



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO VIAL E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PISTA DE AUTOMODELISMO EN  
EL BARRIO “ILINCHISI”, PARROQUIA 11 DE NOVIEMBRE, CANTÓN  
LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniera e Ingeniero Civil

**AUTORES:** Carla Nicole Chiluisa Toapanta  
Edison Javier Tubón Morales

**TUTOR:** Hugo Patricio Carrión Latorre

Quito - Ecuador  
2024

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Carla Nicole Chiluisa Toapanta con documento de identificación N° 1753753456 y Edison Javier Tubón Morales con documento de identificación N° 1723251565; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 31 de enero del 2024

Atentamente,



---

Carla Nicole Chiluisa Toapanta

1753753456



---

Edison Javier Tubón Morales

1723251565

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Carla Nicole Chiluisa Toapanta con documento de identificación N° 1753753456 y Edison Javier Tubón Morales con documento de identificación N° 1723251565; expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Diseño vial e implementación de una pista de automodelismo en el Barrio “Ilinchisi”, Parroquia 11 de Noviembre, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Civiles, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 31 de enero del 2024

Atentamente,



Carla Nicole Chiluisa Toapanta

1753753456



Edison Javier Tubón Morales

1723251565

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Hugo Patricio Carrión Latorre con documento de identificación N° 0603015728, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO VIAL E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PISTA DE AUTOMODELISMO EN EL BARRIO “ILINCHISI”, PARROQUIA 11 DE NOVIEMBRE, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, realizado por Carla Nicole Chiluisa Toapanta con documento de identificación N° 1753753456 y por Edison Javier Tubón Morales con documento de identificación N° 1723251565, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 31 de enero del 2024

Atentamente,



Ing. Hugo Patricio Carrión Latorre, MSc.

0603015728

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de titulación a Dios, por haberme dado la fuerza, entendimiento y salud para seguir esta prodigiosa carrera. A mis padres, que fueron y son el pilar fundamental de mi formación personal y profesional, a mi hermano por motivarme cuando veía que me estaba rindiendo y sobre todo a mis dos abuelitas que desde el cielo han intercedido por mí ante Dios en todo este proceso que tuvo altas y bajas.

Me lo dedico a mí, porque rendirme no era una opción, aún con el cansancio mental y físico, siempre me mantuve fuerte y decidida a terminar mi carrera.

“Nuestra recompensa está en nuestro esfuerzo dedicado y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa.”

*Carla Nicole Chiluisa Toapanta*

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a la memoria de mí abuelita Marianita, quien me educó con mucha paciencia y sabiduría cuando no era su responsabilidad, quien me crío llenándome de amor, cariño y sobre todo valentía para poder afrontar los obstáculos de la vida, quien fue mí impulso para llegar a este logro tan anhelado. Este logro es por ti mamita Mariana.

A mí madre Margarita Morales, quien fue un apoyo fundamental en toda mi carrera universitaria, quien siempre estuvo apoyándome, aconsejando, dándome ánimos para seguir, y con su gran ejemplo de mujer me enseñó a qué siempre debo levantarme para continuar con más fuerza y por ser una persona que siempre confío en que llegaría a cumplir esta meta.

A mí padre Marco Tubón que siempre me brindó su apoyo, por enseñarme que con esfuerzo y dedicación se puede alcanzar las metas que uno se propone, por enseñarme a hacer una persona humilde, generosa y sobre todo respetuosa y por ser un padre amoroso.

A mí tío David y primo Henry, quienes han sido las personas que más han influenciado en mí vida, entre risas, consejos, y me han compartido sus ejemplos de vida y poder entender que siempre se puede salir adelante

A mis hermanos Justin, Dariel, Daniela y Janelly, quienes fueron mi motivo de seguir adelante, quienes me llenan de cariño y me brindan su amor sincero cuando pasamos juntos, quienes son un pilar muy importante y fundamental en mí vida.

Para culminar dedico este logro a Belén, quien fue la persona que me acompañó desde el inicio de la carrera y supo apoyarme en todos los momentos fáciles y difíciles de mi vida universitaria.

*Edison Javier Tubón Morales*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a los Ingenieros de la carrera de Ingeniería Civil que fueron parte fundamental de nuestra formación profesional, y nos guiaron con sus conocimientos para poder defendernos en la vida laboral.

Agradecemos a nuestros amigos, que supieron motivarnos para culminar nuestra carrera.

Agradecemos a nuestro tutor Hugo Carrión Latorre, quien nos supo asesorar y apoyar en todo este proceso, logrando terminar nuestro proyecto de titulación.

*Carla Nicole Chiluisa Toapanta*

*Edison Javier Tubón Morales*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>ANTECEDENTES Y GENERALIDADES .....</b>	<b>1</b>
1.1 Introducción .....	1
1.2 Problema de estudio .....	2
1.2.1 Antecedentes .....	2
1.2.2 Importancia y alcance.....	2
1.2.3 Delimitación .....	3
1.3 Justificación.....	3
1.4. Objetivos .....	4
1.4.1 Objetivo General .....	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	5
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>6</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
2.1 Automodelismo .....	6
2.1.1 Circuito.....	6
2.1.2 Especificaciones del circuito.....	7
2.2 Levantamiento topográfico .....	8
2.2.1 Estación total .....	8
2.3 Ensayo de penetración estándar .....	8
2.4 Civil 3D.....	9
2.5 Asociación Española de Coches a Radiocontrol (AECAR).....	9
2.6 Diseño Geométrico.....	9
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>11</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>11</b>
3.1 Tipo de investigación .....	11
3.2 Método .....	11
3.3 Técnica e instrumentos de recolección de información .....	11
3.4 Proceso Técnico de Ingeniería Civil .....	12
3.4.1 Propuesta .....	12



3.4.1.1 Características geométricas de la Pista.....	12
3.4.2 Levantamiento topográfico .....	13
3.4.3 Estudio de suelos.....	13
3.4.4 Sistema de drenaje.....	13
3.4.5 Diseño geométrico de la pista .....	14
3.4.5.1 Diseño geométrico horizontal .....	14
3.4.5.2 Diseño geométrico Vertical.....	14
3.4.5.3 Diseño geométrico Transversal.....	14
3.4.6 Pavimento Flexible.....	15
3.4.6.1 Mantenimiento de la Pista.....	15
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>16</b>
<b>PROPUESTA DE LA INFRAESTRUCTURA DEL CIRCUITO .....</b>	<b>16</b>
4.1. Edificaciones en estructura metálica.....	16
4.1.1 Paddock .....	18
4.1.2 El Podium.....	18
4.1.3 Boxes.....	19
4.1.4 Caseta de cronometraje .....	19
4.2 Instalaciones mínimas .....	19
4.3 Parqueaderos .....	20
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>21</b>
<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....</b>	<b>21</b>
5.1. Antecedentes .....	21
5.2. Levantamiento topográfico .....	21
5.3. Tipología del terreno .....	25
5.4. Ubicación .....	26
5.5. Hitos .....	27
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>28</b>
<b>ESTUDIO DE SUELOS .....</b>	<b>28</b>
6.1. Ensayo y muestreo .....	28
6.2. Estudios de Laboratorios.....	30
6.2.1. Contenido de Humedad.....	31
6.2.2. Granulometría por lavado.....	32

6.2.3. Límites de Atterberg.....	32
6.2.4. Límite líquido.....	33
6.2.5. Límite Plástico.....	33
6.2.6. Límite de Contracción.....	33
6.2.7. Índice de Plasticidad.....	33
6.2.8 Índice de Grupo.....	34
6.2.9. Clasificación de suelos.....	34
<b>CAPÍTULO VII.....</b>	<b>37</b>
<b>DISEÑO GEOMÉTRICO Y DE DRENAJE DE LA PISTA.....</b>	<b>37</b>
7.1. Diseño horizontal.....	37
7.2. Diseño vertical.....	38
7.3. Diseño Transversal.....	40
7.4. Diseño de Drenaje.....	43
7.4.1. Periodo de retorno.....	47
7.4.2. Tiempo de concentración.....	47
7.4.3. Intensidades.....	47
7.4.4. Coeficientes de escorrentía.....	48
<b>CAPÍTULO VIII.....</b>	<b>50</b>
<b>DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE.....</b>	<b>50</b>
8.1. Método AASTHO.....	50
8.2. Factor Regional.....	50
8.3. Capa de rodadura.....	50
8.4. Índice de serviciabilidad.....	50
8.5. Confiabilidad.....	51
8.6. Diseño estructural.....	51
8.7. Cálculo del número estructural.....	52
8.8. Determinación de espesores por capa.....	56
8.9. Cálculo de volúmenes de obra.....	60
<b>CAPÍTULO IX.....</b>	<b>61</b>
<b>SEÑALIZACIÓN.....</b>	<b>61</b>
9.1. Señalización vertical.....	61
9.2. Señalización horizontal.....	61

9.3 Símbolos y leyendas.....	62
9.4. Reductores de velocidad.....	66
9.5. Materiales a emplearse en la señalización.....	67
<b>CAPÍTULO X.....</b>	<b>68</b>
<b>EVALUACIÓN AMBIENTAL .....</b>	<b>68</b>
10.1. Área de influencia socioeconómica.....	68
10.2. Caracterización ambiental .....	69
10.3. Evaluación de impactos ambientales.....	69
10.3.1. Matriz de Leopold .....	70
10.4. Plan de manejo ambiental .....	72
10.4.1. Plan de prevención, mitigación y remediación de impactos .....	72
10.4.2. Seguimiento y monitorio.....	73
<b>CAPÍTULO XI.....</b>	<b>74</b>
<b>PRESUPUESTO .....</b>	<b>74</b>
11.1. Presupuesto referencial .....	74
11.2. Cronograma valorado.....	76
11.3. Ruta crítica .....	77
11.4. Resultados .....	78
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>81</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>83</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>84</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Especificaciones del circuito.....	7
<b>Tabla 2.</b> Sistema de coordenadas .....	22
<b>Tabla 3.</b> Puntos de control GPS .....	27
<b>Tabla 4.</b> Cuadro de cálculo del valor de N corregido (N60) Pozo 1 .....	29
<b>Tabla 5.</b> Cuadro de cálculo del valor de N corregido (N60) Pozo 2.....	29
<b>Tabla 6.</b> Capacidad de carga .....	29
<b>Tabla 7.</b> Ensayos de mecánica de suelos.....	31
<b>Tabla 8.</b> Dimensiones para separar las partículas finas. ....	32
<b>Tabla 9.</b> Coeficientes de escorrentías.....	48
<b>Tabla 10.</b> Índice de serviciabilidad .....	52
<b>Tabla 11.</b> Valores de confiabilidad .....	53
<b>Tabla 12.</b> Nivel de confianza (Zr).....	53
<b>Tabla 13.</b> Correlación datos SPT a CBR para el POZO 1 .....	54
<b>Tabla 14.</b> Correlación datos SPT a CBR para el POZO 2 .....	55
<b>Tabla 15.</b> Procedimiento de cálculo para la obtención del SN .....	57
<b>Tabla 16.</b> Cálculo del número estructural .....	58
<b>Tabla 17.</b> Volúmenes de obra del pavimento flexible .....	60
<b>Tabla 18.</b> Valores de magnitud e importancia de impacto ambiental.....	70
<b>Tabla 19.</b> Matriz de Leopold.....	71
<b>Tabla 20.</b> Prevención del suelo, aire y agua.....	72
<b>Tabla 21.</b> Presupuesto referencial .....	75
<b>Tabla 22.</b> Cronograma valorado.....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación del proyecto.....	3
<b>Figura 2.</b> Columnas creadas en ETABS para la estructura metálica .....	16
<b>Figura 3.</b> Vigas creadas en ETABS para la estructura metálica .....	17
<b>Figura 4.</b> Estructura metálica en ETABS.....	17
<b>Figura 5.</b> Primera planta de la estructura metálica.....	18
<b>Figura 6.</b> Segunda planta de la estructura metálica .....	19
<b>Figura 7.</b> Levantamiento topográfico.....	25
<b>Figura 8 .</b> Superficie del terreno .....	26
<b>Figura 9.</b> Ubicación del proyecto.....	26
<b>Figura 10.</b> Límites de Atterberg.....	33
<b>Figura 11.</b> Planteamiento de distribución del terreno .....	37
<b>Figura 12.</b> Diseño horizontal de la Pista .....	38
<b>Figura 13.</b> Perfil vertical de la pista.....	39
<b>Figura 14.</b> Perfil longitudinal sección 1.....	39
<b>Figura 15.</b> Perfil sección 2 del nivel pista.....	40
<b>Figura 16.</b> Sección transversal de la pista.....	40
<b>Figura 17.</b> Sección transversal en corte vía acceso.....	41
<b>Figura 18.</b> Sección en relleno vialidad.....	41
<b>Figura 19.</b> Sección transversal de terraza nivel pista.....	42
<b>Figura 20.</b> Sección transversal del parqueadero .....	42
<b>Figura 21.</b> Sección típica de cuneta .....	43
<b>Figura 22.</b> Número de Manning según superficies de concreto .....	45
<b>Figura 23.</b> Caudales y velocidades permitidas en pendientes de drenajes.....	45
<b>Figura 24.</b> Variación de intensidad de lluvia anual en Provincia Cotopaxi.....	47
<b>Figura 25.</b> Coeficientes estructurales (a) .....	56
<b>Figura 26.</b> Coeficientes de drenaje (m).....	56
<b>Figura 27.</b> Espesores mínimos: Criterio multicapa.....	57
<b>Figura 28.</b> Número estructural requerido.....	58
<b>Figura 29.</b> Señalética pare.....	63
<b>Figura 30.</b> Señalética una vía.....	63
<b>Figura 31.</b> Señalética doble vía.....	63

<b>Figura 32.</b> Señalética no entre.....	64
<b>Figura 33.</b> Señalética estacionamiento preferencial .....	64
<b>Figura 34.</b> Señalética cruce peatonal .....	65
<b>Figura 35.</b> Señalética flechas .....	65
<b>Figura 36.</b> Señalética líneas de estacionamiento .....	66
<b>Figura 37.</b> Ubicación del proyecto.....	68
<b>Figura 38.</b> Vista en planta de la pista.....	78
<b>Figura 39.</b> Vista en 3D de la pista.....	78
<b>Figura 40.</b> Vista en 3D del parqueadero .....	79
<b>Figura 41.</b> Cuadros del alineamiento de la pista.....	79

## **RESUMEN**

El presente proyecto consiste en realizar el diseño geométrico y distribución de la superficie del terreno que cuenta con un área de 4995.93 m<sup>2</sup> , ubicado en el barrio “Ilinchisi”, Parroquia 11 de noviembre, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, la cual beneficiará a los moradores y a los aficionados al automodelismo aumentando el crecimiento económico-social del sector.

Se procedió con el levantamiento topográfico georreferenciado planimétrico y altimétrico para conocer el tipo de relieve, mediante el análisis de los puntos tomados in situ con la ayuda de equipos topográficos (TOPCON), para dar paso a la elaboración del diseño geométrico horizontal, vertical y transversal tomando de referencia la norma del Ministerio de Obras Públicas (MOP 2003).

Con el ensayo SPT y mediante correlaciones se determinó el valor de CBR (%) el cual influirá en el diseño estructural del pavimento flexible, con el fin de determinar el valor de los espesores del mejoramiento, de la subbase, base, carpeta asfáltica y a su vez se obtuvo la capacidad de carga para las diferentes estructuras.

Finalmente, con la información del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, se obtuvo datos de intensidades máximas y caudales, para la realización del sistema de drenaje otorgando seguridad a los usuarios previniendo problemas de acumulación de capas de agua, con el fin de alargar la vida útil del pavimento flexible y las instalaciones que lo conforman.

Palabras clave: georreferenciado, automodelismo, pavimento

## ABSTRACT

The present project consists of carrying out the geometric design and distribution of the surface of the land with an area of 4995.93 m<sup>2</sup>, located in the "Ilinchisi" neighborhood, 11 de noviembre Parish, Latacunga Canton, Cotopaxi Province, which will benefit the residents and model car enthusiasts by increasing the economic and social growth of the sector.

We proceeded with the georeferenced planimetric and altimetric topographic survey to know the type of relief, through the analysis of the points taken in situ with the help of topographic equipment (TOPCON), to give way to the elaboration of the horizontal, vertical and transversal geometric design taking as a reference the norm of the Ministry of Public Works (MOP 2003).

With the SPT test and by means of correlations, the CBR value (%) was determined, which will influence the structural design of the flexible pavement, in order to determine the value of the thicknesses of the improvement, subbase, base and asphalt binder and, in turn, the load capacity for the different structures was obtained.

Finally, information from the National Institute of Meteorology and Hydrology (INAMHI) was used to obtain data on maximum intensities and flow rates for the construction of the drainage system, providing safety to users and preventing problems of accumulation of water layers, in order to extend the useful life of the flexible pavement and the facilities that comprise it.

Keywords: georeferenced, automodeling, pavement.



# CAPÍTULO I

## ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

### 1.1 Introducción

Este proyecto se ejecutará, en el barrio “Ilinchisi”, perteneciente a la parroquia 11 de noviembre, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, la cual contará con un diseño geométrico y su distribución, diseño del pavimento flexible y el sistema de drenaje, que asegurarán su funcionalidad y duración.

El diseño geométrico de la pista se regirá a las normativas vigentes, satisfaciendo las necesidades de los competidores, brindando entretenimiento a los moradores de esta localidad y a su vez generando un crecimiento económico-social.

Para su elaboración se cuenta con un área de 4995.93 m<sup>2</sup> y se distribuirá de la siguiente manera:

- **Locales:** Se contará con un área de 90 m<sup>2</sup> en el nivel 3028,12.
- **Parqueaderos:** El proyecto contará con un área para parqueaderos de 1208 m<sup>2</sup> en el nivel 3022,00.
- **Instalaciones mínimas:** Para instalaciones mínimas se repartió un área de 60 m<sup>2</sup> en el nivel 3019,00.
- **Infraestructura metálica:** Se contará con un área de 30 m<sup>2</sup> en el nivel 3017,00.
- **Pista:** El diseño de la pista contará con un área de 1439 m<sup>2</sup> en el nivel 3017,00.
- **Zonas verdes:** El área restante serán designadas para áreas verdes.

## **1.2 Problema de estudio**

### **1.2.1 Antecedentes**

Actualmente aficionados al automodelismo del barrio “Ilinchisi”, Parroquia 11 de noviembre, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, no poseen pistas de competencia, según las investigaciones realizadas las únicas pistas disponibles están ubicadas en el Bicentenario, la Mitad del mundo, Cumbayá y en Tambillo, en el Cantón Quito, Provincia Pichincha; y, en el Parque Eucaliptos, Cantón Cuenca, Provincia del Azuay. Los organizadores de estos eventos no pueden realizar esta actividad porque en el barrio “Ilinchisi” no existe un lugar para la práctica de este deporte. A partir de la pandemia, una de las instalaciones afectadas fue el Complejo de Radiocontrol Miraflores, ubicado en Tambillo, Provincia Pichincha, que permanece cerrada en la actualidad.

### **1.2.2 Importancia y alcance**

En la actualidad, las pistas de automodelismo se encuentran escasas, ya que tienen poca acogida y pocos espacios para la práctica de esta actividad. A medida que ha transcurrido el tiempo la falta de estos espacios, ha generado desinterés en la gente que lo practica y por ende se ha ido perdiendo la atracción a este deporte. Por esta razón solicitan estos espacios en su localidad ya que se les hace difícil trasladarse de una provincia a otra, por la inseguridad que actualmente se está viviendo en el país, y falta de tiempo debido a sus actividades cotidianas.

Por tanto, se propone realizar una pista de automodelismo en el barrio “Ilinchisi”, con la finalidad de otorgar un espacio donde puedan realizar este tipo de actividades, y fomentar este deporte de manera que no solo se beneficien los interesados, sino también, los moradores de esta localidad, podrán ir a disfrutar de estos eventos.

### 1.2.3 Delimitación

El área del proyecto se encuentra en la zona 17M, en las coordenadas 759090.53 m al E y 9899151.16 m al N, ubicado en el barrio “Ilinchisi”, Parroquia 11 de noviembre, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

#### Figura 1.

*Ubicación del proyecto*



*Nota.* La línea amarilla corresponde al área del terreno 4995.93 m<sup>2</sup> en el cual se realizará el diseño vial de la pista de automodelismo. Elaborado por: Los autores, a través del Google Earth Pro.

