



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL
MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD DE LA VÍA
NARANJITO Y CNEL. MARCELINO MARIDUEÑA**

TRABAJO DE TIULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL

TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: MARIO GUSTAVO HERRERA MONTIEL

TUTOR: Ing. FAUSTO FRANCISCO CABRERA MORAN, MSc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Mario Gustavo Herrera Montiel con documento de identificación N° 0957112550
manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo 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.

Guayaquil, 03 de febrero del año 2024

Atentamente



Mario Gustavo Herrera Montiel
C.I. 0957112550

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

Yo, Mario Gustavo Herrera Montiel con documento de identificación No. 0957112550, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del proyecto técnico: DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD DE LA VÍA NARANJITO Y CNEL. MARCELINO MARIDUEÑA, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de INGENIERO CIVIL, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Guayaquil, 03 de febrero del año 2024

Atentamente



Mario Gustavo Herrera Montiel
C.I. 0957112550

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, FAUSTO FRANCISCO CABRERA MORAN con documento de identificación N° 0919755272, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD DE LA VÍA NARANJITO Y CNEL. MARCELINO MARIDUEÑA, realizado por Mario Gustavo Herrera Montiel con documento de identificación N° 0957112550, 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.

Guayaquil, 03 de febrero del año 2024

Atentamente



FAUSTO FRANCISCO CABRERA MORAN

C.I. 0919755272

Agradecimiento

Con profundo agradecimiento, elevo mis palabras de gratitud a Dios todo poderoso, quien es mi fuente inagotable de fortaleza, guía y propósito. En cada paso de este camino académico he sentido su presencia, inspirándome en los momentos más desafiantes y celebrando las victorias a mi lado. Es a él a quien le debo todo, mi más sincero agradecimiento por ser mi soporte y mi atalaya.

A mis profesores, quienes son la fuente de luz para cada alumnado, realizo este trabajo en agradecimiento por los conocimientos impartidos, la paciencia y la experiencia. Vuestra dedicación y pasión por enseñar han sido fuente constante de inspiración. Cada lección ha sido una oportunidad de crecimiento y aprendizaje, y vuestra orientación ha sido fundamental para mi desarrollo académico. Agradezco sinceramente el impacto que han tenido en mi vida y en mi formación tanto personal como profesional.

Dedicatoria

A mis progenitores, Shirley y Mario, quienes han sido mi faro en los días más oscuros y la brújula en los momentos de incertidumbre; quienes han sido mi fuente inagotable de amor, sabiduría y apoyo incondicional en cada paso que he dado y en cada logro que he alcanzado, llevo impresa las huellas de su amor y dedicación.

A mi tutor de tesis, quien fue un guía excepcional en mi viaje académico. Su paciencia, orientación y compromiso han sido la luz que ha iluminado mi sendero hacia el conocimiento. Agradezco el desafío y la inspiración que ha puesto sobre mí; pero, sobre todo, agradezco por creer en mi capacidad para alcanzar metas que ni siquiera había imaginado.

Resumen

El proyecto de diseño de infraestructura vial para la mejora de la transitabilidad en la Vía Naranjito y Cnel. Marcelino Maridueña presenta una respuesta integral a los desafíos actuales de movilidad en la región. Este ambicioso plan busca no solo abordar los problemas de congestión y accesibilidad, sino también fomentar un desarrollo urbano sostenible. Se ha prestado especial atención a la incorporación de tecnologías modernas de gestión del tráfico. Estas soluciones tecnológicas buscan maximizar la eficiencia del transporte y minimizar los tiempos de viaje. El diseño también considera la integración de carriles exclusivos para bicicletas, fomentando alternativas de movilidad sostenible. Además, se han implementado soluciones paisajísticas y de iluminación para mejorar la estética y la seguridad de la vía. El proyecto de diseño de infraestructura vial representa un paso significativo hacia la creación de un entorno de transporte más eficiente, seguro y sostenible en la Vía Naranjito y Cnel. Marcelino Maridueña, mejorando la calidad de vida de los residentes y fomentando el desarrollo.

Palabras clave: Infraestructura vial, eficiencia, seguridad.

ABSTRACT

The road infrastructure design project to improve passability on Vía Naranjito and Cnel. Marcelino Maridueña presents a comprehensive response to the current mobility challenges in the region. This ambitious plan seeks not only to address congestion and accessibility problems, but also to promote sustainable urban development. Special attention has been paid to the incorporation of modern traffic management technologies. These technological solutions seek to maximize transportation efficiency and minimize travel times. The design also considers the integration of exclusive bicycle lanes, promoting sustainable mobility alternatives. In addition, landscaping and lighting solutions have been implemented to improve the aesthetics and safety of the road. The road infrastructure design project represents a significant step towards creating a more efficient, safe and sustainable transportation environment on Vía Naranjito and Cnel. Marcelino Maridueña, improving the quality of life of residents and promoting development.

Keywords: Road infrastructure, efficiency, safety.

ÍNDICE

1. EL PROBLEMA	1
1.1 Planteamiento Del Problema	1
1.2 OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS	2
Objetivo general	2
Objetivos Específicos	2
1.3 JUSTIFICACION DEL PROYECTO	2
1.4 UBICACIÓN DEL PROYECTO	3
1.4.1 Fotografías del estado de la Vía	4
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Diseño vial	5
2.2 Seguridad vial	6
2.3 Planificación de tráfico	6
2.4 Historia de las carreteras	7
2.5 Tecnología y software en el diseño vial	8
2.6 Marco legal	9
2.7 Infraestructura Vial	12
2.9 Carretera	16
2.9.1 Clasificación Según El Desempeño De Las Carreteras	16
2.10 VEHICULO DE DISEÑO	18
2.11 DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS	21
2.11.1 Topografía	21
2.11.2 Alineamiento Horizontal	24
2.12 DISTNCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTMINTO	25
2.13 ESTUDIO DE SUELOS	27
2.13.1 Suelos	27
2.13.2 Propiedades Mecánicas Del Suelo	27
2.13.3 Análisis Granulométrico	28
2.13.4 Ensayo Proctor	29
2.13.5 Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)	29
2.14 DISEÑO DE PAVIMENTOS	30
3. METODOLOGÍA	31
3.1 Estudio Vial	31

3.2 Estudios Topográficos.....	31
3.3 Estudio de Transito	31
3.4 Conteo De Trafico.....	33
3.4.2 Factor de ajuste mensual	35
3.4.3 Factor de Ajuste Diario	35
3.4.4 Trafico Diario.....	36
3.4.5 Trafico Proyectado.....	37
3.5 Clasificación de la Vía	38
3.6 Estudio de suelos	39
3.6.1 Granulometría.....	39
3.6.2 Contenido de Humedad	39
3.6.3 Ensayo Proctor Modificado	40
3.6.4 Ensayo CBR.....	42
3.6.4.1 Selección del CBR de Diseño	43
3.7 PROPUESTA	43
3.7.1 Diseño Geométrico de la vía	43
3.7.1.1 Diseño Horizontal	43
3.7.2 Diseño del Pavimento Flexible	45
3.7.2.1 Método AASHTO 93	45
3.7.2.2 Confiabilidad.....	47
3.7.2.3 Desviación estándar	48
3.7.2.4 Desviación estándar del Sistema	48
3.7.2.5 Factores de Drenaje	49
3.7.2.6 Determinación de coeficientes estructurales	49
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
4.1 Conclusión	53
4.2 Recomendaciones.....	54
BIBLIOGRAFIA.....	55
ANEXOS	56
ANEXO 1. TABLAS.....	56
ANEXO 2. FOTOGRAFIAS.....	70
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	76

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Ubicación del Cantón Naranjito	3
Ilustración 2 Estado de la Vía	4
Ilustración 3 Estado de la Vía	4
Ilustración 4 Camino Básico	16
Ilustración 5 Carretera De Mediana Capacidad.....	17
Ilustración 6 Vías De Alta Capacidad Interurbanas.....	18
Ilustración 7 Tipos de Vehículos Motorizados Remolques y Semirremolques	19
Ilustración 8 Posibles Combinaciones de Remolques y Semirremolques.....	20
Ilustración 9 Valores de Diseño Recomendados para Carreteras de Dos Carriles y Caminos Vecinales	27
Ilustración 10 Implantación de la vía y Ubicación Para el Conteo Manual	33
Ilustración 11 Ensayo Proctor.....	41
Ilustración 12 Límites para la Selección de Resistencia.....	43
Ilustración 13 Valores de Coeficiente Estructural Para Mezclas Asfáltica	49
Ilustración 14 Valores de Coeficiente Estructural Para Bases Granulares.....	50
Ilustración 15 Valores de Coeficiente Estructural Sub – Bases Granulares	51
Ilustración 16 Características de Drenaje del Material de Base y/o Sub-base	52
Ilustración 17 TPDA Registrado el 8 de Enero 2024	56
Ilustración 18 TPDA Registrado el 9 de Enero 2024	57
Ilustración 19 TPDA Registrado el 10 de Enero 2024	57
Ilustración 20 TPDA Registrado el 11 de Enero 2024	58
Ilustración 21 TPDA Registrado el 12 de Enero 2024	58
Ilustración 22 TPDA Registrado el 13 de Enero 2024	59
Ilustración 23 TPDA Registrado el 13 de Enero 2024	59
Ilustración 24 Ensayo Granulométrico	62
Ilustración 25 Ensayo Proctor.....	63
Ilustración 26 DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECÍMENES COMPACTADOS A: 56 GOLPES	66
Ilustración 27 DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECÍMENES COMPACTADOS A: 25 GOLPES	67
Ilustración 28 DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECÍMENES COMPACTADOS A: 10 GOLPES	68
Ilustración 29 Registro del TPDA	70
Ilustración 30 Registro del TPDA	70
Ilustración 31 Punto de Excavación.....	71
Ilustración 32 Muestras listas.....	71
Ilustración 33 Muestra	72
Ilustración 34 Tamices	72
Ilustración 35 Estación Total a usar	73
Ilustración 36 Calibración de Estación Total	73
Ilustración 37 Reunión con el tutor Ing. Fausto Cabrera.....	74
Ilustración 38 Reunión con el tutor Ing. Fausto Cabrera.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables	5
Tabla 2 Diseño de Vías	11
Tabla 3 Características Tipos de Vehículo.....	19
Tabla 4 Relación de la Velocidad de Operación con la Velocidad de Diseño Para Carretera de Dos Carriles	24
Tabla 5 Distancias Mínimas de Diseño Para Carreteras Rurales de dos Carriles en Metros.	26
Tabla 6 Parámetros Básicos	26
Tabla 7 Factor De Estacionalidad Mensual	35
Tabla 8 Factor de expansión	36
Tabla 9 Composición de tráfico	37
Tabla 10 Trafico asignado	37
Tabla 11 Tasas de crecimiento vehicular	38
Tabla 12 Proyección de tráfico a 20 años	38
Tabla 13 Granulometría	39
Tabla 14 Resultados de Ensayo Proctor Modificado.....	41
Tabla 15 Velocidad de Diseño.....	43
Tabla 16 Valores para el periodo de análisis.....	47
Tabla 17 Niveles de Confiabilidad	47
Tabla 18 Valores de la Desviación Estándar	48
Tabla 19 Factor de ajuste mensual.....	60
Tabla 20 Determinación del FD.....	60
Tabla 21 Composición del Trafico	61
Tabla 22 Trafico Asignado.....	61
Tabla 23 Trafico Proyectado.....	61
Tabla 24 Ensayo Granulométrico	62
Tabla 25 Ensayo Proctor Modificado	63
Tabla 26 Determinación del Módulo Resiliente	69
Tabla 27 Espesor del Concreto Asphaltico	69
Tabla 28 Espesor de la Base Granular	69
Tabla 29 Espesor del material sub – base	69

CAPITULO I

1. EL PROBLEMA

Ruta defectuosa en la Vía Naranjito y Cnel. Marcelino Maridueña.

1.1 Planteamiento Del Problema

La vía Naranjito y Cnel. Marcelino Maridueña, ubicada en la provincia del Guayas, posee un deficiente sistema de señalización vial uniforme, sistema de iluminación vial inexistente y una calzada deplorable lo que ha llevado numerosos accidentes automovilísticos. Como resultado tenemos no solo pérdidas materiales, vidas humanas perdidas a causa del inexistente sistema de seguridad y control vial lo que representa un constante riesgo no solo a la infraestructura cercana, también al medio ambiente y cultivos de caña de azúcar en sus alrededores. La ausencia de un sistema eficaz de seguridad y control en la vía Naranjito a Marcelino Maridueña plantea la necesidad de realizar el diseño de la infraestructura vial para una mejor transitabilidad y seguridad de los usuarios.

El objetivo principal se basa en realizar el diseño de la infraestructura vial, un sistema de seguridad y control vial, con la principal función de salvaguardar las vidas y facilitar la transitabilidad de los usuarios de la vía Naranjito a Marcelino Maridueña. Para alcanzar el objetivo, se realizará un inventario y zonificación vial con el fin de inventariar el sistema de señalización vial uniforme ya establecidos en la vía actualmente y saber si deben ser reemplazados, se realizarán estudios de factibilidad, estudio geotécnico, estudio de tráfico, diseño de pavimentos y estudio de seguridad vial. Con base a esta información se realizará el diseño vial en software tales como AutoCAD y Civil 3D.

1.2 OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS

Objetivo general

- Proponer una infraestructura vial eficiente y segura para la Vía Naranjito a Marcelino Maridueña.

Objetivos Específicos

- Evaluar el estado de la Vía Naranjito a Marcelino Maridueña en términos de condiciones del pavimento.
- Elaborar el volumen de tráfico promedio anual (TPDA) en la Vía Naranjito a Marcelino Maridueña.
- Desarrollar una propuesta de diseño para mejorar la infraestructura vial, basado en las normas vigentes en el Ecuador, MTOP.

1.3 JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El cantón Naranjito ubicado en la provincia del Guayas, enfrenta un desafío vial ya que en la vía Naranjito a Marcelino Maridueña, debido a un ineficiente sistema de seguridad y control vial provoca numerosos siniestros de tránsito lo cual significa pérdidas materiales, económicas y vidas humanas. Esta situación también produce daños al medio ambiente y cultivos cercanos de caña de azúcar perteneciente al Ingenio Azucarero San Carlos.

Para abordar esta situación, se propondrá y se calculará el diseño de una nueva infraestructura vial e implementación de un sistema de seguridad y control vial con la ayuda de software tales como AutoCAD y Civil 3D.

La problemática radica en la carencia de señalización vial y una calzada en pésimas condiciones para la circulación vehicular, esto ha llevado a que los ciudadanos presenten quejas a la municipalidad del respectivo cantón, ya que por las noches la falta de iluminación y señales

reflectivas provoca la caída de los usuarios que se movilizan en vehículos de 2 ruedas, esto provoca heridos y en el peor de los casos pérdidas de vidas humanas.

Este proyecto no solo busca mejorar la calidad, seguridad y confort de los usuarios de la vía Naranjito a Marcelino Maridueña, si no también fomentar la responsabilidad al momento de conducir.

1.4 UBICACIÓN DEL PROYECTO

Naranjito es un cantón ubicado en la región costera de Ecuador. Limita al norte con el cantón Balzar, al sur con el cantón Naranjal, al este con el cantón Balzar y al oeste con el cantón El Triunfo. La economía del cantón Naranjito se basa principalmente en la agricultura, la ganadería y otras actividades relacionadas con la producción agropecuaria. Además, el turismo también juega un papel importante en la zona, ya que cuenta con atractivos naturales y culturales que atraen a visitantes de todo el país.



Ilustración 1 Ubicación del Cantón Naranjito

Fuente: (Google Earth Pro)

1.4.1 Fotografías del estado de la Vía



Ilustración 2 Estado de la Vía

Fuente: Autor



Ilustración 3 Estado de la Vía

Fuente: Autor

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Diseño vial

La ingeniería vial es una materia que se ocupa de la planificación, diseño y construcción de caminos y calles. Su objetivo es crear un entorno seguro y accesible para todos los usuarios de la vía. Esta disciplina abarca muchos aspectos como la señalización, la iluminación, la gestión del tráfico, la accesibilidad y la sostenibilidad.

El diseño de carreteras garantiza la seguridad de los usuarios de las vías y de las calles, incluidos peatones, ciclistas, conductores y usuarios del transporte público. Para lograr este objetivo, los diseñadores de carreteras deben tener en cuenta varios factores como la velocidad del tráfico, la visibilidad, la capacidad de la vía, la ubicación de los semáforos y señales, entre otros.

Plantea que Las carreteras son la columna vertebral del progreso. Destaca la importancia de las carreteras y las vías de transporte en el avance y desarrollo de las comunidades y las naciones, ya que son esenciales para la conectividad, la movilidad y el crecimiento económico. **(John J. Carty, 1990)**

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables

	Variabes	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e instrumentos
V: Independiente (X)	Infraestructura vial	Constituye la vía y todos sus soportes que conforman la estructura de las carreteras y caminos (Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, (2006).	Es aquella que constituye mediante sistema de interconexión vial, diseño de nivelación y alineamiento una vía para el funcionamiento adecuado.	D1 Sistema de interconexión vial. D2 Diseño de nivelación y alineamiento.	D1.1. Cuestionario de ítems 1 hasta ítems 5. D2.1. Cuestionario de ítems 6 hasta 10.	T: encuesta I: cuestionario T: análisis documental I: análisis de contenido
V: Dependiente (Y)	Transitabilidad	Nivel de servicio de la infraestructura vial que asegura un estado tal de la misma que permite un flujo vehicular regular durante un determinado período (Atarama, 2015).	La transitabilidad es aquel nivel de servicio que para su funcionamiento adecuado es necesario señalar y rotular las zonas de mayor peligro.	d1 d1.1 señalética y rotulado de la vía.	d1.1. Cuestionario de ítems 11 hasta ítems 15.	T: análisis documental I: análisis de contenido T: encuesta I: cuestionario

Fuente: Autor

2.2 Seguridad vial

Cuando hablamos de seguridad vial nos referimos a prevenir accidentes de tráfico o minimizar sus consecuencias en caso de accidente o accidente de tránsito. Seguridad significa la ausencia de peligro, daño y riesgo. Por tanto, la definición de seguridad vial es la prevención de accidentes de tránsito. La seguridad vial presta especial atención a las consecuencias que este tipo de acontecimientos pueden tener sobre la vida y la salud humana. Existen determinadas normas de circulación que, junto con las responsabilidades de los usuarios de la vía, constituyen la base principal de la seguridad vial. Tanto los organismos gubernamentales (como la DGT) como las asociaciones de seguridad vial deberían promover la seguridad vial y realizar campañas y cursos educativos para reforzar aspectos como la conducción cuidadosa, el respeto a las personas de los agentes de circulación, la protección de los ciclistas, peatones y ciudadanos. personas con discapacidad, prevención de accidentes o uso adecuado del vehículo.

2.3 Planificación de tráfico

En esencia, la ingeniería de tráfico es la planificación y el diseño de operaciones de tráfico seguras en todas las áreas donde es probable que se produzca un tráfico intenso, como carreteras y autopistas, estaciones de tren, entre otros. Los ingenieros no sólo tienen en cuenta el diseño de las carreteras y la interacción de varios tipos de vehículos. infraestructura de transporte entre ellos, sino que también tiene en cuenta la psicología y los hábitos de las personas a la hora de utilizar el sistema de transporte. Sólo teniendo en cuenta ambos factores, los factores humanos y los factores arquitectónicos, se podrán diseñar carreteras eficaces.

Plantea que “un planificador de tráfico que piensa que su tarea principal es facilitar el movimiento de los vehículos, es probablemente un planificador que se ha olvidado de su verdadero propósito”. Subraya la importancia de que la planificación de tráfico no solo se centre en la eficiencia de los vehículos, sino que también tenga en cuenta la calidad de vida de las personas, la seguridad, la sostenibilidad y la creación de entornos urbanos que promuevan la salud y el bienestar de la comunidad en general. **(Lewis Mumford, 1990)**

2.4 Historia de las carreteras

Según el Ministerio de Cultura y patrimonio de Ecuador. La historia de las carreteras en el Ecuador es un testimonio del desarrollo y progreso de la infraestructura vial a lo largo de los años. Antes de la llegada de los españoles, civilizaciones indígenas como los incas construyeron una red de rutas comerciales y de comunicación. Durante el período colonial español, se crearon caminos y senderos para conectar las ciudades y las minas.

Después de la independencia en 1830, se construyeron carreteras que conectan diferentes partes del país. El primer ferrocarril se inauguró en 1873, lo que supuso un hito importante en el desarrollo del transporte por carretera. A lo largo del siglo XX, Ecuador invirtió en ampliar su red vial, construyendo importantes carreteras como la Panamericana, que conecta el país de Norte a Sur. En la década de 1960, se creó el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones para contribuir a una mejor planificación. En la década de 1970 se construyeron importantes vías como Ambato-Guaranda y Cuenca-Loja. Las relaciones con la Amazonía ecuatoriana también han mejorado.

