



FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL
VÍAS

ANÁLISIS DE LA RED VIAL RURAL DE LOS CANTONES
LOMAS DE SARGENTILLO Y NOBOL DE LA PROVINCIA DEL
GUAYAS

AUTOR: LILIANA CAROLINA ZAMBRANO MEJIA

TUTOR: ING. DAVID OMAR STAY COELLO, MSc.

GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE 2023

Agradecimiento

A mi Mamá Maria Susana Mejia Caguana y a mi tía Digna Rocio Mejia Caguana por el amor, tiempo, y apoyo incondicional que me han brindado siempre. Les agradezco por estar presentes en esta etapa tan importante de mi vida.

A mi tutor el Ing. David Omar Stay Coello Msc. por compartir sus conocimientos desde el 2019 y durante la realización del presente proyecto de titulación.

Gracias por demostrarme que los sueño no se cumplen se trabajan.

Liliana Carolina Zambrano Mejia

Dedicatoria

Dedico el presente proyecto de titulación a Dios, a quien le eh encomendado mi carrera y camino a seguir. Dedico mi tesis de manera especial a mi hermana menor Ruth Zambrano Mejia quien me anima y me motiva a lograr todo lo que me proponga (Mi pequeña Ingeniera).

En memoria de Enrique Zambrano Pinargote quien a pesar de la distancia y el tiempo siempre ha logrado enseñarme lo importante que es la fortaleza y convicción para seguir nuestro camino.

Liliana Carolina Zambrano Mejia

Declaración Expresa

Artículo XI.- del Reglamento Interno de Graduación de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil.

La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este trabajo de titulación corresponden exclusivamente al autor y al Patrimonio Intelectual de la Universidad de Guayaquil.



Liliana Carolina Zambrano Mejia
C.I. 0926990300

Tribunal de Graduación



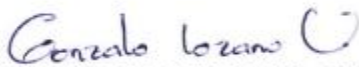
ING. EDWIN TAPIA MSC.

PRESIDENTE DE TRIBUNAL



ING. ALMENDARIZ RODRIGUEZ CHRISTIAN. MSC.

PRIMER VOCAL



ING. GONZALO LOZANO, MSC.

SEGUNDO VOCAL

ESTUDIANTES: ZAMBRANO MEJIA LILIANA CAROLINA



Universidad de Guayaquil

ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE- TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

FACULTAD: CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

Guayaquil, 23 de agosto del 2023

Ingeniero
Guillermo Pacheco Q., MSc.
DIRECTOR DE LA CARRERA CIVIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación ANALISIS DE LA RED VIAL RURAL DE LOS CANTONES LOMAS DE SARGENTILLO Y NOBOL DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS de la estudiante **LILIANA CAROLINA ZAMBRANO MEJIA**, indicando que han cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que los estudiantes están aptos para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
DAVID OMAR
STAY COELLO

Ing. David Omar Stay Coello, MSc.

C.C.: 0907795108

FECHA: 23 de agosto 2023



ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

FACULTAD: CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

Habiendo sido nombrado **ING.DAVIDOMARSTAY COELLO**, MSc., tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **LILIANA CAROLINA ZAMBRANO MEJIA** con C.C. 0926990300, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de: **INGENIERO CIVIL**.

Se informa que el trabajo de titulación: **ANÁLISIS DE LA RED VIAL RURAL DE LOS CANTONES LOMAS DE SARGENTILLO Y NOBOL DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Antiplagio TURNITIN quedando el 4% de coincidencia.

ANÁLISIS DE LA RED VIAL RURAL DE LOS CANTONES LOMAS DE SARGENTILLO Y NOBOL DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS

ORIGINALITY REPORT

4%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS



DAVID OMAR
STAY COELLO

Ing. David Omar Stay Coello, MSc.
 C.C.: 0907795108
 FECHA: 23 de agosto del 2023



ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR
FACULTAD: CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

Guayaquil, 23 de agosto de 2023

Ingeniero

Guillermo Pacheco Quintana, MSc.

DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL - FACULTAD CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del trabajo de Titulación ANALISIS DE LA RED VIAL RURAL DE LOS CANTONES LOMAS DE SARGENTILLO Y NOBOL DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS la estudiante Liliana Carolina Zambrano Mejía. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 19 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad. La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 10 años.

La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que la estudiante Liliana Carolina Zambrano Mejía está apta para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
GINO FERNANDO FLOR
CHAVEZ

Ing. Gino Flor Chávez, MS.c

C.C. 130755414-5

FECHA: 23/08/2023



**DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE LICENCIA
GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO
COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**

FACULTAD: CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON
FINES NO ACADÉMICOS**

Yo, **Liliana Carolina Zambrano Mejia**, con C.I. No. 0926990300, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **“ANÁLISIS DE LA RED VIAL RURAL DE LOS CANTONES LOMAS DE SARGENTILLO Y NOBOL DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS”** son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

Liliana Carolina Zambrano Mejia
C.I. 0926990300

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I

Generalidades

1.1 Introducción	1
1.2 Situación Problemática	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo General.	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
1.4 Delimitación del Tema.....	3
1.5 Justificación	4
1.6 Ubicación del Proyecto	4

CAPITULO II

Marco teórico

2.1 Antecedentes	7
2.2 Bases Teóricas Científicos.....	8
2.2.1 Teoría de Grafos.....	8
2.2.1.1 Conceptos fundamentales de los Grafos.....	8
2.2.1.2 Tipos de Grafos.	9
2.2.2 Red Vial.	11
2.2.2.1 Tipos de Redes Viales.	11
2.2.3 Clasificación de las Vías Terrestres.....	12
2.2.4 Acorde al Plan de Desarrollo Vial Integral de La Provincia del Guayas 2019.	13
2.2.5 Conectividad Vial.	15
2.2.6 Accesibilidad y Niveles de Pobreza.....	15

2.2.7 Medición de Flujo Vial.	16
------------------------------------	----

CAPITULO III

Marco Metodológico

3.1 Tipo de Estudio	17
3.2 Población Muestra y Muestreo.	17
3.3 Métodos Técnicas e Instrumentos.....	17
3.3.1 Métodos.	17
3.3.2 Técnicas e Instrumentos.	18
3.4 Plan de Desarrollo	19

CAPITULO IV

Desarrollo del Tema

4.1 Análisis de los Sistemas Viales	20
4.2 Mapa de las Redes Viales Estudiadas	20
4.2.1 Medidas de Conectividad de la Red Vial.	25
4.2.2 Medidas de Accesibilidad.....	27
4.2.3 Medidas de Conectividad de la Red Vial.	38
4.2.4 Medidas de Accesibilidad.....	40
4.3 Estudio de Trafico	46
4.3.1 Análisis del Punto 1 (Lomas de Sargentillo).	48
4.3.1.1 Cálculo del tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).	48
4.3.1.2 TPDS.	49
4.3.1.3 Nivel de Confiabilidad.	51
4.3.1.4 Deviación Estándar Muestral.	52
4.3.1.5 Desviación Estándar Poblacional.	53
4.3.1.6 Trafico Promedio Diario Anual (TPDA).....	53

4.3.1.7 Trafico Asignado (TA).	54
4.3.1.8 Tasa de Crecimiento.	55
4.3.1.9 Tasa de Crecimiento por Vehículos Matriculados.	56
4.3.1.10 Tasa de Crecimiento por PIB Per Cápita.....	57
4.3.1.11 Tasa de Crecimiento por la MTOP	58
4.3.1.12 Tasas de Crecimiento Analizados	58
4.3.2 Análisis del Punto 2 (Nobol)	62
4.3.2.1 Cálculo del tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)	62
4.3.2.2 TPDS	62
4.3.2.3 Nivel de Confiabilidad.	65
4.3.2.4 Deviación Estándar Muestral.	66
4.3.2.5 Desviación Estándar Poblacional.	67
4.3.2.6 Trafico Promedio Diario Anual (TPDA).....	67
4.3.2.7 Trafico Asignado (TA).	68
4.3.2.8 Tasa de Crecimiento	70
4.3.2.9 Tasa de Crecimiento por Vehículos Matriculados	70
4.3.2.10 Tasa de Crecimiento por PIB Per Cápita.....	72
4.3.2.11 Tasa de Crecimiento por la MTOP	72
4.3.2.12 Tasas de Crecimiento Analizados	73

CAPÍTULO V

Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones	77
5.2 Recomendaciones	79

Bibliografía

Anexos

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Ubicación del Cantón Lomas de Sargentillo.....	5
Ilustración 2: Ubicación del Cantón Nobol.....	6
Ilustración 3: Representación de una Arista (arco).....	9
Ilustración 4: Representación de Caminos.....	9
Ilustración 5: Representación de un Grafo Acíclico.....	9
Ilustración 6: Representación de un Grafo Cíclico	9
Ilustración 7: Representación de un Grafo Conexo.....	10
Ilustración 8: Representación de un Grafo Inconexo o Disconexo	10
Ilustración 9: Representación de un Grafo Dirigido	10
Ilustración 10: Representación de un Grafo No Dirigido	10
Ilustración 11: Red Vial Estatal de Ecuador	11
Ilustración 12: Camino de Tierra	12
Ilustración 13: Pavimento Flexible	13
Ilustración 14: Pavimento Rígido	13
Ilustración 15: Cantón Lomas de Sargentillo.....	20
Ilustración 16: Ubicación del Cantón Lomas de Sargentillo.....	21
Ilustración 17: Ubicación de los Puntos de Conteo del Cantón	21
Ilustración 18: Ubicación de los Nodos del Cantón Lomas de Sargentillo	22
Ilustración 19: Grafo Red Vial del Cantón Lomas de Sargentillo	23
Ilustración 20: Esquema Funcional de la Red Vial del Cantón	24
Ilustración 21: Esquema Funcional de la Red Vial del Cantón	30
Ilustración 22: Nodos y Referencias.....	32
Ilustración 23: Cantón Nobol, Provincia del Guayas	34
Ilustración 24: Ubicación del Cantón Nobol.....	34

Ilustración 25: Ubicación de los Puntos de Conteo del Nobol	35
Ilustración 26: Ubicación de los Nodos de Conteo del Nobol	35
Ilustración 27: Ubicación de los Nodos del Cantón Nobol	36
Ilustración 28: Esquema Funcional de la Red Vial del Cantón Nobol	37
Ilustración 29: Matriz de Distancias en el Cantón Nobol	41
Ilustración 30: Esquema Funcional de la Red Vial del Cantón Nobol	43
Ilustración 31: Matriz de Distancias en el Canton Nobol	45
Ilustración 32: Conteo Vehicular de Lomas de Sargentillo	46
Ilustración 33: Ubicación del Punto 1 Av. Domingo Comin y Av. Machala	47
Ilustración 34: Conteo vehicular de Nobol.....	47
Ilustración 35: Ubicación del Punto 2 Corredor vial E482.....	48

Índice de Tablas

Tabla 1: Superficie de Rodadura (km), según Cantón.....	14
Tabla 2: Características de los Cantones (km)	14
Tabla 3: Necesidades de Conservación Vial de Acuerdo al Cantón (km)	14
Tabla 4: Sectores Productivos según el Cantón.....	14
Tabla 5: Características Óptimas por Cantón.....	15
Tabla 6: Servicio Vial y Niveles de Pobreza por Cantón.....	16
Tabla 7: Formato de Conteo Vehicular	18
Tabla 8: Matriz 10x10 Cantón Lomas de Sargentillo	25
Tabla 9: Conectividad del Cantón Lomas de Sargentillo	27
Tabla 10: Análisis de la Situación Óptima	27
Tabla 11: Número de Enlaces de los Nodos de Red Vial Lomas de Sargentillo ..	28
Tabla 12: Matriz de distancias del Esquema del Cantón Lomas de Sargentillo ..	28
Tabla 13: NS de Lomas de Sargentillo	29
Tabla 14: Matriz de Enlaces entre Nodos del Cantón Lomas de Sargentillo	30
Tabla 15: Índice Omega para los Nodos de la Red Vial Lomas de Sargentillo. ..	31
Tabla 16: Arcos, Nodos y Distancias.....	32
Tabla 17: Matriz 12x12 Cantón Nobol	37
Tabla 18: Conectividad del Cantón Nobol	39
Tabla 19: Análisis de la Situación Óptima de los Índices.....	40
Tabla 20: Número de Enlaces de los Nodos de la Red Vial Nobol	40
Tabla 21: Matriz de distancias del Esquema del Cantón Nobol	41
Tabla 22: NS del Cantón Nobol.....	42
Tabla 23: Matriz de Enlaces entre Nodos del Cantón Nobol	43
Tabla 24: Índice Omega para los Nodos de la Red Vial Nobol.	44

Tabla 25: Arcos, Nodos y Distancias, Canton Nobol	45
Tabla 26: Formato para Conteo Vehicular Manual	48
Tabla 27: Niveles de Confiabilidad Recomendados.	51
Tabla 28: Factor de Confiabilidad.....	51
Tabla 29: Resumen del Punto 1 Av. Domingo Comin Y Av. Machala.....	55
Tabla 30: Censo del Cantón Lomas de Sargentillo	56
Tabla 31: Vehículos Matriculados del Guayas.....	56
Tabla 32: Vehículos Matriculados en Guayas	57
Tabla 33: Tasa de Crecimiento del PIB del Guayas	58
Tabla 34: Tasa de Crecimiento del Ministerio de Transporte y Obras Públicas ..	58
Tabla 35: Resumen de Tasas de Crecimiento.....	58
Tabla 36: Análisis de la Tasa de Crecimiento.....	59
Tabla 37: Análisis para Obtener la Tasa de Crecimiento.....	59
Tabla 38: Análisis de la Tasa de Crecimiento de Buses.	60
Tabla 39: Análisis para Obtener la Tasa de Crecimiento de Buses	60
Tabla 40: Análisis de la Tasa de los Vehículos Pesados.....	61
Tabla 41: Proyección de Trafico de 20 años	61
Tabla 42: Niveles de Confiabilidad Recomendados	65
Tabla 43: Factor de Confiabilidad.....	65
Tabla 44: Resumen del Punto 2 en el Corredor vial E482	69
Tabla 45: Censo del Cantón Lomas de Sargentillo	70
Tabla 46: Vehículos Matriculados del Guayas.....	71
Tabla 47: Vehículos Matriculados en Guayas	71
Tabla 48: Tasa de crecimiento del PIB del Guayas	72
Tabla 49: Tasa de Crecimiento del MTOP	72

Tabla 50: Resumen de las Tasas de Crecimientos Analizados	73
Tabla 51: Análisis de la Tasa de Crecimiento de Vehículos Livianos	73
Tabla 52: Análisis para Obtener la Tasa de Crecimiento de Vehículos Livianos	74
Tabla 53: Análisis de la Tasa de Crecimiento de Buses	74
Tabla 54: Análisis para Obtener la Tasa de Crecimiento de Buses	74
Tabla 55: Análisis de la Tasa de los Vehículos Pesados.....	75
Tabla 56: Proyección de Trafico de 20 Años	76



RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (ESPAÑOL)
FACULTAD: CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

Título del Trabajo de Titulación: ANÁLISIS DE LA RED VIAL RURAL DE
LOS CANTONES LOMAS DE
SARGENTILLO Y NOBOL DE LA
PROVINCIA DEL GUAYAS.

Autor: Liliana Carolina Zambrano Mejia

Tutor: Ing. David Omar Stay Coello, MSc

RESUMEN

La provincia del Guayas cuenta con una extensa red vial; sin embargo, persiste la idea de que es insuficiente, ocasionando resultados negativos en la movilización. El campo necesita contar con vías en buen estado ya que existe insuficiencia de conectividad entre los sectores rurales, es de vital importancia analizar la red vial puesto que vincula con mayor facilidad con cantones aledaños y ciudades. Realizar un diagnóstico de la conectividad de la red Vial nos permitirá proponer proyectos que mejoren dicha conectividad. El presente proyecto da solución al problema de conectividad y accesibilidad entre los sectores rurales, por lo que se debe realizar un levantamiento cuantitativo recolectados en el campo y bases de datos de la municipalidad y/o prefectura del Guayas, así se elaborará un análisis estadístico, parámetros matemáticos que describen el comportamiento de la conectividad y accesibilidad de la red vial de los cantones.

PALABRAS CLAVES: POBLACIÓN – CONECTIVIDAD – GRAFOS –
ACCESIBILIDAD - CONTEO



RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (INGLÉS)
FACULTAD: CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

Title of Degree Word Carried Out: ANALYSIS OF THE RURAL ROAD NETWORK OF THE LOMAS DE SARGENTILLO AND NOBOL CANTONS OF THE PROVINCE OF GUAYAS.

Author: Liliana Carolina Zambrano Mejia

Advisor: Ing. David Omar Stay Coello, MSc

ABSTRACT

The province of Guayas has an extensive road network; however, the idea persists that it is insufficient, causing negative results in the mobilization. The countryside needs to have roads in good condition since there is insufficient connectivity between rural sectors, it is vitally important to analyze the road network since it links more easily with neighboring cantons and cities. Carrying out a diagnosis of the connectivity of the road network will allow us to propose projects that improve said connectivity. This project provides a solution to the problem of connectivity and accessibility between rural sectors, for which a quantitative survey must be carried out collected in the field and databases of the municipality and / or prefecture of Guayas, thus a statistical analysis will be elaborated, mathematical parameters that describe the behavior of the connectivity and accessibility of the road network of the cantons.

KEY WORDS: POPULATION – CONNECTIVITY – GRAPHS – ACCESSIBILITY - COUNT

CAPITULO I

Generalidades

1.1 Introducción

La red vial está ligada a todos los procesos del crecimiento económico, social y cultural, con la finalidad de unir las poblaciones con los sectores productivos, los servicios mancomunados a las vías principales.

Las vías coadyuvan a la movilidad de cargas y personas, principalmente estudiantes de todos los niveles educativos, en ocasiones el deterioro de las vías imposibilita, el acceso a los estudios, elevando los índices de pobreza, analfabetismo y desempleo en todos los sectores rurales.

El presente proyecto titulado “ANÁLISIS DE LA RED VIAL RURAL DE LOS CANTONES LOMAS DE SARGENTILLO Y NOBOL DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS” pretende vincular con mayor facilidad entre los cantones aledaños. Lo que nos permitirá proponer mejoras a su funcionamiento mediante proyectos, para dicha conectividad. En Lomas de Sargentillo la ganadería y el cultivo de arroz son las principales actividades que generan ingresos en el área rural; los cuales son comercializados y transportados en los centros de consumos locales y regionales.

La parte fundamental para generar fuentes de trabajo e ingresos del cantón Nobol es la agricultura, por lo que los habitantes deben trasladar sus productos, utilizando vías direccionadas hacia centros de abastecimiento; además de acceder a centro de educación, trabajo, entre otros servicios, etc.

1.2 Situación Problemática

El sistema de transporte terrestre es un medio esencial para el desarrollo de un país. Permite satisfacer las necesidades fundamentales de los habitantes, fomentar,

acelerar el intercambio de bienes, servicios, facilitar el comercio interior y exterior. Las redes viales integran al territorio generando la inclusión, equidad y justicia social.

Es necesario analizar la conexión de los cantones del presente proyecto, considerando los problemas de los conductores como el trayecto y lo económico al tener un largo periodo en tránsito, acceso a unidades educativas y movilización de productos agrícolas ya que la economía principal es la Agricultura.

El estudio concerniente a necesidades básicas insatisfechas (NBI), determina al cantón Nobol con carencia en servicios de salud y con menor cifra de servicios de educación a: Lomas de Sargentillo y Nobol. (Plan de Desarrollo Vial Integral de la Provincia del Guayas 2019)

El sector rural requiere vías en óptimo estado porque existe insuficiencia de conectividad entre las parroquias rurales, es necesario estudiar interconexión de la red vial puesto que se relaciona con mayor facilidad con los cantones aledaños, al analizar un evaluó de la red Vial facilitara proponer mejoras.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General.

La red Vial Rural de los cantones Lomas de Sargentillo y Nobol, considerando factores de conectividad y accesibilidad. Para mejorar el funcionamiento en beneficio al desarrollo de sus territorios.

1.3.2 Objetivos Específicos.

Los objetivos específicos son:

- Determinar, rasgos funcionales de la red rural entre los cantones Lomas de Sargentillo y Nobol.

- Evaluar el funcionamiento de las redes rurales viales de los cantones Lomas de Sargentillo y Nobol, identificando los problemas de conectividad y accesibilidad.
- Determinar las características del tráfico existente en el tramo principal, a fin de proyectar el tráfico futuro.
- Proponer acciones que mejoren la red vial Rural de los mismos los cantones Lomas de Sargentillo y Nobol

1.4 Delimitación del Tema

Se realizará un análisis de segmentos viales de los Cantones Lomas de Sargentillo y Nobol. Se elaborarán esquemas funcionales viales a partir de la teoría de grafos, con indicadores de conectividad y accesibilidad mediante la teoría de Grafos y la elaboración de matrices de accesibilidad se realizan a partir de estudios de cartografía y geografía del transporte.

El Cantón Lomas de Sargentillo consta con la Parroquia Lomas de Sargentillo (cabecera cantonal), cuenta con una superficie de rodadura de 83.26km, densidad poblacional de 276, una población de 18.413 habitantes de los cuales 13.775 habitantes son del área urbana, 4.638 habitantes son de la zona rural, su principal fuente de empleo es la ganadería y el cultivo de arroz. El cantón Nobol consta con la Parroquia Narcisa de Jesús (cabecera cantonal), cuenta con una superficie de rodadura de 85.57km, densidad poblacional de 145 hab/km², una población de 19.600 habitantes de los cuales 8.256 habitantes son del área urbana, 11.344 habitantes son de la zona rural, su principal fuente de trabajo e ingresos es la agricultura.

Los centros poblados que se analizan al borde de las condiciones actuales de conectividad se refieren a asentamientos humanos que cuenten con al menos una escuela y aproximadamente 100 habitantes.

1.5 Justificación

El presente proyecto permite mejorar la eficiencia de transporte de mercancías y traslado de personas, lo que a su vez puede beneficiar a la economía.

Integra las poblaciones con los centros de servicio, educación, salud y asistencia social, etc.

Reduce el tiempo de recorrido que genera un vehículo hacia su lugar de destino además de reducir la huella de carbono generada por el mismo.

Tiene como finalidad dar solución al problema de conectividad y -accesibilidad entre las zonas rurales de los cantones de Lomas de Sargentillo y Nobol pertenecientes a la provincia del Guayas, para lo cual se debe realizar un diagnóstico mediante un levantamiento cuantitativo, así se elaborará un análisis estadístico, parámetros estadísticos que describen la facilidad o dificultad para desplazarse en la red vial de los cantones. Mediante el cual poder proponer medidas para mejorar la calidad de vida de los habitantes.

1.6 Ubicación del Proyecto

El cantón Lomas de Sargentillo, sus características principales son:

- Consta con una superficie de rodadura de 83.26km (CONGOPE/PROVIAL)
- Está, delimitado por los siguientes cantones:
 - Norte: Santa Lucía
 - Sur: Nobol, Isidro Ayora y Guayaquil
 - Este: Daule y Nobol
 - Oeste: Isidro Ayora.
- Tiene 24.220 personas.

