ó R-II	Más de 8000 vehículos
Corredor vial	I	De 3000 a 8000 vehículos
	II	De 1000 a 3000 vehículos
	I	De 3000 a 8000 vehículos
Arterial colectora	II	De 1000 a 3000 vehículos
	III	De 300 a 1000 vehículos
	IV	De 100 a 300 vehículos
Vecinal	IV	De 100 a 300 vehículos
	V	Menos de 100 vehículos

Fuente: (Normas de diseño geométrico, 2003)

Clasificación de acuerdo al ancho de la vía

Estrechas: Se las considera vías estrechas a las cuales la sección de circulación tiene un ancho inferior a los 5 m.

Medias: Vías en las que los vehículos circulan por una sección con un ancho que va entre 5 y 6 m.

Anchas: Estas vías tienen dos o más carriles y cada uno de ellos tiene un ancho superior a 3.5 m.

Clasificación de acuerdo al tráfico (TPDA)

Se recomienda la clasificación en relación con el pronóstico de tráfico para un periodo comprendido de 15 a 20 años. (Quezada T, 2016)

Tabla 4
Tipos de carreteras según su TPDA

Clases de carreteras	Trafico proyectado (TPDA)
R-I ó R-II	Más de 8000 vehículos
I	De 3000 a 8000 vehículos
II	De 1000 a 3000 vehículos
I	De 3000 a 8000 vehículos
II	De 1000 a 3000 vehículos
III	De 300 a 1000 vehículos
IV	De 100 a 300 vehículos
IV	De 100 a 300 vehículos
V	Menos de 100 vehículos

El (TPDA) indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado de 15 o 20 años cuando el pronóstico de pronóstico del tráfico para el año diez sobrepasa los 7000 vehículos, debe investigarse la posibilidad de construir una autopista para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico en vehículo equivalente.

Fuente: (Normas de diseño geometrico, 2003)

Clasificación de acuerdo a la superficie de rodamiento

Pavimentos Flexibles.- Están compuestas por una capa de rodadura que está formada por una mezcla bituminosa de asfalto que tiene una alta resistencia a los ácidos, álcalis y sales.

Pavimentos Rígidos.- Están compuesta por una capa de rodadura que está formada por una losa de concreto hidráulico (agua, cemento, arena y grava), dependiendo de su estructura pueden tener un refuerzo estructural y además está apoyada sobre la sub-rasante de material granular. (Quezada T, 2016)

2.2.8. Tráfico

El diseño de una carretera o de un tramo de la misma debe basarse entre otras informaciones en los datos sobre tráfico, con el objeto de compararlo con la capacidad o sea con el volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber. El tráfico, en consecuencia, afecta directamente a las características del diseño geométrico.

En los proyectos viales, cuando se trata de mejoramiento de carreteras existentes (rectificación de trazado, ensanchamiento, pavimentación, etc.) o de construcción de carreteras alternas entre puntos ya conectados por vías de comunicación, es relativamente fácil cuantificar el tráfico actual y pronosticar la demanda futura. En cambio, cuando se trata de zonas menos desarrolladas o actualmente inexploradas, la estimación del tráfico se hace difícil e incierta. (Quezada T, 2016)

2.2.8.1. Tráfico promedio diario anual (TPDA)

La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviación es el TPDA.

Para el cálculo del TPDA se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- ✚ En vías de un solo sentido de circulación, el tráfico será el contado en ese sentido.
- ✚ En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones. Normalmente para este tipo de vías, el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos de circulación.
- ✚ Para el caso de Autopistas, generalmente se calcula el TPDA para cada sentido de circulación, ya que en ellas interviene lo que se conoce como flujo direccional que es el % de vehículos en cada sentido de la vía: esto, determina composiciones y volúmenes de tráfico diferentes en un mismo período.

Cabe mencionar que puede realizarse el análisis del TPDA considerando el volumen de los dos sentidos de circulación debiendo quedar plenamente aclarado, para evitar errores en cálculos posteriores que se realicen con estos datos. (Quezada T, 2016)

Tráfico promedio diario anual

a. Objetivo

Se determinará el tráfico promedio diario anual (T.P.D.A), a partir de observaciones puntuales del tráfico y de los factores de variación.

b. Observaciones de Campo

Es necesario realizar conteos vehiculares que nos permiten conocer el nivel de tráfico existente.

c. Tipos de Conteo

Manuales: Son irremplazables por proporcionarnos información sobre la composición del tráfico y los giros en intersecciones de las que mucho depende el diseño geométrico de la vía.

Automáticos: Permiten conocer el volumen total del tráfico. Siempre deben ir acompañados de conteos manuales para establecer la composición del tráfico. Con los equipos de conteo automático debe tenerse mucho cuidado con su calibración, ya que cuentan pares de ejes (por cada dos impulsos percibidos registran un vehículo).

d. Período de Observación

Para un estudio definitivo, se debe tener por lo menos un conteo manual de 7 días seguidos en una semana que no esté afectada por eventos especiales. Adjunto a esta información, es importante tener datos de un conteo automático por lo menos durante un mes para cuantificar el volumen total de tráfico y correlacionar con la composición registrada en la semana.

e. Variaciones de Tráfico

Como variaciones de tráfico se conoce a los factores que nos permiten establecer relaciones entre observaciones actuales y puntuales de tráfico de los datos estadísticos de lo ocurrido con anterioridad, llegando así a determinar el TPDA del año en el que se realice el estudio. Esta relación se puede establecer considerando el hecho de que la población se mueve por hábitos y al no existir una variación en la estructura social de un país, prácticamente estas variaciones permanecerán constantes en períodos más o menos largos, por lo que el TPDA se puede llegar a calcular a base de muestreos. (Quezada T, 2016)

f. Cálculo de Variaciones (factores)

Para llegar a obtener el TPDA a partir de una muestra, existen cuatro factores de variación que son:

Factor Horario (FH): nos permite transformar el volumen de tráfico que se haya registrado en un determinado número de horas a volumen diario promedio.

Factor Diario (FD): transforma el volumen de tráfico diario promedio en volumen semanal promedio.

Factor Semanal (FS): transforma el volumen semanal promedio de tráfico en volumen mensual promedio.

Factor Mensual (FM): transforma el volumen mensual promedio de tráfico en tráfico promedio diario anual (TPDA). (Quezada T, 2016)

Tráfico Observado (T0):

$$TPDA = T_o * FH * FD * FS * FM$$

2.2.8.2. Tráfico futuro

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo. Las proyecciones de tráfico se usan para la clasificación de las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad de diseño y de los demás datos geométricos del proyecto. (Quezada T, 2016)

En el Ecuador no se han efectuado estudios para determinar los volúmenes correspondientes a la 30ava hora, pero de las investigaciones realizadas por la composición de tráfico se puede indicar que el volumen horario máximo en relación al TPDA varía entre el 5 y 10 por ciento. (Quezada T, 2016)

a. Crecimiento normal del tráfico

El tráfico actual es el número de vehículos que circulan sobre una carretera antes de ser mejorada o es aquel volumen que circularía, al presente, en una carretera nueva si ésta estuviera al servicio de los usuarios. Para una carretera que va a ser mejorada el tráfico actual está compuesto por:

Tráfico Existente.- Es aquel que se usa en la carretera antes del mejoramiento y que se obtiene a través de los estudios de tráfico.

Tráfico Desviado.- Es aquel atraído desde otras carreteras o medios de transporte, una vez que entre en servicio la vía mejorada, en razón de ahorros de tiempo, distancia o costo.

Nota. En caso de una carretera nueva, el tráfico actual estaría constituido por el tráfico desviado y eventualmente por el tráfico inicial que produciría el desarrollo del área de influencia de la carretera.

- b. Criterios para determinar el tráfico futuro.** Conviene realizar las proyecciones de tráfico relacionando el tráfico vehicular con otros factores como por ejemplo: la población, producción, etc.
- c. Relación del tráfico vehicular con la población** Con la información disponible del parque automotor y de la población en un período representativo, se procede a determinar la Tasa de motorización (número de vehículos por cada mil habitantes) para cada tipo de vehículo (liviano y pesado) y la ecuación de proyección con algún modelo que se ajuste al historial de la información existente.

Nota. Uno de los modelos a usarse es el NOBEL LOGIT, con el que se determina la ecuación de ajuste y de proyección para la tasa de motorización con posibles tasas de saturación.

$$Tm = a + b * t$$

Donde:

Tm: Tasa de amortización (No vehic. /1000hab.)

a,b= Coeficiente de ajuste.

t= Tiempo en años

d. Relación de tráfico vehicular con la población

El volumen de producción o tasa de crecimiento de la producción, permite determinar la proyección de vehículos pesados. Se puede determinar un parámetro similar a T_m , relacionando el número de vehículos pesados con el volumen de proyección y obtener la correspondiente curva de proyección.

e. Proyección en base a la tasa de crecimiento poblacional.

En caso de no contar con la información estadística, las proyecciones se harán en base a la tasa de crecimiento poblacional o al consumo de combustible.

$$Tf = Ta (1 + i) n$$

Donde:

Tf: Tráfico futuro o proyectado **Ta:** Tráfico actual.

I: Tasa de crecimiento del tráfico (en caso de no contar con datos, utilizar la tasa de crecimiento poblacional o de combustible).

n: Número de años proyectados.

f. Tráfico generado.

El tráfico generado está constituido por aquel número de viajes que se efectuarían sólo si las mejoras propuestas ocurren, y lo constituyen:

- ✚ Viajes que no se efectuaron anteriormente.
- ✚ Viajes que se realizaron anteriormente a través de unidades de transporte público.
- ✚ Viajes que se efectuaron anteriormente hacia otros destinos y con las nuevas facilidades han sido atraídos hacia la carretera. (Quezada T, 2016)

g. Tráfico por desarrollo.

Este tráfico se produce por incorporación de nuevas áreas a la explotación o por incremento de la producción de las tierras localizadas dentro del área de influencia de la carretera. Este componente del tráfico futuro, puede continuar incrementándose durante parte o todo el período de estudio. Generalmente se considera su efecto a partir de la incorporación de la carretera al servicio de los usuarios. (Quezada T, 2016)

2.2.8.3. California Bearing Ratio (CBR)

El CBR de un suelo es la carga unitaria correspondiente a 0.1” o 0.2” de penetración, expresada en por ciento en su respectivo valor estándar. También se dice que mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controlada. El ensayo permite obtener un número de la relación de soporte, que no es constante para un suelo dado sino que se aplica solo al estado en el cual se encontraba el suelo durante el ensayo. (Fernandez M, 2015)

El CBR (California Bearing Ratio) se obtiene como un porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón una profundidad de 0.1 pulgadas en una muestra de suelo y el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón, la misma profundidad de 0.1 pulgadas, en una muestra patrón de piedra triturada. (Fernandez M, 2015)

El ensayo CBR (California Bear Ratio) es una prueba que se originó en el Departamento de Carreteras de California en los Estados Unidos de América en el año 1929, con el objetivo de conocer los suelos donde diseñará adecuadamente los pavimentos, la ASTM denomina el ensayo simplemente un ensayo de relación de soporte. (Angamarca S, 2013)

Este ensayo mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de densidad y humedad controladas; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno. Además el ensayo permite evaluar la calidad relativa del suelo para subrasante, sub-base y base.

Dado que el comportamiento de los suelos varía de acuerdo a su grado de alteración, con su granulometría y sus características físicas, el método a seguir para determinar el CBR, es diferente en cada caso. (Angamarca S, 2013)

Así tenemos:

- ✚ C.B.R: Suelos perturbados y remoldeados
- ✚ Suelos gravosos y arenosos.
- ✚ Suelos cohesivos, poco plásticos y nada plásticos
- ✚ Suelos cohesivos y expansivos
- ✚ C.B.R. suelos inalterados.
- ✚ C.B.R. in-situ. (Angamarca S, 2013)

2.2.8.3.1. Determinación de CBR.

El número CBR se obtiene como la relación de la carga unitaria en Kilos/cm² (libras por pulgadas cuadrada, (psi)) necesaria para lograr una cierta profundidad de penetración del pistón (con un área de 19.4 centímetros cuadrados) dentro de la muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad dadas con respecto a la carga unitaria. (Fernandez M, 2015)

Patrón requerido para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturada, en ecuación, esto se expresa:

$$CBR = \frac{\textit{carga unitaria de ensayo}}{\textit{carga unitaria patron}} * 100\%$$

El número CBR usualmente se basa en la relación de carga para una penetración de 2.54 mm (0,1”), sin embargo, si el valor del CBR para una penetración de 5.08 mm (0,2”) es mayor, dicho valor debe aceptarse como valor final de CBR. Los ensayos de CBR se hacen usualmente sobre muestras compactadas al contenido de humedad óptimo para el suelo específico, determinado utilizando el ensayo de compactación estándar. (Fernandez M, 2015).

Tabla 5
Ensayo de penetración

Penetración		Tiempo	Carga Unitaria Patrón	
(plg)	(mm)		(kg/cm)	(kg/cm ²)
0.025	0.63	0'30"		
0.050	1.27	1'00"		
0.075	1.90	1'30"		
0.100	2.54	2'00"	1000	70
0.150	3.81	3'00"		
0.200	5.08	4'00"	1500	105
0,25	6.35	5'00"		
0.3	7.62	6'00"	1900	133
0.4*	10.16	8'00"	2300	161
0.5*	12.70	10'00"	2600	182

*Estas lecturas se hacen si se desea definir la forma de la curva, pero no son indispensables.

Fuente: (Fernandez M, 2015).

El ensayo de CBR se utiliza para establecer una relación entre el comportamiento de los suelos principalmente utilizados como bases y subrasante bajo el pavimento de carreteras y aeropistas. (Fernandez M, 2015).

Valores de carga unitaria patrón

En forma de ecuación esto es:

$$\%CBR = \frac{\text{Carga unitaria de prueba}}{\text{Carga unitaria patrón}} * 100$$

Si una muestra requiere una carga de 550 lbs/pulg² para obtener 0.1 de penetración, su capacidad portante será:

$$\%CBR = \frac{550 \text{ lbs./pulg}}{1000 \text{ lbs./pulg}} * 100$$

$$\%CBR = 55$$

2.2.9. Topografía

Los estudios para el diseño geométrico de una vía o carretera es de vital importancia la topografía del terreno, ya que este es un factor importante al momento de la elección de los diferentes parámetros de diseño, como el trazado horizontal, el referente a las alineaciones en curva y a la geometría de la sección transversal, además incide mucho en los costos de construcción ya que genera un gran movimiento de tierras en el caso de serlo. (Quezada T, 2016)

Las características Topográficas, Geológicas, Hidrológicas, el drenaje y el uso de la tierra tienen el efecto determinante en la localización y en la elección del tipo de carretera y conjuntamente con los datos de tránsito, constituyen la información básica para el proyecto de estas obras. El proyectista debe contar con cartas topográficas y geológicas sobre las cuales se puedan ubicar esquemáticamente las diferentes rutas que pueden satisfacer el objetivo deseado. (Quezada T, 2016)

El polígono fundamental se considera una línea poligonal exacta que sirve como referencia para la obtención de la planimetría y la información topográfica, además de datos pertenecientes a la faja de terreno en el que probablemente se localizara la carretera. Junto con las notas correspondientes a las secciones transversales, el polígono fundamental sirve para preparar un mapa con las curvas de nivel en donde se trazará el proyecto de la carretera. (Quezada T, 2016)

En la actualidad, además de los métodos tradicionales, para la localización de una ruta, se emplean la fotografía aérea y la modelación digital del terreno las mismas que son procesadas en un escáner fotogramétrico con resoluciones de 14 um (micrones) con los datos específicos de la cámara en el cual se procede a la identificación de detalles planímetros, así como los modelos de elevaciones. (Quezada T, 2016)

2.2.10. Curvas de Nivel

Se considera curva de nivel a aquellas líneas que marcadas sobre el terreno desarrollan una trayectoria que es horizontal, estas están en las mismas condiciones de altura ya sea por encima a debajo del nivel del mar. Mediante lo expuesto se puede definir que las curvas de nivel representan la intersección de una superficie de nivel con el terreno. (Quezada T, 2016)

2.2.10.1. Tipo de curvas de Nivel

Curvas índices o maestras.- Son las líneas de mayor grosor, las mismas que nos indican la altura en un número como guía válida para todos los puntos de esa curva. Por cada 5 curvas se traza una curva maestra mediante esto se facilita la lectura del plano.

Curvas intermedias.- Estas líneas son finas en las cuales no se lee la altura, pero que podemos determinar fácilmente tomando como referencia las líneas más gruesas teniendo en cuenta la equidistancia según la escala del plano.

Curvas suplementarias.- son líneas que se caracterizan por ser entrecortadas dentro del plano. Estas líneas no guardan equidistancia, por lo tanto tienen que ir acotadas. (Quezada T, 2016)

2.2.11. Estudio de suelos.

La ejecución de un estudio de suelos nos permite determinar las propiedades del suelo tanto físicas como mecánicas; para este caso que es un proyecto vial nos permite determinar las propiedades y características de que posee la subrasante, es decir el terreno sobre el cual se asentara la carpeta asfáltica.

Para este estudio es de vital importancia la asesoría técnica por un profesional con experiencia en el campo de estudio de suelos, el cual brindara apoyo en las actividades a realizarse como son las siguientes:

- ✚ Reconocimiento del sitio en el cual está previsto el trazado geométrico de la vía.
- ✚ Determinar el sitio exacto en donde se efectuara las perforaciones que son necesarias para extraer las muestras.
- ✚ Organizar cada uno de las muestras extraídas con el fin de controlar en el laboratorio las mismas.
- ✚ Recoger las muestras que sean necesarias para cada uno de los ensayos que se procedan a realizar.
- ✚ Interpretar los resultados obtenidos de cada uno de los ensayos para así de esta manera proceder al cálculo y diseño del pavimento.

Para conocer e identificar las propiedades mecánicas del suelo de fundación o subrasante, es necesario realizar los siguientes ensayos de laboratorio.

- ✚ Límites Atterberg
- ✚ CBR
- ✚ Granulometría
- ✚ Contenido de humedad
- ✚ Densidad máxima y humedad óptima (Proctor)

Para realizar los ensayos antes mencionados se debe tomar muestras mediante calicatas entre 1.5 a 2 m de profundidad, estas muestras deberán ser tomadas cada 200 o 500 m, esto dependerá primordialmente del tipo de carretera que se construirá. En los primeros 50cm se debe tomar alrededor de 50 kg de muestra alternada, que servirá para realizar los ensayos de:

- ✚ Clasificación del suelo
- ✚ Granulometría
- ✚ Humedad

- ✚ CBR
- ✚ Densidad máxima y humedad optima (Proctor)
- ✚ Límites de consistencia.

Además se debe recolectar una muestra inalterada con la que se pueda determinar la cohesión que posee el suelo de los taludes que son parte de la carretera, estos datos junto con los del ángulo de fricción interna, servirá para determinar la estabilidad que poseen los taludes. (Quezada T, 2016)

..

2.2.12. Diseño geométrico de vías

Para lograr las características ideales y condiciones adecuadas necesarias para un correcto trazado geométrico de deben tomar en cuenta ciertos criterios como son la funcionalidad, comodidad, seguridad, economía y a la vez producir el menor impacto ambiental, de esta manera se lograra una carretera de calidad al momento que empiece su funcionalidad. (Quezada T, 2016)

2.2.12.1. Criterio de diseño

Funcionalidad.- Para lograr que una vía sea funcional en su totalidad debe proporcionar velocidades de diseño adecuadas, con un flujo de tránsito permanente y sin congestiones.

Comodidad.- Un correcto diseño de curvas en la vía permite que los usuarios transiten a velocidades constantes si variar su aceleración, de esta manera se obtiene una carretera cómoda.