### 1.3 Justificación

El proyecto surge de la necesidad que tiene el barrio “Ilinchisi”, al no contar con un espacio para el automodelismo. Por lo tanto, este proyecto solucionará el problema existente, ya que los competidores de esta localidad, practicarán este deporte en un escenario acorde a sus necesidades.

La elaboración del diseño vial beneficia de forma directa a los competidores que practican este deporte del barrio “Ilinchisi”, ya que podrán participar en los eventos de automodelismo, y

los organizadores de estas competencias podrán tomar en cuenta esta localidad como una de sus sedes para sus giras, tanto provinciales como internacionales.

El proyecto es viable, ya que se dispone de los equipos de topografía y estudios de suelos. Además, se cuenta con el financiamiento otorgado por uno de los organizadores; se dispone también de los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana para realizar los ensayos necesarios para este proyecto. Se posee con el programa CIVIL 3D para la modelación y el diseño geométrico de la pista. Finalmente, se dispone de los recursos económicos para la adquisición de materiales y para la investigación del campo.

Este diseño vial y propuesta de automodelismo una vez ejecutado tendrán una durabilidad de 20 años. Además, el barrio “Ilinchisi” se convertirá en un lugar turístico por efectos de la práctica de este deporte.

### **Grupo Objetivo**

La elaboración de este proyecto beneficiará a los aficionados de este deporte del barrio “Ilinchisi”. Por lo tanto, contarán con una pista de automodelismo para la práctica de esta actividad. Los organizadores de estos eventos tendrán la oportunidad de realizar estas competencias más a menudo en esta localidad, pudiendo participar competidores tanto nacionales como internacionales. A su vez fomentará el interés de los futuros ingenieros civiles para realizar más proyectos relacionados con este diseño geométrico enfocados al automodelismo.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo General**

Diseñar una pista de automodelismo, aplicando el programa CIVIL 3D, levantamientos topográficos y estudios geotécnicos, para la modelación del trazado vial de la pista que se ejecutará en el barrio “Ilinchisi”.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

Realizar el levantamiento topográfico del predio en estudio, utilizando la estación total con la finalidad de obtener las características físicas del terreno.

Realizar el estudio de suelos, mediante el Ensayo SPT, para obtener las características geotécnicas del terreno.

Modelar el diseño vial, mediante el programa CIVIL 3D, para el trazado horizontal y vertical de la pista.

Investigar las características de los automóviles a escala, a través del reglamento AECAR (Asociación española de coches a radio control), para su correcto uso en la pista de competencia y evitar la colisión de los autos.

Presentar el diseño vial de la pista de automodelismo, a través de la socialización del proyecto, para la ejecución de la propuesta.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

Al realizar este proyecto es importante tener en consideración todos los componentes que se interponen en el diseño geométrico de la pista, con la finalidad que sea viable y eludir de cuantiosos rubros durante la ejecución. Actualmente los aficionados de este deporte deben contar con escenarios apropiados, de tal manera que les brinde distracción y complacencia a los competidores que practican el automodelismo, de la misma manera disminuir el lapso de tiempo en trasladarse a este centro deportivo.

#### **2.1 Automodelismo**

El automodelismo es considerado como la práctica que se basa en la competencia de vehículos reducidos a tamaño escala, los cuales se manejan mediante equipos de radiocontrol. Además, “Como reconocido deporte, resulta un pasatiempo, diversión, que exige completa preparación y entrenamiento. Es de un alto valor educacional y socialmente permite el vínculo de la familia, los amigos y hasta de estrechamiento de lazos nacionales o extranjeros” (Campero, 1969). De modo que, este deporte aumenta la socialización entre los espectadores y competidores que llegan a las pistas de competencia.

##### **2.1.1 Circuito**

El circuito suele estar dirigido por un CLUB, sus organizadores son los responsables de la parte administrativa, y sobre todo de la organización de carreras y campeonatos para coches reducidos a escala. “En el circuito ganarás seguridad puesto que no podrás dañar a nadie con un coche descontrolado. Crecerás en dotes de pilotaje, puesto que te darás cuenta de que lo importante es llevar el coche controlado, por un trazado” (AECAR,2008). Cabe recalcar, que cuenta con varios circuitos de competencia y no todos son adecuados para los diferentes modelos de coche.

### 2.1.2 Especificaciones del circuito

Estas especificaciones definen las exigencias y procedimientos que debe cumplir el circuito de la pista. “AECAR como Asociación, debe tener en su poder todos los datos concurrentes de los circuitos de los clubes o asociaciones que la componen, tanto para su conocimiento como para facilitar estos datos a cualquier asociado que lo demande.” (AECAR, 2022). Por lo tanto, para la modelación es importante tener conocimiento de las normas de seguridad y reglamentos recomendados por AECAR.

**Tabla 1.**  
*Especificaciones del circuito*

1) Longitudes, anchos y diámetros	2) Pódium, boxes y espectadores
<p>Para especialidades de 1:8 o escalas superiores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Longitud mínima:</b> 200 metros. Aconsejable entre 300 y 400 metros.</li> <li>• Ancho mínimo 4 metros. Se aconseja 4’5 o 5 metros para gran escala.</li> </ul> <p>Distancia máxima entre el centro del pódium y el punto más alejado 60 metros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pódium</b></li> </ul> <p>Para especialidades 1:8 o superiores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-La altura del pódium de pilotaje en su base será superior a los 2,5 metros e inferior a los 5 metros.</li> <li>-El largo mínimo será de 8 metros, aconsejando 10 m., por 1’5 m. mínimo de ancho.</li> <li>-Será aconsejable que el pódium esté separado de la pista 3 o 4 metros para facilitar la visión de los pilotos a derecha e izquierda.</li> </ul>
3) Paddock	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Boxes</b></li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Se situarán con prioridad debajo del pódium, o en una zona accesible desde fuera del circuito debiendo existir como mínimo 1 m por coche participante.</li> <li>-El carril de entrada y salida a los mismos se diseñará de manera que obliguen a ralentizar la marcha de los participantes.</li> <li>-Se habilitarán y numerarán tantos huecos o cajones como pilotos puedan conducir para situar a los mecánicos que serán como máximo 2 por piloto.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Cierres y espectadores</b></li> </ul> <p>Los circuitos deberán contar alrededor del trazado de una valla de una altura no inferior al metro, que garantice la seguridad de pilotos, mecánicos y espectadores.</p>

*Nota.* Se presenta las disposiciones técnicas según el Reglamento AECAR, que se deberá cumplir para este proyecto. Elaborado por: Los autores con datos de AECAR (2022).

## **2.2 Levantamiento topográfico**

La topografía es una técnica que se basa en las mediciones de la superficie de la tierra y se sustenta en las medidas de distancia, elevación y dirección. “La topografía por medio de la tecnología ha logrado facilitar obras en ingeniería, arquitectura y edificaciones de importancia cultural y es de gran ayuda para la realización de diversos trabajos como la restauración ya que permite obtener información rápida” (Reyes,2017). Por lo tanto, para ejecutar una obra es necesario realizar el levantamiento topográfico para poder conocer sus medidas y niveles con exactitud facilitando el trabajo de medición.

### **2.2.1 Estación total**

La estación total es un equipo electrónico que nos permite tomar medidas en los 3 ejes principales, la cual nos da lecturas tomadas desde un punto de referencia, donde se ubicará la estación total, y mediante infrarrojo disparará hacia el prisma que estará situado en los diferentes puntos requeridos. “Con una estación total electrónica se puede medir las distancias verticales y horizontales, ángulos verticales y horizontales, e internamente, con el microprocesador programado, calcular coordenadas topográficas (norte [y], este [x], elevación [z]) de los puntos visitados” (Meléndez,2008). Con los puntos obtenidos de la estación total, se procederá con la modelación en los programas compatibles con este equipo electrónico.

## **2.3 Ensayo de penetración estándar**

El estudio de suelos acorde a transcurriendo el tiempo ha incrementado su importancia de ser realizado antes de construir cualquier obra, ya que tiempo atrás no se le daba el suficiente interés y es por eso que diferentes obras han tenido problemas de asentamientos, derrumbamientos, desplazamientos, fallos estructurales, malos diseños de drenaje y hasta pérdidas de vidas, todo esto por no realizar los adecuados estudios geotécnicos. “El ensayo originalmente fue diseñado para



evaluar la capacidad portante de cimentaciones superficiales en suelos arenosos, justamente a la fecha, la correlación más aceptada es la correspondiente al ángulo de fricción efectivo y densidad relativa del suelo” (Carmona & Ruge, 2015). Por ello, antes de ejecutar cualquier obra se empezará desarrollando el ensayo de penetración estándar.

#### **2.4 Civil 3D**

Civil 3D es un programa que se utiliza para diseñar o modelar infraestructuras diversas. “Este software facilita en gran medida el trabajo del diseñador de carreteras ya que maneja actualizaciones dinámicas entre objetos relacionados entre sí, permitiendo así realizar los cambios necesarios y con ello evitar las implicaciones que tienen estos sobre la realización del proyecto” (Ávila,2012). A demás, planifica y mejora el desarrollo del proyecto, cuenta con los comandos adecuados para el diseño de una infraestructura civil.

#### **2.5 Asociación Española de Coches a Radiocontrol (AECAR)**

AECAR es una asociación que se encarga de elaborar los diferentes reglamentos que deben cumplir tanto las pistas, los vehículos, los competidores y la infraestructura de los escenarios donde se practicará el deporte de Automodelismo. “Clubes organizadores deben realizar un esfuerzo en el área de influencia del circuito para promocionar la carrera, de manera que se atraiga a público y en lo posible a los medios de comunicación, para la mejor difusión del deporte” (AECAR,2008). De esta manera para la construcción de una nueva pista de Automodelismo es necesario conocer todos los requerimientos que se necesita cumplir, para poder ejecutarla de una manera adecuada.

#### **2.6 Diseño Geométrico**

El diseño geométrico está enfocado en el bosquejo de una vía que se realiza en un software y deberá adaptarse a las condiciones del terreno, teniendo en cuenta que se debe instalar todos los componentes que rodean a la vía. “Se encarga de determinar las características geométricas de una

vía a partir de factores como el tránsito, topografía, velocidades, de modo que se pueda circular de una manera cómoda y segura” (Agudelo,2002). El diseño geométrico de una vía es primordial ya que con el podremos brindar seguridad, comodidad y estabilidad a los vehículos.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo de investigación**

En este proyecto se utilizará una investigación exploratoria, ya que son “Estudios que se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes” (Zabra,2006). Por lo que, se iniciará dando una idea clara y concisa, aplicando esta investigación con el fin de efectuar un procedimiento viable.

#### **3.2 Método**

En esta propuesta se aplicará un método analítico, con el fin de dar solución a la problemática de este proyecto. “Este proceso cognoscitivo consiste en descomponer un objeto de estudio, separando cada una de las partes del todo para estudiarlas en forma individual” (Bernal, 2010). La aplicación de este método resulta factible para el problema ya mencionado, ya que permite realizar análisis propios, para una correcta interpretación de resultados.

#### **3.3 Técnica e instrumentos de recolección de información**

Para este proyecto se reunirá la información necesaria mediante un levantamiento topográfico, estudio de suelos, e investigación de las especificaciones técnicas que se deben cumplir de acuerdo al reglamento AECAR. Por lo tanto, estos resultados serán de suma importancia, para un adecuado análisis ya que se tomarán en cuenta para la realización del diseño vial de la pista.

### 3.4 Proceso Técnico de Ingeniería Civil

#### 3.4.1 Propuesta

Para este proyecto lo primordial es saber y entender que el circuito de la pista está constituido por distintas estancias. De manera que “dará origen a fichas técnicas en las que constará el trazado, el tipo de firme, las dotaciones y servicios que el circuito posee, sus accesos y la señalización existente que permite su localización” (AECAR,2022). Por tanto, se diseñará una infraestructura metálica de dos pisos que abarcará lo siguiente:

- **El podium:** Puesto donde los competidores pilotearan su coche reducido a escala que estará situado en el segundo piso, ya que tendrán una visualización favorable.
- **Boxes:** Lugar ubicado junto a la pista debajo del podium, donde estarán los mecánicos listos para realizar las labores de reportaje y la reparación del coche que está compitiendo en la pista.
- **Paddock:** Espacio disponible donde los competidores tendrán una mesa la cual utilizarán para la preparación de su coche, que estará ubicado junto al Boxes.

A demás, el proyecto contará con áreas destinadas para una caseta de cronometraje, instalaciones mínimas y parqueaderos.

##### 3.4.1.1 Características geométricas de la Pista

En el siguiente proyecto se distribuirá el área de 4995.93 m<sup>2</sup> de la siguiente manera:

- **Pista:** El diseño de la pista contará con un área de 1439 m<sup>2</sup>.
- **Infraestructura metálica:** Se contará con un área de 30 m<sup>2</sup>.
- **Instalaciones mínimas:** Para instalaciones mínimas se repartió un área de 60 m<sup>2</sup>.
- **Parqueaderos:** El proyecto contará con un área para parqueaderos de 1208 m<sup>2</sup>.
- **Locales:** Se contará con un área de 90 m<sup>2</sup>.

- **Zonas verdes:** El área restante serán designadas para áreas verdes.

### **3.4.2 Levantamiento topográfico**

Para el presente proyecto, se empezará con un levantamiento topográfico, mediante la estación total, la cual trabajará en coordenadas WGS-84 y a su vez permitirá un georreferenciado adecuado obteniendo un diseño planimétrico y altimétrico. También se utilizará prismas, para tomar los puntos necesarios del predio en estudio a través del láser que proporciona la estación total. El tiempo estimado para realizar el levantamiento topográfico serán de 3 días.

### **3.4.3 Estudio de suelos**

Para este análisis, se recurrirá al ensayo de penetración estándar, para conocer las características geotécnicas y la resistencia del suelo. Este ensayo se realizará con forme las disposiciones técnicas que sugiere la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 689), obteniendo el grado de resistencia del suelo in situ.

### **3.4.4 Sistema de drenaje**

Para la ejecución de este proyecto se debe construir un sistema de drenaje que debe tener en cuenta las condiciones ambientales, ya que este sistema es el que ayuda a drenar el agua a las alcantarillas. Es de suma importancia el drenaje transversal para el diseño vial. “El drenaje transversal de la carretera tiene como objetivo evacuar adecuadamente el agua superficial que intercepta su infraestructura, la cual discurre por cauces naturales o artificiales, en forma permanente o transitoria, a fin de garantizar su estabilidad y permanencia.” (Hidro SM,2021). De modo que, antes de elaborar la infraestructura se realizará un sistema de drenaje para evitar inundaciones y daños en la pista.

### **3.4.5 Diseño geométrico de la pista**

En este proyecto el diseño geométrico es fundamental, ya que nos permitirá crear y distribuir adecuadamente el diseño de la pista. “Se establece su configuración geométrica tridimensional, con el fin de que la vía sea funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente” (Cárdenas, 2013). Con el diseño de la pista se logrará adaptar las características y objetivos que se requiere en el trazado vial.

#### **3.4.5.1 Diseño geométrico horizontal**

Se debe desarrollar un alineamiento horizontal basándose en una transición adecuada, los alineamientos rectos y curvas. “Es una proyección del eje vial conformado por diferentes tangentes que se enlazan mediante curvas, es para ello que se debe contar con la topografía para conocer las características del relieve e hidrológicas” (Balcázar & Pachacama, 2023). Por esta razón, la elaboración de este diseño permitirá una vía segura y cómoda.

#### **3.4.5.2 Diseño geométrico Vertical**

Con el alineamiento vertical, se buscará uniformizar las rasantes respecto al eje de la vía, mediante las cotas del terreno. “Diseño que se utilizan para unir dos tramos de pendientes, la longitud de la curva vertical permite entre estas dos pendientes una transición gradual y suave, facilitando la operación vehicular y permitiendo un drenaje óptimo”. (Narváez,2012). Por lo tanto, la elaboración de este diseño permitirá la selección adecuada de pendientes y longitudes.

#### **3.4.5.3 Diseño geométrico Transversal**

El diseño transversal para la pista de automodelismo, permitirá que la ubicación y las dimensiones de los componentes de la carretera sean apropiadas para la pista. “La sección transversal es la parte fundamental del proyecto vial, donde el proyectista debe poner el máximo interés, para emitir sus conclusiones respecto al tipo de sección transversal a utilizar, de esta última

depende la capacidad de tráfico de la vía y el costo total de construcción”. (Hurtado, 2012). De modo que, el diseño transversal en la vía protegerá la transición de los vehículos en la pista.

### **3.4.6 Pavimento Flexible**

Para el rodamiento de los vehículos a radiocontrol en la pista, se utilizará un pavimento flexible, a través de una capa asfáltica aplicada sobre una base y subbase, la cual debe ser cómoda y segura para los vehículos. “Capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente”. (Chuqui, 2018). De manera que, el diseño del pavimento flexible verificará los comportamientos y factores que debe tener el pavimento.

#### **3.4.6.1 Mantenimiento de la Pista**

Para garantizar el rodamiento seguro y eficiente de los vehículos reducidos a escala, se dará el mantenimiento adecuado tomando en cuenta todos los factores que pueden dañar la superficie de la pista. A demás, deberán “ser gestionados por un ingeniero civil o un experto en pavimento, con amplio conocimiento y experiencia en las técnicas y procedimientos para prevenir y reparar la superficie del pavimento” (ACI, 2013). De manera que, los pilotos tendrán una pista de competencia en óptimas condiciones para su uso.

## CAPÍTULO IV

### PROPUESTA DE LA INFRAESTRUCTURA DEL CIRCUITO

#### 4.1. Edificaciones en estructura metálica

Sobre este terreno se construirá en dos plantas la estructura metálica, para el prototipo de los servicios que el circuito posee, como se muestra en la figura 4. De acuerdo a las especificaciones mínimas técnicas

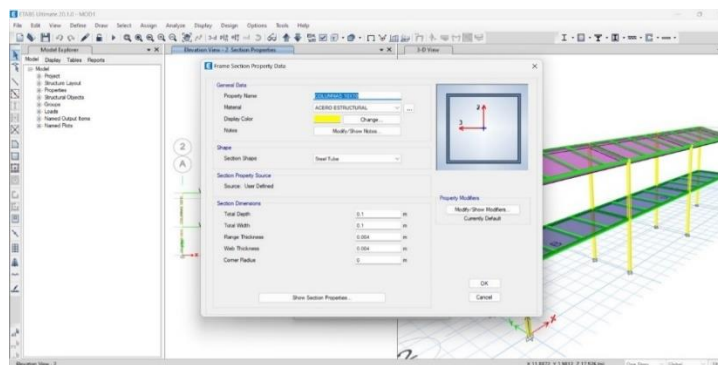
La opción tomada para generar la geometría del bosquejo, fue mediante la modelación en ETABS. Para la estructura se utilizará secciones mínimas, ya que no soportara demasiada carga, con luces de 5 m y una altura total de 5.50 m, para las columnas se creó una sección de 100x100x4 mm, mientras que para las vigas la sección creada es de 100x80x4 mm.

Cabe recalcar que el diseño y la construcción de la cimentación y obra civil no forman parte de este proyecto de tesis.

En las siguientes figuras se detalla las secciones que fueron creadas para el diseño de la estructura.

#### Figura 2.

##### *Columnas creadas en ETABS para la estructura metálica*

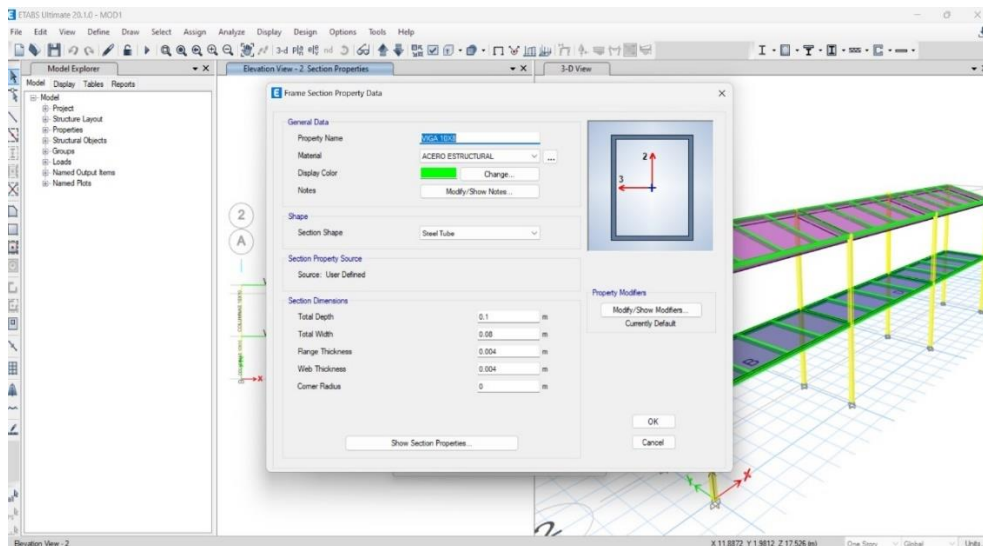


*Nota.* Se observa la sección creada para las columnas. Elaborado: Por los autores, a través del software ETABS.