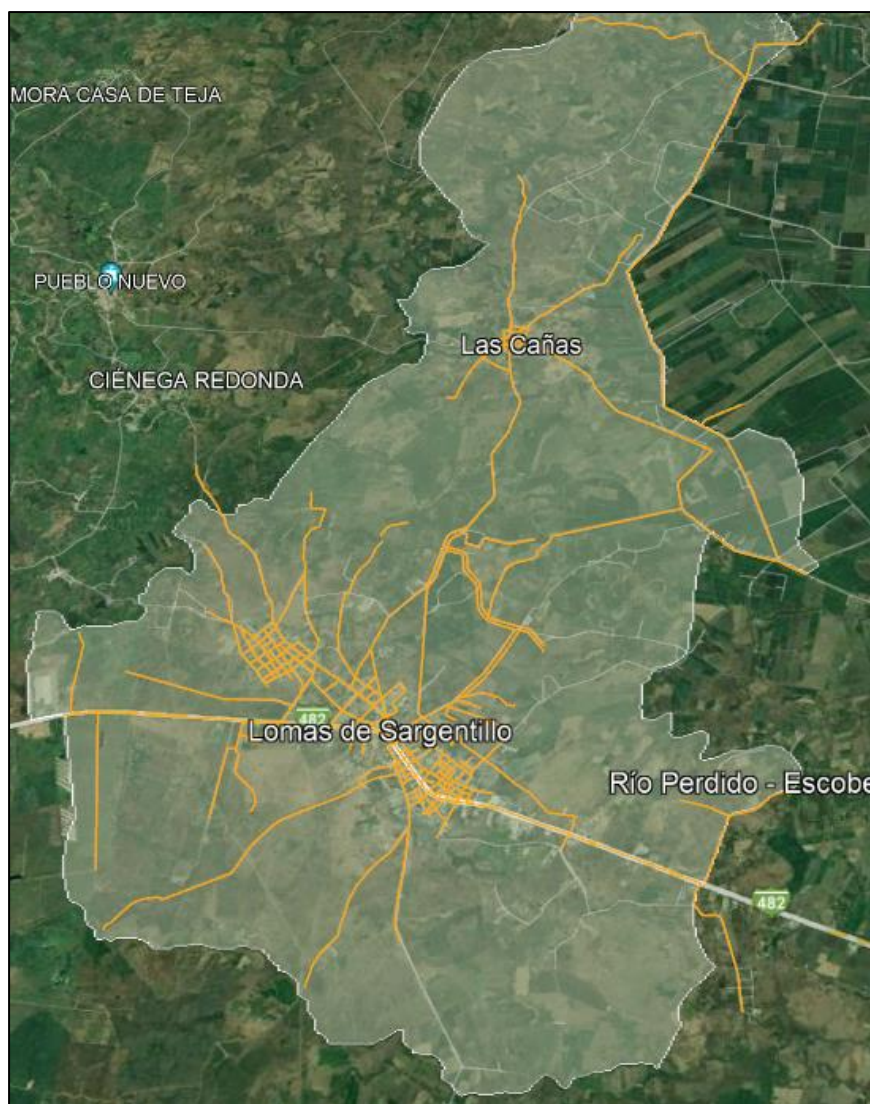


Ilustración 1: Ubicación del Cantón Lomas de Sargentillo

Fuente: (Google Earth, 2023)

El Cantón Nobol, sus características principales son:

- Consta con una superficie de rodadura de 85.57km (CONGOPE/PROVIAL)
- Está, delimitado por los siguientes cantones:
 - Norte: Daule
 - Sur: Guayaquil
 - Este: Daule y Guayaquil
 - Oeste: Isidro Ayora y Lomas de Sargentillo.
- Tiene 14.174 personas.

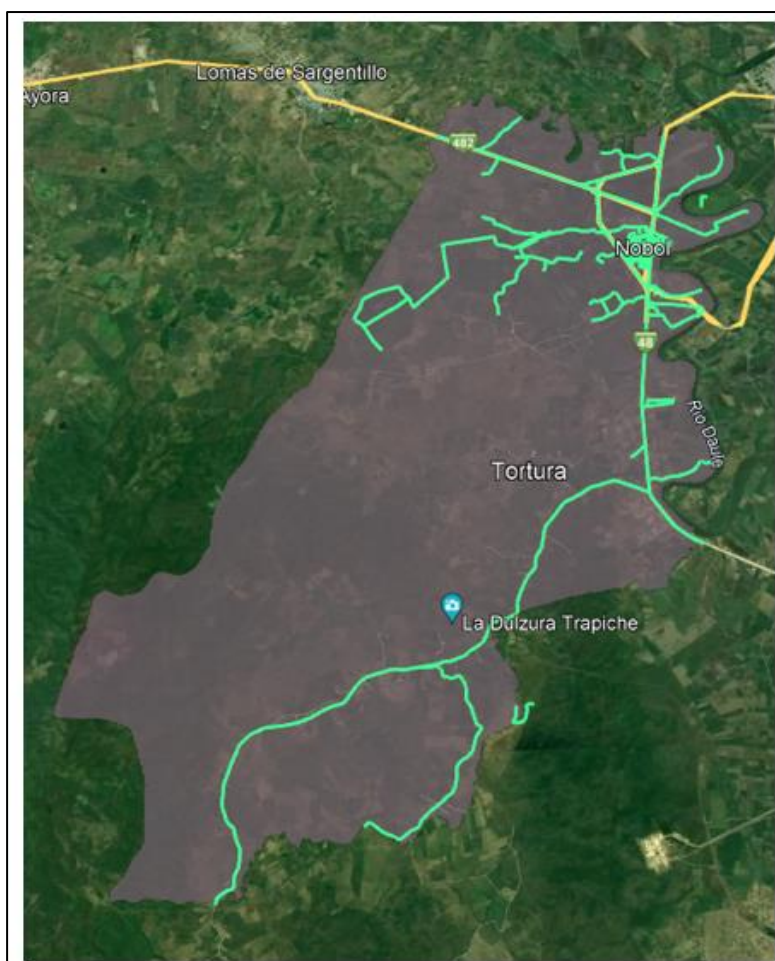


Ilustración 2: Ubicación del Cantón Nobol

Fuente: (Google Earth, 2023)

CAPITULO II

Marco teórico

2.1 Antecedentes

El principal medio de comunicación en el Ecuador son las vías terrestres, las mismas que se emplean permanentemente y es necesaria para el desarrollo, la construcción de vías de comunicación en nuestro país es la manera más eficiente de conectar a las poblaciones aisladas. (Tacuri, 2016)

El sistema de transporte terrestre **es un medio esencial para el crecimiento social y económico** de un país. Da la posibilidad de satisfacer las necesidades fundamentales para la población, fomentar, acelerar el intercambio de servicios, facilitar el comercio interior y exterior.

En la provincia de Guayas, se ha evaluado las vías del cantón Yaguachi incluyendo los diferentes factores para el mejoramiento del desempeño de la movilidad de los cantones y se recomienda proyectos. Lo que indica que la red estudiada está dividida de manera irregular, restringiéndole los servicios básicos.

Considerando necesario interactuar con el proyecto para el mantenimiento y restauración de las vías, asfaltando todas las vías, evitando baches y congestión vehicular. (López Baldeón & Pantoja Cubas, 2022)

En el Cantón Milagro y el Cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan) se realizó el análisis del estado real de las redes viales mediante los índices de conectividad y accesibilidad de ambos Cantones generando Grafos en el que se evidencia que las vías principales se encuentran en buen estado, pero sus intersecciones requieren de intervención en el mejoramiento y rehabilitación de las mismas. Con el fin de que estas intersecciones funcionen como vías alternas rápidas que permitan el acceso de un lugar a otro a beneficio del traslado ya sea de productos de primera necesidad,

asistencias médicas, acceso a centros de salud y educación. Considerando intervenciones requeridas en el mantenimiento y rehabilitación de las intersecciones que conectan a las vías principales de cada cantón.

El actual proyecto realiza un diagnóstico de la red Vial Rural de los cantones Lomas de Sargentillo y Nobol, considerando factores de conectividad y accesibilidad afín de mejorar el funcionamiento en beneficio al desarrollo de sus territorios.

2.2 Bases Teóricas Científicas

2.2.1 Teoría de Grafos.

En matemáticas, un grafo es un conjunto de elementos llamados vértices o nodos, conectados por medios de enlaces denominados aristas o arcos. Un grafo, desde un punto de vista simple, permite representar una operación binaria interna de un conjunto. (López Baldeón & Pantoja Cubas, 2022)

Se estudia “La Teoría de Grafo”, de manera que permita relacionar a las redes viales o de circulación en una estructura sencilla pero abstracta de nodos y arcos conectados. De esta forma los nodos pueden representar ciudades, paradas o estaciones, de carreteras, aeropuertos, puertos, centroides de zona, o lugares de referencia; de manera similar. (López Baldeón & Pantoja Cubas, 2022)

2.2.1.1 Conceptos fundamentales de los Grafos.

Vértices (Nodos): son los puntos o nodos del grafo, que pueden representar objetos, personas, ciudades, etc.

Aristas (Arcos): son las líneas que unen a los vértices. La arista puede representar relaciones o conexiones entre los elementos del grafo. Ejemplo: Entre A y B tendríamos una arista, es decir dos vértices que unen a ambos extremos.

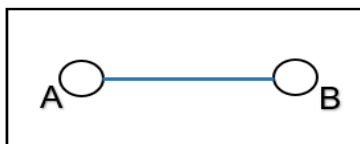


Ilustración 3: Representación de una Arista (arco)

Elaborado por: Liliana Zambrano

Caminos: el camino es la serie de un grafo

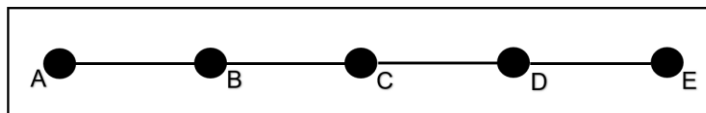


Ilustración 4: Representación de Caminos

Elaborado por: Liliana Zambrano

2.2.1.2 Tipos de Grafos.

El grafo acíclico No tiene ciclos simples. Es decir, no tiene ningún circuito o ciclo

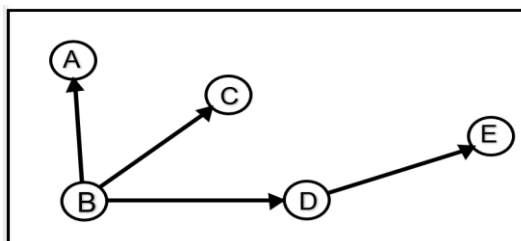


Ilustración 5: Representación de un Grafo Acíclico

Elaborado por: Liliana Zambrano

El grafo cíclico: consiste en ciclos simples. Es decir, al menos un ciclo o circuito.

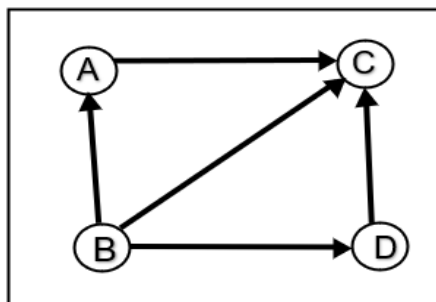


Ilustración 6: Representación de un Grafo Cíclico

Elaborado por: Liliana Zambrano

El Grafo conexo: cuando se construya un camino desde cualquier vértice a otro cualquiera del grafo se determina que el grafo es conexo.

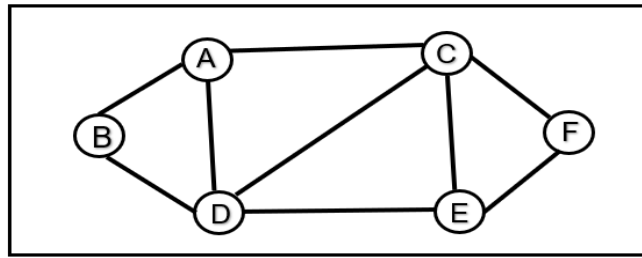


Ilustración 7: Representación de un Grafo Conexa

Elaborado por: Liliana Zambrano

El Grafo inconexo o desconexo: si el grafo no es conexo se lo denomina desconexo o inconexo. Es decir, que no existe un camino en todos los vértices.

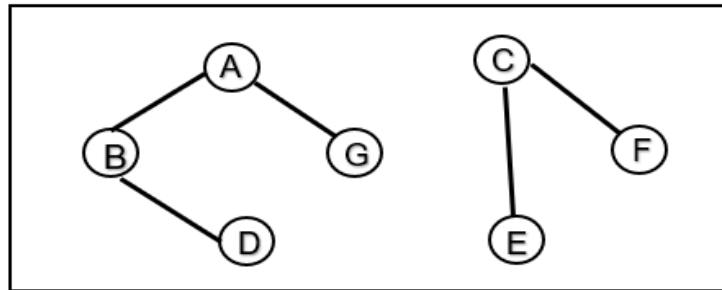


Ilustración 8: Representación de un Grafo Inconexo o Disconexo

Elaborado por: Liliana Zambrano

El Grafo dirigido: se representa como una flecha, que parte del nodo origen y apunta al nodo destino.

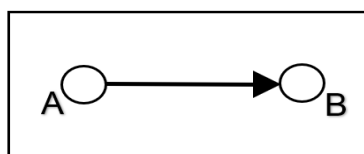


Ilustración 9: Representación de un Grafo Dirigido

Elaborado por: Liliana Zambrano

El Grafo no dirigido: son aquellos que no tienen sus lados orientados.

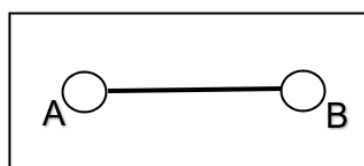


Ilustración 10: Representación de un Grafo No Dirigido

Elaborado por: Liliana Zambrano

2.2.2 Red Vial.

Una red vial es el conjunto de calles, ferrocarriles, caminos, carreteras, autopistas, incluyendo puentes, túneles entre otros elementos que facilitan la circulación de vehículos y la conexión de diferentes lugares dentro de un territorio.

2.2.2.1 Tipos de Redes Viales.

Existen diferentes tipos de redes viales en el Ecuador que son:

Criterio Funcional - Red Vial Estatal

Corredores Arteriales: Son caminos de alta jerarquía funcional, son caminos de integración nacional, conectan las capitales, los puertos marítimos, fronteras, son de larga distancia y de alta recurrencia, accesibilidad reducida y estándares geométricos adecuados.

Vías Colectoras: Son caminos de jerarquía funcional cierta función consiste en recoger tráfico de los sectores rurales y conducirla hacia los corredores arteriales.

Caminos Vecinales: Son los caminos destinados a el tráfico de las localidades rurales, acceso a zonas turísticas y producción agropecuario.

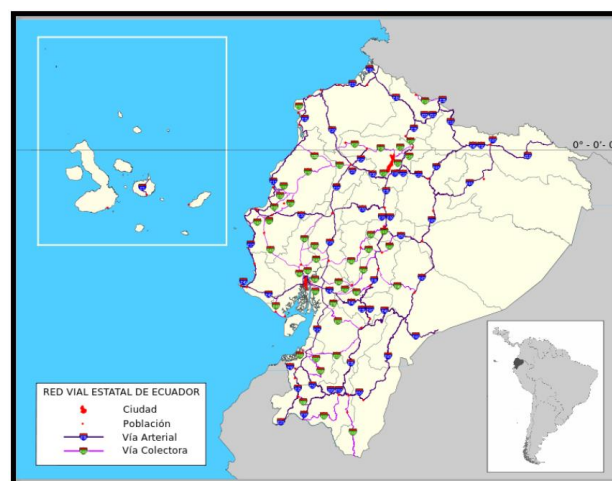


Ilustración 11: Red Vial Estatal de Ecuador

Fuente: (Laila Rivera & Cristian Villagomez, 2014)

Jerarquización Vial: Criterio Funcional - Red Provincial Del Guayas (Que No Formen Parte De La Red Estatal, Regional, O Urbana)

Vías de Primer Orden: Se dividen en concesionadas y no concesionadas, son vías de la red nacional que han sido transferidas su competencia al gobierno provincial.

Vías de Segundo Orden: Son los caminos rurales no incluidos en las clasificaciones anteriores, destinados a recibir tráfico de poblaciones rurales, zonas de producción agrónoma y de sitios turísticos.

Vías de Tercer Orden: Son los Caminos Rurales No Incluidos en las clasificaciones Anteriores, Destinados A Recibir Tráfico De Poblaciones Rurales, Zonas De Producción Agrónoma y de Sitios Turísticos.

2.2.3 Clasificación de las Vías Terrestres.

Las superficies de rodaduras son las siguientes:

Tierra: Superficie natural de tierra compactada, proporciona un camino para el tránsito vehicular o peatonal en zonas rurales.



Ilustración 12: Camino de Tierra

Elaborado por: Liliana Zambrano

Pavimento Flexibles: Tiene como superficie de rodadura una capa de concreto. Estructura Que Se Deflecta, Está Constituido Por Una Capa De Rodadura De

Concreto Asfáltico Que Se Apoya En Las Capas Inferiores Que Se Denominan Básie Y Sub-Base Cuyos Espesores Dependen De La Calidad De La Subrasante



Ilustración 13: Pavimento Flexible

Elaborado por: Liliana Zambrano

Pavimento Rígidos: Tiene como superficie de rodadura una losa de concreto. Está constituido por una losa de hormigón hidráulico que se apoya en una capa de soporte (sub-base). debido a la rigidez y alto módulo de elasticidad de la losa las tensiones en las capas inferiores son muy bajas.



Ilustración 14: Pavimento Rígido

Elaborado por: Liliana Zambrano

2.2.4 Acorde al Plan de Desarrollo Vial Integral de La Provincia del Guayas 2019.

La red vial de la provincia del Guayas consta con 6419.57km.

Tabla 1: Superficie de Rodadura (km), según Cantón.

CANTÓN	TOTAL
Lomas de Sargentillo	83,26
Nobol	85,57

Fuente: (CONGOPE, 2019)

Número de carriles

La red vial provincial del Guayas en su mayoría es un carril en sentido bidireccional con 56.05% del total, un 43.72% en dos carriles sentido bidireccional, y 0.11% en sentido 1 carril unidireccional y 4 carriles bidireccionales respectivamente.

Tabla 2: Características de los Cantones (km)

CANTÓN	NUMERO DE CARRILES				TOTAL
	1 CARRIL BIDIRECCIONAL	1CARRIL UNIDIRECCIONAL	2 CARRIL BIDIRECCIONAL	4 CARRIL BIDIRECCIONAL	
LOMAS DE SARGENTILLO	53,75	-	29,5	-	83,26
NOBOL	50,99	0,57	34,02	-	85,57

Fuente: (CONGOPE, 2019)

Características de las necesidades de preservación vial

Con la finalidad de evitar el deterioro físico de una vía y mantener su estado:

Tabla 3: Necesidades de Conservación Vial de Acuerdo al Cantón (km)

CANTÓN	NECESIDADES DE CONSERVACION VIAL					TOTAL
	DOS CAPAS DE RODADURA	MANTENIMIENTO PERIODICO	MANTENIMIENTO RUTINARIO	RECONSTRUCCION	REHABILITACION	
LOMAS DE SARGENTILLO	-	13,78	34,62	13,81	21,05	83,26
NOBOL	-	30,31	36,34	0,57	18,35	85,57

Fuente: (CONGOPE, 2019)

Características productivas del sistema vial provincial

Tabla 4: Sectores Productivos según el Cantón.

CANTÓN	SECTORES PRODUCTIVOS						TOTAL
	NO DEFINIDAS	AGRICULTURA	CAMARO NERA	GANADE RIA	PESCA	TURIS MO	
LOMAS DE SARGENTILLO	1	28	-	8	-	1	38
NOBOL	-	42	-	2	-	1	45

Fuente: (CONGOPE, 2019)

Redes viales en buen estado por cantón.

Tabla 5: Características Optimas por Cantón.

CANTÓN	SUPERFICIE DE RODADURA								TOTAL TRAMOS	TOTAL
	LASTRE		PAVIMENTO FLEXIBLE		PAVIMENTO RIGIDO		TIERRA			
	TRAMOS	KM	TRAMOS	KM	TRAMOS	KM	TRAMOS	KM		
LOMAS DE SARGENTILLO	11	33,01	2	8,66			1	0,64	14	42,31
NOBOL	10	17,88	2	2,64					12	20,52

Fuente: (CONGOPE, 2019)

2.2.5 Conectividad Vial.

La conectividad de la red vial hace referencia a la facilidad de desplazamiento de vehículos a diferentes lugares dentro de un territorio, utilizando calles, ferrocarriles, caminos, carreteras, autopistas, incluyendo puentes, túneles entre otros elementos que forman parte de la red vial.

La conectividad se puede analizar en base a cantidad y calidad de caminos, carreteras disponibles, accesibilidad a las ciudades o pueblos y a la capacidad de las rutas principales para conectar los diferentes territorios.

La conectividad de la red vial tiene un impacto significativo en la economía, ya que afecta a los negocios que realizan envíos y reciben suministros. Asimismo, también afecta a la calidad de vida de las personas y su capacidad para acceder a servicios

2.2.6 Accesibilidad y Niveles de Pobreza.

El análisis referente a necesidades básicas insatisfechas (NBI), a nivel cantonal nos indica que están relacionados con los servicios de salud y educación, en la provincia del Guayas se verifica que los cantones con menos servicios de salud son: Nobol y con menor número de servicios de educación son: Lomas de Sargentillo y Nobol.

Tabla 6: Servicio Vial y Niveles de Pobreza por Cantón.

CANTON	ACCESIBILIDAD (KM)			TOTAL (KM)	SERV. SALUD	SERV. EDUC.	NBI (%)
	A	MA	PA				
LOMAS DE SARGENTILLO	62,5	9,13	11,64	83,26	3	12	88,45
NOBOL	68,11	17,46		85,57	0	7	74,63

Fuente: (CONGOPE, 2019)

2.2.7 Medición de Flujo Vial.

La medición de flujo vial es necesario para la evaluación del rendimiento del sistema de transporte.

El conteo manual se lo realiza por una o más personas que anotan el total de vehículos, de acuerdo con su clasificación, en periodos cortos. Es un método para medir el flujo de tráfico que circula por una determinada vía.

Se recomienda el conteo en cada 15 minutos (MTOP, pág. 80).

CAPITULO III

Marco Metodológico

3.1 Tipo de Estudio

El presente proyecto está enfocado en el “ANÁLISIS DE LA RED VIAL RURAL DE LOS CANTONES LOMAS DE SARGENTILLO Y NOBOL DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS” donde se aplicará el método de grafo, realizando un evaluó de la conectividad de las redes Viales, con la finalidad dar a conocer su deficiencia y proponer mejoras a dicha conectividad. Cabe mencionar que el estudio será descriptivo y no experimental.

3.2 Población Muestra y Muestreo.

El objeto del proyecto es el conjunto de redes viales rurales que pertenecen a los Cantones Lomas De Sargentillo y Nobol de la provincia del Guayas.

De acuerdo con el PLAN DE DESARROLLO VIAL INTEGRAL DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS 2019, la red vial de la provincia del Guayas está conformada por 6419.57km que se encuentran distribuidos en todo su territorio.

El cantón Lomas de Sargentillo consta con una superficie de rodadura de 83.26km y el Cantón Nobol consta con una superficie de rodadura de 85.57km. (CONGOPE, 2019)

3.3 Métodos Técnicas e Instrumentos

3.3.1 Métodos.

La metodología del presente proyecto será descriptivo, cuantitativo y no experimental. Analizando los grafos formados.