Seguridad.- Con una geometría eficaz de la vía se podrá lograr obtener una seguridad vial alta, de esta manera el usuario tendrá mayor confianza al circular por dicha vía.

Economía.- En todo proyecto se busca el menor costo posible y más aún en un proyecto vial, de esta manera se considera el costo como un limitante del proyecto.

Entorno.- Siempre se tratara de adaptar la vía a la topografía natural, de esta manera se producirá el menor impacto ambiental.

2.2.12.2. Factores de diseño

Existen varios factores a los que está expuesto una carreta, los cuales son internos y externos.

Según Agudelo, los factores internos y externos son los siguientes:

Internos:

- ✚ Las velocidades a tener en cuenta
- ✚ Las características de los vehículos
- ✚ Los efectos operacionales de la geometría
- ✚ Las características del tráfico
- ✚ Las capacidades de las vías
- ✚ Las aptitudes y comportamiento de los conductores
- ✚ Las resistencias a los accesos

Externos:

- ✚ Las características físicas (Topografía, geología, climatología, hidrología).
- ✚ El volumen y características del tránsito actual y futuro.
- ✚ Los recursos económicos de que se pueda disponer para su estudio construcción y mantenimiento.
- ✚ Los aspectos ambientales.
- ✚ Los desarrollos urbanísticos existentes y previstos en la zona de influencia.
- ✚ Los parámetros socioeconómicos del área de influencia (uso de la tierra, empleo, producción).
- ✚ La calidad de las estructuras existentes.
- ✚ Los peatones.
- ✚ Tráfico de ciclistas.
- ✚ La seguridad vial.

2.2.12.3. Velocidad de diseño

Un factor muy importante para el usuario de la vía es la velocidad de diseño, ya que esta velocidad es la máxima con la que el vehículo puede circular por la carretera de manera segura y cómoda, siempre y cuando las condiciones climáticas lo favorezcan. Las velocidades que puede adquirir el vehículo dependen mucho de las habilidades del conductor y las características del mismo, pero primordialmente depende del tipo y condiciones de carretera, tipo de terreno y el flujo vehicular.

Tabla 6
Velocidades de diseño en función del tipo de vía y terreno

Tipo de carretera	Valor recomendable			Valor absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I ó R-II	120	110	90	110	90	80
I	110	100	80	100	80	70
II	110	100	80	100	80	60
III	100	80	60	90	70	50
IV	90	70	60	80	60	40
V	70	60	50	50	40	40

Fuente: (Normas de diseño geométrico, 2003)

Con la velocidad de diseño que se seleccione se plantean los diferentes elementos geométricos de la carretera que se encuentra en relación con la operación de los vehículos. (Quezada T, 2016)

2.3. Marco referencial.

La mezcla de suelo con cemento es apreciada como una técnica de estabilización de suelos granulares que conlleva a una hidratación en el cual se desarrolla una red de enlaces de partículas del suelo. lo cual ayuda a su capacidad portante y un notable incremento en la resistencia mecánica del suelo en suelos arcillosos de alta plasticidad que conformar la estructura del pavimento. (Cesar Velasquez Pereira, 2018).

Para poder realizar la estabilización de suelos se realizaron estudios experimentales en el laboratorio, para poder saber la clasificación del suelo, límites de Atterberg, CBR. para poder determinar cuál sería la dosificación adecuada para adquirir su resistencia óptima. Las

dosificaciones de cemento pueden de 4%, 6%, 7%, 12% para mejorar propiedades mecánicas y físicas del suelo estabilizado. (Deivys Ismael Hidalgo Benavides , 2016).

2.3.1. Referencias de tesis internacionales y nacionales.

Tesis internacional

Universidad: Universidad nacional de Cajamarca

Tema: influencia del cemento portland tipos I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida de la avenida Dinamarca sector la Molina.

Autor: Cesar Velásquez Pereira

Fecha: 21 de abril 2018

Resumen de la tesis

Los suelos arcillosos generalmente no tienen una calidad correcta para poder formar parte de la subrasante. Es por eso por lo que se analizan métodos para estabilizar estos tipos de suelos, por esto se busca añadirle cemento portland a estos tipos de suelos para estabilizar suelos arcillosos de alta plasticidad. Se realizaron los estudios de suelos respectivos para saber las características mecánicas y físicas del suelo, luego de realizar estos ensayos se usó el cemento portland en porcentajes 1%, 3% y 5 % del peso seco de la muestra de suelo.

Se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio límites líquido, límite plástico, índice de contracción, Proctor modificado y CBR para determinar qué tipo de suelo tenemos, se localizó un suelo OH según la SUCS es un suelo orgánico con alta plasticidad. Al cual con un 5% se cemento portland su índice de plasticidad se redujo del 44% al 15%, su índice de contracción se redujo del 27% a 19 % y su CBR se incrementó de 1.30% a 13.15% al 95% DSM.

Pese a la adición de cemento en los porcentajes indicados se llegó a tener una subrasante de acuerdo con el CBR entre regular a buena solo con adición del 5 % de cemento portland tipo I.

Conclusión

La adición de cemento portland tipo I con un 5% hizo que bajara su índice de plasticidad, bajara su índice de contracción y incremento su CBR de regular a bueno quiere decir la adición de cemento cambia las propiedades del CBR, pero reduce notablemente su índice de plasticidad y de contracción en suelos orgánicos de alta plasticidad (OH).

Recomendaciones

Realizar todos los ensayos adecuados del laboratorio que establece la norma para tener claro con qué tipo de suelo tenemos en el sitio para poder realizar la mezcla adecuada con cemento y saber qué porcentaje son los adecuados para que modifique sus propiedades mecánicas y físicas.

Universidad: Católica De Colombia

Tema: estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que poseen un alto contenido de caolín

Autor: Jonatán Rodrigo Toro

Fecha: 2 de septiembre del 2019

Resumen de la tesis

Las estructuras del pavimento están compuestas por subrasante, sub base, base y capa de rodadura que son las encargadas de absorber el tráfico que pasa por las vías. Unas de las técnicas empleadas para las estabilizaciones de suelos se llaman las mezclas de suelos con el cemento, con el propósito de mejorar las características mecánicas y físicas del suelo agrandando su resistencia y durabilidad.

Para realizar la estabilización de suelo con cemento se va a utilizar como suelo tipo una arcilla llama en caolín, este agregado mineral proviene de caolinita, se va añadir diferentes porcentajes de cemento del 0% al 12%, se van a realizar ensayos de compresión a los 7 días, 14 días y 28 días para poder establecer el aumento o disminución de su rigidez. El estudio se lo realizo para saber si el cemento incide en los suelos blandos o finos para poder alcanzar resistencias altas.

Conclusión

Para los suelos finos estabilizados con cemento se debe certificar que el agua debido a las circunstancias climáticas no debería afectar la resistencia del terreno, se propone hacer drenajes para poder garantizar la permeabilidad del material.

Recomendaciones

Se remienda analizar el material llamado caolín para saber si cumple con todas las especificaciones adecuadas para proceder al mezclado del cemento. Para que garantice su alta resistencia.

Universidad: Ricardo Palma

Tema: análisis comparativo de estabilización con cemento portland y emulsión asfáltica en base granulares

Autores: Fredy Richard Aliaga Rezza y Carlos Enrique Soriano Ochoa

Fecha: 10 de noviembre 2019

Resumen de la tesis

Se realizó una comparación con suelo sin estabilizadores y con estabilizadores en este caso el cemento para el mezclado se valorarlo que metodología sería mejor en función directamente con los costos, tiempos y espesores de la estructura de los pavimentos. Se determinó estabilizar el suelo de cantera con el cemento portland para realizar ensayos del laboratorio y si hubo cambios en el suelo utilizando este agregado.

Se determinó que lo espesores de la estructura del pavimento son mínimos y respecto a la durabilidad y resistencia los resultados fueron satisfactorios, el costo y el tiempo se redujeron cuando se aplicó la técnica de mezcla del suelo con el cemento.

Conclusión

Los resultados de los ensayos de laboratorio determinaron que la base granular con y sin estabilizadores optimizamos tiempo y dinero con un análisis de precio unitarios determinamos dicha variable que fueron satisfactorias en el análisis.

Recomendaciones

La investigación determina que siempre haya progreso del mismo por lo tanto a los que vayan a investigar este tema tan importante sean observadores para que garantice su éxito en la investigación.

Tesis nacionales.

Universidad: Técnica de Ambato

Tema: Análisis comparativo de los procesos de estabilización del suelo con enzimas orgánicas y suelo-cemento aplicando a suelos arcillosos de subrasante

Autor: Deivys Ismael Hidalgo Benavides

Fecha: 10 de marzo del 2016

Resumen de la tesis

Este proyecto de tesis determina que las técnicas de estabilización de suelo con enzimas orgánicas y suelo cemento se aplican en suelos arcillosos de subrasante. Se realizaron calicatas para la toma de muestra en la muestra 1 suelo tenía color anaranjado-rojizo la muestra 2 como un gris blanquecino, se realizaron ensayos de granulometría y límites de Atterberg para determinar la clasificación del suelo por el método de (SUCS).

Se realizaron ensayos de la capacidad portante del suelo (CBR), Proctor modificado, humedad natural, densidad máxima. Se mezcló enzima orgánica y cemento en pequeños porcentajes para mejorar las propiedades de los suelos arcillosos se realizó un análisis cuando la muestra está estabilizada. En función de costo y beneficio que pueda conllevar estabilizar suelos pobres.

Conclusión

Se debe tener en cuenta todos los parámetros para poder realizar la estabilización y los ensayos que se encuentran en la ley del MTOP específicamente en la norma para construcción de caminos y puentes.

Recomendaciones

Realizar la toma de muestra mediante calicatas de acuerdo con la norma del MTOP para conseguir resultados óptimos.

Universidad: Pontificia Católica del Ecuador

Tema: Estabilización de suelos con cemento tipo MH para mejorar las características físicas y mecánicas del material de subsuelo de la zona de talleres y cocheras de la PLMQ, sector Quitumbe

Autores: Carlos Jurado y Daniel Clavijo

Fecha: 11 de noviembre 2016

Resumen de la tesis

En la ciudad de Quito para que ya no persistan los problemas de movilidad se realizaron estudios para la primera línea del metro de Quito en donde primero realizaron los estudios de suelos respectivos. El área de talleres y cocheras es donde se va a realizar la estabilización de suelo con cemento Holcim tipo MH, el área de talleres y cocheras en donde va a transitar tráfico pesado, con este tipo de cemento como agente estabilizador se busca mejorar las características físicas y químicas del suelo para poder soportar las cargas pesadas.

Conclusión

Esta investigación consintió en una mejor comprensión de la aplicación del cemento tipo MH como un agente estabilizador de los suelos del área de cochera y talleres su dosificación fue de 6% al 15 % de cemento para un suelo natural.

Recomendaciones

Se debe trabajar con los porcentajes de 6% a 15% de cemento Holcim tipo MH para poder comprender de mejor forma su comportamiento y así poder optimizar el valor de la cantidad de cemento que utilizamos.

Universidad: Universidad católico de Santiago de Guayaquil

Tema: comparación técnico-económica del uso de bases granulares y bases estabilizadas con cemento, para diversos casos de tráfico, con o sin capa de rodadura para nuestro medio

Autora: Matute Acuario María Cristina

Fecha: 5 de agosto del 2016

Resumen de la tesis

El trabajo de investigación determino una comparación de la técnica económica del uso de bases granulares y bases estabilizadas con cemento, se realizó un estudio de que sería más rentable y económico si tener un camino sin estabilizar o un camino con estabilizar con cemento. En función de precios unitarios se realizó el análisis para saber con de los dos métodos sería más económico y duradero.

Conclusión

La base estabilizada con cemento va a mejorar las características físicas y químicas de los suelos, y su resistencia y durabilidad el tiempo y costos reducen en forma favorable ejecutando la técnica de suelos estabilizados con cemento.

Recomendaciones

Al realizar el estudio se debe tener en cuenta que los suelos no tengan mucho contenido orgánico por lo cual no podría utilizar el cemento para poder mezclarse y ejecutar la estabilización.

2.3.2. Proyectos Análogos nacionales e internacionales.

Proyectos Análogos nacionales.

Vías secundarias de Isidro Ayora con suelo cemento Holcim base vial tipo MH.

(ING. Alexis Zambrano S., 2019) La empresa Holcim realizó una estabilización de suelos con su base vial MH en el cantón Isidro Ayora provincia del Guayas. Las calles García Moreno y Eloy Alfaro fueron el área donde se estabilizó el terreno. Para poder estabilizar las calles se tomó las muestras para poder ejecutar los ensayos de laboratorio y saber cuánto sería la dosificación adecuada, después se procedió a realizar el tendido de los sacos de cemento MH para mezclarlos con el suelo y realizar la estabilización óptima.



Figura 1 Vía secundaria con suelo cemento Holcim base tipo MH
Fuente: (Holcim, 2017)



Figura 2 Vía del cantón Isidro Ayora provincia del Guayas
Fuente: (Holcim, 2017)

Estabilizar vía principal llamada ruta Biblián a 38 Km de Cuenca.

(Holcim, 2017) Se realizó la estabilización en una zona rural como lo es la ruta Biblián de difícil acceso para la gente del sector que es netamente ganadero de escarificaron 10 km de la vía luego se procedió a la colocación de cemento para realizar su mezcla se mejoraron las características mecánicas y físicas del suelo con una durabilidad óptima y buena resistencia para que la población pueda trasladarse cómodamente.

Estabilización de suelo cemento en la vía Potosí Guayacanes provincia de los Ríos.

(Asphaltvias Cia. Ltda, 2019) La empresa ya nombrada realizó una estabilización de 5 km del suelo del sitio con el cemento la zona está netamente agrícola, una vía secundaria donde la población del sector se comunica con los otros sectores para poder trasladarse el suelo una arcilla de alta plasticidad con la adición de cemento y una resistencia de 7 días se mejoró las características del suelo y su durabilidad.

Proyectos Análogos internacionales.

Proyecto en el municipio de río negro Colombia 144 km de vías rurales.

(Argos, 2019) La empresa Argos realiza un proyecto para estabilizar las vías rurales secundarias del municipio de río negro Colombia su equipo técnico especializado un proyecto que beneficiara a todas las comunas del sector, caminos seguros y durables. Mejorando la movilidad de las personas para poder trasladarse sin ningún problema el costo beneficio es óptimo según una explicación de un técnico de Argos.

2.3.3. Otros aspectos generales del sector de estudio.

Localización.

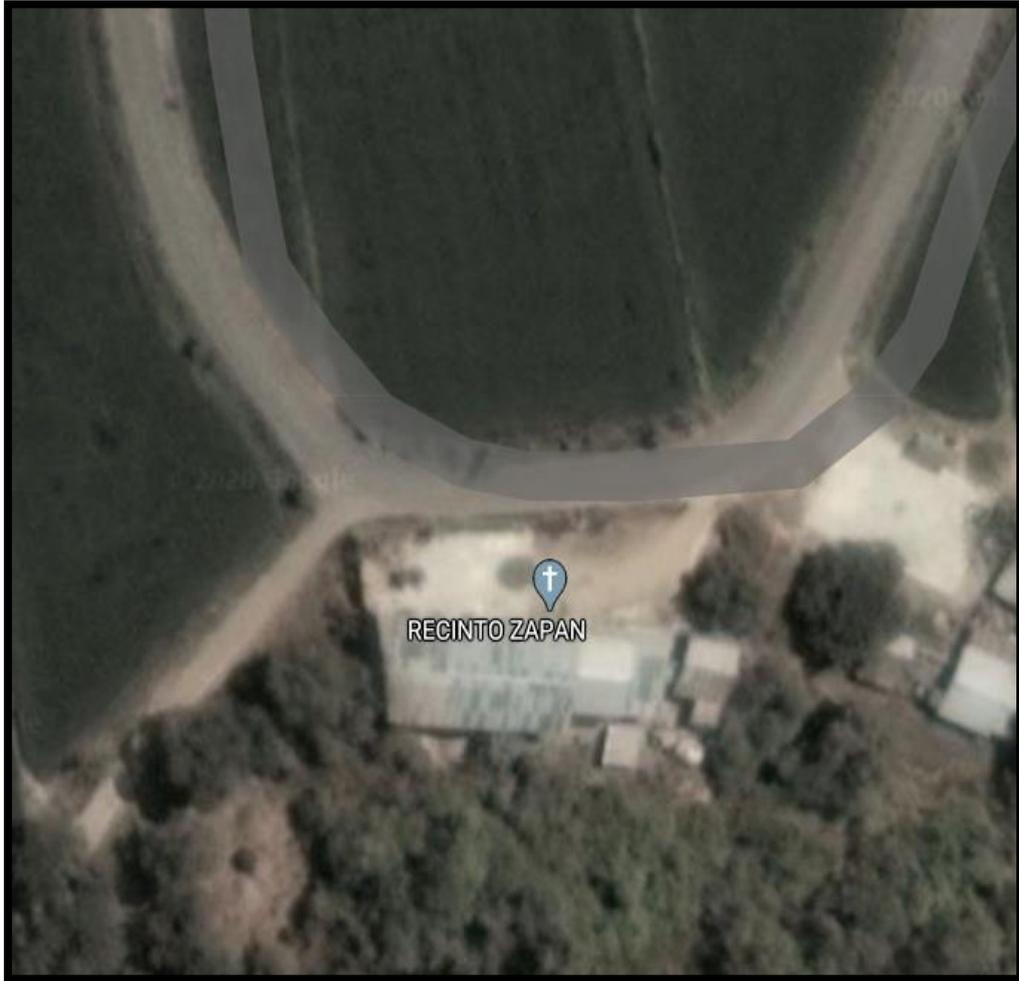


Figura 3 Localización del Recinto Zapan

Fuente: (Google Maps, 2019)

Limites.

Norte: con la provincia de los Ríos y el cantón Daule

Sur: sector denominado el Buijo hasta el sector conocido como Palo de Jabón

Este: el Rio de los Tintos

Oeste: el cantón Yaguachi

Coordenadas:

- **Coordenadas Geográficas**
1°57'52.4"S 79°46'58.0"O
- **Coordenadas planas UTM**

Norte	Este
9815750	611230
9834160	639060

2.4. Marco legal.

- + Norma ecuatoriana vial NEVI.
- + AASHTO 2011.
- + Art. 191 de la norma Ley orgánica de transporte terrestre tránsito y seguridad vial (LOTTTSV).
- + AASHTO T180 compactación.
- + AASHTO T180-01, ASTM D1557 –Compactación con proctor modificado.
- + ASTM D-2216 suelos naturales.
- + ASTM D-698 Proctor estándar.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Metodología.

El proceso investigativo que se empleara para el método de estudio en este sistema de diseño y criterio utilizado en la conducción de la investigación descriptiva, con orientación experimental realizada con una dirección científica.

3.2. Tipo de investigación.

La actual investigación es descriptiva según (Carlos Fernandez Collado, Pilar Batista Lucio, 2014) busca especificar propiedades y características y rasgos trascendentales de cualquier fenómeno que se analice. En nuestra investigación realizaremos trabajo de campo y laboratorio para establecer el patrón de las características y propiedades de materiales para adquirir un diseño que establezca las adecuadas resistencias.

3.3. Tipo de investigación.

Desde el punto de vista científico esto es que en un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente”. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren. (Carlos Fernandez Collado, Pilar Batista Lucio, 2014)

3.3. Diseño de la investigación.

Nuestra investigación es descriptiva y tiene una orientación experimental es realizada con una dirección científica, el conjunto de variables se mantiene constante mientras que el otro conjunto de variables se mide como sujeto del experimento. La recopilación de todos los datos llevados al laboratorio para establecer un método adecuado de resistencia. (Carlos Fernandez Collado, Pilar Batista Lucio, 2014)

3.4. Enfoque cuantitativo.

El enfoque de la investigación es cuantitativo debido a que se emplea la recolección de datos para probar una hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento. Establecemos recolección de datos como él (TPDA) que significa tráfico promedio diario y toma de muestras del suelo en el sitio para luego ser llevadas al laboratorio y establecer los parámetros adecuados para el diseño de suelo cemento.