**Figura 3.**

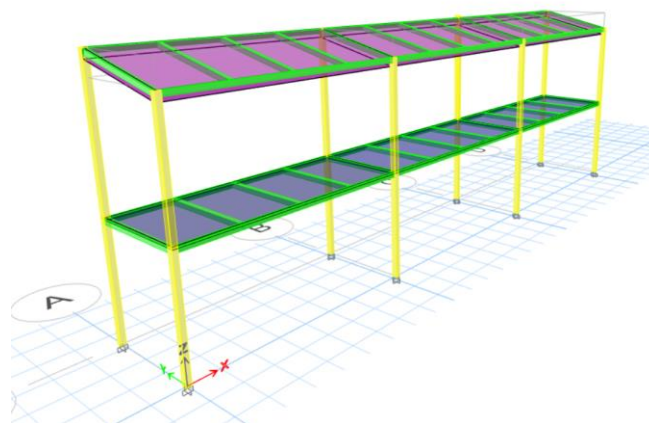
*Vigas creadas en ETABS para la estructura metálica*



*Nota.* Se observa la sección creada para las vigas. Elaborado: Por los autores, a través del software ETABS.

**Figura 4.**

*Estructura metálica en ETABS*



*Nota.* Se observa el modelamiento de la estructura metálica a través del software ETABS.

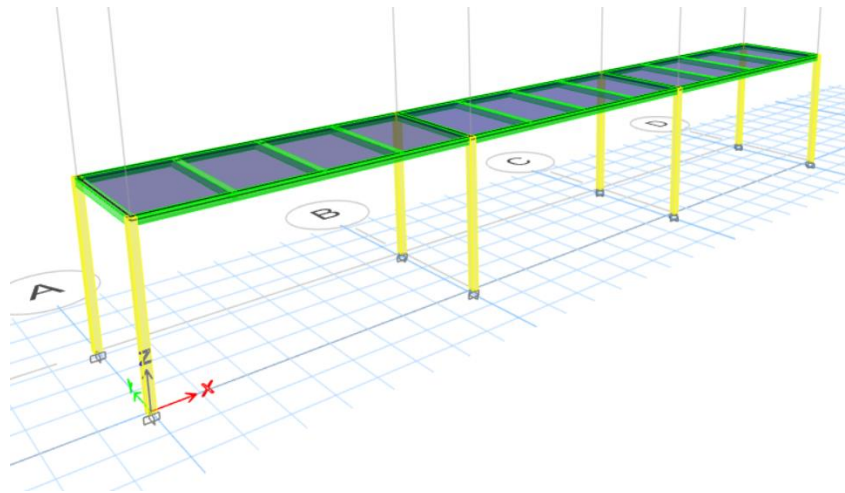
Elaborado: Por los autores.

#### 4.1.1 Paddock

En la figura 5, se muestra la primera planta que consta de un área de 30 m<sup>2</sup> y una altura de 2.50 m dimensionada para albergar toda el área existirá un espacio disponible donde los competidores tendrán una mesa la cual utilizarán para la preparación de su coche.

#### Figura 5.

*Primera planta de la estructura metálica*



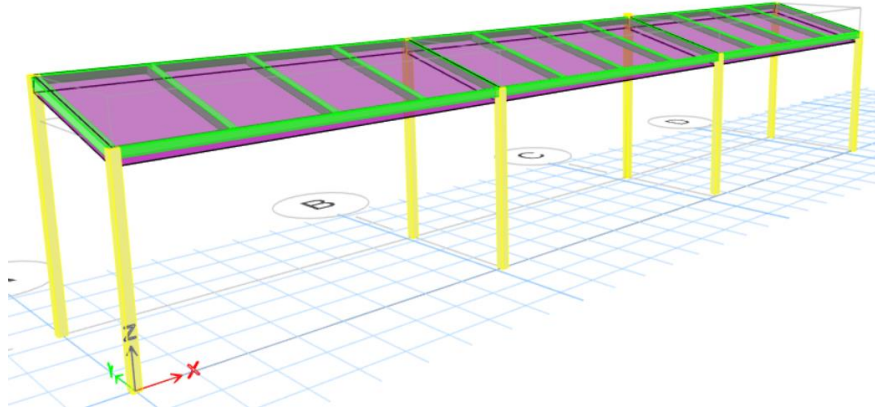
*Nota.* Se observa la primera planta de la estructura metálica. Elaborado: Por los autores, a través del software ETABS.

#### 4.1.2 El Podium

En la figura 6, se aprecia la segunda planta que consta de un área de 30 m<sup>2</sup> y una altura de 2.50 m dimensionada para albergar toda el área, donde los competidores pilotearan su coche reducido a escala.

## Figura 6.

### *Segunda planta de la estructura metálica*



*Nota.* Se observa la segunda planta de la estructura metálica. Elaborado: Por los autores, a través del software ETABS.

Después del análisis en el software ETABS, se determinó que el peso de la estructura metálica es de 1,13 toneladas.

#### **4.1.3 Boxes**

Este espacio está fuera del área de la pista, se encuentra situado al Noroeste del predio y consta de un área de 42 m<sup>2</sup> para albergar los boxes donde estarán los mecánicos listos para realizar las labores de reportaje y la reparación del coche que está compitiendo en la pista.

#### **4.1.4 Caseta de cronometraje**

Este espacio está situado alado de la estructura metálica dedicado exclusivamente para el cronometraje bajo la supervisión del cronometrador y director de carrera.

#### **4.2 Instalaciones mínimas**

Este espacio consta de un área de 60 m<sup>2</sup> y una altura de 2.50 m propuesta para baños, donde harán uso los aficionados o sus acompañantes.

### **4.3 Parqueaderos**

Este espacio constará con un área de 1220 m<sup>2</sup> para el estacionamiento de los vehículos de los aficionados, el cual estará conformado de pavimento articulado, con adoquines hexagonales con un largo de 24.85 cm, un ancho de 22.5 cm, un espesor de 6.5 cm y una resistencia de 400 Kg/cm<sup>2</sup>, siendo un aproximado de 24.400 adoquines

# **CAPÍTULO V**

## **LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

### **5.1. Antecedentes**

Para este proyecto el estudio del terreno es una parte fundamental para la elaboración de un proyecto vial debido a que la topografía interviene de manera directa para obtener un diseño preciso. Utilizando las herramientas modernas como el infrarrojo o láser que toman medidas rápidas y precisas, se logró la obtención de datos planimétricos y altimétricos que posteriormente serán utilizados en el georreferenciado y el diseño geométrico.

La estación total marca TOPCON ayudo a procesar las medidas en los 3 ejes principales, la cual nos da lecturas tomadas desde un punto de referencia, donde la estación total fue ubicada en la superior del predio, y mediante infrarrojo disparo hacia el prisma que se situó en los diferentes puntos requeridos.

Los puntos obtenidos a través del levantamiento topográfico, serán procesados en el programa Civil 3D, para obtener las curvas de nivel y la superficie del terreno y dar paso a la modelación del diseño geométrico.

### **5.2. Levantamiento topográfico**

El estudio del terreno es importante en la elaboración de un proyecto vial debido a que la topografía interviene de manera directa para obtener un diseño preciso. El levantamiento topográfico “permite realizar proyectos que requieren una intervención cuidadosa y gracias a las herramientas modernas como el infrarrojo o láser que toman medidas rápidas y precisas para ejecutar con gran eficiencia una obra” (Reyes,2017). Con la ayuda de las herramientas mencionadas (ver Anexo 1), se logró la obtención de datos planimétricos y altimétricos que posteriormente serán utilizados en el georreferenciado y el diseño geométrico, de tal forma poder

conseguir volúmenes de corte y relleno precisos. En la siguiente tabla se detalla los puntos tomados en el levantamiento topográfico, los cuales se encuentran georreferenciados.

**Tabla 2.**

*Sistema de coordenadas*

<b>PUNTO N°</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>ELEVACIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	9899075.292	758977.463	3028.53	E1
2	9899084.144	758977.463	3028.871	P0
2	9899084.144	758977.463	3028.871	VIA
3	9899132.546	758976.03	3030.605	VIA
4	9899131.083	758983.91	3030.448	VIA
5	9899135.349	758973.17	3030.882	S
6	9899127.121	758984.857	3030.462	S
7	9899121.31	758974.104	3030.339	VIA
8	9899112.215	758980.777	3029.721	VIA
9	9899114.314	758969.824	3030.423	S
10	9899127.42	758965.383	3054.377	TOMA
11	9899128.156	758971.125	3054.256	TOMA
12	9899114.144	758971.369	3030.276	VIA
13	9899098.641	758978.758	3029.22	VIA
14	9899101.865	758979.123	3029.35	VIA
15	9899102.055	758971.012	3029.676	VIA
16	9899101.517	758980.641	3029.382	VIA
17	9899100.271	758969.26	3029.843	VIA
18	9899098.406	758978.718	3029.219	VIA
19	9899094.196	758970.053	3029.346	VIA
20	9899094.463	758979.712	3029.11	VIA
21	9899093.869	758968.474	3029.54	VIA
22	9899094.56	758978.171	3029.081	VIA
23	9899088.843	758969.431	3029.075	VIA
24	9899094.21	758979.695	3029.115	VIA
25	9899089.451	758967.911	3028.863	P
26	9899089.138	758977.542	3028.868	VIA
27	9899084.937	758967.469	3029.065	VIA
28	9899088.751	758979.039	3028.969	VIA
29	9899084.315	758968.962	3028.873	VIA
30	9899081.592	758976.739	3028.563	VIA
31	9899078.568	758968.364	3028.588	VIA
32	9899080.609	758978.21	3028.547	VIA
33	9899077.963	758966.748	3028.769	VIA
34	9899075.255	758976.098	3028.303	VIA

35	9899075.034	758966.434	3028.571	VIA
36	9899072.465	758977.412	3028.574	VIA
37	9899074.829	758967.981	3028.443	VIA
38	9899071.402	758967.613	3028.282	VIA
39	9899072.297	758975.813	3028.186	VIA
40	9899071.776	758966.11	3028.44	VIA
41	9899086.072	758983.903	3028.234	T
42	9899082.9	758981.058	3028.145	T
43	9899086.457	758979.984	3028.416	T
44	9899090.084	758982.326	3028.58	T
45	9899093.854	758981.21	3028.696	T
46	9899094.983	758984.007	3028.807	T
47	9899097.855	758983.328	3028.946	T
48	9899102.673	758985.35	3029.315	T
49	9899103.461	758982.314	3029.091	T
50	9899107.907	758984.374	3029.635	T
51	9899110.781	758983.42	3029.657	T
52	9899115.2	758984.578	3029.893	T
53	9899112.402	758985.512	3029.688	T
54	9899080.432	758986.198	3027.213	L
55	9899084.056	758986.565	3027.452	T
56	9899088.771	758991.903	3027.129	SPT
57	9899088.433	758997.625	3026.239	T
58	9899078.806	759007.183	3024.311	L
59	9899087.084	759019.56	3022.882	T
60	9899077.543	759023.94	3022.08	L
61	9899085.325	759040.209	3021.028	T
62	9899075.409	759052.827	3019.726	L
63	9899093.304	759044.308	3021.178	T
64	9899087.496	759054.969	3020.06	L
65	9899095.218	759028.501	3022.756	T
66	9899096.8	759010.402	3024.923	T
67	9899104.743	759057.805	3020.394	L
68	9899098.676	758997.765	3026.762	T
69	9899105.433	759049.184	3021.422	L
70	9899107.094	759005.668	3026.147	T
71	9899114.599	759049.91	3021.657	L
72	9899105.122	759020.873	3024.272	T
73	9899114.77	759046.988	3021.952	L
74	9899103.102	759037.074	3022.342	T
75	9899115.076	759037.684	3022.78	L
76	9899109.775	759030.044	3023.41	T
77	9899115.536	759025.291	3023.97	L
78	9899111.918	759014.45	3025.284	T

79	9899116.351	759001.218	3026.834	L
80	9899116.959	758983.07	3030.064	L1
81	9899107.257	759050.733	3021.517	PENCO
82	9899096.354	759056.359	3020.499	L
83	9899090.707	759066.254	3018.46	E2
83	9899090.707	759066.254	3018.46	E2
1	9899075.292	758977.463	3028.53	L
84	9899104.824	759057.06	3020.01	L
85	9899104.017	759065.164	3018.682	L
86	9899103.861	759069.914	3018.455	L
87	9899104.504	759076.333	3017.923	L
88	9899104.53	759081.941	3017.692	L
89	9899104.632	759085.912	3017.375	L
90	9899104.891	759094.342	3016.629	L
91	9899104.879	759106.138	3015.524	L
92	9899103.818	759111.487	3014.83	L
93	9899103.166	759121.053	3014.267	L
94	9899103.465	759125.146	3013.799	L
95	9899102.27	759127.839	3013.719	L1
96	9899071.103	759124.606	3012.918	L
97	9899071.5	759109.427	3014.149	L
98	9899074.349	759099.107	3015.013	L
99	9899075.641	759090.69	3015.829	L
100	9899076.911	759081.158	3016.648	L
101	9899091.743	759082.638	3017.139	L
102	9899094.4	759063.398	3018.981	L
103	9899094.299	759061.017	3019.093	L
104	9899076.145	759125.598	3013.248	L
105	9899081.469	759126.311	3013.25	L
106	9899085.931	759126.251	3013.293	L
107	9899096.663	759127.038	3013.672	L
108	9899089.538	759123.032	3013.744	T
109	9899096.029	759118.766	3014.138	T
110	9899095.669	759109.214	3014.895	T
111	9899099.821	759103.864	3015.598	T
112	9899101.104	759094.534	3016.325	T
113	9899101.674	759081.269	3017.555	T
114	9899102.253	759068.542	3018.67	T
115	9899097.094	759061.138	3019.232	T

*Nota.* Se visualiza el sistema de coordenadas del levantamiento topográfico. Elaborado por: Los autores.



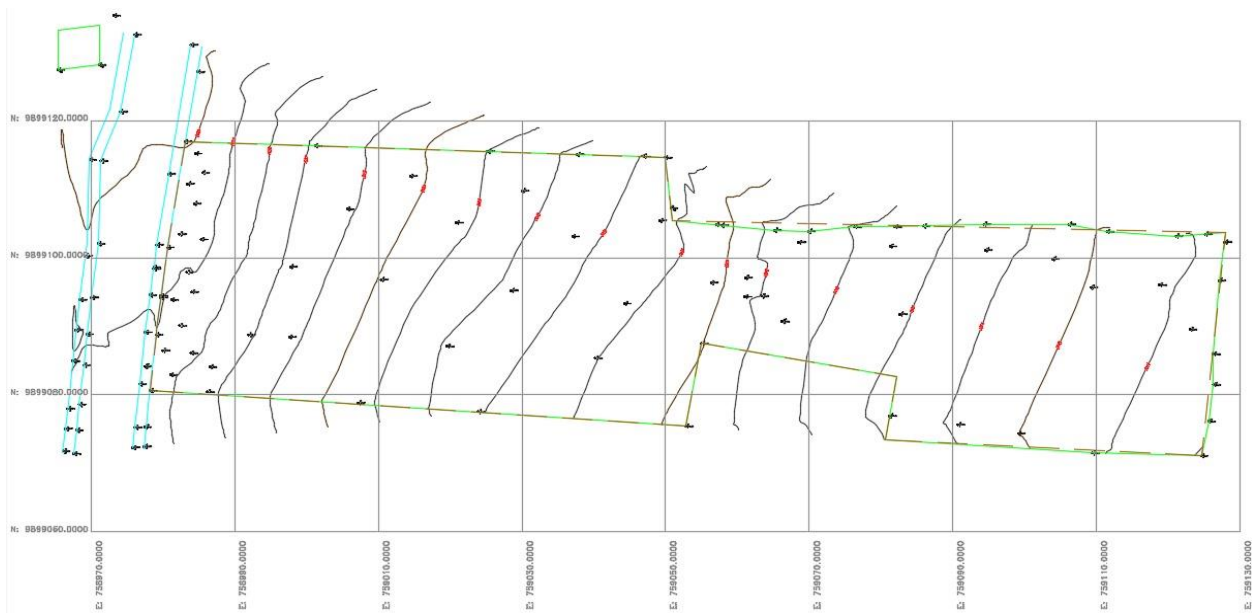
Los puntos obtenidos a través del levantamiento topográfico, serán procesados en el programa Civil 3D, para obtener las curvas de nivel y la superficie del terreno, detallados en la Fig. 7 y Fig. 8.

### 5.3. Tipología del terreno

Basándose en la topografía realizada, dio como resultado un relieve ondulado, debido a las pendientes obtenidas, dato que servirá para la distribución y diseño geométrico de la pista de automodelismo.

**Figura 7.**

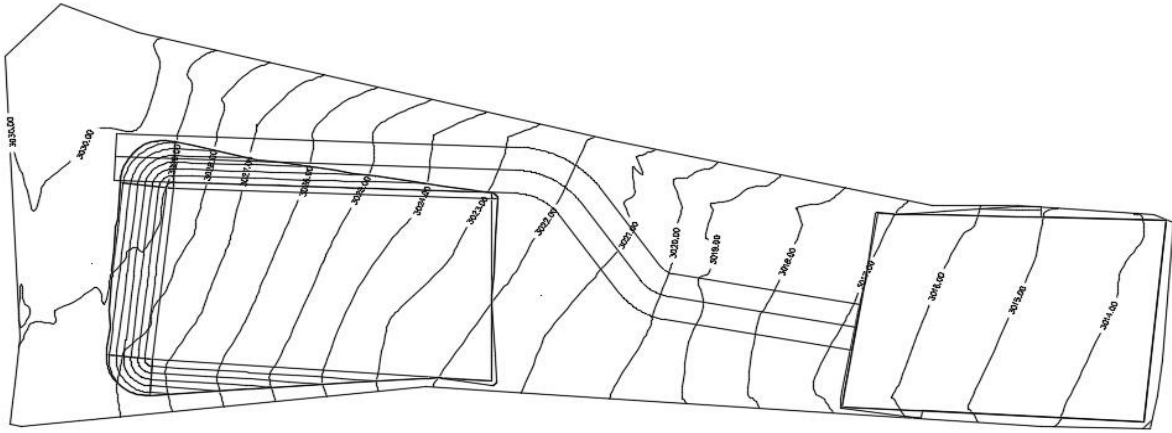
*Levantamiento topográfico*



*Nota.* Se muestra los puntos tomados en el levantamiento topográfico. Elaborado por: Los autores.

**Figura 8.**

*Superficie del terreno*



*Nota.* Se observa la superficie procesada mediante el programa CIVIL 3D, con la ayuda de los puntos del levantamiento topográfico. Elaborado por: Los autores.

#### **5.4. Ubicación**

Este proyecto se ejecutará en el barrio “Ilinchisi”, Parroquia 11 de noviembre, Av. 10 de agosto, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

**Figura 9.**

*Ubicación del proyecto*



*Nota.* La línea amarilla corresponde al área del terreno 4995.93 m<sup>2</sup> en el cual se realizará el diseño vial de la pista de automodelismo. Elaborado por: Los autores, a través del Google Earth Pro.

### 5.5. Hitos

Al comenzar el levantamiento topográfico se ubican los Hitos, que son datos de posición precisos y servirán para ser utilizados como puntos de control, los cuales fueron situados en lugares estratégicos para visualizar de mejor manera el predio en estudio, evitando varios cambios de estación, obteniendo 2 puntos georreferenciados puntualizados en la siguiente tabla:

**Tabla 3.**

*Puntos de control GPS*

NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
9899075.292	758977.463	3028.53	E1
9899084.144	758977.463	3028.871	P0
9899090.707	759066.254	3018.46	E2

*Nota.* Se observan los hitos tomados en campo. Elaborado por: Los autores

Una vez desarrollado el levantamiento topográfico de todo el proyecto se procede a la importación de los puntos al programa Civil 3D, corrigiendo si es necesario con la ayuda de fotografías tomadas durante el trabajo de campo, para continuar con el diseño horizontal y vertical.