La aplicación del método del grafo nos permitirá realizar un diagnóstico de los problemas existentes entre los nodos encontrados en la zona rural de los Cantones Lomas De Sargentillo y Nobol.

Metodología

La metodología de este proyecto esta considera en:

- Recopilación de información de fuentes oficiales, como mapas y estructura vial de los cantones.
- Identificación de la ruta rural requerida para el análisis
- Visita técnica a los puntos considerados de conectividad.
- Elaboración de un esquema funcional de acuerdo con la visita en campo.
- Conteo vehicular, para considerar la función de la red vial rural de los cantones.
- Desarrollo de la información generando los resultados del estudio.

3.3.2 Técnicas e Instrumentos.

El análisis técnico y la ficha del conteo vehicular son nuestros principales instrumentos en el presente proyecto, ya que se considerará el estado de las vías observado en la visita técnica y se comparará el resultado generado por las matrices.

Tabla 7: Formato de Conteo Vehicular

CONTEO VEHICULAR MANUAL																	
FECHA	HORA	DIA	LIVIANOS				BUSES		VOLQUETA		PESADOS						
			MOTO	AUTOMOVIL	CAMIONETA	FURGONETA	2D	BUSES	BUSES	V2DB	V3A	2DA	2DB	3A	3S2	3S3	CG
	07:00-08:00																
	08:00-09:00																
	09:00-10:00																
	10:00-11:00																
	11:00-12:00																
	12:00-13:00																
	13:00-14:00																
	14:00-15:00																
	15:00-16:00																
	16:00-17:00																
	17:00-18:00																
	18:00-19:00																
	SUMAN																

Fuente: (López Baldeón & Pantoja Cubas, 2022)

3.4 Plan de Desarrollo

Se obtuvo la información necesaria a través de internet, mediante aplicaciones como Google Maps, Google Earth por medio del cual se identificó la ruta rural requerida para el análisis y los puntos considerados como generados de conectividad.

Se realizó el TPDA (Tráfico promedio Diario Anual) mediando un conteo vehicular manual.

Elaboración de un esquema funcional de acuerdo con la visita en campo para el desarrollo de la información, aplicando el método de grafos para el diagnóstico de los problemas existentes. Generando matriz de conectividad.

CAPITULO IV

Desarrollo del Tema

4.1 Análisis de los Sistemas Viales

En base al compendio de la información geográfica de la red vial del Cantón Lomas de Sargentillo y el Cantón Nobol se presentan las ilustraciones “A” y “B” de acuerdo a sus características.

4.2 Mapa de las Redes Viales Estudiadas

Los asentamientos humanos que se analizan cuentan con al menos una escuela de aproximadamente 100 habitantes.

- El Cantón Lomas de Sargentillo consta con la Parroquia Lomas de Sargentillo (cabecera cantonal), cuenta con una superficie de rodadura de 83.26km.

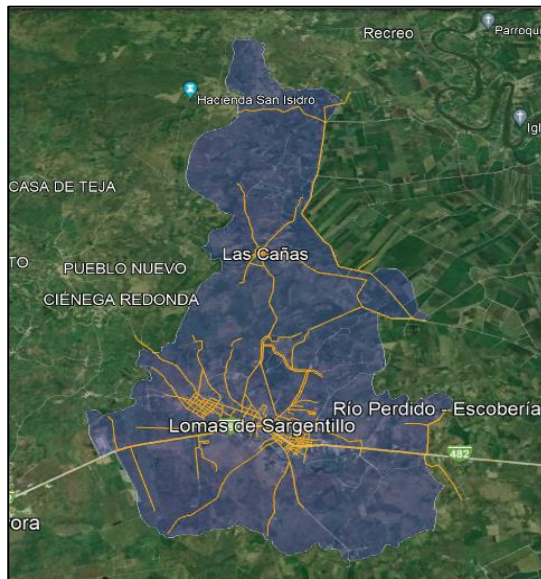


Ilustración 15: Cantón Lomas de Sargentillo

Fuente: (Google Earth, 2023)



Ilustración 16: Ubicación del Cantón Lomas de Sargentillo

Fuente: (GAD Lomas de Sargentillo, 2020)

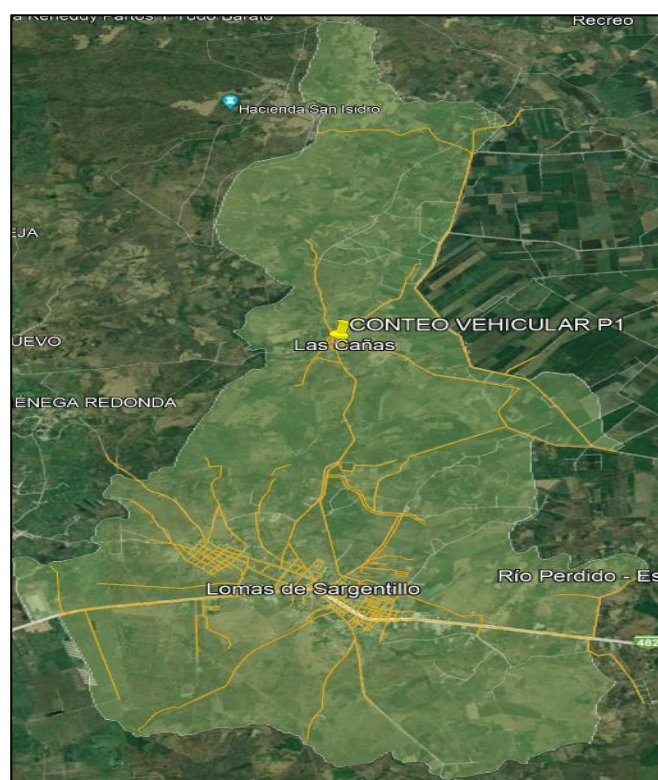


Ilustración 17: Ubicación de los Puntos de Conteo del Cantón

Fuente: (Google Earth, 2023)

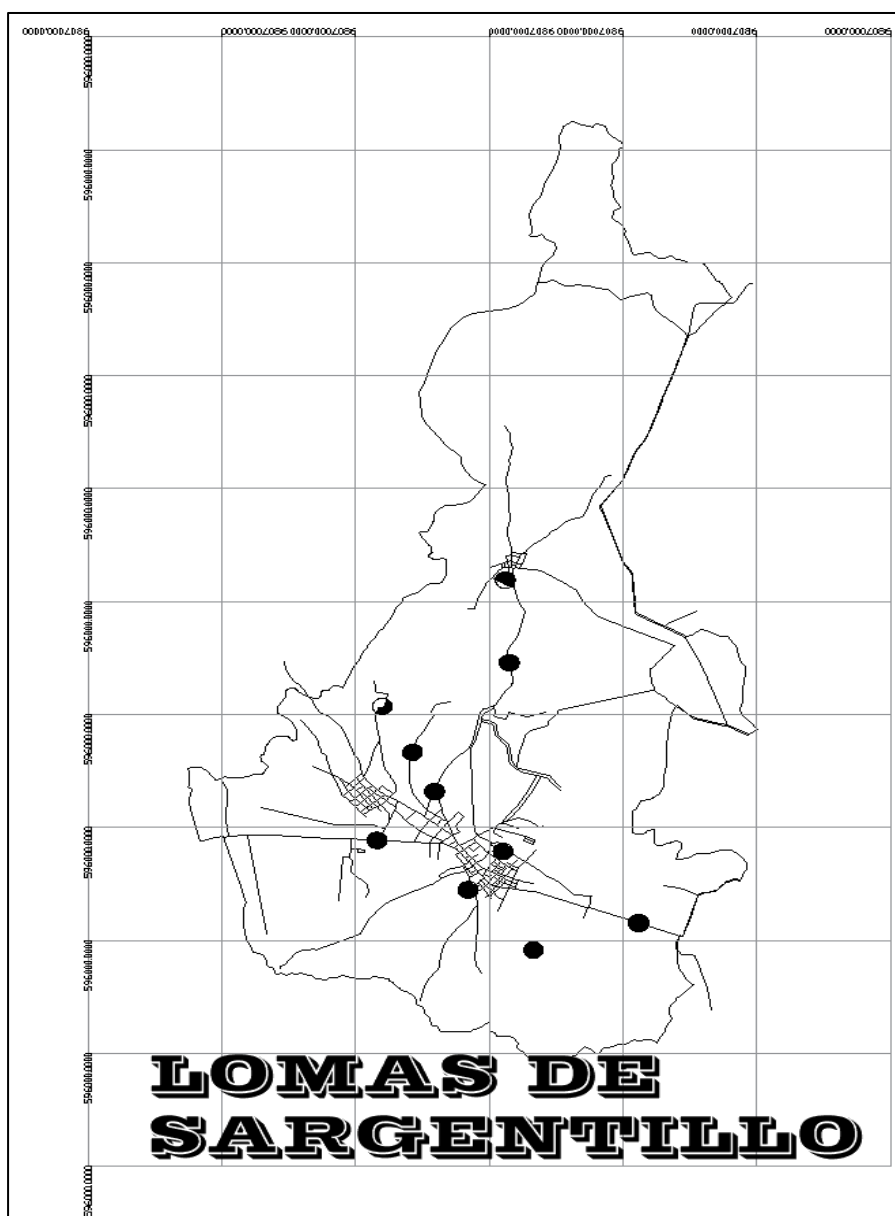


Ilustración 18: Ubicación de los Nodos del Cantón Lomas de Sargentillo

Elaborado por: Liliana Zambrano

De acuerdo con la ilustración anterior del Cantón Lomas de Sargentillo, se consideró la red vial como parte del grafo.

Los Vértices (Nodos) en el Cantón son los asentamientos humanos que cuentan con al menos una escuela y aproximadamente 100 habitantes.

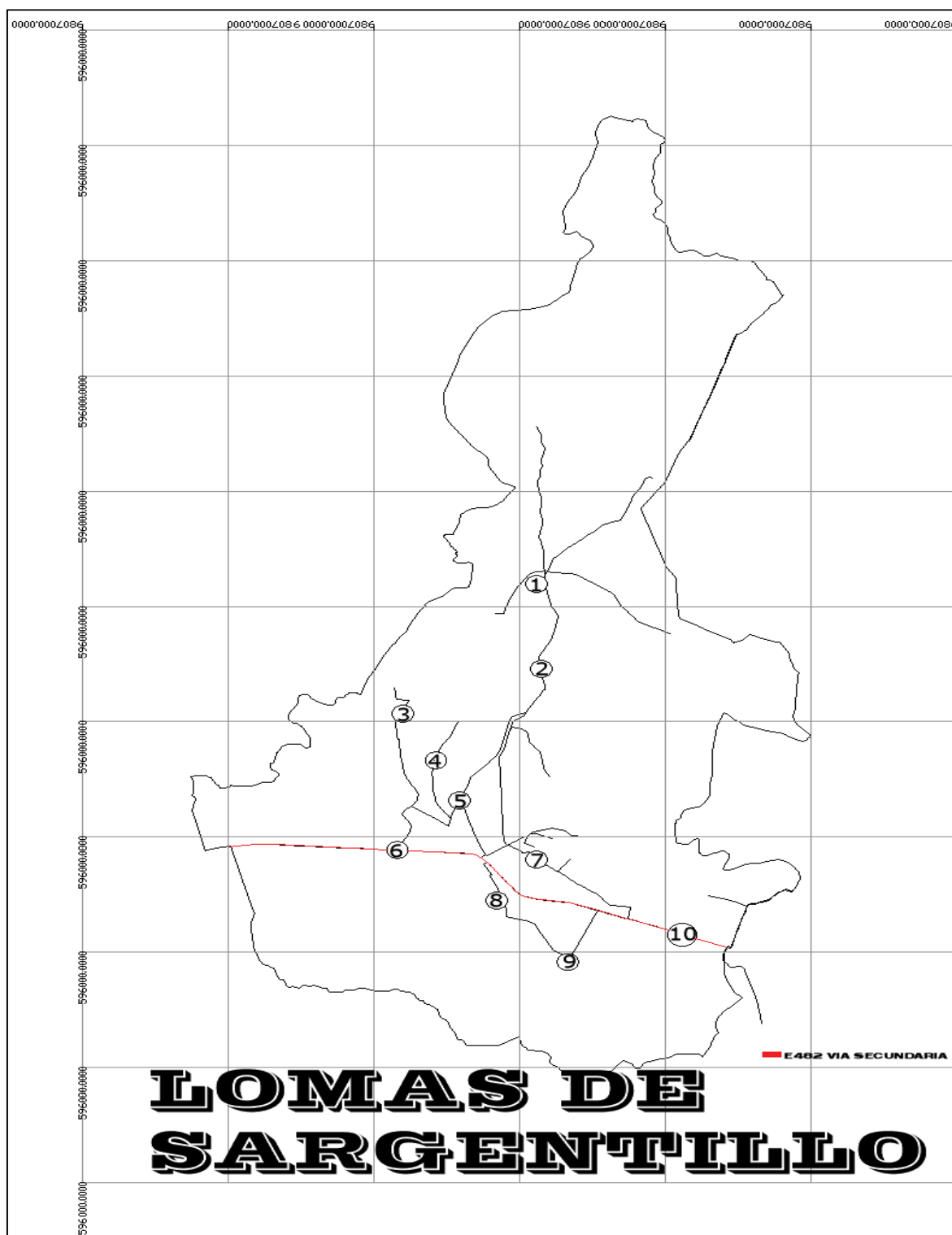


Ilustración 19: Grafo Red Vial del Cantón Lomas de Sargentillo

Elaborado por: Liliana Zambrano

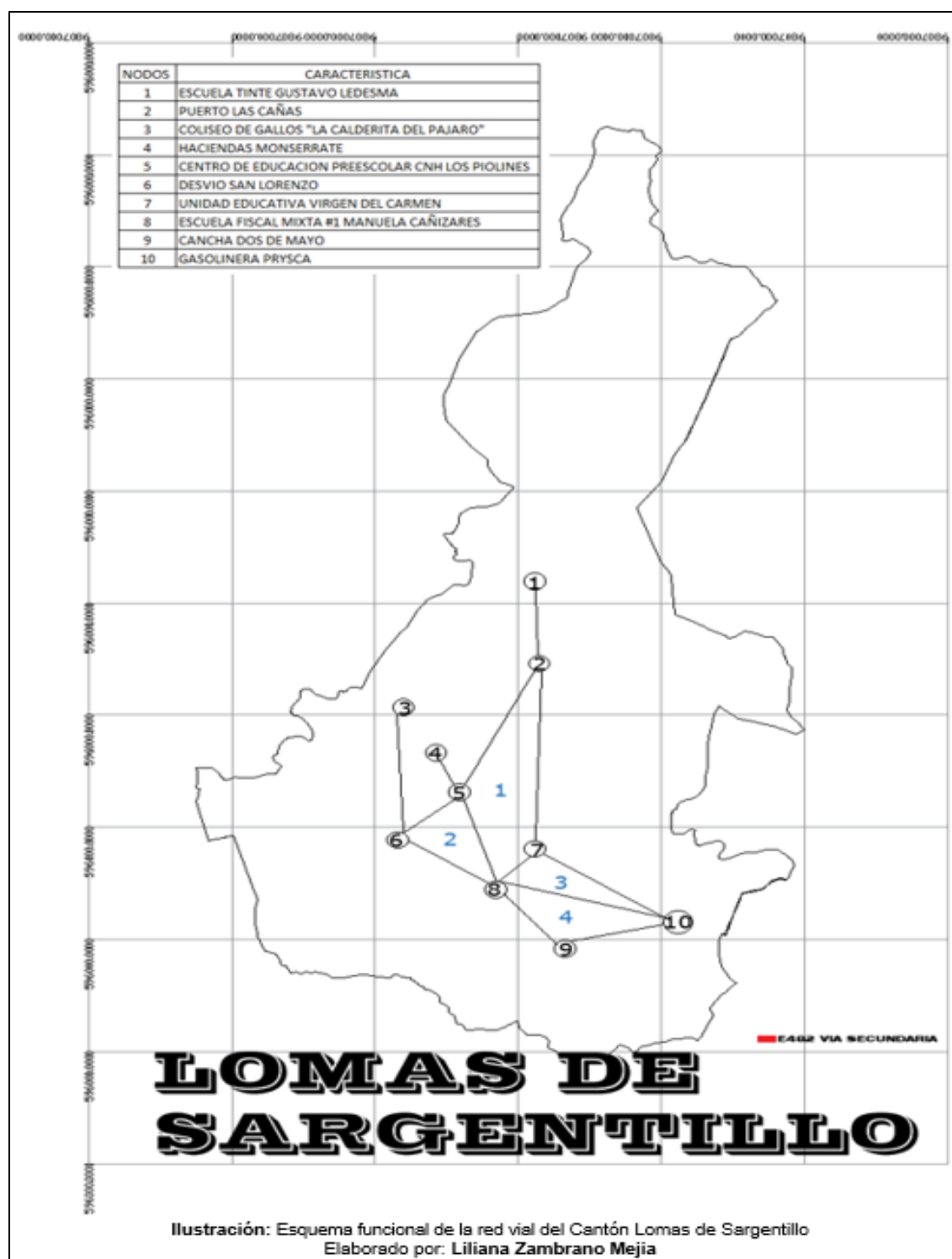


Ilustración 20: Esquema Funcional de la Red Vial del Cantón

Elaborado por: Liliana Zambrano

Para el Cantón Lomas de Sargentillo se generó una matriz de 10x10, en relación con el esquema funcional de la red vial, como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 8: Matriz 10x10 Cantón Lomas de Sargentillo

MATRIZ INDICE DE RELACION ENTRE NODOS											
NODOS	REFERENCIA	ESCUELA TINTE GUSTAVO LEDESMA	PUERTO LAS CAÑAS	COLISEO DE GALLOS "LA CALDERITA DEL PAJARO"	HACIENDAS MONSERRATE	CENTRO DE EDUCACION PREESCOLAR CNH LOS PIOLINES	DESUDIO SAN LORENZO	UNIDAD EDUCATIVA VIRGEN DEL CARMEN	ESCUELA FISCAL MIXTA #1 MANUELA CAÑIZARES	CANCHA DOS DE MAYO	GASOLINERA PRYSKA
1	ESCUELA TINTE GUSTAVO LEDESMA										
2	PUERTO LAS CAÑAS										
3	COLISEO DE GALLOS "LA CALDERITA DEL PAJARO"										
4	HACIENDAS MONSERRATE										
5	CENTRO DE EDUCACION PREESCOLAR CNH LOS PIOLINES										
6	DESUDIO SAN LORENZO										
7	UNIDAD EDUCATIVA VIRGEN DEL CARMEN										
8	ESCUELA FISCAL MIXTA #1 MANUELA CAÑIZARES										
9	CANCHA DOS DE MAYO										
10	GASOLINERA PRYSKA										

Elaborado por: Liliana Zambrano

El esquema funcional y la matriz del Cantón Lomas de Sargentillo nos indican los índices de conectividad y accesibilidad aplicando la teoría de los grafos. El grafo está constituido por la red vial del Cantón Lomas de Sargentillo, formado por 10 nodos que representa los asentamientos humanos que cuentan con al menos una escuela y aproximadamente 100 habitantes. Mediante el esquema funcional se obtuvo 13 arcos.

4.2.1 Medidas de Conectividad de la Red Vial.

Índice Beta (β)

$$I\beta = \frac{a}{n}$$

Ecuación: Índice Beta

a=número de arcos.

n=número de nodos.

Aplicamos la ecuación del Índice Beta afín de determinar la índice beta, para el cantón Lomas de Sargentillo se determinaron 13 arcos y 10 nodos que se determinaron de acuerdo con los asentamientos humanos que cuentan con al menos una escuela y aproximadamente 100 habitantes.

$$I\beta = \frac{13}{10}$$

$$I\beta = 1,30$$

Se obtuvo un índice de 1,30 siendo este mayor que uno lo que nos indica que tenemos una red compleja, debido a su valor de beta por ser uno o menor que uno indica ser un circuito único.

Índice Gamma (Y%)

Aplicamos la ecuación:

$$I\gamma = \left(\frac{\alpha}{3(n-2)} \right) * 100$$

Ecuación: Índice Gamma (Y%)

Dando como resultado para el cantón Lomas de Sargentillo lo siguiente:

$$I\gamma = \left(\frac{13}{3(10-2)} \right) * 100$$

$$I\gamma = 54.16\%$$

Tenemos como resultado 54.16% como este valor no llega al 100% indica que el número de enlaces reales es menor al número de enlaces ideales.

Número Ciclomático (NC)

Empleamos la siguiente ecuación para obtener el valor del Número Ciclomático (NC):

$$NC = (a - (n - 1))$$

Ecuación: Número Ciclomático (NC)

$$NC = (13 - (10 - 1)) = 4$$

El número de circuito nos da como resultado 4, que coincide con lo proyectado en el esquema funcional.

Índice Alfa (α)

Se establece el índice α con la ecuación:

$$\alpha = \left(\frac{NC}{2(n-5)} \right)$$

Ecuación: Índice Alfa (α)

$$\alpha = \left(\frac{4}{2(10-5)} \right) = 0.4$$

El valor obtenido en el número Ciclomático y el número de nodos determinados en el esquema funcional se utilizan en la Ecuación del Índice Alfa (α), del cual obtuvimos el valor de 0.4; considerándolo como una red vial deficiente.

Para obtener resultados favorables de conectividad para la red vial del cantón de Lomas de Sargentillo.

Tabla 9: Conectividad del Cantón Lomas de Sargentillo

Índice	Resultados del Analisis	ESTADO
Índice Beta (β)	1,3	RED COMPLEJA
Índice Gamma (γ %)	54,16	<QUE EL % IDEAL
Numero Ciclomático (NC)	4	COINCIDE CON EL ESQUEMA FUNCIONAL
Índice Alfa (α)	0,4	RED DEFICIENTE

Elaborado por: Liliana Zambrano

Realizado el análisis para generar la red vial de conectividad optima se consideró el incremento de 11 arcos.

Tabla 10: Análisis de la Situación Óptima

NODOS	ARCOS	Índice Beta (β)	Índice Gamma (γ %)	Numero Ciclomático (NC)	Índice Alfa (α)	INCREMENTO DE ARCOS
10	13	1,3	54,17	4	0,4	0
10	18	1,8	75,00	9	0,9	5
10	23	2,3	95,83	14	1,4	10
10	24	2,4	100	15	1,5	11

Elaborado por: Liliana Zambrano

4.2.2 Medidas de Accesibilidad.

Se realizó el estudio de los índices de accesibilidad de los nodos del grafo generado. Dentro del esquema funcional se estimó con la mayor accesibilidad a los

nodos con cuatro o más enlaces, los nodos de dos y tres enlaces serian de mediana accesibilidad, la más baja accesibilidad estaría en los nodos de un enlace.

Tabla 11: Número de Enlaces de los Nodos de Red Vial Lomas de Sargentillo

NODOS	REFERENCIA	NÚMERO DE ENLACES
1	ESCUELA TINTE GUSTAVO LEDESMA	1
2	PUERTO LAS CAÑAS	2
3	COLISEO DE GALLOS "LA CALDERITA DEL PAJARO"	1
4	HACIENDAS MONSERRATE	1
5	CENTRO DE EDUCACION PREESCOLAR CNH LOS PIOLINES	4
6	DESVIO SAN LORENZO	3
7	UNIDAD EDUCATIVA VIRGEN DEL CARMEN	3
8	ESCUELA FISCAL MIXTA #1 MANUELA CAÑIZARES	5
9	CANCHA DOS DE MAYO	2
10	GASOLINERA PRYSKA	3

Elaborado por: Liliana Zambrano

Para analizar la conectividad vial se requiere evaluar las siguientes medidas:

Número de Asociados

Se realiza la Matriz de distancias que genera el trayecto de un nodo hacia otro nodo.