Las décadas de 1990 y 2000 vieron proyectos importantes como el Túnel Guayasamín en Quito y la ampliación de la carretera entre Guayaquil y Salinas. Hoy, Ecuador continúa invirtiendo en su red vial, priorizando la seguridad y la sostenibilidad-

2.5 Tecnología y software en el diseño vial

La tecnología y el software juegan un papel importante en el diseño de carreteras modernas en el Ecuador y en todo el mundo. Estas herramientas han revolucionado la forma en que los ingenieros y planificadores planifican, diseñan y gestionan carreteras. Al diseñar carreteras, se utilizan software de diseño asistido por computadora (CAD), como AutoCAD y Civil 3D, para crear planos, alineaciones, secciones y secciones transversales detalladas. Estos programas permiten una presentación precisa y efectiva del proyecto, facilitan la comunicación con las diferentes partes interesadas y aceleran el proceso de diseño. Además, se necesita un sistema de información geográfica (GIS o SIG) para recopilar y gestionar datos geoespaciales relacionados con el diseño de carreteras. Estos sistemas analizan la topografía, la geología, el uso del suelo y otros factores ambientales que influyen en el diseño de carreteras. La simulación de movimiento es otra área donde la tecnología juega un papel importante. El uso de software de modelado de tráfico permite a los planificadores evaluar y optimizar los flujos de tráfico, las intersecciones y la capacidad de las carreteras antes de que comience la construcción. Además, la tecnología topográfica ha avanzado significativamente con herramientas como escáneres láser terrestres y sistemas de posicionamiento global (GPS) de alta precisión, lo que hace posible recopilar datos topográficos precisos.

La gestión del tráfico en tiempo real utiliza sistemas de control de tráfico adaptativos y tecnología de señalización inteligente para ayudar a optimizar el flujo del tráfico y mejorar la seguridad vial.

2.6 Marco legal

Es importante conocer las normas y regulaciones para el diseño vial, así como la supervisión y aprobación de los posibles diseños.

Para implementar las normas ecuatorianas en la metodología, es necesario hacer referencias a las normas técnicas que son aplicables al diseño vial en el Ecuador, Las normas de diseño vial en el Ecuador están reguladas por el Gobierno del Ecuador a través de diversas instituciones y regulaciones que establecen estándares y requisitos técnicos para la planificación, diseño y construcción de carreteras en el país. Estas son algunas de las normas técnicas más relevantes:

Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC): La NEC es un conjunto de normas técnicas que establece los requisitos para la construcción de obras civiles en Ecuador, incluyendo carreteras. La NEC contiene especificaciones detalladas para materiales, diseño y construcción de infraestructura vial.

Reglamento a la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial:

Esta ley regula la circulación, tránsito y seguridad vial en Ecuador. Contiene disposiciones relacionadas con el diseño de carreteras, señalización, marcas viales y otros aspectos de la infraestructura vial.

Reglamento de Señalización de Tránsito y Dispositivos de Seguridad Vial: Este reglamento establece las especificaciones técnicas para la señalización vial, incluyendo la ubicación y diseño de señales de tráfico en carreteras.

Reglamento de Normas Técnicas de Vivienda de Interés Social y de Prioridad Nacional: Este reglamento incluye normas para el diseño y construcción de infraestructura vial en áreas urbanas y rurales, así como pautas para el diseño de calles y avenidas en proyectos de viviendas de interés social.

Normativa Ambiental: Para proyectos de construcción de carreteras, se deben cumplir con las regulaciones ambientales establecidas por el Ministerio del Ambiente de Ecuador. Esto incluye la evaluación y mitigación de impactos ambientales.

Normas de Ingeniería Vial: El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) establece normas técnicas específicas relacionadas con la ingeniería vial, como las normas para materiales de construcción y especificaciones de diseño.

Estudios de Impacto Ambiental (EIA): Para proyectos de carreteras de gran envergadura, se requiere la elaboración de un EIA, que debe ser aprobado por la Autoridad Ambiental Competente (Ministerio del Ambiente) antes de iniciar la construcción.

Normativa Municipal: Los municipios locales también pueden tener sus propias regulaciones y normativas relacionadas con el diseño y construcción de carreteras dentro de sus jurisdicciones.

Reglamento de Seguridad Vial en el Transporte Terrestre de Sustancias Peligrosas: Establece los requisitos para el transporte seguro de sustancias peligrosas por carretera

incluyendo la señalización y el diseño de vías para la circulación de vehículos que transportan estas sustancias.

Reglamento de Cargas Excepcionales: Si el proyecto de carretera involucra el transporte de cargas excepcionales o sobredimensionadas, se aplicarán regulaciones específicas para obtener los permisos necesarios y garantizar la seguridad durante el transporte.

El diseño de infraestructura vial es un proceso integral que implica la planificación, diseño y construcción de carreteras, calles, avenidas y otras vías de comunicación destinadas al tráfico de vehículos y peatones. Este campo de la ingeniería civil busca crear sistemas de transporte seguros, eficientes y sostenibles que conecten comunidades, faciliten el movimiento de bienes y personas, y promuevan el desarrollo económico.

Tabla 2 Diseño de Vías

TIPOS DE VIAS	Usos Especiales	Industrial	Comercial	Vivienda		
Vías Locales Secundaria						
Pistas o Calzadas	Dos módulos de 3.00	Dos módulos de 3.60 m	Dos módulos de 3.00 m	Dos módulos de 2.70 m		
Estacionamiento	5.40 m - 2 20m	3.00 m	5.40 m	1.80 m		
Acera o Veredas	2.40 m - 1.80m	1.80 m	2.40 m	1.20 m		
Vías Locales Principales						
Pistas o Calzadas	Sin Separador dos módulos de 3.30m - 3.60m	Sin Separador dos módulos de 3.60	Sin Separador dos módulos de 3.60	Con Separador Central 2 módulos a cada lado del Separador		Sin Separador Central dos módulos de
	Con Separador Central: dos módulos o Lados			3.30 m	3.00 m	3.60 m
Estacionamiento	6.00 m - 3.00m	3.00 m	6.00m - 3.00m	3.00 m	2.40 m	2.40 m
Acera o Veredas	3.00 m	2.40 m	3.00 m	3.00m	2.40m	1.8 0m

Fuente: RNE - GH.020 Componentes de Diseño Urbano

2.7 Infraestructura Vial

La infraestructura vial constituye un componente esencial para el desarrollo socioeconómico de las sociedades modernas. Este marco teórico explora los aspectos fundamentales de la infraestructura vial, abarcando desde su definición y propósitos hasta los principios de diseño, impactos económicos y consideraciones ambientales.

Definición y Propósitos:

La infraestructura vial engloba el conjunto de elementos físicos que facilitan el desplazamiento de personas, vehículos y mercancías. Incluye carreteras, autopistas, calles, puentes y todas las estructuras asociadas. Su propósito principal es establecer conexiones eficientes y seguras para el transporte terrestre, promoviendo la movilidad, la accesibilidad y la conectividad entre distintas áreas geográficas.

Categorías de Infraestructura Vial:

Carreteras y Autopistas: Constituyen la columna vertebral de la infraestructura vial, conectando regiones y facilitando el transporte de largo alcance.

Calles Urbanas: Diseñadas para el tráfico local, estas vías integran entornos urbanos y suburbanos, atendiendo las necesidades de movilidad local.

Puentes: Estructuras esenciales para superar obstáculos como ríos y valles, enlazando terrenos separados y permitiendo la continuidad de las redes viales.

Peatonales y Ciclovías: Componentes inclusivos que promueven modos de transporte alternativos, contribuyendo a entornos más sostenibles.

Diseño Geométrico: Involucra la configuración del trazado de la vía, considerando curvas, pendientes y perfiles para garantizar seguridad y eficiencia.

Diseño Estructural: Se enfoca en la capacidad de carga de la infraestructura, determinando el tipo y espesor del pavimento, así como la resistencia estructural.

Diseño Hidráulico: Aborda la gestión de aguas pluviales mediante sistemas de drenaje, alcantarillas y puentes hidráulicos.

Impactos Económicos:

Facilitación del Comercio: Una infraestructura vial eficiente reduce los costos logísticos, facilitando el intercambio comercial y fortaleciendo la economía.

Generación de Empleo: La construcción y mantenimiento de infraestructura vial generan empleo, impulsando el desarrollo económico local.

Atracción de Inversiones: Regiones bien conectadas atraen inversiones al facilitar el acceso a mercados y recursos.

Consideraciones Ambientales:

Impacto Ecológico: La construcción de infraestructura vial puede tener efectos sobre el entorno, requiriendo medidas de mitigación y restauración.

Sostenibilidad: Integrar prácticas sostenibles, como el diseño de sistemas de drenaje que preserven la calidad del agua y el uso de materiales eco amigables, es esencial para minimizar el impacto ambiental.

Desafíos Actuales y Futuros:

Congestión Urbana: El crecimiento demográfico y la urbanización plantean desafíos para gestionar la congestión del tráfico en áreas metropolitanas.

Tecnología y Conectividad: La integración de tecnologías inteligentes, como la gestión del tráfico basada en datos, redefine la forma en que se planifican y operan las infraestructuras viales.

Sostenibilidad y Resiliencia: La necesidad de desarrollar infraestructuras más resistentes y sostenibles se intensifica, considerando el cambio climático y la demanda de soluciones de movilidad sostenible.

En resumen, la infraestructura vial es un pilar fundamental para el desarrollo socioeconómico, siendo su diseño y gestión elementos cruciales para una movilidad eficiente, segura y sostenible en las sociedades contemporáneas.

2.8 Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOPE) de Ecuador desempeña un papel crucial en el desarrollo y gestión de las infraestructuras viales y obras públicas del país. Este marco teórico proporciona una visión general de la historia, funciones, estructura organizativa y principales responsabilidades del MTOPE.

Historia y Evolución:

El MTOPE tiene raíces históricas que se remontan a la creación de la Dirección General de Caminos en 1888. A lo largo de los años, ha experimentado varias transformaciones, consolidándose como el organismo rector en materia de transporte y obras públicas en Ecuador. Su evolución refleja la creciente importancia atribuida al desarrollo de infraestructuras para el progreso económico y social del país.

Planificación del Desarrollo Vial: El MTOP es responsable de la planificación estratégica de la red vial nacional, considerando las necesidades actuales y futuras de movilidad y conectividad.

Construcción y Mantenimiento: Supervisa la construcción, mantenimiento y rehabilitación de carreteras, puentes y otras infraestructuras viales para garantizar su seguridad y eficiencia.

Gestión del Transporte Público: Regula y gestiona los servicios de transporte público, incluyendo sistemas de autobuses, taxis y otros modos de transporte masivo.

Desarrollo Portuario y Aeroportuario: Coordinación del desarrollo de puertos marítimos y aeropuertos para impulsar la conectividad internacional y facilitar el comercio.

Estructura Organizativa:

El MTOP cuenta con diversas direcciones y unidades especializadas que abordan aspectos específicos de su alcance, incluyendo la Dirección Nacional de Vialidad, la Dirección de Puertos y Aeropuertos, y la Subsecretaría de Transporte Terrestre y Ferroviario, entre otras. Esta estructura organizativa permite una gestión eficaz y especializada de las distintas áreas de competencia.

Normativas y Regulaciones:

El MTOP opera bajo un marco normativo que establece las regulaciones y estándares para el diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras de transporte. Este marco legal busca garantizar la calidad, seguridad y sostenibilidad de las obras públicas en Ecuador.

Colaboración Interinstitucional:

El MTOP colabora estrechamente con otros organismos gubernamentales, gobiernos locales y entidades del sector privado para promover una gestión integral y coordinada de las infraestructuras viales y obras públicas. Esta colaboración es esencial para abordar los desafíos complejos que implica el desarrollo sostenible de la infraestructura en el país.

2.9 Carretera

Una carretera es una infraestructura de transporte terrestre diseñada y construida para facilitar el movimiento eficiente y seguro de vehículos y personas entre diferentes lugares. En términos profesionales, una carretera se define como una vía de comunicación lineal, pavimentada o no, que conecta distintos puntos geográficos y que está diseñada según normativas y estándares técnicos para garantizar su funcionalidad, seguridad y durabilidad. Las carreteras pueden variar en tamaño, capacidad y diseño, y pueden incluir autopistas, carreteras principales, calles urbanas y caminos rurales, cada una diseñada para satisfacer necesidades específicas de transporte y movilidad.

2.9.1 Clasificación Según El Desempeño De Las Carreteras

➤ Camino Básico

Con una amplitud total de 9 metros, una velocidad de diseño de 60 kilómetros por hora y una inclinación máxima del 14%. (Ecuatoriana Vial, 2014)

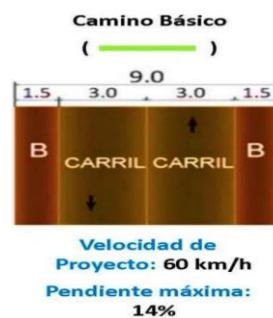


Ilustración 4 Camino Básico

Fuente: (Ecuatoriana Vial, 2014)

➤ Carretera De Mediana Capacidad

Cuando es estándar, tiene un ancho total de 14.3 metros; mientras que, en situaciones excepcionales, presenta un ancho total de 18 metros. La velocidad de diseño es de 100 kilómetros por hora, y la inclinación máxima es del 8%. (Ecuatoriana Vial, 2014)

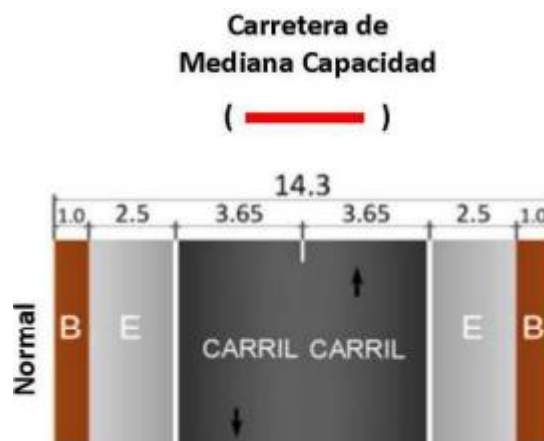


Ilustración 5 Carretera De Mediana Capacidad

Fuente: (Ecuatoriana Vial, 2014)

➤ Vías De Alta Capacidad Interurbanas

Con dimensiones de 26.6 metros en un caso y 34.6 metros en otro, una velocidad de diseño de 120 kilómetros por hora y una pendiente máxima del 6% (Ecuatoriana Vial, 2014).

Vías de Alta Capacidad Interurbana

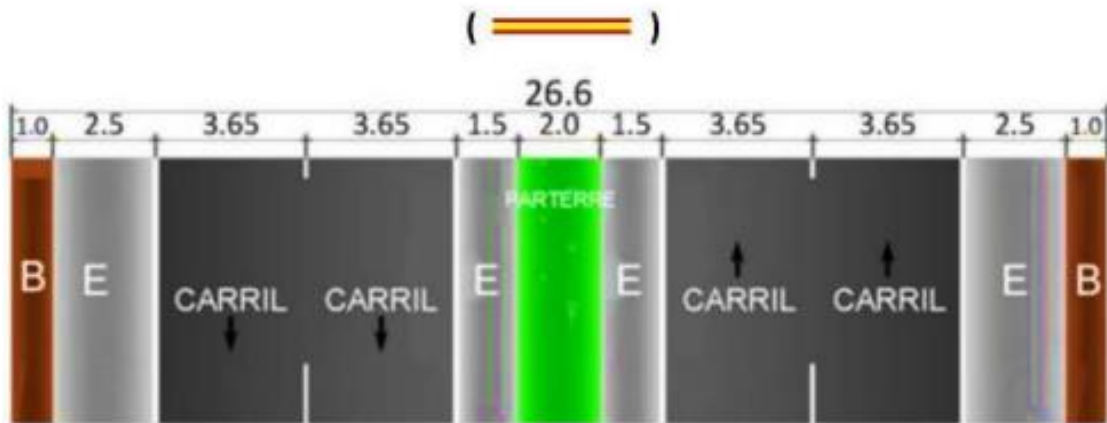


Ilustración 6 Vías De Alta Capacidad Interurbanas

Fuente: (Ecuatoriana Vial, 2014)

2.10 VEHICULO DE DISEÑO

El término "vehículo de diseño" se refiere a un concepto utilizado en el campo de la ingeniería y el diseño industrial para describir un vehículo que ha sido conceptualizado y creado con un enfoque particular en la estética, la funcionalidad y la innovación. En un contexto profesional, un vehículo de diseño es aquel que ha sido desarrollado con una atención especial a los aspectos visuales, ergonómicos y técnicos, con el objetivo de crear una experiencia de usuario única y satisfactoria. Estos vehículos suelen destacarse por su diseño distintivo, características avanzadas y enfoque en la experiencia del conductor y los pasajeros. El término puede aplicarse a una amplia variedad de vehículos, incluyendo automóviles, motocicletas, bicicletas, vehículos recreativos, vehículos de transporte público y otros medios de transporte. En resumen, un vehículo de diseño se caracteriza por su innovación estilística y técnica, así como por su capacidad para cumplir con los requisitos funcionales y las expectativas del mercado en términos de rendimiento y estética.

Tabla 3 Características Tipos de Vehículo

Vehículo de diseño	A	B	C	R
Altura máxima (m)	2.40	4.10	4.10	4.30
Longitud máxima (m)	5.80	13.00	20.00	>20.50*
Anchura máxima (m)	2.10	2.60	2.60	3.00
Radios mínimos de giro (m)				
Rueda interna	4.70	8.70	10.00	12.00
Rueda externa	7.50	12.80	16.00	20.00
Esquina externa delante	7.90	13.40	16.00	20.00

Fuente: (Ecuatoriana Vial, 2014)

CUADRO DEMONSTRATIVO DE TIPO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS REMOLQUES Y SEMIREMOLQUES						
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Tm.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				largo	ancho	Alto
2D			7	5,00	2,60	3,00
2DA			10	7,50	2,60	3,50
2DB			18	12,20	2,60	4,10
3A			27	12,20	2,60	4,10
4C			31	12,20	2,60	4,10
4-0			32	12,20	2,60	4,10
V2DB			18	12,20	2,60	4,10
V3A			27	12,20	2,60	4,10
VZ5			27	12,20	2,60	4,10
T2			18	8,50	2,60	4,10
T3			27	8,50	2,60	4,10
S3			24	13,00	3,00	4,30
S2			20	13,00	3,00	4,30
S1			11	13,00	3,00	4,30
R2			22	10,00	3,00	4,30
R3			31	10,00	3,00	4,30
B1			11	10,00	3,00	4,30
B2			20	10,00	3,00	4,30
B3			24	10,00	3,00	4,30

Ilustración 7 Tipos de Vehículos Motorizados Remolques y Semirremolques

Fuente: (Ecuatoriana Vial, 2014)

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)			
				Largo	Ancho	Alto	
2S1			TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 1 EJE	29	20,50	2,60	4,30
2S2			TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	38	20,50	2,60	4,30
2S3			TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 3 EJES	42	20,50	2,60	4,30
3S1			TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 1 EJE	38	20,50	2,60	4,30
3S2			TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	47	20,50	2,60	4,30
3S3			TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 3 EJES	48	20,50	2,60	4,30
2R2			CAMIÓN REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	40	20,50	2,60	4,30
2R3			CAMIÓN REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	45	20,50	2,60	4,30
3R2			CAMIÓN REMOLCADOR DE 3 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	48	20,50	2,60	4,30
3R3			CAMIÓN REMOLCADOR DE 3 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	48	20,50	2,60	4,30
2B1			CAMIÓN REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE BALANCEADO DE 1 EJE	29	20,50	2,60	4,30
2B2			CAMIÓN REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE BALANCEADO DE 2 EJES	38	20,50	2,60	4,30
2B3			CAMIÓN REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE BALANCEADO DE 3 EJES	42	20,50	2,60	4,30
3B1			CAMIÓN REMOLCADOR DE 3 EJES Y REMOLQUE BALANCEADO DE 1 EJE	38	20,50	2,60	4,30
3B2			CAMIÓN REMOLCADOR DE 3 EJES Y REMOLQUE BALANCEADO DE 2 EJES	47	20,50	2,60	4,30
3B3			CAMIÓN REMOLCADOR DE 3 EJES Y REMOLQUE BALANCEADO DE 3 EJES	48	>20,50	3,00	4,30

Ilustración 8 Posibles Combinaciones de Remolques y Semirremolques

Fuente: (Ecuatoriana Vial, 2014)

2.11 DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS

2.11.1 Topografía

La topografía es una disciplina de la ingeniería y la cartografía que se encarga del estudio y la representación detallada de la superficie terrestre, así como de las características naturales y artificiales presentes en ella. Este campo de estudio abarca una amplia gama de técnicas, métodos y herramientas utilizadas para recopilar, analizar y representar datos relacionados con la forma, la altitud y otras características del terreno.