## **CAPÍTULO VI**

### **ESTUDIO DE SUELOS**

#### **6.1. Ensayo y muestreo**

Para ejecutar un proyecto vial es primordial un estudio de suelos, puesto que, se determinará la calidad de la base, subbase, el tipo y sus características para el diseño estructural de pavimento flexible. Este estudio se realizará en campo, con la finalidad de extraer muestras.

Para estudiar las características de las propiedades mecánicas del suelo, se realizará mediante un trabajo in situ, ubicando los puntos más críticos en los sitios donde se realizarán las tomas de muestras, para continuar con los ensayos correspondientes.

“Se consideran muestras alteradas aquellas una vez son extraídas del terreno pierden la condición de su estructura original. Normalmente son recolectadas por medios de perforación y son almacenadas de manera tal que se conserve su humedad natural” (Botía,2015). Al tratarse de una muestra alterada el procedimiento de extracción y transporte no implica un cuidado especial.

El muestreo se lo realiza mediante la excavación del suelo de una profundidad de 1 a 6 m debido a que los primeros 50 cm son de capa vegetal. Estas excavaciones se realizan en sitios donde no afecten el tránsito vehicular.

**Tabla 4.***Cuadro de cálculo del valor de N corregido (N60) Pozo 1*

Prof. (m)	COTA (msnm)	N SPT	Ei (%)	ER	Ec	EI	ED	ES	N60
0	3027.12	0	55	0.92	0.81	0.75	1	1	0
1	3026.12	7	55	0.92	0.81	0.75	1	1	4
2	3025.12	19	55	0.92	0.81	0.75	1	1	11
3	3024.12	23	55	0.92	0.81	0.75	1	1	13
4	3023.12	28	55	0.92	0.81	0.75	1	1	16
5	3022.12	33	55	0.92	0.81	0.75	1	1	18
6	3021.12	42	55	0.92	0.81	0.75	1	1	23

*Nota.* Se presenta el cálculo del N60 del Pozo 1. Elaborado por: Los autores

**Tabla 5.***Cuadro de cálculo del valor de N corregido (N60) Pozo 2*

Prof. (m)	COTA (msnm)	N SPT	Ei (%)	ER	Ec	EI	ED	ES	N60
0	3018.99	0	55	0.92	0.81	0.75	1	1	0
1	3017.99	6	55	0.92	0.81	0.75	1	1	3
2	3016.99	19	55	0.92	0.81	0.75	1	1	11
3	3015.99	27	55	0.92	0.81	0.75	1	1	15
4	3014.99	35	55	0.92	0.81	0.75	1	1	19
5	3013.99	38	55	0.92	0.81	0.85	1	1	24
6	3012.99	45	55	0.92	0.81	0.85	1	1	28

*Nota.* Se presenta el cálculo del N60 del Pozo 2. Elaborado por: Los autores

**Capacidad de carga****Tabla 6.**

(Ver anexo 2 y 3)

*Capacidad de carga*

Perforación	Prof. (m)	COTA (msnm)	N60	B (m)	qadm (T/m2)
1	1.00	3027.12	3.8981	1.50	5.28308484
	2.00	3026.12	10.581	1.50	15.76818111
	3.00	3025.12	12.808	1.50	19.9556653
2	1.00	3018.99	3.3413	1.50	4.528358434
	2.00	3017.99	10.581	1.50	15.76818111
	3.00	3016.99	15.036	1.50	23.42621579

*Nota.* Se presenta los valores del esfuerzo admisible (T/m2). Elaborado por: Los autores|.

## Cálculo del Esfuerzo Admisible del Suelo

Según Meyerhoff tenemos:

### Ecuación 1.

*Esfuerzo admisible*

$$q_{adm} = \frac{N_{60}}{1.2} * k_d * \left( \frac{0.305+B}{B} \right)^2 \quad \text{Si } B \geq 1.2 \text{ m}$$

### Ecuación 2.

*Coefficiente de participación*

$$k_d = 1 + \frac{Df}{B} * 0.2 \leq 1.2$$

Donde:

**B** = Ancho de la Zapata (m)

**N60**= La energía que llega a la cabeza de golpeo cuando ER=60%

**Df** = Profundidad de desplante o Altura de empotramiento (m).

**qadm**= Esfuerzo admisible del suelo (Ton/m<sup>2</sup>)

## 6.2. Estudios de Laboratorios

Para la determinación de las propiedades mecánicas del suelo, se debe realizar netamente en un Laboratorio de Mecánica de Suelos, debido a que son estudios que cumplen normativas vigentes, obteniendo resultados adecuados.

El estudio de suelos del predio ubicado en el barrio “Ilinchisi”, en la parroquia 11 de noviembre, cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, fue realizado mediante el ensayo SPT con ayuda de operadores certificados y los autores de este proyecto.

Para el análisis de las propiedades mecánicas del suelo, se aplicarán ensayos con sus respectivas normas vigentes, detallados en la siguiente tabla.

**Tabla 7.**

*Ensayos de mecánica de suelos.*

<b>ENSAYO</b>	<b>NORMATIVA</b>
Método de ensayo Normalizado para determinar el contenido de agua en suelos y rocas con respecto a su masa.	ASTM D 2216 (2010)
Método de ensayo normalizado para el análisis del tamaño de partículas de suelo	ASTM D 422 (2007)
Método de ensayo normalizado para determinar el límite líquido, plástico e índice de plasticidad de los suelos.	ASTM D 4318 (2010)
Práctica normalizada para la clasificación de suelos para propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)	ASTM D 2487 (2011)
Método de prueba estándar para prueba de penetración estándar (SPT) y muestreo de suelos con tubo partido	ASTM D 1586 (2011)

*Nota.* Se presenta las normas de los ensayos, que controlan el análisis de las propiedades mecánicas de suelos para este proyecto. Elaborado por: Los autores.

### **6.2.1. Contenido de Humedad**

#### **Ecuación 3.**

$$w = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

El contenido de humedad es la relación del peso del agua respecto al peso del suelo seco, el cual se lo representa en porcentaje, y se obtiene aplicando la ecuación 3 que se detalla a continuación según normativa.

Donde:

Ww= Peso del agua

Ws= Peso del suelo seco

w= contenido de humedad (%)

### 6.2.2. Granulometría por lavado

El ensayo de granulometría determina el tamaño de partículas de las muestras tomadas en campo, a través del tamizado, el procedimiento de este ensayo está regido a la norma ASTM D 422. Para este ensayo se utilizó tamices graduados y ordenados de manera descendente, con el fin de retener el material en base al tamaño del tamiz y las partículas de la muestra.

En la siguiente tabla, se detalla el tamaño de los tamices que se utilizó en el ensayo de granulometría rigiéndose a la norma ASTM D422.

**Tabla 8.**

*Dimensiones para separar las partículas finas.*

<b>Serie de tamices para separar las partículas que pasan el tamiz N°10</b>	
<b>N°</b>	<b>mm</b>
10	2
20	0.85
30	0.6
40	0.425
60	0.25
100	0.15
200	0.075

*Nota.* Se presenta las dimensiones de los tamices para el ensayo de granulometría por lavado, según la norma ASTM D422. Elaborado por: Los autores.

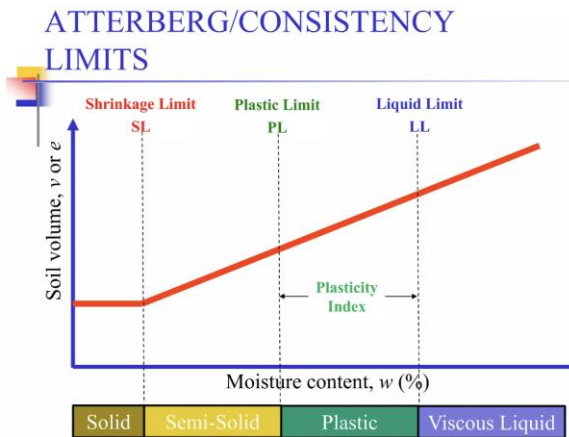
### 6.2.3. Límites de Atterberg

Para el cálculo de los límites de Atterberg están basadas en normas vigentes, detallando el procedimiento y manipulación que se debe analizar a la muestra, con la finalidad de obtener los límites que presenta el suelo.



**Figura 10.**

*Límites de Atterberg.*



*Nota.* Se observa los tres límites de Atterberg, respecto a su categoría. Fuente: Irfan, 2018.

#### **6.2.4. Límite líquido**

El ensayo del límite líquido se realiza mediante el instrumento denominado Casagrande, donde la muestra homogenizada se encuentra entre un estado líquido y plástico.

#### **6.2.5. Límite Plástico**

Para realizar este ensayo, la muestra debe ser manipulada manualmente y se recomienda tener una superficie lisa, para la formación de cilindros de aproximadamente 3 mm,

#### **6.2.6. Límite de Contracción**

El límite de contracción es el contenido de agua máxima calculada, en la cual existe un desequilibrio entre la reducción de volumen y su humedad, es decir no cambiara el volumen de la masa sólida.

#### **6.2.7. Índice de Plasticidad**

Es un valor porcentual que se obtiene con los valores cálculos del límite líquido y plástico, que se podrá determinar con la ecuación 4:

$$IP = LL - LP$$

Donde:

IP: Índice de plasticidad (%)

LL: Limite liquido (%)

LP: Limite plástico (%)

### **6.2.8 Índice de Grupo**

El índice de grupo determina la calidad del suelo, por ende, se debe conocer los límites de Atterberg. Por lo general se lo aplica a la clasificación AASHTO, y se determina con la ecuación 5.

$$IG = (F_{200} - 35) * [0.2 + 0.005 * (LL - 40)] + 0.01 * (F_{200} - 15) * (IP - 10)$$

Donde:

F<sub>200</sub>: % que pasa por el tamiz N°200

LL: Limite liquido

IP: Índice de plasticidad

Para los suelos A-2-6 y A-2-7 el índice de grupo se lo determina con la ecuación 6.

$$IG = 0.01 * (F_{200} - 15) * (IP - 10)$$

### **6.2.9. Clasificación de suelos**

#### **Clasificación AASTHO**

##### **➤ POZO N° 1**

De 0,00 a 0.10 se presenta el espesor de vegetación.

De 0.10 a 1.00 se aprecia un limo arenoso (A-4), no plástico, húmedo de compacidad suelta, color café claro y valor N de 7 golpes.

Después de 1.00 a 3.00 se presenta un limo arenoso (A-4), no plástico, húmedo de compacidad compacta, color café claro. Y valores N de 19 y 23 golpes respectivamente de acuerdo a la profundidad.

Finalmente, desde 3.00 a 6.00 se un limo arenoso (A-4), no plástico, húmedo de compacidad densa, color café claro. y valores N de 28, 33, y 42 golpes respectivamente de acuerdo a la profundidad (Ver anexos del 4 al 10).

➤ **POZO N° 2**

De 0,00 a 0.10 se presenta el espesor de vegetación.

De 0.10 a 1.00 se aprecia un limo arenoso (A-4), no plástico, húmedo de compacidad suelta, color café claro y valor N de 6 golpes.

Después de 1.00 a 3.00 se presenta un limo arenoso (A-4), no plástico, húmedo de compacidad compacta, color café claro y valores N de 19 y 27 golpes respectivamente de acuerdo a la profundidad.

Finalmente, desde 3.00 a 6.00 se halla un limo arenoso (A-4), húmedo de compacidad densa, color café claro y valores N de 35, 38 y 45 golpes respectivamente de acuerdo a la profundidad.

Luego del estudio estratigráfico del suelo y en base a los resultados obtenidos en los ensayos de campo y laboratorio, se establece lo siguiente:

- Los materiales encontrados en las perforaciones, se presentan ordenados en el plano y en la profundidad, presentándose en los estratos superficiales, intermedios e inferiores se observan arenas limosas.

- La humedad de los suelos en forma general se presenta con valores constantes que van desde 11 hasta 17 por ciento de humedad natural en los estratos superficiales, intermedios e inferiores.

- La capacidad portante del suelo en los estratos superficiales se presenta como baja a media con valores desde 6 hasta 19, intermedios se observan desde media a excelente con valores desde 23 hasta 35 y en los estratos inferiores se presentan con capacidad portante excelente con valores entre 33 hasta 45 golpes, suelos más compactos se presenta a partir de los 2 metros de profundidad (Ver anexos del 11 al 19).

# CAPÍTULO VII

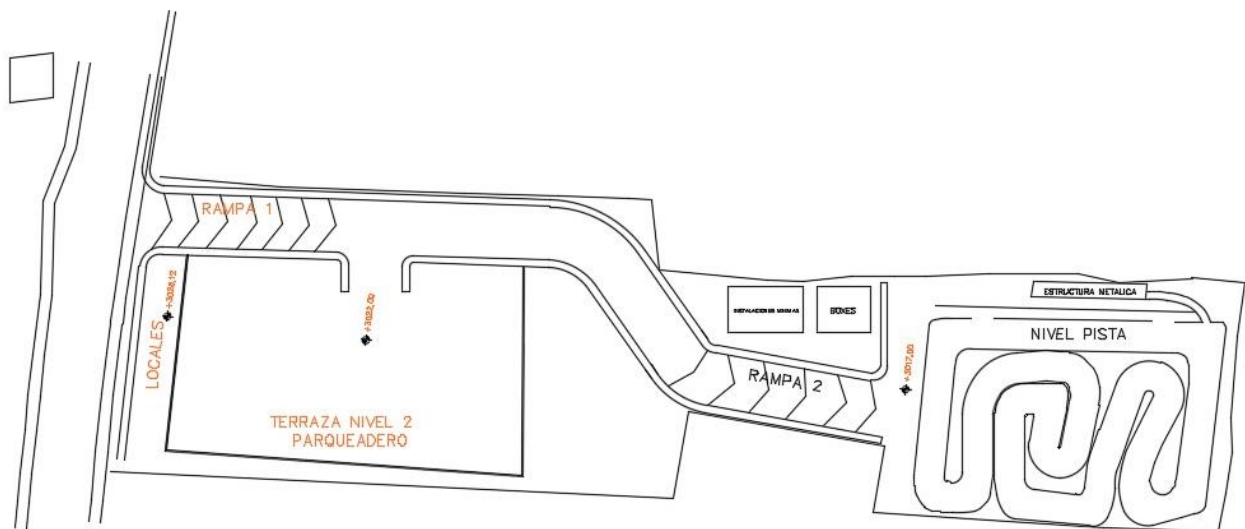
## DISEÑO GEOMÉTRICO Y DE DRENAJE DE LA PISTA

### 7.1. Diseño horizontal

El proyecto de implantación estará conformado por tres niveles o terrazas ubicadas de la siguiente manera, en el nivel 1 o nivel calle estarán donde estarán los locales comerciales y dos superficies diferentes a partir de la ubicación de la vialidad principal (nivel 1), que le da acceso al terreno. Donde se pretende construir en un segundo plano posterior a la rampa de acceso 1, un sitio de estacionamiento. Seguidamente se descenderá por la rampa 2, hacia el lugar donde se encuentra ubicada la pista de automovilismo.

**Figura 11.**

*Planteamiento de distribución del terreno*



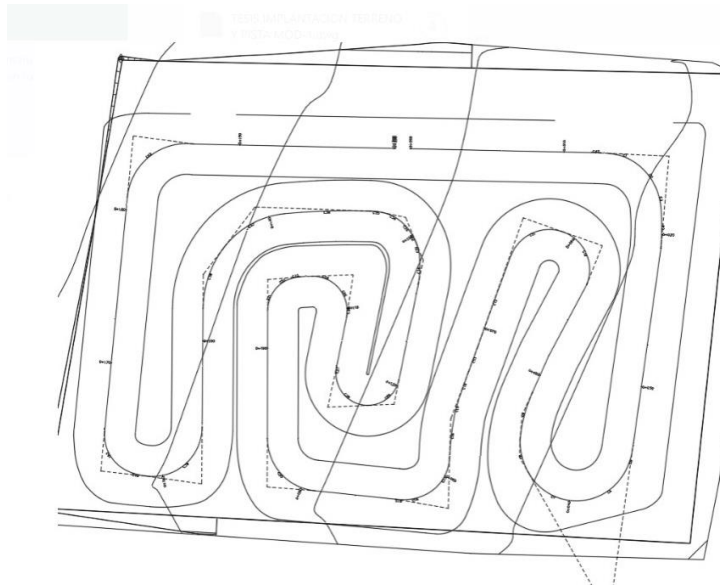
*Nota.* Se observa la distribución del terreno en CIVIL 3D. Elaborado: Por los autores.

Para aprovechar mejor el espacio, y darle una buena configuración al proyecto, se planificó la división en dos tramos el desarrollo del mismo, el primero que va desde la abscisa 0+000.00

hasta la 0+110.00, que se comprende desde la entrada al complejo, el paso por una primera rampa, un recorrido horizontal de 50 m y concluye en una rampa hacia el nivel pista.

**Figura 12.**

*Diseño horizontal de la Pista*



*Nota.* Se observa el diseño horizontal de la Pista. Fuente: CIVIL 3D.

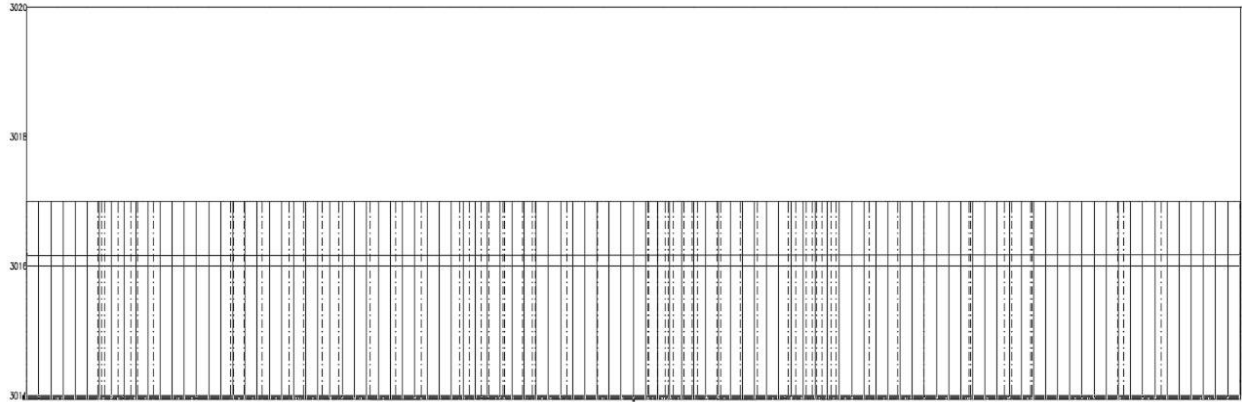
**7.2. Diseño vertical**

La configuración vertical del complejo de la pista, estará sujeto a la optimización de los volúmenes de corte y relleno, tomando en cuenta que existe una diferencia de cotas entre el punto más elevado y el más bajo de 17,68m. De la misma manera se debe prever que las pendientes en las rampas verticales sean las más adecuadas para el óptimo desempeño de los vehículos, con los que visiten el lugar.

La sección o tramo de vía de acceso al conjunto se conforma de dos rampas la primera con una pendiente de %, que permite el descenso desde la cota 3028,12 un tramo plano de 90,00m de longitud, culminando en una rampa de con una inclinación de 29,78%. El siguiente tramo lo conformara el área de la pista de automovilismo.

**Figura 13.**

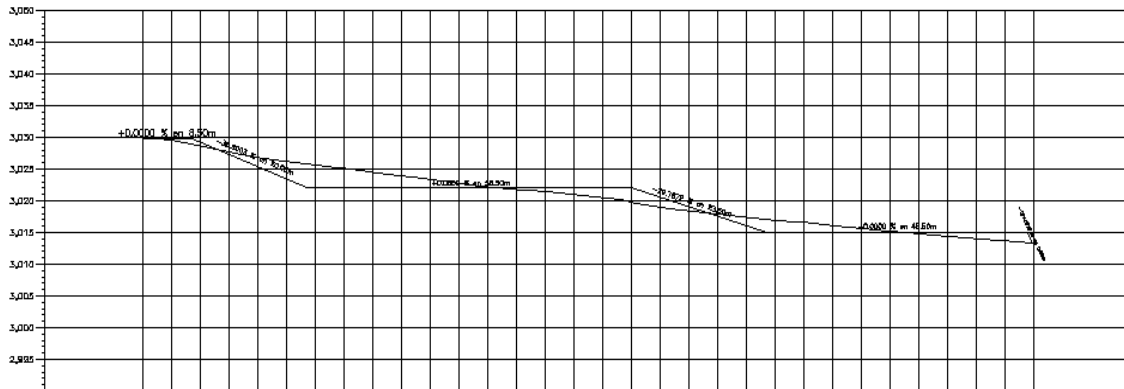
*Perfil vertical de la pista*



*Nota.* Se observa el perfil vertical de la pista. Fuente: CIVIL 3D.