3.5. Población.

La población que se considera para la investigación son los habitantes de recinto Zapan del cantón Samborondón, actualmente las personas que viven en este sector sufre por el mal estado en que se encuentra la vía de comunicación, siendo ya un sector netamente agrícola, es necesario que la vía este en buenas condiciones para el traslado de su población y productos.

3.6. Muestra.

La muestra se adquiere con entrevistas encaminadas a la población del recinto zapan y a los Ingenieros civiles, conocedores del tema de este caminos vecinales de este sector donde existen personas experimentadas que desde niños viven en el sector y conocen de la historia del recinto Zapan y con la aportación que se obtiene de la parte técnica prestan sus servicios a la

comunidad como la entidad pública del cantón con datos concretos para transparentar la entrevista.

La población del recinto zapan del cantón Samborondón es de 400 personas por lo tanto es una población finita:

✚ El nivel de confiabilidad es de 95 %

✚ El error estándar es de 5%

✚ Probabilidad de éxito del 50%

✚ Probabilidad de fracaso de 50%.

En donde:

n= tamaño de la muestra

Z= valor de confianza 95% (1.96)

p= probabilidad de éxito 50% (0.05)

q= probabilidad de fracaso 50% (0.05)

N= población (400)

e= error muestra 5% (0.05)

Formula:

$$n = \frac{Z^2 P * q N}{(N - 1) e^2 + Z^2 p * q}$$

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.50) * (0.50) * 400}{(400 - 1)0.05^2 + 1.96^2 (0.5) * (0.5)}$$

$$n = \frac{3.8416 * 100}{0.9975+0.9604}$$

$$n = \frac{384.16}{1.9579}$$

$$n = 196.21$$

$$n = 196$$

3.7. Análisis y resultados.

1. ¿Con que frecuencia realizan trabajos de rehabilitación de la vía del recinto Zapan?

Tabla 7
Frecuencia con la que realizan trabajos de rehabilitación de la vía

Rango	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	20	10%
Casi siempre	36	18%
Algunas veces	10	5%
Pocas veces	30	15%
Nunca	100	51%
Total	196	100%

Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

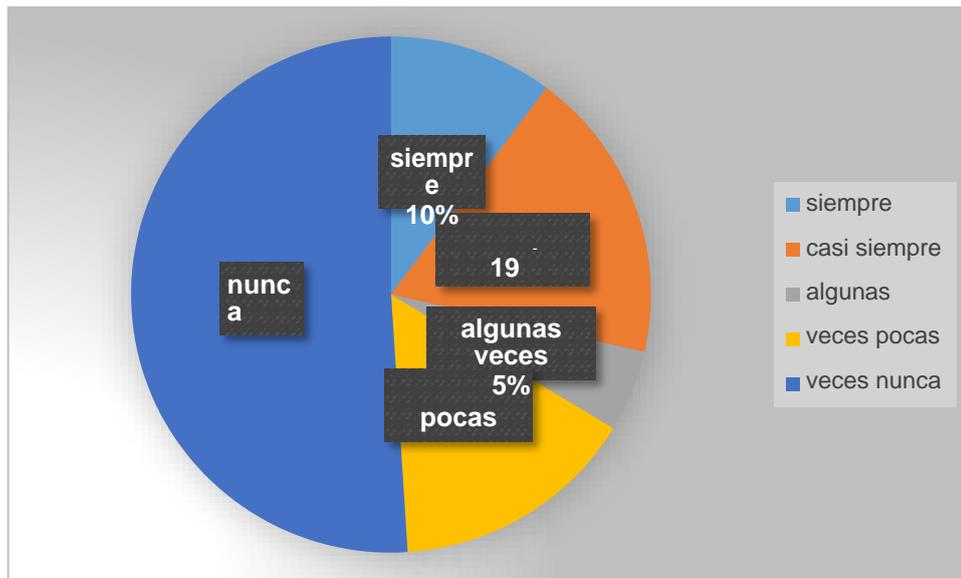


Figura 4 Frecuencia de trabajos de rehabilitación de vía
Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Análisis de encuesta: El 51% de sus habitantes indican que nunca se a realizado un mantenimiento para esta vía, el 18% del área técnica del municipio del cantón Samborondón que casi siempre realizan la estabilidad de la vía, el 10% de agricultores dicen que siempre realizan mantenimiento de vía, y un 5% de personas que visitan a sus familiares algunas veces realizan el mantenimiento de la vía del recinto zapan.

4. ¿Está usted de acuerdo que se realicen estudios para valorar en qué estado se encuentra la vía?

Tabla 8
Importancia de estudios para valorar el estado de la vía.

Rango	Frecuencia	Porcentaje
De acuerdo	196	97%
Algo de acuerdo	6	3%
No muy acuerdo	0	0%
Algo en desacuerdo	0	0%
Muy en desacuerdo	0	0%
Total	196	100%

Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

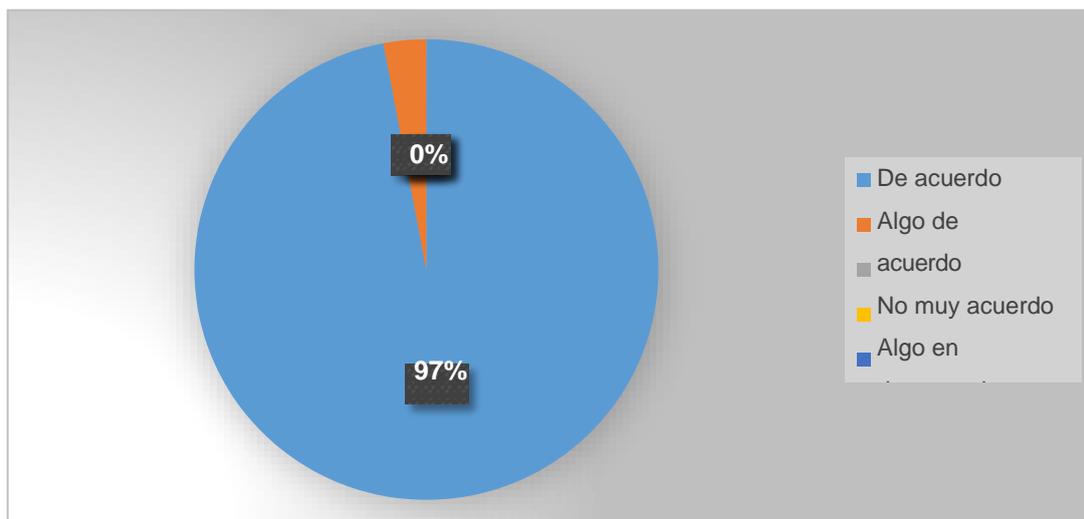


Figura 5 Estado en que se encuentra la vía
Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Análisis de encuesta: El 97% de sus habitantes estas convencidos en realizar los estudios para luego realizar la estabilización del suelo con el método del suelo cemento, El 3% el área técnica del municipio de Samborondón está algo de acuerdo para que se realicen los estudios.

5. ¿Considera usted que la estabilización del suelo se debe realizar con el método del suelo cemento?

Tabla 9
Estabilización del suelo-cemento.

Rango	Frecuencia	Porcentaje
Si considero	80	41%
No considero	20	10%
Tal vez lo considero	60	31%
Nunca lo consideraría	36	18%
Total	196	100%

Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

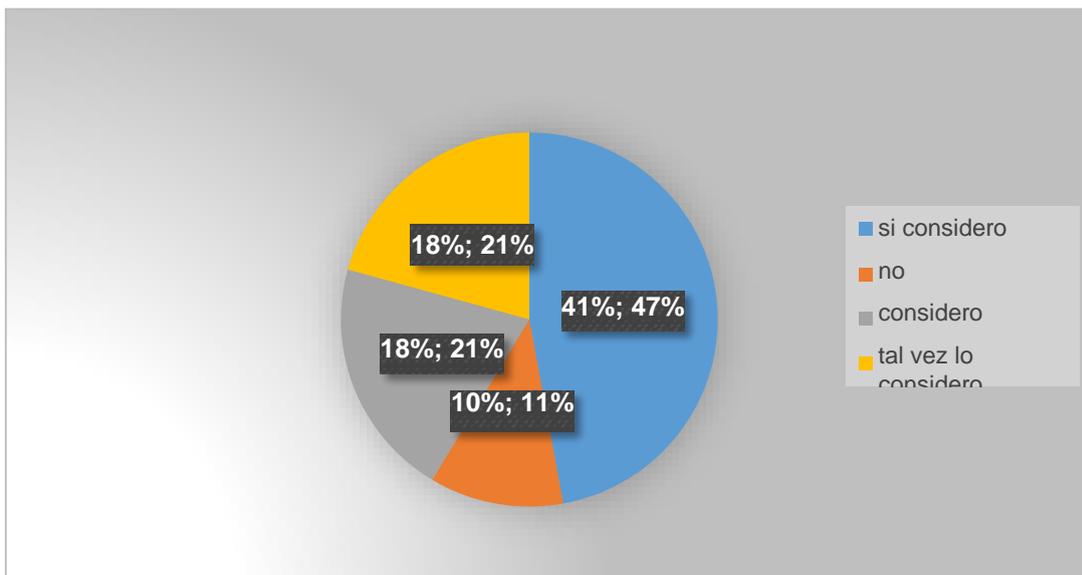


Figura 6 Estabilización del método de suelo cemento

Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Análisis De Resultado: La mayoría de la población el 41 % si considero estabilizar el suelo del recinto zapan, El resto de la población no considero que fue el 10%, los agricultores de otros sectores que transitan por la zona tal vez no considero que fue el 31%, El 18% nuca lo consideraría que es el área técnica del municipio de Samborondón.

6. ¿Considera usted que el municipio de Samborondón debe aplicar la técnica de suelo cemento como sistema de estabilización?

Tabla 10

Aplicación de técnica suelo –cemento como sistema de estabilización.

Rango	Frecuencia	Porcentaje
De acuerdo	120	61%
Algo de acuerdo	30	15%
No muy acuerdo	26	13%
Algo en desacuerdo	10	5%
Muy en desacuerdo	10	5%
Total	196	100%

Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

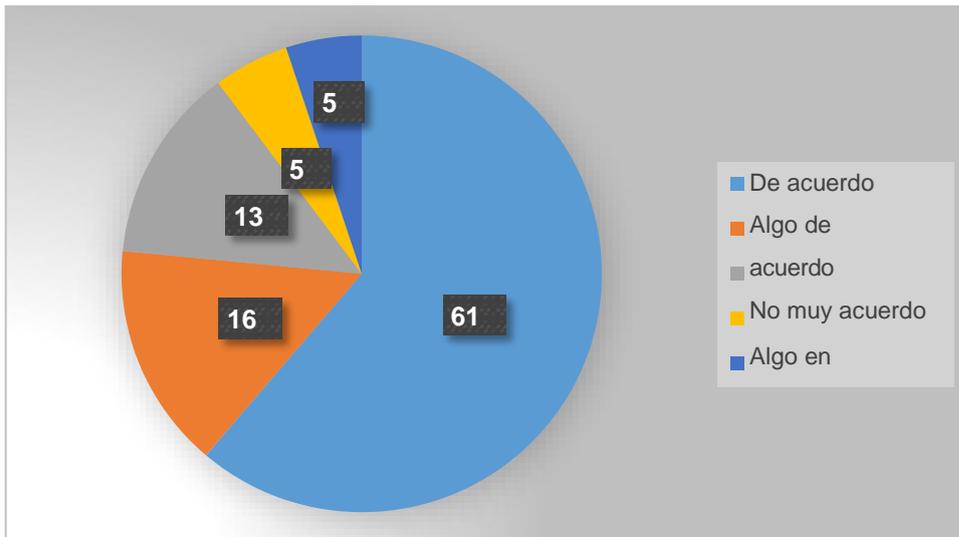


Figura 7 Aplicación de técnica suelo cemento

Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Análisis De Resultado: Los habitantes en su mayoría el 61% está de acuerdo con que el municipio de Samborondón aplique el sistema de suelo cemento para estabilizar a las vías, otro sector de habitantes algo está de acuerdo el 15%, otro porcentaje de la población no está muy acuerdo en un 13%, otra proporción de los habitantes algo en desacuerdo son el 5%, otra porción opina que está muy en desacuerdo es el 5%.

7. ¿Cuál cree usted que es factor importante para que la vía siempre permanezca en mal estado?

Tabla 11
Frecuencias y porcentajes.

Rango	Frecuencia	Porcentaje
Invierno	100	51%
Verano	0	0%
Falta de mantenimiento	96	49%
Total	196	100%

Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

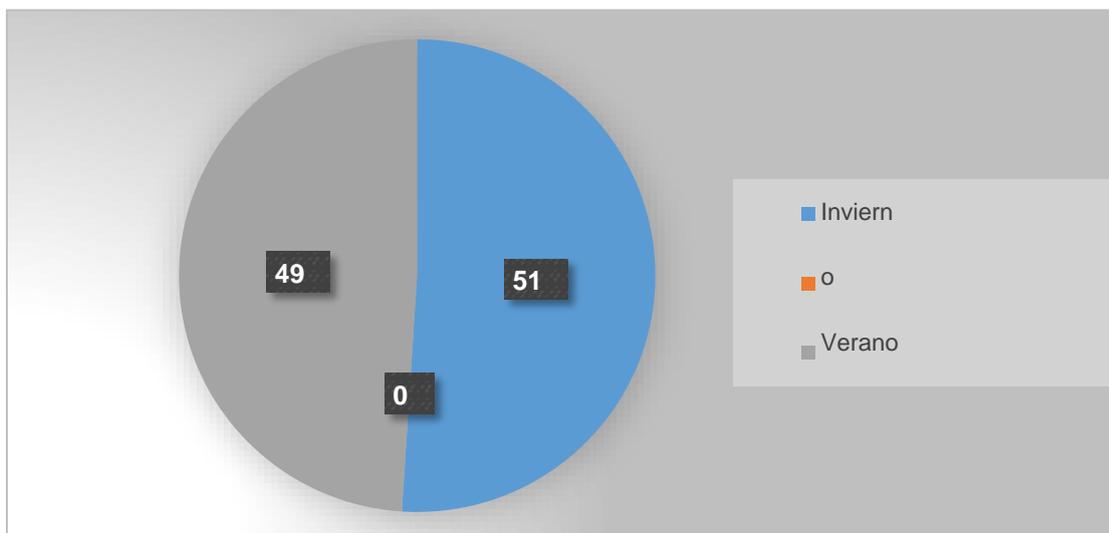


Figura 8 Factor importante de la vía
Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Análisis De Resultado: la mayoría de la población está de acuerdo que las causas para que la vía mantenga en mal estado es el invierno con un 51%, el otro porcentaje de la población comunica que es por falta de mantenimiento un 49%.

8. ¿Cuáles son las causas de que el municipio de Samborondón no realice las estabilizaciones en las vías de los recintos?

Tabla 12
Frecuencias y porcentajes para estabilización de vías.

Rango	Frecuencia	Porcentaje
Falta de datos	98	50%
No existe los recursos	98	50%
Falta de capacidad	0	0%
Total	196	100%

Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

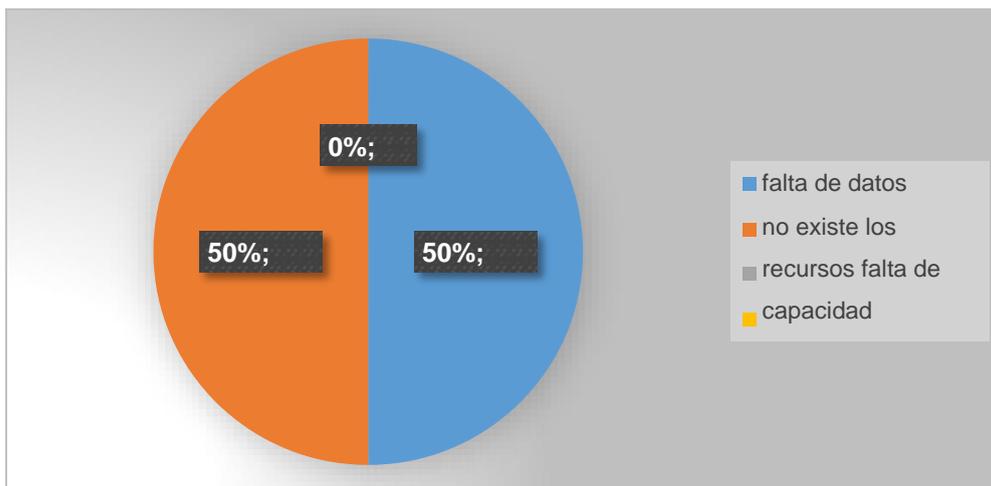


Figura 9 Estabilización de vías
Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Análisis De Resultado: los habitantes del sector la mitad de ellos nos informaron que es por falta de datos quiere decir que no han realizado los estudios de tráfico vehicular y muestras tomadas en campo para poder llevar al laboratorio y realizar los diseños adecuados para la vía, el otro 50% nos manifestó que no existe los recursos económicos ya que los presupuestos de los gobiernos autónomos son ocupados en otras obras.

9. ¿Está usted de acuerdo que en Ecuador se realice este sistema de estabilización llamado suelo cemento para reducir los tiempos y optimizar recursos económicos?

Tabla 13
Frecuencias y porcentajes.

Rango	Frecuencia	Porcentaje
De acuerdo	70	36%
Algo de acuerdo	50	26%
No muy acuerdo	46	23%
Algo en desacuerdo	20	10%
Muy en desacuerdo	10	5%
total	196	100%

Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

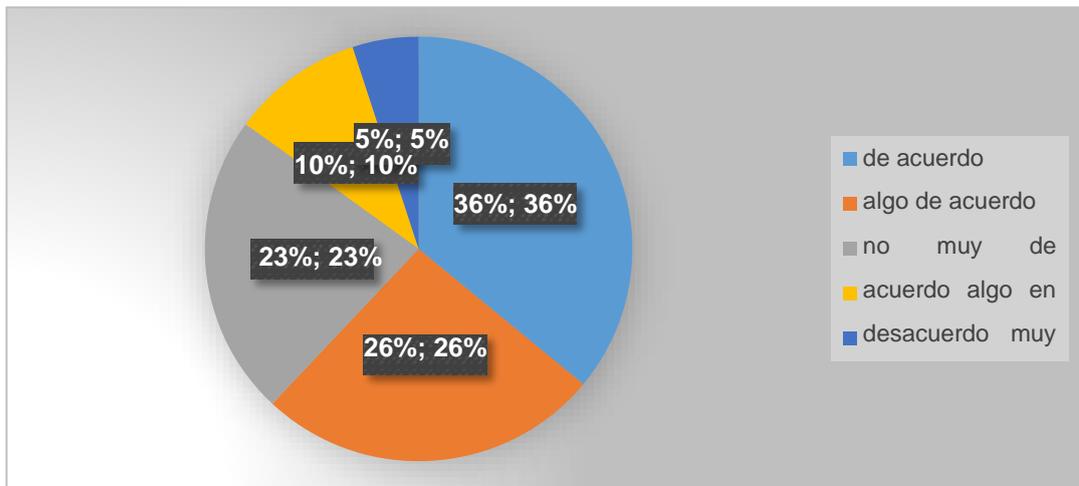


Figura 10 Tiempo y optimización de recursos económicos
Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Análisis De Resultado: el 36 % de las personas están de acuerdo con la implementación del método de suelo cemento en el país, el 26 % está algo de acuerdo, el 23% no está muy de acuerdo, el 10% está algo desacuerdo, el 5% muy desacuerdo.