En un sentido más amplio, la topografía se ocupa de la medición precisa de la tierra y su entorno, y tiene aplicaciones en diversos campos, como la ingeniería civil, la arquitectura, la planificación urbana, la gestión ambiental, la agricultura, la geología, la gestión de recursos naturales y la cartografía.

Los topógrafos utilizan una variedad de instrumentos y técnicas para llevar a cabo sus tareas, incluyendo estaciones totales, teodolitos, niveles, GPS (Sistema de Posicionamiento Global), láseres escáner, drones y software de procesamiento de datos. Estos instrumentos les permiten medir con precisión la elevación, la ubicación y otras características del terreno, así como identificar y representar elementos como ríos, carreteras, edificaciones, límites de propiedad y cambios en la vegetación.

El proceso de topografía involucra varias etapas, que van desde la planificación y el diseño de la metodología de medición hasta la recopilación y el procesamiento de datos, y finalmente la elaboración de mapas, planos y modelos tridimensionales del terreno. Estos productos cartográficos son herramientas fundamentales para la toma de decisiones en proyectos de construcción, planificación urbana, gestión de recursos naturales y muchas otras aplicaciones.

➤ **Estación Total**

Una estación total es un instrumento topográfico utilizado en la medición precisa de ángulos horizontales y verticales, así como distancias, en el campo de la topografía y la ingeniería civil. Este dispositivo combina un teodolito electrónico con un distanciómetro láser, lo que le permite realizar mediciones precisas y rápidas de la geometría del terreno y de los objetos presentes en él. (Rincón et al., 2019)

En su forma más básica, una estación total consta de tres componentes principales: el teodolito, el distanciómetro y un sistema de procesamiento de datos. El teodolito se utiliza para medir ángulos horizontales y verticales, mientras que el distanciómetro láser mide las distancias entre la estación total y los puntos de interés en el terreno. El sistema de procesamiento de datos registra y almacena las mediciones realizadas, y puede estar integrado en la propia estación total o conectado a un dispositivo externo, como una computadora portátil o una tableta.

Las estaciones totales modernas están equipadas con una variedad de características avanzadas, como pantallas táctiles, conectividad Bluetooth, capacidad de almacenamiento de datos a largo plazo, y capacidades de control remoto. Estas características hacen que las estaciones totales sean herramientas versátiles y eficientes para una amplia gama de aplicaciones topográficas y de ingeniería, incluyendo levantamientos topográficos, diseño de carreteras, construcción de edificios, control de calidad y monitoreo de estructuras. (Máster et al., 2014)

➤ **Prisma Topográfico**

Un prisma topográfico, también conocido como prisma de medición o prisma de reflexión, es un dispositivo utilizado en levantamientos topográficos y en la medición de distancias mediante estaciones totales u otros instrumentos topográficos. Este prisma está diseñado con precisión para reflejar la luz incidente de manera direccional, lo que permite que el instrumento topográfico pueda medir la distancia entre él y el prisma con gran exactitud. En su forma más básica, un prisma topográfico consta de un cristal transparente montado en una base estable. El cristal está dispuesto de tal manera que refleja la luz incidente en una dirección específica, generalmente de vuelta hacia el instrumento de medición. Esto permite que el instrumento calcule la distancia entre sí y el prisma mediante la medición del tiempo que tarda la luz en viajar desde el instrumento hasta el prisma y volver.

Los prismas topográficos pueden tener diferentes características y especificaciones, como prismas desplazados, prismas de precisión, prismas de 360 grados y prismas con revestimientos antirreflejantes para mejorar la eficiencia de la medición en condiciones de luz intensa o en entornos adversos.

En aplicaciones topográficas y de ingeniería civil, los prismas topográficos se colocan en puntos de interés en el terreno, como estacas de referencia, puntos de control o puntos de medición. Esto permite a los topógrafos y a los ingenieros realizar mediciones precisas de distancias y ángulos, lo que es fundamental para la planificación, el diseño y la construcción de infraestructuras como carreteras, puentes, edificios y redes de servicios públicos.

2.11.2 Alineamiento Horizontal

El alineamiento horizontal, en el contexto de la ingeniería civil y la construcción de carreteras y caminos, se refiere a la disposición o trazado de la vía en el plano horizontal, es decir, en la dirección longitudinal del terreno. Este término se utiliza para describir la forma en que una carretera se curva o se endereza a lo largo de su recorrido, en relación con la topografía del terreno y los requisitos de diseño específicos.

El alineamiento horizontal se define mediante curvas y rectas que conectan los puntos de interés a lo largo de la vía, como intersecciones, curvas, cambios de dirección y puntos de control. La selección del alineamiento horizontal adecuado depende de varios factores, incluyendo las condiciones del terreno, la velocidad de diseño, la seguridad vial, el impacto ambiental y los costos de construcción.

Tabla 4 Relación de la Velocidad de Operación con la Velocidad de Diseño Para Carretera de Dos Carriles

VELOCIDAD DE DISEÑO - Km/h	VELOCIDAD DE OPERACIÓN PROMEDIO - Km/h VOLUMEN DE TRÁNSITO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
40	38	35	33
50	47	42	40
60	56	52	45
70	63	60	55
80	72	65	60
100	88	75	-
120	105	85	-

Fuente: (Ecuatoriana Vial, 2014)

En términos prácticos, el alineamiento horizontal se representa mediante un plano de planta o un dibujo técnico que muestra la disposición de la carretera en el plano horizontal. Este plano incluye información detallada sobre las curvas, las rectas y otros

elementos geométricos de la vía, así como datos específicos sobre la distancia, el radio de curvatura, el ángulo de deflexión y otros parámetros relevantes.

2.12 DISTNCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTMINTO

La distancia de visibilidad de adelantamiento es una medida importante en el diseño y la planificación de carreteras y vías de tráfico, que se refiere a la longitud de la carretera necesaria para permitir que un conductor adelante de manera segura a otro vehículo que viaja a una velocidad más lenta. Esta distancia es crucial para garantizar la seguridad vial y prevenir accidentes, ya que permite que los conductores que desean adelantar tengan una visión clara y suficiente del tráfico en la carretera antes de realizar la maniobra. La distancia de visibilidad de adelantamiento se determina considerando varios factores, como la velocidad de los vehículos, la distancia de frenado, la longitud de los vehículos involucrados, las condiciones del pavimento y la presencia de obstáculos visuales, como curvas, crestas de colinas o vegetación densa a lo largo de la carretera.

Para calcular la distancia de visibilidad de adelantamiento, se emplean fórmulas y criterios de diseño establecidos en los manuales y normativas de ingeniería vial, que tienen en cuenta la velocidad del vehículo que adelanta, la velocidad del vehículo que está siendo adelantado, el tiempo de reacción del conductor, y otros factores relevantes.

Es importante que la distancia de visibilidad de adelantamiento sea suficiente para permitir que los conductores que deseen adelantar puedan hacerlo de manera segura, sin poner en riesgo su propia vida ni la de otros usuarios de la vía. Por lo tanto, esta distancia se considera en el diseño y la planificación de carreteras como parte integral de las medidas de seguridad vial.

Tabla 5 Distancias Mínimas de Diseño Para Carreteras Rurales de dos Carriles en Metros.


Velocidad de Diseño (Km/h)	Velocidades Km/h		Distancia mínima de adelantamiento (m)
	Vehículo que es rebasado	Vehículo que rebasa	
30	29	44	220
40	36	51	285
50	44	59	345
60	51	66	410
70	59	74	480
80	65	80	540
90	73	88	605
100	79	94	670
110	85	100	730

Fuente: (American Associations of State and Transportation Highways Officials, 1997)

Tabla 6 Parámetros Básicos

Velocidad promedio de adelantamiento (Km/h)	50 - 65	66 - 80	81 - 95	96 - 110
Maniobra Inicial	2.25	2.3	2.37	4.41
A= Aceleración promedio (km/h/s)				
t1 = tiempo (s)	3.6	4	4.3	4.5
d1 = distancia recorrida (m)	45	65	90	110
Ocupacion carril izquierdo				
t2 = tiempo (s)	9.3	10	10.7	11.3
d2 = distancia recorrida (m)	145	195	250	315
Longitud libre				
d3 = distancia recorrida (m)	30	55	75	90
Vehiculo que se aproxima				
d4 = distancia recorrida (m)	95	130	165	210
Distancia Total = d1+d2+d3+d4 (m)	315	445	580	725

Fuente: (American Associations of State and Transportation Highways Officials, 1997)

 República del Ecuador MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS		VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN																													
NORMAS		CLASE I 3 000 - 8 000 TPDA ⁽¹⁾					CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA ⁽²⁾					CLASE III 300 - 1 000 TPDA ⁽³⁾					CLASE IV 100 - 300 TPDA ⁽⁴⁾					CLASE V MENOS DE 100 TPDA ⁽⁵⁾									
		RECOMENDABLES		ABSOLUTA			RECOMENDABLES		ABSOLUTA			RECOMENDABLES		ABSOLUTA			RECOMENDABLES		ABSOLUTA			RECOMENDABLES		ABSOLUTA							
Velocidad de diseño (K.P.H.)		110	100	80	100	80	50	200	90	70	80	50	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25 ⁽⁶⁾	50	40	50	25 ⁽⁶⁾				
Radio mínimo de curvas horizontales (m)		430	350	310	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	43	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	80	50 ⁽⁷⁾
Distancia de visibilidad para parada (m)		180	160	110	160	110	70	180	135	90	135	110	55	135	110	70	40	110	70	35	70	35	25	70	35	40	35	35	25	25	
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)		330	260	265	260	160	115	290	240	150	240	195	135	240	195	110	70	240	195	110	70	55	70	30	20	110	75	42	75	80	50 ⁽⁷⁾
Pendiente		MÁXIMO = 10%																													
Coeficiente "K" para:																															
Curvas verticales convexas (m)		80	60	28	60	28	12	80	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2
Curvas verticales cóncavas (m)		43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	12	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3
Gradiente longitudinal ⁽⁸⁾ máxima (%)		3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	5	3	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14
Gradiente longitudinal ⁽⁸⁾ mínima (%)																															
Ancho de pavimento (m)		7,3					7,3					7,0					6,70					6,00									
Clase de pavimento		Carpetas Asfálticas y Homogéneas					Carpetas Asfálticas					Carpetas Asfálticas o D.T.S.B.					D.T.S.B. Capa Granular o Espedrado					Capa Granular o Espedrado									
Ancho de espaldones ⁽⁹⁾ estables (m)		3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60	(C.V. Tipo 6 y 7)	---									
Gradiente transversal para pavimento (%)		2,0					2,0					2,0					2,5 (C.V. Tipo 6 y 7)					4,0									
Gradiente transversal para espaldones (%)		2,0 ⁽¹⁰⁾ - 4,0					2,0 - 4,0					2,0 - 4,0					4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)					---									
Curva de transición		USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																													
Carga de diseño		RS - 30 - 44 - H6 - MOP - RS - 25																													
Ancho de la calzada (m)		SERÁ LA DIMENSIÓN DE LA CALZADA DE LA VÍA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																													
Ancho de Aceras (m) ⁽¹¹⁾		0,50 m mínimo a cada lado																													
Mínimo derecho de vis (m)		Según el Art. 3° de la Ley de Caminos y el Art. 4° del Reglamento aplicativo de dicha Ley																													
		II = TERRENO PLANO O = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																													

1) El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tráfico diario proyectado a 15 - 20 años, cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7 000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una autopista. (Las normas para esta serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10 K.P.H. más para clase de terreno - Ver secciones transversales típicas para más detalles. Para el diseño definitivo debe considerarse el número de vehículos equivalentes.)

2) Longitud de las curvas verticales: $L = KA$, en donde $K =$ coeficiente respectivo y $A =$ diferencia algebraica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales: $L_{min} = 0,60 V$, en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.

3) En longitudes cortas menores a 500 m. se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 2% en terrenos montañosos, solamente para las carreteras de Clase I, II y III. Para Caminos Vecinales (Clase IV) se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 2% en terrenos montañosos, para longitudes menores a 750 m.

4) Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m. a 6 m. de altura, previo análisis y justificación.

5) Espaldón pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. (Ver Secciones Típicas en Normas). Se ensanchará la calzada 0,50 m más cuando se prevé la instalación de guarda caminos.

6) Cuando el espaldón está pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.

7) En los casos en los que haya bastante tráfico de peatones, usense dos aceras completas de 1,20 m de ancho.

8) Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular.

9) Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar $V_0 = 20$ Km/h y $R = 15$ m siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

NOTA: Las Normas anotadas "Recomendables" se emplearán cuando el TPDA es cerca al límite superior de las clases respectivas o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de construcción. Se puede variar algo de las Normas Absolutas para una determinada clase, cuando se considere necesario el mejorar una carretera existente siguiendo generalmente el trazado actual.

-2-R-

Ilustración 9 Valores de Diseño Recomendados para Carreteras de Dos Carriles y Caminos Vecinales

Fuente: (Ecuatoriana Vial, 2014)

2.13 ESTUDIO DE SUELOS

2.13.1 Suelos

En el contexto del diseño vial, los suelos juegan un papel fundamental en la ingeniería de carreteras y caminos. Los suelos son el sustrato sobre el cual se construyen las vías de tráfico, y su comportamiento mecánico y características geotécnicas influyen en el diseño, construcción y mantenimiento de la infraestructura vial.

2.13.2 Propiedades Mecánicas Del Suelo

- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la tracción
- Coeficiente de fricción interna
- Coeficiente de permeabilidad
- Coeficiente de consolidación
- Módulo de elasticidad
- Resistencia al corte
- Plasticidad

- Contracción y expansión
- Densidad aparente

2.13.3 Análisis Granulométrico

El análisis granulométrico es un procedimiento utilizado en geología, ingeniería civil, agronomía y otros campos relacionados para determinar la distribución de tamaños de partículas en una muestra de suelo, sedimento o material granular. Este análisis proporciona información importante sobre la composición y textura del material, lo que permite comprender sus propiedades físicas y su comportamiento en diversas aplicaciones.

En el análisis granulométrico, se evalúa la distribución de tamaños de partículas en una muestra mediante el tamizado o el uso de técnicas de dispersión láser, sedimentación, o microscopía. Las partículas se clasifican en diferentes fracciones de tamaño, que generalmente se dividen en intervalos de tamaño definidos, como arcilla (partículas menores a 0.002 mm), limo (0.002 - 0.05 mm) y arena (0.05 - 2 mm), entre otros.

Los resultados del análisis granulométrico se presentan típicamente en forma de curvas granulométricas o histogramas de frecuencia de tamaño de partículas, que muestran la proporción de cada fracción de tamaño en la muestra. Estos datos se utilizan para calcular parámetros como el tamaño medio de partícula, la distribución de tamaños, la uniformidad y la curva de distribución granulométrica.

El análisis granulométrico es fundamental en numerosas aplicaciones, incluyendo el diseño de mezclas de suelo, la evaluación de la calidad de los materiales de construcción, la clasificación de suelos para fines de ingeniería civil, la caracterización de sedimentos en estudios ambientales, y la evaluación de la aptitud para el cultivo en agricultura, entre otros.

2.13.4 Ensayo Proctor

El ensayo Proctor es un procedimiento utilizado en ingeniería civil y geotécnica para determinar las propiedades de compactación de un suelo y establecer parámetros de diseño para la construcción de carreteras, presas, cimentaciones y otras estructuras civiles. Este ensayo evalúa la relación entre la humedad y la densidad seca máxima alcanzada por un suelo bajo condiciones específicas de compactación. El procedimiento del ensayo Proctor implica compactar una muestra representativa de suelo en un molde cilíndrico de volumen conocido utilizando un martillo de masa y altura estándar. La muestra se compacta en capas de espesor uniforme, y se registra el peso del suelo compactado en cada capa. Luego, se determina el contenido de humedad del suelo y se calcula su densidad seca.

El ensayo se repite para una serie de contenidos de humedad, variando desde la humedad natural del suelo hasta un valor máximo específico. Los resultados del ensayo se grafican en un gráfico de compactación Proctor, que muestra la relación entre la humedad y la densidad seca del suelo. A partir de esta curva, se identifican dos puntos clave: la humedad óptima y la densidad máxima seca. La humedad óptima es el contenido de humedad en el cual el suelo alcanza la máxima densidad seca durante el proceso de compactación. Esta humedad es importante porque indica las condiciones ideales para compactar el suelo y lograr una estructura lo más densa y resistente posible. La densidad máxima seca representa la máxima densidad que puede alcanzar el suelo bajo condiciones específicas de compactación. Este valor es fundamental para el diseño de estructuras de ingeniería, ya que proporciona información sobre la capacidad portante y la estabilidad del suelo.

2.13.5 Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)

El Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) es un procedimiento de laboratorio utilizado en ingeniería civil y geotecnia para evaluar la capacidad de soporte relativa de

un suelo subyacente al ser compactado y sometido a carga. Este ensayo proporciona información crucial para el diseño y la evaluación de pavimentos, cimentaciones y otras estructuras de ingeniería.

El procedimiento del Ensayo CBR implica compactar una muestra representativa de suelo en un molde estándar a una humedad óptima y una densidad seca específica. Luego, se coloca un pistón penetrómetro sobre la superficie del suelo compactado y se aplica una carga incremental en el tiempo, registrando la penetración del pistón en el suelo en cada incremento de carga. El valor del CBR se calcula dividiendo la presión aplicada necesaria para producir una cierta penetración en el suelo por la presión aplicada necesaria para producir la misma penetración en un material de referencia, generalmente una mezcla de suelo estándar calibrada. Este valor se expresa como un porcentaje y proporciona una medida de la resistencia relativa del suelo al ser compactado y sometido a carga.

2.14 DISEÑO DE PAVIMENTOS

El diseño de pavimentos es un proceso de ingeniería que implica la selección y dimensionamiento de materiales y estructuras para la construcción de superficies de rodadura en carreteras, calles, aeropuertos y otras infraestructuras de transporte. El objetivo principal del diseño de pavimentos es proporcionar una superficie segura, durable y eficiente para el movimiento de vehículos, peatones y otros usuarios.

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 Estudio Vial

El estudio vial es una investigación integral y multidisciplinaria que se realiza para analizar y evaluar diversos aspectos relacionados con el diseño, construcción, mantenimiento y operación de infraestructuras viales, como carreteras, calles, autopistas y caminos. Estos estudios son fundamentales para garantizar la seguridad, eficiencia y sostenibilidad de la red vial de una región o país. (*Ingeniería _de_carreteras_Vol_II_Carlos_K, n.d.*)

3.2 Estudios Topográficos

Los estudios topográficos son un conjunto de técnicas y procedimientos utilizados para recopilar datos detallados sobre la superficie de la Tierra y su entorno, con el objetivo de crear mapas y modelos tridimensionales precisos del terreno. Estos estudios son fundamentales en diversos campos, como la ingeniería, la arquitectura, la cartografía, la agricultura, la gestión ambiental y la planificación urbana. (Máster et al., 2014)

3.3 Estudio de Transito

El estudio de tráfico es un proceso integral de recopilación, análisis y evaluación de datos relacionados con el flujo de vehículos, peatones y otros modos de transporte en una determinada área o red de transporte. Este tipo de estudio es fundamental para comprender el funcionamiento de la infraestructura vial y tomar decisiones informadas sobre diseño, gestión y planificación del tráfico. Estos son algunos aspectos importantes:

Recopilación de Datos: Se utilizan una variedad de técnicas y herramientas para recopilar datos sobre el tráfico, incluyendo conteos vehiculares manuales o automáticos, encuestas de origen y destino, mediciones de velocidad, análisis de videos y datos de sistemas de transporte inteligente (ITS).

Análisis de Flujos: Los datos recopilados se analizan para comprender los patrones de movimiento de vehículos y peatones, incluyendo la distribución temporal y espacial del tráfico, los volúmenes de tráfico, las velocidades de viaje, las congestiones y los puntos críticos de congestión.

Modelado de Tráfico: Se utilizan modelos matemáticos y de simulación para predecir y evaluar el comportamiento del tráfico bajo diferentes escenarios, como cambios en la infraestructura vial, implementación de nuevas políticas de transporte o eventos especiales.

Diseño de Infraestructura Vial: Los resultados del estudio de tráfico se utilizan para informar el diseño y la planificación de carreteras, calles, intersecciones y otros elementos de la infraestructura vial. Esto incluye la optimización de la capacidad, la seguridad y la eficiencia del sistema de transporte.