**Figura 14.**

*Perfil longitudinal sección 1.*

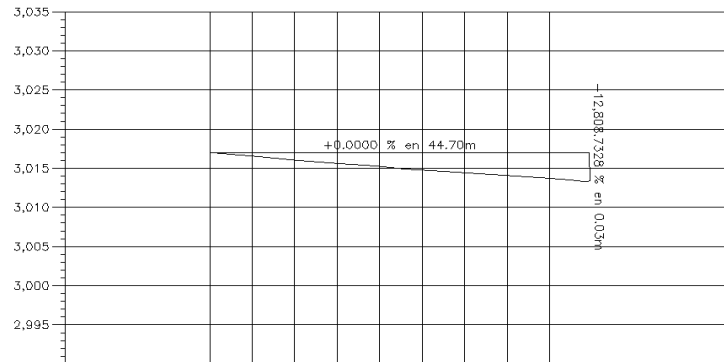


*Nota.* Se observa el perfil longitudinal sección 1. Fuente: CIVIL 3D.

El tramo subsiguiente lo conforma la terraza donde se implantará la pista, una superficie que se proyectará de manera horizontal, con pendiente de 0%.

**Figura 15.**

*Perfil sección 2 del nivel pista*



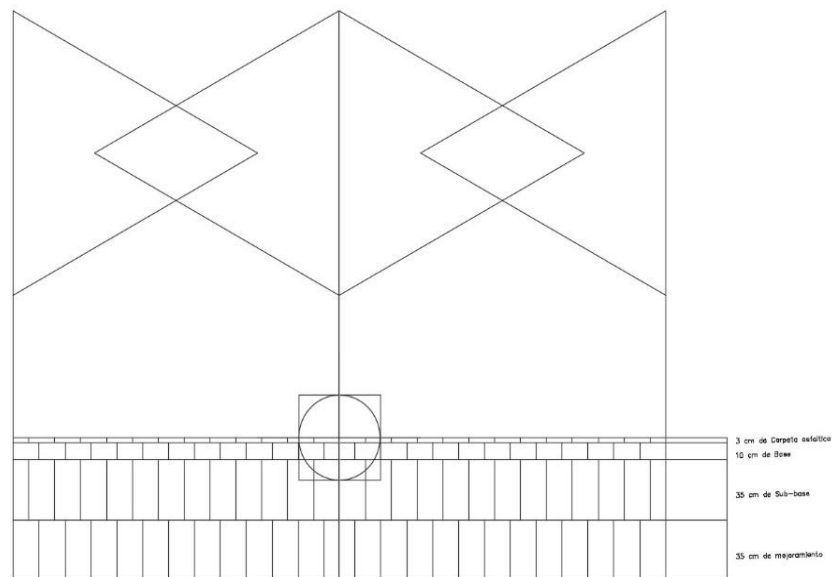
*Nota.* Se observa el perfil sección 2 del nivel pista. Fuente: CIVIL 3D.

### **7.3. Diseño Transversal**

El diseño transversal del emplazamiento está compuesto por secciones diferenciadas para los tramos que conforman el conjunto enmarcadas en corte y relleno. Se destacan dos secciones típicas para este diseño una para el ancho de vía que se trazara y otra para la terraza pista.

**Figura 16.**

*Sección transversal de la pista*

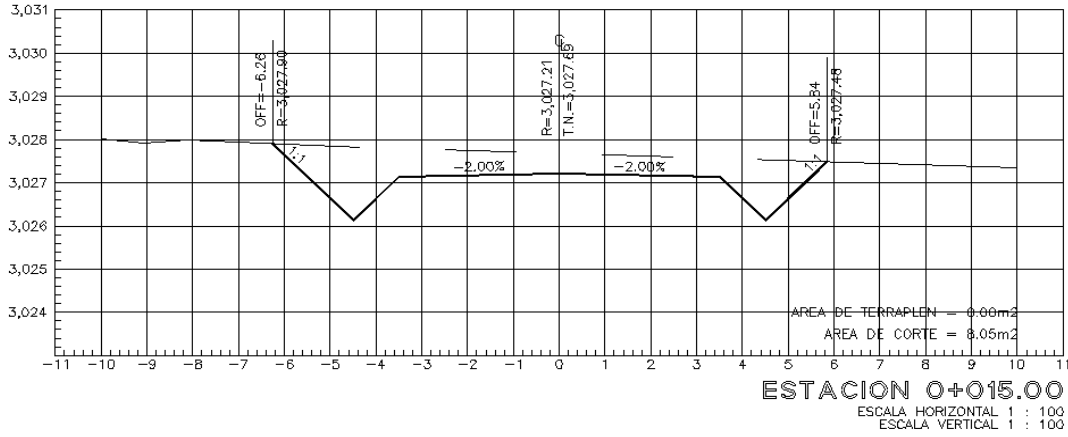


*Nota.* Se observa la sección transversal de la pista. Fuente: CIVIL 3D.



**Figura 17.**

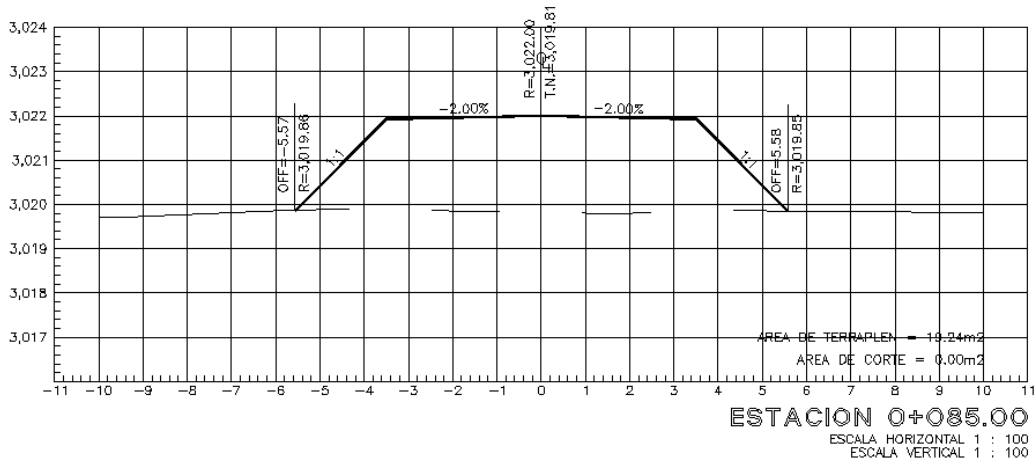
*Sección transversal en corte vía acceso*



*Nota.* Se observa la sección transversal en corte vía acceso. Fuente: CIVIL 3D.

**Figura 18.**

*Sección en relleno vialidad*

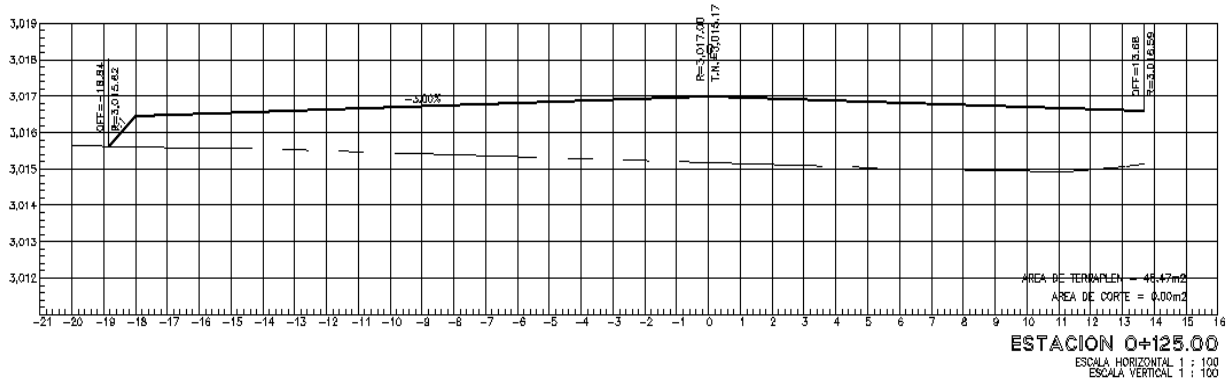


*Nota.* Se observa la sección en relleno vialidad. Fuente: CIVIL 3D.

A diferencia de las secciones en el tramo de vía de acceso, estas presentan una configuración diferente, donde se proporciona que las proporciones de corte y relleno sean compensatorias, aunque la morfología del terreno implica que se debe hacer más relleno que corte. Esta disposición se limita al hecho de las pendientes para las rampas que se proyectan.

**Figura 19.**

*Sección transversal de terraza nivel pista*

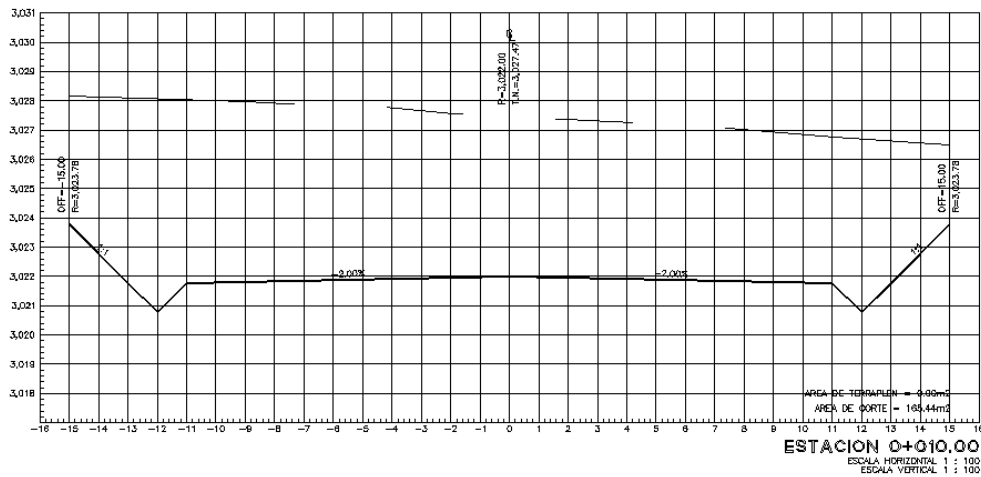


*Nota.* Se observa la sección transversal de terraza nivel pista. Fuente: CIVIL 3D

Las secciones transversales del área del estacionamiento o parqueadero, están definidas de la siguiente manera:

**Figura 20.**

*Sección transversal del parqueadero*



*Nota.* Se observa la sección transversal del parqueadero. Fuente: CIVIL 3D.

En los anexos del 20 al 24, se muestra los planos del diseño geométrico y sistema de drenaje del terreno y de la pista con sus respectivas tablas y gráficas.

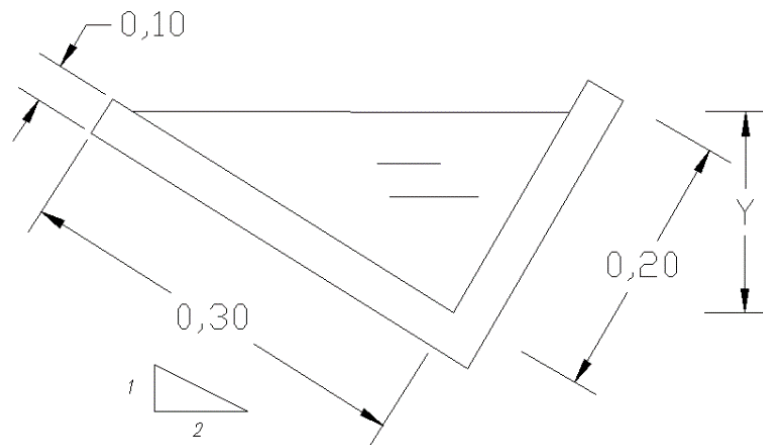
#### 7.4. Diseño de Drenaje

El drenaje vial es el encargado de evacuar al máximo la cantidad de agua que se acumula en las depresiones del terreno para evitar que la misma cause erosiones, daños estructurales e inundaciones, por lo cual proveer de un eficiente sistema de drenaje es indispensable para nuestro proyecto. El drenaje vial en este proyecto será diseñado y distribuido para canalizar correctamente el agua y está fluya eficazmente y así no provoque daños tanto a la estructura del proyecto como a los usuarios y sus bienes materiales.

Para la recolección de las aguas pluviales se usarán cunetas revestidas en concreto hidráulico, de resistencia  $f'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$ , se asumirán las siguientes dimensiones para el diseño de la cuneta y luego se comprobarán si funciona 0,30 cm de ancho, 0,20 cm de alto y 0,10 cm de espesor.

**Figura 21.**

*Sección típica de cuneta*



*Nota.* Se observa la sección típica de cuneta. Elaborado: Por los autores.

#### **Parámetros de diseño**

#### **Área mojada**

**Ecuación 7.**

$$Am = \frac{b * h}{2}$$

Para el cálculo del área mojada se aplicará la ecuación 7.

$$Am = \frac{0,30 * 0,20}{2}$$

$$Am = 0,03 m^2$$

**Perímetro mojado**

**Ecuación 8.**

$$Pm = 2y * \sqrt{1 + Z^2}$$

En este caso se usarán cunetas con factores de pendiente 2:1, en este sentido para el cálculo del perímetro mojado se aplicará la ecuación 8, Z es igual a 2.

$$Pm = 2 * (0,15) * \sqrt{1 + (2)^2}$$

$$Pm = 0,67m^2$$

**Radio hidráulico**

**Ecuación 9.**

$$Rh = \frac{Am}{Pm}$$

Para el cálculo del radio hidráulico se aplicará la ecuación 9.

$$Rh = \frac{0,03}{0,67}$$

$$Rh = 0,044$$

**Velocidad de flujo, en función de coeficiente de Manning**

**Ecuación 10.**

*Velocidad de flujo*

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}$$

**Figura 22.**

*Número de Manning según superficies de concreto*

DESCRIPCION	"n"
TUBOS DE HORMIGON	0.012
Tubos de metal corrugado o tubos en arco:	
a) Simple o revestido	0.024
b) Solera pavimentada	0.019
Tubo de arcilla vitrificada	0.012
Tubo de hierro fundido	0.013
Alcantarilla de ladrillo	0.015
Pavimento asfáltico	0.015
Pavimento de hormigón	0.014
Parterre de césped	0.05
Tierra	0.02
Grava	0.02
Roca	0.035
Areas cultivadas	0.03-0.05
Matorrales espesos	0.07-0.14
Bosques espesos-poca maleza	0.10-0.15
Cursos de agua	
a) Algo de hierba y maleza-poco o nada de matorrales	0.03-0.035
b) Maleza densa	0.035-0.05
c) Algo de maleza-matorrales espesos a los costados	0.05-0.07

*Nota.* Se observa el número de Manning según superficies de concreto. Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003).

**Figura 23.**

*Caudales y velocidades permitidas en pendientes de drenajes*

J%	J	V(m/s)	Q(m3/s)
0.5	0.005	1.027	0.139
1	0.01	1.452	0.196
1.5	0.015	1.778	0.240
2	0.02	2.053	0.277
2.5	0.025	2.296	0.310
3	0.03	2.515	0.339
3.5	0.035	2.716	0.367
4	0.04	2.904	0.392

*Nota.* Se observa los caudales y velocidades permitidas en pendientes de drenajes. Fuente: Vásquez,2021.

El número de Mannig para un canal recubierto de concreto es de 0,014. Se selecciona una pendiente de 2%, en este sentido el factor  $J=0,02$ , para este cálculo se aplicará la ecuación 10.

$$V = \frac{1}{0,014} * (0,044)^{\frac{2}{3}} * 0,02^{\frac{1}{3}}$$

$$V = 2,42 \text{ m/s}$$

### **Caudal de diseño**

#### **Ecuación 11.**

$$Q = A * V$$

Para el cálculo del caudal de diseño se aplicará la ecuación 11.

$$Q = 0,03 * 2.42$$

$$Q = 0,073 \text{ m}^3$$

Para verificar el cálculo del mismo se procede a desarrollar las ecuaciones del método racional para áreas o cuencas pequeñas:

#### **Ecuación 12.**

*Caudal máximo, método racional*

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

De acuerdo a los cálculos del INAMIH, la intensidad de la lluvia puede obedecer a la ecuación 13:

$$I = \frac{K \cdot Id}{t^n}$$

Donde:

T=periodo de retorno en años (10 años)

Id=intensidad diaria

t= tiempo de duración de la lluvia (min), 35 min

K y n constantes de reajuste para cada localidad

### 7.4.1. Periodo de retorno

Por ser una cuenca pequeña se aplicará el método racional, por lo tanto, el periodo de retorno es de 10 años.

### 7.4.2. Tiempo de concentración

**Ecuación 14.**

$$tc = 0,0195 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$$

Donde L es la longitud del canal a diseñar y H es la diferencia de cota entre el inicio y el final a donde descargará el canal.

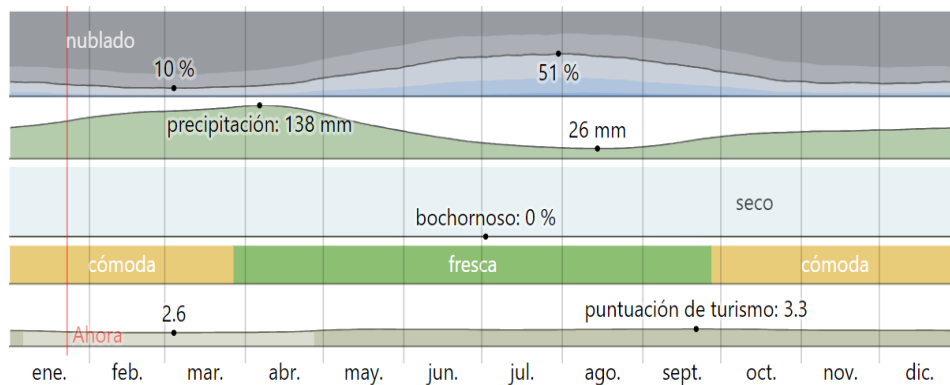
Longitud del canal se tomará 160 m, con un desnivel de 11 m, para este cálculo se aplicará la ecuación 14.

$$tc = 27,21 \text{ min}$$

### 7.4.3. Intensidades

**Figura 24.**

*Variación de intensidad de lluvia anual en Provincia Cotopaxi*



*Nota.* Se observa Variación de intensidad de lluvia anual en Provincia Cotopaxi. Fuente: Weather Spark, (2023).

### Ecuación 15.

*La precipitación máxima de lluvia*

$$Id = \frac{Pmax}{24}$$

Con los datos de precipitación se tiene que en el área la precipitación máxima de lluvia es de 138mm en 24 horas.

$$Id = \frac{138 \text{ mm}}{24 \text{ h}}$$

$$Id = 5.75 \frac{\text{mm}}{\text{h}}$$

### Área de drenaje de la cuneta

Ancho de vía por carril 3.5 m, longitud de vía 115 m, área de vía 805 m<sup>2</sup>, área de pista 1439 m<sup>2</sup>, área del parqueadero 1208 m<sup>2</sup> a dos aguas, área total de la cuenca 0,34 ha.