10. ¿Cuáles son las causas aparte del invierno donde la vía sufre el colapso en el recinto zapan?

Tabla 14
Frecuencias y porcentajes.

Rango	Frecuencia	Porcentaje
la resistencia del material no cumple	65	33%
la capa base no cumple su espesor adecuado	65	33%
no se realizan estudios pertinentes	66	34%
total	196	100%

Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

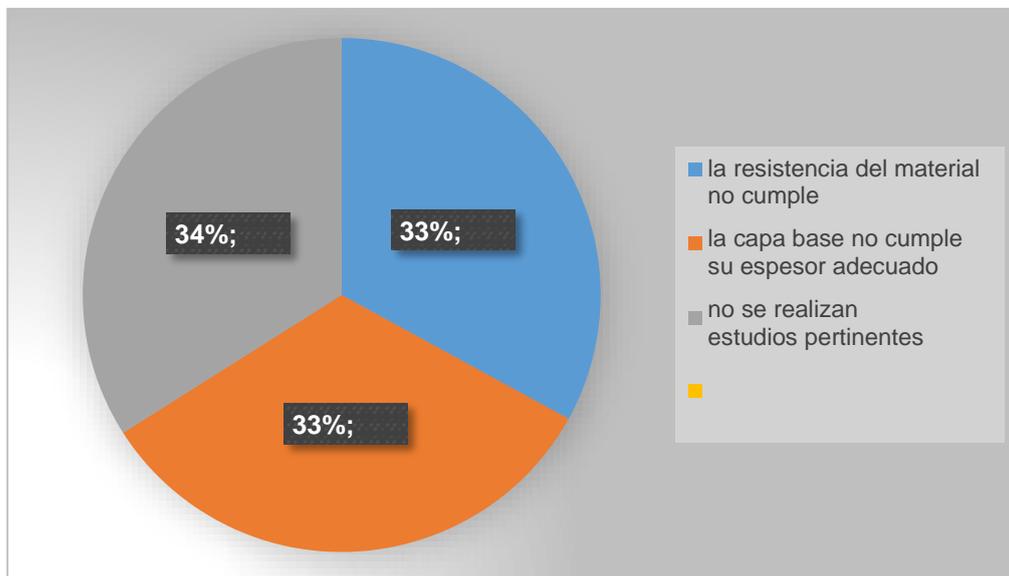


Figura 11 Causas que sufre la vía por el invierno.

Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Análisis De Resultado: Una mayoría mínima de la población comenta que no se realizan los estudios adecuados para poder realizar la rehabilitación adecuada son 34%, otro porcentaje mínimo que es el 33% el material no cumple con la resistencia adecuada, y el 33% de la población dice que la capa base para la rehabilitación de la vía es superficial.

3.8. Técnicas y procedimientos de la investigación.

Para una mayor comprensión de la técnica que realizamos en nuestra investigación, las vamos a dividir por etapas.

Etapa 1: compendio de datos

Para la investigación que estamos realizando debemos recopilar la mayor cantidad de datos posibles, para formar un patrón adecuado, al diseño con información real. Determinar el tipo de suelo que existe en el Recinto Zapan, su granulometría, sus límites de humedad, su CBR, adecuado para que todos los objetivos de la investigación se cumplan.

Etapa 2: muestreo y ensayos de laboratorio

En esta etapa realizamos la recolección de las muestras en determinadas ocasiones tuvimos que trasladarnos al sitio llamado recinto zapan para realizar: el aforo vehicular, realizar calicatas, su profundidad fue de 0.5m, 1m, 1.50m luego tomadas las muestras fueron llevadas al laboratorio para su respectivo análisis y caracterización del material.

Etapa 3: Análisis de los resultados

Vamos a analizar progresivamente los resultados obtenidos en el laboratorio donde los dividimos en el primer análisis y segundo análisis.

Primer análisis: el primer análisis lo realizamos en función de los ensayos de la capa del suelo para saber qué tipo de suelo hemos obtenido, su humedad natural, límites plástico y líquido, cuál es su CBR para determinar el porcentaje de cemento portland que vamos a utilizar para poder estabilizar el suelo.

Segundo análisis: los realizamos bajo la mezcla de suelo cemento para determinar límites plástico y líquido, el CBR de la mezcla, su humedad óptima, su resistencia para luego con todos los datos proceder al diseño del suelo cemento.

Análisis del suelo

- ✚ Granulometría del suelo norma (ASTM D-422)
- ✚ Límites de Atterberg norma (ASTM D-4318)
- ✚ Contenido de humedad natural norma (ASTM D-2216)
- ✚ Ensayo de compactación de Proctor norma (AASHTO T- 180)
- ✚ Ensayo de CBR norma (ASTM D1883)

Contenido de humedad

Instrumento que se realizaron para el ensayo:

- ✚ Horno de secado con temperatura constante de $100\pm 5^{\circ}\text{C}$
- ✚ Recipientes para muestra (porcelana o aluminio)
- ✚ Guantes que resistan altas temperaturas
- ✚ Balanza de precisión
- ✚ Seguetas
- ✚ Espátulas
- ✚ Trapos de limpieza

Granulometría de los suelos

Instrumento que se realizaron para el ensayo

- ✚ Juego de tamices
- ✚ Aparato agitador (mecánico o automático)
- ✚ Horno de secado con temperatura constante de $100\pm 5^{\circ}\text{C}$
- ✚ Recipientes para muestra de aluminio
- ✚ Balanza de precisión

- + Cepillo de alambre
- + Brocha de pelo delgado

Límites de Atterberg

- + Aparato de casa grande
- + Placa de vidrio esmerilado
- + Espátula ancha de 20mm
- + Capsula para evaporización
- + Balanza de precisión
- + Horno temperatura de $100\pm 5^{\circ}\text{C}$
- + Tamiz numero 40

Ensayo de compactación de Proctor

- + Molde cilíndrico diámetro de 6 pulgadas y una altura de 116.4mm (acero o aluminio).
- + Martillo de compactación
- + Regla metálica
- + Horno de secado $100\pm 5^{\circ}\text{C}$
- + Balanza de precisión
- + Tamiz 3/4"
- + Aparato agitador

Ensayo de CBR

- ✚ Máquina de compresión
- ✚ Molde cilíndrico de compactación
- ✚ Partillo de compactación
- ✚ Placa metal perforada
- ✚ Sobrecargas metálicas
- ✚ Deformímetro
- ✚ Cilindro de penetración
- ✚ Tamices número 4 y 3/4`
- ✚ Horno de secado $100\pm 5^{\circ}\text{c}$
- ✚ Recipiente de muestreo
- ✚ Guantes contra altas temperatura
- ✚ Balanza de precisión
- ✚ Espátulas
- ✚ Seguetas

Análisis del suelo con cemento portland

- ✚ Prueba de Proctor estándar norma (ASTM D 1557)
- ✚ Análisis granulométrico (ASTM D-422)
- ✚ Roturas de probetas cilíndricas de suelo cemento a los 7 días (ASTM D 1633)
- ✚ Límite de consistencia (ASTM D – 4318)

Instrumentos para realizar los ensayos

Prueba de Proctor

- ✚ Molde cilíndrico diámetro de 6 pulgadas y una altura de 116.4mm (acero o aluminio).
- ✚ Martillo de compactación
- ✚ Regla metálica
- ✚ Horno de secado $100\pm 5^{\circ}\text{C}$
- ✚ Balanza de precisión
- ✚ Tamiz 3/4"
- ✚ Aparato agitador

Análisis granulométrico

- ✚ Juego de tamices
- ✚ Aparato agitador (mecánico o automático)
- ✚ Horno de secado con temperatura constante de $100\pm 5^{\circ}\text{C}$
- ✚ Recipientes para muestra de aluminio
- ✚ Balanza de precisión
- ✚ Cepillo de alambre
- ✚ Brocha de pelo delgado

Roturas de probetas cilíndricas

- ✚ Máquina de compresión
- ✚ Extractor de muestra inalteradas
- ✚ Deformímetro

- ✚ Calibrador pie de rey
- ✚ Cronometro
- ✚ Recipiente de muestreo
- ✚ Guantes
- ✚ Balanza de precisión
- ✚ Espátulas
- ✚ Seguetas

Límite de consistencia

- ✚ Aparato de casa grande
- ✚ Placa de vidrio esmerilado
- ✚ Espátula ancha de 20mm
- ✚ Capsula para evaporización
- ✚ Balanza de precisión
- ✚ Horno temperatura de $100\pm 5^{\circ}\text{C}$
- ✚ Tamiz numero 40

3.9. Confiabilidad.

La confiabilidad de los instrumentos de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales. En este caso los ensayos de laboratorio que realizamos deben existir ese nivel de confiabilidad para que los resultados obtenidos sean buenos para su posterior diseño. (Carlos Fernandez Collado, Pilar Batista Lucio, 2014)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

PROPUESTA

Descripción de propuesta

En la actualidad en nuestro país la estabilización de suelos con cemento no es muy utilizadas por el poco nivel investigativo que tenemos sobre este tema empresas privadas como Holcim S.A tienen un alto contenido investigativo sobre el tema de la estabilización de suelos con cemento incluso han realizado obras viales en zonas urbanas y rurales, y han demostrado experimentalmente que la estabilización de suelos es un método práctico para mejorar las características mecánicas de los suelos que no tengan contenido orgánico.

La investigación que realizamos como estudiantes de la estabilización de suelo cemento nos demostró que con pequeñas dosificaciones de cemento que fueron de 2%, 6%, 8% mejoramos nuestro CBR (capacidad portante de suelo) y nuestra resistencia. Para poder soportar la afluencia de tráfico pesado que existe en el cantón Samborondón recinto Zapan, es una zona agrícola que cuando está en cosecha de arroz es mucho mayor la afluencia de tráfico pesado para el traslado de su materia productos. Es donde la vía sufre deformaciones por la carga aplicada del transporte pesado, con la estabilización con cemento la mejoramos para que no existan problemas a futuro.

Trafico promedio diario anual

Para recolectar la información del TPDA (tráfico promedio diario anual) realizamos un conteo vehicular diario, y poder determinar volumen de tráfico que pasa por nuestra vía, que tipo de vehículos pasan, por ejemplo: motos, autos, camionetas, camiones de un eje etc. Su clasificación determino que la vía es de cuarto orden es un camino vecinal para entender más a detalle le presentamos una tabla de la NEVI volumen 3.

Tabla 15
Clasificación de vía según su uso.

Especificación	Tipos de carreteras	No. Carriles	TPDA
Clase 1	Para uso principalmente en aeropuertos y carreteras con intenso nivel de trafico	8 a 12	>50.000
Clase 2	Carreteras de 2 hasta 6 carriles con un ancho mínimo por carril de 3.65m. se incluye franja central desde 2 a 4m	2 a 6	8000 50.000
Clase 3	Vías internas de urbanizaciones con bajo nivel de trafico	2 a 4	1.000-8000
Clase 4	Caminos vecinales	2	<1.000

Elaborado por: (NEVI-12, Quito)

Cálculos:

Tabla 16

Tpda de la vía del Recinto Zapán.

TPDA DE LA VIA DEL RECINTO ZAPAN DEL CANTON SAMBORONDON					
Fecha	Día	Livianos Motos	Livianos Camionetas	Camiones	Total
febrero 3-2020	lunes	65	30	20	83
febrero 4-2020	martes	70	32	25	92
febrero 5-2020	miércoles	55	28	18	74
febrero 6-2020	jueves	64	35	22	89
febrero 7-2020	viernes	75	25	32	95
febrero 8-2020	sábado	70	28	25	88
febrero 9-2020	domingo	80	35	20	95
	total	240	213	162	615
	Tpda	34	30	23	88

Elaborado por: (Cevallos C, De la Cruz J, 2020)

Cada 2 motos hacen un liviano

Tpda=	88
v. Livianos	65
v pesados	23

Tabla 17
Factor diario.

DIA DE LA SEMANA	TD (VEH/DIA)	TD/TPDS	FACTOR FD = 1/(TD/TPDS)
LUNES	83	0.134255492	1.064069264
MARTES	92	0.149715216	0.954192547
MIERCOLES	74	0.119609439	1.19436346
JUEVES	89	0.144833198	0.98635634
VIIERNES	95	0.153783564	0.928949358
SABADO	88	0.143205858	0.997564935
DOMINGO	95	0.154597234	0.92406015
			7.049556054

Elaborado por: (Cevallos C, De la Cruz J, 2020)

FACTOR DIARIO = $FD/7$ 1.007079436

FACTOR SEMANAL = 1

Tabla 18
Factor Mensual. Generado.

	TPDS	FACTOR MENSUAL	F. DIARIO
TPDA EXISTENTE	88	1.132	1.007079436
TPDA EXISTENTE	100		
T. GENERADO=	20 % asignado		20

Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Tabla 19
Composición del tráfico

Composición del tráfico		
VEHICULO	NUMERO	%
LIVIANO	65	73.63710334
PESADO	23	26.36289666
TOTAL	88	100

Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Tabla 20
Proyección de TPDA existente

PROYECCIÓN DE TPDA EXISTENTE					
AÑOS	NUMERO DE AÑOS	CRECIMIENTO LIVIANOS %	CRECIMIENTO PESADOS %		
2020	0	3.37	120	2.02	23
2021	1	3.37	125	2.02	33
2022	2	3.37	129	2.02	34
2023	3	3.37	133	2.02	35
2024	4	3.37	138	2.02	36
2025	5	3.37	142	2.02	37
2026	6	3.06	147	1.84	38
2027	7	3.06	151	1.84	39
2028	8	3.06	156	1.84	40
2029	9	3.06	160	1.84	41
2030	10	3.06	165	1.84	42
2031	11	3.06	170	1.84	43
2032	12	3.06	176	1.84	44
2033	13	3.06	181	1.84	45
2034	14	3.06	187	1.84	46
2035	15	3.06	192	1.84	47
2036	16	3.06	198	1.84	48
2037	17	3.06	204	1.84	49
2038	18	3.06	211	1.84	50
2039	19	3.06	217	1.84	51
2040	20	3.06	224	1.84	52
Tpda proyectado= livianos +pesados		276			
$TPDA_f = TPDA_a(1+i)^n$					

Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Estudio de suelo natural

Contenido natural de humedad

La muestra de suelo húmedo fue colocada en un recipiente (porcelana) medimos el peso en una balanza de precisión en pequeñas cantidades, los pesos que marca la balanza se los mide en gramos(g), luego colocamos la muestra de suelo húmedo en el horno a una temperatura de $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta obtener un peso constante. El tiempo de secado es aproximadamente de 12 a 18 horas nosotros utilizamos 18 horas de secado.

Para calcular el contenido de humedad se realizará la siguiente ecuación en función a la diferencia entre el peso del suelo húmedo más el recipiente y el peso de suelo seco más es el peso del recipiente es el peso del agua W_w que estaba en la muestra. La diferencia entre el peso del suelo seco más el de recipiente y el peso del recipiente solo es el peso del suelo seco (Joseph E. Bowles, 2008).

$$w = \frac{W_w}{W_s} * 100 \text{ por ciento}$$

Para demostrar una determinación confiable del contenido de humedad de un suelo se recomienda utilizar la siguiente cantidad mínima de la muestra húmeda.

Tamaño máximo de las muestras (95-100m para el tamiz dado)	Peso mínimo recomendado de la muestra (g)
No. 4 (4.75mm)	100
No. 40 (0.420mm)	10 a 50
12.5mm	
50.0mm	300
	1000

Credel libro de (Joseph E. Bowles, 2008)

Los cálculos obtenidos fueron los siguientes: nuestra humedad natural en el de estrato de suelo de 0.50 fue de $W = 14.71\%$ la diferencia del peso del agua fue 3.20 (g) dividido para el peso del suelo seco que fue 22(g) para poder expresarlo en porcentaje lo multiplicamos por 100 ese será el resultado del contenido de humedad.

Con la siguiente tabla explicamos el contenido de humedad natural para un mejor entendimiento.

Profundidad	Humedad natural
0.5	14.71
1	15.9
1.5	22.46

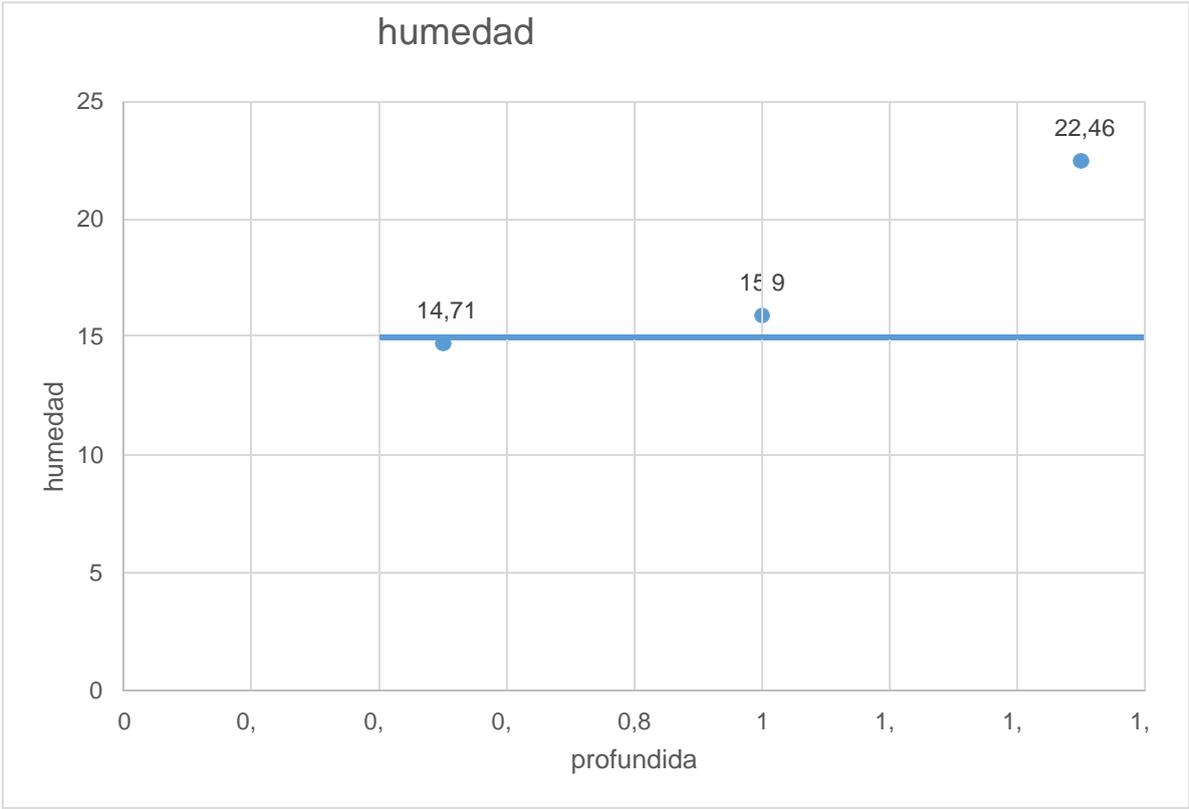


Figura 12 Humedad natural
Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

En base a los resultados obtenidos del laboratorio de “SUELOS Y PAVIMENTOS”, en el cual se obtiene:

Tabla 21
Contenido natural de humedad con profundidad de 0.50 cm.

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD						
PROFUNDIDAD		0,50	m			
Muestra N ^a		Peso	1	2	3	
Recipiente N ^a			R28	R80	R119	
Peso del suelo húmedo + recipiente	(W ₁)	g	35,20	45,44	39,32	
Peso del suelo seco + recipiente	(W ₂)	g	32,00	41,30	35,20	
Peso del recipiente	(W ₃)	g	10,00	10,00	10,00	
Peso del agua	(W ₁ - W ₂)	g	3,20	4,14	4,12	
Peso del suelo seco	(W ₂ - W ₃)	g	22,00	31,30	25,20	W%
Contenido de humedad	$\omega = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_3}$	%	14,55	13,23	16,35	14,71

Elaborado por: (SUELOS &PAVIMETOS, 2020)

Tabla 22
Contenido natural de humedad con profundidad de 1 metro.