Gestión del Tráfico: Se desarrollan estrategias y medidas para gestionar y controlar el flujo de tráfico, como señalización vial, semáforos, señales de tráfico, restricciones de estacionamiento, sistemas de gestión de peajes, carriles exclusivos para autobuses y sistemas de transporte público.

Seguridad Vial: El estudio de tráfico también aborda aspectos relacionados con la seguridad vial, incluyendo el análisis de accidentes, la identificación de puntos peligrosos, la evaluación de riesgos y la implementación de medidas de seguridad para reducir la incidencia y gravedad de los accidentes de tráfico.

En resumen, el estudio de tráfico es una herramienta fundamental para comprender y gestionar el flujo de vehículos y peatones en las áreas urbanas y rurales, contribuyendo a mejorar la seguridad, eficiencia y calidad de vida de los usuarios de la vía.

3.4 Conteo De Trafico

El conteo de tráfico es un proceso sistemático utilizado en ingeniería de tráfico y transporte para recopilar datos sobre el volumen, la composición y el comportamiento del tráfico en una determinada área o vía de circulación. Este proceso implica la recopilación de información detallada sobre la cantidad y características de los vehículos que pasan por un punto específico durante un período de tiempo determinado.

El objetivo principal del conteo de tráfico es proporcionar datos precisos y fiables que puedan utilizarse para diversos fines, como el diseño y la gestión de infraestructuras de transporte, el análisis de la capacidad y fluidez del tráfico, la planificación de rutas y horarios de transporte público, y la evaluación de la seguridad vial.



Ilustración 10 Implantación de la vía y Ubicación Para el Conteo Manual

Fuente: Google Earth Pro

3.4.1 Calculo del Promedio Diario Semanal (TPDS)

$$TPDS = VD \times D$$

Donde:

- TPDS es el Promedio Diario Semanal
- VD es el Volumen Promedio de Vehículos por Día
- D es el número de días en la semana

Para calcular el TPDS, necesitamos conocer el número de días en la semana. Si tomamos una semana típica de 7 días, entonces:

$$\text{TPDS} = 218 \text{ vehículos / día}$$

3.4.2 Factor de ajuste mensual

Tabla 7 Factor De Estacionalidad Mensual

MES	FACTOR
Enero	1,07
Febrero	1,132
Marzo	1,085
Abril	1.093
Mayo	1.012
Junio	1.034
Julio	1.982
Agosto	0.974
Septiembre	0.923
Octubre	0.931
Noviembre	0.953
Diciembre	0.878

Fuente: (T.A.M.S. – ASTEC, 2003)

3.4.3 Factor de Ajuste Diario

Este valor se obtiene partiendo del conteo de la semana.

Tabla 8 Factor de expansión

Días	Coneto diario	% del conteo	Factor de expansión
	TD=(Vehiculos/dia)	Diario TD/TPDS	FD=1/(TD/TPDS)
Lunes	236	1,08	0,00
Martes	220	1,01	0,99
Miércoles	211	0,97	1,03
Jueves	196	0,90	1,11
Viernes	234	1,07	0,93
Sábado	243	1,11	0,90
Domingo	187	0,86	1,17
Total	1527	1,00	1,00

Fuente: Autor

El factor que obtenemos es 1.00

Para obtener el Transito Promedio Diario Anual (TPDA), se emplea la Sgte. ecuación

$$TPDA = TPDS \times (Fm) \times (Fd)$$

$$TPDA = 218 \times 1.07 \times 1.00$$

$$TPDA = 233 \text{ vehículos/día}$$

3.4.4 Trafico Diario

$$\text{Trafico asignado} = TPDA \text{ existente} + TG$$

Donde:

TG= Trafico Generado

$$\text{Trafico Generado} = 0.25 \times 233$$

$$\text{Trafico Generado} = 58$$

Tabla 9 Composición de tráfico

Tipo de Vehiculo	Numero	%
Livianos	123	62
Buses	23	12
Pesados	51	26
Total	197	100

Fuente: Autor

Tabla 10 Trafico asignado

Tipo de Vehiculo	Número	%
Livianos	153	62
buses	28	12
Pesados	63	26
Total	244	100

Fuente: Autor

3.4.5 Trafico Proyectado

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

Donde:

Tf: Trafico Futuro

Ta: Trafico Actual

I: Tasa de Crecimiento Vehicular

n: Número de años para los que está Diseñado el Proyecto

Tabla 11 Tasas de crecimiento vehicular

TASAS DE CRECIMIENTO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2010-2020	3.75	1.99	2.24
2020-2030	3.37	1.80	2.02
2030-2040	3.06	1.63	1.84

Fuente: (Ecuatoriana Vial, 2013)

Tabla 12 Proyección de tráfico a 20 años

Año	n	Tipo de vehiculo				
		Crecimiento %	Livianos	Crecimiento %	Pesados	Total
2024	0	3.37	153	2.02	63	216
2025	1	3.37	158	2.02	64	222
2026	2	3.37	163	2.02	65	228
2027	3	3.37	168	2.02	66	234
2028	4	3.37	174	2.02	67	241
2029	5	3.37	180	2.02	68	248
2030	6	3.37	186	2.02	69	255
2031	7	3.06	192	1.84	70	262
2032	8	3.06	198	1.84	71	269
2033	9	3.06	204	1.84	72	276
2034	10	3.06	210	1.84	73	283
2035	11	3.06	216	1.84	74	290
2036	12	3.06	223	1.84	75	298
2037	13	3.06	230	1.84	76	306
2038	14	3.06	237	1.84	77	314
2039	15	3.06	244	1.84	78	322
2040	16	3.06	251	1.84	79	330
2041	17	3.06	259	1.84	80	339
2042	18	3.06	267	1.84	81	348
2043	19	3.06	275	1.84	82	357
2044	20	3.06	283	1.84	83	366

Fuente: Autor

3.5 Clasificación de la Vía

La clasificación de la vía se la realiza considerando los criterios que establece el MTOP, siendo esta una carretera de 2 carriles C2

3.6 Estudio de suelos

Se realizó una inspección en la cual se evaluó el estado de la vía, para luego proceder a recolectar muestras, se usó una profundidad de 1,30 cm, para poder llevar las muestras al laboratorio y proceder a realizar los ensayos correspondientes.

3.6.1 Granulometría

Tabla 13 Granulometría

GRANULOMETRÍA					
Tamiz #	Abertura (mm)	Masa retenida	% Retenido	% Retenido acumulado	% pasa
1"	25	346.6	56	6	44
4	5	198.3	9	62	35
10	2	71.8	6	71	29
20	0.85	86.5	9	80	20
40	0.425	111.8	7	87	13
100	0.15	49.8	6	93	7
200	0.075	73.5	6	99	1
Fondo		14.2	1	100	0
Total		952	100		

Fuente: Autor

3.6.2 Contenido de Humedad

$$W = \frac{Pmh - Pms}{Pms} \times 100$$

Pmh: Peso muestra húmeda (g)

Pms: Peso de muestra seca (g)

$$W = \frac{1086.3 - 963.1}{963.1} \times 100$$

$$W = 12.79$$

3.6.3 Ensayo Proctor Modificado

El ensayo Proctor modificado es una prueba estándar utilizada en ingeniería civil para determinar las propiedades de compactación de un suelo. Esta prueba es una modificación del ensayo Proctor estándar y se utiliza principalmente para evaluar la densidad máxima y la humedad óptima de un suelo que se compactará para la construcción de carreteras, cimentaciones, terraplenes y otras estructuras de ingeniería.

En el ensayo Proctor modificado, se compacta una muestra de suelo en el laboratorio utilizando un martillo estándar con una energía de compactación específica. Luego, se determina la densidad seca de la muestra compactada y la humedad del suelo. Se repite este proceso para diferentes niveles de humedad hasta obtener un rango de valores que representen diferentes condiciones de compactación. El resultado del ensayo Proctor modificado proporciona información importante sobre la capacidad de compactación del suelo y permite determinar la humedad óptima y la densidad máxima del suelo para lograr una compactación adecuada en el campo. Estos datos son críticos para garantizar la estabilidad y durabilidad de las estructuras construidas sobre el suelo compactado, así como para optimizar los costos y recursos durante la construcción.

Tabla 14 Resultados de Ensayo Proctor Modificado

Tipo de agregado	Material Granular	Peso de muestra (gr)		35 000
Características de método "C"				
Pisón ó martillo (lb)	10	Altura de caída (plg)		18
N° capas	5	Pasante del tamiz		3/4"
N° golpes	56	Molde		6"
Determinación de la densidad				
Peso del suelo húmedo Molde (gr)	7422	7688	7746	7655
Peso del molde (gr)	2758	2758	2758	2758
Peso del suelo húmedo (gr)	4664	4930	4988	4897
Volumen del molde (cm ³)	2135	2135	2135	2135
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.185	2.309	2.336	2.294
Contenido de humedad promedio (%)	2.2	4.3	5.8	8.3
Densidad seca (gr/cm ³)	2.138	2.213	2.208	2.118
Determinación del contenido de humedad				
Recipiente N°	5	20	15	21
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	350.88	357.85	290.22	260.88
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	344.33	344.86	276.75	244.25
Peso del agua (gr)	6.55	12.99	13.47	16.63
Peso del recipiente (gr)	44.66	44.33	44.32	44.09
Peso del suelo seco (gr)	299.67	300.53	232.43	200.16
Contenido de humedad (%)	2.19	4.32	5.80	8.31

Fuente: Autor

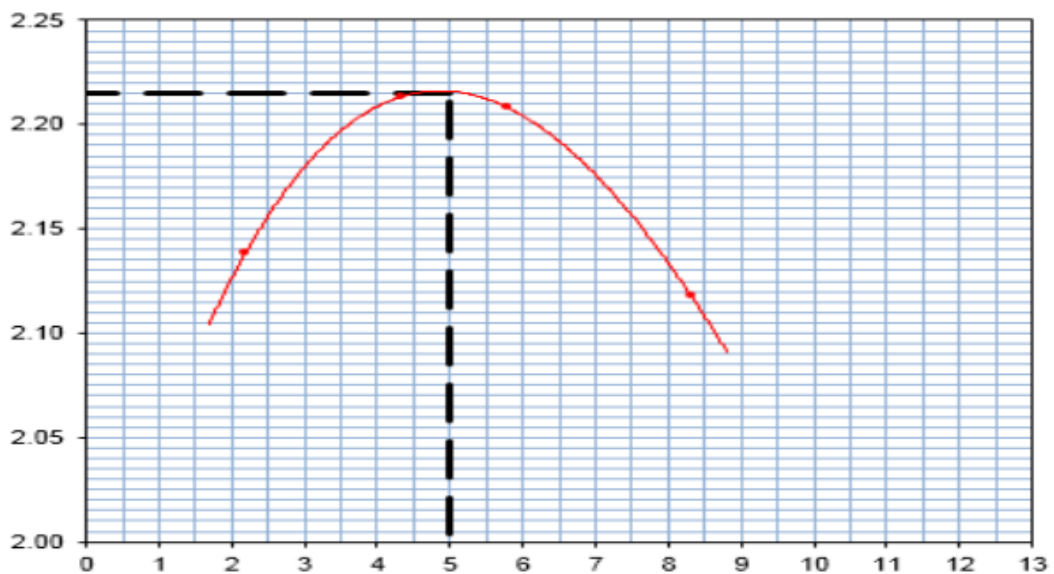


Ilustración 11 Ensayo Proctor

Fuentes: Autor

La densidad máxima es de 2.215 kg/cm³ y la humedad es de 5.0%

3.6.4 Ensayo CBR

El Ensayo California Bearing Ratio (CBR) es una prueba de laboratorio utilizada en ingeniería civil para evaluar la resistencia de un suelo a la penetración de una muestra de suelo bajo carga. Este ensayo proporciona información importante sobre la capacidad de soporte del suelo, especialmente en la construcción de carreteras, pistas de aterrizaje y otras estructuras de pavimento. Durante el ensayo CBR, se toma una muestra representativa del suelo y se compacta en un molde cilíndrico a una humedad y densidad específicas. Luego, se aplica una carga gradualmente creciente sobre la muestra de suelo mediante un pistón que penetra en la muestra a una velocidad constante. La carga aplicada y la penetración del pistón se registran a intervalos de tiempo específicos.

El ensayo CBR se realiza en condiciones de laboratorio controladas para simular las condiciones de carga que el suelo experimentará en el campo. La relación entre la carga aplicada y la penetración del pistón se utiliza para calcular el índice de CBR, que es una medida de la resistencia relativa del suelo. Un valor alto de CBR indica una mayor resistencia del suelo y una mejor capacidad de soporte. El ensayo CBR es ampliamente utilizado en el diseño de pavimentos para evaluar la idoneidad del suelo como base o sub-base para carreteras y otras estructuras. Los resultados del ensayo CBR son importantes para determinar la capacidad de carga del suelo y para diseñar pavimentos que sean duraderos y seguros.

3.6.4.1 Selección del CBR de Diseño

No. de ejes de 8,2 Ton en el carril de Diseño Nt	Porcentaje a seleccionar para hallar la Resistencia
$<10^4$	60
$10^4 - 10^6$	75
$>10^6$	90

Ilustración 12 Límites para la Selección de Resistencia

Fuente: (Ministerio de transporte y obras públicas)

En este proyecto se usará el valor del 75% para su diseño.

3.7 PROPUESTA

3.7.1 Diseño Geométrico de la vía

3.7.1.1 Diseño Horizontal

Se utilizarán los siguientes parámetros para lograr el diseño horizontal.

- Velocidad de Diseño

Este proyecto es una vía de III orden

Tabla 15 Velocidad de Diseño

CATEGORÍA DE LA VÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO Km/h			
	BÁSICA			
	RELIEVE LLANO			
	Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otras dependientes de la velocidad	
	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta
R-I o R-II	120	110	100	95
I	110	100	100	90
II	100	90	90	85
III	90	80	85	80
IV	80	60	80	60
V	60	50	60	50

- Velocidad de Circulación

Se la determinará con la siguiente fórmula:

$$V_c = 0.8 V_d + 6.5$$

$$V_c = 0.8 (90) + 6.5$$

$$V_c = 78.5 \text{ Km/h}$$

➤ Distancia de Visibilidad

$$D = 0.278 V_t + \frac{v^2}{254f}$$

Donde:

v: Velocidad inicial.

t: Tiempo de percepción y reacción de 2.5 segundos.

f: Coeficiente de expresión longitudinal del neumático y la superficie de rodamiento.

$$f = \frac{1,15}{V^{0,3}}$$

$$f = \frac{1,15}{(90)^{0,3}}$$

$$f = 0,30$$

$$D = 0,278 (90)(2,5) + \frac{90^2}{254 * 0,30}$$

$$D = 62,55 + 106,30$$

$$D = 168,85 \text{ m}$$

Tabla 16 Distancia de velocidad de adelantamiento

VELOCIDAD DE DISEÑO	VELOCIDADES Km/h		DISTANCIA MINIMA DE ADELANTAMIENTO (m)
	Vehículo que es rebasado	Vehículo que rebasa	
30	29	44	220
40	36	51	285
50	44	59	345
60	51	66	410
70	59	74	480
80	65	80	540
90	73	88	605
100	79	94	670
110	85	100	730

Fuente: (AASHTO, A policy on Geometric Design of Highways and streets)

3.7.2 Diseño del Pavimento Flexible

3.7.2.1 Método AASHTO 93

El Método AASHTO 93, desarrollado por la Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras y Transporte (AASHTO), es una metodología ampliamente utilizada en ingeniería de pavimentos para el diseño de mezclas asfálticas. Este método se basa en una serie de principios y procedimientos para determinar la composición y las propiedades de las mezclas asfálticas que se utilizarán en la construcción de carreteras y pavimentos. El Método AASHTO 93 se centra en la caracterización de los materiales constituyentes de las mezclas asfálticas, como los agregados pétreos, el asfalto y los aditivos, así como en la evaluación de sus propiedades mecánicas y de desempeño. Utiliza modelos matemáticos y datos empíricos para predecir el comportamiento de las mezclas asfálticas bajo diferentes condiciones de carga, temperatura y ambiente.

Entre los aspectos clave que aborda el Método AASHTO 93 se incluyen la determinación de la densidad máxima y el contenido óptimo de asfalto, el análisis del comportamiento rutinario y estructural de las mezclas asfálticas, la evaluación de la resistencia al deslizamiento y la fatiga, y la consideración de factores ambientales y de tráfico en el diseño de pavimentos duraderos y seguros. El Método AASHTO 93 proporciona un

marco integral para el diseño y la especificación de mezclas asfálticas, ayudando a los ingenieros de pavimentos a seleccionar los materiales adecuados y optimizar las propiedades de las mezclas para cumplir con los requisitos de desempeño y durabilidad de las carreteras y pavimentos.

$$\log_{10} Wt_{18} = Z_r * S_o + 9,36 * \log_{10}(SN + 1) - 0,20 \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32$$

$$* \log_{10} M_r - 8,07$$

Wt18: Cantidad de ciclos de carga equivalentes a 80 KN acumulados durante el período de diseño

Zr: Valor desviador en una curva de distribución normal en función de la confiabilidad del diseño.

So: Desviación estándar del sistema. ΔPSI: Perdida de serviciabilidad prevista en el diseño

MR: Módulo resiliente de la subrasante y de las capas de la base y subbase granulares.

SN: Número estructural o capacidad para la estructura de soportar cargas bajo las condiciones de diseño. Para calcular los ejes equivalentes acumulados, se requiere cuantificar el número total de ejes equivalentes de 8,2 toneladas que transitarán por el carril durante el período de diseño.

Tabla 16 Valores para el periodo de análisis

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE ANALISIS (EN AÑOS)
Urbana de alto Volumen	30 - 50
Interurbana de alto Volumen	20- 50
De bajo Volumen	
Pavimentada con asfalto	15 - 25
Con rodamiento sin tratamiento	10 - 20

Fuente: (AASHTO, A policy on Geometric Design of Highways and streets)

3.7.2.2 Confiabilidad

La consideración de la fiabilidad del diseño es crucial durante la etapa de diseño, ya que establece una conexión entre el comportamiento esperado del pavimento y los factores externos que lo afectan. La determinación del valor adecuado se fundamenta en la clasificación funcional de la carretera.

Tabla 17 Niveles de Confiabilidad

Clasificación de la vía	Urbana	Rural
Autopistas	85 - 99	80 - 99
Troncales	80 - 99	75 - 95
Locales	80 - 95	75 - 95
Vías agrícolas	50- 80	50 - 80

Fuente: (AASHTO, A policy on Geometric Design of Highways and streets)

Se utiliza 70% dado que está en una zona rural.

3.7.2.3 Desviación estándar

En el contexto de las carreteras, la desviación estándar puede referirse a la variabilidad en las mediciones o en las condiciones de la carretera. Por ejemplo, si estamos hablando de la desviación estándar de la rugosidad del pavimento, esto indicaría cuánto varían las mediciones de la rugosidad a lo largo de la carretera. Una desviación estándar alta podría indicar que la rugosidad del pavimento varía significativamente, lo que podría tener implicaciones para el confort de los conductores y el desgaste de los vehículos. Por otro lado, una desviación estándar baja indicaría que la rugosidad del pavimento es más uniforme en toda la carretera.

Tabla 18 Valores de la Desviación Estándar

CONFIABILIDAD (R)	VALOR DE ZR
50	0.000
60	0.253
70	0.524
75	0.674
80	0.841
85	1.037
90	1.282

Fuente: (AASHTO, A policy on Geometric Design of Highways and streets)

Con el nivel de fiabilidad elegido (70%), se puede observar en la tabla de valores de desviación estándar que el valor correspondiente de ZR es de -0,524.

3.7.2.4 Desviación estándar del Sistema

Este parámetro de diseño está vinculado a las condiciones específicas del entorno, considerando posibles variaciones en el comportamiento del pavimento y las

proyecciones de tráfico. Según la Guía de Diseño AASHTO-93, se propone una desviación estándar óptima de $S_o = 0,45$.

3.7.2.5 Factores de Drenaje

El Método AASHTO 93 proporciona un mecanismo para adaptar los coeficientes estructurales en función de la capacidad de drenaje del pavimento. Se considera que la subbase tiene un tiempo de drenaje de 1 día, lo que la categoriza como un sistema de drenaje de calidad según se muestra en la ilustración 30.

3.7.2.6 Determinación de coeficientes estructurales

Empleamos la siguiente expresión matemática para determinar los grosores de las capas que integran la estructura del pavimento.

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

- Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica

Introducimos el valor del módulo de elasticidad del concreto asfáltico, que es de 3000 MPa o 435000 libras por pulgada cuadrada a una temperatura de 20 grados Celsius.