Tabla 12: Matriz de distancias del Esquema del Cantón Lomas de Sargentillo

MATRIZ INDICE DE RELACION ENTRE NODOS												TOTAL (km)
NODOS	REFERENCIA	ESCUELA TINTE GUSTAVO LEDESMA	PUERTO LAS CAÑAS	COLISEO DE GALLOS "LA CALDERITA DEL PAJARO"	HACIENDAS MONSERRATE	CENTRO DE EDUCACION PREESCOLAR CNH LOS PIOLINES	DESVIO SAN LORENZO	UNIDAD EDUCATIVA VIRGEN DEL CARMEN	ESCUELA FISCAL MIXTA #1 MANUELA CAÑIZARES	CANCHA DOS DE MAYO	GASOLINERA PRYSKA	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	ESCUELA TINTE GUSTAVO LEDESMA		2,62	7,7	5,87	7,81	6,19	5,58	5,83	6,66	6,87	55,13
2	PUERTO LAS CAÑAS	2,62		4,9	3,3	2,21	3,57	2,97	3,23	4,04	4,24	31,08
3	COLISEO DE GALLOS "LA CALDERITA DEL PAJARO"	7,7	4,9		2,55	3,23	2,68	4,82	5,06	5,87	6,06	42,87
4	HACIENDAS MONSERRATE	5,87	3,3	2,55		1,26	2,65	3,17	3,41	4,22	4,47	30,9
5	CENTRO DE EDUCACION PREESCOLAR CNH LOS PIOLINES	7,81	2,21	3,23	1,26		1,37	1,72	1,38	2,18	2,37	23,53
6	DESVIO SAN LORENZO	6,19	3,57	2,68	2,65	1,37		2,03	1,63	2,44	2,63	25,19
7	UNIDAD EDUCATIVA VIRGEN DEL CARMEN	5,58	2,97	4,82	3,17	1,72	2,03		0,64	1,46	1,62	24,01
8	ESCUELA FISCAL MIXTA #1 MANUELA CAÑIZARES	5,83	3,23	5,06	3,41	1,38	1,63	0,64		0,84	1,01	23,03
9	CANCHA DOS DE MAYO	6,66	4,04	5,87	4,22	2,18	2,44	1,46	0,84		0,74	28,45
10	GASOLINERA PRYSKA	6,87	4,24	6,06	4,47	2,37	2,63	1,62	1,01	0,74		30,01

Elaborado por: Liliana Zambrano

Se obtiene los números asociados al generar la cantidad de arcos por las que pasa un nodo para llegar hacia el nodo más lejano. Un ejemplo de esta aplicación es, desde el nodo 1 (Escuela tinte Gustavo Ledesma) hasta el nodo 7 (Unidad Educativa Virgen del Carmen) es de un total de 2 arcos.

Tabla 13: NS de Lomas de Sargentillo

LOMAS DE SARGENTILLO	NUMERO DE NODOS	REFERENCIA	NUMERO DE ASOCIADOS
	1	ESCUELA TINTE GUSTAVO LEDESMA	4
	2	PUERTO LAS CAÑAS	5
	3	COLISEO DE GALLOS "LA CALDERITA DEL PAJARO"	4
	4	HACIENDAS MONSERRATE	4
	5	CENTRO DE EDUCACION PREESCOLAR CNH LOS PIOLINES	3
	6	DESUDIO SAN LORENZO	4
	7	UNIDAD EDUCATIVA VIRGEN DEL CARMEN	3
	8	ESCUELA FISCAL MIXTA #1 MANUELA CAÑIZARES	3
	9	CANCHA DOS DE MAYO	4
	10	GASOLINERA PRYSKA	4

Elaborado por: Liliana Zambrano

Número de Shimbel

$$\text{Shimbel} = \sum d_{xy}$$

Ecuación: Numero de Shimbel

d_{xy} es la distancia por el camino más corto entre el vértice x y el vértice y. (MADRID & ORTIZ, n.d.-b)

El número de Shimbel se lo obtiene a partir del sumatorio total del número de arcos, por los que pasa un nodo al desplazarse hacia otro nodo, los cuales conforman el esquema funcional de la red vial en análisis. Considerando así que en cuanto menor es la distancia que recorre un nodo a otro, mayor es su accesibilidad.

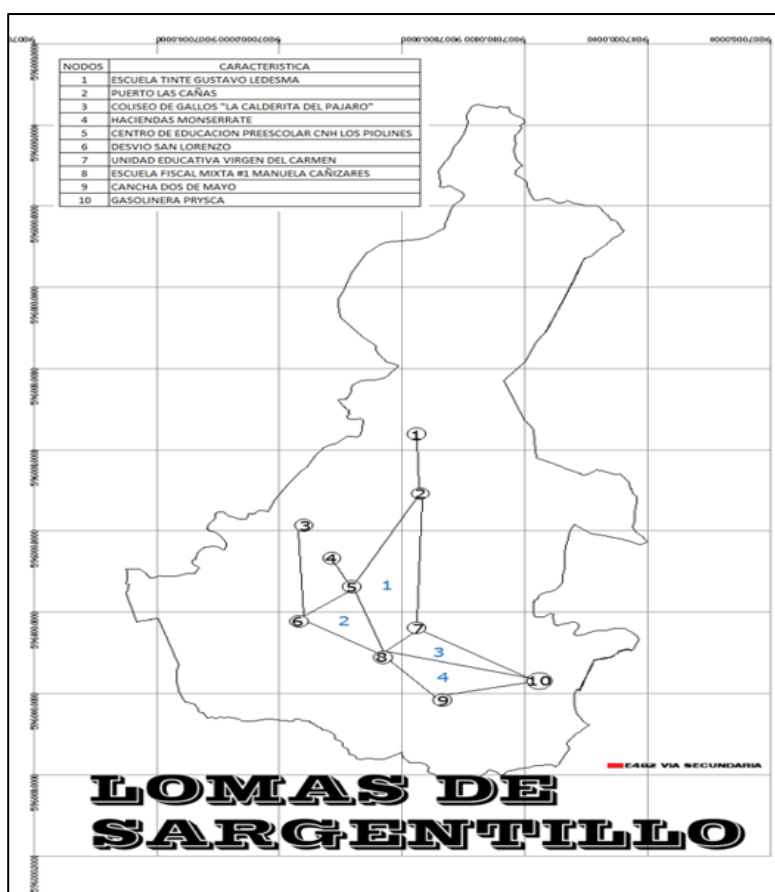


Ilustración 21: Esquema Funcional de la Red Vial del Cantón

Elaborado por: Liliana Zambrano

Tabla 14: Matriz de Enlaces entre Nodos del Cantón Lomas de Sargentillo

MATRIZ INDICE DE RELACION ENTRE NODOS												TOTAL
NODOS	REFERENCIA	ESCUELA TINTE GUSTAVO LEDESMA	PUERTO LAS CAÑAS	COLISEO DE GALLOS "LA CALDERITA DEL PAJARO"	HACIENDAS MONSERRATE	CENTRO DE EDUCACION PREESCOLAR CNH LOS PIOLINES	DESVIO SAN LORENZO	UNIDAD EDUCATIVA VIRGEN DEL CARMEN	ESCUELA FISCAL MIXTA #1 MANUELA CAÑIZARES	CANCHA DOS DE MAYO	GASOLINERA PRYSKA	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	ESCUELA TINTE GUSTAVO LEDESMA		1	4	3	2	3	2	3	4	4	26
2	PUERTO LAS CAÑAS	1		3	2	1	2	1	2	3	2	17
3	COLISEO DE GALLOS "LA CALDERITA DEL PAJARO"	4	3		3	2	1	3	2	3	3	24
4	HACIENDAS MONSERRATE	3	2	3		1	2	3	2	3	3	22
5	CENTRO DE EDUCACION PREESCOLAR CNH LOS PIOLINES	2	1	2	1		1	2	1	2	2	14
6	DESVIO SAN LORENZO	3	2	1	2	1		2	1	2	2	16
7	UNIDAD EDUCATIVA VIRGEN DEL CARMEN	2	1	3	3	2	2		1	2	1	17
8	ESCUELA FISCAL MIXTA #1 MANUELA CAÑIZARES	3	2	2	2	1	1	1		1	1	14
9	CANCHA DOS DE MAYO	4	3	3	3	2	2	2	1		1	21
10	GASOLINERA PRYSKA	3	2	3	3	2	2	1	1	1		18

Elaborado por: Liliana Zambrano

Para el nodo 1 (Escuela Tinte Gustavo Ledesma) el número de Shimbel es de 26 arcos que recorren los nodos del esquema, siendo este el mayor número de Shimbel.

Cabe mencionar que en la presente matriz los nodos 5 y 8 (El Centro de Educación Preescolar CNH los Piolines y la Escuela Fiscal Mixta #1 Manuela Cañizares) obtuvieron un número Shimbel de 14 por lo que son los más accesibles.

Índice Omega (Ω)

$$\Omega = \frac{SHI * SHI_i}{SHI^i - SHI}$$

Ecuación: Índice Omega

Simbología

Ω = Índice de omega del nodo i

SHI = Número de Shimbel del nodo i

SHI_i = Número de Shimbel más bajo

SHI^i = Número de Shimbel más alto

Tabla 15: Índice Omega para los Nodos de la Red Vial Lomas de Sargentillo.

NODOS	REFERENCIA	NÚMERO DE SHIMBEL	OMEGA (%)
1	ESCUELA TINTE GUSTAVO LEDESMA	26	100
2	PUERTO LAS CAÑAS	17	65
3	COLISEO DE GALLOS "LA CALDERITA DEL PAJARO"	24	92
4	HACIENDAS MONSERRATE	22	85
5	CENTRO DE EDUCACION PREESCOLAR CNH LOS PIOLINES	14	54
6	DESVIO SAN LORENZO	16	62
7	UNIDAD EDUCATIVA VIRGEN DEL CARMEN	17	65
8	ESCUELA FISCAL MIXTA #1 MANUELA CAÑIZARES	14	54
9	CANCHA DOS DE MAYO	21	81
10	GASOLINERA PRYSKA	18	69

Elaborado por: Liliana Zambrano

De acuerdo con la tabla del Índice Omega para los nodos de la red vial Lomas de Sargentillo presentada los nodos 1, 3, 4 y 9 tienen menor accesibilidad por lo que mantienen un rango del 80% al 100%, cabe mencionar que los nodos 2, 5, 6, 7, 8, 10 son los nodos con mayor accesibilidad ya q tienen los porcentajes más bajos

Accesibilidad Real

$$Ali = \sum d_{iil}$$

Ecuación: Accesibilidad Real

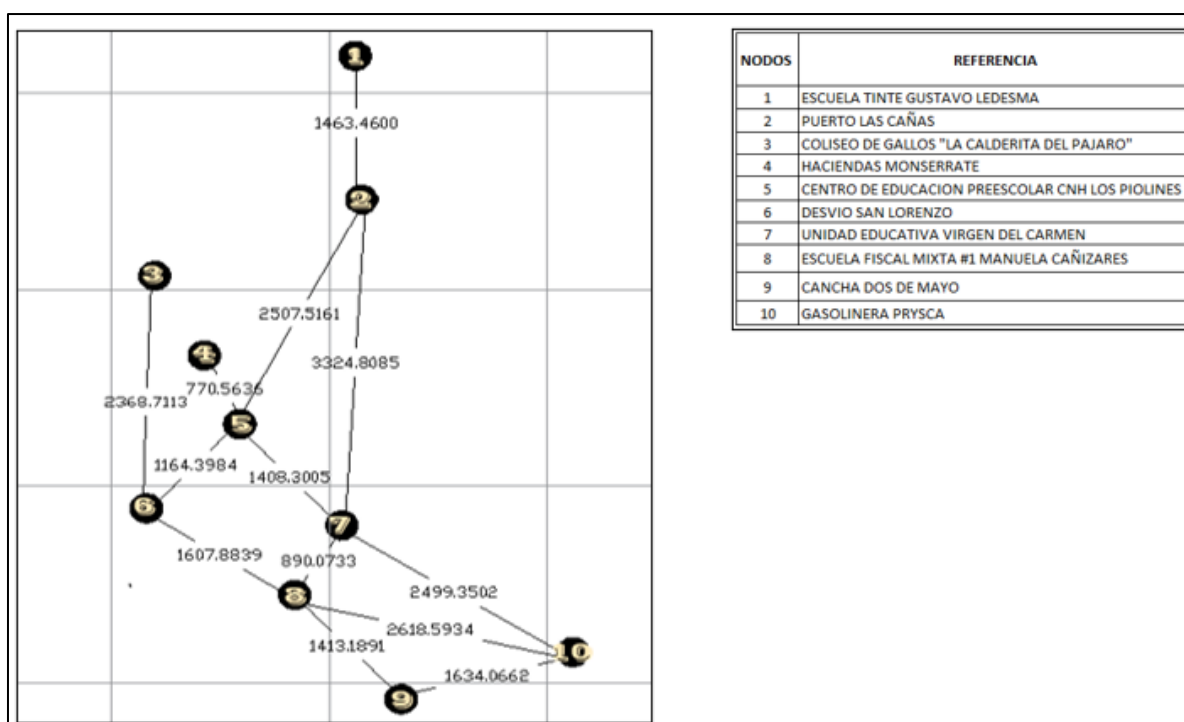


Ilustración 22: Nodos y Referencias
Elaborado por: Liliana Zambrano

Tabla 16: Arcos, Nodos y Distancias

# ARCOS	NODOS		DISTANCIA (m)	DISTANCIA (km)
1	ESCUELA TINTE GUSTAVO LEDESMA	PUERTO LAS CAÑAS	1464,4600	1,5
2	PUERTO LAS CAÑAS	UNIDAD EDUCATIVA VIRGEN DEL CARMEN	3324,8085	3,3
3	PUERTO LAS CAÑAS	CENTRO DE EDUCACION PREESCOLAR CNH LOS PIOLINES	2507,5161	2,5
4	COLISEO DE GALLOS "LA CALDERITA DEL PAJARO"	DESVIO SAN LORENZO	2368,7113	2,4
5	HACIENDAS MONSERRATE	CENTRO DE EDUCACION PREESCOLAR CNH LOS PIOLINES	770,5636	0,8
6	CENTRO DE EDUCACION PREESCOLAR CNH LOS PIOLINES	DESVIO SAN LORENZO	1164,3984	1,2
7	CENTRO DE EDUCACION PREESCOLAR CNH LOS PIOLINES	UNIDAD EDUCATIVA VIRGEN DEL CARMEN	1408,3005	1,4
8	DESVIO SAN LORENZO	ESCUELA FISCAL MIXTA #1 MANUELA CAÑIZARES	1607,8839	1,6
9	UNIDAD EDUCATIVA VIRGEN DEL CARMEN	ESCUELA FISCAL MIXTA #1 MANUELA CAÑIZARES	890,0733	0,9
10	UNIDAD EDUCATIVA VIRGEN DEL CARMEN	GASOLINERA PRYSKA	2499,3502	2,5
11	ESCUELA FISCAL MIXTA #1 MANUELA CAÑIZARES	CANCHA DOS DE MAYO	1413,1891	1,4
12	ESCUELA FISCAL MIXTA #1 MANUELA CAÑIZARES	GASOLINERA PRYSKA	2618,5934	2,6
13	GASOLINERA PRYSKA	CANCHA DOS DE MAYO	1634,0662	1,6
TOTAL				23,7

Elaborado por: Liliana Zambrano

La accesibilidad real resulto de 23.7km, al ser la sumatoria de las distancias que conectan a los nodos del esquema.

Razón de la Sinuosidad

Siendo esta la correlación de la longitud real de la red vial del Cantón Lomas de Sargentillo que es de 83.26km y la accesibilidad real, que es la sumatoria de las distancias que conectan a los nodos del esquema, 23.7km.

$$s = \frac{lr}{lg}$$

Ecuación: Razón de Sinuosidad

Simbología

Lr = Longitud real de la red

Lg = Longitud del grafo

De acuerdo con el resultado se podrá identificar el tipo de red:

Lineal si S es igual a 1

Regular si S se ubica entre 1 y 1.5

Irregular si S esta entre 1.5 y 2

Tortuosa si S es mayor a 2

$$s = \frac{83.26\text{km}}{23.7\text{km}}$$

$$s = 3.51$$

La razón de la sinuosidad es de 3.51 por lo que la red vial del Cantón Lomas de Sargentillo representada por un grafo tiende a ser una red Tortuosa.

El cantón Nobol consta con la Parroquia Narcisa de Jesús (cabecera cantonal), cuenta con una superficie de rodadura de 85.57km.

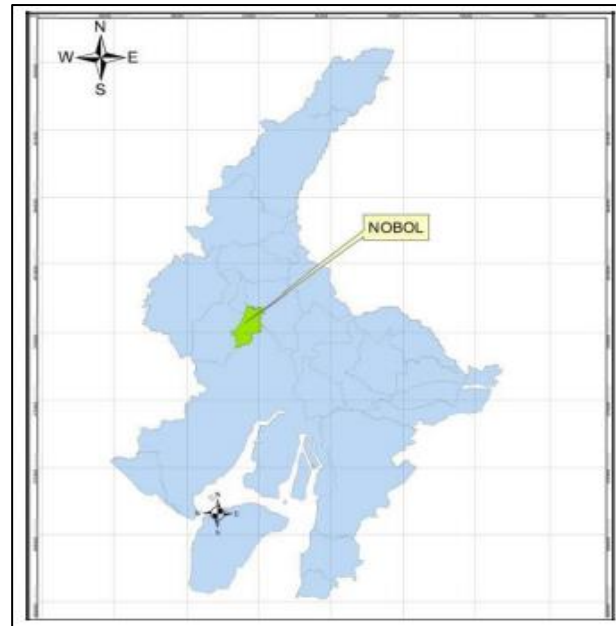


Ilustración 23: Cantón Nobol, Provincia del Guayas

Fuente: (GAD Municipal del Cantón Nobol, 2019)

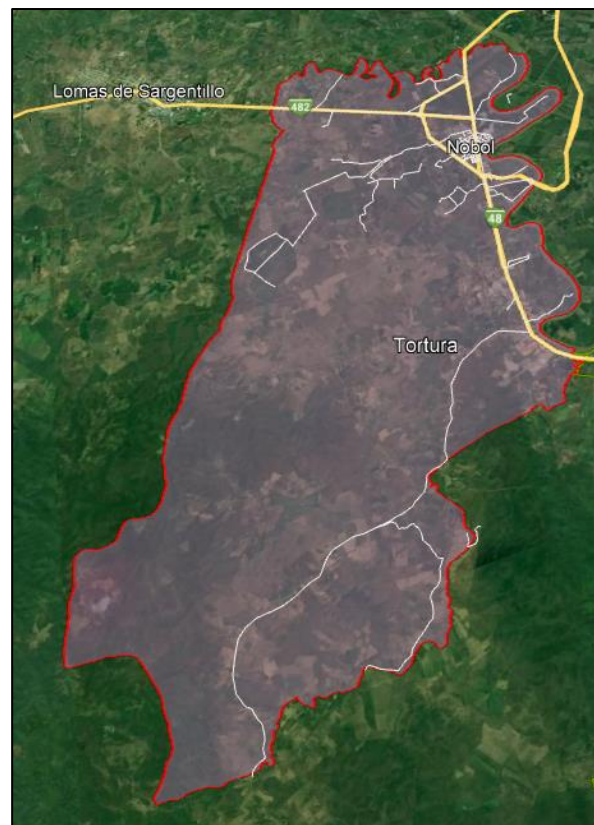


Ilustración 24: Ubicación del Cantón Nobol

Fuente: (Google Earth, 2023)

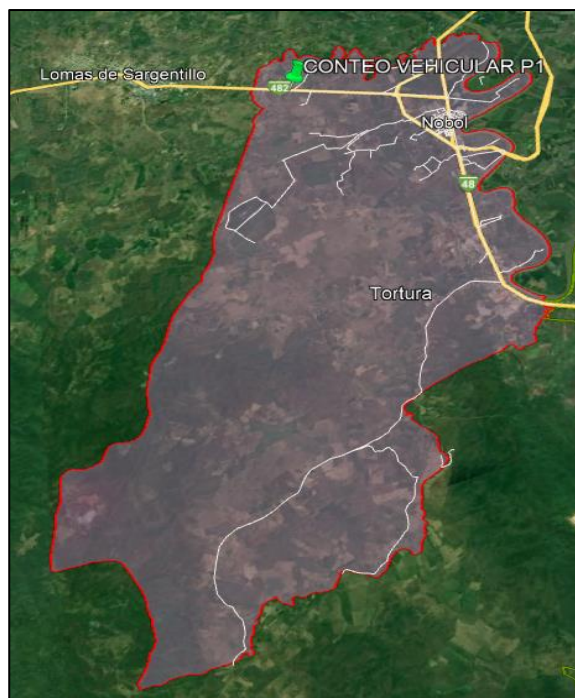


Ilustración 25: Ubicación de los Puntos de Conteo del Nobol

Fuente: (Google Earth, 2023)

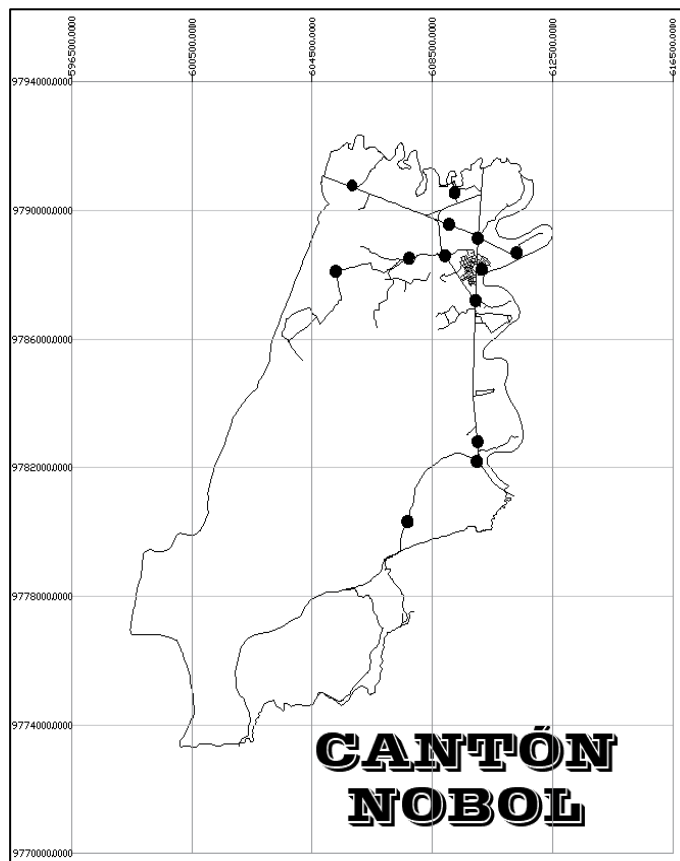


Ilustración 26: Ubicación de los Nodos de Conteo del Nobol

Elaborado por: Liliana Zambrano

De acuerdo con la ilustración anterior del Cantón Nobol, se consideró la red vial como parte del grafo.