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD						
PROFUNDIDAD: 1 m						
Muestra N^a		Peso	1	2	3	
Recipiente N ^a			R1X	R161J	R121	
Peso del suelo húmedo + recipiente	(<i>W₁</i>)	g	41,76	36,06	44,98	
Peso del suelo seco + recipiente	(<i>W₂</i>)	g	37,30	32,00	40,20	
Peso del recipiente	(<i>W₃</i>)	g	9,61	6,55	9,65	
Peso del agua	(<i>W₁ - W₂</i>)	g	4,46	4,06	4,78	
Peso del suelo seco	(<i>W₂ - W₃</i>)	g	27,69	25,45	30,55	W%
Contenido de humedad	$\omega = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_3}$	%	16,11	15,95	15,65	15,90

Elaborado por: (SUELOS & PAVIMETOS, 2020)

Tabla 23
Contenido natural de humedad con profundidad de 1.5 metros.

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD					
PROFUNDIDAD:		1,5	m		
Muestra N^a		Peso	1	2	
Recipiente N ^a			R63	R71	R186
Peso del suelo húmedo + recipiente	(W_1)	g	50,45	62,08	64,65
Peso del suelo seco + recipiente	(W_2)	g	43,00	52,00	55,00
Peso del recipiente	(W_3)	g	9,69	9,58	9,60
Peso del agua	$(W_1 - W_2)$	g	7,45	10,08	9,65
Peso del suelo seco	$(W_2 - W_3)$	g	33,31	42,42	45,40
Contenido de humedad	$\omega = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_3}$	%	22,37	23,76	21,26
					22,46

Elaborado por: (SUELOS & PAVIMETOS, 2020)

De acuerdo a los resultados obtenidos de la tres muestras tomadas de contenido natural de humedad es de W% 14,71, W% 15,90, W% 22,46.

Tabla 24
Calicata N° 1 con profundidad de 0.50 cm

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ		PESO RETENIDO		PORCENTAJE		PESO QUE PASA ACUMULADO
PULG.	mm	RETEN. PARCIAL	RETEN. ACUMUL.	RETENIDO	PASANTE	
3"	76.2	-	-	-	-	
2 1/2"	63.5	-	-	-	-	
2"	50.8	-	-	-	-	
1 1/2"	38.1	-	-	-	-	
1"	25.4	-	-	-	-	
3/4"	19.1	-	-	-	-	
1/2"	12.7	-	-	-	-	
3/8"	9.53	-	25,30	3,63	0,00	100,00
N°4	4.76	52,30	77,60	11,12	100,00	47,70
< N°4		-	-	-	-	
N°8	2.38	-	-	-	-	
N°10	2	15,30	92,90	13,313	86,69	707,80
N°30	0.69	-	-	-	-	
N°40	0.42	63,20	156,10	22,370	77,63	644,60
N°50	0.297	-	-	-	-	
N°100	0.149	-	-	-	-	
N°200	0.074	215,00	371,10	53,181	46,82	429,60
FONDO		352,00	723,10	103,626	3,63	77,60
TOTAL		697,80				

Elaborado por: (SUELOS & PAVIMENTOS, 2020)

Tabla 25

Totales de la Calicata N° 1 con profundidad de 0.50 c m

PESO ANTES DEL LAVADO (GR)	300,00	D10:	0,059
PESO DESPUÉS DEL LAVADO (GR)	371,10	D30:	0,073
MATERIAL PASANTE DEL TAMIZ NO. 200 (GR)	- 71,10	D60:	0,28
PORCENTAJE PASANTE DEL TAMIZ NO. 200 (%)	- 23,70	Cu:	4,75
DENOMINACIÓN SUCS	GW	Cc:	0,32

Elaborado por: (SUELOS & PAVIMETOS, 2020)

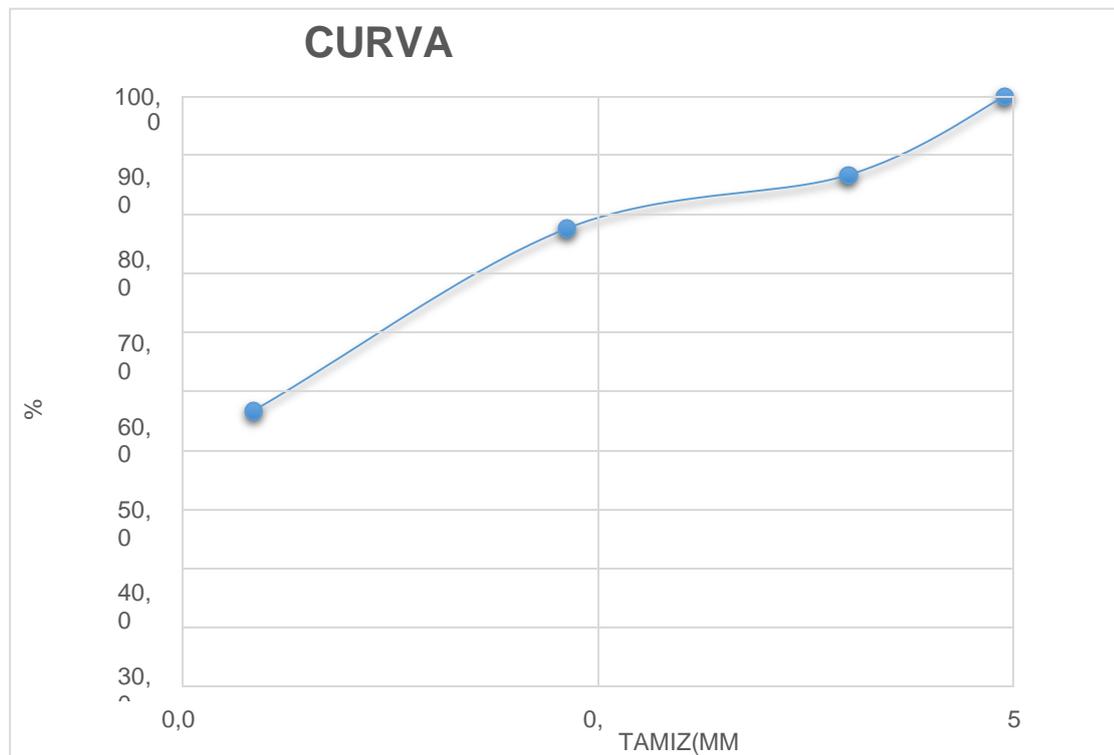


Figura 13 Curva granulométrica (0.50 cm)

Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Tabla 26
Calicata N° 1 con profundidad de 1.00 m

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ		PESO RETENIDO		PORCENTAJE		PESO QUE PASA ACUMULADO
Pulg.	mm	RETEN. PARCIAL	RETEN. ACUMUL.	RETENIDO	PASANTE	
3"	76.2	-	-	-	-	
2 ½"	63.5	-	-	-	-	
2"	50.8	-	-	-	-	
1½"	38.1	-	-	-	-	
1"	25.4	-	-	-	-	
¾"	19.1	-	-	-	-	
½"	12.7	-	-	-	-	
⅜"	9.53	-	-	-	-	
N°4	4.76	25,30	-	0,00	100,00	50,01
< N°4		-	-	-	-	
N°8	2.38	-	-	-	-	
N°10	2.00	-	-	0,00	100,00	24,71
N°30	0.69	-	-	-	-	
N°40	0.42	3,95	3,95	7,90	92,10	20,76
N°50	0.297	-	-	-	-	
N°100	0.149	-	-	-	-	
N°200	0.074	18,66	22,61	45,21	54,79	2,10
FONDO		2,10	24,71	49,41	0,00	0,00
TOTAL						
50,01						

Elaborado por: (SUELOS &PAVIMETOS, 2020)

Tabla 27
Totales de la Calicata N° 1 con profundidad de 1.00 m

PESO ANTES DEL LAVADO (GR)	32,30	D10:	0,058
PESO DESPUÉS DEL LAVADO (GR)	22,61	D30:	0,067
MATERIAL PASANTE DEL TAMIZ NO. 200 (GR)	9,69	D60:	0,088
PORCENTAJE PASANTE DEL TAMIZ NO. 200 (%)	30,00	Cu:	1,52
DENOMINACIÓN SUCS	CL	Cc:	0,88

Elaborado por: (SUELOS &PAVIMETOS, 2020)

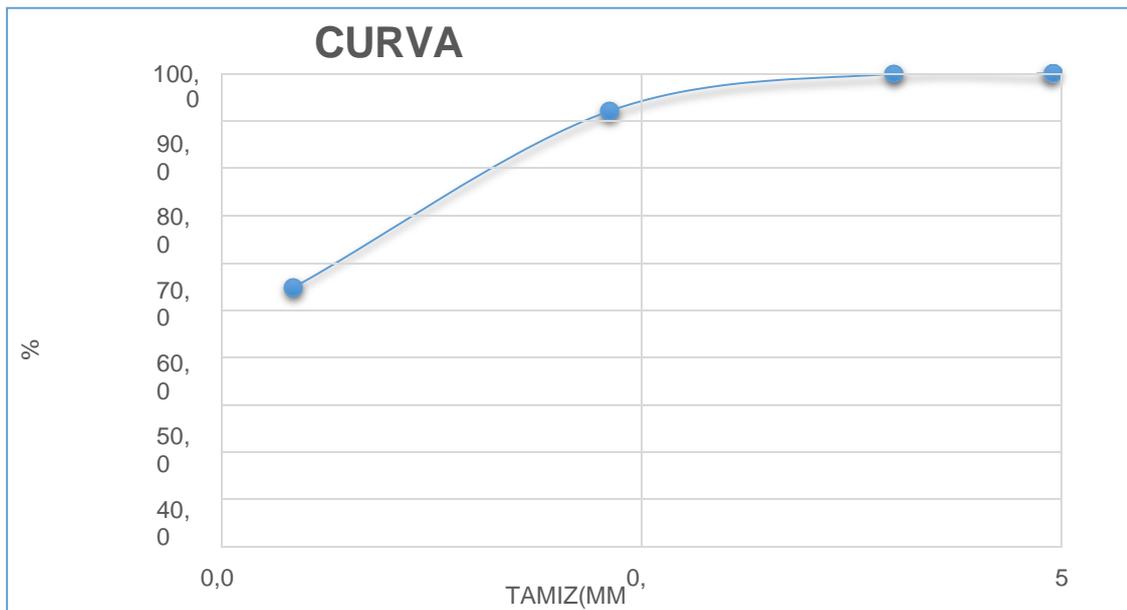


Figura 14 Curva granulométrica (1.00 m)
 Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Tabla 28
Calicata N° 1 con profundidad de 1.50 m

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ		PESO RETENIDO		PORCENTAJE		PESO QUE PASA ACUMULADO
Pulg.	mm	RETEN. PARCIAL	RETEN. ACUMUL.	RETENIDO	PASANTE	
3"	76.2	-	-	-	-	
2 ½"	63.5	-	-	-	-	
2"	50.8	-	-	-	-	
1½"	38.1	-	-	-	-	
1"	25.4	-	-	-	-	
¾"	19.1	-	-	-	-	
½"	12.7	-	-	-	-	
3/8"	9.53	-	-	-	-	
N°4	4.76	1,32	0,00	0,00	100,00	141,64
< N°4		-	-			
N°8	2.38	-	-	-		
N°10	2.00	2,30	2,30	1,62	98,38	139,34
N°30	0.69	-				
N°40	0.42	4,42	6,72	4,74	95,26	134,92
N°50	0.297	-				
N°100	0.149	-				
N°200	0.074	115,90	122,62	86,57	13,43	19,02
FONDO		19,02	141,64	100,00	0,00	0,00
TOTAL		141,64				

Elaborado por: (SUELOS & PAVIMENTOS, 2020)

Tabla 29
Totales de la Calicata N° 1 con profundidad de 1.50 m

PESO ANTES DEL LAVADO (GR)	210,00	D10:	0,056
PESO DESPUÉS DEL LAVADO (GR)	122,62	D30:	0,065
MATERIAL PASANTE DEL TAMIZ NO. 200 (GR)	87,38	D60:	0,079
PORCENTAJE PASANTE DEL TAMIZ NO. 200 (%)	41,61	Cu:	1,41
DENOMINACIÓN SUCS	CL	Cc:	0,96

Elaborado por: (SUELOS & PAVIMETOS, 2020)

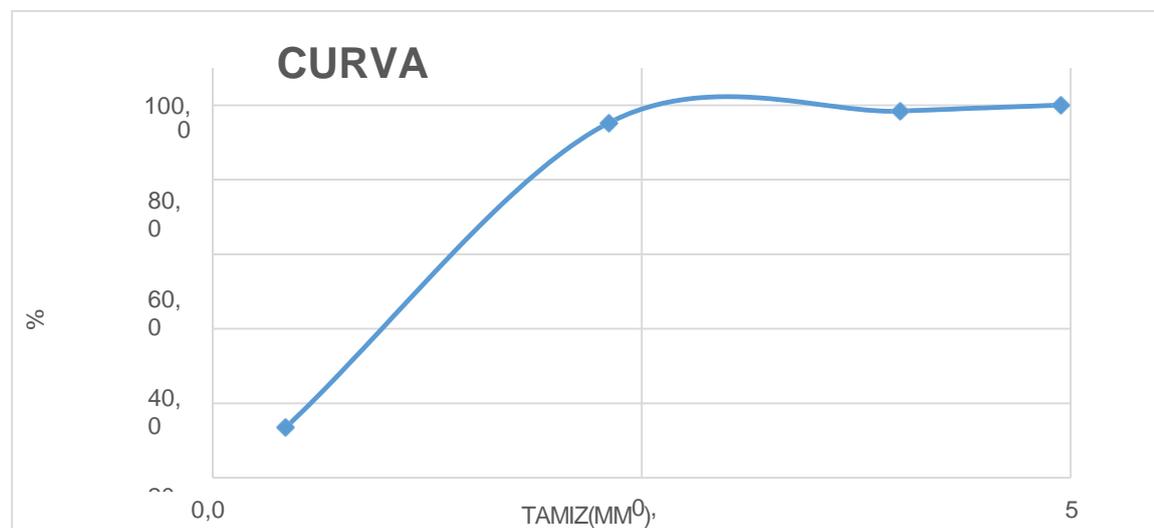


Figura 15 Curva granulométrica (1.50 m)

Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Clasificación del suelo.

Luego de realizar el ensayo de granulometría por tamizado y también realizar los cálculos y haber dibujado la curva granulométrica procedemos a realizar la clasificación de los suelos por el método AASTHO o por el método de la SUCS, para lo cual procederemos a revisar tablas establecidas y saber qué tipo de material tenemos si es una arcilla, arena, grava. De alta plasticidad o baja plasticidad.

Tabla 30
Clasificación de suelos

TIPOS DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
GRAVA	G	Bien Graduado	W
ARENA	S	Pobrementemente Graduado	P
LIMO	M	Limoso	M
ARCILLA	C	Baja plasticidad	L
ORGÁNICO	O	Alta plasticidad	H

Elaborado por: (SUELOS &PAVIMETOS, 2020)

Tabla 31
Clasificación de suelos según profundidad

PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
0.5	GW
1	CL
1.5	CL

Elaborado por: (SUELOS &PAVIMETOS, 2020)

Límites de Atterberg

✚ Limite Líquido

Para realizar el ensayo debemos pasar la muestra del suelo por el tamiz N°40 luego preparamos la mezcla, con agua hasta que se forma una especie de pasta y proceder a llenar la copa, la capa es de 1cm Dividimos la dividimos en 2 partes una vez dividido el material se prende la copa de casa grande, las dos capas separadas deben unirse en una longitud de 1 pulgada en el momento que se une se procede apagar la máquina.

Se toma nota de cuantos golpes dio la maquina en un rango de 10 a 20. Si el número de golpes del aparato de casa grande pasa de 40 el material está muy seco y se debe seguir humedeciéndolo para que puede llegar a los rangos adecuados, si el material está en el rango debajo de los 10 golpes el material está muy humedecido y tiene que proceder secarlo.

✚ Limite Plástico.

Para obtener la muestra para realizar el ensayo del límite plástico procedemos obtener una cantidad particular de la mezcla que colocamos en la copa de casa grande que es de unos 50 gramos. De los 50 gramos sacamos 3 gramos de los cuales procedemos a darle forma de esfera, después de todo este procedimiento lo separamos en rollitos con la ayuda de la palma de la mano haciendo que la masa tenga forma hasta llegar a los 3mm en un tiempo de 2 minutos.

Unas veces que el rollo presente grietas en diferentes partes de su sección lo colocamos en una capsula para tomar el peso y luego colocarlo en el horno. Para realizar el cálculo de promedia todos pesos tomados para poder establecer sus porcentajes.