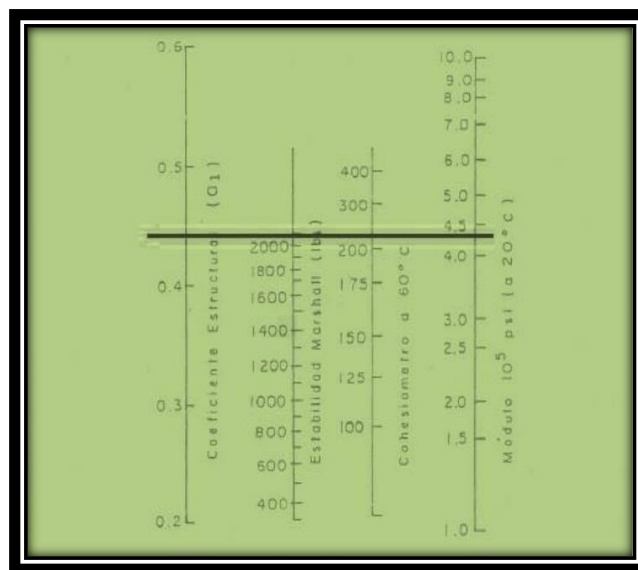


Ilustración 13 Valores de Coeficiente Estructural Para Mezclas Asfáltica

Ilustración 13 Valores de Coeficiente Estructural Para Mezclas Asfáltica

Fuente: (American Association of State and Transportation Highway Officials, 1997)

De acuerdo con lo representado en la figura 13, en este diseño específico, el coeficiente estructural asignado a la capa de mezcla asfáltica es de 0,44.

- Coeficiente estructural de capa base

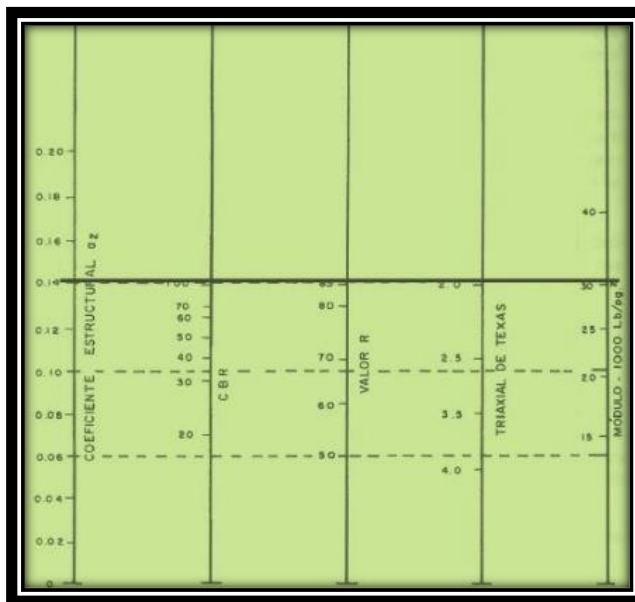


Ilustración 14 Valores de Coeficiente Estructural Para Bases Granulares

Fuente: (American Association of State and Transportation Highway Officials, 1997)

Según las directrices generales del MTOP, sección 404, se especifica que la capa base debe tener un índice de soporte CBR igual o superior al 80%. Para determinar el módulo resiliente de la base granular, utilizaremos los datos presentados en la figura 28. Por lo tanto, con un CBR mayor al 80%, se obtienen los siguientes valores: el módulo de elasticidad de la base (E_b) es de 30,500 libras por pulgada cuadrada y el coeficiente estructural de la capa (a₂) es de 0,14 libras por pulgada cuadrada.

- Coeficiente estructural de la capa Sub – base

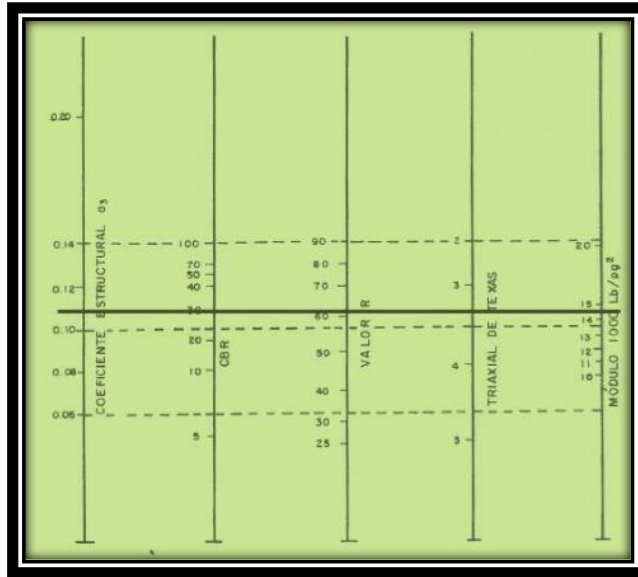


Ilustración 15 Valores de Coeficiente Estructural Sub – Bases Granulares

Fuente: (American Association of State and Transportation Highway Officials, 1997)

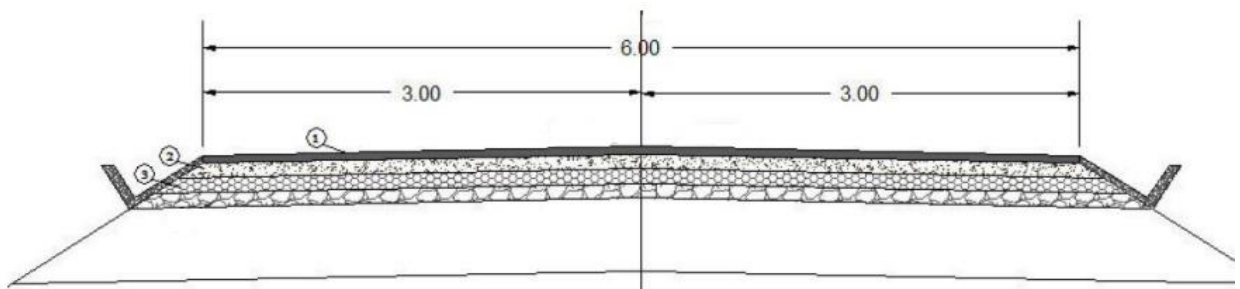
Según las directrices generales del MTOP, en la sección 404, se establece que la capa de sub-base debe tener un índice de soporte CBR igual o superior al 30%. Para calcular el módulo resiliente de la sub-base granular, utilizaremos los datos presentados en la figura 29. Con un CBR mayor al 30%, se obtienen los siguientes valores: el módulo de elasticidad de la sub-base (E_{sb}) es de 14,950 libras por pulgada cuadrada y el coeficiente estructural de la capa (a_2) es de 0,11 libras por pulgada cuadrada.

CALIDAD DE DRENAJE		TIEMPO RECOMENDADO DE SALIDA DEL AGUA			
EXCELENTE		2 HORAS			
BUENO		1 DIA			
REGULAR		1 SEMANA			
MALO		1 MES			
MUY MALO		NO DRENA			
CALIDAD DE DRENAJE	Porcentaje de tiempo con la estructura expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación				
	Menor 1%	1 - 5%	5 - 25%	Mayor 25%	
EXCELENTE	1,40 - 1,35	1,35 - 1,30	1,30 - 1,20	1,20	
BUENO	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,15 - 1,00	1,00	
REGULAR	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,00 - 0,80	0,80	
MALO	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0,60	
MUY MALO	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0,40	

Ilustración 16 Características de Drenaje del Material de Base y/o Sub-base

Fuente: (American Association of State and Transportation Highway Officials, 1997)

Luego, determinamos el porcentaje de tiempo durante el cual la estructura estará expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación. Esto nos proporciona un factor de drenaje de 0.80 para las capas de base y sub-base en este diseño.



- 1) **Carpeta Asfáltica** = 3 pulgadas
- 2) **Base Granular** = 4 pulgadas
- 3) **Sub Base** = 5 pulgadas

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusión

Tras una exhaustiva evaluación del estado de la Vía Naranjito a Marcelino Maridueña en cuanto a las condiciones del pavimento, con ciertas fallas en su capa lastrada se puede concluir que existe una necesidad evidente de intervención y mejora en dicha infraestructura vial. Los hallazgos revelan la presencia de deficiencias significativas en el pavimento.

Tras la elaboración del volumen de Tráfico Promedio Anual (TPDA) en la Vía Naranjito a Marcelino Maridueña, se ha obtenido una visión del flujo vehicular en esta importante vía de comunicación. Los resultados arrojados por este análisis proporcionan una base sólida para comprender la demanda de tráfico de los próximos 20 años, lo cual es fundamental para la planificación y el diseño eficaz de mejoras en la infraestructura vial. Según la clasificación definida por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, la vía se cataloga como de tercer orden y presenta un terreno predominantemente llano. Por consiguiente, se consideró una velocidad de diseño de 90 km/h para realizar los cálculos correspondientes a los distintos elementos del diseño longitudinal.

Tras el desarrollo de una propuesta de diseño para mejorar la infraestructura vial, en concordancia con las normativas vigentes del Ecuador, específicamente las establecidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOPE), se han identificado oportunidades significativas para optimizar la calidad y seguridad de la vía. Esta propuesta se fundamenta en un enfoque integral que abarca aspectos técnicos, normativos

y de sostenibilidad, con el fin de garantizar la eficiencia y la adecuación a las necesidades de movilidad de la población.

4.2 Recomendaciones

Realizar inspecciones periódicas del pavimento para identificar áreas de deterioro y priorizar acciones de mantenimiento preventivo. Establecer un programa de monitoreo continuo de la condición del pavimento utilizando tecnologías de evaluación para detectar tempranamente posibles problemas.

Ampliar los estudios de tráfico para incluir análisis de tendencias y proyecciones a largo plazo que permitan anticipar aumentos en el volumen vehicular. Implementar estrategias de gestión del tráfico, como la optimización de semáforos y la regulación de accesos, para mejorar la fluidez del tráfico en áreas críticas.

Incluir criterios de diseño que fomenten la seguridad vial, como la implementación de pasos peatonales seguros. Considerar la implementación de soluciones de infraestructura verde, como la incorporación de áreas verdes y sistemas de drenaje sostenibles, para promover la resiliencia ambiental y mejorar la calidad de vida en las zonas urbanas.

BIBLIOGRAFIA

- Carpio, J., & Ayala, F. (2018). *Diseño geométrico de vías en el Ecuador*. Universidad de Cuenca.
- García, R., & Rodríguez, M. (2017). *Manual de diseño de carreteras para Ecuador*. Ministerio de Transporte y Obras Públicas.
- Cevallos, A., & Paz, L. (2016). *Análisis y diseño de pavimentos flexibles para carreteras en Ecuador*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Rodríguez, D., & García, E. (2019). *Evaluación de la calidad del pavimento en vías rurales de Ecuador*. *Revista de Ingeniería Civil*.
- Vázquez, P., & Pérez, A. (2020). *Diseño de estructuras de drenaje para carreteras en regiones montañosas de Ecuador*. *Revista Internacional de Ingeniería Civil*.
- Mendoza, F., & Guzmán, J. (2018). *Impacto ambiental del diseño de vías en zonas urbanas de Ecuador*. *Revista de Ingeniería Ambiental*.
- Paredes, C., & Sánchez, R. (2017). *Análisis de tráfico y diseño de intersecciones viales en Quito, Ecuador*. *Revista de Ingeniería de Transporte*.
- Flores, G., & Andrade, M. (2019). *Diseño de señalización vial para mejorar la seguridad en carreteras ecuatorianas*. *Revista de Ingeniería de Tráfico y Transporte*.
- Torres, A., & Castillo, E. (2016). *Planificación de vías urbanas en ciudades intermedias de Ecuador*. *Revista de Planificación Urbana*.
- Cruz, L., & Navarrete, D. (2018). *Diseño de pasos a desnivel para reducir congestión vial en Guayaquil, Ecuador*. *Revista de Planificación de Transporte*.
- Almeida, P., & López, M. (2017). *Diseño de rotondas como solución a problemas de tráfico en vías urbanas de Ecuador*. *Revista de Ingeniería de Tráfico y Seguridad Vial*.
- Moreno, J., & Sánchez, A. (2019). *Evaluación de la eficiencia de diseños viales para el transporte público en Quito, Ecuador*. *Revista de Transporte Público*.
- Gómez, E., & Herrera, L. (2018). *Diseño de vías peatonales y ciclovías en ciudades ecuatorianas para promover la movilidad sostenible*. *Revista de Urbanismo*.
- Ramírez, V., & Rivas, C. (2016). *Estudio de impacto social del diseño de vías en comunidades rurales de Ecuador*. *Revista de Desarrollo Comunitario*.
- Jiménez, N., & Torres, P. (2017). *Diseño de vías de acceso a zonas turísticas en la provincia de Manabí, Ecuador*. *Revista de Turismo y Desarrollo Local*.
- García, J., & Flores, E. (2018). *Evaluación de la seguridad vial en el diseño de vías urbanas en Cuenca, Ecuador*. *Revista de Seguridad Vial*.
- Sánchez, M., & Velasco, R. (2019). *Diseño de vías para mejorar la accesibilidad en zonas periféricas de Quito, Ecuador*. *Revista de Accesibilidad Universal*.
- Torres, J., & García, A. (2016). *Análisis de la accesibilidad en el diseño de vías para personas con discapacidad en Ecuador*. *Revista de Inclusión Social*.

Ortiz, P., & González, L. (2017). Evaluación de la eficacia del diseño de vías en la reducción de accidentes de tránsito en Ecuador. Revista de Seguridad Vial y Prevención de Accidentes.

Álvarez, F., & Cárdenas, D. (2018). Diseño de vías peatonales y espacios públicos en la regeneración urbana de ciudades ecuatorianas. Revista de Urbanismo Sostenible.

ANEXOS

ANEXO 1. TABLAS









UBICACIÓN		Via Naranjito a CNEL. Marclino Maridueña								
HORA	AUTO	MOTO	CAMIONETAS		BUS	BUS		CAMION		TOTAL
			PICK UP 	PANEL 		2 E 	>=3 E 	2 E 	3 E 	
6:00	14	1	2	0	0	4	0	0	0	21
7:00	7	3	1	0	0	4	0	0	0	15
8:00	6	4	3	0	0	6	0	0	0	19
9:00	12	14	2	0	0	0	0	0	0	28
10:00	3	2	2	0	0	6	0	0	0	13
11:00	12	6	2	0	0	6	0	0	0	26
12:00	1	5	7	0	0	5	0	0	0	18
13:00	8	4	4	0	0	0	0	0	0	16
14:00	5	2	1	0	0	6	0	0	0	14
15:00	6	1	3	0	0	6	0	0	0	16
16:00	5	3	2	0	0	6	0	0	0	16
17:00	6	2	3	0	0	5	0	0	0	16
18:00	7	3	2	0	0	6	0	0	0	18
TOTAL	92	50	34	0	0	60	0	0	0	236

Ilustración 17 TPDA Registrado el 8 de Enero 2024

Fuente: Autor









UBICACIÓN		Via Naranjito a CNEL, Marolino Maridueña									
HORA	AUTO	MOTO	CAMIONETAS			BUS	BUS		CAMION		TOTAL
			PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	
											
6:00	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7
7:00	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	12
8:00	7	5	6	0	4	0	0	0	0	0	22
9:00	6	5	0	0	5	0	0	0	0	0	16
10:00	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7
11:00	7	8	0	0	4	0	0	0	0	0	19
12:00	8	9	8	0	6	0	0	0	0	0	31
13:00	9	0	7	0	4	0	0	0	0	0	20
14:00	0	6	8	0	0	0	0	0	0	0	14
15:00	6	3	1	0	4	0	0	0	0	0	14
16:00	7	5	8	0	5	0	0	0	0	0	25
17:00	6	7	1	0	9	0	0	0	0	0	23
18:00	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	10
TOTAL	56	76	47	0	41	0	0	0	0	0	220

Ilustración 18 TPDA Registrado el 9 de Enero 2024

Fuente: Autor










UBICACIÓN		Via Naranjito a CNEL, Marolino Maridueña									
HORA	AUTO	MOTO	CAMIONETAS			BUS	BUS		CAMION		TOTAL
			PICK UP	PANEL	FURGO		2 E	>=3 E	2 E	3 E	
											
6:00	7	1	3	0	0	3	0	0	0	0	14
7:00	6	2	4	0	0	1	0	0	0	0	13
8:00	7	2	3	0	0	0	0	0	0	0	12
9:00	8	34	1	0	0	0	0	0	0	0	43
10:00	9	2	4	0	0	0	0	0	0	0	15
11:00	6	7	1	0	0	0	0	0	0	0	14
12:00	4	4	5	0	0	7	0	0	0	0	20
13:00	3	4	3	0	0	0	0	0	0	0	10
14:00	3	6	4	0	0	0	0	0	0	0	13
15:00	5	8	2	0	0	0	0	0	0	0	15
16:00	0	6	8	0	0	0	0	0	0	0	14
17:00	0	7	5	0	0	0	0	0	0	0	12
18:00	4	7	5	0	0	0	0	0	0	0	16
TOTAL	62	90	48	0	0	11	0	0	0	0	211

Ilustración 19 TPDA Registrado el 10 de Enero 2024

Fuente: Autor










UBICACIÓN		Via Naranjito a CNEL. Marolino Maridueña									
HORA	AUTO	MOTO	CAMIONETAS			BUS	BUS		CAMION		TOTAL
			PICK UP	PANEL	FURGO		2 E	>=3 E	2 E	3 E	
											
6:00	7	1	3	0	0	3	0	0	0	0	14
7:00	6	2	4	0	0	1	0	0	0	0	13
8:00	7	2	3	0	0	0	0	0	0	0	12
9:00	8	4	1	0	0	0	0	0	0	0	13
10:00	9	2	4	0	0	0	0	0	0	0	15
11:00	4	7	4	0	0	0	0	0	0	0	15
12:00	4	4	5	0	0	7	0	0	0	0	20
13:00	3	4	3	0	0	0	0	0	0	0	10
14:00	3	6	4	0	0	0	0	0	0	0	13
15:00	5	8	2	0	0	8	0	0	0	0	23
16:00	0	6	8	0	0	6	0	0	0	0	20
17:00	0	4	5	0	0	3	0	0	0	0	12
18:00	4	7	5	0	0	0	0	0	0	0	16
TOTAL	60	57	51	0	0	28	0	0	0	0	196

Ilustración 20 TPDA Registrado el 11 de Enero 2024

Fuente: Autor










UBICACIÓN		Via Naranjito a CNEL. Marolino Maridueña									
HORA	AUTO	MOTO	CAMIONETAS			BUS	BUS		CAMION		TOTAL
			PICK UP	PANEL	FURGO		2 E	>=3 E	2 E	3 E	
											
6:00	7	9	3	0	0	3	0	0	0	0	22
7:00	6	6	4	0	0	1	0	0	0	0	17
8:00	7	5	3	0	0	4	0	0	0	0	19
9:00	8	4	1	0	0	4	0	0	0	0	17
10:00	9	5	4	0	0	6	0	0	0	0	24
11:00	4	6	4	0	0	7	0	0	0	0	21
12:00	4	6	5	0	0	7	0	0	0	0	22
13:00	3	4	3	0	0	0	0	0	0	0	10
14:00	3	6	4	0	0	0	0	0	0	0	13
15:00	5	8	2	0	0	8	0	0	0	0	23
16:00	0	6	8	0	0	6	0	0	0	0	20
17:00	0	4	5	0	0	3	0	0	0	0	12
18:00	4	7	5	0	0	0	0	0	0	0	16
TOTAL	60	76	51	0	0	49	0	0	0	0	236

Ilustración 21 TPDA Registrado el 12 de Enero 2024

Fuente: Autor










UBICACIÓN		Via Naranjito a CNEL, Marclino Maridueña									
HORA	AUTO	MOTO	CAMIONETAS			BUS	BUS		CAMION		TOTAL
			PICK UP	PANEL	FURGO		2 E	>=3 E	2 E	3 E	
											
6:00	7	9	3	0	0	3	0	0	0	0	22
7:00	6	6	4	0	0	1	0	0	0	0	17
8:00	7	5	3	0	0	4	0	0	0	0	19
9:00	8	4	7	0	0	4	0	0	0	0	23
10:00	9	5	4	0	0	6	0	0	0	0	24
11:00	4	6	4	0	0	7	0	0	0	0	21
12:00	4	6	5	0	0	5	0	0	0	0	20
13:00	3	4	3	0	0	0	0	0	0	0	10
14:00	3	6	4	0	0	0	0	0	0	0	13
15:00	8	7	2	0	0	8	0	0	0	0	25
16:00	1	6	8	0	0	6	0	0	0	0	21
17:00	0	4	5	0	0	3	0	0	0	0	12
18:00	4	7	5	0	0	0	0	0	0	0	16
TOTAL	64	75	57	0	0	47	0	0	0	0	243

Ilustración 22 TPDA Registrado el 13 de Enero 2024

Fuente: Autor










UBICACIÓN		Via Naranjito a CNEL, Marclino Maridueña									
HORA	AUTO	MOTO	CAMIONETAS			BUS	BUS		CAMION		TOTAL
			PICK UP	PANEL	FURGO		2 E	>=3 E	2 E	3 E	
											