Los Vértices (Nodos) en el Cantón son los asentamientos humanos que cuentan con al menos una escuela y aproximadamente 100 habitantes.

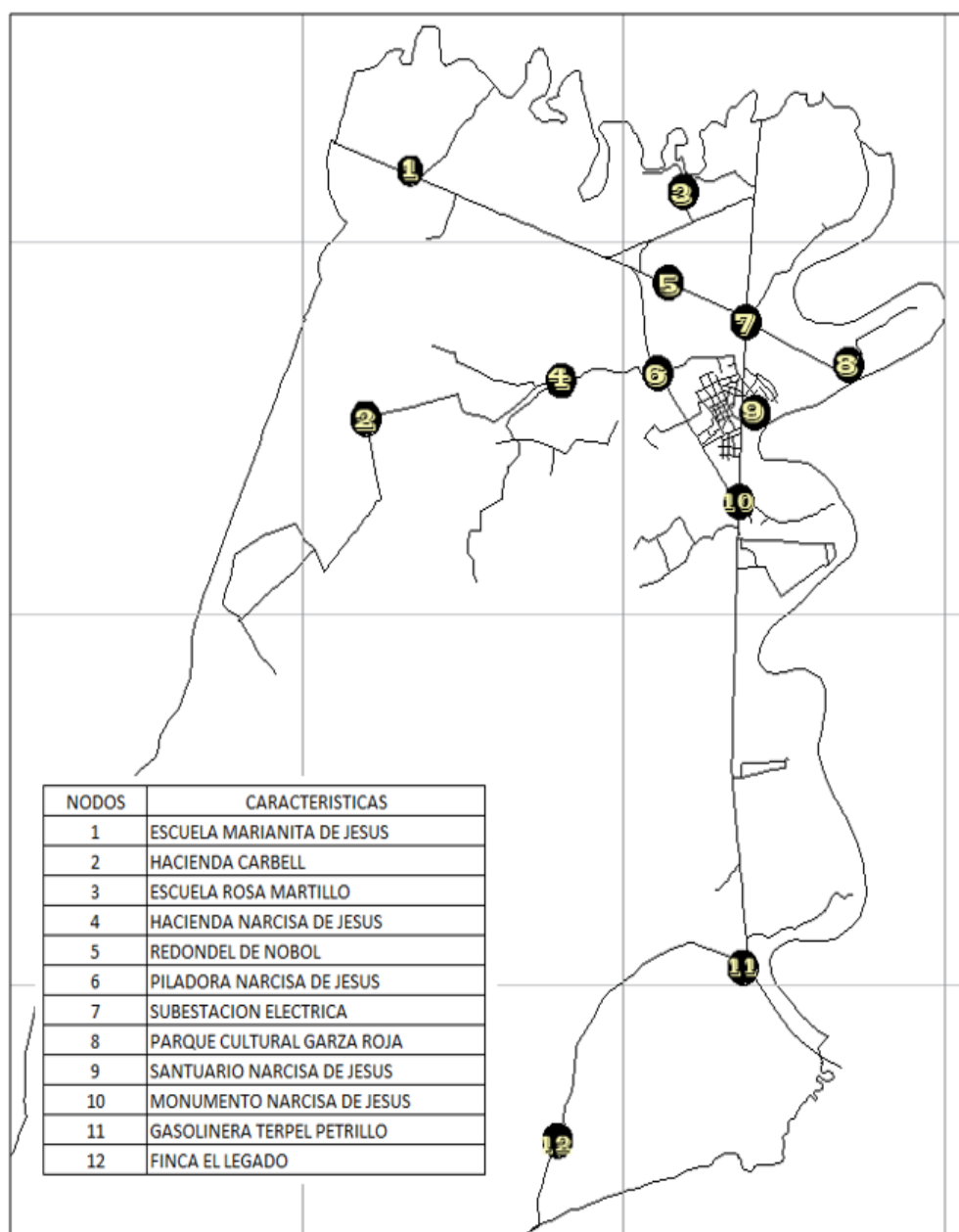


Ilustración 27: Ubicación de los Nodos del Cantón Nobol

Elaborado por: Liliana Zambrano

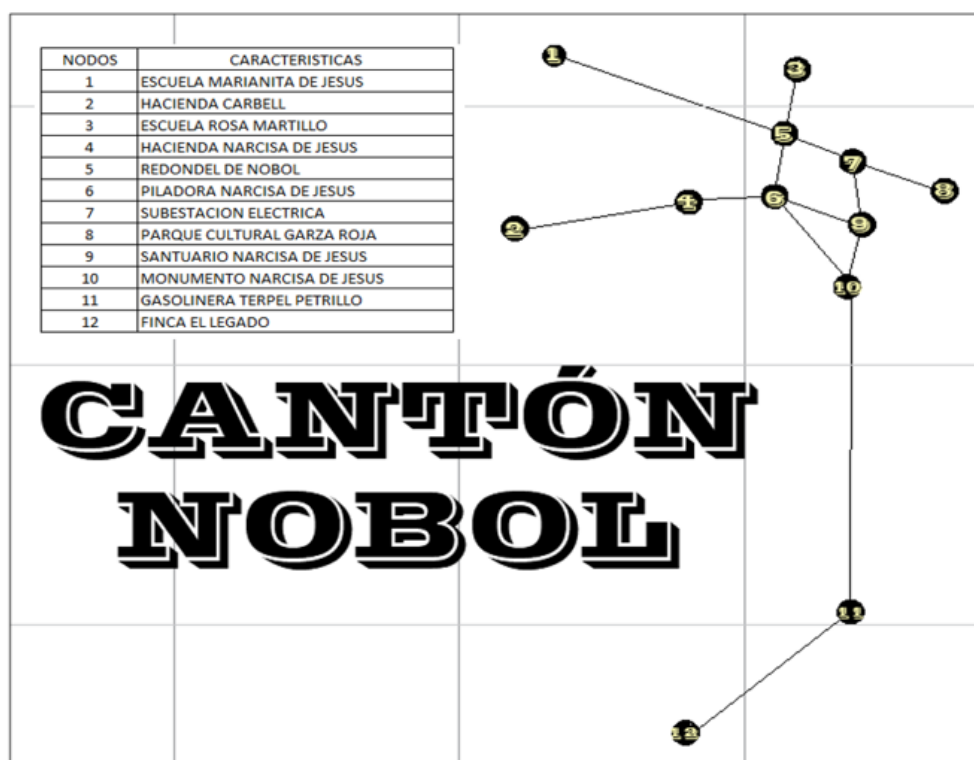


Ilustración 28: Esquema Funcional de la Red Vial del Cantón Nobol

Elaborado por: Liliana Zambrano

Para el Cantón Nobol se generó una matriz de 12x12, en relación con el esquema funcional de la red vial, como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 17: Matriz 12x12 Cantón Nobol

MATRIZ INDICE DE RELACION ENTRE NODOS													
NODOS	CARACTERISTICAS	ESCUELA MARIANITA DE JESUS	HACIENDA CARBELL	ESCUELA ROSA MARTILLO	HACIENDA NARCISA DE JESUS	REDONDEL DE NOBOL	PILADORA NARCISA DE JESUS	SUBESTACION ELECTRICA	PARQUE CULTURAL GARZA ROJA	SANTUARIO NARCISA DE JESUS	MONUMENTO NARCISA DE JESUS	GASOLINERA TERPEL PETRILLO	FINCA EL LEGADO
1	ESCUELA MARIANITA DE JESUS												
2	HACIENDA CARBELL												
3	ESCUELA ROSA MARTILLO												
4	HACIENDA NARCISA DE JESUS												
5	REDONDEL DE NOBOL												
6	PILADORA NARCISA DE JESUS												
7	SUBESTACION ELECTRICA												
8	PARQUE CULTURAL GARZA ROJA												
9	SANTUARIO NARCISA DE JESUS												
10	MONUMENTO NARCISA DE JESUS												
11	GASOLINERA TERPEL PETRILLO												
12	FINCA EL LEGADO												

Elaborado por: Liliana Zambrano

El esquema funcional y la matriz del Cantón Nobol nos indican los índices de

conectividad y accesibilidad aplicando la teoría de los grafos. El grafo está constituido por la red vial del Cantón Nobol, formado por 12 nodos que representa los asentamientos humanos que cuentan con al menos una escuela y aproximadamente 100 habitantes. Mediante el esquema funcional se obtuvo 13 arcos.

4.2.3 Medidas de Conectividad de la Red Vial.

Índice Beta (β)

$$I\beta = \frac{a}{n}$$

Ecuación: Índice Beta

a=número de arcos.

n=número de nodos.

Aplicamos la ecuación del Índice Beta afín de determinar la índice beta, para el cantón Nobol se determinaron 13 arcos y 12 nodos que se determinaron de acuerdo con los asentamientos humanos que cuentan con al menos una escuela y aproximadamente 100 habitantes.

$$I\beta = \frac{13}{12}$$

$$I\beta = 1,08$$

Se obtuvo un índice de 1,08 siendo este mayor que uno lo que nos indica que tenemos una red compleja.

Índice Gamma (γ %)

Aplicamos la ecuación 2:

$$I\gamma = \left(\frac{a}{3(n-2)} \right) * 100$$

Ecuación: Índice Gamma (γ %)

Dando como resultado para el cantón Lomas de Sargentillo lo siguiente:

$$I\gamma = \left(\frac{13}{3(12-2)} \right) * 100$$

$$I\gamma = 43.33\%$$

Tenemos como resultado 43.33% como este valor no llega al 100% es menor al número de enlaces ideales.

Número Ciclomático (NC)

Empleamos la siguiente ecuación para el valor del Número Ciclomático (NC):

$$NC=(a-(n-1))$$

Ecuación: Numero Ciclomático (NC)

$$NC= (13-(12-1)) = 2$$

El número de circuito nos da como resultado 2, que coincide con lo proyectado en el esquema funcional.

Índice Alfa (α)

$$\alpha = \left(\frac{NC}{2(n-5)} \right)$$

Ecuación: Índice Alfa (α)

$$\alpha = \left(\frac{2}{2(12-5)} \right) = 0.14$$

El valor obtenido en el número Ciclomático y el número de nodos determinados en el esquema funcional se utilizan en la Ecuación del Índice Alfa (α), del cual obtuvimos el valor de 0.14; considerándolo como una red vial deficiente.

Tabla 18: Conectividad del Cantón Nobol

Indice	Resultados del analisis	ESTADO
Índice Beta (β)	1,08	RED COMPLEJA
Índice Gamma (γ)	43,33	<QUE EL %IDEAL
Número Ciclomático (NC)	2	COINCIDE CON EL ESQUEMA FUNCIONAL
Índice Alfa (α)	0,14	RED DEFICIENTE

Elaborado por: Liliana Zambrano

Realizado el análisis para generar la red vial de conectividad optima se consideró el incremento de 24 arcos.

Tabla 19: Análisis de la Situación Óptima de los Índices

NODOS	ARCOS	Índice Beta (β)	Índice Gamma ($\gamma\%$)	Numero Ciclomático (NC)	Índice Alfa (α)	INCREMENTO DE ARCOS
12	13	1,08	43,33	2,00	0,14	0
10	10	1,00	41,67	1,00	0,10	10
10	20	2,00	83,33	11,00	1,10	20
10	24	2,40	100,00	15,00	1,50	24

Elaborado por: Liliana Zambrano

4.2.4 Medidas de Accesibilidad.

Se realizó el estudio de los índices de accesibilidad de los nodos del grafo generado.

Dentro del esquema funcional se estimó con la mayor accesibilidad a los nodos con cuatro o más enlaces, los nodos de dos y tres enlaces serian de mediana accesibilidad, la más baja accesibilidad estaría en los nodos de un enlace.

Tabla 20: Número de Enlaces de los Nodos de la Red Vial Nobol

NODOS	REFERENCIA	NÚMERO DE ENLACES
1	ESCUELA MARIANITA DE JESUS	1
2	HACIENDA CARBELL	1
3	ESCUELA ROSA MARTILLO	1
4	HACIENDA NARCISA DE JESUS	2
5	REDONDEL DE NOBOL	3
6	PILADORA NARCISA DE JESUS	4
7	SUBESTACION ELECTRICA	3
8	PARQUE CULTURAL GARZA ROJA	1
9	SANTUARIO NARCISA DE JESUS	3
10	MONUMENTO NARCISA DE JESUS	3
11	GASOLINERA TERPEL PETRILLO	2
12	FINCA EL LEGADO	1

Elaborado por: Liliana Zambrano

Para analizar la conectividad vial se requiere evaluar las siguientes medidas:

Para analizar la conectividad vial se requiere evaluar las siguientes medidas:

Número de Asociados

Se realiza la Matriz de distancias que genera el trayecto de un nodo hacia otro nodo.

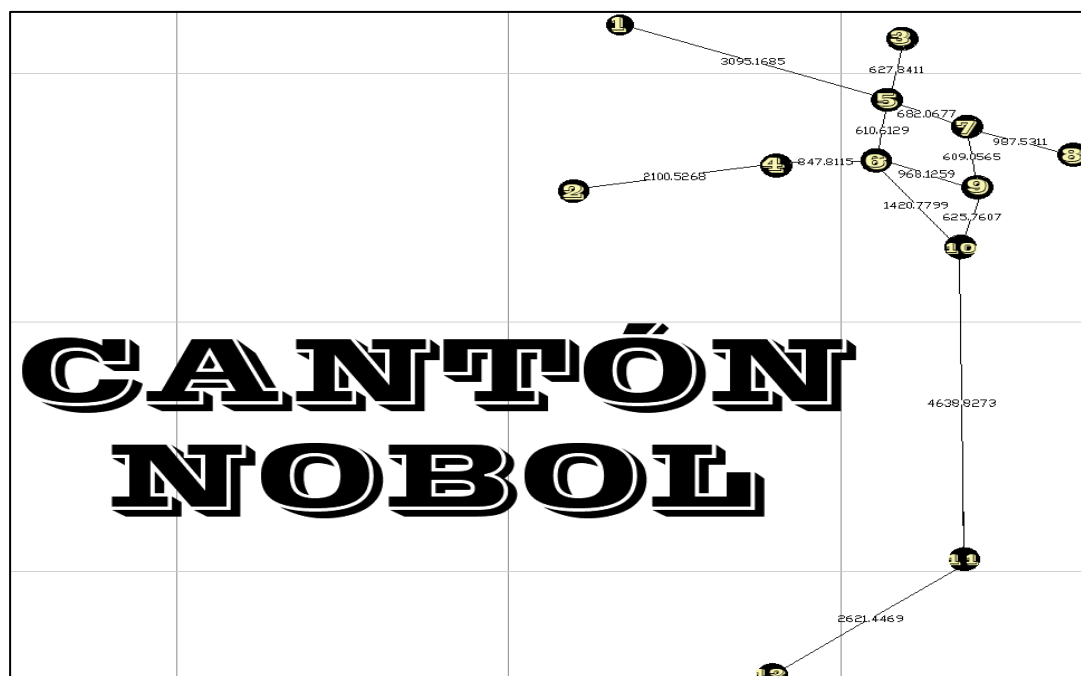


Ilustración 29: Matriz de Distancias en el Cantón Nobol
Elaborado por: Liliana Zambrano

Tabla 21: Matriz de distancias del Esquema del Cantón Nobol

NODOS	CARACTERISTICAS	MATRIZ INDICE DE RELACION ENTRE NODOS												TOTAL
		ESCUELA MARIANITA DE JESUS	HACIENDA CARBELL	ESCUELA ROSA MARTILLO	HACIENDA NARCISA DE JESUS	REDONDE L DE NOBOL	PILADORA NARCISA DE JESUS	SUBESTACION ELECTRICA	PARQUE CULTURAL GARZA ROJA	SANTUARIO NARCISA DE JESUS	MONUMENTO NARCISA DE JESUS	GASOLINERA TERPEL PETRILLO	FINCA EL LEGADO	
1	ESCUELA MARIANITA DE JESUS	1	4	2	3	1	2	2	3	3	4	5	6	35
2	HACIENDA CARBELL	4	1	4	1	3	2	4	5	3	3	4	5	38
3	ESCUELA ROSA MARTILLO	2	4	1	3	1	2	2	3	3	4	4	5	33
4	HACIENDA NARCISA DE JESUS	3	1	3	1	2	1	3	4	2	2	3	4	28
5	REDONDEL DE NOBOL	1	3	1	2	1	1	1	2	2	2	3	4	22
6	PILADORA NARCISA DE JESUS	2	2	2	1	1	1	2	3	1	1	2	3	20
7	SUBESTACION ELECTRICA	2	4	2	3	1	2	1	1	1	2	3	4	25
8	PARQUE CULTURAL GARZA ROJA	3	5	3	4	2	3	1	1	2	3	4	5	35
9	SANTUARIO NARCISA DE JESUS	3	3	3	2	2	1	1	2	1	1	2	3	23
10	MONUMENTO NARCISA DE JESUS	4	3	4	2	2	1	2	3	1	1	1	2	25
11	GASOLINERA TERPEL PETRILLO	5	4	4	3	3	2	3	4	2	1	1	1	32
12	FINCA EL LEGADO	6	5	5	4	4	3	4	5	3	2	1	1	42

Elaborado por: Liliana Zambrano

Se obtiene los números asociados al generar la cantidad de arcos por las que pasa un nodo para llegar hacia el nodo más lejano. Un ejemplo de esta aplicación es, desde el nodo 1 (ESCUELA MARIANITA DE JESUS) hasta el nodo 12 (Unidad Finca El

Legado) es de un total de 6 arcos o número de asociados.

Tabla 22: NS del Cantón Nobol.

NOBOL	NUMERO DE NODOS	REFERENCIA	NUMERO DE ASOCIADOS
	1	ESCUELA MARIANITA DE JESUS	6
	2	HACIENDA CARBELL	5
	3	ESCUELA ROSA MARTILLO	5
	4	HACIENDA NARCISA DE JESUS	4
	5	REDONDEL DE NOBOL	4
	6	PILADORA NARCISA DE JESUS	3
	7	SUBESTACION ELECTRICA	4
	8	PARQUE CULTURAL GARZA ROJA	5
	9	SANTUARIO NARCISA DE JESUS	3
	10	MONUMENTO NARCISA DE JESUS	4
	11	GASOLINERA TERPEL PETRILLO	4
	12	FINCA EL LEGADO	6

Elaborado por: Liliana Zambrano

Número de Shimbel

$$\text{Shimbel} = \sum d_{xy}$$

Ecuación: Numero de Shimbel

d_{xy} es la distancia por el camino más corto entre el vértice x y el vértice y. (MADRID & ORTIZ, n.d.-b)

El número de Shimbel se lo obtiene a partir del sumatorio total del número de arcos, por los que pasa un nodo al desplazarse hacia otro nodo, los cuales conforman el esquema funcional de la red vial en análisis. Considerando así que en cuanto menor es la distancia que recorre un nodo a otro, mayor es su accesibilidad.

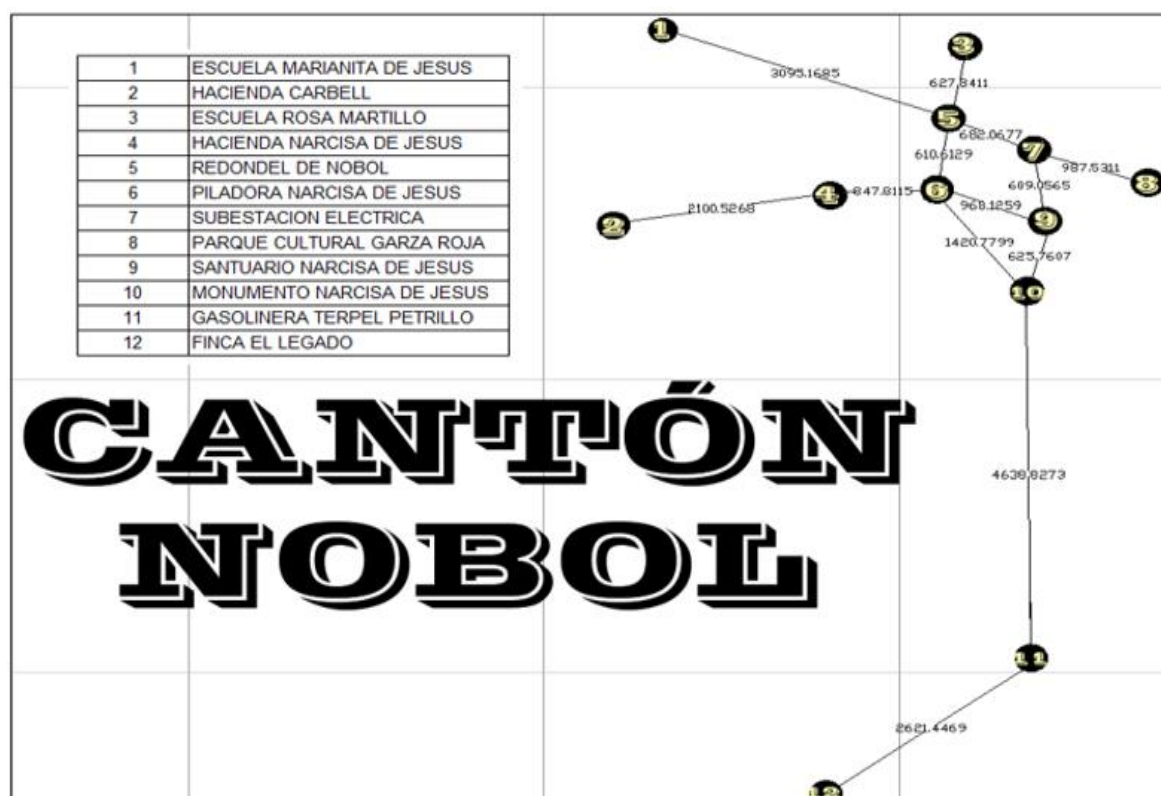


Ilustración 30: Esquema Funcional de la Red Vial del Cantón Nobol
Elaborado por: Liliana Zambrano

Tabla 23: Matriz de Enlaces entre Nodos del Cantón Nobol

NODOS	CARACTERISTICAS	MATRIZ INDICE DE RELACION ENTRE NODOS												TOTAL
		ESCUELA MARIANITA DE JESUS	HACIENDA CARBELL	ESCUELA ROSA MARTILLO	HACIENDA NARCISA DE JESUS	REDONDEL DE NOBOL	PILADORA NARCISA DE JESUS	SUBESTACION ELECTRICA	PARQUE CULTURAL GARZA ROJA	SANTUARIO NARCISA DE JESUS	MONUMENTO NARCISA DE JESUS	GASOLINERA TERPEL PETRILLO	FINCA EL LEGADO	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	ESCUELA MARIANITA DE JESUS		4	2	3	1	2	2	3	3	4	5	6	35
2	HACIENDA CARBELL	4		4	1	3	2	4	5	3	3	4	5	38
3	ESCUELA ROSA MARTILLO	2	4		3	1	2	2	3	3	4	4	5	33
4	HACIENDA NARCISA DE JESUS	3	1	3		2	1	3	4	2	2	3	4	28
5	REDONDEL DE NOBOL	1	3	1	2		1	1	2	2	2	3	4	22
6	PILADORA NARCISA DE JESUS	2	2	2	1	1		2	3	1	1	2	3	20
7	SUBESTACION ELECTRICA	2	4	2	3	1	2		1	1	2	3	4	25
8	PARQUE CULTURAL GARZA ROJA	3	5	3	4	2	3	1		2	3	4	5	35
9	SANTUARIO NARCISA DE JESUS	3	3	3	2	2	1	1	2		1	2	3	23
10	MONUMENTO NARCISA DE JESUS	4	3	4	2	2	1	2	3	1		1	2	25
11	GASOLINERA TERPEL PETRILLO	5	4	4	3	3	2	3	4	2	1		1	32
12	FINCA EL LEGADO	6	5	5	4	4	3	4	5	3	2	1		42

Elaborado por: Liliana Zambrano

Para el nodo 12 (Finca el Legado) el número de Shimbel es 42 arcos que recorren nodos del esquema, siendo este el mayor número de Shimbel. Cabe mencionar que en la presente matriz el nodo 6 (PILADORA NARCISA DE JESUS) obtuvo un número Shimbel de 20 por lo que son los más accesibles.