### 7.4.4. Coeficientes de escorrentía

**Tabla 9.**

*Coeficientes de escorrentías*

<b>COEFICIENTES DE ESCORRENTÍAS</b>	
<b>Por la Topografía</b>	<b>C</b>
Plana con pendientes 0.2 - 0.6 m/km	0.3
Moderada con pendiente de 3.0 - 4.0 m/km	0.2
Colinas con pendiente de 3.0 - 5.0 m/km	0.1
<b>Por Tipo de Suelo</b>	<b>C</b>
Arcilla compactada impermeable	0.1
Combinación de limo y arcilla	0.2
Suelo limo arenoso no muy compactado	0.4
<b>Por la capa vegetal</b>	<b>C</b>
Terrenos cultivados	0.1
Bosques	0.2

*Nota.* Se muestra los coeficientes de escorrentía según la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003). Elaborado por: Los autores



### **Ecuación 16.**

$$Ct = 1 - (C1 + C2 + C3)$$

Para el proyecto de acuerdo a la norma de diseño geométrico de carreteras MOP 2003, se debe calcular la escorrentía como la suma de los factores por tipo de topografía, tipo de suelo y tipo de capa vegetal, en este caso se tiene que para el terreno  $C1=0.3$ ,  $C2=0.4$  y  $C3=0.1$ , con la ecuación 16 se obtuvo que el coeficiente de escorrentía es:

$$Ct = 1 - (0.3 + 0.4 + 0.1)$$

$$Ct=0.2$$

### **Caudal máximo**

Para el cálculo del caudal máximo se aplicará la ecuación 12.

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

$$Q = \frac{0.2 * 138 * 0.34}{360}$$

$$Q = 0,026 m^3$$

Como el caudal máximo calculado es menor que el caudal de diseño, admite que la sección de cuneta para drenaje, funciona.

## **CAPÍTULO VIII**

### **DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

#### **8.1. Método AASTHO**

En este capítulo, se describe el procedimiento para el diseño del pavimento flexible. El diseño de pavimento flexible incluye la superficie de mezclas asfálticas. Este diseño tiene como finalidad determinar los espesores de la estructura basado en las propiedades de los materiales; el período de desempeño de un pavimento debe estar en función de la pérdida de serviciabilidad.

#### **8.2. Factor Regional**

Es una de las variables que se toma en cuenta para el diseño del pavimento flexible. La precipitación como la temperatura, son los elementos climáticos que más influye en la naturaleza y en el comportamiento de la estructura del pavimento.

#### **8.3. Capa de rodadura**

Es la capa superficial la cual estará en contacto con los carros a escala, cumpliendo con requerimientos superficiales y estructurales asegurando durabilidad y evitando formaciones de grietas a corto plazo. Esta capa debe estar regida bajo normativa para el cumplimiento de requerimientos, en este caso se tomarán los valores mínimos ya que el diseño de este pavimento no tendrá que soportar demasiada carga.

#### **8.4. Índice de serviciabilidad**

El índice de serviciabilidad “es el valor que indica el grado de confort que tiene la superficie para el desplazamiento natural y normal de un vehículo” (Coronado, 2002). Es decir, un pavimento en perfecto estado se le asigna un valor de serviciabilidad inicial de 5 (Perfecto); y un pavimento en franco deterioro o con un índice de serviciabilidad final con un valor de 0 (Pésimas condiciones).

Según el Manual Centroamericano para diseño de pavimentos, los valores que se recomiendan son:

- **Serviciabilidad inicial.**

Po = 4.5 para pavimentos rígidos

Po = 4.2 para pavimentos flexibles

- **Serviciabilidad final.**

Pt = 2.5 o más para caminos principales

Pt = 2.0 para caminos de tránsito menor

### **8.5. Confiabilidad**

La confiabilidad es un valor que “se refiere al grado de seguridad ó de que el diseño de la estructura de un pavimento, puede llegar al fin de su período de diseño en buenas condiciones”. (Coronado,2002).

### **8.6. Diseño estructural**

Con la siguiente fórmula de diseño para pavimentos flexibles y sus variables, que intervienen en ella, la cual puede resolverse por medio electrónico de cálculo logrando exactitud y rapidez para la obtención de resultados.

Según el Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos Flexibles la fórmula de diseño del método AASHTO es la siguiente:

$$\log_{10}W_{18} = ZrSo + 9.36\log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32\log_{10}Mr - 8.07$$

Donde:

W<sub>18</sub>= Número de cargas de ejes simples equivalentes de 18 kips (80 kN) calculadas conforme el tránsito vehicular.

$Z_r$  = Es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada para una confiabilidad R.

$S_o$  = Desviación estándar de todas las variables.

$\Delta PSI$  = Pérdida de serviciabilidad.

$M_r$  = Módulo de resiliencia de la subrasante.

SN = Número Estructural

En los pavimentos flexibles mediante la fórmula de diseño se obtiene el número estructural “y en función del mismo se determinan los distintos espesores de las capas que conforman el paquete estructural; el diseño está basado en la identificación del número estructural del pavimento flexible y la cantidad de ejes de carga transitando” (Coronado, 2002).

## 8.7. Cálculo del número estructural

### Índice de serviciabilidad

Es la diferencia entre la serviciabilidad inicial (PSI) (entre 4.2 y 4.5) y la serviciabilidad final (Pt):

**Tabla 10.**

*Índice de serviciabilidad*

<b>Para autopistas</b>	Pt=3.0
<b>Para carreteras de importancia media</b>	Pt= 2.5
<b>Para carreteras de importancia baja</b>	Pt=2.0

*Nota.* Se presenta los valores de la serviciabilidad final (Pt), según la norma AASHTO 1993.

Elaborado por: Los autores.

### Ecuación 17.

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

Para el caculo del índice de serviciabilidad se utilizó la ecuación 17.

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.00$$

## Confiabilidad

**Tabla 11.**

*Valores de confiabilidad*

Clasificación Funcional	Nivel de Confianza Recomendados	
	Urbano	Rural
Interestatal y Autopista	85 - 99,9	80 - 99,9
Arteria Principales	80 - 99	75 - 95
Calles Colectoras	80 - 95	75 - 95
Calles Locales	50 - 80	50 - 80

*Nota.* Se presenta los valores de confiabilidad, según la norma AASHTO 1993. Elaborado por:

Los autores.

### *Valor mínimo escogido*

Calles Locales - Rural= 70

**Tabla 12.**

*Nivel de confianza (Zr)*

Zr Valores para las diferentes relaciones	
Confiabilidad	Zr
99.99	-3.75
99.9	-3.09
99	-2.327
95	-1.645
90	-1.282
80	-0.841
75	-0.674
70	-0.524
50	0

*Nota.* Se presenta los valores de Zr para las diferentes relaciones, según la norma AASHTO 1993.

Elaborado por: Los autores.

*Valor mínimo del Zr de acuerdo a la confiabilidad mínima escogida:*

Zr= -0.524

**Desviación estándar**

Valores de error estándar

Pavimento Rígido → So= 0.30 – 0.40

Pavimento Flexible → So= 0.40 – 0.50

*Valor mínimo escogido*

So= 0.40

**Correlación del Ensayo SPT a CBR**

Según Puentes Jairo, la fórmula que se utilizará para la correlación es una ecuación lineal.

$$CBR(\%) = 0.0986 * SPT + 0.01686$$

Partiendo de la variable conocida SPT obtenida con el tubo partido

**Tabla 13.**

*Correlación datos SPT a CBR para el POZO 1*

<b>Correlación con ecuación lineal POZO 1</b>	
<b>Valores N° de golpes SPT obtenidos en campo</b>	<b>Valores CBR (%) mediante correlación</b>
3,90	1,553
10,58	2,212

*Nota.* Se presenta los valores de CBR (%) a la profundidad de 1 y 2 m, mediante la correlación.

Elaborado por: Los autores.

**- Ecuación lineal aplicada POZO 1**

$$CBR (\%) = 0.0986 * SPT + 1.1686$$

$$CBR (\%) = 0.0986 * 3.90 + 1.1686$$

$$CBR (\%) = 1.553$$

**Tabla 14.**

*Correlación datos SPT a CBR para el POZO 2*

<b>Correlación con ecuación lineal POZO 2</b>	
<b>Valores N° de golpes SPT obtenidos en campo</b>	<b>Valores CBR (%) mediante correlación</b>
3,34	1,498
10,58	2,212

*Nota.* Se presenta los valores de CBR (%) a la profundidad de 1 y 2 m, mediante la correlación.

Elaborado por: Los autores.

**- Ecuación lineal aplicada POZO 2**

$$CB (\%) = 0.0986 * 3.34 + 1.1686$$

$$CBR (\%) = 1.498$$

**Valor escogido para aplicar en el módulo resiliente:**

$$CBR (\%) = 1.498$$

**Módulo resiliente de bases, subbases y subrasante**

Para calcular el módulo resiliente a partir del CBR obtenido se tiene la expresión:

$$MR = 1500 (CBR) \text{ ----- } CBR < 10\% (PSI)$$

$$MR = 2555(CBR)^{0.64} \text{ ----- } 10\% < CBR < 20\% (PSI)$$

$$MR = 4326 * \ln (CBR) + 241 \text{ ----- } \text{Suelos granulares (PSI)}$$

**- El valor obtenido del CBR es < 10%, por lo tanto, utilizamos la siguiente fórmula:**

$$MR = 1500 * CBR$$

$$MR = 1500 * 1.498$$

$$MR = 2247 PSI$$

## 8.8. Determinación de espesores por capa

**Figura 25.**

*Coefficientes estructurales (a)*

COEFICIENTE DE CAPAS		
DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO		
CLASE DE MATERIAL	NORMAS	COEFICIENTE (CM)
CAPA DE SUPERFICIE		
CONCRETO ASFALTICO	ESTABILIDAD DE MARSHALL 1000 - 1800 LBS	0.134 - 0.173
ARENA ASFALTICA	ESTABILIDAD DE MARSHALL 500 - 600 LBS	0.079 - 0.118
CARPETA BITUMINOSA MEZCLADA EN EL CAMINO	ESTABILIDAD DE MARSHALL 300 - 600 LBS	0.059 - 0.098
CAPA DE BASE		
AGREGADOS TRITURADOS GRADUADOS UNIFORMEMENTE	P.I. 0 - 4, CBR > 100%	0.047 - 0.056
GRAVA GRADUADA UNIFORMEMENTE	P.I. 0 - 4, CBR 30 - 60%	0.028 - 0.051
CONCRETO ASFALTICO	ESTABILIDAD DE MARSHALL 1000 - 1600 LBS	0.098 - 0.138
ARENA ASFALTICA	ESTABILIDAD DE MARSHALL 500 - 600 LBS	0.059 - 0.098
AGREGADO GRUESO ESTABILIZADO CON CEMENTO	RESISTENCIA A LA COMPRESION 28 - 46 kg/cm <sup>2</sup>	0.079 - 0.139
AGREGADO GRUESO ESTABILIZADO CON CAL	RESISTENCIA A LA COMPRESION 7 kg/cm <sup>2</sup>	0.089 - 0.119
SUELO - CEMENTO	RESISTENCIA A LA COMPRESION 18 - 32 kg/cm <sup>2</sup>	0.047 - 0.079
CAPA DE SUB - BASE		
ARENA - GRAVA, GRADUADA UNIFORMEMENTE	P.I. 0 - 6, CBR 30%	0.032 - 0.043
SUELO - CEMENTO	RESISTENCIA A LA COMPRESION 18 - 22 kg/cm <sup>2</sup>	0.025 - 0.071
SUELO - CAL	RESISTENCIA A LA COMPRESION 8 kg/cm <sup>2</sup>	0.059 - 0.071
MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE		
ARENA O SUELO SELECCIONADO	P.I. 0 - 10	0.020 - 0.025
SUELO CON CAL	3% MINIMO DE CAL EN PESO DE LOS SUELOS	0.028 - 0.029
TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO		
TRIPLE RIEGO	* USAR ESTOS VALORES PARA LOS DIFERENTES	* 0.40
DOBLE RIEGO	TIPOS DE TRATAMIENTOS BITUMINOSOS, SIN	* 0.25
SIMPLE RIEGO	CALCULAR ESPESORES	* 0.15

*Nota.* Se indica los coeficientes estructurales (a). Fuente: Materia Diseño estructural de carreteras, P61.

**Figura 26.**

*Coefficientes de drenaje (m)*

Calidad de Drenaje		Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad cercana a saturación			
Condición	Tiempo evacuación	Mayor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 25%
Excelente	2 horas	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.2
Bueno	1 día	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.0
Regular	1 semana	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.8
Malo	1 mes	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.6
Muy malo	No drena	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.4

En función del tipo de drenaje ←

→ Meses que drena  
Meses año

*Nota.* Se indica los coeficientes de drenaje (m). Fuente: Materia Diseño estructural de carreteras, P61.



**Figura 27.**

*Espesores mínimos: Criterio multicapa*

Ejes W8.2	Capas Asfálticas (mm)	Capa Base (mm)
Menos de 50,000	30	100
50,001 – 150,000	60	100
150,001 – 500,000	75	100
500,001 – 2'000,000	90	150
2'000,001 – 7'000,000	100	150
Mayor que 7'000,000	120	150

*Nota.* Se indica los espesores mínimos para criterio de multicapa. Fuente: Materia Diseño estructural de carreteras, P61.

### **Criterio de estabilidad y posibilidad de construcción**

Proceso iterativo hasta obtener un número estructural (SN) mayor o igual que el número estructural (SN) requerido por la estructura.

$$SN = a1 * D1 + a2 + D2 * m1 + a3 * D3 * m2 + a4 * D4 * m3 \rightarrow EQ1$$

**Tabla 15.**

*Procedimiento de cálculo para la obtención del SN*

Capas	Coeficientes		Espesores	SN
	Estructural	Drenaje	hi (cm)	
Capa de asfalto	a1		D1	a1*D1
Base	a2	m1	D2	a2*m1*D2
Subbase	a3	m2	D3	a3*m2*D3
Mejoramiento	a4	m3	D4	a4*m3*D4
			<b>SN (Total)</b>	<b>EQ1</b>

*Nota.* Se observa el criterio de estabilidad y posibilidad de construcción, basándose en la Materia Diseño estructural de carreteras, P61. Elaborado: Por los autores.

**Procedimiento de cálculo:**

**Tabla 16.**

*Cálculo del número estructural*

Capas	Coeficientes		Espesores	SN
	Estructural	Drenaje	hi (cm)	
Capa de asfalto	0.059		3	0.177
Base	0.065	1	10	0.65
Subbase	0.035	1	35	1.23
Mejoramiento	0.024	1	35	0.84
<b>SN (Total)</b>				<b>2.892</b>

*Nota.* Se observa el valor del número estructural calculado. Elaborado: Por los autores.

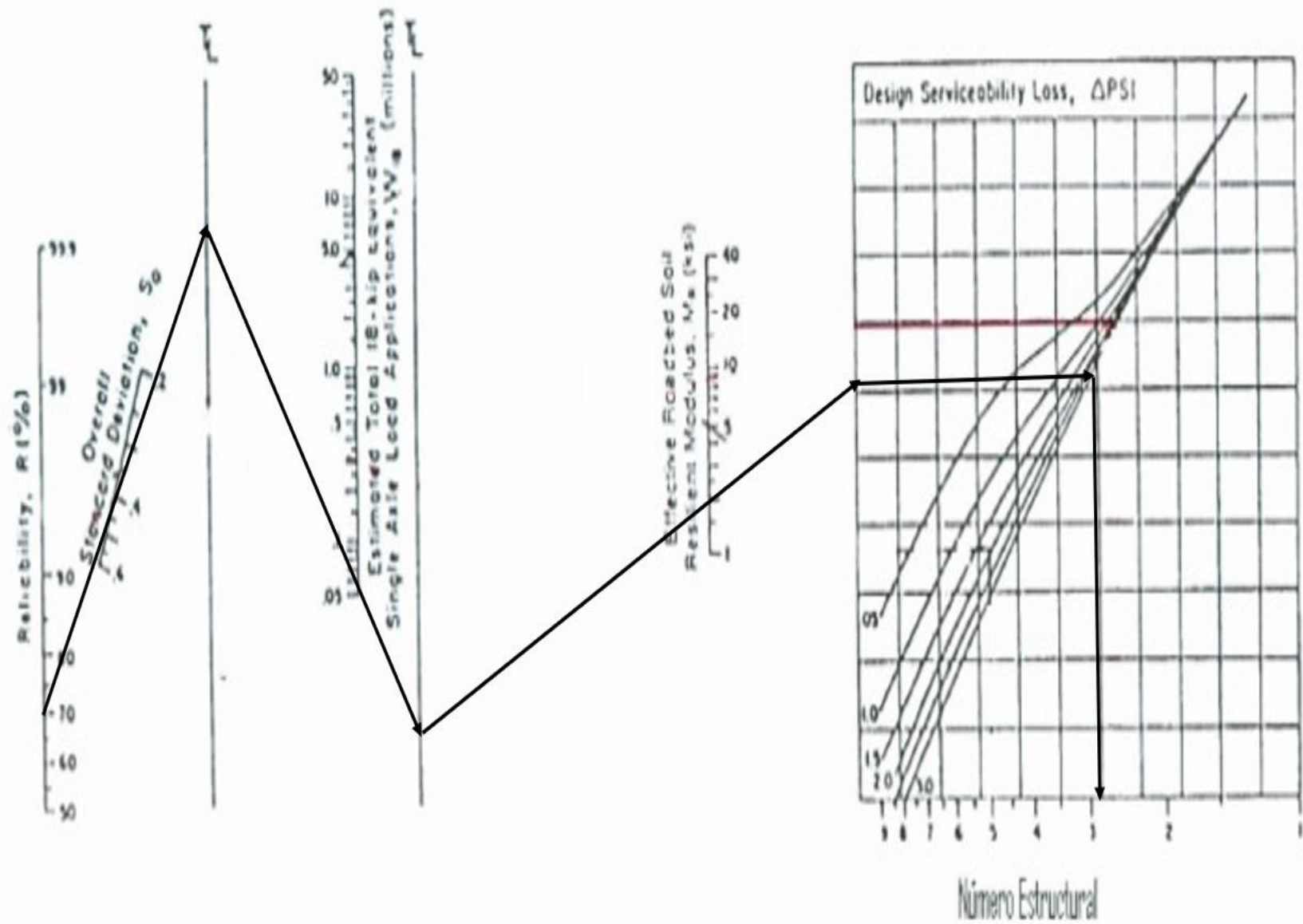
**Comprobación con el programa cálculo de las ecuaciones AASHTO 1993**

**Figura 28.**

*Número estructural requerido*

*Nota.* Se muestra el valor del número estructural requerido de acuerdo al Cálculo de las ecuaciones AASHTO 93 (2.0). Elaborado por: Los autores.

**Comprobación con el nomograma AASHTO 93 para el cálculo del número estructural requerido.**



Nota. Se observa el valor del número estructural requerido obtenido del nomograma AASHTO 93. Elaborado por: Los autores.

## 8.9. Cálculo de volúmenes de obra

**Tabla 17.**

*Volúmenes de obra del pavimento flexible*

<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
1	Longitud de la pista	m	45.50
2	Ancho de la pista	m	26.50
3	Espesor de mejoramiento	m	0.35
4	Espesor de la sub-base	m	0.35
5	Espesor de la base	m	0.10
6	Espesor de la carpeta asfáltica	m	0.03
7	Volumen de corte	m3	620.00
8	Volumen de relleno	m3	480.00
9	Volumen de material mejoramiento	m3	422.01
10	Volumen de material sub-base	m3	422.01
11	Volumen de material base	m3	120.58
12	Volumen de la carpeta asfáltica	m3	36.17

*Nota.* Se muestra las características y cantidades de obra del pavimento flexible. Elaborado: Por los autores.

## **CAPÍTULO IX**

### **SEÑALIZACIÓN**

Este proyecto se conformará con las señalizaciones de tránsito de información y prevención que son utilizadas en vías públicas que nos indican la siguiente información:

- Entrada y salida de vehículos
- Altitud máxima permitida
- Cruces peatonales
- Sentido de tránsito
- Bordillos y topes
- Divisiones entre cada estacionamiento y numeración
- Señaléticas preferenciales

#### **9.1. Señalización vertical**

Para la identificación de la señalización se debe cumplir las especificaciones que indica la norma NTE INEN 004-1: 2011:

- La altura en zona rural, la señalización debe ubicarse en un lugar visible bajo la iluminación de los faros de los vehículos que circulan por la noche. La altura mínima debe ser 2 m desde la superficie de la calzada hasta el borde inferior de la señalética.
- Todas las señales regulatorias deben acatarse a los parámetros de retroreflectividad
- La colocación lateral en zona rural, la señalización debe tener como mínimo una distancia libre de 60 cm del borde o filo exterior de la berma o espaldón.