6:00	7	9	3	0	0	3	0	0	0	0	22
7:00	6	6	4	0	0	1	0	0	0	0	17
8:00	7	5	0	0	0	2	0	0	0	0	14
9:00	3	4	6	0	0	1	0	0	0	0	14
10:00	2	5	4	0	0	4	0	0	0	0	15
11:00	1	6	4	0	0	1	0	0	0	0	12
12:00	1	6	0	0	0	5	0	0	0	0	12
13:00	3	4	3	0	0	2	0	0	0	0	12
14:00	3	6	4	0	0	0	0	0	0	0	13
15:00	8	2	2	0	0	8	0	0	0	0	20
16:00	1	6	8	0	0	5	0	0	0	0	20
17:00	0	4	1	0	0	2	0	0	0	0	7
18:00	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	9
TOTAL	46	66	41	0	0	34	0	0	0	0	187

Ilustración 23 TPDA Registrado el 13 de Enero 2024

Fuente: Autor

Tabla 19 Factor de ajuste mensual

MES	FACTOR
Enero	1,07
Febrero	1,132
Marzo	1,085
Abril	1.093
Mayo	1.012
Junio	1.034
Julio	1.982
Agosto	0.974
Septiembre	0.923
Octubre	0.931
Noviembre	0.953
Diciembre	0.878

Fuente: Autor

Tabla 20 Determinación del FD

Días	Coneto diario TD=(Vehiculos/dia)	% del conteo Diario TD/TPDS	Factor de expansión FD=1/(TD/TPDS)
Lunes	236	1,08	0,00
Martes	220	1,01	0,99
Miércoles	211	0,97	1,03
Jueves	196	0,90	1,11
Viernes	234	1,07	0,93
Sábado	243	1,11	0,90
Domingo	187	0,86	1,17
Total	1527	1,00	1,00

Tabla 21 Composición del Trafico

Tipo de Vehiculo	Numero	%
Livianos	123	62
Buses	23	12
Pesados	51	26
Total	197	100

Fuente: Autor

Tabla 22 Trafico Asignado

Tipo de Vehiculo	Número	%
Livianos	153	62
buses	28	12
Pesados	63	26
Total	244	100

Fuente: Autor

Tabla 23 Trafico Proyectado

Año	n	Tipo de vehiculo				
		Crecimiento %	Livianos	Crecimiento %	Pesados	Total
2024	0	3.37	153	2.02	63	216
2025	1	3.37	158	2.02	64	222
2026	2	3.37	163	2.02	65	228
2027	3	3.37	168	2.02	66	234
2028	4	3.37	174	2.02	67	241
2029	5	3.37	180	2.02	68	248
2030	6	3.37	186	2.02	69	255
2031	7	3.06	192	1.84	70	262
2032	8	3.06	198	1.84	71	269
2033	9	3.06	204	1.84	72	276
2034	10	3.06	210	1.84	73	283
2035	11	3.06	216	1.84	74	290
2036	12	3.06	223	1.84	75	298
2037	13	3.06	230	1.84	76	306
2038	14	3.06	237	1.84	77	314
2039	15	3.06	244	1.84	78	322
2040	16	3.06	251	1.84	79	330
2041	17	3.06	259	1.84	80	339
2042	18	3.06	267	1.84	81	348
2043	19	3.06	275	1.84	82	357
2044	20	3.06	283	1.84	83	366

Fuente: Autor

Tabla 24 Ensayo Granulométrico

GRANULOMETRÍA					
Tamiz #	Abertura (mm)	Masa retenida	% Retenido	% Retenido acumulado	% pasa
1"	25	346.6	56	6	44
4	5	198.3	9	62	35
10	2	71.8	6	71	29
20	0.85	86.5	9	80	20
40	0.425	111.8	7	87	13
100	0.15	49.8	6	93	7
200	0.075	73.5	6	99	1
Fondo		14.2	1	100	0
Total		952	100		

Fuente: Autor

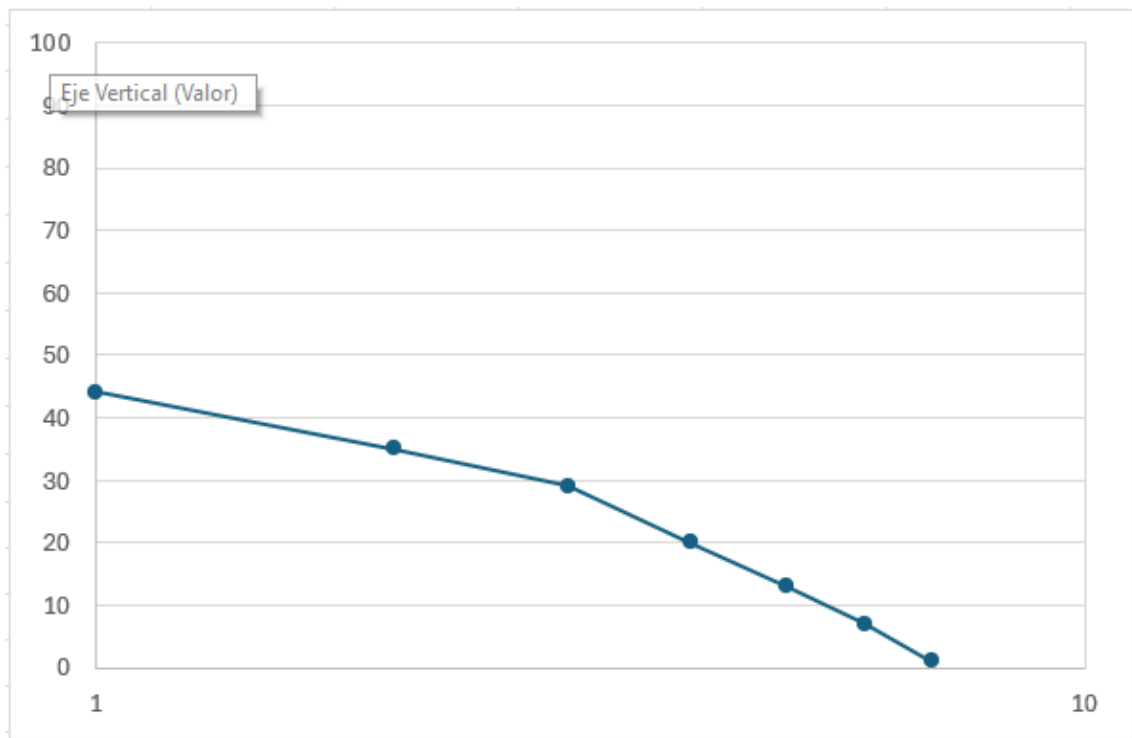


Ilustración 24 Ensayo Granulométrico

Tabla 25 Ensayo Proctor Modificado

Tipo de agregado	Material Granular	Peso de muestra (gr)	35 000	
Características de método "C"				
Pisón ó martillo (lb)	10	Altura de caída (plg)	18	
Nº capas	5	Pasante del tamiz	3/4"	
Nº golpes	56	Molde	6"	
Determinación de la densidad				
Peso del suelo húmedo Molde (gr)	7422	7688	7746	7655
Peso del molde (gr)	2758	2758	2758	2758
Peso del suelo húmedo (gr)	4664	4930	4988	4897
Volumen del molde (cm ³)	2135	2135	2135	2135
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.185	2.309	2.336	2.294
Contenido de humedad promedio (%)	2.2	4.3	5.8	8.3
Densidad seca (gr/cm ³)	2.138	2.213	2.208	2.118
Determinación del contenido de humedad				
Recipiente Nº	5	20	15	21
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	350.88	357.85	290.22	260.88
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	344.33	344.86	276.75	244.25
Peso del agua (gr)	6.55	12.99	13.47	16.63
Peso del recipiente (gr)	44.66	44.33	44.32	44.09
Peso del suelo seco (gr)	299.67	300.53	232.43	200.16
Contenido de humedad (%)	2.19	4.32	5.80	8.31

Fuente: Autor

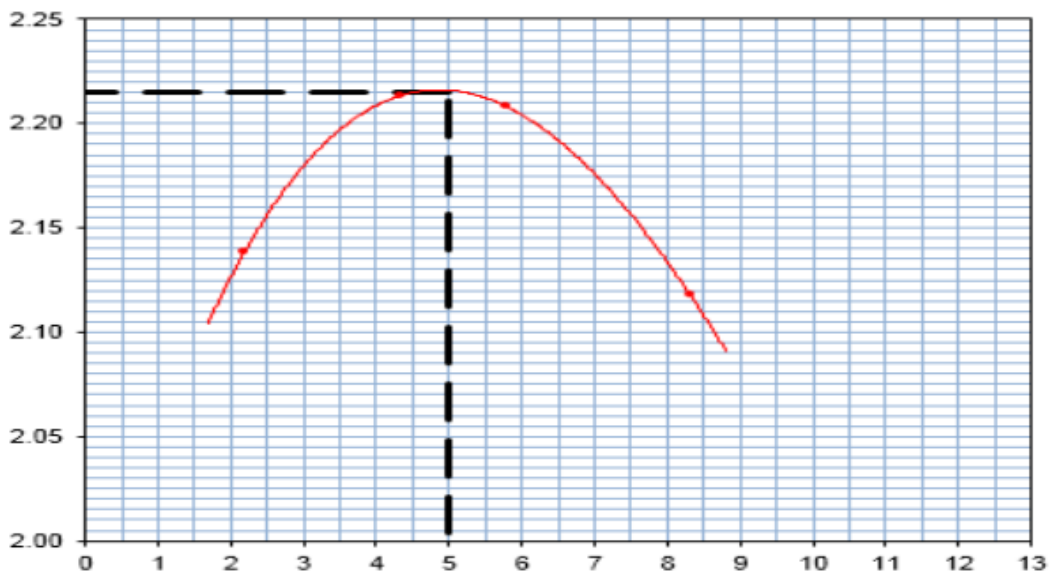


Ilustración 25 Ensayo Proctor

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tarro N°	16	-	11	-	12	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	472	472.03	491.1	491.1	456.6	456.6
Tarro + Suelo seco (gr.)	425.5	425.5	421.5	421.5	398.3	398.3
Peso del Agua (gr.)	46.53	46.53	69.55	69.55	58.3	58.3
Peso del tarro (gr.)	66.45	66.45	55.61	55.61	55.24	55.24
Peso del suelo seco (gr.)	359.05	359.05	365.9	365.9	343.1	343.1
% de humedad	12.96	12.96	19.01	19.01	16.99	16.99
Promedio de Humedad (%)	12.96		19.01		16.99	

EXPANCIÓN											
	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANCIÓN		DIAL	EXPANCIÓN		DIAL	EXPANCIÓN	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
	12.48	0	0.1	0	0	1	0	0	1	0	0
	12.48	24	4.74	4.6		6.3	5.3		4.79	3.8	
	12.48	48	5.88	5.8		6.6	5.6		4.87	3.9	
	12.48	72	5.88	5.8		6.6	5.6		4.87	3.9	
	12.48	96	5.8	5.7		6.6	5.6		4.87	3.9	
			17.8	total	32.0	17.8	total	31.5	17.8	total	21.7

Ilustración 25 Calculo del CBR

Fuente: Autor

PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN			CARGA	MOLDE N°				F-1	MOLDE N°				F-2
mm.	pulg.	TIEMPO		STAND.	CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		
			Lbs/pulg2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%		
0.000	0.000	0'00"		0	0			0	0				
0.640	0.025	0'30"		55	32			21	10				
1.270	0.050	1'00"		100	62			51	30				
1.910	0.075	1'30"		144	90			87	53				
2.540	0.100	2'00"	1000	188	119	121.3	12.1	135	85	106.0	10.6		
3.180	0.125	2'30"		225	143			185	117				
3.810	0.150	3'00"		260	166			231	147				
4.450	0.175	3'30"		292	187			270	173				
5.080	0.200	4'00"	1500	315	202	200.7	13.4	304	195	193.9	12.9		
7.620	0.300	6'00"		384	247			385	248				
10.160	0.400	8'00"		428	276			429	276				
12.700	0.500	10'00"		465	300			450	290				

Ilustración 26 Calculo del CBR

Fuente: Autor

PENETRACIÓN							
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA	MOLDE N°		0.150	
mm.	pulg.		STAND.	CARGA		CORRECCIÓN	
			Lbs/pulg2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	0		
0.640	0.025	0'30"		20	9.5101		
1.270	0.050	1'00"		44	25.165		
1.910	0.075	1'30"		60	35.601		
2.540	0.100	2'00"	1000	77	46.69	46.75	4.675
3.180	0.125	2'30"		95	58.431		
3.810	0.150	3'00"		111	68.868		
4.450	0.175	3'30"		129	80.609		
5.080	0.200	4'00"	1500	147	92.35	92.5606	6.1707
7.620	0.300	6'00"		212	134.75		
10.160	0.400	8'00"		266	169.97		
12.700	0.500	10'00"		305	195.41		

Ilustración 27 Calculo del CBR

Fuente: Autor

56 Golpes

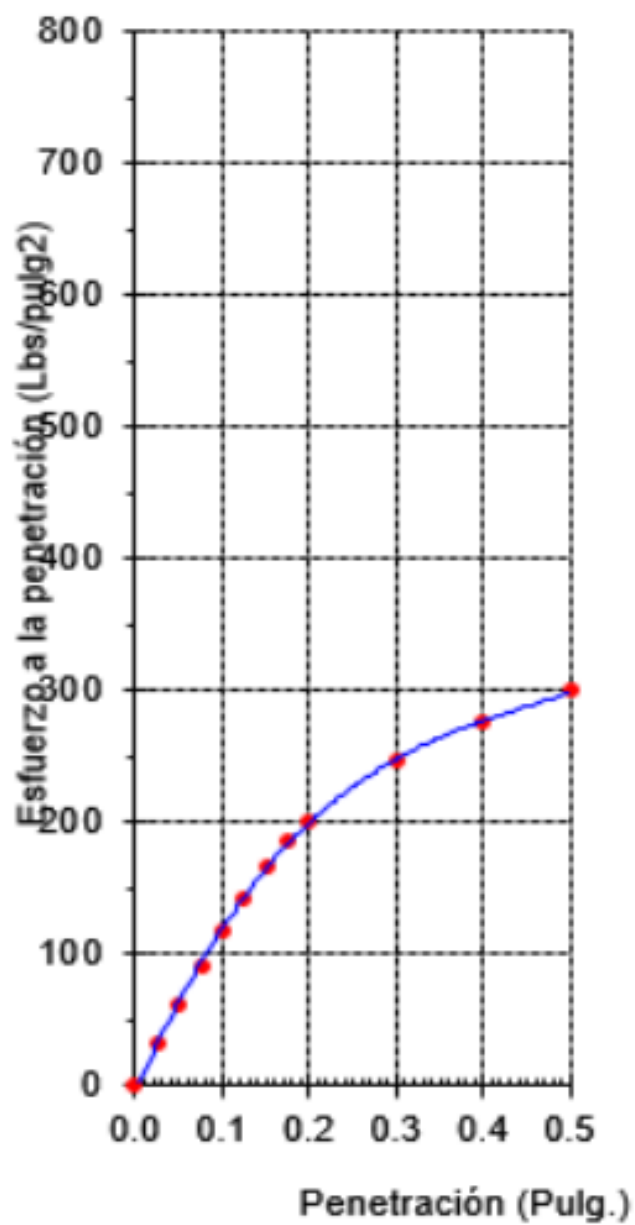


Ilustración 26 DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECÍMENES COMPACTADOS A: 56 GOLPES

25 Golpes

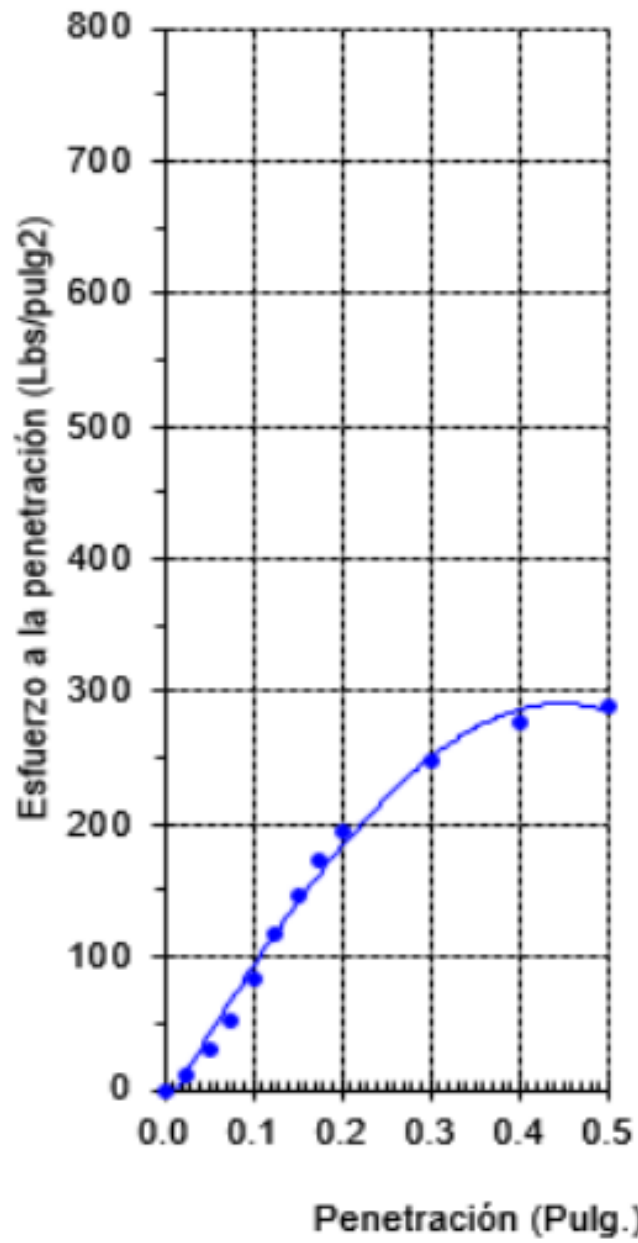


Ilustración 27 DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECÍMENES COMPACTADOS A: 25 GOLPES

10 Golpes

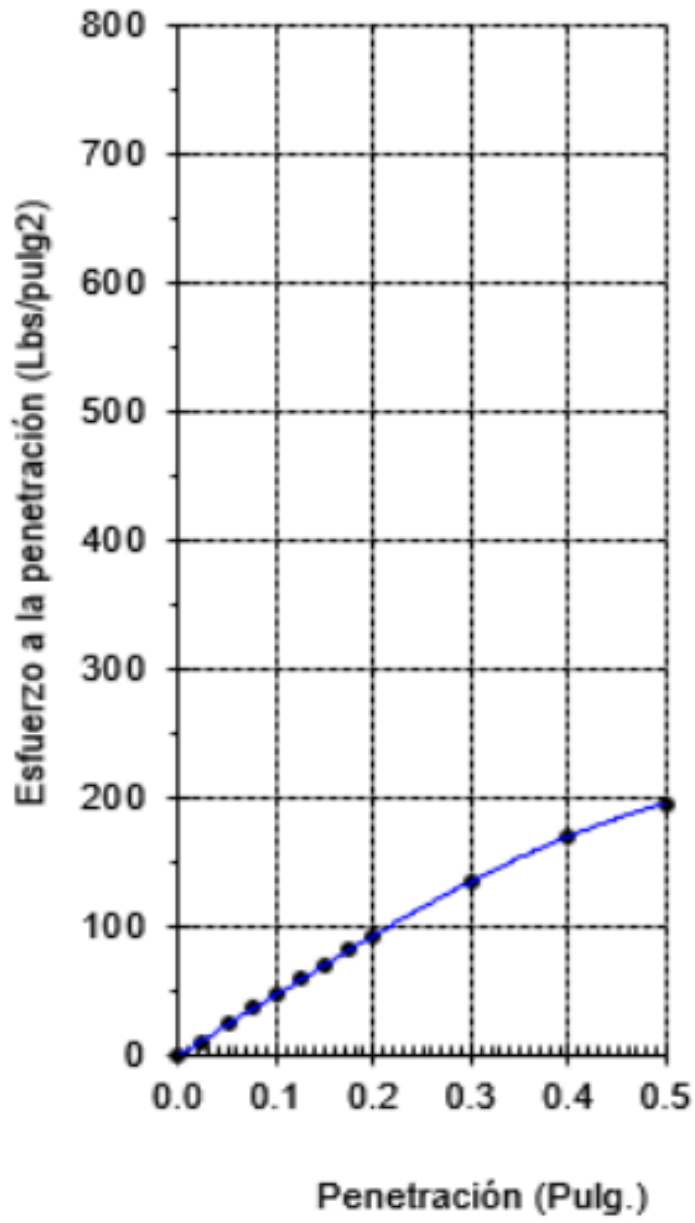


Ilustración 28 DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECÍMENES COMPACTADOS A: 10 GOLPES