Índice Omega (Ω)

$$\Omega = \frac{SHI * SHI_i}{SHI^i - SHI}$$

Ecuación: Índice Omega

Simbología

Ω = Índice de omega del nodo i

SHI = Número de Shimbels del nodo i

SHI_i = Número de Shimbels más bajo

SHIⁱ = Número de Shimbels más alto

Tabla 24: Índice Omega para los Nodos de la Red Vial Nobol.

NODOS	REFERENCIA	NÚMERO DE SHIMBEL	OMEGA (%)
1	ESCUELA MARIANITA DE JESUS	35	83
2	HACIENDA CARBELL	38	90
3	ESCUELA ROSA MARTILLO	33	79
4	HACIENDA NARCISA DE JESUS	28	67
5	REDONDEL DE NOBOL	22	52
6	PILADORA NARCISA DE JESUS	20	48
7	SUBESTACION ELECTRICA	25	60
8	PARQUE CULTURAL GARZA ROJA	35	83
9	SANTUARIO NARCISA DE JESUS	23	55
10	MONUMENTO NARCISA DE JESUS	25	60
11	GASOLINERA TERPEL PETRILLO	32	76
12	FINCA EL LEGADO	42	100

Elaborado por: Liliana Zambrano

De acuerdo con la tabla del Índice Omega para los nodos de la red vial Nobol presentada los nodos 1,2,8,12 tienen menor accesibilidad por lo que mantienen un rango del 80% al 100%, cabe mencionar que los nodos 3,4,5,6,7,9,10,11 son los nodos con mayor accesibilidad ya que tienen los porcentajes más bajos.

Accesibilidad Real

$$Ali = \sum d_{iil}$$

Ecuación: Accesibilidad Real

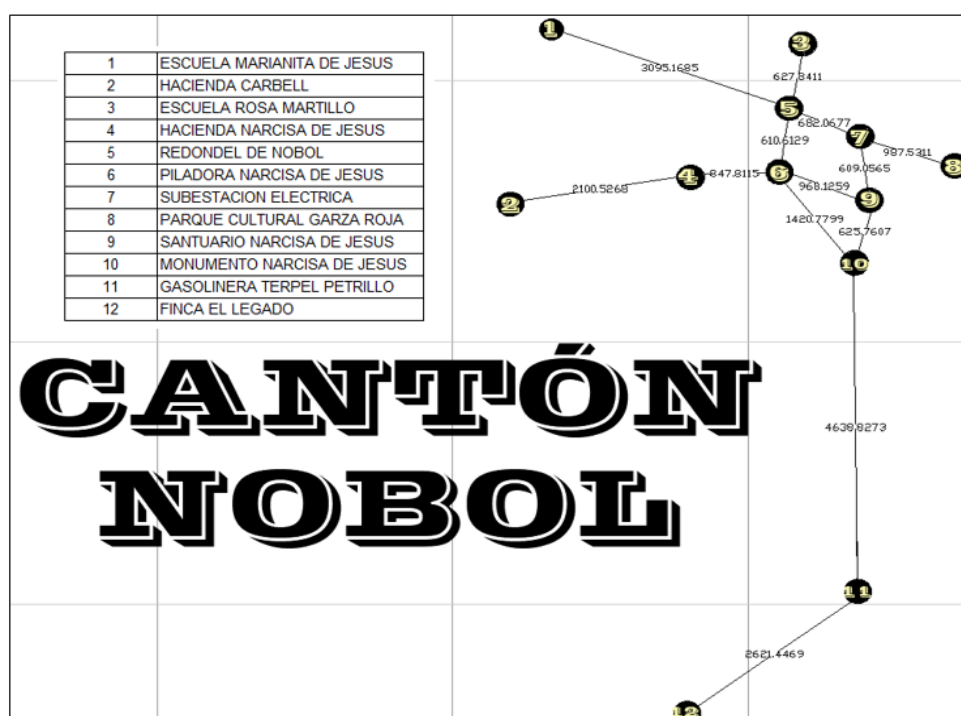


Ilustración 31: Matriz de Distancias en el Canton Nobol

Elaborado por: Liliana Zambrano

Tabla 25: Arcos, Nodos y Distancias, Canton Nobol

# ARCOS	NODOS		DISTANCIA (m)	DISTANCIA (km)
1	ESCUELA MARIANITA DE JESUS	REDONDEL DE NOBOL	3085,1685	3,1
2	HACIENDA CARBELL	HACIENDA NARCISA DE JESUS	2100,5268	2,1
3	ESCUELA ROSA MARTILLO	REDONDEL DE NOBOL	627,8411	0,6
4	HACIENDA NARCISA DE JESUS	PILADORA NARCISA DE JESUS	847,8115	0,8
5	REDONDEL DE NOBOL	PILADORA NARCISA DE JESUS	610,6129	0,6
6	REDONDEL DE NOBOL	SUBESTACION ELECTRICA	682,0677	0,7
7	PILADORA NARCISA DE JESUS	SANTUARIO NARCISA DE JESUS	968,1259	1,0
8	PILADORA NARCISA DE JESUS	MONUMENTO NARCISA DE JESUS	1420,7790	1,4
9	SUBESTACION ELECTRICA	PARQUE CULTURAL GARZA ROJA	987,5311	1,0
10	SUBESTACION ELECTRICA	SANTUARIO NARCISA DE JESUS	609,0565	0,6
11	SANTUARIO NARCISA DE JESUS	MONUMENTO NARCISA DE JESUS	625,7607	0,6
12	MONUMENTO NARCISA DE JESUS	GASOLINERA TERPEL PETRILLO	4638,8270	4,6
13	GASOLINERA TERPEL PETRILLO	FINCA EL LEGADO	2621,4469	2,6
TOTAL				19,8

Elaborado por: Liliana Zambrano

La accesibilidad real resulto de 19.8km, al ser la sumatoria de las distancias que conectan a los nodos del esquema.

Razón de la Sinuosidad

Siendo esta la correlación de la longitud real de la red vial del Cantón Nobol que es de 85.57km y la accesibilidad real, que es la sumatoria de las distancias que

conectan a los nodos del esquema, 19.8km.

$$s = \frac{lr}{lg}$$

Ecuación: Razón de Sinuosidad

Simbología

Lr = Longitud real de la red

Lg = Longitud del grafo

$$s = \frac{85.57\text{km}}{19.8\text{km}}$$

$$s = 4.32$$

La razón de la sinuosidad es de 4.32 por lo que la red vial del Cantón Nobol representada por un grafo tiende a ser una red Tortuosa.

4.3 Estudio de Trafico

De acuerdo a las redes viales de los Cantones Lomas de Sargentillo y Nobol se eligió dos puntos para representar el nivel de tráfico de cada Cantón, se realizó un conteo vehicular manual en un periodo de 12 horas por 4 días desde el 1 al 4 de junio del 2023.

Punto 1: Av. Domingo Comín y Av. Machala (Lomas De Sargentillo) Coordenadas (-1.830789, -80.079929)



Ilustración 32: Conteo Vehicular de Lomas de Sargentillo

Elaborado por: Liliana Zambrano

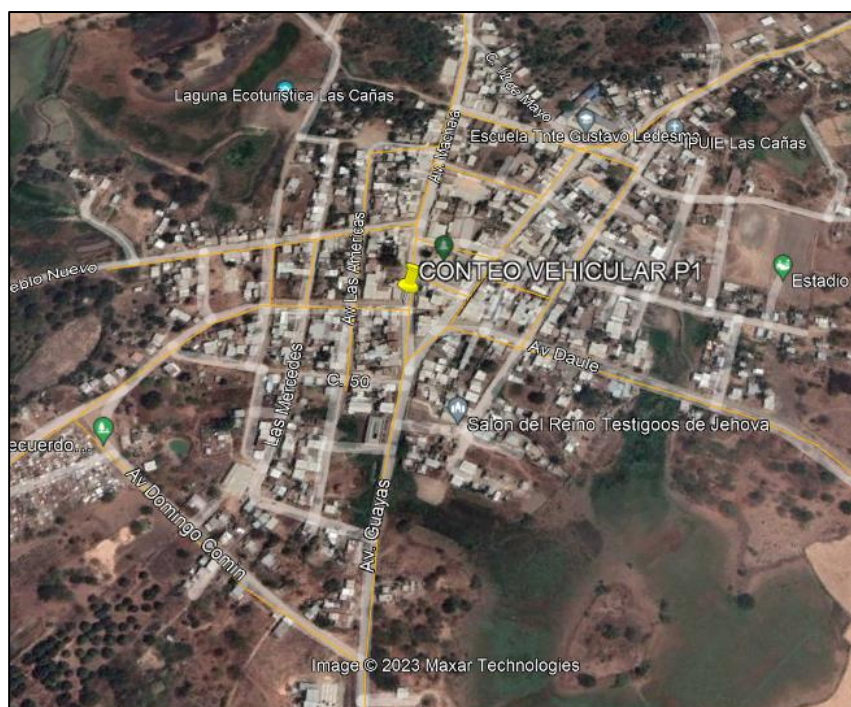


Ilustración 33: Ubicación del Punto 1 Av. Domingo Comin y Av. Machala

Fuente: (Google Earth, 2023)

Punto 2: Corredor vial E482 a la altura de la escuela MARIANITA DE JESUS (NOBOL) coordenadas (605828.00 m E; 9790724.00 m S)



Ilustración 34: Conteo vehicular de Nobol

Elaborado por: Liliana Zambrano

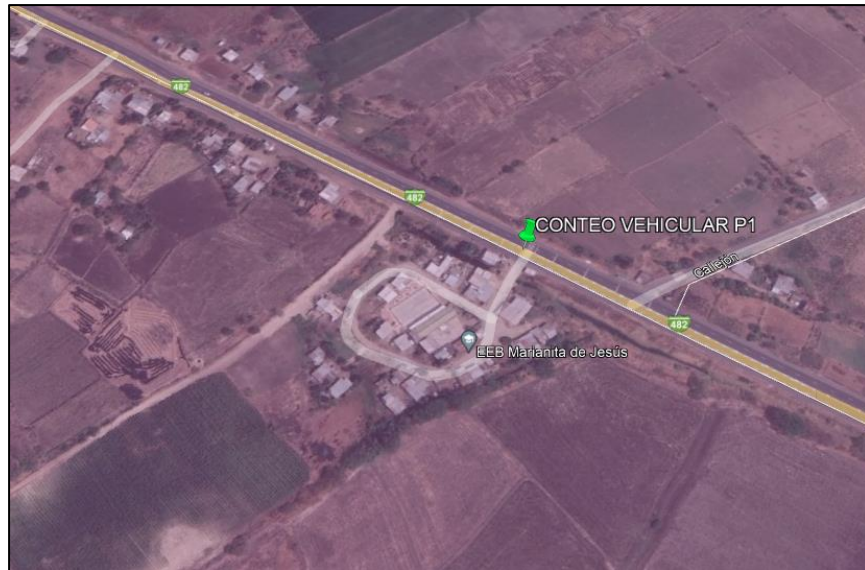


Ilustración 35: Ubicación del Punto 2 Corredor vial E482
Fuente: (Google Earth, 2023)

Se eligió el siguiente formato de acuerdo a los diferentes tipos de vehículos que recorren las vías en base al Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Tabla 26: Formato para Conteo Vehicular Manual

		CONTEO VEHICULAR MANUAL									
		COORDENADAS									
		DIRECCION NORTE->SUR									
DIA		MOTO	LIVIANOS	BUSES		2D	2DA	2DB	3A	4C	353
		AUTOMOVILES	CAMIONETAS	FURGINETAS							
6,00	6,15										
6,15	6,30										
6,30	6,45										
6,45	7,00										
7,00	7,15										
7,15	7,30										
7,30	7,45										
7,45	8,00										
8,00	8,15										
8,15	8,30										
8,30	8,45										
8,45	9,00										
9,00	9,15										
9,15	9,30										
9,30	9,45										
9,45	10,00										
10,00	10,15										
10,15	10,30										
10,30	10,45										
10,45	11,00										
11,00	11,15										
11,15	11,30										
11,30	11,45										
11,45	12,00										

Elaborado por: Liliana Zambrano

4.3.1 Análisis del Punto 1 (Lomas de Sargentillo).

4.3.1.1 Cálculo del tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).

Se realiza el cálculo del TPDA, se requiere utilizar los datos obtenidos del conteo vehicular que se realizó en el Cantón Lomas de Sargentillo.

4.3.1.2 TPDS.

Para realizar el cálculo del tráfico Promedio Diario Semanal, se utilizará la siguiente formula.

$$TPDS = \frac{5}{7} * \sum \frac{Dn}{m} + \frac{2}{7} * \sum \frac{De}{m}$$

Ecuación: Determinación del TPDS

Simbología

TPDS = Trafico Promedio Diario Semanal

Dn = Cantidades de vehículos Días Normales (lunes, martes, miércoles, jueves y viernes)

De = Cantidades de vehículos en días feriados (sábado y domingo)

m = Número de días que se realizó el conteo

TPDS DE LOMAS DE SARGENTILLO

Vehículos Livianos

Día 1 de junio, jueves

Vehículos Livianos SUR AL NORTE = 728

Vehículos Livianos NORTE AL SUR = 757

Vehículos Livianos TOTAL = 1485

Día 2 de junio, viernes

Vehículos Livianos SUR AL NORTE = 741

Vehículos Livianos NORTE AL SUR = 812

Vehículos Livianos TOTAL = 1553

Dn Vehículos Livianos = 3038

Día 3 de junio, sábado

Vehículos Livianos SUR AL NORTE = 741

Vehículos Livianos NORTE AL SUR = 721

Vehículos Livianos TOTAL = 1462

Día 4 de junio, domingo

Vehículos Livianos SUR AL NORTE = 735

Vehículos Livianos NORTE AL SUR = 740

Vehículos Livianos TOTAL = 1475

De Vehículos Livianos = 2937

$$TPDS = \frac{5}{7} * \sum \frac{3038}{4} + \frac{2}{7} * \sum \frac{2937}{4}$$

TPDS VEHICULOS LIVIANOS = 752.28

Buses

TPDS BUSES = 0

Vehículos Pesados

Día 1 de junio, jueves

Vehículos Pesados SUR AL NORTE = 17

Vehículos Pesados NORTE AL SUR = 19

Vehículos Pesados TOTAL = 36

Día 2 de junio, viernes

Vehículos Pesados SUR AL NORTE = 32

Vehículos Pesados NORTE AL SUR = 34

Vehículos Pesados TOTAL = 66

Dn Vehículos Pesados = 102

Día 3 de junio, sábado

Vehículos Pesados SUR AL NORTE = 32

Vehículos Pesados NORTE AL SUR = 28

Vehículos Pesados TOTAL = 60

Día 4 de junio, domingo

Vehículos Pesados SUR AL NORTE = 24

Vehículos Pesados NORTE AL SUR = 30

Vehículos Pesados TOTAL = 54

De Vehículos Pesados = 114

$$TPDS = \frac{5}{7} * \sum \frac{102}{4} + \frac{2}{7} * \sum \frac{114}{4}$$

TPDS VEHICULOS PESADOS = 26.35

Se obtuvo los siguientes resultados del TPDS:

TPDS VEHICULOS LIVIANOS = 752.28

TPDS BUSES = 0

TPDS VEHICULOS PESADOS = 26.35

4.3.1.3 Nivel de Confiabilidad.

En base a la ubicación del conteo vehicular se consideró un estudio a nivel de red con un porcentaje de confiabilidad del 75%, cuyo valor de Zr será de 0.674.

Tabla 27: Niveles de Confiabilidad Recomendados.

Clasificación Funcional	Nivel de Confiabilidad	
	Urbano	Rural
Autopista y Carreteras	85-99,9%	80-99,9%
Arterias Principales	80-99,9%	75-95%
Colectoras	80-95%	75-95%
Locales	50-80%	50-80%

Fuente: (AASHTO, 1993)

Tabla 28: Factor de Confiabilidad

Confiabilidad ZR (%)	Desviación Normal Estandar Zr
50	0
60	0,253
70	0,524
75	0,674
80	0,841
85	1,037
90	1,282
93	1,476
85	1,645
97	1,881
98	2,054
99	2,337
99,9	3,09
99,99	3,75

Fuente: (AASHTO, 1993)

4.3.1.4 *Desviación Estándar Muestral.*

Es el promedio de las derivaciones individuales de cada característica con respecto a la media de una distribución.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_i^n (TDI - TPDS)^2}{n - 1}}$$

Ecuación: Desviación Estándar Muestral

Simbología

TPDS = Trafico Promedio Diario Semanal

TDI = Número de vehículos por día

n = 4 días de aforo

Reemplazando los datos en la ecuación de la Desviación Estándar Muestral obtuvimos los siguientes resultados:

S Vehículos Livianos

TPDS Vehículos Livianos = 752.28

TDI Vehículos Livianos = 1493.75

n = 4 días de aforo

S = 428.08

TPDS Buses = 0

S = 0

S Vehículos Pesados

TPDS VEHICULOS PESADOS = 26.35

TDI Vehículos Livianos = 54

n = 4 días de aforo

S = 15.96

Se obtuvo los siguientes resultados del S:

S VEHICULOS LIVIANOS = 428.08

S BUSES = 0

S VEHICULOS PESADOS = 15.96

4.3.1.5 Desviación Estándar Poblacional.

Es una medida de esparcimiento de la información recolectada (población), a mayor desviación estándar mayor es su dispersión (población).

$$E = \sigma = \frac{s}{\sqrt{n}} \left(\sqrt{\frac{N-1}{N-2}} \right)$$

Ecuación: Desviación Estándar Poblacional

Simbología

n= 4 días de aforo

N= Número de días al año 365

Reemplazando los datos en la ecuación de la Desviación Estándar Poblacional obtuvimos los siguientes resultados:

$$E \text{ Vehículos Livianos} = 214.04$$

$$E \text{ Buses} = 0$$

$$E \text{ Vehículos Pesados} = 7.98$$

4.3.1.6 Trafico Promedio Diario Anual (TPDA).

$$TPDA = TPDS \pm A$$

Ecuación: Trafico Promedio Diario Anual

$$A = Z_r * E$$

Simbología

TPDS= Trafico promedio Diario Semanal

Zr= Factor de Confiabilidad

E=Desviación Estándar Poblacional

Reemplazando los datos en la ecuación del Trafico Promedio Diario Anual obtuvimos los siguientes resultados:

$$A \text{ Vehículos Livianos} = 144.26$$

$$A \text{ Buses} = 0$$

$$A \text{ Vehículos Pesados} = 5.37$$

$$TPDS \text{ VEHICULOS LIVIANOS} = 752.28$$

$$TPDS \text{ BUSES} = 0$$

$$TPDS \text{ VEHICULOS PESADOS} = 26.35$$

$$TPDA \text{ Vehículos Livianos} = 896.54$$

$$TPDA \text{ Buses} = 0$$

$$TPDA \text{ Vehículos Pesados} = 31.72$$

4.3.1.7 Trafico Asignado (TA).

Es la suma del tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) y el tráfico desarrollado (TD).

$$TG = 25\% \cdot TPDA$$

Ecuación: Ecuación Tráfico Generado

$$TD = 5\% \cdot TPDA$$

Ecuación: Ecuación Tráfico Desarrollado

$$TA = TG + TD + TPDA$$

Ecuación: Ecuación Tráfico Asignado

Reemplazando los datos en las ecuaciones del Tráfico Generado, Tráfico Desarrollado y del Trafico Asignado obteniendo los siguientes resultados:

$$TG \text{ Vehículos Livianos} = 25\% \cdot TPDA = 25\% \cdot 896.54 = 224.13$$

$$TG \text{ Buses} = 25\% \cdot TPDA = 25\% \cdot 0 = 0$$

$$TG \text{ Vehículos Pesados} = 25\% \cdot TPDA = 25\% \cdot 31.72 = 7.93$$

$$TD \text{ Vehículos Livianos} = 5\% \cdot TPDA = 5\% \cdot 896.54 = 44.82$$

$$TD \text{ Buses} = 5\% \cdot TPDA = 5\% \cdot 0 = 0$$

$$TD \text{ Vehículos Pesados} = 5\% \cdot TPDA = 5\% \cdot 31.72 = 1.58$$

$$TA \text{ Vehículos Livianos} = TG+TD+TPDA = 224.13+44.827+896.54=1165.497$$

$$TA \text{ Buses} = TG+TD+TPDA = 0$$

$$TA \text{ Vehículos Pesados} = TG+TD+TPDA = 7.93+1.58+31.72=41.23$$

De acuerdo con los resultados adquiridos en el Trafico Asignado. El Punto 1 en la AV. DOMINGO COMIN Y AV. MACHALA (LOMAS DE SARGENTILLO) coordenadas (-1.830789, -80.079929). Consta con un 97% de vehículos livianos y un 3% de Vehículos Pesados.

Tabla 29: Resumen del Punto 1 Av. Domingo Comin Y Av. Machala

FECHA	DIA	CLASIFICACION DE VEHICULOS			TOTAL
		LIVIANOS	BUSES	PESADOS	
1/6/2023	JUEVES	1485	0	36	1521
2/6/2023	VIERNES	1553	0	66	1619
3/6/2023	SABADO	1462	0	60	1522
4/6/2023	DOMINGO	1475	0	54	1529
TOTAL		5975	0	216	6191
TPDS		752,29	0	26,36	12382
%CONFIABILIDAD		75%			
Nivel de Confiabilidad Zr		0,674			
Desviación Estandar Muestral (S)		428,08	0,00	15,96	444,04
Desviación Estandar Poblacional E		214,04	0,00	7,98	222,02
A =Zr*E		144,26	0,00	5,38	
TPDA		896,55	0,00	31,74	928,29
T. Generado 25%		224,14	0,00	7,93	232,07
T. Desarrollo 5%		44,83	0,00	1,59	46,41
T. Asignado		1165,52	0,00	41,26	1206,77
Composición del trafico asignado		97	0,00	3	100,00

Elaborado por: Liliana Zambrano

4.3.1.8 Tasa de Crecimiento.

Tasa de Crecimiento Poblacional

Para obtener la tasa de crecimiento poblacional se consideró el método geométrico.

$$r = \left(\sqrt[n]{\frac{Pf}{Po}} - 1 \right) * 100$$

Ecuación: Tasa de crecimiento

Simbología:

n= Número de años entre censos realizados

Pf= Población Futura

Po= Población inicial

Tabla 30: Censo del Cantón Lomas de Sargentillo

AÑO DE CENSO	POBLACION
2001	14194
2010	14483,49
2015	18413

Fuente: (INEC, 2015)

Considerando la información recopilada de los años 2001 y 2010 el resultado es el siguiente:

$$r = \left(\sqrt[9]{\frac{14483.49}{14194}} - 1 \right) * 100 = 0.22\%$$

Considerando la información recopilada de los años 2010 y 2015 el resultado es el siguiente:

$$r = \left(\sqrt[5]{\frac{18413}{14483.49}} - 1 \right) * 100 = 4.91\%$$

Promediando los resultados la Tasa de crecimiento promedio es:

$$r_{\text{prom}} = \frac{0.22\% + 4.91\%}{2} = 2.56\%$$

4.3.1.9 Tasa de Crecimiento por Vehículos Matriculados.

En el presente proyecto de Titulación se consideró el INEC referente a los Vehículos Matriculados en el Guayas.