La ecuación para el cálculo de índice plástico es:

$$IP=LL-LP$$

IP: índice plástico

LL: limite líquido

LP: limite plástico

Límites de consistencia profundidad 0.50 cm

Tabla 32

Ensayos de consistencia

ENSAYOS DE CONSISTENCIA	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO			HUM. NAT.		
	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	
PESO No.											
Recipiente No.	T65	J87	D5	F65	G76	S43	R5	6Y	D54	G7	
Peso de muestra húmeda + recip. (gms)	25,30	21,62	19,52	23,42	26,96	11,19	11,60	11,52	109,60	110,00	
Peso de muestra seca + recip. (gms)	22,10	19,20	18,30	21,23	21,02	11,12	11,32	11,25	95,00	96,30	
Peso del recipiente (gms)	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	10,50	9,00	9,00	9,35	9,36	
Peso del agua (gms)	3,20	2,42	1,22	2,19	5,94	0,07	0,28	0,27	14,60	13,70	
Peso Seco (gms)	13,10	10,20	9,30	12,23	12,02	0,62	2,32	2,25	85,65	86,94	
Contenido de humedad (%)	24,43	23,73	13,12	17,91	49,42	11,29	12,07	12,00	17,05	15,76	
Número de golpes	42	33	29	23	14	11,79			16,40		

Elaborado por: (SUELOS &PAVIMETOS, 2020)

Tabla 33
Normas Límite Líquido

ASIMD - 423	AASHTO T - 89
LÍMITE PLÁSTICO:	
ASTM D-424	AASHTO T-90
HUMEDAD: ASIM D-2216	
GRANULOMETRÍA:	
ASTM D-422	AASHTO T-88

Elaborado por: (SUELOS & PAVIMETOS, 2020)

LL= 29,3
LP= 11,79
IP= 17,51

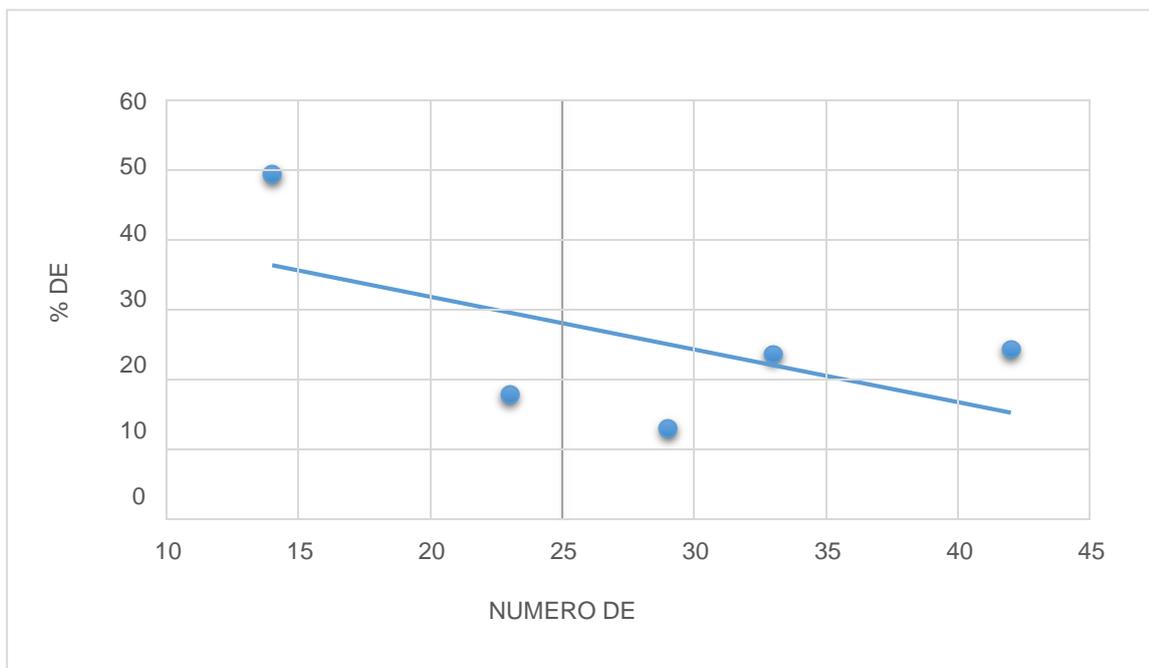


Figura 16 Límites de consistencia
Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Tabla 34
Ensayos de consistencia profundidad 1 metro

ENSAYOS DE CONSISTENCIA	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO			HUM. NAT.	
	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2
PESO No.										
Recipiente No.	R54	G6	S43	E54	C54	A43	DR	G5	S4	X54
Peso de muestra húmeda + recip. (gms)	24,10	22,15	19,63	17,85	21,56	11,29	11,19	11,35	130,30	131,02
Peso de muestra seca + recip. (gms)	21,30	20,12	16,96	15,65	18,60	11,20	11,13	11,30	105,30	106,30
Peso del recipiente (gms)	9,80	9,80	9,80	9,80	10,00	10,50	10,60	10,85	9,95	9,66
Peso del agua (gms)	2,80	2,03	2,67	2,20	2,96	0,09	0,06	0,05	25,00	24,72
Peso Seco (gms)	11,50	10,32	7,16	5,85	8,60	0,70	0,53	0,45	95,35	96,64
Contenido de humedad (%)	24,35	19,67	37,29	37,61	34,42	12,86	11,32	11,11	26,22	25,58
Número de golpes	39	32	29	22	13		11,76		25,90	

Elaborado por: (SUELOS &PAVIMETOS, 2020)

Tabla 35
Total consistencia profundidad 1.00 m

LL=	32,3
LP=	11,76
IP=	20,54

Elaborado por: (SUELOS &PAVIMETOS, 2020)

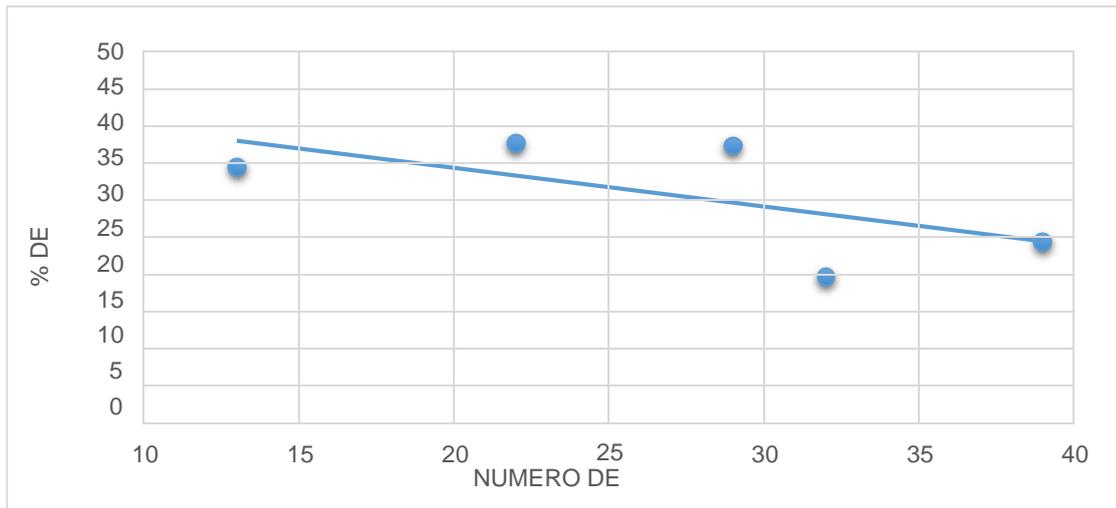


Figura 17 Ensayos de consistencia profundidad 1 metro
Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Tabla 36
Ensayos de consistencia profundidad 1.50 metros

ENSAYOS DE CONSISTENCIA	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO			HUM. NAT.	
	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2
PESO No.	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2
Recipiente No.	R54	C6	N87	M98	G76	V7	D6	H87	J9	R3
Peso de muestra húmeda + recip. (gms)	22,30	22,85	22,12	20,01	21,03	11,10	11,15	11,30	132,60	133,00
Peso de muestra seca + recip. (gms)	19,60	18,36	19,00	16,25	18,00	10,68	10,86	10,75	105,60	108,60
Peso del recipiente (gms)	6,20	6,00	6,02	5,89	5,80	6,00	7,65	5,00	5,44	5,35
Peso del agua (gms)	2,70	4,49	3,12	3,76	3,03	0,42	0,29	0,55	27,00	24,40
Peso Seco (gms)	13,40	12,36	12,98	10,36	12,20	4,68	3,21	5,75	100,16	103,25
Contenido de humedad (%)	20,15	36,33	24,04	36,31	24,84	8,97	9,03	9,57	26,96	23,63
Número de golpes	35	30	22	15	11	9,19			25,30	

Elaborado por: (SUELOS &PAVIMETOS, 2020)

Tabla 37
Total consistencia profundidad 1.50 m

LL=	28
LP=	9,19
IP=	18,81

Elaborado por: (SUELOS &PAVIMETOS, 2020)

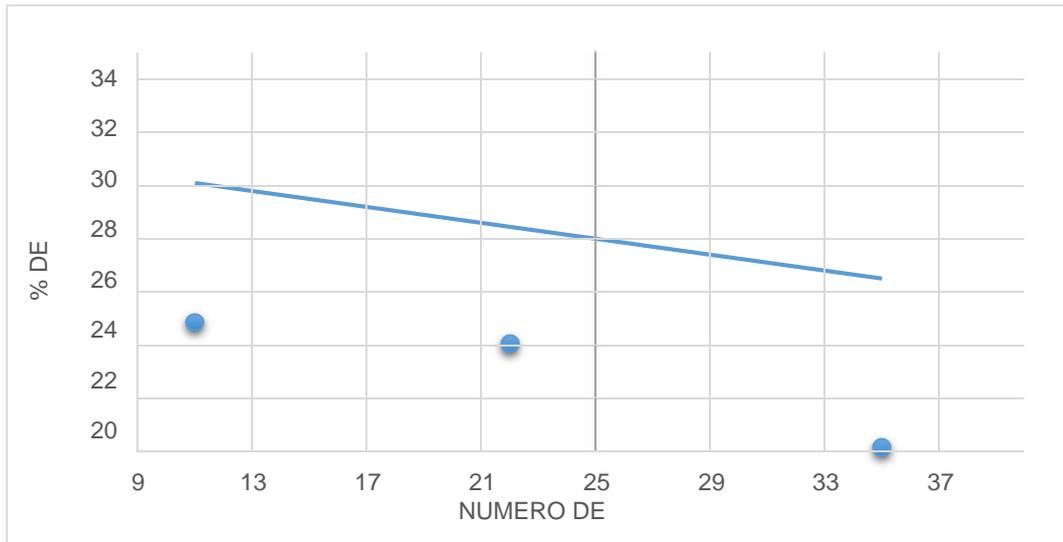


Figura 18 Ensayos de consistencia profundidad 1.50 metros
Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Ensayo de compactación proctor

Norma AASHTO T-180

Es importante realizar el ensayo de Proctor para obtener la curva de compactación en función de la humedad del suelo y la densidad seca. Los ensayos se los realiza a partir de colocarlo en tamiz numero 4 el material retenido se lo separa en la tara, luego en material que se encuentra en la tara o bandeja se lo humedece para poder realizar el llenado de los cilindros, el cual lo haremos mediante 3 capaz de 25 cm y los golpes que le aplicaremos son 25, la altura de caída es de 18 pulgadas. Sabiendo todos estos datos realizaremos el cálculo.

Tabla 38
Datos para grafico de curva densidad seca.

DATOS PARA LA CURVA	
PUNTOS	densidad seca
1	1.58
2	1.74
3	1.84
4	1.84
5	1.72

Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Tabla 39
Datos para grafico de curva humedad natural

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL.	
puntos	humedad promedio
1	6.91
2	8.28
3	10.18
4	11.89
5	14.65

Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Tabla 40

Volumen del molde.

VOLUMEN DEL MOLDE		938,93 cm ³	
PESO DEL MOLDE		3652,00 gr	
Nº de Golpes	25	Altura de caída	18 "
Peso del Martillo	10 Lbs	Profundidad	1,5 m

Elaborado por: (SUELOS &PAVIMETOS, 2020)

Tabla 41

Datos para la curva.

Datos para la curva					
Peso del molde +suelo húmedo. (gr)	5240	5420	5560	5580	5500
Peso del suelo húmedo.(gr)	1588	1768	1908	1928	1848
Humedad promedio (%)	6,91	8,28	10,18	11,89	14,65
Densidad húmeda.(gr/cm ³)	1,69	1,88	2,03	2,05	1,97
Densidad seca.(gr/cm ³)	1,58	1,74	1,84	1,84	1,72

Elaborado por: (SUELOS &PAVIMETOS, 2020)

Tabla 42

Contenido de humedad natural

Muestra N°	1		2		3		4		5	
Recipiente N°	R1X	R186	R121	R30J	R80	R22	R515	R11	R40	R319
Peso del suelo húmedo+ recipiente	100,14	107,34	103,87	105,95	100,02	100,16	104,49	105,27	111,21	111,16
Peso del suelo seco+ recipiente	93,80	100,66	96,05	98,19	91,07	91,17	93,63	94,47	97,20	97,52
Peso del recipiente	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Peso del agua.	6,34	6,68	7,82	7,76	8,95	8,99	10,86	10,80	14,01	13,64
Peso del suelo seco	90,80	97,66	93,05	95,19	88,07	88,17	90,63	91,47	94,20	94,52
Contenido de humedad.	6,98	6,84	8,40	8,15	10,16	10,20	11,98	11,81	14,87	14,43
Humedad promedio	6,91		8,28		10,18		11,89		14,65	

Elaborado por: (SUELOS &PAVIMETOS, 2020)

$$dh = \frac{\text{Peso de suelo húmedo}}{\text{Volumen de la muestra}}$$

$$ds = \frac{dh}{1 * w/100}$$

Densidad seca 1,852 gr/cm³

Humedad óptima 11,29%

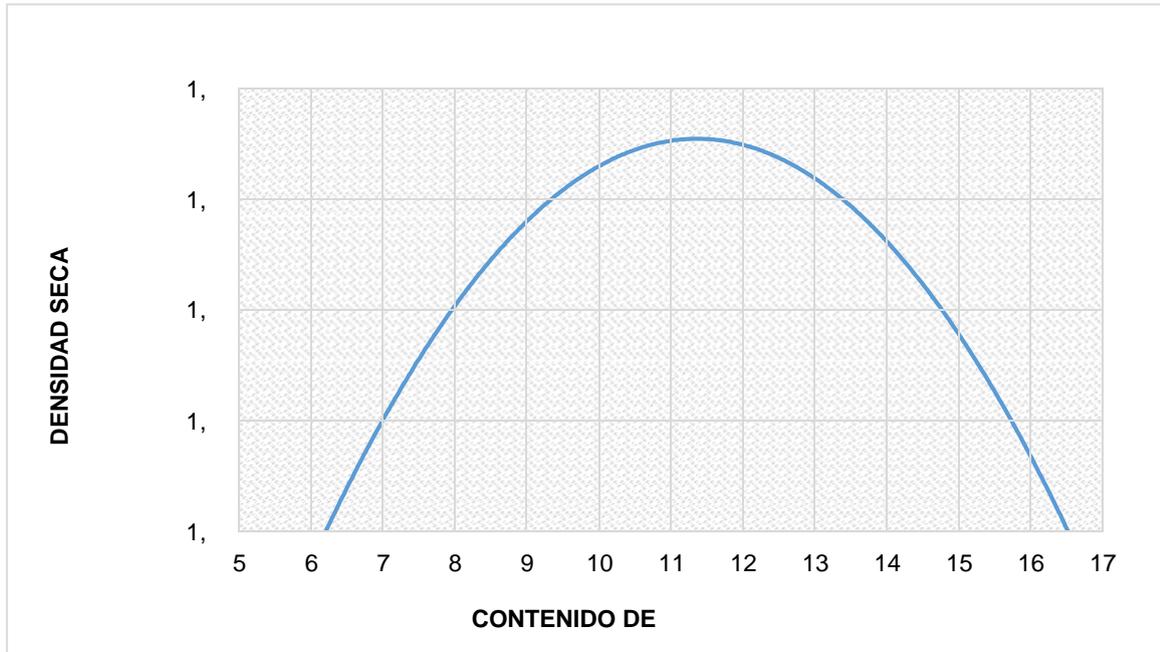


Figura 19 Densidad seca y humedad óptima
Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Valor relativo de soporte CBR

Para realizar los ensayos de CBR debemos tomar el peso del molde, debemos realizar los llenados de los moldes previamente humedeciendo la muestra, por capaz los vamos compactados con el partillo hidráulico luego de todo este proceso, se pesa en la balanza de precisión todas las muestras compactadas.

Luego de todo este proceso realizamos el ensayo penetración donde el pistón realiza una fuerza sobre la muestra compactada para obtener los CBR de las muestras a continuación se detalle con una gráfica los CBR.

Tabla 43
Valor relativo de soporte CBR (ASTM D1883)

Valor relativo de soporte CBR (ASTM D1883)						
MOLDE N°.	C18		C17		C16	
N°. DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	ANTES SATURAR	DESPUES SATUR.	ANTES SATURAR	DESPUES SATUR.	ANTES SATURAR	DESPUES SATUR.
PESO MUEST. HUM. + MOLDE gr.	12010	12750	11280	11937	12350	12922
PESO MOLDE gr.	7482	7482	7007	7007	8309	8309
PESO MUESTRA HUMEDA gr.	4528	5268	4273	4930	4041	4613
VOLUMEN MUESTRA cm ³	2154,07	2154,07	2152,93	2152,93	2145,57	2145,57
DENSIDAD HUMEDAD gr/cm ³	2,10	2,45	1,98	2,29	1,88	2,15
DENSIDAD SECA gr/cm ³	1,59	1,85	1,48	1,70	1,37	1,59

Elaborado por: (SUELOS &PAVIMETOS, 2020)

Tabla 44
Contenido de carga de agua

	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPIENTE N°.	R20	R33	R45	R5	R68	R515	R52	R34	R30	R470	R71	R25
PESO RECIPIENTE gr	9,67	9,66	9,67	9,68	9,75	9,67	9,53	9,65	9,68	9,60	9,60	9,61
P. MUEST. HUM. + REC. gr	112,21	115,57	112,16	115,53	102,36	103,55	102,38	103,12	104,65	102,00	104,42	102,23
P. MUEST. SECA + REC. gr	89,38	87,94	89,06	88,27	78,31	79,72	78,30	79,56	79,01	76,92	80,24	77,29
PESO DE AGUA gr	22,83	27,63	23,10	27,26	24,05	23,83	24,08	23,56	25,64	25,08	24,18	24,94
PESO MUESTRA SECA gr	79,71	78,28	79,39	78,59	68,56	70,05	68,77	69,91	69,33	67,32	70,6	67,68
CONT. DE HUMEDAD %	28,6	35,3	29,1	34,7	35,1	34,0	35,0	33,7	37,0	37,3	34,2	36,8
HUMEDAD PROMEDIO %	31,97		31,89		34,55		34,36		37,12		35,54	
AGUA ABSORVIDA %		16,34				15,38				14,15		

Elaborado por: (SUELOS &PAVIMETOS, 2020)

Tabla 45
Esponjamiento.

PENETRACION		Cte. Anillo. 1,3380E-01 Kg/cm²								
		MOLDE C18			MOLDE C17			MOLDE C16		
PENETRA.	CARGAS	N°.			N°.			N°.		
EN mm	TIPO	LECT. DIAL	PRESION	C.B.R.	LECT. DIAL	PRESION	C.B.R.	LECT. DIAL	PRESION	C.B.R.
		mm² x 10³	Kg/cm²	CORREG.	mm² x 10³	Kg/cm²	CORREG.	mm² x 10³	Kg/cm²	CORREG.
0,00		15	0,00		11	0,00		5	0,00	
0,64		62	8,30		42	5,62		10	1,34	
1,27		85	11,37		56	7,49		13	1,74	
1,91		90	12,04		69	9,23		15	2,01	
2,54	78	99	13,25	17,5	70	9,37	12,3	22	2,94	3,9
3,81		102	13,65		85	11,37		45	6,02	
5,08	113	125	16,73	14,8	96	12,84	11,3	59	7,89	7,0
7,62	144	129	17,26		99	13,25		63	8,43	
10,18	175	135	18,06		102	13,65		68	9,10	
12,70	197	142	19,00		105	14,05		98	13,11	

Elaborado por: (SUELOS &PAVIMETOS, 2020)

Grafico del CBR
Profundidad: 1.50 m

Calicata 1

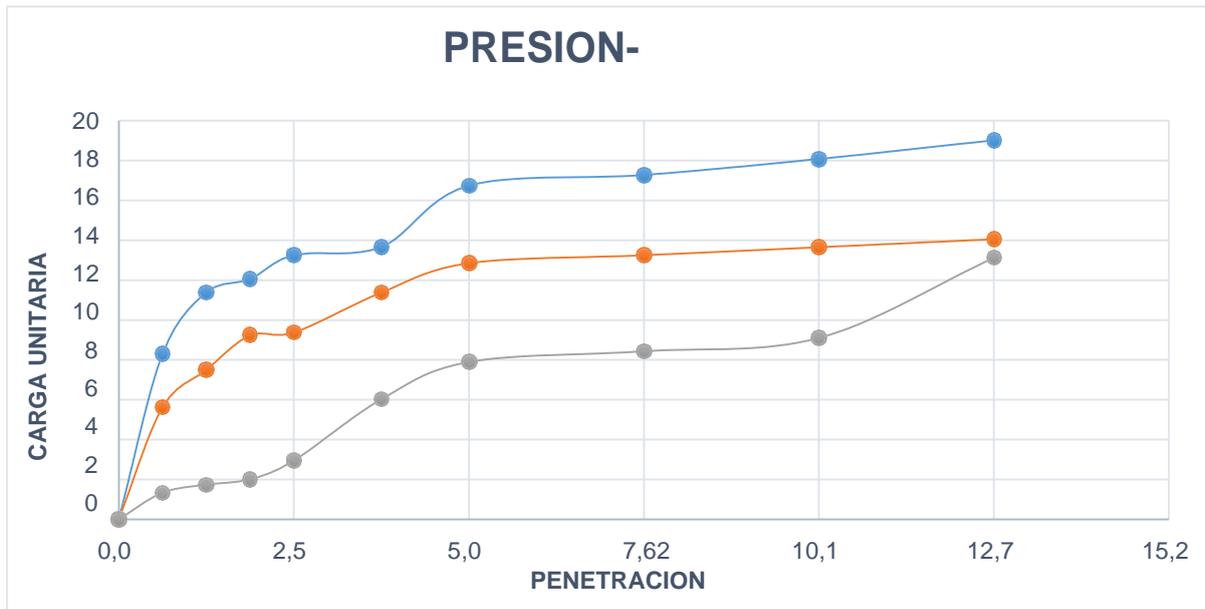


Figura 20 Presión – penetración
 Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