Tabla 26 Determinación del Módulo Resiliente

Determinación de los Módulos Resilientes de las capas de base granular y sub - base		
De la Ilustración 14 tenemos:		
Eb(Módulo de elasticidad base)	30.500,00 Psi	Base CBR= 80%
a2(Coeficiente estructural de capa)	0,110 Psi	

De la Ilustración 15 tenemos:		
SB (Modulo de Elasticidad de la sub - base)	14.950,00 Psi	Sub - Base CBR= 30%
a3 (Coeficiente estructural de capa)	0,110 Psi	

Fuente: Autor

Tabla 27 Espesor del Concreto Asfaltico

Determinación del Espesor Necesario del Concreto Asfaltico		
	SN2	1.28
	a2	a1xD1
La AASTHO dice que se redondea al numero ascendente mas proximo	SN (Base granular)	0.44
Por ende será 3 pulgadas	SN (Base granular)	2.91

Fuente: Autor

Tabla 28 Espesor de la Base Granular

Determinación del Espesor Necesario de la Base Granular		
$D2 = (Sn2 - Sn1) / (a2 \times m2)$	SN2	1.74
	a2	0.14
La AASTHO dice que se redondea al numero ascendente mas proximo	SN (Base granular)	SN2-SN1
Por ende será 4 pulgadas	SN (Base granular)	a2 x m2 x D2

Fuente: Autor

Tabla 29 Espesor del material sub - base

Determinación del Espesor Necesario de el material sub - base		
$D2 = (Sn2 - Sn1) / (a3 \times m3)$	SN3	1.87
	a3	0.11
La AASTHO dice que se redondea al numero ascendente mas proximo	SN (Base granular)	SN-(SN1+SN2)
Por ende será 5 pulgadas	SN (Base granular)	a3 x m3 x D3

Fuente: Autor

ANEXO 2. FOTOGRAFIAS



Ilustración 29 Registro del TPDA

Fuente: Autor

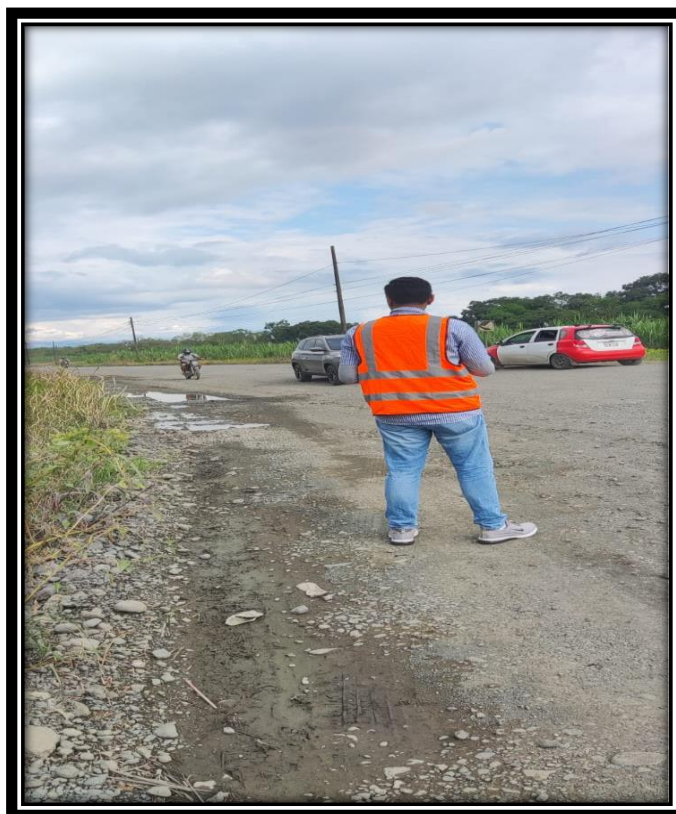


Ilustración 30 Registro del TPDA

Fuente: Autor

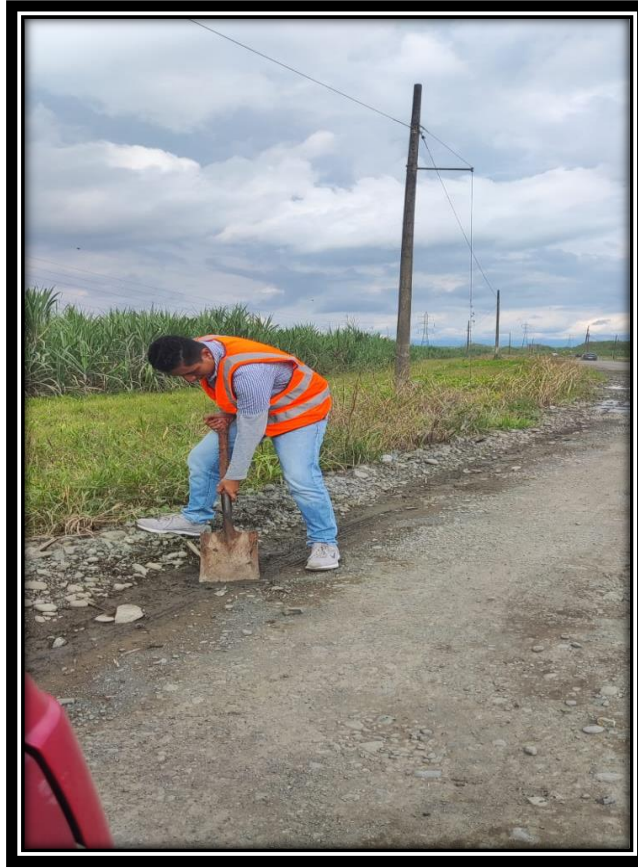


Ilustración 31 Punto de Excavación

Fuente: Autor



Ilustración 32 Muestras listas

Fuente: Autor



Ilustración 33 Muestra

Fuente: Autor



Ilustración 34 Tamices

Fuente: Autor



Ilustración 35 Estación Total a usar

Fuente: Autor



Ilustración 36 Calibración de Estación Total

Fuente: Autor

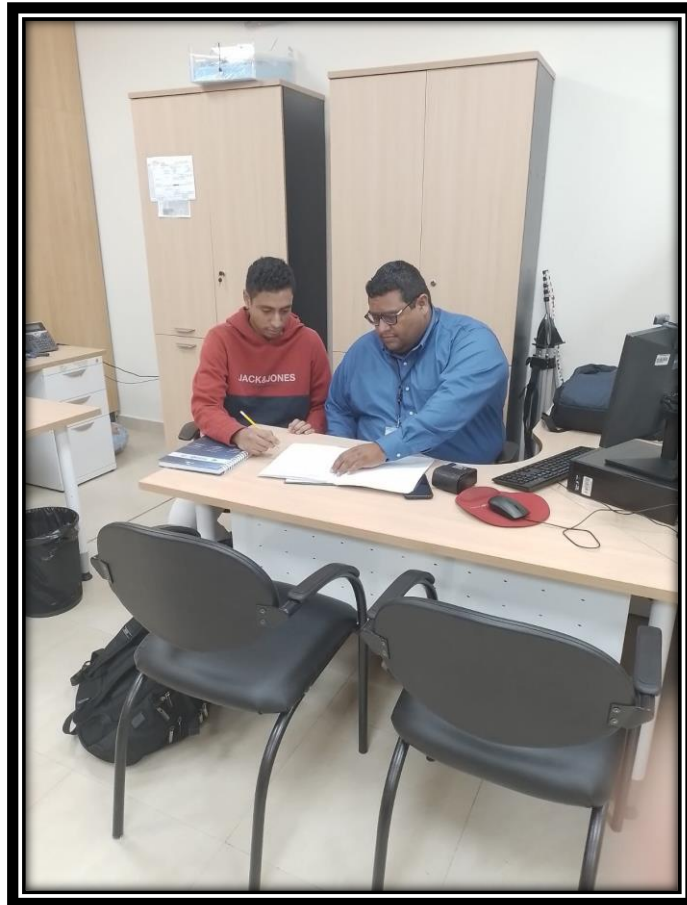


Ilustración 37 Reunión con el tutor Ing. Fausto Cabrera

Fuente: Autor



Ilustración 38 Reunión con el tutor Ing. Fausto Cabrera

Fuente: Autor

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACION
1	8269066.03	219130.26	3586.17
2	8269070.17	219129.65	3586.17
3	8269062	219130.97	3586.11
4	8269068.19	219153.95	3588.09
5	8269072.73	219154.04	3588.09
6	8269064.08	219153.68	3587.85
7	8269062.63	219172.17	3589.6
8	8269058.79	219170.29	3589.88
9	8269066.48	219174.6	3590.28
10	8269067.33	219174.95	3591.75
11	8269074.05	219178.25	3594.87
12	8269052.78	219169.34	3587.93
13	8269048.21	219192.53	3592.86
14	8269049.48	219194.16	3592.77
15	8269045.69	219191.61	3592.9
16	8269056.02	219199.96	3597.84
17	8269037.8	219182.95	3589.08
18	8269051.29	219195.34	3595.01
19	8269031.64	219215.99	3595.94
20	8269029.01	219215.36	3595.86
21	8269033.37	219217.5	3596.13
22	8269035.31	219218.5	3598.18
23	8269021.21	219212.9	3592.16
24	8269040.34	219223.03	3600.95
25	8269026.42	219227.18	3596.82
26	8269028.7	219229.19	3597.1
27	8269024.66	219225.45	3596.65
28	8269017.51	219219.89	3592.51
29	8269031.23	219231.68	3599.13
30	8269021.44	219233.1	3597.56
31	8269022.99	219235.19	3597.74
32	8269019.13	219230.71	3597.33
33	8269036.33	219238.09	3602.5
34	8269012.52	219221.74	3592.48
35	8269029.21	219244.71	3603.14
36	8269024.29	219237.08	3599.24
37	8269010.42	219238.26	3598.55
38	8269010.94	219240.74	3598.62
39	8269008.49	219235.76	3598.4

40	8269012.85	219243.89	3601.58
41	8269016.44	219252.94	3605.32
42	8269001.68	219241.54	3599.06
43	8269000.4	219238.46	3598.88
44	8269002.48	219243.71	3599.24
45	8269004.25	219247.7	3603.49
46	8268995.94	219228.18	3592.7
47	8269006.26	219259.18	3607.47
48	8268989.96	219244.35	3599.65
49	8268989.02	219242.01	3599.6
50	8268990.04	219246.25	3599.82
51	8268987.68	219229.57	3592.64
52	8268992.96	219261.25	3608.15
53	8268977.17	219244.65	3600.06
54	8268977.23	219242.25	3600.01
55	8268977.28	219246.5	3600.15
56	8268990.07	219248.9	3603.19
57	8268977.73	219231.71	3593.82
58	8268975.45	219257.3	3605.56
59	8269075.56	219145.76	3589.06
60	8268975.5	219248.49	3602.01
61	8268955.54	219241.55	3600.65
62	8268956.04	219238.73	3600.6
63	8268954.88	219243.47	3600.82
64	8268954.18	219245.69	3602.01
65	8268956.72	219233.83	3598.31
66	8268952.22	219254.94	3604.93
67	8268943.04	219237.39	3601.35
68	8268942.04	219239.62	3601.57
69	8268943.4	219233.74	3601.25
70	8268936.14	219249.59	3606.87
71	8268945.82	219228.13	3598.95
72	8268938.77	219241.86	3603.11
73	8268929.49	219231.15	3602.55
74	8268928.54	219232.81	3602.83
75	8268931.14	219228.92	3602.28
76	8268926.51	219235.55	3604.44
77	8268934.26	219222.79	3600.14
78	8268920.57	219223.08	3603.32
79	8268923.02	219220.95	3603.18
80	8268918.66	219224.71	3603.64
81	8268920.73	219240.97	3607.87
82	8268926.79	219216.86	3601.31

83	8268912.1	219233.09	3607.21
84	8268907.16	219203.91	3604.5
85	8268909.37	219201.9	3604.44
86	8268905.58	219204.88	3604.64
87	8268896.09	219211.66	3606.91
88	8268914.7	219197.21	3603.75
89	8268893.89	219183.33	3605.99
90	8268896.15	219182.16	3605.95
91	8268891.53	219184.21	3606.11
92	8268900.56	219179.85	3604.48
93	8268882.79	219186.04	3607.86
94	8268880.53	219161.21	3608.07
95	8268878.07	219162.22	3608.25
96	8268882.66	219160.09	3607.97
97	8268889.32	219157.26	3605.94
98	8268918.68	219206.03	3605.21
99	8268868.85	219139.96	3609.92
100	8268870.93	219139.23	3609.88
101	8268866.9	219142.04	3609.96
102	8268873.32	219137.94	3608.3
103	8268860.46	219145	3613.57
104	8268856.45	219120.28	3611.96
105	8268854.2	219122.27	3611.94
106	8268858.87	219119.28	3611.91
107	8268845.63	219128.59	3614.38
108	8268865.93	219116.31	3608.76
109	8268852.35	219123.48	3612.83
110	8268847.91	219110.71	3612.63
111	8268845.73	219113.07	3612.65
112	8268849.69	219109.14	3612.66
113	8268844.08	219114.81	3613.75
114	8268854.83	219103.8	3610.23
115	8268837.27	219120.41	3615.73
116	8268837.93	219103.15	3613.2
117	8268836.86	219105.22	3613.08
118	8268839.54	219101.14	3613.43
119	8268831.07	219112.47	3617.25
120	8268841.08	219096.45	3610.92
121	8268835.1	219107.54	3615.41
122	8268826.52	219099.54	3613.76
123	8268826.68	219096.85	3613.88
124	8268826.85	219109.38	3617.28
125	8268827.25	219104.74	3615.73

126	8268802.54	219104.18	3615.31
127	8268801.09	219101	3615.33
128	8268804.27	219107.03	3615.08
129	8268811.04	219120.67	3616.61
130	8268806.74	219113.67	3616.03
131	8268794.56	219090.32	3616.52
132	8268792.61	219111.84	3616.22
133	8268795.33	219114.49	3615.88
134	8268790.99	219109.85	3616.39
135	8268781.99	219101.07	3617.03
136	8268809.18	219128.83	3616.42
137	8268787.05	219125.12	3617.03
138	8268790.1	219126.5	3616.8
139	8268784.53	219124.63	3617.14
140	8268804.35	219133.3	3617.06
141	8268772.96	219121.35	3617.71
142	8268786.11	219149.87	3618.6
143	8268789.43	219150.2	3618.42
144	8268783.73	219149.61	3618.67
145	8268773.55	219147.62	3619.43
146	8268803.7	219152.4	3618.13
147	8268788.27	219162.78	3619.18
148	8268791.34	219162.82	3618.89
149	8268785.63	219162.69	3619.23
150	8268783.4	219162.87	3619.61
151	8268806.45	219162.87	3618.64
152	8268772.2	219164.12	3619.77
153	8268791.98	219175.53	3619.51
154	8268795.25	219174.66	3619.23
155	8268789.83	219176.13	3619.59
156	8268776.38	219178.5	3620.13
157	8268808.74	219172.69	3619.27
158	8268787.16	219176.66	3619.84
159	8268802.19	219197.84	3619.94
160	8268804.88	219195.9	3619.76
161	8268799.94	219198.46	3619.95
162	8268814.8	219188.78	3619.74
163	8268798.04	219200.38	3620.26
164	8268787.47	219206.55	3620.83
165	8268814.43	219220.2	3620.21
166	8268817.98	219218.4	3620.1
167	8268811.98	219221.58	3620.17
168	8268801.2	219231.28	3620.59

169	8268826.99	219211.15	3620.3
170	8268810.84	219224.21	3620.48
171	8268826.84	219243.19	3620.61
172	8268829.67	219241.3	3620.45
173	8268824.85	219244.09	3620.59
174	8268823.07	219245.49	3621.05
175	8268842.67	219235.87	3621.38
176	8268823.11	219245.51	3621.07
177	8268833.76	219255.36	3620.81
178	8268836.58	219253.99	3620.73
179	8268831.7	219257	3620.82
180	8268814.4	219252.98	3620.93
181	8268852.31	219246.5	3621.59
182	8268837.09	219269.19	3621.17
183	8268841.16	219266.92	3620.84
184	8268843.63	219264.4	3620.74
185	8268839.77	219267.57	3620.96
186	8268857.32	219256.14	3620.72
187	8268829.48	219276.79	3621.16
188	8268842.18	219274.92	3621.31
189	8268847.5	219282.27	3620.98
190	8268835.29	219293.93	3621.01
191	8268830.38	219289.41	3621.25
192	8268858.3	219284.08	3620.5
193	8268855.98	219286.93	3620.47
194	8268861	219281.78	3620.35
195	8268854.42	219288.04	3620.82
196	8268872.68	219274.4	3619.53
197	8268848.54	219295.59	3620.9
198	8268880.33	219304.38	3620.79
199	8268882.89	219302.06	3620.64
200	8268879.21	219307.06	3620.79
201	8268878.08	219308.07	3621.07
202	8268890.27	219294.12	3620.19
203	8268874.52	219317.79	3621.22
204	8269610.72	220029.26	3646.5
205	8269611.89	220031.67	3646.91
206	8269661.18	220044.59	3646.61
207	8268898.01	219316.33	3621.6
208	8268896.3	219318.6	3621.54
209	8268899.93	219313.6	3621.38
210	8268905.02	219307	3621.56
211	8268895.96	219319.83	3621.81

212	8268891.94	219328.18	3621.77
213	8268904.9	219320.71	3621.72
214	8268903.79	219322.68	3621.67
215	8268906.91	219317.6	3621.58
216	8268911.91	219309.26	3621.9
217	8268903.09	219324.24	3622.07
218	8268899.65	219333.26	3621.89
219	8268912.44	219324	3621.7
220	8268911.7	219326.01	3621.66
221	8268913.89	219321.36	3621.64
222	8268910.54	219328.25	3621.94
223	8268919.88	219311.38	3621.01
224	8268906.61	219338.4	3622.22
225	8268922.39	219326.94	3621.46
226	8268921.75	219329.53	3621.42
227	8268923.14	219324.06	3621.27
228	8268928.07	219313.32	3620.21
229	8268918.12	219342.71	3623.37
230	8268920.55	219331.29	3622.02
231	8268930.53	219328.02	3621.21
232	8268929.9	219330.83	3621.27
233	8268930.92	219325.23	3621.01
234	8268929.75	219333.34	3622.32
235	8268935.2	219314.26	3619.71
236	8268927.48	219347.2	3623.25
237	8268939.3	219329.21	3621.05
238	8268938.83	219332.15	3621.09
239	8268939.31	219325.6	3620.97
240	8268936.78	219344.89	3623.47
241	8268942.72	219317.65	3619.62
242	8268937.71	219336.49	3621.88
243	8268957.37	219329.88	3621.07
244	8268957.02	219332.64	3621.04
245	8268957.2	219326.88	3621.02
246	8268957.69	219334.91	3622.24
247	8268958.53	219318.16	3619.45
248	8268957.75	219346.26	3623.78
249	8268975.52	219329.21	3621.24
250	8268975.32	219332.06	3621.23
251	8268975.24	219325.91	3621.21
252	8268975.13	219334.41	3622.05
253	8268975.03	219317.16	3619.5
254	8268975.97	219344.81	3622.58

255	8268997.13	219326.63	3621.65
256	8268997.23	219329.35	3621.57
257	8268996.64	219323.05	3621.59
258	8268999.19	219340.47	3623.6
259	8268996.62	219315.41	3620.1
260	8268997.88	219331.61	3622.49
261	8269018.15	219322.75	3622.47
262	8269018.33	219325.36	3622.28
263	8269017.72	219319.81	3622.43
264	8269017.35	219311.94	3620.76
265	8269016.7	219328.2	3623.47
266	8269020.79	219339.15	3624.05
267	8269039.2	219319	3622.94
268	8269039.3	219322.29	3622.9
269	8269038.96	219316.73	3622.93
270	8269040.73	219337.51	3625.32
271	8269038.9	219305.3	3621.5
272	8269037.53	219325.81	3623.78
273	8269061.25	219316.55	3623.84
274	8269061.35	219319.54	3623.69
275	8269060.95	219313.63	3623.85
276	8269061.52	219322.11	3624.63
277	8269060.35	219303.29	3623.27
278	8269062.79	219331.11	3625.01
279	8269071.25	219315.9	3624.4
280	8269071.47	219318.7	3624.24
281	8269070.66	219312.67	3624.41
282	8269072.01	219329.05	3625.93
283	8269069.91	219299.13	3624.11
284	8269071.25	219321.42	3625.16
285	8269084.33	219316.61	3625.3
286	8269084.97	219313.6	3625.35
287	8269084.69	219319.02	3625.19
288	8269083.09	219331.66	3626.71
289	8269085.22	219301.87	3625.61
290	8269083.41	219321.7	3626.1
291	8269101.52	219319.03	3626.77
292	8269102.52	219315.72	3626.88
293	8269101.1	219321.27	3626.67
294	8269100.58	219323.45	3627.64
295	8269105.67	219304.23	3627.25
296	8269099.4	219334.39	3627.54
297	8269127.99	219326.12	3629.13