Tabla 31: Vehículos Matriculados del Guayas

AÑO	VEHICULOS MATRICULADOS EN EL GUAYAS
2016	481294
2017	480977
2018	529603
2019	529908
2020	512592

Fuente: (INEC, 2021)

$$r = \left(\sqrt[n]{\frac{P_f}{P_o}} - 1 \right) * 100$$

Ecuación: Tasa de crecimiento

Simbología:

n= Número de años entre censos realizados

Pf= Población Futura

Po= Población inicial

$$r = \left(\sqrt[5]{\frac{512592}{481294}} - 1 \right) * 100$$

$$r = 1.26\%$$

Además de acuerdo con el INEC en Guayas los Vehículos Matriculados están clasificados por consumir Diésel y Gasolina.

Tabla 32: Vehículos Matriculados en Guayas

Años	Vehiculos matriculados que usan Gasolina	Vehiculos matriculados que usan Diésel
2016	188985	291302
2017	268225	169047
2018	314323	207671
2019	315743	205880
2020	280918	214226
2021	320027	202258
%	11.110	7.037

Fuente: (INEC, 2021)

4.3.1.10 Tasa de Crecimiento por PIB Per Cápita

En el presente proyecto de Titulación se consideró la información del Banco Central del Ecuador referente al PIB en el Guayas.

$$r = \left(\sqrt[n]{\frac{P_f}{P_o}} - 1 \right) * 100$$

Ecuación: Tasa de crecimiento

Tabla 33: Tasa de Crecimiento del PIB del Guayas

AÑO	PIB GUAYAS	Número de años censados	Tasa de crecimiento r%
2010	16497,88	0	0
2011	18354,82	1	11,26
2012	20437,36	2	11,30
2013	22763,86	3	11,33
2014	24749,65	4	10,67
2015	24409,21	5	8,15
2016	24414,48	6	6,75
2017	25815,76	7	6,61
2018	26637,13	8	6,17
2019	28050,29	9	6,07
2020	26850,85	10	4,99

Elaborado por: Liliana Zambrano

Considerando la información recopilada de los años 2010 al 2020 el resultado es: 4.99%de crecimiento de vehículos pesados en el Guayas.

4.3.1.11 Tasa de Crecimiento por la MTOP

Tabla 34: Tasa de Crecimiento del Ministerio de Transporte y Obras Públicas

PROVINCIA	PERIODO	TASA DE CRECIMIENTO		
		LIVIANOS	BUS	PESADOS
GUAYAS	2015-2019	5,56	3	3,33
	2020-2024	4,95	2,67	2,96
	2025-2029	4,45	2,4	2,67
	2030-2034	4,04	2,18	2,43

Fuente: (MTOP, 2002)

4.3.1.12 Tasas de Crecimiento Analizados

Tabla 35: Resumen de Tasas de Crecimiento

RESUMEN TASA DE CRECIMIENTO %	
TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	2.56%
TASA DE CRECIMIENTO POR VEHICULOS MATRICULADOS	1.26%
TASA DE CRECIMIENTO POR PIB PER CÁPITA	4.99
VEHICULOS MATRICULADOS QUE USAN GASOLINA	11.11
VEHICULOS MATRICULADOS QUE USAN DIÉSEL	7.03

Elaborado por: Liliana Zambrano

Tasa de Vehículos Livianos

Se utilizará la tasa de crecimiento del MTOP de la provincia de Guayas, considerada hasta el año 2034 con 4.04% y los porcentajes analizados de la tasa de crecimiento por vehículos matriculados, Vehículos matriculados que usan Gasolina y la tasa de crecimiento por PIB PER CAPITA. Generando los cálculos estadísticos (promedio, estándar, de variación, promedio mínimo y máximo).

Tabla 36: Análisis de la Tasa de Crecimiento.

Análisis de la tasa de crecimiento de vehículos livianos.							
	%	$\bar{X}$	$(\% - \bar{X}) (\% - \bar{X})$	σ	Cv	$\bar{X} + \sigma$	$\bar{X} - \sigma$
Vehículos matriculados que usan Gasolina	11,11	5,35	33,1776	5,09	0,95	10,44	0,26
Tasa de Crecimiento del Ministerio de Transporte y Obras Públicas	4,04		1,72				
Tasa de crecimiento por vehículos matriculados	4,99		0,13				
Tasa de crecimiento por PIB PER CAPITA	1,26		16,73				

Elaborado por: Liliana Zambrano

De acuerdo a los cálculos realizados se descarta el porcentaje que no incluya los rangos máximos y mínimos.

Tabla 37: Análisis para Obtener la Tasa de Crecimiento

Análisis de la tasa de crecimiento de vehículos livianos.							
	%	$\bar{X}$	$(\% - \bar{X}) (\% - \bar{X})$	σ	Cv	$\bar{X} + \sigma$	$\bar{X} - \sigma$
Tasa de Crecimiento del Ministerio de Transporte y Obras Públicas	4,04	3,43	0,3721	1,94	0,57	5,37	1,49
Tasa de crecimiento por vehículos matriculados	4,99		2,4336				
Tasa de crecimiento por PIB PER CAPITA	1,26		4,7089				

Elaborado por: Liliana Zambrano

Tasa de Buses

Se utilizará la tasa de crecimiento del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP) de la provincia de Guayas, considerada hasta el año 2034 con 2.18% y los porcentajes analizados de la tasa de crecimiento poblacional con 2.56% y los Vehículos matriculados que usan Diésel con 7.037%. Generando los cálculos

estadísticos (promedio, estándar, de variación, promedio mínimo y máximo).

Tabla 38: Análisis de la Tasa de Crecimiento de Buses.

Análisis de la tasa de crecimiento de Buses							
	%	$\bar{X}$	$(\% - \bar{X})$ $(\% - \bar{X})$	σ	Cv	$\bar{X} + \sigma$	$\bar{X} - \sigma$
Vehículos matriculados que usan Diésel	7,04	3,93	9,68	2,70	0,69	6,63	1,22
Tasa de Crecimiento del Ministerio de Transporte y Obras Públicas	2,18		3,05				
tasa de crecimiento poblacional	2,56		1,87				

Elaborado por: Liliana Zambrano

De acuerdo a los cálculos realizados se descarta el porcentaje que no incluya los rangos máximos y mínimos.

Tabla 39: Análisis para Obtener la Tasa de Crecimiento de Buses

Análisis de la tasa de crecimiento de vehículos Buses							
	%	$\bar{X}$	$(\% - \bar{X})$ $(\% - \bar{X})$	σ	Cv	$\bar{X} + \sigma$	$\bar{X} - \sigma$
Tasa de Crecimiento del Ministerio de Transporte y Obras Públicas	2,18	2,37	0,0361	0,19	0,08016878	2,56	2,18
tasa de crecimiento poblacional	2,56		0,0361				

Elaborado por: Liliana Zambrano

Tasa de Vehículos Pesados

Para determinar la tasa de crecimiento de los Vehículos Pesados, se utilizará la tasa de crecimiento del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP) de la provincia de Guayas, considerada hasta el año 2034 con 2.43%, la tasa de crecimiento por PIB PER CAPITA con 4.99%, la tasa de Vehículos matriculados con 1.26% y los Vehículos matriculados que usan Diésel con 7.037%. Generando los cálculos estadísticos (promedio, estándar, de variación, promedio mínimo y máximo).

Tabla 40: Análisis de la Tasa de los Vehículos Pesados

Análisis de la tasa de crecimiento de Vehículos Pesados							
	%	$\bar{X}$	$(\% - \bar{X})$ $(\% - \bar{X})$	σ	Cv	$\bar{X} + \sigma$	$\bar{X} - \sigma$
Tasa de Crecimiento del Ministerio de Transporte y Obras Públicas	2,43	3,93	2,25	3,17	0,81	7,10	0,75
tasa de crecimiento por PIB PER CAPITA	4,99		1,13				
tasa de Vehículos matriculados	1,26		7,12				
Vehículos matriculados que usan Diésel	7,04		9,66				

Elaborado por: Liliana Zambrano

Obtenidos los porcentajes de la clasificación de vehículos (livianos, buses y pesados) analizaremos el tráfico asignado para un periodo de 20 años.

$$T_p = TA \cdot (1 + i)^n$$

Ecuación: Tráfico Futuro

Tabla 41: Proyección de Tráfico de 20 años

Proyección de tráfico de 20 años			
	LIVIANO	BUSES	PESADOS
Año	1,26	2,37	3,93
2023	1165,50	0,00	41,23
2024	1180,18	0,00	42,85
2025	1195,05	0,00	44,53
2026	1210,11	0,00	46,28
2027	1225,36	0,00	48,10
2028	1240,80	0,00	49,99
2029	1256,43	0,00	51,96
2030	1272,26	0,00	54,00
2031	1288,29	0,00	56,12
2032	1304,53	0,00	58,33
2033	1320,96	0,00	60,62
2034	1337,61	0,00	63,00
2035	1354,46	0,00	65,48
2036	1371,53	0,00	68,05
2037	1388,81	0,00	70,73
2038	1406,31	0,00	73,51
2039	1424,03	0,00	76,40
2040	1441,97	0,00	79,40
2041	1460,14	0,00	82,52
2042	1478,54	0,00	85,76
2043	1497,16	0,00	89,13

Elaborado por: Liliana Zambrano

4.3.2 Análisis del Punto 2 (Nobol)

4.3.2.1 Cálculo del tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

Se realiza el cálculo del TPDA, se requiere utilizar los datos obtenidos del conteo vehicular que se realizó en el Cantón Nobol.

4.3.2.2 TPDS

Para realizar el cálculo se utilizará la siguiente formula.

$$TPDS = \frac{5}{7} * \sum \frac{Dn}{m} + \frac{2}{7} * \sum \frac{De}{m}$$

Ecuación: Determinación del TPDS

Simbología

TPDS = Trafico Promedio Diario Semanal

Dn = Cantidades de vehículos Días Normales (lunes, martes, miércoles, jueves y viernes)

De = Cantidades de vehículos en días feriados (sábado y domingo)

m = Número de días que se realizó el conteo

TPDS DE NOBOL

Vehículos Livianos

Día 1 de junio, jueves

Vehículos Livianos SUR AL NORTE = 4468

Vehículos Livianos NORTE AL SUR = 5210

Vehículos Livianos TOTAL = 9678

Día 2 de junio, viernes

Vehículos Livianos SUR AL NORTE = 4321

Vehículos Livianos NORTE AL SUR = 4981

Vehículos Livianos TOTAL = 9302

Dn Vehículos Livianos = 18980

Día 3 de junio, sábado

Vehículos Livianos SUR AL NORTE = 4613

Vehículos Livianos NORTE AL SUR = 5699

Vehículos Livianos TOTAL = 10312

Día 4 de junio, domingo

Vehículos Livianos SUR AL NORTE = 3997

Vehículos Livianos NORTE AL SUR = 4325

Vehículos Livianos TOTAL = 8322

De Vehículos Livianos = 18634

$$TPDS = \frac{5}{7} * \sum \frac{18980}{4} + \frac{2}{7} * \sum \frac{18634}{4}$$

TPDS VEHICULOS LIVIANOS = 4720.28

BUSES

Día 1 de junio, jueves

BUSES SUR AL NORTE = 436

BUSES NORTE AL SUR = 375

BUSES TOTAL = 811

Día 2 de junio, viernes

BUSES SUR AL NORTE = 402

BUSES NORTE AL SUR = 366

BUSES TOTAL = 768

Dn BUSES = 1579

Día 3 de junio, sábado

BUSES SUR AL NORTE = 420

BUSES NORTE AL SUR = 380

BUSES TOTAL = 800

Día 4 de junio, domingo

BUSES SUR AL NORTE = 389

BUSES NORTE AL SUR = 400

BUSES TOTAL = 789

De BUSES = 1589

$$TPDS = \frac{5}{7} * \sum \frac{1579}{4} + \frac{2}{7} * \sum \frac{1589}{4}$$

TPDS BUSES = 395.46

Vehículos Pesados

Día 1 de junio, jueves

Vehículos Pesados SUR AL NORTE = 378

Vehículos Pesados NORTE AL SUR = 394

Vehículos Pesados TOTAL = 772

Día 2 de junio, viernes

Vehículos Pesados SUR AL NORTE = 380

Vehículos Pesados NORTE AL SUR = 427

Vehículos Pesados TOTAL = 807

Dn Vehículos Pesados = 1579

Día 3 de junio, sábado

Vehículos Pesados SUR AL NORTE = 368

Vehículos Pesados NORTE AL SUR = 300

Vehículos Pesados TOTAL = 668

Día 4 de junio, domingo

Vehículos Pesados SUR AL NORTE = 367

Vehículos Pesados NORTE AL SUR = 356

Vehículos Pesados TOTAL = 723

De Vehículos Pesados = 1391

$$TPDS = \frac{5}{7} * \sum \frac{1579}{4} + \frac{2}{7} * \sum \frac{1391}{4}$$

TPDS VEHICULOS PESADOS = 381.32

Se obtuvo los siguientes resultados del TPDS:

TPDS VEHICULOS LIVIANOS = 4720.28

TPDS BUSES = 395.46

TPDS VEHICULOS PESADOS = 381.32

4.3.2.3 Nivel de Confiabilidad.

En base a la ubicación del conteo vehicular se consideró un estudio a nivel de red con un porcentaje de confiabilidad del 85%, cuyo valor de Zr será de 1.037.

Tabla 42: Niveles de Confiabilidad Recomendados

Clasificación Funcional	Nivel de Confiabilidad	
	Urbano	Rural
Autopista y Carreteras	85-99,9%	80-99,9%
Arterias Principales	80-99,9%	75-95%
Colectoras	80-95%	75-95%
Locales	50-80%	50-80%

Fuente: (AASHTO, 1993)

Tabla 43:Factor de Confiabilidad

Confiabilidad ZR (%)	Desviación Normal Estandar Zr
50	0
60	0,253
70	0,524
75	0,674
80	0,841
85	1,037
90	1,282
93	1,476
85	1,645
97	1,881
98	2,054
99	2,337
99,9	3,09
99,99	3,75

Fuente: (AASHTO, 1993)

4.3.2.4 *Desviación Estándar Muestral.*

La desviación estándar es el promedio de las derivaciones individuales de cada característica con respecto a la media de una distribución. (Medidas de Dispersión, n.d.)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_i^n (TDI - TPDS)^2}{n - 1}}$$

Ecuación: Desviación Estándar Muestral

Simbología

TPDS = Trafico Promedio Diario Semanal

TDI = Número de vehículos por día

n = 4 días de aforo

Reemplazando los datos en la ecuación de la Desviación Estándar Muestral obtuvimos los siguientes resultados:

S Vehículos Livianos

TPDS Vehículos Livianos = 4720.28

TDI Vehículos Livianos = 9403.5

n = 4 días de aforo

S = 2703.86

S Buses

TPDS Buses = 395.46

TDI Buses = 792

n = 4 días de aforo

S = 228.94

S Vehículos Pesados

TPDS VEHICULOS PESADOS = 381.32

TDI Vehículos pesados = 742.5

n = 4 días de aforo

S = 208.53

Se obtuvo los siguientes resultados del S:

$$S \text{ VEHICULOS LIVIANOS} = 2703.86$$

$$S \text{ BUSES} = 228.94$$

$$S \text{ VEHICULOS PESADOS} = 208.53$$

4.3.2.5 Desviación Estándar Poblacional.

Es una medida de esparcimiento de la información recolectada (población), a mayor desviación estándar mayor es su dispersión (población).

$$E = \sigma = \frac{s}{\sqrt{n}} \left(\sqrt{\frac{N-1}{N-1}} \right)$$

Ecuación: Desviación Estándar Poblacional

Simbología

n= 4 días de aforo

N= Número de días al año 365

Reemplazando los datos en la ecuación de la Desviación Estándar Poblacional obtuvimos los siguientes resultados:

$$E \text{ Vehículos Livianos} = 1351.93$$

$$E \text{ Buses} = 114.47$$

$$E \text{ Vehículos Pesados} = 104.26$$

4.3.2.6 Trafico Promedio Diario Anual (TPDA).

$$TPDA = TPDS \pm A$$

Ecuación: Trafico Promedio Diario Anual

$$A = Z_r * E$$

Simbología

TPDS= Trafico promedio Diario Semanal

Zr= Factor de Confiabilidad

E=Desviación Estándar Poblacional

Reemplazando los datos en la ecuación del Trafico Promedio Diario Anual obtuvimos los siguientes resultados:

$$A \text{ Vehículos Livianos} = 1401.95$$

$$A \text{ Buses} = 118.71$$

$$A \text{ Vehículos Pesados} = 108.12$$

$$\text{TPDS VEHICULOS LIVIANOS} = 4720.28$$

$$\text{TPDS BUSES} = 395.46$$

$$\text{TPDS VEHICULOS PESADOS} = 381.32$$

$$\text{TPDA Vehículos Livianos} = 6122.23$$

$$\text{TPDA Buses} = 514.17$$

$$\text{TPDA Vehículos Pesados} = 489.44$$

4.3.2.7 Trafico Asignado (TA).

$$\text{TG} = 25\% \cdot \text{TPDA}$$

Ecuación: Ecuación Tráfico Generado

$$\text{TD} = 5\% \cdot \text{TPDA}$$

Ecuación: Ecuación Tráfico Desarrollado

$$\text{TA} = \text{TG} + \text{TD} + \text{TPDA}$$

Ecuación: Ecuación Tráfico Asignado

Reemplazando los datos en las ecuaciones del Tráfico Generado, Tráfico Desarrollado y del Trafico Asignado obteniendo los siguientes resultados:

$$\text{TG Vehículos Livianos} = 25\% \cdot \text{TPDA} = 1530.56$$

$$\text{TG Buses} = 25\% \cdot \text{TPDA} = 128.54$$

$$\text{TG Vehículos Pesados} = 25\% \cdot \text{TPDA} = 122.36$$

$$\text{TD Vehículos Livianos} = 5\% \cdot \text{TPDA} = 306.11$$

$$TD \text{ Buses} = 5\% \cdot TPDA = 25.71$$

$$TD \text{ Vehículos Pesados} = 5\% \cdot TPDA = 24.47$$

$$TA \text{ Vehículos Livianos} = TG + TD + TPDA = 7958.90$$

$$TA \text{ Buses} = TG + TD + TPDA = 668.42$$

$$TA \text{ Vehículos Pesados} = TG + TD + TPDA = 636.28$$

De acuerdo con los resultados adquiridos en el Trafico Asignado. El Punto 2 en el Corredor vial E482 a la altura de la escuela MARIANITA DE JESUS (NOBOL) coordenadas (605828.00 m E; 9790724.00 m S). Consta con un 86% de Vehículos livianos, 7% de Buses y 7% de Vehículos Pesados.

Tabla 44: Resumen del Punto 2 en el Corredor vial E482

FECHA	DIA	CLASIFICACION DE VEHICULOS			TOTAL
		LIVIANOS	BUSES	PESADOS	
1/6/2023	JUEVES	9678	811	772	11261
2/6/2023	VIERNES	9302	768	807	10877
3/6/2023	SABADO	10312	800	668	11780
4/6/2023	DOMINGO	8322	789	723	9834
TOTAL		37614	3168	2970	43752
TPDS		4720,29	395,46429	381,32	87504
%CONFIABILIDAD		85%			
Nivel de Confiabilidad Zr		1,037			
Desviación Estandar Muestral (S)		2703,86	228,94	208,53	3141,32
Desviación Estandar Poblacional E		1351,93	114,47	104,26	1570,66
A = Zr * E		1401,95	118,71	108,12	
TPDA		6122,23	514,17	489,44	7125,85
T. Generado 25%		1530,56	128,54	122,36	1781,46
T. Desarrollo 5%		306,11	25,71	24,47	356,29
T. Asignado		7958,90	668,42	636,28	9263,60
Composición del trafico asignado		86	7	7	100,00

Elaborado por: Liliana Zambrano

4.3.2.8 Tasa de Crecimiento

Tasa de Crecimiento Poblacional

Para obtenerla se consideró el método geométrico.

$$r = \left(\sqrt[n]{\frac{P_f}{P_o}} - 1 \right) * 100$$

Ecuación: Tasa de crecimiento

Simbología:

n= Número de años entre censos realizados

Pf= Población Futura

Po= Población inicial

Tabla 45: Censo del Cantón Lomas de Sargentillo

AÑO DE CENSO	POBLACION
1990	10524
2001	14753
2010	19600

Fuente: (INEC, 2015)

Considerando la información recopilada de los años 1990 y 2001 el resultado es el siguiente:

$$r = \left(\sqrt[11]{\frac{14753}{10524}} - 1 \right) * 100 = 3.11\%$$

Considerando la información recopilada de los años 2001 y 2010 el resultado es el siguiente:

$$r = \left(\sqrt[9]{\frac{19600}{14753}} - 1 \right) * 100 = 3.20\%$$

Promediando los resultados la Tasa de crecimiento promedio es:

$$r_{\text{prom}} = \frac{3.11\% + 3.2\%}{2} = 3.15\%$$

4.3.2.9 Tasa de Crecimiento por Vehículos Matriculados

En el presente proyecto de Titulación se consideró el informe del INEC referente a

los Vehículos Matriculados en el Guayas.

Tabla 46: Vehículos Matriculados del Guayas

AÑO	VEHICULOS MATRICULADOS EN EL GUAYAS
2016	481294
2017	480977
2018	529603
2019	529908
2020	512592

Fuente: (INEC, 2021)

$$r = \left(\sqrt[n]{\frac{Pf}{Po}} - 1 \right) * 100$$

Ecuación: Tasa de crecimiento

Simbología:

n= Número de años entre censos realizados

Pf= Población Futura

Po= Población inicial

$$r = \left(\sqrt[5]{\frac{512592}{481294}} - 1 \right) * 100 =$$

$$r = 1.26\%$$

Además de acuerdo con el INEC en Guayas los Vehículos Matriculados están clasificados por consumir Diésel y Gasolina.