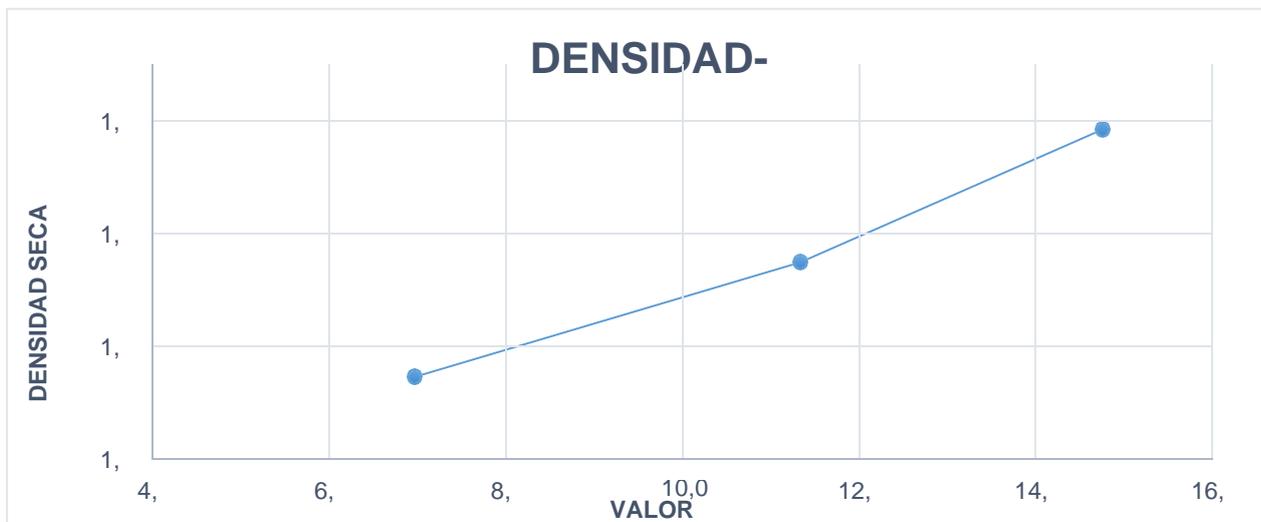


Figura 21 Densidad -CBR
 Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Compactación: 95,00 %
 Densidad Al 95%: 1,759 Gr/Cm3

Densidad Máxima: 1,852 Gr/Cm3
 CBR. De Diseño: 14,02%

PRUEBAS DE LABORATORIO CON MEZCLA SUELO CEMENTO

Tabla 46

Límites de consistencias en porcentaje de 8% límite líquido.

LIMITE LIQUIDO:								
PRUEBA	CAPSULA	NUMERO DE	PESO CAP. + SUELO	PESO CAP. + SUELO	PESO DE	PESO DE	PESO DE	CONTENIDO
N°.	N°.	GOLPES	HUMEDO	SECO	AGUA	CAPSULA	SECO	HUMEDAD
			(gr.)	(gr.)	(gr.)	(gr.)	(gr.)	%
1	R16	40	29.494	26.300	3.194	9.610	16.690	19.14
2	R1	32	29.599	25.932	3.667	9.711	16.221	22.61
3	R44T	26	31.459	27.023	4.436	9.680	17.343	25.58
4	X19	19	32.990	28.023	4.967	9.551	18.472	26.89
5	R46	13	39.602	33.023	6.579	9.591	23.432	28.08
6								

Elaborado por: (SUELOS & PAVIMETOS, 2020)

Tabla 47

Límites de consistencias en porcentaje de 8% límite plástico.

LIMITE PLASTICO :								
1	R161	-----	8.294	7.925	0.369	3.899	4.026	9.17
2	R143	-----	7.588	7.402	0.186	3.871	3.531	5.27
3	R9	-----	7.869	7.509	0.360	3.909	3.600	10.00
4	RX3	-----	7.536	7.032	0.504	3.920	3.112	16.20

Elaborado por: (SUELOS & PAVIMETOS, 2020)

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL:	11.99 %
LIMITE LIQUIDO:	24.79 %
LIMITE PLASTICO:	10.16 %
INDICE DE PLASTICIDAD:	14.63 %

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

Norma: AASHTO T- 180

Proyecto: suelo cemento

Fecha: 2020

PORCENTAJE DE CEMENTO 2.5 %

Tabla 48

Porcentaje de cemento 2.5%

VOLUMEN DEL MOLDE	=		938.93	cm ³
PESO DEL MOLDE	=		3550.00	gr
Nº DE GOLPES	=	25	Altura de caída =	18 "
PESO DEL MARTILLO	=	10 Lbs	Profundidad	= 1,5 m

Elaborado por: (SUELOS &PAVIMETOS, 2020)

Tabla 49

Datos para la curva cemento 2.5%

Peso del molde suelo húmedo. (gr)	5300	5450	5600	5480	5200
Peso del suelo húmedo. (gr)	1750	1900	2050	1930	1650
Humedad promedio. (%)	6.07	11.29	11.36	10.56	15.92
Densidad húmeda. (gr/cm³)	1.86	2.02	2.18	2.06	1.76
Densidad seca. (gr/cm³)	1.76	1.82	1.96	1.86	1.52

Elaborado por: (SUELOS &PAVIMETOS, 2020)

Tabla 50
Contenido de humedad natural cemento 2.5%

Muestra N°	1		2		3		4		5	
Recipiente N°	R1X	R186	R121	R30J	R80	R22	R515	R11	R40	R319
Peso del suelo húmedo recipiente	100.00	105.00	106.00	108.00	100.50	100.25	100.45	105.50	111.30	111.35
Peso del suelo seco recipiente	93.80	100.66	96.05	98.19	91.07	91.17	93.63	94.47	97.20	97.52
Peso del recipiente	9.60	9.61	9.60	9.63	9.71	9.61	9.63	9.68	9.63	9.65
Peso del agua.	6.20	4.34	9.95	9.81	9.43	9.08	6.82	11.03	14.10	13.83
Peso del suelo seco	84.20	91.05	86.45	88.56	81.36	81.56	84.00	84.79	87.57	87.87
Contenido de humedad.	7.36	4.77	11.51	11.08	11.59	11.13	8.12	13.01	16.10	15.74
Humedad promedio	6.07		11.29		11.36		10.56		15.92	

Elaborado por: (SUELOS & PAVIMETOS, 2020)

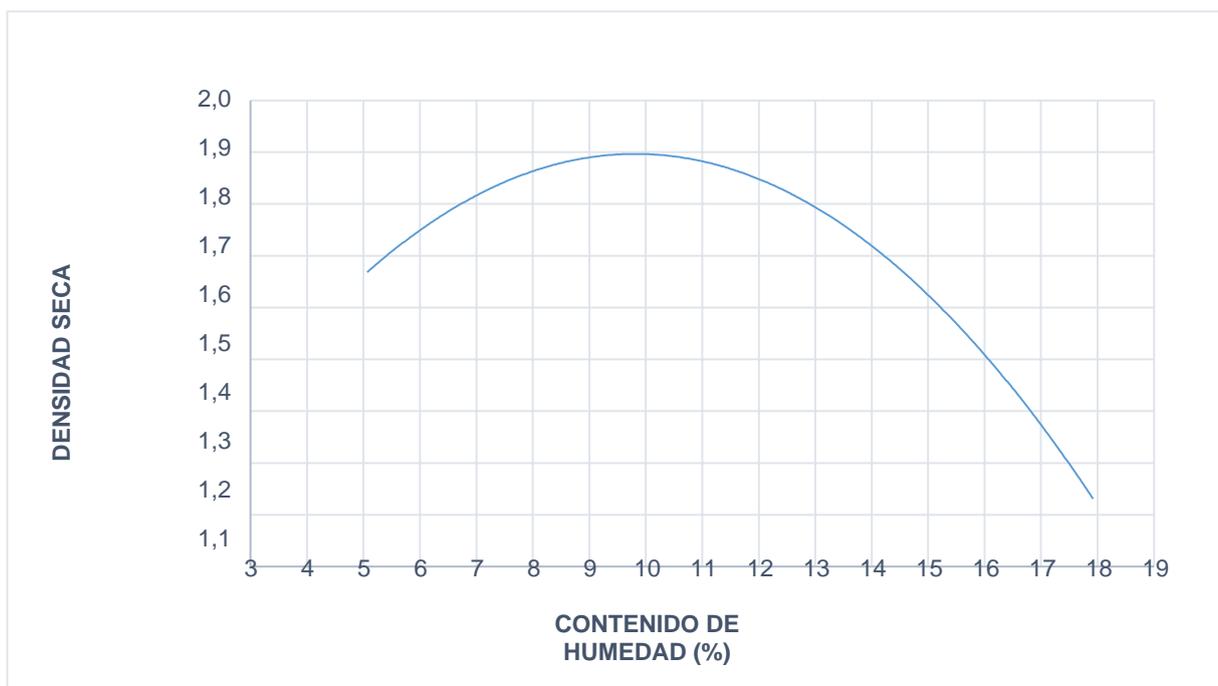


Figura 22 Densidad y contenido de humedad

Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Densidad seca 1.9 gr/cm³

Contenido de humedad 10%

ENSAYO DE CBR

Valor relativo de soporte CBR

Tabla 51
Valor relativo de soporte CBR (ASTM D1883)

Valor relativo de soporte CBR (ASTM D1883)						
MOLDE N°.	3		2		1	
N°. DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	ANTES SATURAR	DESPUES SATUR.	ANTES SATURAR	DESPUES SATUR.	ANTES SATURAR	DESPUES SATUR.
PESO MUEST. HUM. + MOLDE gr.	12010	12750	11280	11937	12350	12922
PESO MOLDE gr.	7482	7482	7007	7007	8309	8309
PESO MUESTRA HUMEDA gr.	4528	5268	4273	4930	4041	4613
VOLUMEN MUESTRA cm ³	2154.07	2154.07	2152.93	2152.93	2145.57	2145.57
DENSIDAD HUMEDAD gr/cm ³	2.10	2.45	1.98	2.29	1.88	2.15
DENSIDAD SECA gr/cm ³	1.59	1.85	1.48	1.70	1.37	1.59

Elaborado por: (SUELOS & PAVIMETOS, 2020)

Tabla 52
Contenido de agua

	ARRIBA	ABAJO										
RECIPIENTE N°.	R20	R33	R45	R5	R68	R515	R52	R34	R30	R470	R71	R25
PESO RECIPIENTE gr	9.67	9.66	9.67	9.68	9.75	9.67	9.53	9.65	9.68	9.60	9.60	9.61
P. MUEST. HUM. + REC. gr	112.21	115.57	112.16	115.53	102.36	103.55	102.38	103.12	104.65	102.00	104.42	102.23
P. MUEST. SECA + REC.gr	89.38	87.94	89.06	88.27	78.31	79.72	78.30	79.56	79.01	76.92	80.24	77.29
PESO DE AGUA gr	22.83	27.63	23.10	27.26	24.05	23.83	24.08	23.56	25.64	25.08	24.18	24.94
PESO MUESTRA SECA gr	79.71	78.28	79.39	78.59	68.56	70.05	68.77	69.91	69.33	67.32	70.6	67.68
CONT. DE HUMEDAD %	28.6	35.3	29.1	34.7	35.1	34.0	35.0	33.7	37.0	37.3	34.2	36.8
HUMEDAD PROMEDIO %	31.97		31.89		34.55		34.36		37.12		35.54	
AGUA ABSORVIDA %		16.34			15.38			14.15				

Elaborado por: (SUELOS & PAVIMETOS, 2020)

Tabla 53
Esponjamiento

FECHA Y HORA	TIEMPO EN DIAS	Li: 5	mm x 10 ⁻²		Li: 3	mm x 10 ⁻²		Li: 2	mm x 10 ⁻²	
		MOLDE N°.			MOLDE N°.			MOLDE N°.		
		LECT. DIAL	CAMBIO	ESPONJAMIENTO	LECT. DIAL	CAMBIO	ESPONJAMIENTO	LECT. DIAL	CAMBIO	ESPONJAMIENTO
		mm x 10 ⁻¹	LONGITUD	%	mm x 10 ⁻¹	LONGITUD	%	mm x 10 ⁻¹	LONGITUD	%
	1	1251	12.46	1.07	3520	35.17	3.00	3621	36.19	3.10
	2	4622	46.17	3.97	4720	47.17	4.03	3861	38.59	3.31
	3	5320	53.15	4.57	5130	51.27	4.38	4126	41.24	3.53

Elaborado por: (SUELOS &PAVIMETOS, 2020)

Tabla 54
Ensayo de penetración

PENETRACION

Cte. Anillo. 1.3380E-01 Kg/cm2

PENETRA.	CARGAS	MOLDE N°.			MOLDE N°.			MOLDE N°.		
		3			2			1		
		EN mm	TIPO	LECT. DIAL	PRESION	C.B.R.	LECT. DIAL	PRESION	C.B.R.	LECT. DIAL
		mm ² x 10 ⁻³	Kg/cm2	CORREG.	mm ² x 10 ⁻³	Kg/cm2	CORREG.	mm ² x 10 ⁻³	Kg/cm2	CORREG.
0.00		22	0.00		7	0.94		2	0.27	
0.64		45	6.02		15	2.01		7	0.94	
1.27		59	7.89		35	4.68		13	1.74	
1.91		85	11.37		45	6.02		19	2.54	
2.54	76	105	14.05	18.5	56	7.49	9.9	25	3.35	4.4
3.81		135	18.06		69	9.23		35	4.68	
5.08	113	149	19.94	17.6	75	10.04	8.9	43	5.75	5.1
7.62	144	185	24.75		89	11.91		56	7.49	
10.16	175	195	26.09		96	12.84		69	9.23	
12.70	197	201	26.89		102	13.65		81	10.84	

Elaborado por: (SUELOS &PAVIMETOS, 2020)

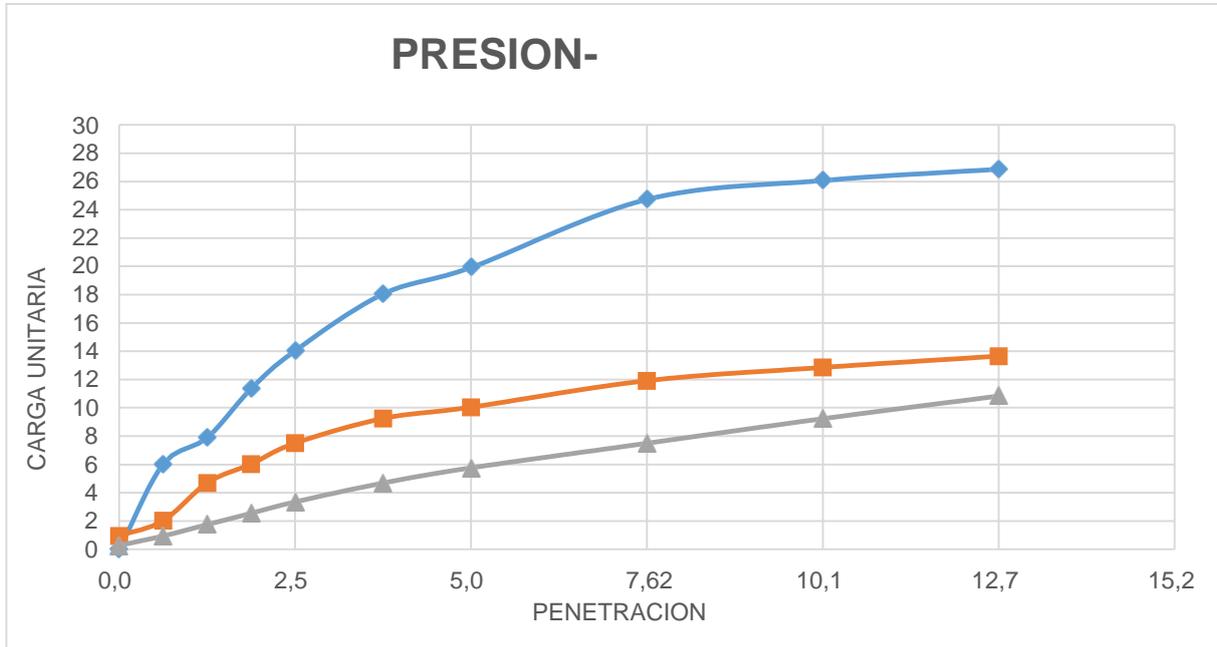


Figura 23 Presión - penetración
Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

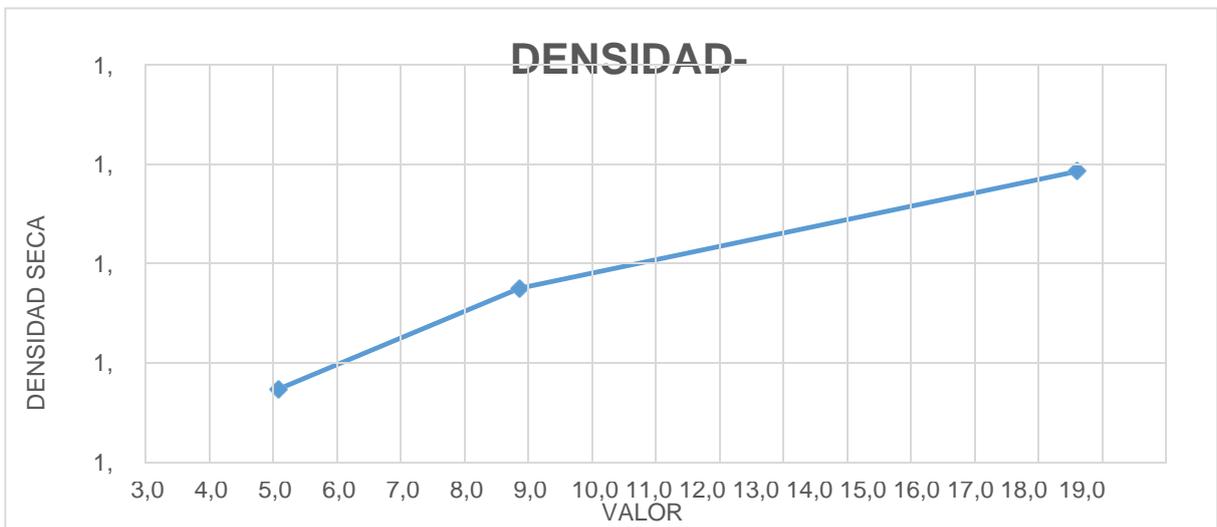


Figura 24 Densidad CBR
Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

COMPACTACIÓN:	95.00 %	DENSIDAD MÁXIMA:	1.900 gr/cm3
DENSIDAD AL 95%:	1.805 gr/cm3	CBR. DE DISEÑO:	16.72 %

Para poder verificar los valores de CBR de las pruebas de laboratorio utilizamos la norma especificaciones técnicas de MTOP 400. En la norma nos indica que el CBR tiene que ser mayor al 20% tal como se determina en el ensayo AASHO-T-91.a continuación realizaremos una comparación con el suelo sin estabilizar y con estabilización de cemento portland.