298	8269129	219323.5	3629.11
299	8269126.39	219328.91	3629.01
300	8269123.22	219335.88	3629.66
301	8269124.67	219331.97	3629.38
302	8269117.61	219329.09	3628.87
303	8269129.59	219321.67	3630.67
304	8269140.75	219330.16	3630.08
305	8269141.79	219327.42	3629.95
306	8269140.31	219332.79	3629.99
307	8269140.25	219334.5	3630.55
308	8269143.2	219322.96	3630.66
309	8269139.07	219342.95	3630.26
310	8269147.86	219313.67	3631.22
311	8269164.97	219341.01	3630.9
312	8269166.32	219338.45	3631.01
313	8269163.31	219343.54	3630.99
314	8269159.2	219351.07	3632.03
315	8269172.64	219327.93	3631.27
316	8269162.5	219344.87	3631.86
317	8269187.49	219356.02	3631.44
318	8269189.15	219353.43	3631.3
319	8269186.37	219358.57	3631.41
320	8269196.84	219341.64	3631.91
321	8269182.16	219367.56	3631.65
322	8269191.52	219354.29	3631.59
323	8269197.59	219350.14	3632.08
324	8269212.64	219371.59	3632.15
325	8269211.25	219373.89	3632.03
326	8269214.09	219369.28	3632.14
327	8269206.16	219383.07	3632.41
328	8269218.99	219361.05	3632.53
329	8269235.95	219385.81	3633.22
330	8269234.33	219387.89	3633.17
331	8269237.1	219384.14	3633.17
332	8269230.99	219397.79	3631.9
333	8269243.06	219374.99	3634.12
334	8269249.09	219394.59	3633.42
335	8269247.71	219397.37	3633.43
336	8269251.19	219391.99	3633.44
337	8269255.48	219384.92	3634.1
338	8269241	219407.61	3632.92
339	8269260.61	219402.64	3633.61
340	8269259.09	219404.88	3633.45

341	8269262.73	219401.44	3633.55
342	8269262.63	219395.39	3634.36
343	8269250.49	219414.66	3633.38
344	8269271	219412.65	3633.32
345	8269269.28	219415.06	3633.25
346	8269275.43	219413.95	3633.36
347	8269257.21	219423.35	3633.27
348	8269283.98	219406.67	3633.72
349	8269289.71	219439.38	3633.32
350	8269286.69	219440.63	3633.47
351	8269291.77	219437.49	3633.31
352	8269275.63	219437.23	3633.27
353	8269272.4	219439.14	3633.14
354	8269277.4	219448.05	3633.37
355	8269247.12	219410.59	3634.38
356	8269309.92	219474.83	3633.55
357	8269311.8	219473.61	3633.34
358	8269307.62	219476.44	3633.35
359	8269298.95	219483.45	3632.65
360	8269322.3	219467.76	3634.08
361	8269329.51	219506.9	3633.57
362	8269332.24	219505.73	3633.58
363	8269327.06	219511.31	3633.69
364	8269343.78	219498.62	3634.11
365	8269317.43	219517.74	3633.67
366	8269345.28	219530.11	3634.66
367	8269349.57	219528.76	3634.93
368	8269342.18	219534.28	3634.41
369	8269356.49	219523.88	3634.28
370	8269332.73	219542.97	3633.86
371	8269361.32	219555.5	3635.27
372	8269364.48	219554.03	3635.59
373	8269358.33	219558.03	3635.52
374	8269375.79	219554.46	3635.15
375	8269346.5	219565.26	3635.06
376	8269375.02	219575.71	3636.3
377	8269372.53	219577.8	3636.01
378	8269377.92	219574.75	3636.27
379	8269384.82	219569.84	3635.7
380	8269361.27	219588.06	3636.02
381	8269387.91	219596.04	3636.73
382	8269385.28	219597.68	3636.73
383	8269390.51	219594.81	3636.65

384	8269372	219605.74	3636.56
385	8269399.4	219589.91	3636.18
386	8269401.29	219618.31	3637.43
387	8269405.03	219616.34	3637.09
388	8269399.41	219620.06	3637.42
389	8269411.91	219612.22	3636.7
390	8269387.27	219628.05	3637.34
391	8269414.76	219639.74	3638.16
392	8269412.56	219641.08	3638.16
393	8269418.2	219637.43	3637.89
394	8269399.51	219649.4	3637.5
395	8269427.14	219631.49	3637.46
396	8269429.53	219660.48	3638.07
397	8269432.44	219658.69	3637.91
398	8269427.6	219662.26	3638.1
399	8269442.96	219651.83	3638.17
400	8269414.63	219673.41	3637.17
401	8269445.66	219680.7	3638.01
402	8269443.17	219682.33	3638.01
403	8269447.69	219678.92	3637.9
404	8269429.46	219692.81	3637.35
405	8269457.1	219672.34	3638.24
406	8269461.07	219700.21	3638.37
407	8269463.73	219698.45	3638.03
408	8269458.53	219702.12	3638.38
409	8269474.35	219692.26	3638.4
410	8269449.06	219710.78	3637.31
411	8269468.32	219709.39	3637.93
412	8269466.01	219710.9	3637.93
413	8269470.52	219707.53	3637.68
414	8269459.02	219724.13	3636.05
415	8269454.54	219726.8	3635.59
416	8269456.19	219729.56	3635.16
417	8269477.98	219701.77	3638.34
418	8269474.83	219719.05	3637.02
419	8269476.97	219717.97	3637.02
420	8269472.21	219721.34	3636.9
421	8269486.41	219712.09	3637.93
422	8269482.27	219736.71	3635.39
423	8269485.31	219735.79	3635.4
424	8269479.94	219738.33	3635.28
425	8269495.98	219731.44	3636.41
426	8269471.99	219742.09	3634.52

427	8269490.6	219759.6	3633.09
428	8269488.3	219760.25	3633.07
429	8269493.07	219758.4	3633.08
430	8269501.71	219754.45	3634.51
431	8269482.31	219769.94	3632.39
432	8269483.87	219773.45	3631.75
433	8269479.3	219775.61	3631.52
434	8269499.63	219781.3	3631.55
435	8269496.46	219782.48	3631.54
436	8269501.97	219780.48	3631.48
437	8269509.34	219778.2	3632.18
438	8269486.36	219787.62	3630.38
439	8269507.97	219804.12	3631.02
440	8269504.56	219805.22	3630.82
441	8269510.09	219803.04	3630.91
442	8269494.49	219809.01	3629.64
443	8269516.52	219800.56	3631.26
444	8269508.2	219817.28	3630.88
445	8269509.49	219820.38	3630.87
446	8269514.3	219815.5	3630.84
447	8269515.84	219818.89	3630.95
448	8269515.66	219826.87	3630.95
449	8269518.72	219826.17	3631
450	8269512.39	219828.6	3630.87
451	8269524.37	219822.75	3631.75
452	8269502.66	219831.98	3630.05
453	8269523.56	219849.58	3631.22
454	8269521.18	219850.37	3631.19
455	8269526.56	219848.52	3631.22
456	8269511.68	219856.02	3631.35
457	8269530.5	219846.93	3631.38
458	8269531.19	219871.63	3631.52
459	8269534.84	219870.61	3631.55
460	8269528.63	219872.95	3631.54
461	8269538.09	219868.3	3631.75
462	8269519.43	219877.26	3631.89
463	8269538.63	219893.57	3632.07
464	8269535.69	219894.43	3631.97
465	8269541.83	219892.65	3631.87
466	8269525.52	219898.26	3632.38
467	8269545.35	219892.04	3632.18
468	8269546.08	219915.88	3632.64
469	8269549.14	219915.03	3632.6

470	8269543.51	219917.48	3632.62
471	8269554.18	219913.53	3633.32
472	8269535.8	219921.7	3632.98
473	8269553.95	219937.95	3634
474	8269550.55	219938.83	3633.94
475	8269556.86	219936.78	3633.67
476	8269542.39	219941.78	3634.83
477	8269561.65	219934.48	3634.13
478	8269558.4	219949.27	3634.77
479	8269561.59	219948.07	3634.55
480	8269556.05	219951.24	3634.88
481	8269566.95	219944.84	3634.95
482	8269548.25	219956.39	3636.36
483	8269565.23	219959.71	3635.65
484	8269567.27	219958.37	3635.49
485	8269562.6	219961.49	3635.66
486	8269555.65	219969.12	3638.35
487	8269572.79	219955.17	3637.27
488	8269572.34	219970.05	3636.72
489	8269574.47	219968.15	3636.42
490	8269570.89	219971.79	3636.77
491	8269579.21	219964.53	3637.31
492	8269564.12	219978.44	3638.07
493	8269581.86	219977.6	3637.78
494	8269580.32	219980	3637.88
495	8269583.14	219975.67	3637.66
496	8269576.06	219987.75	3639.82
497	8269588.03	219969.88	3638.7
498	8269593.37	219983.42	3638.98
499	8269592.14	219986.13	3639.44
500	8269594.08	219981.46	3638.87
501	8269590.98	219990.15	3641.05
502	8269599.01	219973.56	3639.34
503	8269587.18	219998.22	3641.74
504	8269604.11	219988.17	3640.08
505	8269603.42	219990.53	3640.07
506	8269604.93	219985.49	3639.88
507	8269598.08	220003.05	3642.99
508	8269609.19	219977.05	3639.7
509	8269601.16	219996.02	3641.99
510	8269626.17	219999.58	3642.49
511	8269624.93	220002.26	3642.3
512	8269627.59	219996.73	3642.38

513	8269632.52	219990.09	3642.91
514	8269616.76	220016.59	3644.54
515	8269618.5	220013.16	3644.12
516	8269610.31	220013.79	3644.26
517	8269635.68	220004.94	3643.44
518	8269633.79	220007.44	3643.27
519	8269637.27	220002.4	3643.33
520	8269632.74	220009.77	3644.02
521	8269642.83	219996.87	3644.11
522	8269626.48	220016.07	3644.48
523	8269652.77	220019.4	3645.17
524	8269650.66	220021.2	3644.98
525	8269654.77	220017.76	3645.08
526	8269640.81	220026.07	3645.22
527	8269660.17	220011.11	3645.86
528	8269660.83	220029.06	3645.88
529	8269662.68	220027.85	3645.92
530	8269658.29	220030.38	3645.72
531	8269668.58	220024.97	3646.28
532	8269650.29	220035.39	3645.84
533	8269672.95	220048.92	3646.72
534	8269671.2	220049.96	3646.58
535	8269675.25	220047.56	3646.59
536	8269665.71	220051.96	3646.54
537	8269682.27	220044.37	3646.79
538	8269675.73	220062.38	3646.97
539	8269678.61	220067.6	3647.04
540	8269669.26	220071.38	3646.96
541	8269666.33	220067.21	3646.89
542	8269682.79	220066.14	3647.17
543	8269685.56	220064.99	3647.06
544	8269680.7	220067.91	3647.06
545	8269692.67	220061.55	3647.05
546	8269673.22	220072.36	3647.06
547	8269694.85	220087.06	3647.45
548	8269691.99	220088.36	3647.34
549	8269697.29	220085.09	3647.21
550	8269681.89	220087.35	3647.47
551	8269703.16	220080.6	3647.38
552	8269706.14	220085.35	3647.46
553	8269709.65	220083.54	3647.42
554	8269708.86	220090.75	3647.32
555	8269704.5	220105.27	3647.6

556	8269707.7	220103.25	3647.48
557	8269701.18	220106.8	3647.8
558	8269714.42	220100.13	3647.3
559	8269697.23	220108.34	3647.85
560	8269883.18	220238.07	3650.68
561	8269660.29	219997.18	3646.77
562	8269714.13	220122.85	3647.84
563	8269717.25	220121.71	3647.76
564	8269711.36	220124.55	3647.84
565	8269706.41	220128.05	3648.25
566	8269725.72	220116.42	3647.99
567	8269725.18	220142.32	3647.63
568	8269727.4	220141.17	3647.48
569	8269723.13	220143.65	3647.49
570	8269711.14	220139.76	3646.46
571	8269715.23	220149.12	3646.38
572	8269696.23	220158.19	3646.07
573	8269693.38	220150.97	3646.05
574	8269737.98	220135.56	3646.95
575	8269731.39	220140.52	3646.82
576	8269724.7	220132.19	3647.87
577	8269749.22	220118.16	3647.85
578	8269755.34	220125.37	3647.56
579	8269731.66	220154.37	3647.51
580	8269729.86	220155.55	3647.48
581	8269734.35	220153.37	3647.39
582	8269720.35	220162.94	3647.74
583	8269741.97	220146.96	3647
584	8269740.23	220167.74	3647.42
585	8269742.78	220165.96	3647.22
586	8269738.66	220169.69	3647.56
587	8269732.45	220175.36	3647.32
588	8269751.8	220158.84	3647.5
589	8269750.36	220178.34	3647.43
590	8269752.37	220176.11	3647.07
591	8269749.21	220180.45	3647.51
592	8269746.19	220183.99	3647.36
593	8269761.55	220166.69	3647.62
594	8269762.22	220186.54	3647.36
595	8269764.13	220183.95	3647.12
596	8269761.41	220188.71	3647.36
597	8269758.1	220192.35	3647.19
598	8269770.86	220174.56	3647.56

599	8269786.57	220196.54	3647.14
600	8269787.59	220194.13	3647.05
601	8269786.11	220199.35	3647.02
602	8269783.06	220205.99	3646.98
603	8269791.36	220187.26	3647.32
604	8269810.1	220205.33	3646.73
605	8269811.48	220202.52	3646.78
606	8269809.43	220208.27	3646.7
607	8269805.45	220216.29	3646.56
608	8269815.21	220194.87	3647.16
609	8269823.28	220211.02	3646.66
610	8269824.75	220208.52	3646.66
611	8269822.06	220213.96	3646.51
612	8269820.46	220219.99	3646.17
613	8269827.59	220200.53	3647.07
614	8269840.23	220220.44	3646.99
615	8269842.29	220217.93	3646.96
616	8269838.5	220222.97	3646.94
617	8269837.45	220224.3	3647.44
618	8269846.34	220211.01	3647.77
619	8269835.94	220230.97	3647.27
620	8269843.15	220216.43	3647.83
621	8269859.81	220235.79	3648.33
622	8269862.05	220233.07	3648.31
623	8269858.34	220237.76	3648.4
624	8269857.01	220239.62	3649.47
625	8269868.14	220224.94	3649.83
626	8269854.87	220245.13	3648.75
627	8269864.95	220229.68	3649.9
628	8269870.87	220243.9	3648.47
629	8269872.9	220241.05	3648.27
630	8269869.75	220245.85	3648.63
631	8269867.36	220249.33	3648.79
632	8269878.19	220231.46	3650.2
633	8269875.18	220236.12	3650.62
634	8269882.64	220248.87	3648.15
635	8269883.61	220245.48	3647.95
636	8269881.84	220251.24	3648.29
637	8269881.44	220256.15	3648.1
638	8269895.84	220250.98	3647.8
639	8269895.77	220253.69	3647.84
640	8269895.21	220247.6	3647.67
641	8269895.2	220256.64	3648

642	8269889.65	220236.99	3650
643	8269887.99	220242.13	3650.5
644	8269895.51	220261.2	3645.95
645	8269898.42	220243.35	3649.06
646	8269898.92	220236.45	3648.92
647	8269907.66	220250.62	3647.64
648	8269908.05	220253.17	3647.73
649	8269907.13	220247.43	3647.51
650	8269905.52	220234.55	3649.04
651	8269908.37	220256.9	3647.86
652	8269905.7	220243.35	3648.57
653	8269909.18	220261.31	3645.85
654	8269928.92	220246.11	3647.55
655	8269929.92	220249.25	3647.58
656	8269927.28	220242.5	3647.47
657	8269925.39	220228.13	3649.05
658	8269931.66	220258.55	3647.78
659	8269925.77	220233.58	3648.93
660	8269952.74	220239.46	3646.27
661	8269953.34	220242.56	3646.28
662	8269951.15	220236.34	3646.33
663	8269951.54	220226.62	3649.22
664	8269954.48	220247.98	3646.81
665	8269951.69	220232.38	3646.46
666	8269964.99	220237.1	3645.67
667	8269964.8	220240.57	3645.65
668	8269964.64	220233.71	3645.85
669	8269965.69	220225.77	3649.36
670	8269956.78	220249.34	3646.07
671	8269964.48	220231.48	3646.32
672	8269965.61	220242.49	3645.66
673	8269977.25	220237.65	3645.18
674	8269977.48	220234.1	3645.4
675	8269976.28	220241.02	3645.11
676	8269978.79	220224.88	3649.58
677	8269965.11	220245.86	3645.24
678	8269989.85	220241.1	3644.62
679	8269978.37	220232.12	3645.95
680	8269991.37	220238.34	3644.84
681	8269988.17	220244.86	3644.48
682	8269977.11	220242.99	3645.17
683	8269993.03	220235.8	3646.3
684	8269987.84	220247.83	3644.24

685	8269994	220231.74	3648.22
686	8270001.4	220248.54	3644.07
687	8269998.31	220252.96	3643.38
688	8269999.9	220251.04	3643.98
689	8270003.36	220246.85	3644.24
690	8270010.82	220237.89	3648.07
691	8270005.56	220245.1	3645.54
692	8270010.04	220258.78	3643.64
693	8270007.76	220260.36	3643.59
694	8270012.22	220257.5	3643.81
695	8270014.72	220256.11	3645.65
696	8270006.19	220261.42	3643.32
697	8270018.66	220251.94	3646.51
698	8270016.96	220270.58	3643.52
699	8270012.56	220274.21	3642.91
700	8270014.48	220272.43	3643.48
701	8270019.07	220269.41	3643.58
702	8270018.64	220251.79	3646.5
703	8270026.29	220265.13	3646.1
704	8270024.33	220291.55	3643.68
705	8270020.6	220294.42	3644.34
706	8270026.47	220290.67	3643.69
707	8270028.67	220289.86	3645.36
708	8270035.34	220288.89	3646.59
709	8270030.38	220310.31	3642.56
710	8270033.15	220309.42	3642.54
711	8270026.4	220311.99	3642.56
712	8270040.74	220306.15	3645.05
713	8270035.32	220308.52	3643.66
714	8270035.95	220327.29	3640.8
715	8270038.4	220325.71	3640.86
716	8270032.16	220328.01	3640.82
717	8270047.2	220323.4	3644.36
718	8270040.38	220326.14	3641.84
719	8270039.4	220339.65	3640.3
720	8270041.96	220338.77	3640.21
721	8270036.72	220341.02	3640.36
722	8270052.24	220336.53	3644.08
723	8270046.03	220338.39	3642.8
724	8270043.99	220351.34	3639.94
725	8270040.92	220353.06	3640.45
726	8270046.3	220350.01	3639.79
727	8270050.13	220348.56	3642.47

728	8270055.92	220346.94	3643.19
729	8270048.57	220364.12	3639.66
730	8270051.04	220361.91	3639.31
731	8270048.73	220364.08	3639.61
732	8270052.77	220361.02	3639.24
733	8270059.06	220355.08	3641.03
734	8270060.59	220372.87	3639.11
735	8270057.43	220376.13	3639.27
736	8270062.69	220370.91	3639.07
737	8270053.92	220359.7	3640.14
738	8270069.29	220383.99	3638.86
739	8270065.05	220387.14	3638.93
740	8270071.97	220381.3	3639.02
741	8270068.81	220368.65	3638.64
742	8270068.27	220398.17	3638.78
743	8270079.07	220385.55	3639
744	8270074.7	220378.28	3639.35
745	8270090.11	220386.13	3639.32
746	8270071.06	220414.1	3638.97
747	8270100.26	220385.72	3639.38
748	8270071.78	220418.26	3639.05
749	8270112.11	220383.18	3639.67
750	8270119.62	220390.86	3639.64
751	8270104.62	220393.22	3639.31
752	8270090.88	220400.1	3638.8
753	8270072.09	220437.88	3639.13
754	8270086.04	220404.63	3638.8
755	8270077.03	220423.22	3638.91
756	8270086.89	220394.17	3639.19
757	8270073.45	220374.83	3639.69
758	8270075.23	220365.83	3639.75
759	8270102.91	220380.84	3639.77
760	8270103.95	220375.54	3639.85
761	8270075.62	220375.31	3639.84