#### **9.2. Señalización horizontal**

Para la identificación de la señalización se debe cumplir las especificaciones que indica la norma NTE INEN 004-2: 2011:

- Este tipo de señalización entregará una advertencia a través de líneas, símbolos y leyendas los cuales están ubicados sobre la superficie de la vía.
- El tamaño, colores y forma deben atraer la atención de los usuarios.
- La señalización debe ser colocada de tal manera que los usuarios capten oportunamente, para que tengan facilidad y tiempo de leerla y realizar la maniobra apropiada

### **9.3 Símbolos y leyendas**

Según la Norma RTE INEN 004-1:2011, el sistema de codificación que se usa para los símbolos y leyendas son las siguientes:

- Una letra de identificación de la señal
- Un número que indique la serie o grupo de señales
- Un numero de la señal dentro de la serie o grupo
- La letra R indica señales regulatorias
- La letra P indica señales preventivas
- La letra I indica señales informativas
- Las siglas SR indican señales de riesgo

- **Símbolos para señalización vertical**

- **PARE:**

Se coloca en las aproximaciones a las intersecciones donde una de las vías tiene preferencia con relación a otra y el vehículo se obliga a detenerse antes de ingresar a la intersección.

**Figura 29.**

*Señalética pare*



*Nota.* Se observa la señalética PARE. Fuente: RTE INEN 004-1:2011

- **UNA VÍA IZQUIERDA/DERECHA:**

Esta señalización obliga al conductor a circular en la dirección que señalan las flechas.

**Figura 30.**

*Señalética una vía*



*Nota.* Se observa la señalética UNA VÍA. Fuente: RTE INEN 004-1:2011

- **DOBLE VÍA:**

Esta señalización se debe ubicar al comienzo y en las intersecciones donde la vía circulara en doble sentido.

**Figura 31.**

*Señalética doble vía*



*Nota.* Se observa la señalética DOBLE VÍA. Fuente: RTE INEN 004-1:2011

- **NO ENTRE:**

Esta señalización se debe colocar donde el conductor pueda entender con facilidad que entrada no permite su acceso.

**Figura 32.**

*Señalética no entre*



*Nota.* Se observa la señalética NO ENTRE. Fuente: RTE INEN 004-1:2011

- **Símbolos para señalización horizontal**

- **ESTACIONAMIENTO RESERVADO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDADES:**

Esta señalización indica que la zona de parqueo es exclusiva para personas con discapacidad.

**Figura 33.**

*Señalética estacionamiento preferencial*



*Nota.* Se observa la señalética ESTACIONAMIENTO PREFERENCIAL. Fuente: RTE INEN 004-2:2011

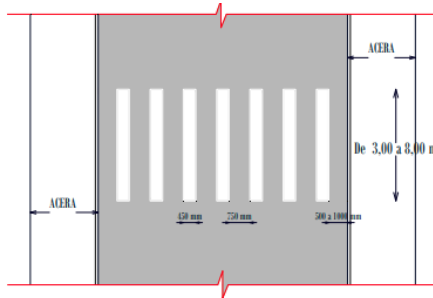


- **CRUCE CEBRA:**

Esta señalización delimita un tramo de calzada donde los peatones tienen preferencia de paso de forma exclusiva.

**Figura 34.**

*Señalética cruce peatonal*



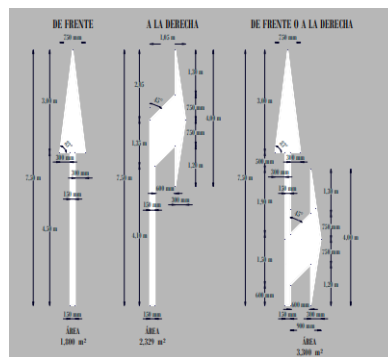
*Nota.* Se observa la señalética CRUCE PEATONAL. Fuente: RTE INEN 004-2:2011

- **FLECHAS:**

Esta señalización que se encuentra en la calzada guía e informa a los conductores la dirección que deben seguir los vehículos obligatoriamente.

**Figura 35.**

*Señalética flechas*



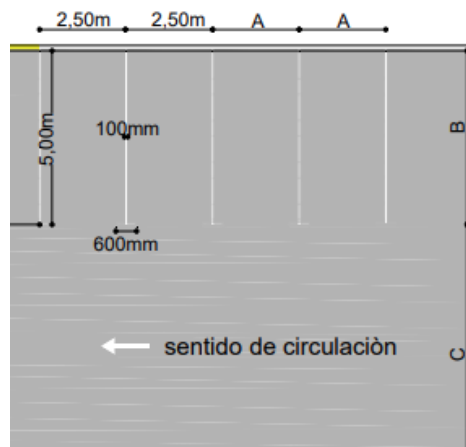
*Nota.* Se observa la señalética de las FLECHAS que puede presentar la calzada. Fuente: RTE INEN 004-2:2011

## - LÍNEAS DE ESTACIONAMIENTO:

Los estacionamientos deben ser limitados con líneas de color blanco con un ancho mínimo de 10 cm, de 60 cm pintados y 90 cm sin pintar, el largo mínimo para el estacionamiento es de 5 m y el ancho mínimo de 2.50 m.

### Figura 36.

*Señalética líneas de estacionamiento*



*Nota.* Se observa la señalética de las LÍNEAS DE ESTACIONAMIENTO. Fuente: RTE INEN 004-2:2011

## 9.4. Reductores de velocidad

El objetivo es reducir la velocidad de los vehículos y resguardar el paso de los peatones en zonas específicas y deben cumplir las siguientes especificaciones:

- Ancho mínimo de paso peatonal 3.00 m
- Altura mínima con respecto a la calzada 10 cm y máxima 18 cm
- Ancho mínimo de la rampa de ingreso y salida 1.50 m
- El largo depende del ancho de la calzada

## **9.5. Materiales a emplearse en la señalización**

- **Para la señalización horizontal**

Según la norma RTE INEN 004-2:2011, los materiales son aplicados en capas delgadas, como pinturas, materiales plásticos, epóxicos, termoplásticos entre otros, sus características mínimas debe ser pintura de tráfico acrílicas con microesferas.

- **Espesores para su aplicación:**

Mínimo ZONA URBANA: 300 (micras en seco)

Mínimo ZONA RURAL: 250 (micras en seco)

- **Para la señalización vertical**

Según la norma RTE INEN 004-1:2011, para los delineadores flexibles y semiflexibles el parante será fabricado por una mezcla uniforme de homopolímero de cloruro de vinilo o poliéster reforzado con fibra de vidrio, y con estabilizaciones frente a la acción de los rayos ultravioleta. Los parantes deben responder con seguridad en caso de una colisión,

Las láminas deben ser de aluminio anodizado de mínimo 2 mm de espesor, anclado al parante.

Los materiales de esta señalización deben cumplir las normas de Acero ASTM A-36: Aluminio estructural aleación 6082 y la lámina retroreflectiva de la norma ASTM D 4956.

Se muestran los planos de la ubicación de la señalética en el terreno (Ver anexo 25).

# CAPÍTULO X

## EVALUACIÓN AMBIENTAL

### 10.1. Área de influencia socioeconómica

Para este proyecto se deberá tomar en cuenta la presencia de la población del predio en estudio, la densidad demográfica, el uso del suelo y la disponibilidad que esta tiene para una adecuada ejecución de obra vial.

- **Ubicación del proyecto**

Este proyecto se ejecutará en el barrio “Ilinchisi”, Parroquia 11 de noviembre, Av. 10 de agosto, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

#### **Figura 37.**

*Ubicación del proyecto*



*Nota.* La línea amarilla corresponde al área del terreno 4995.93 m<sup>2</sup> en el cual se realizará el diseño vial de la pista de automodelismo. Elaborado por: Los autores, a través del Google Earth Pro.

## **10.2. Caracterización ambiental**

- **Sistemas: abióticos y bióticos**

### **Sistemas abióticos**

- **Agua** es uno de los principales sistemas que los habitantes del barrio “Ilinchisi” hacen uso, pero al no tener cuerpos hídricos o ductos no se verían afectados relativamente.

- **Suelo** la afectación será mínima ya que el volumen retirado del proyecto será colocado en una escombrera del distrito y de ser necesario se hará un control de polvo por medio de tanquero de agua.

- **Aire** Hay poca probabilidad que los habitantes de este sector puedan verse afectados, ya que, se pudo observar que sus viviendas están a una considerable distancia del área del proyecto, sin embargo, no se descarta una mínima afectación por las partículas disueltas en el ambiente (transporte de material, movimiento de suelo, generación de CO<sub>2</sub>).

### **Sistemas bióticos**

- **Flora y fauna**

Habrá una considerable afectación que se inclina más a la flora, ya que, habrá partículas disueltas en el ambiente; del movimiento del suelo, generación de CO<sub>2</sub> y la movilización del transporte que llevará el material.

No habrá afectación refiriéndose a la fauna, debido a que, hay carencia de fauna en el área del proyecto y sus alrededores.

## **10.3. Evaluación de impactos ambientales**

La evaluación de impacto ambiental nos da a conocer la dimensión del daño que produce la actividad del ser humano en el área del proyecto, por lo tanto, este proyecto se basará en

sistémica técnicos, con la finalidad, de conocer en qué grado y porcentaje estos llegaran afectar el medio ambiente.

### 10.3.1. Matriz de Leopold

La matriz de Leopold está constituida por las actividades que pueden causar impactos ambientales, la cual esta representadas en columnas y filas, tomando en cuenta la Magnitud y la Importancia que puede ocasionar.

**Tabla 18.**

*Valores de magnitud e importancia de impacto ambiental*

Intensidad	MAGNITUD		IMPORTANCIA		
	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1 1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	-2 2	Media	Puntual	2
Baja	Media	-3 3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	-4 4	Temporal	Local	4
Media	Media	-5 5	Media	Local	5
Media	Media	-6 6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	-7 7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	-8 8	Media	Regional	8
Alta	Alta	-9 9	Permanente	Regional	9
Muy alta	Alta	-10 10	Permanente	Nacional	10

*Nota.* Se presenta los valores a escoger de la Magnitud e Importancia del impacto ambiental según la Evaluación de impacto ambiental de proyectos de desarrollo, 2014. Elaborado por: Los autores.

**Tabla 19.**

*Matriz de Leopold*

MATRIZ DE LEOPOLD DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO EN FASE DE CONSTRUCCIÓN																			
COMPONENTES		FACTORES AMBIENTALES	MITIGACIÓN DE IMPACTOS				DESECHOS SÓLIDOS	SOCIALIZACIÓN		CONTINGENCIAS		MONITOREO Y SEGUIMIENTO		PROMEDIOS POSITIVOS	PROMEDIOS NEGATIVOS	PROMEDIOS ARITMÉTICOS	IMPACTOS POR SUB-COMPONENTE	IMPACTOS POR COMPONENTE	IMPACTO TOTAL DEL PROYECTO
			Plan de Implementación de la Infraestructura	Plan de Manejo de Mantenimiento de Equipos y Maquinaria	Plan de Manejo Y polvos y Transporte de Materiales	Plan de Prevención Contra la Contaminación del Agua y Suelo	Plan de Manejo de Desechos Sólidos y Líquidos	Plan de Capacitación a Técnicos, Obreros y Población Comunitaria	Plan de Manejo de Contingencia	Plan de Manejo de Combustibles	Plan de Seguimiento	Plan de Monitoreo							
SISTEMAS ABIÓTICOS	AGUA	Agua superficial		-2	-1	-1	-1		-1		-2	-1	-2		8	-15	-15	-77	-68
				2	2	1	1		1		1	2	1						
	SUELO	Erosión	-3	-1	-2	-2	-1				-2				6	-20			
			2	1	2	2	1				2								
	AIRE	Asentamientos	-1	-2	-2	-2	-1			-1	-1				7	-12	-32		
			1	1	2	1	1			1	1								
	Calidad de aire		-2	-1	-1	-1		-1		-2		-1		7	-11	-30			
		2	1	1	1	1		1		1	1	1							
	Ruido y vibración	-1	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1		10	-19				
		1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1							
SISTEMAS BIÓTICOS	FLORA	Productos Agrícolas		-1	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1				8	-11	-11	-17	
			1	1	1	1	1	1	2	1	1								
	FAUNA	Fauna terrestre	-1	-1	-1	-1	-1		-1						6	-6	-6		
			1	1	1	1	1		1										
FACTORES SOCIOECONÓMICOS	SOCIAL	Calidad de vida						2	2	1	1			4		8			
								1	2	1	1								
		Generación de empleo	2					3	2			2	2	5		16	26	26	
			1					2	2			1	1						
Uso del suelo	1	1	-1			-1							3	1	2				
	1	1	1			1													
PROMEDIOS POSITIVOS			2	1	1			2	2	1	1	1	1	12					
PROMEDIOS NEGATIVOS			4	7	7	7	8	2	5	2	6	2	3		53				
PROMEDIOS ARITMÉTICOS			-6	-16	-16	-11	-8	6	0	-1	-13	-1	-2			-68			

*Nota.* Se observa la Matriz de Leopold con los valores de magnitud e Importancia del impacto ambiental según la Evaluación de impacto ambiental de proyectos de desarrollo, 2014. Elaborado por: Los autores, a través del programa EXCEL 2021.

## 10.4. Plan de manejo ambiental

### 10.4.1. Plan de prevención, mitigación y remediación de impactos

**Tabla 20.**

*Prevención del suelo, aire y agua*

<b>PROGRAMA DE PREVENCIÓN EN EL SUELO</b>				
<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>
Descombrar, desbosque, despeje y limpieza	Perdida transitoria de la capa vegetal	Antes de finalizar el proyecto, se plantarán árboles y plantas	Limpieza total del área de proyecto	Fotografías y facturas

<b>PROGRAMA DE PREVENCIÓN EN EL AIRE</b>				
<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>
Generación de polvo, ruido, vibraciones, por las excavaciones, movimiento y retiro del suelo	Generación de polvo	Humedecer el área del proyecto con la ayuda de un tanquero de agua	Colocación de agua 3 veces al día	Fotografías y facturas

<b>PROGRAMA DE PREVENCIÓN EN EL AGUA</b>				
<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>
Contaminación del agua por el desbroce	Contaminación transitoria del agua	Tomar conciencia de las consecuencias de la contaminación del agua	Charlas de concientización	Fotografías y facturas

*Nota.* Se presenta el programa de prevención para el agua, aire y suelo. Elaborado por: Los autores.



#### **10.4.2. Seguimiento y monitoreo**

El seguimiento y monitoreo se deberá realizar en las fases tanto de construcción como en la etapa de funcionamiento, sus principales impactos serán tanto en la calidad de aire como de agua, en las diferentes actividades que se ejecutaran en este proyecto, será el material particulado en suspensión resultante de las actividades de movimiento de suelos, movilización del transporte que llevara el material, maquinaria pesada que se usará en la ejecución del proyecto.

##### **Monitoreo del Ruido Ambiente**

Se deberá realizar mediciones del ruido ambiental con el fin de llevar un control de operaciones y en caso de reportarse incrementos en estos niveles se tomará las acciones correspondientes.

##### **Seguimiento Ambiental**

El seguimiento ambiental tiene como finalidad garantizar las variables ambientales relevantes y el cumplimiento del plan de manejo ambiental propuesto. Mediante la evaluación de impacto ambiental se determinó los componentes y procesos físicos, bióticos, socioeconómicos que serán afectados durante la ejecución de este proyecto. La evaluación de impacto ambiental da una solución para tomar las medidas correspondientes que permitan prevenir, mitigar, reparar y contrarrestar dichos impactos.

Con el resultado de la matriz de Leopold podemos concluir que el impacto ambiental en el proyecto a ejecutarse no tendrá una mayor afectación tanto en la población como en la fauna y en la flora.

# CAPÍTULO XI

## PRESUPUESTO

### 11.1. Presupuesto referencial

Es la cuantificación total económica de los costos directos e indirectos de los rubros que intervienen en la ejecución del proyecto. Para elaborar el presupuesto referencial del proyecto se tomará en cuenta lo siguiente:

- Analizar los conceptos que intervengan en la elaboración del proyecto.
- Con los diferentes análisis realizados que intervienen en la futura construcción de la obra, definir las cantidades de obra con su respectiva unidad.
- Se obtendrá el valor total referencial por cada rubro creado dentro del presupuesto.

A continuación, se presenta el presupuesto referencial para la ejecución del proyecto diseño vial e implementación de una pista de automodelismo en el barrio “Ilinchisi”, parroquia 11 de Noviembre, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Para este ítem se facilitó los precios unitarios de la Revista de la Construcción realizado por la Cámara de la Industria de la Construcción (CAMICON).

Mediante en el programa EXCEL 2021 se realizó el presupuesto referencial.

**Tabla 21.***Presupuesto referencial*

N°	RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL
1	CERRAMIENTO CON MAMPOSTERÍA DE BLOQUE	PERÍMETRO DEL TERRENO	m	350.50	106.23	37233.62
2	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	TODO EL TERRENO	m2	4995.93	2.00	9991.86
3	DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO	TODO EL TERRENO	m2	4995.93	1.52	7593.81
4	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICACIÓN INCLUIDO MAQUINARIA	TODO EL TERRENO	m3	5300.00	3.14	16642.00
5	RELLENO COMPACTADO CON SUELO NATURAL	TODO EL TERRENO	m3	5300.00	7.83	41499.00
6	LASTRE CRIB. 5" PEÑA - PARA MEJORAMIENTO 4" (100mm)	PISTA Y PARQUEADERO	m3	863.01	4.46	3849.04
7	SUB-BASE CLASE III. EQUIPO: CAMIÓN CISTERNA, MOTONIVELADORA Y RODILLO	PISTA Y PARQUEADERO	m3	863.01	19.44	16776.96
8	BASE CLASE II. EQUIPO: CAMIÓN CISTERNA, MOTONIVELADORA Y RODILLO	PISTA Y PARQUEADERO	m3	246.58	19.43	4790.95
9	CARPETA ASFÁLTICA ESPESOR = 3 cm	PISTA	m2	1205.75	9.20	11092.90
10	ADOQUINADO PEATONAL TIPO HEXAGONAL E=6.5 cm NATURAL IN. CAMA DE ARENA H=5cm	PARQUEADERO	m2	1208.00	16.23	19605.84
11	SUMIDEROS	TODO EL TERRENO	u	7.00	153.33	1073.31
12	CAJAS DE REVISIÓN 60x60x75cm	TODO EL TERRENO	u	3.00	110.00	330.00
13	CANALIZACIÓN E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC Ø 250mm	TODO EL TERRENO	m	287.00	16.18	4643.66
14	CUNETAS	TODO EL TERRENO	m	230.00	43.63	10034.90
15	SEÑALIZACIÓN VERTICAL LETREROS DE 0.60x0.60m	PARQUEADERO PISTA Y	u	6.00	87.56	525.36
16	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL (PINTURA BLANCA Y AMARILLA)	PARQUEADERO	m	350.00	2.20	770.00
					<b>TOTAL</b>	<b>186453.2096</b>

*Nota.* Se presenta el presupuesto referencial del proyecto. Elaborado por: Los autores.



### **11.3. Ruta crítica**

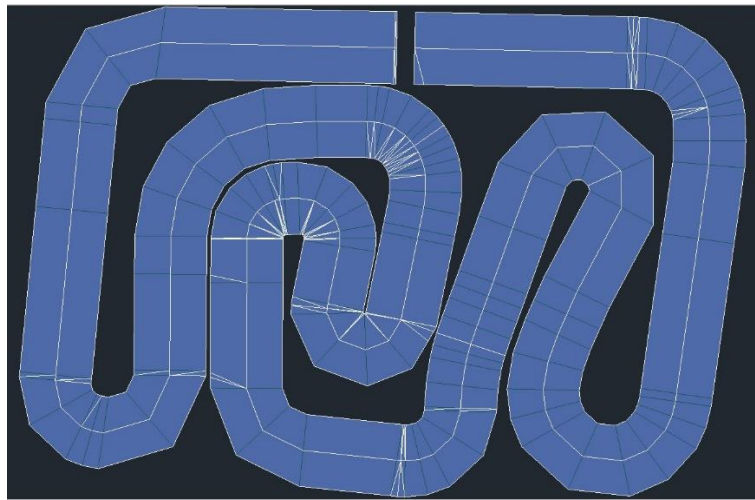
Método para calcular la planificación de un proyecto, el tiempo que se determinará para la ejecución de la obra y de esa manera optimizar los costos basándose en los rubros establecidos en el presupuesto referencial, es decir la ruta crítica es una sucesión ordenada de actividades que parte del cronograma valorado y están relacionadas entre sí e indica el plazo que tiene el proyecto para desarrollarse. (Ver anexo 26).

#### 11.4. Resultados

Habilitación de la pista de automodelismo.