**Suelo sin
estabilizar
14,02%**

**Suelo estabilizado
con cemento al 2%
16.72%**

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

Norma: AASHTO T- 180

Proyecto: Diseño suelo cemento

Fecha:2020

PORCENTAJE DE CEMENTO 6%

Volumen del molde 935.63 cm³

Peso del molde 3396.06 gr

Numero de golpes 25 altura de caída 18 pulgadas

Peso del martillo lbs. 1,5 m

Tabla 55

Datos para la curva

Peso del molde suelo

húmedo. (g)	5320	5500	5500	5400	5300
Peso del suelo húmedo. (g)	1923.9	2103.9	2103.9	2003.9	1903.9
Humedad promedio. (%)	8.132	10.719	10.487	11.895	10.412
Densidad húmeda. (g/cm ³)	2.1	2.2	2.2	2.1	2.0
Densidad seca.(g/cm ³)	1.9	2.0	2.0	1.9	1.8

Elaborado por: (SUELOS &PAVIMETOS, 2020)

Tabla 56

Contenido de humedad natural Contenido de humedad natural

Muestra N°	1		2		3		4		5	
Recipiente N°	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Peso del suelo húmedo + recipiente	120.00	122.00	170.10	91.59	159.00	90.00	172.79	103.50	172.87	109.05
Peso del suelo seco+ recipiente	112.00	113.00	154.00	84.00	145.00	82.33	152.00	95.00	157.10	99.85
Peso del recipiente	8.00	8.00	10.00	10.00	10.00	10.00	8.00	8.00	10.00	10.00
Peso del agua.	8.00	9.00	16.10	7.59	14.00	7.67	20.79	8.50	15.57	9.20
Peso del suelo seco	104.00	105.00	144.00	74.00	135.00	72.33	146.00	89.00	147.10	89.85
Contenido de humedad.	7.69	8.57	11.18	10.26	10.37	10.60	14.24	9.55	10.58	10.24
Humedad promedio	8.13		10.72		10.49		11.90		10.41	

Elaborado por: (SUELOS &PAVIMETOS, 2020)

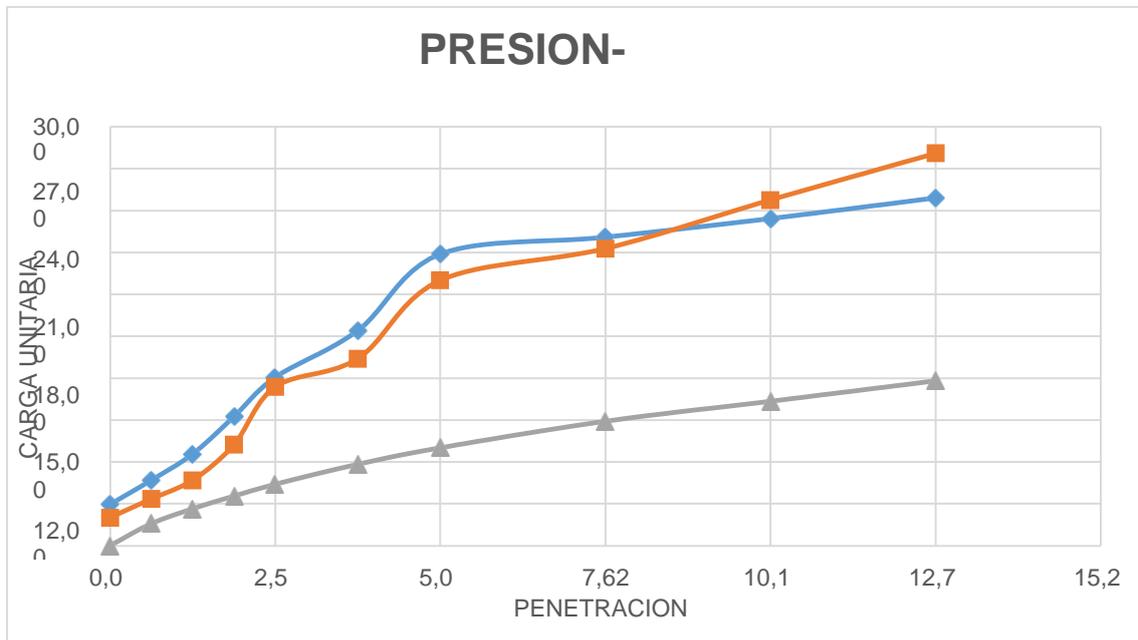


Figura 25 Presión- penetración
 Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Compactación: 95.00% Densidad máxima: 1.970 gr/cm³
 Densidad l 95%: 1.872 gr/cm³ CBR. De diseño: 17.50%
 Suelo sin estabilizar = 14,02%
 Suelo estabilizado con cemento al 6% = 17.50%



Figura 26 Densidad CBR

Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Compactación: 95.00%

Densidad máxima: 2.030 %

CBR. De diseño: 19.63%

Densidad al 95%: 1929 gr/cm³

DISEÑO DE MEZCLA DE SUELO- CEMENTO

La dosificación del 8% sigue aumentando su capacidad portante del suelo CBR como observamos en los ensayos de suelo cemento la dosificación que aplicamos fueron 2%, 6%, 8% comprobamos que el cemento portland mejora la capacidad de suelo siempre en función a lo que nos establece la norma del MTOP.

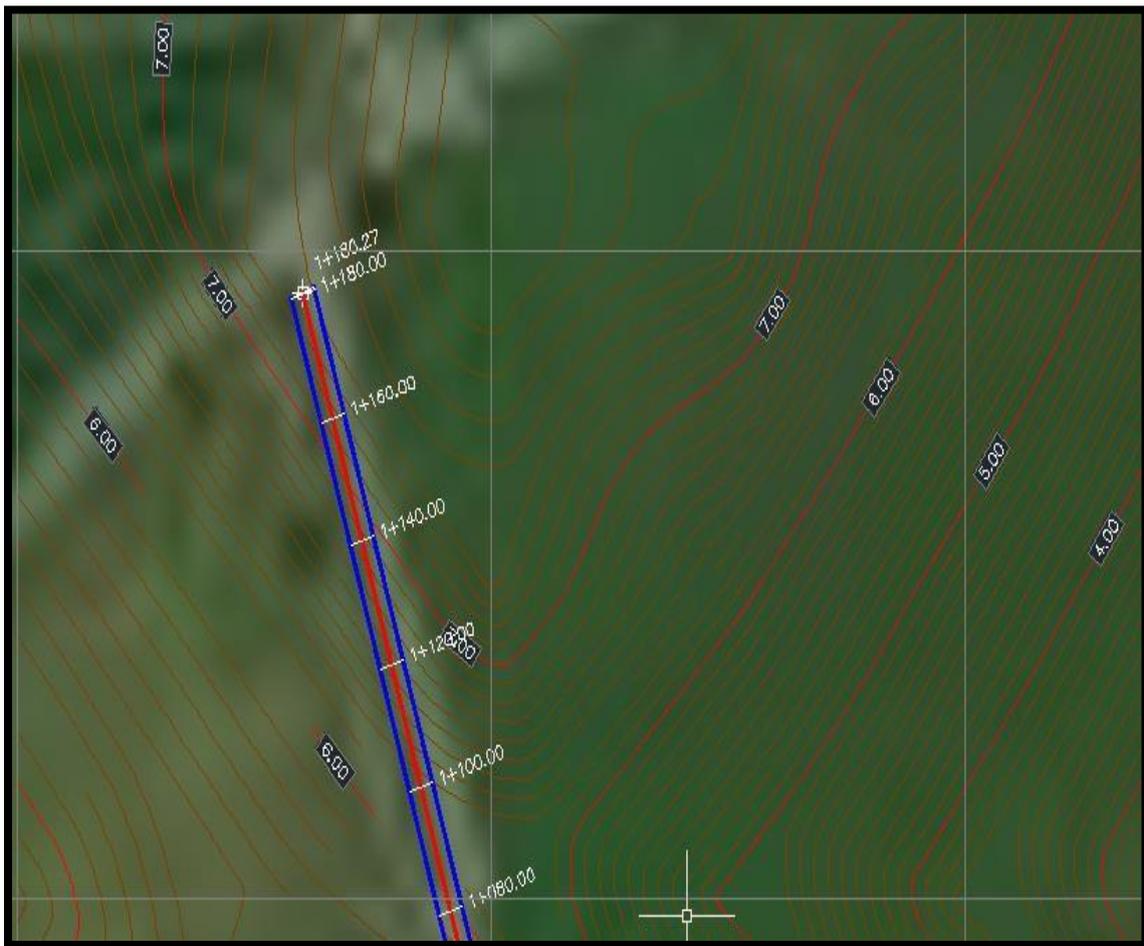


Figura 27 Diseño curvas

Elaborado por: (Cevallos & De La Cruz, 2020)

Datos:

+ Proctor=2030kg/m³

+ % cemento 0.08(incluyente)= 150.37 kg

+ % suelo = 1879.63 kg

+ Longitud vía= 1180 m

+ Ancho= 5mts

+ Espesor = 0.20 cm

Cálculos:

Proctor restamos el % de cemento

$$2030 \text{ kg/m}^3 / 1.08 = 1879.63 \text{ kg /m}^3 \text{ suelo}$$

Decimos entonces:

$$2030 \text{ kg/m}^3 - 1879.63 \text{ kg/m}^3 = 150.37 \text{ kg cemento}$$

Es decir que para cada m³ se usaran:

150.37 kg/m³ de cemento

La vía tiene 1180 m³

$$1180 \text{ m}^3 * 150.37 \text{ kg/m}^3 = 177436.3 \text{ kg de cemento}$$

Un saco de cemento equivale 50 kg

$$177436.6 \text{ kg} / 50 \text{ kg} = 3548 \text{ de unidades}$$

CONCLUSIONES

1.-Con los datos obtenidos del TPDA se podrá crear una base de datos que servirán tanto a el GAD de la Parroquia Tarifa como el área de Obras Publicas del Cantón Samborondón para futuras obras en dicha vía. El valor obtenido según Norma de MTOP nos dice que es vía de cuarto orden.

2.-El diseño establecido según la norma del MTOP estipula que las pruebas realizadas con dosificaciones de cemento del 2% ,6%,8%. Dan como resultado 16.72 %; 17.50 %; 20% obteniendo así con este último porcentaje lo que indica la norma.

3.-La norma MTOP establece que para estabilización suelo cemento debe tener una resistencia de 18kg/cm² donde con el 2% se alcanzó una resistencia de 26.99 kg/cm² con el 6% alcanzo 32.18% kg/cm² y finalmente con el 8% alcanzo 40.48 Kg/cm² obteniendo así una notable mejora en su resistencia.

Donde como hipótesis nuestra pruebas realizadas si cumplen con los objetivos determinados mejorando a que la vía tenga una mayor resistencia logrando beneficiar a los habitantes del recinto Zapán del cantón Samborondón.

RECOMENDACIONES

1.-Con la elaboración del TPDA de la vía del recinto Zapán las autoridades del GAD de la Parroquia Tarifa tendrán una mayor información para la ejecución de futuras obras en dicha vía así como en el enfoque de estudios de vías cercanas.

2.-Al obtener la dosificación adecuada para la vía del recinto Zapán debería ser el ejemplo para futuros estudios donde el GAD de la Parroquia Tarifa o el departamento de Obras Publicas del cantón Samborondón se atrevan a realizar estabilizaciones con suelo-cemento .

3.- Al mejorar la resistencia con el porcentaje adecuado de cemento la vía del recinto Zapán tendrá una mejor sensibilidad a las condiciones climáticas ya que el cemento logra aglomerar ese agregado con el suelo como un elemento rígido dando paso a soportar fuerte temporadas de lluvias.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez B, Y. A. (2019). Tesis ingenieria. Obtenido de Guía de procesos para auditoría de seguridad vial de la vía estatal E40: tramo Chongón-Progreso:
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/3057>
- Angamarca S, A. (2013). Determinación del CBR de Laboratorio y natural en suelos finos y su correlación con el DCP para la determinación de la capacidad portante de la subrasante, en el diseño de pavimentos flexibles de la Ciudad de Quito. Obtenido de
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/969>
- Arcos . (2016). Capitulo 4 suelo cemento .
- Argos. (2019).
- Asphaltvias Cia. Ltda. (2019).
- Ayay Asto, P. (3 de Junio de 2013). Mecanica de suelos. Obtenido de Clasificacion de suelos:
<https://www.slideshare.net/mipayas/suelos-22396648>
- Bayancela E, C. F. (2016). *repositorio.ucsg*. Obtenido de
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6632/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-167.pdf>
- Cantos, C. (s.f.). *Calculo del TPDA*. Obtenido de
<https://es.scribd.com/document/369594645/Calculo-Del-Tpda>
- Carlos Fernandez Collado, Pilar Batista Lucio. (2014). *metodologia de la investigacion* .
- Cesar Velasquez Pereira. (2018).
- Cevallos, C., & De La Cruz, J. (25 de Mayo de 2020). Diseño de suelo cemento y su aplicacion en sitio. guayaquil, guayas, ecuador.
- Chacon S, V. (2016). “Evaluación del sistema de pavimentos flexibles en la prolongacion de la av.la cultura tramo (4toparadero san sebastian - grifo mobil de san jeronimo). Cusco, peru.
- Cordova M, J. (2015). *Volumen de transito*. Obtenido de <https://slideplayer.es/slide/2453269/>
- Deivys Ismael Hidalgo Benavides . (2016).
- Escobar Luis, H. J. (2017). Diseño de pavimento flexible,bajo influencia de parametros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa-Sachapite,huancavelica-2017. Peru.
- Fernandez M, A. (25 de ocutbre de 2015). *slideshare.net*. Obtenido de ensayo de cbr:
https://es.slideshare.net/elva_239/ensayo-de-cbr-54354918
- Fiallos I, J. A. (2017). “Investigación de un Plan de Manejo del Deterioro del pavimento de la via cumbe-La Jarata. *Plan de Manejo del Deterioro del pavimento*. Cuenca, Ecuador.
- FIIC. (2019). Linea de investigacion. *Ulvr*.

- Galistar. (29 de octubre de 2019). *Mezcla de suelo cemento*. Obtenido de Material en sitio: <https://www.galistar.es/suelo-cemento/>
- Garcia T, J. R. (Abril de 2019). *Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización*. Obtenido de Universidad Católica de Colombia: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23731/1/Suelo%20cemento-%20Tesis.pdf>
- Google Maps. (2019).
- Holcim. (2017).
- Holcim Ecuador S.A. (2016). *soluciones en cemento* . Guayaquil .
- Holcim S.A, E. (s.f.). *Holcim fuerte, cemento hidraulico tiPO GU*. Obtenido de https://www.portaldirecta.com/portaldirecta/ec/CEMENTO_GU_G.pdf
- Humpiri P, K. (2015). Analisis de pavimentos flexibles para mantenimiento de vias . *tesis ing civil*. Juilaca, Peru.
- ING. Alexis Zambrano S. (2019).
- Joseph E. Bowles. (2008). *manual de laboratorio de suelos en ingenieria civil* . Estados unidos .
- MTOP, D. d. (s.f.). Tasa de crecimiento.
- NEVI-12, M. (Quito). Normas para Estudios y diseño vial. En M. d. publicas. 2013.
- Normas de diseño geometrico, M. (2003). *NORMAS MTOP 2003*.
- Ortega C, K. G., & Villafuerte B, L. E. (2015). “Evaluación estructural de pavimento flexible. Quito, Ecuador.
- Propios. (6 de octubre de 2020). guayas, guayaquil, Ecuador.
- Quezada T, W. J. (2016). “Diseño del camino vecinal libertad km 25 . Obtenido de <file:///C:/Users/Windows%208/Downloads/Tesis%201110%20-%20Quezada%20Tacuri%20Walther%20Javier.pdf>
- Rondon Q, H., & Reyes L, F. (2015). Pavimentos Materiales , Construccion y Diseño. Bogota: Newcomlab S.L.L.
- Ruiz, e. g. (2016).
- samborondón, a. d. (s.f.).
- Suarez, S. (14 de Mayo de 2016). Materales de construccion de suelo cemento. Obtenido de slideshare: <https://www.slideshare.net/Santiago8Suarez/materiales-de-construccion-suelo-cemento>
- SUELOS & PAVIMETOS. (junio de 2020). Laboratorio de suelos y pavimentos. *informe de resultados*. guayaquil, guayas, Ecuador.

Toirac Corral, J. (Diciembre de 2008). *Ciencia y Sociedad*. Obtenido de El Suelo Cemento Como Material De Construcción: <https://www.redalyc.org/pdf/870/87012672003.pdf>

ANEXOS

Anexo 1 Análisis de resultado control de rotura de probetas cilíndricas de suelo cemento

LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS

CONTROL DE ROTURA DE PROBETAS CILINDRICAS DE SUELO CEMENTO

FECHA: ENERO DEL 2020

Nº DE PROBETAS	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	LECTURAS KN	% CEMENTO	RESISTENCIA Kg/cm ²	ELEMENTOS
	A1	1/13/2020	1/20/2020	7	5.2	2.5	
A1	1/14/2020	1/21/2020	7	5	2.5	25.95	CILIINDROS SUELO CEMENTO
A1	1/15/2020	1/22/2020	7	4.96	2.5	25.74	

Nº DE PROBETAS	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	LECTURAS KN	% CEMENTO	RESISTENCIA Kg/cm ²	ELEMENTOS
	A1	1/13/2020	1/20/2020	7	6	5.6	
A1	1/14/2020	1/21/2020	7	6.2	6	32.18	CILIINDROS SUELO CEMENTO
A1	1/15/2020	1/22/2020	7	6.32	6.2	32.80	

Nº DE PROBETAS	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	LECTURAS KN	% CEMENTO	RESISTENCIA Kg/cm ²	ELEMENTOS
	A1	1/13/2020	1/20/2020	7	7	8	
A1	1/14/2020	1/21/2020	7	7.8	8	40.48	CILIINDROS SUELO CEMENTO
A1	1/15/2020	1/22/2020	7	8.2	8.2	42.56	

Anexo 2 Oficio de ensayos de laboratorio de comportamientos de materiales



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

D.L. NO. 69-04 DE 14 DE ABRIL DE 1969

Calidad, Pertinencia y Calidez

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

SECCIÓN / CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

Machala, Octubre de 2020

Ingeniero
ING. MAX ALMEIDA, Mg.
TUTOR DE TESIS

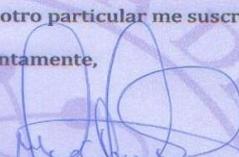
Presente. -

De mi consideración:

Por medio de la presente, me permito hacer conocer que los señores egresados **CLAUDIO ATKINSON CEVALLOS CHAVEZ, JOSE ENRIQUE DE LA CRUZ ERIQUE** estuvieron realizando sus ensayos en el Laboratorio de Comportamiento de Materiales de la Universidad Técnica de Machala, bajo la supervisión de quien le suscribe, cuyo tema de tesis es **DISEÑO DEL SUELO-CEMENTO Y SU APLICACIÓN COMO MATERIAL DE SITIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CAMINO VECINAL DEL RECINTO ZAPÁN**, para su conocimiento y aprobación de los ensayos realizados.

Sin otro particular me suscribo.

Atentamente,


Ing. Civil Paul Cabrera Gordillo, Mgs.
DOCENTE DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Telf.: 2984365 Ext.: 402
Email: jcabrera@utmachala.edu.ec
Celular: 0989209209



Anexo 3 Artículo de Revista

Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioqu... Tareas 0 Español (España) Ver el sitio joseenrique91

OJS
OPEN JOURNAL SYSTEMS

Envíos

Mi lista Archivos Ayuda

Mis envíos asignados Nuevo envío

344229	jose enrique de la cruz erique	Envío	▼
Diseño de suelo cemento DISEÑO DE SUELO-CEMENTO Y SU APLICACIÓN COMO ...			

1 de 1 envíos



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA 1403

Anexo 4 fotografías recolección de muestras y ensayos en laboratorio