Tabla 47: Vehículos Matriculados en Guayas

Años	Vehiculos matriculados que usan Gasolina	Vehiculos matriculados que usan Diésel
2016	188985	291302
2017	268225	169047
2018	314323	207671
2019	315743	205880
2020	280918	214226
2021	320027	202258
%	11.110	7.037

Fuente: (INEC, 2021)

4.3.2.10 Tasa de Crecimiento por PIB Per Cápita

En el presente proyecto de Titulación se consideró la información del Banco Central del Ecuador referente al PIB en el Guayas.

$$r = \left(\sqrt[n]{\frac{Pf}{Po}} - 1 \right) * 100$$

Ecuación: Tasa de crecimiento

Tabla 48: Tasa de crecimiento del PIB del Guayas

AÑO	PIB GUAYAS	Número de años censados	Tasa de crecimiento r%
2010	16497,88	0	0
2011	18354,82	1	11,26
2012	20437,36	2	11,30
2013	22763,86	3	11,33
2014	24749,65	4	10,67
2015	24409,21	5	8,15
2016	24414,48	6	6,75
2017	25815,76	7	6,61
2018	26637,13	8	6,17
2019	28050,29	9	6,07
2020	26850,85	10	4,99

Elaborado por: Liliana Zambrano

Considerando la información recopilada de los años 2010 al 2020 el resultado es: 4.99%de crecimiento de vehículos pesados en el Guayas.

4.3.2.11 Tasa de Crecimiento por la MTOP

Se consideró la información sobre la tasa de Crecimiento del MTOP.

Tabla 49: Tasa de Crecimiento del MTOP

PROVINCIA	PERIODO	TASA DE CRECIMIENTO		
		LIVIANOS	BUS	PESADOS
GUAYAS	2015-2019	5,56	3	3,33
	2020-2024	4,95	2,67	2,96
	2025-2029	4,45	2,4	2,67
	2030-2034	4,04	2,18	2,43

Fuente: (López Baldeón & Pantoja Cubas, 2022)

4.3.2.12 Tasas de Crecimiento Analizados

Tabla 50: Resumen de las Tasas de Crecimientos Analizados

RESUMEN TASA DE CRECIMIENTO %	
TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	3.15%
TASA DE CRECIMIENTO POR VEHICULOS MATRICULADOS	1.26%
TASA DE CRECIMIENTO POR PIB PER CÁPITA	4.99
VEHICULOS MATRICULADOS QUE USAN GASOLINA	11.11
VEHICULOS MATRICULADOS QUE USAN DIÉSEL	7.03

Elaborado por: Liliana Zambrano

Tasa de Vehículos Livianos

Se utilizará la tasa MTOP del Guayas, considerada hasta el 2034 con 4.04% y los porcentajes analizados, de la tasa de crecimiento por vehículos matriculados con 1.26%, Vehículos matriculados que usan Gasolina con 11.11% y la tasa por PIB PER CAPITA con 4.99%. Generando los cálculos estadísticos (promedio, estándar, de variación, promedio mínimo y máximo).

Tabla 51: Análisis de la Tasa de Crecimiento de Vehículos Livianos

Análisis de la tasa de crecimiento de vehículos livianos.							
	%	$\bar{X}$	$(\% - \bar{X}) (\% - \bar{X})$	σ	Cv	$\bar{X} + \sigma$	$\bar{X} - \sigma$
Vehiculos matriculados que usan Gasolina	11,11	5,35	33,1776	5,09	0,95	10,44	0,26
Tasa de Crecimiento del Ministerio de Transporte y Obras Públicas	4,04		1,72				
Tasa de crecimiento por vehículos matriculados	4,99		0,13				
Tasa de crecimiento por PIB PER CAPITA	1,26		16,73				

Elaborado por: Liliana Zambrano

De acuerdo con los cálculos realizados se descarta el porcentaje que no incluya los rangos máximos y mínimos.

Tabla 52: Análisis para Obtener la Tasa de Crecimiento de Vehículos Livianos

Análisis de la tasa de crecimiento de vehículos livianos.							
	%	$\bar{X}$	$(\% - \bar{X})$ $(\% - \bar{X})$	σ	Cv	$\bar{X} + \sigma$	$\bar{X} - \sigma$
Tasa de Crecimiento del Ministerio de Transporte y Obras Públicas	4,04	3,43	0,3721	1,94	0,57	5,37	1,49
Tasa de crecimiento por vehículos matriculados	4,99		2,4336				
Tasa de crecimiento por PIB PER CAPITA	1,26		4,7089				

Elaborado por: Liliana Zambrano

Tasa de Buses

Se utilizará la tasa MTOP del Guayas, considerada hasta el 2034 con 2.18% y los porcentajes analizados de la tasa de crecimiento poblacional con 3.15% y los Vehículos matriculados que usan Diésel con 7.037%. Generando los cálculos estadísticos (promedio, estándar, de variación, promedio mínimo y máximo).

Tabla 53: Análisis de la Tasa de Crecimiento de Buses

Análisis de la tasa de crecimiento de Buses							
	%	$\bar{X}$	$(\% - \bar{X})$ $(\% - \bar{X})$	σ	Cv	$\bar{X} + \sigma$	$\bar{X} - \sigma$
Vehiculos matriculados que usan Diésel	7,04	4,12	8,50	2,57	0,62	6,69	1,55
Tasa de Crecimiento del Ministerio de Transporte y Obras Públicas	2,18		3,77				
tasa de crecimiento poblacional	3,15		0,95				

Elaborado por: Liliana Zambrano

De acuerdo con los cálculos realizados se descarta el porcentaje que no incluya los rangos máximos y mínimos.

Tabla 54: Análisis para Obtener la Tasa de Crecimiento de Buses

Análisis de la tasa de crecimiento de vehículos Buses							
	%	$\bar{X}$	$(\% - \bar{X})$ $(\% - \bar{X})$	σ	Cv	$\bar{X} + \sigma$	$\bar{X} - \sigma$
Tasa de Crecimiento del Ministerio de Transporte y Obras Públicas	2,18	2,665	0,235225	0,485	0,18198874	3,15	2,18
tasa de crecimiento poblacional	3,15		0,235225				

Elaborado por: Liliana Zambrano

Tasa de vehículos Pesados

Se utilizará la tasa MTOP del Guayas, considerada hasta el 2034 con 2.43%, la tasa de por PIB PER CAPITA con 4.99%, la tasa de Vehículos matriculados con 1.26% y los Vehículos matriculados que usan Diésel con 7.037%. Generando los cálculos estadísticos (promedio, estándar, de variación, promedio mínimo y máximo).

Tabla 55: Análisis de la Tasa de los Vehículos Pesados

Análisis de la tasa de crecimiento de Vehículos Pesados							
	%	$\bar{X}$	$(\% - \bar{X}) (\% - \bar{X})$	σ	Cv	$\bar{X} + \sigma$	$\bar{X} - \sigma$
Tasa de Crecimiento del Ministerio de Transporte y Obras Públicas	2,43	3,93	2,25	3,17	0,81	7,10	0,75
tasa de crecimiento por PIB PER CAPITA	4,99		1,13				
tasa de Vehículos matriculados	1,26		7,12				
Vehículos matriculados que usan Diésel	7,04		9,66				

Elaborado por: Liliana Zambrano

Obtenidos los porcentajes de la clasificación de vehículos (livianos, buses y pesados) analizaremos el tráfico asignado para un periodo de 20 años.

$$Tp = TA \cdot (1 + i)^n$$

Ecuación: Trafico Futuro

Tabla 56: Proyección de Trafico de 20 Años

Proyección de trafico de 20 años			
	LIVIANO	BUSES	PESADOS
Año	1,26	2,67	3,93
2023	7958,90	668,42	636,28
2024	8059,18	686,23	661,29
2025	8160,73	704,52	687,27
2026	8263,55	723,30	714,28
2027	8367,67	742,57	742,36
2028	8473,11	762,36	771,53
2029	8579,87	782,68	801,85
2030	8687,97	803,54	833,36
2031	8797,44	824,95	866,12
2032	8908,29	846,94	900,15
2033	9020,53	869,51	935,53
2034	9134,19	892,68	972,30
2035	9249,28	916,47	1010,51
2036	9365,83	940,89	1050,22
2037	9483,83	965,97	1091,49
2038	9603,33	991,71	1134,39
2039	9724,33	1018,14	1178,97
2040	9846,86	1045,27	1225,30
2041	9970,93	1073,13	1273,46
2042	10096,56	1101,73	1323,51
2043	10223,78	1131,09	1375,52

Elaborado por: Liliana Zambrano

CAPÍTULO V

Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

De acuerdo al análisis realizado al estado actual de conectividad y accesibilidad de las redes viales de los Cantones Lomas de Sargentillo y Nobol mediante el análisis cartográfico y la información obtenida.

En Lomas de Sargentillo (cabecera cantonal), cuenta con una superficie de rodadura de 83.26km, densidad poblacional de 276, una población de 18.413 habitantes de los cuales 13.775 habitantes son del área urbana, 4.638 habitantes son de la zona rural, su principal fuente de empleo es la ganadería y el cultivo de arroz. El cantón Nobol consta con la Parroquia Narcisa de Jesús (cabecera cantonal), cuenta con una superficie de rodadura de 85.57km, densidad poblacional de 145 hab/km², una población de 19.600 habitantes de los cuales 8.256 habitantes son del área urbana, 11.344 habitantes son de la zona rural, su principal fuente de trabajo e ingresos es la agricultura.

Ambos Cantones están conectados por el Corredor vial E482, los centros poblados que se analizaron son los que cuenten con asentamientos humanos de al menos una escuela o aproximadamente 100 habitantes.

De acuerdo al porcentaje de Índice gamma ambos cantones no obtuvieron un porcentaje ideal, teniendo el 54.16% el Cantón Lomas de Sargentillo y el 43.33% el Cantón Nobol. Ambos Cantones reflejaron una red compleja en los resultados del índice Beta, el Cantón Lomas de Sargentillo con 1.3 y el Cantón Nobol con 1.08. Para lograr obtener el porcentaje ideal de conectividad 100% se analizó el número de arcos que se requiere aumentar en el esquema funcional, en el Cantón Lomas de Sargentillo se obtuvo 10 nodos y 13 arcos, en el Cantón Nobol se obtuvo 12 nodos y 13 arcos

siendo factible para ambos cantones aumentar 11 arcos más.

Los resultados de los números asociados, los cuales mientras mayor número generen, se considera que hay mayor dificultad para que un nodo pase por otro. Los cantones en análisis cuentan con poca accesibilidad hacia los diferentes nodos propuestos.

En visita al campo se verifico que las vías principales se encuentran en buen estado, sin embargo, En el Cantón Nobol y Lomas de Sargentillo las vías arteriales y colectoras requieren mejoramiento, ya que actualmente se encuentran como lo expuesto en los Anexos.

Con el fin de que la intervención, en las redes viales faciliten principalmente a los estudiantes acceder a sus respectivos niveles educativos, en ocasiones las vías deterioradas o carencia de las mismas imposibilitan el acceso a los estudios, generando elevados índices de analfabetismo en el sector. Se sugiere el aumento de 11 arcos en cada uno de los cantones analizados y la adecuación de las vías arteriales y colectoras.

5.2 Recomendaciones

Es necesario aplicar correctamente el método de grafos para obtener resultados que generen beneficios a futuro, como en el presente proyecto que se considera mejorar el grado de conectividad de los cantones y que exista facilidades para el transporte del producto agrícola, y un mayor número de personas puedan recibir la atención y servicios de primera necesidad. Es importante el mejoramiento y mantenimiento vial de los cantones Lomas de Sargentillo y Nobol de la provincia del Guayas, de acuerdo a su prioridad.

Se sugiere el mejoramiento y asfalto de las vías; impidiendo baches, embotellamiento o accidentes futuros vehiculares y así perfeccionar el funcionamiento vial.

Con el fin de que la intervención, en las redes viales faciliten principalmente a los estudiantes acceder a sus respectivos niveles educativos, en ocasiones las vías deterioradas o carencia de las mismas imposibilitan el acceso a los estudios, generando elevados índices de analfabetismo en el sector. Se sugiere el aumento de 11 arcos en cada uno de los cantones analizados y la adecuación de las vías arteriales y colectoras.

Bibliografía

Rozas, P., & Figueroa, O. (septiembre de 2006). *Conectividad, ambitos de impacto y desarrollo territorial : analisis de experiencias internacionales* . Obtenido de Conectividad, ambitos de impacto y desarrollo territorial : analisis de experiencias internacionales :

https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/6314/S0600566_es.pdf

Sánchez. (2020). Obtenido de economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/renta-pib-per-capita.html>

Soto, M., Ortiz Lopez, A., & Lina , M. (2005). Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/>: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/2864>

Valencia. (2007). *ELEMENTOS DEL TRÁNSITO*. Medellín.

AASHTO. (05 de 1997). *Diseño de Estructuras de Pavimento*. Lima: AASHTO. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/126459232/Guia-AASHTO-93-version-en-espanol>

ARQHYS.com. (s.f.). Obtenido de ARQHYS.com: <https://www.arqhys.com/blog/que-es-una-carretera.html>

Bautista. (3 de MARZO de 2018). Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/pgeo/v23n1/0123-3769-pgeo-23-01-123.pdf>

Cardozo, O. D., Gómez, E. L., & Parras , M. A. (2009). *TEORÍA DE GRAFOS Y SISTEMAS DE*

INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. Revista Transporte y Territorio, <https://www.redalyc.org/pdf/3330/333027079005.pdf>.

CONGOPE. (2017). Obtenido de <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2018/07/01-Plan-Vial-Guayas.pdf>

CONGOPE. (2017). *CONGOPE*. Obtenido de <http://www.congope.gob.ec/wp->

content/uploads/2018/07/01-Plan-Vial-Guayas.pdf

CONGOPE. (12 de 2019). Obtenido de <http://www.congope.gob.ec/?publicacion=plan-vial-integral-provincia-del-guayas>

GraphEverywhere. (s.f.). Obtenido de GraphEverywhere: <https://www.grapheverywhere.com/que-son-los-grafos/>

Guthrie, F. (6 de Junio de 2018). *Mi camino Master*. Obtenido de Mi camino Master: <http://micaminomaster.com.co/grafos-algoritmo/historia-teoria-grafos/>

INEC. (s.f.). Obtenido de [https://www.inec.gob.pa/redpan/sid/glosario/WebHelp/Tasa_de_crecimiento_1.htm](https://www.inec.gob.pa/redpan/sid/glosario/WebHelp/Tasa_de_crecimiento_1.htm#:~:tex)

#:~:tex

t=La%20tasa%20de%20crecimiento%20es,porcentaje%20de%20la%20poblaci%C3%B3n%20 base.

INEC. (s.f.). Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/transporte/>

NEVI-12-MTOP. (Octubre de 2013). *Norma de estudios y diseños viales*. Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf

OPS. (13 de 08 de 2021). *PORTAL DE INDICADORES BASICOS* . Obtenido de <https://opendata.paho.org/es/indicadores-basicos/tasa-anual-crecimiento-poblacional>

Publicas, M. d. (Diciembre de 2016). *Plan Estrategico de Movilidad*. Obtenido de Plan Estrategico de Movilidad: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/Plan_Estrategico-de-Movilidad.pdf

Ramírez. (s.f.). *Teoría de Grafos y Árboles*. Obtenido de Teoría de Grafos y Árboles: <https://www.kramirez.net/Discretas/Material/Presentaciones/Grafos.pdf>

Rifaldi , & Sirabonian . (s.f.). Obtenido de

<http://catedra.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/sisspot/Libros%202007/libros/ie-temas/ie-15/ie-15efu.htm#:~:text=El%20esquema%20funcional%20se%20basa,aparatos%20en%20sus%20elementos%20constitutivos>.

Rochina, P. (23 de 03 de 2017). *REVISTA DIGITAL INESEM*. Obtenido de <https://www.inesem.es/revistadigital/informatica-y-tics/teoria-grafos/>

ANEXOS

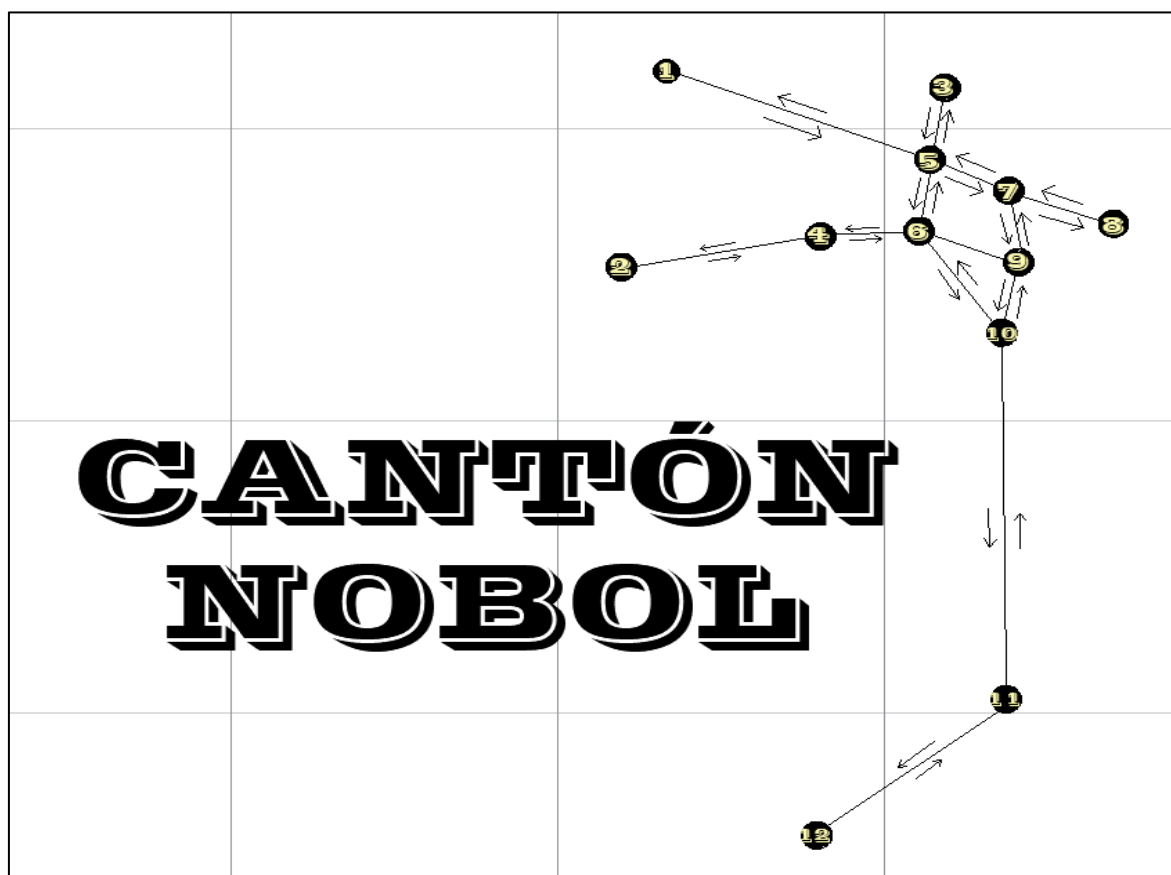
NOBOL			
	COORDENADAS	IMAGEN	PUNTO DE REFERENCIA
PUNTO 1	1°53'35.2"S 80°02'54.5"W		Escuela 24 de mayo
PUNTO 2	1°53'50.8"S 80°01'00.6"W	 	
PUNTO 3	1°53'43.4"S 80°01'04.1"W	 	Escuela Rosa Herlinda Martillo Magallanes
PUNTO 4	1°54'13.9"S 80°01'08.0"W	 	
PUNTO 5	1°54'21.4"S 80°00'45.8"W	 	
PUNTO 6	1°54'27.4"S 80°00'37.2"W	  	
PUNTO 7	1°54'42.2"S 80°00'03.8"W	 	PARQUE CULTURAL GARZA ROJA

PUNTO 8	1°55'02.0"S 80°00'38.6"W		
PUNTO 9	1°54'58.7"S 80°00'35.3"W		SANTUARIO NARCISA DE JESUS
PUNTO 10	1°55'27.8"S 80°00'42.0"W		MONUMENTO NARCISA DE JESUS
PUNTO 11	1°55'41.4"S 80°00'40.7"W		ESTACION DE PEAJE CHIVERIA
PUNTO 12	1°57'54.5"S 80°00'37.6"W		
PUNTO 13	1°57'57.4"S 80°00'31.9"W		
PUNTO 14	1°58'02.3"S 80°00'31.3"W		IGLESIA CATOLICA SAN FRANCISCO DE ASIS
PUNTO 15	1°58'28.0"S 80°00'26.5"W		

PUNTO 16	1°58'40.5"S 80°00'41.2"W		
PUNTO 17	1°58'10.9"S 80°00'40.8"W		UNIDAD EDUCATIVA
PUNTO 18	1°58'14.3"S 80°01'22.4"W		
PUNTO 19	1°58'09.1"S 80°01'32.6"W		
PUNTO 20	1°58'28.0"S 80°01'39.1"W		
PUNTO 21	1°59'15.8"S 80°01'55.4"W		
PUNTO 22	2°00'23.7"S 80°03'01.8"W		
PUNTO 23	2°00'43.0"S 80°02'57.3"W		

PUNTO 24	2°01'08.6"S 80°04'40.3"W			
PUNTO 25	2°00'30.8"S 80°03'39.1"W			
PUNTO 26	2°00'09.9"S 80°03'28.6"W			
PUNTO 27	1°54'44.9"S 80°01'17.4"W			
PUNTO 28	1°54'44.1"S 80°01'30.9"W			
PUNTO 29	1°54'47.3"S 80°01'53.6"W			

PUNTO 30	1°55'02.5"S 80°02'15.1"W		
PUNTO 31	1°55'08.0"S 80°02'05.4"W		
PUNTO 32	1°55'00.8"S 80°03'12.0"W	 	



ESQUEMA DE NOBOL CON EL SENTIDO BIDIRECCIONAL



REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Análisis de la Red Vial Rural de Los Cantones Lomas de Sargentillo y Nobol de La Provincia del Guayas.		
AUTOR(ES):	Zambrano Mejia Liliana Carolina		
TUTOR(ES)/ REVISOR(ES):	Ing. David Omar Stay Coello, MSc. (Tutor) Ing. Gino Flor Chávez, MSc. (Revisor)		
INSTITUCIÓN:	Universidad de Guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD:	Ciencias Matemáticas y Físicas		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:	No		
GRADO OBTENIDO:	Ingeniero Civil		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	Septiembre 2023	No. DE PÁGINAS:	79
ÁREAS TEMÁTICAS:	Análisis de red vial rural.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	POBLACIÓN-CONECTIVIDAD-GRAFOS-ACCESIBILIDAD-CONTEO		
RESUMEN/ABSTRACT: La provincia del Guayas cuenta con una extensa red vial; sin embargo, persiste la idea de que es insuficiente, ocasionando resultados negativos en la movilización. El campo necesita contar con vías en buen estado ya que existe insuficiencia de conectividad entre los sectores rurales, es de vital importancia analizar la red vial puesto que vincula con mayor facilidad con cantones aledaños y ciudades. Realizar un diagnóstico de la conectividad de la red Vial nos permitirá proponer proyectos que mejoren dicha conectividad. El presente proyecto da solución al problema de conectividad y accesibilidad entre los sectores rurales, por lo que se debe realizar un levantamiento cuantitativo recolectados en el campo y bases de datos de la municipalidad y/o prefectura del Guayas, así se elaborará un análisis estadístico, parámetros matemáticos que describen el comportamiento de la conectividad y accesibilidad de la red vial de los cantones.			
ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0968699697	E-mail: lilianacarolinazambrano@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Facultad De Ciencias Matemáticas Y Físicas		
	Teléfono: 2-283348		
	E-mail: fmaticas@ug.edu.ec		