#### Figura 38.

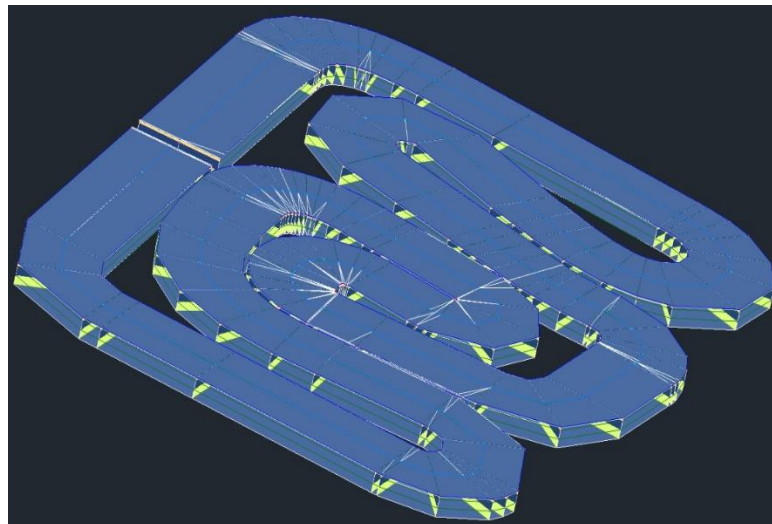
*Vista en planta de la pista*



*Nota.* Se presenta la vista en planta de la pista de automodelismo. Fuente: CIVIL 3D.

#### Figura 39.

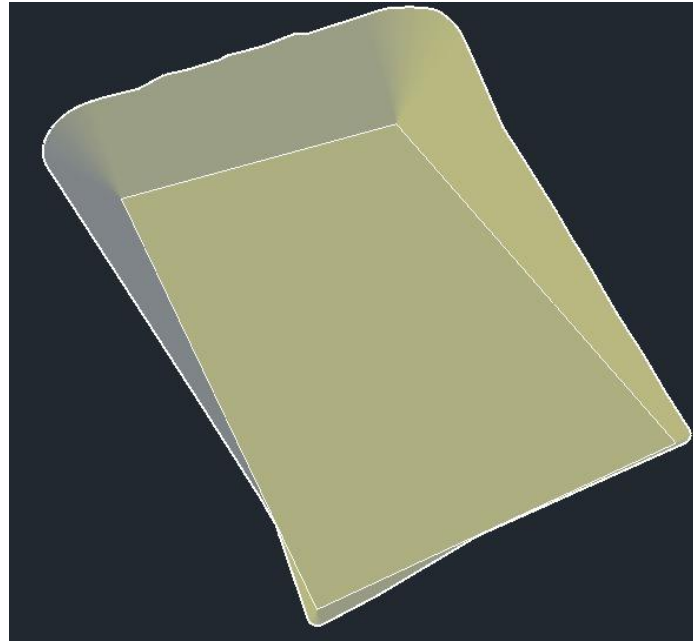
*Vista en 3D de la pista*



*Nota.* Se presenta la vista en 3D de la pista de automodelismo. Fuente: CIVIL 3D.

**Figura 40.**

*Vista en 3D del parqueadero*



*Nota.* Se presenta la vista en 3D del parqueadero. Fuente: CIVIL 3D.

**Figura 41.**

*Cuadros del alineamiento de la pista*

Curve Table: Alignments					
Curve #	Radius	Length	Chord Direction	Start Point	End Point
C1	3.45	2.19	S69° 13' 23.23"E	(757563.17,9899083.13)	(757565.19,9899082.36)
C2	3.96	2.11	S35° 45' 21.82"E	(757565.19,9899082.36)	(757566.41,9899080.67)
C3	3.96	1.08	S12° 38' 27.37"E	(757566.41,9899080.67)	(757566.64,9899079.62)
C4	15.44	2.65	S0° 06' 27.70"W	(757566.64,9899079.62)	(757566.64,9899076.97)
C5	4.37	1.71	S19° 14' 30.74"W	(757564.79,9899063.88)	(757564.23,9899062.27)
C6	3.58	2.99	S54° 21' 12.99"W	(757564.23,9899062.27)	(757561.87,9899060.58)
C7	3.58	4.53	N65° 31' 38.89"W	(757561.87,9899060.58)	(757558.02,9899062.34)
C8	4.17	2.28	N14° 15' 56.10"W	(757558.02,9899062.34)	(757557.46,9899064.52)
C9	9.35	3.17	N14° 56' 30.01"E	(757557.46,9899064.52)	(757558.27,9899067.57)
C10	2.61	4.21	N24° 29' 54.48"W	(757561.81,9899074.59)	(757560.25,9899078.02)
C11	2.67	4.15	S64° 56' 48.07"W	(757560.25,9899078.02)	(757556.86,9899076.44)
C12	353.21	6.35	S20° 00' 27.43"W	(757556.86,9899076.44)	(757554.69,9899070.47)
C13	79.21	1.63	S20° 04' 55.57"W	(757554.69,9899070.47)	(757554.13,9899068.94)
C14	51.88	2.01	S19° 33' 36.90"W	(757554.13,9899068.94)	(757553.45,9899067.04)
C15	8.86	1.14	S14° 46' 27.04"W	(757553.45,9899067.04)	(757553.16,9899065.94)
C16	15.26	2.45	S6° 29' 56.45"W	(757553.16,9899065.94)	(757552.89,9899063.51)
C17	2.78	2.96	S32° 08' 41.12"W	(757552.89,9899063.51)	(757551.38,9899060.94)
C18	3.30	1.62	S76° 46' 53.38"W	(757551.38,9899060.94)	(757549.82,9899060.57)
C19	3.04	0.48	N84° 39' 29.22"W	(757549.82,9899060.57)	(757549.34,9899060.62)
C20	3.41	5.11	N42° 26' 12.87"W	(757544.16,9899061.16)	(757541.03,9899064.58)

Curve Table: Alignments					
Curve #	Radius	Length	Chord Direction	Start Point	End Point
C1	3.45	2.19	S69° 13' 23.23"E	(757563.17,9899083.13)	(757565.19,9899082.36)
C2	3.96	2.11	S35° 45' 21.82"E	(757565.19,9899082.36)	(757566.41,9899080.67)
C3	3.96	1.08	S12° 38' 27.37"E	(757566.41,9899080.67)	(757566.64,9899079.62)
C4	15.44	2.65	S0° 06' 27.70"W	(757566.64,9899079.62)	(757566.64,9899076.97)
C5	4.37	1.71	S19° 14' 30.74"W	(757564.79,9899063.88)	(757564.23,9899062.27)
C6	3.58	2.99	S54° 21' 12.99"W	(757564.23,9899062.27)	(757561.87,9899060.58)
C7	3.58	4.53	N65° 31' 38.89"W	(757561.87,9899060.58)	(757558.02,9899062.34)
C8	4.17	2.28	N14° 15' 56.10"W	(757558.02,9899062.34)	(757557.46,9899064.52)
C9	9.35	3.17	N14° 56' 30.01"E	(757557.46,9899064.52)	(757558.27,9899067.57)
C10	2.61	4.21	N24° 29' 54.48"W	(757561.81,9899074.59)	(757560.25,9899078.02)
C11	2.67	4.15	S64° 56' 48.07"W	(757560.25,9899078.02)	(757556.86,9899076.44)
C12	353.21	6.35	S20° 00' 27.43"W	(757556.86,9899076.44)	(757554.69,9899070.47)
C13	79.21	1.63	S20° 04' 55.57"W	(757554.69,9899070.47)	(757554.13,9899068.94)
C14	51.88	2.01	S19° 33' 36.90"W	(757554.13,9899068.94)	(757553.45,9899067.04)
C15	8.86	1.14	S14° 46' 27.04"W	(757553.45,9899067.04)	(757553.16,9899065.94)
C16	15.26	2.45	S6° 29' 56.45"W	(757553.16,9899065.94)	(757552.89,9899063.51)
C17	2.78	2.96	S32° 08' 41.12"W	(757552.88,9899063.33)	(757551.38,9899060.94)
C18	3.30	1.62	S76° 46' 53.38"W	(757551.38,9899060.94)	(757549.82,9899060.57)
C19	3.04	0.48	N84° 39' 29.22"W	(757549.82,9899060.57)	(757549.34,9899060.62)
C20	3.41	5.11	N42° 26' 12.87"W	(757544.16,9899061.16)	(757541.03,9899064.58)

Curve Table: Alignments					
Curve #	Radius	Length	Chord Direction	Start Point	End Point
C41	2.58	3.13	N29° 18' 07.16"W	(757531.87,9899062.48)	(757530.43,9899065.04)
C42	3.87	6.22	N51° 35' 15.91"E	(757531.90,9899080.27)	(757536.27,9899083.73)
C43	25.66	0.61	S88° 04' 49.60"E	(757562.11,9899083.17)	(757562.72,9899083.15)

*Nota.* Se muestra los cuadros del alineamiento de la Pista. Fuente: CIVIL 3D.



## CONCLUSIONES

Para el levantamiento topográfico se utilizó la estación total TOPCON la cual generó una topografía ondulada la misma que trabajó con coordenadas UTM-WGS 84 ZONA 17 SUR, obteniendo como resultado un área total de 4995.93 m<sup>2</sup> y una elevación 3028.53 m.s.n.m.

El área en estudio se distribuirá en locales con un área de 90 m<sup>2</sup>, para los parqueaderos con un área de 1208 m<sup>2</sup> que contará con 6 espacios preferenciales de 3,00 m de ancho por 5,00 m de longitud, 31 espacios para vehículos normales de 2,50 m de ancho por 5,00 m longitud y 15 espacios para motocicletas de 1,00 m de ancho por 2,55 m de longitud haciendo un total de 52 espacios de estacionamiento, para las instalaciones mínimas se repartió un área de 30 m<sup>2</sup> para mujeres y 30 m<sup>2</sup> para hombres, dando un área total de 60 m<sup>2</sup>, para la infraestructura metálica se contará con un área de 30 m<sup>2</sup> vista en planta, mientras que para la pista se contará con un área de 1439 m<sup>2</sup> y finalmente el área restante será designada para áreas verdes.

En la realización del diseño geométrico para el nivel 3017 m.s.n.m donde está implementada la pista de automodelismo se eligió una velocidad de diseño de 20 km/h en base a la velocidad máxima que tienen los carros a escala y las curvas diseñadas para su circulación, el ancho mínimo de carril es 4 m como especifica la norma AECAR.

Con el estudio de laboratorio de suelos realizado por los autores de este proyecto en los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana, se determinó que es una arena limosa (A-4), por lo tanto, no hay plasticidad, obteniendo una correlación del SPT a CBR de 1.498%, como resultado dio una subrasante de baja calidad y para garantizar su capacidad para soportar las cargas vehiculares que abarcará el área del parqueadero se requirió la colocación de un material de mejoramiento.

Para el diseño del pavimento flexible, de acuerdo a la AASHTO 93 se determinó una estructura conformada por 4 capas, mejoramiento 35cm, subbase 35cm, base 10cm y la carpeta asfáltica 3cm, dando una estructura de 83cm de ancho.

En el sistema drenaje se diseñó una cuneta triangular cuyo diseño hidráulico es aceptable, verificando velocidades y capacidades de caudales, puesto el caudal de diseño es menor al caudal máximo, por lo tanto, genera un buen funcionamiento evitando la inundación de la pista y del estacionamiento, dando seguridad a los usuarios al momento de transitar y estacionarse.

Se calculó los volúmenes de obra y sus respectivas especificaciones técnicas, obteniendo un presupuesto referencial de \$186453.2096.

Se diseñó el sistema de drenaje considerando que es un lugar de atracción donde los usuarios podrán visitarlo y hacer uso de sus instalaciones a todo momento, por lo tanto, se tiene previsto construir una cubierta a futuro para más protección de la pista y pueda soportar las precipitaciones, cabe recalcar que es una idea planteada de los autores que no forma parte de este proyecto de tesis.

## RECOMENDACIONES

Para realizar el trabajo en campo es necesario socializar con los moradores del sector, ya que deben tener conocimiento de todo lo que se implementará, el beneficio que ofrece la propuesta para su localidad, con la finalidad de evitar inconvenientes con los moradores del sector, y de ser necesario tener autorización para ingresar en alguna propiedad de la zona donde se ejecutará el proyecto.

Se debe realizar un mantenimiento regular del sistema de drenaje vial que se diseñó para alargar la vida útil del pavimento flexible, con el fin de prevenir un daño superficial que con el tiempo se pueda transformar en una falla estructural.

Realizar el estudio de suelos en laboratorio, con la finalidad de conocer las características del área donde se ejecutará el proyecto, es importante saber las condiciones de capacidad admisible del terreno natural y comprobar si requiere algún tipo de mejoramiento para aumentar la capacidad portante del suelo.

Evaluar y analizar los impactos ambientales basándose en los sistemas bióticos, abióticos con el fin de realizar la matriz de Leopold para evaluar la magnitud y afectación de cada una de las actividades que se realizará en el proyecto.

## REFERENCIAS

- AASHTO (1993). *Guide for Design of Pavement Structures*. Published by the American Association of State Highway and Transportation Officials.  
<https://habib00ugm.files.wordpress.com/2010/05/aashto1993.pdf>
- ACI (2013). *Guía para el mantenimiento de las pistas, de acuerdo con el Anexo 14 de la OACI*.  
<https://www.icao.int/RASGPA/Documents/GUIDEA14/RASGPAGuiamantenimietoPistasEspañol.pdf>
- AECAR (2008). *Las diferentes escalas y tipos de modelo*.  
[https://www.aecar.org/documentos/varios/folleto\\_iniciacion.pdf](https://www.aecar.org/documentos/varios/folleto_iniciacion.pdf)
- Agudelo, J. (2002). *Diseño geométrico de vías*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia]. <https://dokumen.tips/documents/disenio-geometrico-de-vias-john-jairo-agudelo.html?page=2>
- Asociación Española de Coches a Radiocontrol (2022). *Reglamento General 2022*.  
[https://aecar.org/documentos/aecar/reglamento\\_general\\_aecar\\_2022.pdf](https://aecar.org/documentos/aecar/reglamento_general_aecar_2022.pdf)
- ASTM D422-63 (2007). *Método de prueba estándar para el análisis del tamaño de partículas de los suelos*. [https://kupdf.net/download/astm-d422-traducido-al-espa-ntilde-ol\\_58a602cf6454a7cf3fb1e8ef\\_pdf](https://kupdf.net/download/astm-d422-traducido-al-espa-ntilde-ol_58a602cf6454a7cf3fb1e8ef_pdf)
- Ávila, A. (2012). *Guía de uso de software CIVIL 3D 2008 aplicado al diseño de carreteras*. [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala].  
[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3468\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3468_C.pdf)
- Ávila, A. (2004). *Mecánica de suelos*. Editorial Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática Universidad Central del Ecuador.

- Balcázar, J. y Pachacama, A. (2023). *DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA “AGUSTÍN ALBÁN BORJA (S42)” DESDE LA ABSCISA 0+020 HASTA LA ABSCISA 2+600, UBICADA EN LA PARROQUIA CHILLOGALLO, CANTÓN QUITO, PROVINCIA PICHINCHA*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador].  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24203/1/TTS1138.pdf>
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Tercera edición PEARSON EDUCACIÓN. <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigación-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
- Botía, W. (2015). *Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo*. [Tesis de grado, Universidad Militar Nueva Granada].  
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/6239/1/MANUAL%20DE%20PROCEDIMIENTOS%20DE%20ENSAYOS%20DE%20SUELOS.pdf>
- Ocampo, L. (2023). *Revista de la Construcción*. Editorial CAMICON
- Campero, R. (1969). *Automodelismo*. Editorial hobby.
- Cárdenas, J. (2013). *Diseño Geométrico de Carreteras*. Editorial Ecoe Ediciones
- Carmona-Álvarez, J. y Ruge-Cárdenas, J. (2015). *Análisis de las correlaciones existentes del ángulo de fricción efectivo para suelos del piedemonte oriental de Bogotá usando ensayos in situ*. <http://www.scielo.org.co/pdf/teclo/v18n35/v18n35a09.pdf>
- Chuqui, J. (2018). *IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PÍLLARO EN EL TRAMO KM 19+200 AL KM 23+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA*.

[Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato].  
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29779>

Córdova, J. (2022). *PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL DEL ACCESO AL SECTOR DE ITULCACHI, CALLE FABIÁN ALQUINGA KM 0+000 – 2+100, PERTENECIENTE AL BARRIO “EL INGA” DE LA PARROQUIA PIFO, CANTÓN QUITO, PROVINCIA PICHINCHA*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22323/1/UPS%20-%20TTS747.pdf>

Coronado, J. (2002). *Manual Centroamericano para diseño de pavimentos*. USAID/SIECA.  
<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-de-pavimentos.pdf>

Hidro SM. (2021). *Manual de hidrología, hidráulica y drenaje*. Ministerio de transporte y comunicaciones. <https://www.hidrosm.com/2018/05/manual-de-hidrologia-hidraulica-y.html?m=1>

Hurtado, S. (2012). *MEJORAMIENTO HORIZONTAL, VERTICAL Y DE LA CAPA DE RODADURA DE LA CARRETERA GARCÍA MORENO, DESDE EL PARTIDERO DE LA COMUNIDAD SIGSIPAMBA HASTA LA ENTRADA A LA COMUNIDAD DE LATURÚN, EN LA PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE VIDA*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato].  
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3039>

INAMHI, (2015). *Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación*. [Estudio de lluvias intensas, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología].  
[https://www.inamhi.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO\\_DE\\_INTENSIDADES\\_V\\_FINAL.pdf](https://www.inamhi.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO_DE_INTENSIDADES_V_FINAL.pdf)

Meléndez, E. (2008). *Estación total aplicada al levantamiento topográfico de una comunidad rural*. [Tesis de grado, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura U.P. Zacatenco].

<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/83/Estacion%20total%20aplicada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MOP, (2003). *Normas de diseño geométrico de carreteras*.

[https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisecc3b1o-de-carretera\\_2003-ecuador.pdf](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisecc3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf)

Narváez, V. (2012). *IMPACTO DEL MEJORAMIENTO DE LA VÍA EL ROSAL - SIMÓN BOLÍVAR EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DEL SECTOR EL ROSAL, PROVINCIA DE PASTAZA*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2159>

Ortiz, F. (2022). *Diseño Estructural de Pavimentos*. [Diapositivas PowerPoint]. Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Politécnica Salesiana. [https://avac.ups.edu.ec/presencial61/pluginfile.php/396736/mod\\_resource/content/0/L4%20Diseño%20estructural%20de%20pavimentos.pdf](https://avac.ups.edu.ec/presencial61/pluginfile.php/396736/mod_resource/content/0/L4%20Diseño%20estructural%20de%20pavimentos.pdf)

Puente, J. (2018). *CORRELACIÓN ENTRE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE CBR DE CAMPO Y EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN ESTANDAR SPT EN CONDICIONES NORMALES, EN SUELOS COHESIVOS LOCALIDAD DE SUBA CIUDAD DE BOGOTÀ D.C.* [Tesis de grado, Universidad Distrital Francisco José De Caldas]. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/14118/PuentesMoralesJairoSadoc2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Reyes, A. (2017). *Levantamiento Topográfico de la Biblioteca y la Dirección General Administrativa del Senado*. [Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco

José de Caldas de Bogotá Colombia].  
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/7544/Monografia%20Alexander%20Reyes%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Reglamento Técnico Ecuatoriano. (2011). *Señalización vial. Parte 1. Señalización vertical. Primera Edición.* [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015\\_reglamento-tecnico-ecuatoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuatoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf)

Reglamento Técnico Ecuatoriano. (2011). *Señalización vial. Parte 2. Señalización horizontal. Primera Edición.* [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/LOTAIP2015\\_reglamento\\_tecnico\\_se+%C2%A6alizaci+%C2%A6n\\_horizontal.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/LOTAIP2015_reglamento_tecnico_se+%C2%A6alizaci+%C2%A6n_horizontal.pdf)

Vásquez, (2021). “*DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE A LA COLONIA SAN MIGUEL DE LLANDIA – LAS MAGDALENAS PERTENECIENTES A LA PARROQUIA TENIENTE HUGO ORTIZ, CANTÓN PASTAZA, PROVINCIA DE PASTAZA*”. [Tesis de grado, Universidad técnica de Ambato].  
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32372>

Zabra, O. (2006). *Tipos de investigación.* Revista científica General José María Córdova.  
<https://www.redalyc.org/pdf/4762/476259067004.pdf>